T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

MİMARLIK-MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

PROJE RAPORU

“Endüstri 4.0’ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Etkisi”

ARALIK 2022

Projeyi Hazırlayanlar:

“Mehmet Fatih Solak 152120201095”

“Ferdi İslam Yılmaz 152120191055”

“Melih Demir 152120201088”

“Keremcan Şeker 152120201074”

“Yasin Yıldız 151620211049”

“Aslı Yüksel 151620211069”

“Aybeniz Savaş 151620211089”

“Berfin Şiret 151620211099 ”

İçindekiler

[Özet 4](#_Toc123257121)

[1 Giriş 5](#_Toc123257122)

[2 Endüstri 4.0 Nedir? 5](#_Toc123257123)

[2.1 Endüstri 4.0 Bileşenleri 7](#_Toc123257124)

[2.1.1 Nesnelerin interneti 7](#_Toc123257125)

[2.1.2 Yapay Zekâ 8](#_Toc123257126)

[2.1.3 Büyük Veri 8](#_Toc123257127)

[2.1.4 Blok Zincir 8](#_Toc123257128)

[2.1.5 5G Teknolojisi 9](#_Toc123257129)

[2.1.6 Yenilenebilir Enerji 9](#_Toc123257130)

[2.1.7 Sistem Entegrasyonu 9](#_Toc123257131)

[2.1.8 Çok Katmanlı Üretim 9](#_Toc123257132)

[3 Endüstri 3.0’de İş Sağlığı 10](#_Toc123257133)

[3.1 Endüstri 3.0 Nedir? 10](#_Toc123257134)

[3.2 İSG nedir? 11](#_Toc123257135)

[3.2.1 Endüstri 3.0’de İş Sağlığı 11](#_Toc123257136)

[4 ENDÜSTRİ 4.0 IŞIĞINDA İŞ SAĞLIĞI 12](#_Toc123257137)

[4.1 İş Kazası ve Meslek Hastalıkları 13](#_Toc123257138)

[4.2 İşyeri Nedir? Ne Olacaktır? 13](#_Toc123257139)

[4.3 İş Kazası 14](#_Toc123257140)

[4.4 Risk Faktörleri 14](#_Toc123257141)

[4.4.1 Fiziksel Risk Faktörleri 14](#_Toc123257142)

[4.4.2 Kimyasal Risk Faktörleri 16](#_Toc123257143)

[4.4.3 Biyolojik Risk Faktörleri 16](#_Toc123257144)

[4.4.4 Psikososyal Risk Faktörleri 16](#_Toc123257145)

[4.4.5 Ergonomik Risk Faktörleri 17](#_Toc123257146)

[4.5 Meslek Hastalıkları 17](#_Toc123257147)

[4.5.1 Meslek Hastalıklarının Sınıflandırılması 18](#_Toc123257148)

[4.6 İSG Profesyonelleri 18](#_Toc123257149)

[4.6.1 İş Güvenliği Uzmanı 18](#_Toc123257150)

[4.6.2 İş Yeri Hekimleri 19](#_Toc123257151)

[4.6.3 Siber Güvenlik Uzmanı 19](#_Toc123257152)

[4.7 Endüstri 4.0’da İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Yardımcı Donanımlar 19](#_Toc123257153)

[4.7.1 Kalp Masaj Aleti 19](#_Toc123257154)

[4.7.2 Akıllı Saat 20](#_Toc123257155)

[4.7.3 GPS Cihazı 21](#_Toc123257156)

[4.7.4 İSG Yazılım Sistemleri ve Evrak Yardımcı Sistemi 21](#_Toc123257157)

[4.7.5 Uzaktan Görüşme Programları 22](#_Toc123257158)

[4.7.6 Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri 23](#_Toc123257159)

[4.7.7 Görüntü İşleme ile Yangın Tespiti 23](#_Toc123257160)

[4.7.8 Robotlar 24](#_Toc123257161)

[4.7.9 Çeşitli Uygulamalar 24](#_Toc123257162)

[5 Sonuç 25](#_Toc123257163)

[6 Kaynakça 26](#_Toc123257164)

# Özet

Bir çok görevleri yerine getirebilmek için insan zekâsını, mantığını taklit eden ve elde ettikleri bilgilere göre kendilerini geliştirebilen sistemlere yapay zeka denmektedir. Cihaz veya makineler insanların çözemediği veya karmaşık sorunları hızlı ve pratik bir şekilde çözümleyebilir ve hayatımızın birçok noktasında bizlere yardımcı olur. Yapay zekanın amacı ise makine aracılığı ile daha hızlı ve kolay biçimde yapmamızdır.

Endüstri 1.0 İngiltere’de 1763 yılında James Watt’ın buharla çalışan makineyi geliştirmesi ile devrim başlamıştır. Buhar makinesinin yanında sanayileşmeyi geliştiren pamuklu dokuma sektörü gelmektedir. 1780'lerin sonuna doğru tekstil endüstrisi dönüşüme uğramıştır. Diğer bir öncü sektör ise demir-çelik sektörüdür. Endüstri Devrimi ile batı insanının yaşam tarzı değişmiş ve nüfus artışıyla birlikte hayat standartlarında artış gözlemlenmiştir. Endüstri devrimi ile demiryolu ağlarının geliştirilmesi, iletişim seçeneklerinin fazlalaşması ve borsanın ortaya çıkmasıyla birlikte bankaların, finansörlerin ve özel yatırımların ön plana çıkması sağlamıştır.

Elektirk enerjisiyle birlikte seri üretime geçilen ve iş bölümünün gelişme gösterdiği ikinci endüstri devrimine 20. yüzyılın başlarında geçilmiştir. Seri üretimin bilinen en önemli örneklerinden biri Henry Ford’un Ford Motor Şirketi olmuştur. Teknoloji devrimi olarak bilinmektedir. Ulaşım olanaklarının gelişmesi bu dönemin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Bugün kullanılan bir çok madde bu dönemde ortaya çıkmıştır. Merkezileşme ile birlikte kasabalardan şehirlere göçler artmış, siyasi ve ekonomik açıdan güçlü merkezi devletler kurulmuştur.

Endüstri 3.0 İkinci Dünya Savaşı sonrası başlamıştır. 1970’li yıllardan sonra hızla gelişmiştir. Bu döneme bilişim teknolojisi dönemi denmektedir. Bu devrimin temel bileşenleri, bilgi işlem teknikleri, haberleşme teknikleri ve bunların ortak gerçekleştirme aracı olan mikro-elektronik’ tir. Kısaca karşılaştıma yapılır ise birinci sanayi devriminde kömür ile matbaanın birleşmesinden, ikinci sanayi devriminde petrol ile elektrikli iletişim araçlarının birleşmesinden, üçüncü sanayi devriminde ise internet temelli iletişimin yenilenebilir enerjiyle birleşmesinden ortaya çıkmıştır.

Endüstri 4.0 Almanya’da gerçekleştirilen bir fuarla 2011 yılında ilk olarak ortaya çıkmıştır. Teknolojinin son seviyesi makinelerin internetle iletişim kurduğu kullanıcılardan bağımsız kararlar aldığı üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Endüstri 4.0’ın hedeflerinde teknoloji sonucu ortaya çıkan sonucun tamamen özel olmasını , üretimdeki uyumunu, makineler ve parçaları arasında iletişimi ve akıllı fabrikalarda optimizasyonu sağlamaktır. Endüstri 4.0’ın üç temel amacı vardır bunlar üretimi hızlandırmak , üretimi en üst düzeye çıkararak tüketiciye özel ürün üretme imkanını sağlayabilmek ve üretimde insan emeğini azaltarak otomasyon ile insan hatalarını ortadan kaldırmaktır. Endüstri 4.0 ile insanın geri plana çekilmesi ile İş Sağlığı ve Güvenliği kavramlarının da değişmesi beklenmektedir. İş kazaları ve meslek hastalıkları da teknolojiden etkilenerek azalacak ve etkileri değişecektir.

Birçok işin yürütüldüğü farklı iş ortamlarında, insan sağlığını tehdit eden koşullardan korunmak için yürütülen sistemli ve bilimsel araştırmalardır. İş güvenliği,1980’li yıllardan sonra Avrupa Birliği içerisinde önem görmeye başlamıştır. Türkiye’de iş güvenliği alanında devir açan esas kanun 2012 yılında faaliyete geçen 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu olmuştur.

# 1 Giriş

İş sağlığı ve güvenliği tanımı kısaca; birçok işin yürütüldüğü farklı iş ortamlarında, herhangi bir sebepten dolayı oluşabilen ve insan sağlığını tehdit eden koşullardan korunmak için yürütülen sistemli ve bilimsel araştırmalardır. Sadece bu tanım üzerinden bakıldığında bile oldukça hayati öneme sahip bir olgudur. Hangi iş ortamında olduğu fark etmeksizin, tüm çalışanların sağlığı ve can güvenliği açısından üstünde durulması gereken bir önlem konusudur. İş sağlığı ve güvenliği, hayatın içinde ayakta kalmak için emek veren, her iş alanından insanın sahip olması gereken en temel hakların içindedir. Endüstri dünyasındaki en son teknolojik gelişim olan Endüstri 4.0’da da iş sağlığı ve güvenliği önemli bir yer edinecektir. Endüstri 4.0 ile hayatımıza girecek nesnelerin interneti sayesinde iş sağlığı alanında da yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Kullanılacak yeni ekipmanlar ile işçilerin güvenliği eski sisteme göre daha da artacaktır.

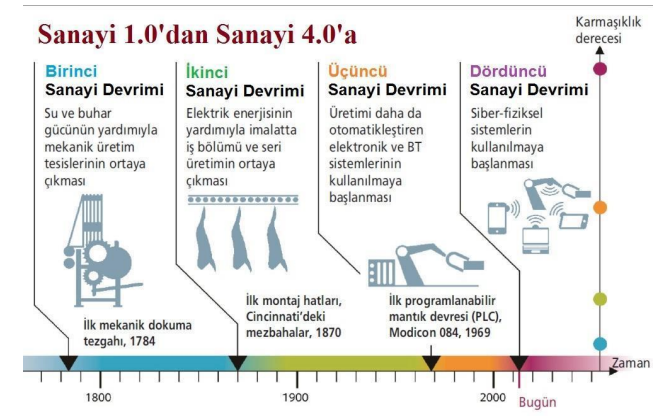
# 2 Endüstri 4.0 Nedir?

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Almanya’da Hannover Fuarı’nda ortaya atılmıştır. İnsan etkeninden tamamen temizlenmiş, tamamen otonom diğer bir deyişle kendi kendine hareket edebilen ve hatasız ve noksansız endüstriyel aşamalara dayalı bir üretim sisteminin inşa edilmesi Endüstri 4.0’ın temel felsefesidir. (1)

Şekil 1’de Endüstri 1.0’dan Endüstri 4.0’a kadar olan endüstri devrimleri verilmiştir.

İlk üç sanayi devrimi yaklaşık 200 yıl sürmüş olup ilk olarak 1780’lerde mekanik tezgahların yerini alan buhar motorları ile değişim dönemi başlamışıtır. İkinci sanyi devrimi ise yaklaşık 100 sene sonra Ohio’daki kesimhanelerde başlayarak Ford Model T’nin üretimi ile zirveye ulaşmıştır. Ancak bu dönemde üretim hatalarına sıkça rastlanması bir başka değişime neden olmuştur. Üçüncü sanayi devrimi ile üretimi otomatikleştiren dijital programlama sistemlerinin oluşturulması ile üretimde verimlilik amaçlanmış olup, günümüzde hala devam eden modern otomasyon mühendisliği ile verimli ve esnek sistemler oluşturulmuştur. 21. yy başlarında bilişim ve iletişim teknolojilerindeki önemli gelişmelerle birlikte internetin yaygın kullanımı, yazılım alanındaki gelişmeler akıllı sistemlerin gelişmesini sağladı. Bu gelişmelerle birlikte tüm sistemlerin otomatik hale getirilmesi ve uzaktan kontrol edilmesi 4. Sanayi Devrimi ya da yaygın biçimde kullanılan adıyla Endüstri 4.0 döneminde ele alınmıştır.

**Şekil 1:** Sanayi 1.0’dan Sanayi 4.0’a



Endüstri 4.0 akıllı, verimli, etkili, bireysel ve özelleştirilmiş üretim; daha hızlı bilgisayarlar, daha akıllı makineler, daha küçük sensörler, daha ucuz veri depolama ve iletişim sayesinde makul maliyetlerle sağlanabilmektedir (Vaidya, Ambad, Bhosle, 2018:237).

Endüstri 4.0 ile üretimde dijitalleşmeyi arttırarak ileri teknoloji ile donatılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Endüstri 4.0 üç temel amacı hedeflemektedir:

* Üretimde insan emeğini azaltarak otomasyon ile insan hatalarını ortadan kaldırmak,
* Üretimi en üst düzeye çıkararak tüketiciye özel ürün üretme imkanını sağlayabilmek,
* Üretimi hızlandırmak,

Bu amaçları elde ederek düşük maliyetli, ergonomik ve az enerji sağlayan sanayi sistemine dönüşebileceği hedeflenmektedir.

Endüstri 4.0’ın ayırt edici bileşenleri; hız, genişlik ve derinlik, sistem etkisi olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Endüstriyel gelişmeler, hızlı bir biçimde ilerlemektedir. Bu ilerlemeler ise bireyde, iş yaşamında ve toplumda derin değişikliklere sebep olmaktadır. Dolayısıyla da ülkelerin sistemlerini de değiştirmektedir (Özsoylu, 2017: 46).

Endüstri 4.0 sadece makine teknolojisi ile sınırlı olmayıp daha kapsamlıdır. Bu dönemin diğer dönemlerden en önemli farkı teknolojik gelişmelerin birbirleri ile sürekli etkileşimde olması ve bütün alanların birbiri etkisi altında kalarak gelişmesidir.

Dijitalleşmenin beraberinde getirdiği bu yeni dönem ile sektöre yeni kavramlar girmeye başlamıştır. Bu kavramlar Tablo 1’de açıklamaları ile birlikte verilmiştir.

**Tablo 1:** Endüstri 4.0’ın Temel Kavramları

|  |  |
| --- | --- |
| **Temel Kavram** | **Özelliği** |
| Akıllı fabrika, akıllı üretim, geleceğin fabrikası | Üretim, sensörler ve özerk sistemler ile donatılacaktır. Makine ve ekipmanı, kendini iyileştirme, karar alma, süreçleri iyileştirme yeteneğine sahip olacak. |
| Ürün ve hizmetlerin geliştirilmesinde yeni sistemler | Ürün ve hizmet gelişimi bireyselleşecektir. Bu bağlamda ürün zekası ile ürün hafızası yaklaşımları büyük öneme sahiptir. |
| Kendini örgütleme | İmalatta, tüm üretim ve tedarik süreçleri değişecektir. Bunun sonucunda da bir ürünün oluşma süreci, tedarikten lojistiğe kadar çok fazla etkilenecektir. |
| Akıllı ürün | Ürünlere, birbirleriyle ve insanlarla nesnelerin interneti aracılığıyla iletişimi sağlayan sensor ve mikroçiplerle yerleştirilir. Üreticilerin ürün kullanıldığında sensörler aracılığıyla akıllı telefonlarla bağlantı kurarak akıllı ürün haline gelmektedir. |
| Dağıtım ve tedarikte yeni sistemler | Daha bireysel hale gelecektir |
| İnsan İhtiyaçlarına uyum | Yeni imalat perakendeciler sistemleri, insani ihtiyaçları takip edecek şekilde tasarlanmalıdır. |
| Siber- Fiziksel Sistemler | Bilgisayarlar ve ağlar arasındaki işlemlerin fiziksel süreçleri, izleyerek ve sistem üzerinden kontrolü sağlanacaktır. |
| Akıllı şehir | Akıllı şehir, kalkınma politikasında 6 maddeden oluşan; akıllı ekonomi, akıllı hareketlilik, akıllı çevre, akıllı insanlar, akıllı yaşam ve akıllı yönetim olarak tanımlanmaktadır. |
| Dijital Sürdürülebilirlik | Akıllı şehirler ve akıllı fabrikaların hayatımızda daha çok olmasıyla birlikte sürdürebilir kaynak verimliliği de giderek artmaktadır. |

Kaynak: Ertuğrul ve Deniz,2018: 164.

Küreselleşme ve teknolojideki ilerlemeler, dünyada yenilikçilik, rekabet gücü ve ekonomik büyümede büyük artışlar sağlamaktadır. Dijital sanayi devrimi olan Endüstri 4.0; bilişim teknolojilerinin ve endüstrinin ortaklaşa bir bütünü olup; imalât ve endüstride dördüncü sanayi devrimini temsil etmektedir. Birbirleriyle haberleşen, sensörleriyle ortamı algılayabilen ve veri analizi yapabilen robotların üretimi devralarak, yapay zekâ gelişimiyle birlikte insan kaynaklı hataların azaltılmasını; üç boyutlu yazıcılar vasıtasıyla üretimin fabrikalardan evlere indirgenmesini; daha ucuz, daha kaliteli ve daha tasarruf yapan bir üretim yapmayı sağlamaktadır.(2)

## 2.1 Endüstri 4.0 Bileşenleri

### 2.1.1 Nesnelerin interneti

Üzerinde çeşitli sensörler olan, IP tabanlı arayüze, adrese sahip cihazların birbirleriyle internet veya farklı bir ağ üzerinden iletişim kurabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Kısaca; internet ile bağlantısı olan birçok cihazın (telefon, bilgisayar, akıllı ev sistemleri, robotlar, makineler vs.) bir şekilde internet üzerindeki diğer cihazlar ile iletişim halinde olması birbirine bağlı olması anlamına da geliyor. Bu sayede bu cihazların oluşturduğu bilgileri toplayıp analiz edebilir ve dataları anlamlı hale getirerek karar verebiliriz. Kararımıza göre IOT cihazlara çeşitli komutlar vererek yönetebiliriz.

**Sensör:** Nesnelerin interneti özelliğine sahip cihazların olmazsa olmaz unsurlarından biridir. Sensörleri vücudumuzdaki duyu organlarımız gibi düşünebilirsiniz. Cihazların üzerindeki sensörler göz, kulak, burun, deri teması gibi mantıkla çalışır ve etraftaki tüm olayları izler, takip eder, raporlar. Popüler sensör türleri; ısı, nem, ışık, hareket, temas, mesafe, kimyasal olaylar, gaz, duman gibi olayları, aktiviteleri algılayıp dijital sinyallere dönüştürerek bilgi sağlayabilirler.

### 2.1.2 Yapay Zekâ

En basit anlamıyla, çeşitli görevleri yerine getirebilmek için insan zekâsını, mantığını taklit eden ve elde ettikleri bilgilere göre kendilerini geliştirebilen sistemler denilebilir. Yapay zekâ, bir bilgisayarın, bir uygulamanın veya teknolojik bir cihazın içinde olabilir. Bu sayede insanların yapabildiği çeşitli faaliyetleri insan düşünce ve mantığına benzer bir şekilde yapacak kabiliyete kavuşur. Yapay zekâ sayesinde teknolojik cihazlar insanlar gibi düşünmeye başlar. Bu cihaz veya makineler insanların çözemediği veya karmaşık sorunları hızlı ve pratik bir şekilde çözümleyebilir ve hayatımızın birçok noktasında bizlere yardımcı olur. Amaç ise insan zekâsına ihtiyaç duyulan bazı işlerin makineler tarafından daha basit ve hızlı bir şekilde yapılması denilebilir. Aslında yıllardır yapay zekâ ile iç içe yaşıyoruz diyebiliriz. Örnek: Hesap makinesi, sesli asistanlar, online navigasyon sistemleri.

### 2.1.3 Büyük Veri

Hangi sektörde olursanız olun, şirketinizin büyüklüğü ne olursa olsun üretim veya hizmetler ile ilgili çeşitli veriler üretiliyor bu dataların bir kısmı veri tabanlarında biriktirilirken birçoğu da gereksiz olarak nitelendirilip dikkate alınmıyor. İşte burada ortaya çıkan big data; tüm verilerin analiz edilerek sınıflandırılması ve sonrasında yazılımsal işlemlerden geçerek anlamlı hale dönüştürülmüş hali diyebiliriz. Veriler farklı ortamlardan geldiği ve farklı formatlarda olduğu için bunları birleştirip anlamlı hale getirmek oldukça güç bir iştir. Fakat yönetsel kararlar vermede bize çok faydası olacak bu bilgileri işletme faaliyetlerinde kullanabilir hale getirmemiz bize birçok fayda sağlayacaktır.

### 2.1.4 Blok Zincir

Kısaca tüm dünyada ortak olarak kullanılabilen dijital veri kayıt sistemi olarak tanımlanmaktadır. Blockchain yapısındaki her bilginin sırası ise tanımlandığı, doğrulandığı, blok zinciri içinde depolanarak saklandığı, tüm dünya ile paylaşılacak şekilde dijital hale getirilip kayıt edildiği ve son olarak imzalanarak onaylandığı dijital bir veri tabanı olarak düşünebiliriz. Peki, bu kayıtlar nerede duruyor? Veri kayıtları birbirleriyle iletişim halindeki birbirleri ile ilgisi olmayan dünya üzerindeki sisteme dahil olan farklı bilgisayarların içinde saklanıyor. Bu sisteme dağıtık ağ ya da dağıtık sistem deniliyor. Bu ağ üzerindeki cihazlar sanki tek bir bilgisayar içindeki bilgilere ulaşıyormuşuz gibi davranırlar. Bu sayede bazı bilgisayarlar bozulsa veya ağın dışına çıksa bile sisteme dâhil olan diğer tüm bilgisayarlarda bu dataların birer kopyası bulunduğu için sistem çökmeden aynı şekilde çalışmaya devam etmektedir. Bu dağınık ağ yapısı sayesinde verilerin sahipliği herhangi bir kişi veya kurum üzerinde değildir. Kayıtlı veriler tekildir ve ağdaki herkes erişim sağlayabilir. Blok zinciri yapısı sayesinde ağ üzerinde gerçekleşen işlemler kalıcı olarak kaydedilir. Aslında Blockchain yapısını veri tabanına benzetebiliriz. Ancak bu sistemdeki bilgiler herhangi bir lokal veri merkezlerindeki sunucular veya storage depolama ünitelerinde üzerinde saklanmaz. Tam tersine hiç bir veri merkezi olmayan bu sisteme dâhil olan bilgisayar tabanlı cihazların, sistemlerin üzerinde tüm veriler saklanmaktadır. Her bir blok, bir önceki blokla ilişkilendirilmiş ve ssl gibi şifrelenmiş algoritmalar ile korunmaktadır, bu nedenle sisteme saldırıda bulunmak ya da çökertmek oldukça zordur. Bu teknolojinin önümüzdeki yıllarda daha aktif ve yoğun olarak kullanılacağını düşünüyorum.

### 2.1.5 5G Teknolojisi

İletişim sektörü teknoloji açısından en hızlı ilerleyen sektör diyebiliriz. Yakın zamanda 4G – 4,5G konuşurken hatta daha geçiş yapmayanlar bile varken 5G nin gündeme gelmesi bunun kanıtı sayılabilir. 5G nin açılımını “5.Generation” yani 5.Nesil mobil internet olarak tanımlayabiliriz. Peki 5G bize ne sağlıyor. Bunun cevabı Hız. Yapılan testlere göre şu anki 4G veya 4.5G internet hızlarının 10 ile 20 katı arasında bir hız farkı ile karşılaşıyoruz. Daha basit bir örnek vermek gerekirse full hd yüksek çözünürlüklü bir filmin indirilme süresi saniyeler sürecek. Tabii 5G yi sadece bireysel olarak kullanmayacağız. Bunun kurumsal tarafa yansımasını düşünürsek 5G ağ bağlantısının yaygınlaşması ile birlikte yukarıda bahsettiğim IOT tabanlı cihazlar birbirleri ile daha hızlı, kesintisiz şekilde haberleşmeye başlayacak. 5G teknolojisinin mevcutta kullanılan kablosuz ağ yapılarının yerine geçeceği ve sanayide oldukça yoğun olarak kullanılacağı düşünülüyor. Bu sayede dünya üzerindeki milyarlarca donanımın 5G altyapısını kullanarak birbirleri ile bağlantıda kurabileceği sistemler gelecek. 5G için operatörler tarafında baz istasyonlarında ve altyapılarda çalışmalar başladı. Öngörü olarak 2021 yılı içinde kısmen kullanılmaya başlayacağını 2022 de aktif olarak kullanabileceğimiz belirtiliyor.

### 2.1.6 Yenilenebilir Enerji

Çevre kirliliği gittikçe artıyor. Doğaya ve birlikte yaşadığımız diğer canlılara daha fazla zarar vermemeliyiz. Fosil yakıtlar tükeniyor. Güneş, Rüzgâr, Biyokütle, Jeotermal, Hidroelektrik, Hidrojen, Dalga Enerjisi gibi doğal kaynakları bizler için en önemli enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklara daha fazla yönelmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha aktif kullanmak zorundayız.

### 2.1.7 Sistem Entegrasyonu

Sistem entegrasyonu, birden fazla olan sistemlerin bir araya getirilerek tek bir sistem olarak çalışmasına denir. Birçok teknik kullanarak farklı sistemleri bir araya getirmektedir. Bu teknikler ise kurumsal uygulama entegrasyonu, iş süreç yönetimi, bilgisayar ağları ve programlama gibi teknikleri kullanılır. Entegrasyon sistemlerini verimliliği arttırmak, maliyeti düşürmek ve üretken bir altyapı oraya çıkarmak için ön plana çıkıyor.

### 2.1.8 Çok Katmanlı Üretim

Çok katmanlı üretim, endüstriyel aşamaların doğrudan etkilediği ortamda hayal ettiğiniz her tasarımı gerçeğe dönüştürmeyi mümkün bir hal aldı. Bu hayallerinizi 3 boyutlu yazıcılar ile üretebilirsiniz. Hızlı olarak prototip oluşturma imkanı sunuyor. Bunu yaparken yüksek oranda enerji tasarrufu ve daha yaratıcı çalışmalar sunuyor. Çok katmanlı üretim ile imalat ve üretim maliyetlerini ve giderlerini azaltarak fire sayısını en az düşürmüş oluruz.

# 3 Endüstri 3.0’de İş Sağlığı

## 3.1 Endüstri 3.0 Nedir?

İkinci Dünya Savaşı sonrası başlayan ve 1970'li yıllardan sonra hızla gelişen, üretimin sayısallaştığı, bilişim teknolojisi dönemi olarak da adlandırılır (Kagermann, vd., 2013). Sentetik mallar, bilgisayar teknolojisi, fiber optikler, telekominikasyon, biyogenetikler, lazer teknolojisi, biyotarım, bu dönemin belirleyici unsurlarını oluşturur. Yine Sanayi ve Ticaretin küreselleşmesi bu dönemde gerçekleşmiştir. Bu devrimin temel bileşenleri, bilgi işlem teknikleri, haberleşme teknikleri ve bunların ortak gerçekleştirme aracı olan mikro-elektronik'tir (Achatz, vd., 2009).

Dünyanın bugün içinde bulunduğu ve üçüncü endüstriyel devrim diye adlandırılan yeni endüstriyel dönemi kısaca, bilgisayar ve internetin baş döndürücü bir hızla ilerlediği informatik devrim olarak da kabul edilebilir (Baines, vd., 2009). Kısacası Üçüncü Sanayi Devrimi, üretimde dijitalleşme sonucu elektronik ve bilgi teknolojilerinin kullanımını ifade etmektedir. Yani işletmeler bilgi üretme, işlemleştirme ve bilgi iletişim alanında sağladığı gelişmelerle, bir patlama geliştirerek zamanımızda ekonomik ve stratejik dengeleri değiştirecek nitelik kazanmıştır (EBSO, 2015).

Bu devrim sonucu özellikle 3D yazıcıların gelişmesiyle araba parçalarının üretimi artmış, bir tuşla büyük üretimler gerçekleşmiş, otomasyonun artmasıyla yeni ve akıllı robotlar üretilmiş, üretilen bu yeni nesil robotlar hem ucuz hem de üretimde verimliliği arttırmıştır (TOBB; 2016). Bu verimlilik artışı Birinci Sanayi Devriminde kömür ile matbaanın birleşmesinden, İkinci Sanayi Devriminde petrol ile elektrikli iletişim araçlarının birleşmesinden, Üçüncü Sanayi Devriminde ise internet temelli iletişimin yenilenebilir enerjiyle birleşmesinden ortaya çıkmıştır (Ötleş & Özyurt; 2016).

Yani 3. Sanayi Devriminin gerçekleşmesiyle yeni bir enerji kaynağı sonucu yeni bir iletişim teknolojisinin gelişmesi ile bu çağda yüz milyonlarca insan evlerinde işyerlerinde fabrikalarda kendi yeşil enerjilerini üretecek ve bunu bir enerji internetinde paylaşacaktır (Brettel, vd., 2014).

Enerji İnterneti olarak ifade edilen kavram yenilenebilir enerji kaynakları; jeotermal, rüzgar, dalga, güneş gibi enerjilerinin internet temelli şebeke ile herkesin üretici konuma geçtiği ve enerjiyi doğadaki olaylardan çıkarmaya başlayacağını vurgulamaktadır. Kısacası yarının enerji borsasını oluşturmaktır (Ege, 2014).

Üçüncü Sanayi Devrimde üretimin dijitalleşmesi sonucu 180 endüstriyel planlamada verimlilik yükselirken mavi yakalı çalışan sayısı azalmaya devam edecek olmasıdır. Dolayısıyla bu tür çalışanlar sanal ortamlardaki becerileri geliştirmesi için Dijitalleşme eğitim ile nitelikli hale getirilmelidir. Bu eğitimler sonucu çalışanların tek bir düğmeyle gerekli tüm bilgilere ulaşarak becerilerini sanal ortamlar yoluyla geliştirmesi sağlanmalıdır (Einsiedler, 2013).

Sanal ortamlarda simülasyon tekniklerine yer vererek bilgisayarda ürün tasarlama sonucu yeni ürünlerin prototipini oluşturarak katkısal üretim (karbon, elyaf) yöntemleri öğretilmelidir. Bu öğretim sayesinde yeni malzemelerin ve nanoteknolojilerin ürünlere uygulanmasını sağlayarak, küçük partiler halinde daha ekonomik, daha esnek ve daha düşük işçilik ile üretilebilecek ürün çeşitliliğini artıracaktır. (Dombrowski & Wagner, 2014).

Sonuç olarak Üçüncü Sanayi Devrimi 20. yüzyılın ilk yarısında, iki büyük dünya savaşıyla ve ülke sınırlarının alt üst olmasıyla şekillenmiş ve sanayileşme ile teknolojik ilerleme anlamında, önceki dönemlere kıyasla yavaşlamayla ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda sanayinin yeni bir gelişme yakalayabilmesi ancak krizin etkilerinin azalması ve 2. Dünya Savaşı’nın bitmesinin ardından, 1950’li yıllarda mümkün olabilmiştir. 1950’li yıllarla birlikte, dijital teknoloji gelişmeye başlamış ve Üçüncü Sanayi Devrimi’nin temelleri atılmıştır (Roy vd., 2009).

Bu devrim sonucu süper bilgisayarla birlikte iletişim teknolojileri gelişmiştir. Üretim süreçlerinde bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin kullanılmaya başlanması, çok daha küçük, mekanik ve pratik ürünlerin gündelik hayata girmesini sağlamıştır. Öyle ki; bu süreçte makineler, iş hayatında olduğu gibi gündelik hayata da hâkim olmaya başlamış, böylece beden gücüne duyulan gereksinim kişisel yaşam içerisinde de ortadan kalkmaya başlamıştır (EBSO, 2015).

Dolayısıyla klasik üretim faktörleri olarak ifade edilen emek, sermaye, doğal kaynaklar ve müteşebbislik ruhunun yanı sıra bu sanayi devriminde yeni yeni algılanarak üretim faktörü olarak ele alınan bilgi ya da teknolojik güç Üçüncü Sanayi Devriminde önemli bir yere sahiptir.(6)

## 3.2 İSG nedir?

İş sağlığı ve güvenliği tanımı kısaca; birçok işin yürütüldüğü farklı iş ortamlarında, herhangi bir sebepten dolayı oluşabilen ve insan sağlığını tehdit eden koşullardan korunmak için yürütülen sistemli ve bilimsel araştırmalardır. Sadece bu tanım üzerinden bakıldığında bile oldukça hayati öneme sahip bir olgudur. Hangi iş ortamında olduğu fark etmeksizin, tüm çalışanların sağlığı ve can güvenliği açısından üstünde durulması gereken bir önlem konusudur. İş sağlığı ve güvenliği, hayatın içinde ayakta kalmak için emek veren, her iş alanından insanın sahip olması gereken en temel hakların içindedir.

İş güvenliği,1980’li yıllardan sonra Avrupa Birliği içerisinde önem görmeye başlamıştır. 1989 yılında çıkarılan 89/391/EEC sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Direktifi ile resmiyete görülen ve ciddiyet kazanan iş sağlığı ve güvenliği konusu, artık tüm Avrupa Birliği ülkelerinde çerçeve direktif olarak ele alınmaya başlanmıştır. Türkiye, bu gerekliliğin önemi 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile anlamış ve uygulamaya başlamıştır.

### 3.2.1 Endüstri 3.0’de İş Sağlığı

İş sağlığı ve güvenliği bir sistem olarak birçok unsurdan oluşmaktadır ve bu unsurların hepsi belirli bir süreci ve bu süreç içerisindeki devamlılığı ifade etmektedir. Bu süreç ve unsurların tümü de iş sağlığı ve güvenliğinin bir işyerindeki varlığını ve sürekliliğini sağlamaktadır. İşyerindeki bu yönetim sistemine, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi denilmektedir. Örneğin, bir işyerindeki iş sağlığı ve güvenliği risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu belirme sonucunda gerekli tedbirlerin bildirilmesi, işveren tarafından tedbirlerin alınması ve devamında tedbirlerin denetlenmesi bu süreci ve sistemi ifade etmektedir.

Kanunen tüm işyerlerinde çalışanların sağlıklarının ve vücut bütünlüklerinin korunması amacıyla iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınması zorunlu tutulduğundan, tüm işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin de bulunması zorunludur. Bu yönetim sistemini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. İşçilerin işyerinde, ofiste veya evden çalışıyor olmaları, işyerinin mensup olduğu işkolu, çalışan sayısı, çalışma saatleri, vb. birçok olgu o işyerindeki iş sağlığı ve güvenliği hedeflerini, alınacak tedbirleri, denetimlerin yöntemlerini, işyeri hekimi ve iş sağlığı güvenliği uzmanlarının sayısını ve doğal olarak iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini değiştirecektir.

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin oluşturulması yolunda yol gösterici nitelikteki ilk iş sağlığı ve güvenliği standartı 1996’da İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI) tarafından “BS 8800 Mesleki Sağlık ve Güvenlik Yönetim Sistem Rehberi” adıyla yayınlanmıştır. Yol gösterici nitelikteki bu rehber şirketlere, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ile ilgili belge verilmesini öngörmemekteydi. Bu ilk rehberi takiben, başka ülkelerdeki diğer belgelendirme kuruluşları da iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminde çeşitli standartlar yayınlamışlardır.

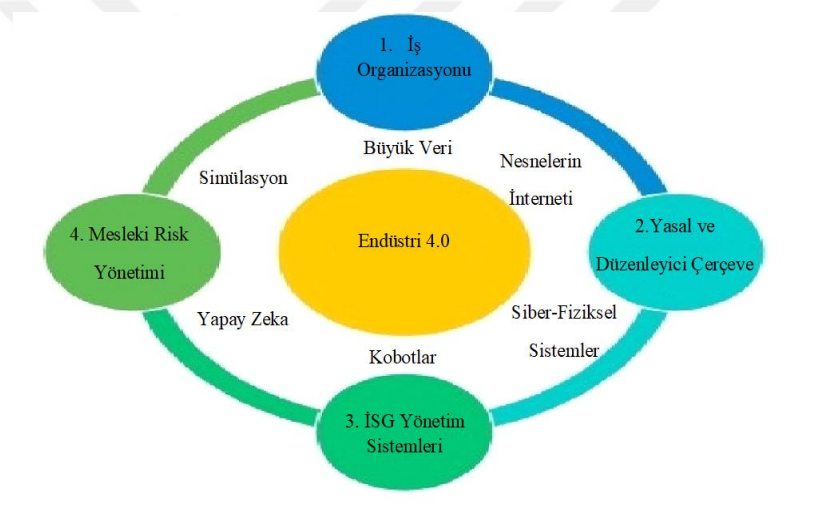
# 4 ENDÜSTRİ 4.0 IŞIĞINDA İŞ SAĞLIĞI

**İş Sağlığı ve Güvenliği Tanımı Nedir?**

İş sağlığı ve güvenliği tanımı kısaca; birçok işin yürütüldüğü farklı iş ortamlarında, herhangi bir sebepten dolayı oluşabilen ve insan sağlığını tehdit eden koşullardan korunmak için yürütülen sistemli ve bilimsel araştırmalardır. Sadece bu tanım üzerinden bakıldığında bile oldukça hayati öneme sahip bir olgudur. Hangi iş ortamında olduğu fark etmeksizin, tüm çalışanların sağlığı ve can güvenliği açısından üstünde durulması gereken bir önlem konusudur. İş sağlığı ve güvenliği, hayatın içinde ayakta kalmak için emek veren, her iş alanından insanın sahip olması gereken en temel hakların içindedir.

İş güvenliği,1980’li yıllardan sonra Avrupa Birliği içerisinde önem görmeye başlamıştır. 1989 yılında çıkarılan 89/391/EEC sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Direktifi ile resmiyete görülen ve ciddiyet kazanan iş sağlığı ve güvenliği konusu, artık tüm Avrupa Birliği ülkelerinde çerçeve direktif olarak ele alınmaya başlanmıştır. Türkiye, bu gerekliliğin önemi 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile anlamış ve uygulamaya başlamıştır.

Endüstri 4.0 ile İSG’nin bütünleşmesi kaçınılmazdır İSG tarihi çok eskiye dayanmakla birlikte son iki yüzyıl içinde önemi artmış, son yüzyıl içinde de uluslararası ve ülkesel çapta yapılan antlaşmalar, sözleşmeler ve kanunlar ile desteklenmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte daha da desteklenecektir. Endüstri 4.0 ile çalışanları fiziksel olarak zorlayıcı işlerin azalması beklenmekte; fakat çalışanların psikososyal etkilere ve elektromanyetik alana maruz kalınmasından dolayı oluşabilecek hastalıkların artması beklenmektedir



## 4.1 İş Kazası ve Meslek Hastalıkları

İş kazası ve meslek hastalıklarında işin tanımı değişeceğinden ötürü kavramlar aynı kalmakla birlikte içeriği büyük ölçüde değişmesi değerlendirilmektedir.

## 4.2 İşyeri Nedir? Ne Olacaktır?

5510 sayılı SSGSGK’nda iş kazası tanımı yerine iş kazası sayılan haller sıralanarak tanımlama yapılmıştır. Endüstri 4.0 sayesinde internetin olduğu her yerin işyeri olabilmesinin önü açılmakta; bu sayede Endüstri 4.0’ın etkisiyle işyeri kavramı biraz değişikliğe uğrayacak gibi gözükmektedir. Ülkemizde hâlihazırda uygulanmakta olan uzaktan çalışma konusu daha da yaygınlaşacaktır.

Fabrikaların işleyişini yerine getirmesine yardımcı olacak çalışanların artık fabrikaya gitmelerine gerek olmayacak internet sayesinde düzenli veri akışı ile dizüstü bilgisayarlarından, tabletlerinden, internete bağlı televizyonlarından hatta belki de arttırılmış gerçekliğe sahip gözlüklerinden işlerini yapabileceklerdir. Bu durumda işveren, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili sorumluklarını çalışanlarının anayasal haklarına dokunmadan yerine getirmek zorunda kalacaktır.

## 4.3 İş Kazası

2018 SGK istatistiklerine göre en fazla iş kazası yaşanan ekonomik faaliyet alanı;

* + - Bina inşaatında 41 759,
    - Gıda ürünlerinin imalatında 22 610,
    - Makine ve teçhizat hariç. Fabrikasyon metal ürünleri imalatında 25 716,
    - Bina dışı yapıların inşaatında 27 639,

Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetlerinde 22 487 iş kazası meydana gelmiştir. Bu sektörlerin yanında kömür ve linyit madenciliğin sektöründe 8 399, metal cevheri madenciliğinde 1 775, diğer madencilik ve taş ocakçılığında 2 806, madenciliği destekleyici hizmet faaliyetlerinde 734 iş kazası meydana gelmiş olup tek bir tip madencilik sektörü olarak hesaplanırsa 13 714 iş kazası meydana gelmiştir.

Bu kazalar büyük çoğunlukla inşaat alanlarında meydana gelmektedir. İnşaat sektörü her ne kadar 3d yazıcı ile ev yapma ile ilerlese de 3d ile birkaç katlı yapılar inşa etmek şu an için biraz zor gözükmektedir. İnşaat sektöründe insanların çalışması ile birlikte İSG’nin sağlanmasında Endüstri 4.0’ın özelliklerinden yararlanmak mümkündür.

## 4.4 Risk Faktörleri

İşverenin risk değerlendirmesi yaparken göz önüne alacağı risk faktörleri Endüstri 4.0 ile değişecektir. Sanayi geliştikçe insanların çalışma koşulları değişmiş buna bağlı olarak iş kazaları da değişmiştir. Endüstri 4.0 ile insanlar zor işleri robotlara bırakacak kendilerini işyerlerinde gözlemci veya kontrolör olarak görmeye başlayacaklardır. Bu da risk faktörlerinde değişiklik yaratması beklenmektedir.

### 4.4.1 Fiziksel Risk Faktörleri

#### 4.4.1.1 Gürültü

Gürültülü çalışma alanları çalışanlar için büyük bir zorluk çıkarmaktadır. Endüstri 4.0 ile çalışanların gürültülü işleri robotlara bırakacağı tahmin edilmektedir. Fakat bu demek değildir ki hiçbir insan bu ortamlara girmeyecek veya yanından bile geçmeyecek buradaki cihazlara bakım, arıza veya kontrol amaçlı çalışanlar girecektir. Bu alanlarda bulunan çalışanlar için gürültü dozimetreleri ilerleyen zamanlarda daha portatif olacak, gürültü düzeyine göre alması gereken önlemi çalışana belirtecektir veya çalışanın önlem alınması imkân dâhilinde değil ise makine çalışan o bölgeden uzaklaşan kadar faal hale gelemeyecektir. Ayrıca bu dozimetreler ile günlük ve haftalık maruziyet değerleri sisteme kaydedilecek, çalışma yerleri gözetiminde kurum tarafından gönderilen personellere de anlık ve geçmişe dönük olarak gösterilebilecektir. Gürültüden korunmak maksadıyla çalışma yerlerinde çalışanların çalışma alanları gürültüye karşı yalıtımlı olarak inşa edilmek zorunda kalacaktır.

#### 4.4.1.2 Titreşim

Titreşim çalışanların bütün vücutlarını veya el-kol bölgesini etkilemektedir. Bu araçların otonom olması çalışanları bu risklerden koruması beklenmektedir. Titreşimli alanlarda robotların kullanımı ile titreşimin insan üzerindekileri azaltılabilecektir.

#### 4.4.1.3 Aydınlatma

Endüstri 4.0’ın bir diğer adı da ışıksız fabrikalardır. Bu fabrikalarda makinelerin üretim safhasında bulunması; aydınlatmanın ihtiyaçtan çok israf düşüncesi olduğu sonucunun ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Diğer yandan arka tarafta çalışan diğer bir deyişle üretimin gözetlenmesi safhasında çalışan ve çalışma hayatları boyunca ekran başında çalışanlar için aydınlatma konusu çok önemli olmaktadır. Bu çalışanlarda uzun süreli ekrana bakmak ve yapay ışıkla aydınlatma yapılan ortamlarda çalışmak birtakım mesleki hastalıklara sebep olacağı değerlendirilmektedir. Bu konunun özellikle görme organı üzerinde etkisi olacağı değerlendirildiğinde; işverenin bu risk faktörünü her daim takip etmesi gerekmektedir.

#### 4.4.1.4 Termal Konfor

Ofislerde veya kapalı ortamlarda işyerinin termal olarak kontrolü işveren veya işyeri profesyonelleri tarafından yapılmaktadır. Endüstri 4.0 ile daha esnek bir üretim anlayışı benimsenmiştir. Bu esnekliğe mekânsal olarak esneklik de dâhildir. Çalışanlar işyerine gitmek zorunda kalmayacak uzaktan çalışabileceklerdir. Kendi ev veya sözleşmelerinde yazan yerlerde çalışanların termal olarak uygun bir sıcaklıklarda çalışmaları işlerini etkileyecektir. Uzaktan çalışmalarda bu durum işçinin kendi gözetimine bırakılması gibi bir durum ortaya çıkaracaktır. Bunun sözleşmelerde detaylı olarak yazılması önemli bir unsur olarak ortaya çıkacaktır.

#### 4.4.1.5 Basınç

Basınç canlıları etki eden bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bu risk faktöründen su altında çalışanlar ve yüksek irtifada çalışanlar etkilenmektedir. Bu iş kollarında robotların, otonom cihazların kullanılması çalışanlar arasında basınca bağlı kaza ve hastalıkların azaltılmasını sağlayacağı değerlendirilmektedir. Su altında dalgıçlar yerine robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede dalgıçlarda vurgun riski olmayacaktır; hatta dalgıç bile olmayacak onun yerine suyun üstünde elinde bir bilgisayar ile kullanıcı su altı robotunu yönetecektir. Diğer bir alçak basınç yeri olan havacılık sektöründe ise insansız uçaklar ile de basınç etkisi ortadan kaldırılmaya başlanmıştır.

#### 4.4.1.6.Işınlar (Radyasyon)

Robotların gelişmesi ile yüksek radyasyonlu bölgelerde çalışan insanların sayısında azalma olması beklenmektedir. Bu alanlara örnek olarak nükleer santral ve hastanelerde çalışan röntgen servisleri örnek gösterilebilmektedir. Bu alanlar zamanla robotlara bırakılacaktır. Fakat bir diğer yandan nesnelerin interneti ile insanların çevresinde daha fazla elektromanyetik alanlar bulunacaktır. Bu çalışanlar 5g internet, kablosuz ağ, bluetooth gibi bağlantılara daha fazla maruz kalmak zorunda kalacağı değerlendirilmektedir. Radyasyonun zararlı etkileri bilinmekle birlikte düşük yoğunlukta olan elektromanyetik alanın zararlı etkileri hakkında kesin bir görüş birliği yoktur. Elektromanyetik alanın etkileri Acıbadem Maslak Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanı Prof. Dr. İlhan Elmacı’nın Boğaziçi Uluslararası Nörobilim Sempozyumu’nda yaptığı konuşmaya göre 10-20 yıl sonra ortaya çıkacaktır.

Düşük frekanslı manyetik alanların Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu (IARC)’a göre 2B sınıfında yani insan için kanser yapabilir sınıfında nitelendirilmektedir. Çok fazla araştırılma yapılmasına rağmen kesin bir sonuca ulaşılamamış olması Endüstri 4.0’ın iş sağlığı ve güvenliği boyutunda belirsizlik yaşanmasına sebep olacağı değerlendirilmektedir.

### 4.4.2 Kimyasal Risk Faktörleri

Tozlar, gaz ve buharlar olarak sınıflandırılan kimyasal risk faktörleri de Endüstri 4.0 ile muhtemelen değişecektir. Akıllı sistemler ile ortamdaki kimyasal riskler anlık olarak hesaplanacak ve çalışanlara anlık olarak bildirilerek önlemlerin en kısa sürede alınması sağlanarak iş kazası ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilecektir.

Kimyasal risklerin olduğu alanlarda işverenler, insan çalışanlarından vazgeçmeye başlayarak robotları kullanması olası gözükmektedir. Bu sayede kimyasal risk faktörleri işverenler için risk olmaktan çıkacaktır. Robotlar kullanılana kadar insanlar bu konuda çalışmaya devam edecek, bir süre daha kimyasal etkenlere maruz kalacaklardır. Bu etkenleri kontrol altında tutmak maksadıyla; nesnelerin interneti prensibine göre üretilen cihazlarla anlık olarak ortam ölçümü yapılacaktır.

### 4.4.3 Biyolojik Risk Faktörleri

Biyolojik risklerin olabileceği alanlarda teknolojinin bu risklerin bertaraf edilmesinde çok büyük bir rolü olacaktır. Biyolojik etkenler diğer risk faktörlerine nazaran daha az önemsenmiş gibi dursa da dünyayı kasıp kavuran koronavirüs bu konunun ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Salgının ilk çıktığı zamanlar İSG konusu ciddi olarak ön plana alınsa idi dünya bu durumdan etkilenmeyecekti. Bu olay neticesinde Endüstri 4.0’a geçememiş fabrikalar çok büyük bir şekilde etkilenmiş olmakla birlikte Endüstri 4.0’ı kısmen de olsa uygulayan fabrikalar az bir şekilde etkilenmiştir. Bu olay Endüstri 4.0 ile çalışan fabrikalara olan ilgiyi arttırmıştır. Bu salgın diğer biyolojik etkilerin fabrikaları ve ekonomileri nasıl etkileyeceği hakkında çok büyük bir örnek olarak göz önüne alınmalıdır.

Koronavirüse yakalanan çalışanlar için SGK 2020/12 sayılı Koronavirüs genelgesine göre “*KOVİD-19 virüsünün bulaşıcı bir hastalık olduğu dikkate alındığında, söz konusu salgına maruz kalan ve sağlık hizmet sunucularına müracaat eden sigortalılara hastalık kapsamında provizyon alınması gerekmektedir*” açıklaması ile ne iş kazası ne de meslek hastalığı olarak değerlendirileceği belirtilmiştir. Fakat bu demek değildir ki bu hastalığa karşı önlem alınmayacaktır. Koronavirüse karşı alınan önlemleri takip etmek İGU ve işyeri hekimlerinin uzun bir süre en önemli görevlerinden biri olarak kalacaktır. Bununla ilgili tartışmalar sürmekle birlikte biyolojik etkenlerin çalışanlar, işverenler, işyerleri, ülke hatta dünya ekonomisine nasıl ciddi etki yapabileceği koronavirüs ile ortaya çıkmıştır. McKinsey şirketinin yayımladığı rapora göre koronavirüsten havacılık, turizm ve seyahat sektörlerini içeren hizmet sektörü en çok etkilenen alan olmaktadır. Biyolojik risk faktörleri Koronavirüs örneğinde olduğu gibi insanları etkileyecektir. İnsan olmayan fabrikalar ise biyolojik risk faktörlerinden etkilenmeyecektir. Ayrıca biyolojik riskin olduğu alanlarda da robot ve makine yardımları ile riskler en aza indirilecektir.

### 4.4.4 Psikososyal Risk Faktörleri

Endüstri 4.0 ile birlikte psikososyal risk faktörlerinde çok büyük bir değişiklik olması beklenmemektedir. Psikososyal riskler insan kaynaklıdır eğer insan varsa bu riskler olmaya devam edecektir.

İnsanların zorlu işlerden çekilip yerlerini robotlara bırakmasıyla insan

etkileşimi azaltacaktır. İnsanların ofislerde veya uzaktan çalışma sistemleri ile sosyallikten uzaklaşmasına sebep olacağından iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerine büyük bir iş düşmektedir. Uzaktan çalışan insanların daha sık bir şekilde kontrol ve takibe ihtiyaç duyulacağı unutulmamalıdır. Avrupa Yaşam ve Çalışma Koşullarını İyileştirme Vakfı ve Uluslararası Çalışma Örgütünün 2017 yılı araştırmasına göre uzaktan çalışanlarda olumsuz stres seviyesinin yanında bu çalışanların serbest zaman ve çalışma zamanları arasında bulanıklaşma olduğunu göstermektedir. Bu durumda çalışanlar arasında iş zamanı ve sosyal zaman kavramları karışacak çalışanları olumsuz bir şekilde etkileyecektir.

Psikososyal risk faktörlerinde, zihinsel ve davranışsal risk faktörleri de göz önüne alınması gerek önemli bir konu olacaktır. Bunun önemi şu şekilde anlatılabilir; Germanwings havayollarına ait bir uçağın pilotu psikolojik rahatsızlığından ötürü uçağı Fransız Alplerine kasten düşürmüştür. Uçakta mürettebat dâhil 149 kişi ölmüştür. Bu olay iş sağlığı ve güvenliğinde psikolojinin önemini yeterince göz önüne koymaktadır. Bu örnekler her türlü çalışma yerinde olabilmektedir.

İşveren çalışanlarına işe giriş, çıkış ve periyodik sürelerde uzman psikiyatr gözetiminde değerlendirmeye tabii tutmalıdır. Bu sayede işyerlerinde intiharlar başta olmak üzere diğer hastalıkların sebep olabileceği iş kazalarının önüne geçilebilecektir.

### 4.4.5 Ergonomik Risk Faktörleri

Ergonomik risk Endüstri 4.0 ile daha da artacak gibi gözükmektedir. İşyerinde ergonomi önlemleri işveren tarafından ilgili mevzuatlara göre alınmaktadır. Fakat uzaktan çalışmada nasıl olacaktır? Sorusu aklımıza gelmektedir. İşveren, çalışanının evini anayasal olarak korunduğu için denetleyemeyecektir. Bunu önlemek maksadıyla çalışana ergonomik özellikleri sağlayan ekipmanı sağlayarak ve gerekli eğitimleri vererek giderebilecektir.

Ekranlı çalışmalarda ise işyerinde çalışanlar ortak dinlenme saatlerinde dinlenmekte ve sosyalleşmektedirler. Uzaktan evden çalışanlar için bu imkân dâhilinde gözükmemektedir. Uzaktan çalışanlar arasında teknoloji ile çok fazla vakit geçirilmesinden dolayı obezite, dikkat eksikliği, stres bozuklukları, asosyallik ve düşük uyku kalitesi gibi rahatsızlıkların ortaya çıkması muhtemeldir. Bu hastalıklar şimdi olmasa da ilerleyen zamanlarda meslek hastalığı olarak nitelendirilebilecektir.

## 4.5 Meslek Hastalıkları

5510 sayılı SSGSGK madde 14’de açıklanmıştır. Bu tanımı daha önce açıklamıştık bu tanım aynı kalmakla birlikte ruhsal engellik hallerinin artacağı değerlendirilmektedir. Çağımızın hastalığı da denen stres gibi ruhsal hastalıklar yaygınlaşacaktır. Bu hastalıkların testleri ve tespiti zor da olsa tespitleri halinde ve işin yürütümü halinde oldu ise meslek hastalığı olarak sayılabilecektir. Örnek vermek gerekirse 15-20 sene boyunca ekranlı araçla çalışan bir sigortalı çalışanda obezite veya dikkat eksikliği gibi meslek hastalıkları oluşabilecektir. Endüstri 4.0 ile iş hayatının vazgeçilmezi olacak teknolojinin yaratacağı rahatsızlıklar şu şekilde sıralanabilir;

* + - Göz yorgunluğu,
    - Uyku Bozuklukları,
    - Dikkat eksikliği,
    - Obezite ve kalp rahatsızlıkları,
    - Teknoloji bağımlılığı olarak sıralanabilir ve bu liste daha da artabilir.

### 4.5.1 Meslek Hastalıklarının Sınıflandırılması

Sosyal sigortalar kanunu sağlık işlemleri tüzüğünde mesleki psikolojik rahatsızlıklar yer almamaktadır. Bu SGK tüzüğü için bir eksiklik olarak değerlendirilmektedir. ILO Meslek hastalıkları listesinde Zihinsel ve Davranışsal Bozukluklar adı altında yapılan sınıflandırmanın bizim yönetmeliğimizde de olması gerektiği inancındayım. Çünkü Endüstri 4.0 ile çalışanların mesleki psikolojik rahatsızlığa yakalanma ihtimali artacaktır. Eskiye nazaran teknolojik aletlere artan talep yüzünden ergonomi ve ekranlı araçlarla yapılan çalışmalar artacaktır. Bu da ergonomi ve ekranlı araçlarla çalışanlarda muhtemel olarak gözükebilecek obezite, dikkat eksikliği, anksiyete veya oturuş bozukluklarından kaynaklanabilecek hastalıkların da bu listeye dâhil edilmesi gerekecektir.

## 4.6 İSG Profesyonelleri

İş Sağlığı ve Güvenliğinden sorumlu personeller Endüstri 4.0 ile teknolojiye ayak uydurmak zorundalar kalacaktır. Artık eski nesil işlerle iş sağlığı ve güvenliği sağlanamayacak durumdadır. İnternet ile işverenler iş sözleşmelerini artık sanal ortamda yapmakta, çalışanlar da e-imza ile imzalayıp işverene geri göndermektedirler. Önümüzdeki senelerde işveren ile işçi birbirlerini hiç göremeyeceklerdir. Bu ortamda iş güvenliği uzmanı ve iş yeri hekiminin çalışana somut olarak evrak imzalatması mümkün olmayacaktır.

### 4.6.1 İş Güvenliği Uzmanı

İş güvenliği uzmanlarının görevlerine Endüstri 4.0 üzerinden bakacak olursak;

1. Rehberlik;

İş yerlerinin özellikle teknolojinin getirmiş olduğu yeni teçhizatlarla donatılması için işverene önerilerde bulunacaktır. Yazılım ekibinin iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına hâkim olması beklenemez bu açığı kapatmak maksadıyla İGU uzaktan komuta edilen cihazların işyerinde tehlike yaratmaması için yazılım safhasında yazılımcı ekip ile İSG konularının göz önüne alınması için koordine görevini yapmak zorunda kalacaktır.

1. Risk değerlendirmesi;

Değişen risk faktörleri ile İGU’ları dikkatini özellikle psikolojik ve ergonomik risk faktörlerine çevirmek zorunda kalacaktır.

1. Çalışma ortamı gözetimi;

Çalışma ortamı gözetiminde İGU’ları çalışma alanını bizzat gözüyle görmenin yanında zamanının çoğunu güvenlik görevlilerinin yaptığı şekilde kamera karşısında geçirecektir. Ekranında işin cinsine göre değişmekle birlikte;

* KKD kullanan veya kullanmayan çalışan listesi,
* Fiziksel risk faktörleri detektörlerinin göstergeleri,
* Çalışanların çalışma ve dinlenme saatleri,
* İşyerinin genel haritası üzerine işlenmiş çalışanlar ve otonom cihazların konumları gibi özellikler bulunacak olup bunlar zamanla artacak veya azalacaktır.

1. Eğitim, bilgilendirme ve kayıt;

İSG eğitimleri yüz yüze olmaktan çok internet aracılığı ile yürütüleceği kanaatindeyim. İş güvenliği uzmanları, eğitimleri de matbu formda kaydetmek yerine sayısal ortamda video görüntüleri şeklinde saklayacaklardır.

1. İlgili birimlerle işbirliği:

İlgili birimlerle işbirliği daha da artacaktır. İşyeri hekimi ile koordine olmanın yanında siber güvenlik uzmanları ile de dirsek temasında olmak zorunda kalacaktır.

### 4.6.2 İş Yeri Hekimleri

İş yeri hekimleri Endüstri 4.0 ile teknolojinin nimetlerinden büyük ölçüde yararlanacaktır. İş yeri hekimleri yönetmelikte yazan görevlerini icra etmeye devam edeceklerdir. Bu görevleri icra ederken işyerinden uzaklaşması mümkün değildir. Çünkü işyerinden çalışmak zorunda olan çalışanlar ile işyeri eklentileri arasında sayılan otopark, kantin, yemekhane, oyun alanları, gibi alanlarda yapması gereken kontrolleri yerinde yapmak zorunda kalacaktır. Uzaktan çalışanlar için ise muayeneleri uzaktan yapabildiği gibi uzaktan çalışanlara yakın olan sağlık birimlerinden muayene olmalarını isteyecek sonuçları sayısal ortamda saklayabilecektir.

### 4.6.3 Siber Güvenlik Uzmanı

Nesnelerin interneti ile her cihaz internete sahip olacaktır. Bu cihazlara yapılan her türlü siber saldırı ise iş sağlığı ve güvenliğini olumsuz bir şekilde etkileyecektir. Bu sebeple İSG profesyonellerine siber güvenlik uzmanının katılacağını düşünmekteyim. Teknoloji alanında çalışma yapan veya teknoloji kullanan şirketler artık siber güvenlik uzmanı istihdam etmekte ve büyük yatırım yapmaktadırlar. Siber güvenlik uzmanı çalıştığı şirketin elektronik bilgi sistemlerini dış dünya veya şirket içi saldırılardan korumak üzere eğitim görmüş kişi olarak tanımlanabilir. Siber güvenlik uzmanları şirket içi iş sağlığı ve güvenliğini sağlamada iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile koordine bir şekilde çalışacaktır.

## 4.7 Endüstri 4.0’da İş Sağlığı ve Güvenliği İçin Yardımcı Donanımlar

Endüstri 4.0’dan iş sağlığı ve güvenliği alanında İSG 4.0 teknolojileri sayesinde kaza ve risklerden korunma açısından yararlanılmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojileriyle nesnelerin interneti, büyük veri, bulut teknolojileri, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği çözümleriyle birleştirilerek çalışanların ve çalışma ortamlarının daha korunaklı olması sağlanmaktadır.

### 4.7.1 Kalp Masaj Aleti

Portatif kalp masaj aleti ile iş yerinde meydana gelmesi muhtemel olan kalp krizi gibi hastalıkların tedavisi kısa bir eğitim almış çalışanlar veya iş yeri hekimi tarafından sağlanabilecektir. Örnek vermek gerekirse aşağıda bulunan Bound Tree firması tarafından üretilen ROSC-U minyatür CPR Cihazı bunlardan biridir. Bu cihaz ile işyeri hekimi veya ilkyardım kursu alan çalışan kalp masajı işi ile ilgilenmek yerine başka kritik görevleri yerine getirebilecektir.



### 4.7.2 Akıllı Saat

Günümüzde birçok insan akıllı saatleri iletişimin yanında kalp atım hızı, uyku düzeni, adım sayar gibi özellikleri nedeniyle tercih etmektedir. Bu cihazların gelişmesi sayesinde işverenler ve İSG profesyonelleri bu cihazları kullanarak çalışanlarının sağlık verilerinin incelenmesinin yanında çalışanların maruz kalabileceği titreşim, gürültü, basınç, ısı ve sıcaklık ve hatta stres durumlarını ölçebilecekler ve ona göre önlem alabileceklerdir.



### 4.7.3 GPS Cihazı

Çok hareketli diğer bir ifade ile mobil olan işletmeler çalışanlarını, araçlarını ve otonom cihazlarını üzerlerinde bulunan GPS cihazları ile izleyebilecek çalışmalarına esneklik katacaklardır. Herhangi bir risk faktörünün olduğu konumlara yaklaşan bir çalışan olması durumunda akıllı saatlerine uyarı gelecek bu sayede çalışanlar o risk etmeninden korunabileceklerdir. Araçlara GPS cihazı takılabildiği gibi çalışanlara da GPS cihazı takılabilecektir. Bu cihazlar baretlere takılabileceği gibi herhangi bir teçhizatın içine de yerleştirilebilecektir.



GPS cihazları ile çalışanların hareketleri izlenebilecektir. Örnek olarak bu sayede çalışanların kimyasal olarak kirletilmiş bölgelere girmesi önlenebilecektir veya bir yerde fazla süre hareketiz kalan bir çalışanın tehlikede olduğu tahmin edilebilecektir. Bu cihaz ile çok sayıda hareketli çalışana sahip olan firmalar çalışanların güvenliğini kontrol altına alabileceklerdir.

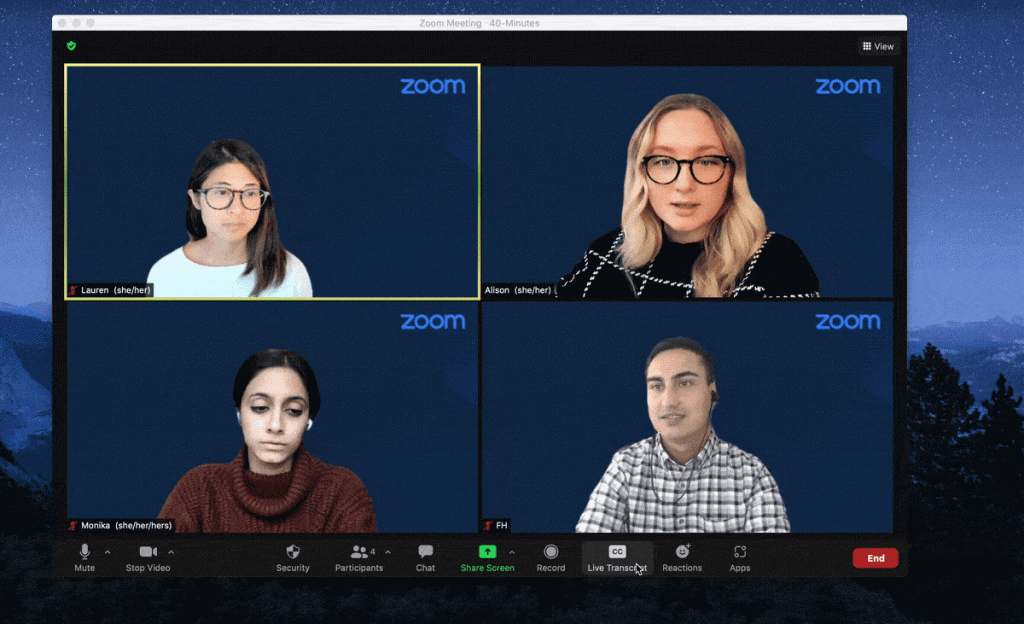
### 4.7.4 İSG Yazılım Sistemleri ve Evrak Yardımcı Sistemi

İSG yazılım sistemleri ile İGU’lar ve işyeri hekimleri evrak takiplerini sayısal ortamda yapabilmektedirler. Bu programlar sayesinde evrak takibi, e-imza, sağlık muayenesi vb. gibi işleri bilgisayar, telefon, tabletler ile yapılabilmektedir. Bu programlar şimdilik internetin gücünü kullansa da ilerleyen süreçlerde Endüstri 4.0’ın gücü ile birleştiğinde daha da bütünleyici bir sistem olacaklardır.

Bir diğer yardımcı sistem ise herhangi bir ek kurulum gerektirmeyen internetin olduğu her çalışana evrak göndermeye yardımcı olan bir programdır. Merkezi San Francisco Amerika Birleşik Devletleri’nde bulunan Docusign adlı şirket sayesinde uzaktan sözleşme yapmak artık mümkün olmaktadır. Bu sayede işverenler çalışanlarına internet üzerinden sözleşme yaparak zaman ve evrak israfından kurtulacaklardır. Bu ve benzeri uygulamalar sayesinde işveren, uzaktan çalışanını belki ömrünün sonuna kadar göremeyecektir. Evrak yardımcı sistemleri ile nasıl ki sözleşmeler uzaktan yapılabiliyorsa İSG dokümanları da uzaktan yapılabilecektir. Teknoloji ile İGU’lar çevrimiçi olarak dersleri verecek, derse katılan çalışanlar da İSG konusunda almış oldukları derslerin tutanaklarını e-imza ile imzalayıp İGU’lara göndereceklerdir. Bu sayede eğitimlerin de uzaktan olmasının önü açılacaktır.

### 4.7.5 Uzaktan Görüşme Programları

Kovid-19 yüzünden kullanımı artan uzaktan görüşme programları ile işveren ve çalışanlar toplantı için dört duvarı çevrili, ortada masa olan toplantı salonlarından kurtulacak; bunun yerine teknolojiyi kullanmaya başlayacaklardır. Bu programlar ile iş seyahatleri de azalacaktır. Bu programlara Zoom, Microsoft Teams, Skype Meet Now, Cisco Webex vb. gibi programlar örnek verilebilmektedir. Uzaktan görüşme programları sadece işveren için değil İSG profesyonelleri için de kolaylık sağlayacaktır. İGU’lar eğitimlerini bu programlar sayesinde verecektir. İşyeri hekimleri de hastalıkları teşhis edebileceklerdir.



Yukarıdaki görselde görünen zoom programı ile internet ve akıllı bir cihaza sahip olmak yeterlidir. Bu sayede kovid-19 gibi pandemi dönemleri ve yan yana gelmemenin mümkün olmadığı zamanlarda anlık olarak görüşülebilecektir. Bu sayede işyerlerinde toplantı salonlarına gerek kalmayacak herkesin kendi odası toplantı salonu olacaktır.

### 4.7.6 Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri

Arttırılmış gerçeklik gözlükleri ile çalışanların İSG yönünden desteklenmeleri mümkün gözükmektedir. Arttırılmış gözlükler ile fabrikalarda çalışanlar nesnelerin üzerine bakarak gözlüklerinde kullanma kılavuzu, taşınma şekli, o makine ile en son çalışan personeli, en son bakım tarihi gibi konuları anlık olarak görebileceklerdir. Aşağıda şekilde görüldüğü üzere makineyi hiç bilmeyen veya az bilen kullanıcılar bu sayede makineyi daha verimli ve uygun bir şekilde kullanabilecek, bu sayede iş kazaları azalacaktır.



İşyerlerinde Arttırılmış Gerçeklik gözlüklerinin veya akıllı gözlüklerin önemi işyerlerinde gittikçe artmaktadır. Fakat bu teknolojinin getireceği pratik sorunlar ve belirsizlikler gelecekte daha da çok çalışma yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Buna göre gözlükler için biraz beklenmesi gerekecektir.

### 4.7.7 Görüntü İşleme ile Yangın Tespiti

İşyerlerine yerleştirilecek akıllı kameralar ile herhangi bir yangın anında veya herhangi bir ısı yükselmesinde bu durum termal kameralar ile algılanacak, içinde bulunan algoritmalar ile bu durumlara karşı erkenden önlem alınabilecektir. Bu sistemler sayesinde ısının ve yangının özellikle hiç arzu edilmediği patlayıcı madde üretim tesisleri, madenler ve yakıt depoları iş kazalarına karşı korunabilecektir. Bu yazılımlar ile erken ihbar ve ikaz sistemleri ile çalışanların sağlığı korunabilecektir.

### 4.7.8 Robotlar

Endüstri 4.0 ile birlikte robotların kullanımı artacaktır. Robotlar sağlıktan inşaata, yangın söndürmeden ulaşıma kadar birçok alanda kullanılmakta ve kullanılması planlanmaktadır. Robotların kullanımı ile İSG kazalarında büyük bir azalma olacaktır. Robotların İSG kullanımına şunlar örnek olarak verilebilir;

-Yangın Söndürme Robotları

-İnşaat Robotları

-Su Altı Çalışma Robotları

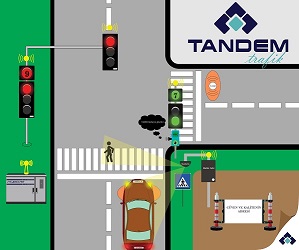
-Arama-Kurtarma Robotları

-Ulaşım alanında Robotlar



### 4.7.9 Çeşitli Uygulamalar

Uygulamalar bunlar ile sınırlı kalmayacaktır. Nesnelerin interneti ile her cihaz birbirine bağlanarak iletişime geçecektir. Bu sayede işler çok hızlı bir şekilde icra edilecektir. Örnek olarak işyerinde herhangi bir ilkyardım anında kalp masaj aleti veya akıllı bileklikler işyeri hekimine bilgi vermekle birlikte il veya ilçe sağlık birimlerine de haber verecektir. Diğer bir örnek olarak ise herhangi bir yangın anında yangın söndürme robotları il veya ilçe itfaiye birimlerine haber verecektir. Asıl sıkıntı burada başlamaktadır. Olaydan anında haberdar olan ambulans ne kadar sürede işyerine gelecektir? Kullandıkları yolda kaza veya trafik sıkışıklığı varsa ne olacaktır? Bu her ne kadar İSG boyutunu direkt olarak ilgilendirmese de dolaylı olarak ilgilendirmektedir. Bunun çözümü ise akıllı trafik ışıklarıdır. Ambulans veya itfaiyenin işyerine giderken kullanacağı yollarda bulunan trafik ışıklarına yaklaşıldıkça ışıklar yeşile dönecek böylelikle ambulans veya itfaiyenin olay yerine varış süreleri kısalacaktır. Aynı zamanda bu uygulama ile ambulansın kırmızı ışıkta geçmesi ile yaşanan trafik kazaları önlenerek iş kazaları azaltılacaktır.



# 5 Sonuç

Endüstri 4.0’da insanların fiziksel olarak iş yapması azalacaktır çünkü robotların sahaya inmesi düşünülmektedir. Endüstri 4.0 ile İş sağlığı ve güvenliğini sağlamada işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanının yanına siber güvenlik uzmanı da dâhil edilecektir. Siber güvenlik uzmanının sayısı ise çalışan sayısına göre değil; belki de robot veya büyük datanın büyüklüğüne göre belirlenecektir . Endüstri 4.0 ile iş sağlığı ve güvenliği kavramı değişecektir. Endüstri 4.0 ile gelen yeni dijital çağ, üretim ve tüketim ilişkilerini tamamıyla değiştirecek bir yapıya sahiptir. Sürekli değişen tüketici taleplerine anında karşılık verebilen üretim süreçleri ile birbirlerine bağlı olan otomasyon sistemleri, Endüstri 4.0 ile gelen bu yeni çağın yapısını özetlemektedir. Almanya ve ABD gibi teknolojisi ve mühendislik alanları gelişmiş ülkeler yerlerini, Çin ve Hindistan gibi ucuz işgücüne sahip ülkelere kaptırmamak için üretim modellerini, teknolojik birikimleriyle harmanlama yoluna girmişlerdir. Almanya’nın Endüstri 4.0’ın ortaya çıkışı ve gelişimi konusundaki öncü tavrı altında yatan en önemli neden budur. Söz konusu ülkelerde yaşlı nüfusun sayısının artması ile birlikte bu nüfusun yerine getiremeyeceği üretimi gerçekleştirebilecek bir otomasyon sağlamak da önemli bir diğer etkendir.

Bu raporda Endüstri 1.0, Endüstri 2.0 , Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 kavramları üzerinde durulması yani sıra iş sağlığı hakkında da bilgi verilmiştir. Endüstri 4.0’da iş sağlığı ve güvenliği için kaza ve risklerden korunmak için nesnelerin interneti, büyük veri, bulut teknolojileri, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları iş sağlığı ve güvenliği çözümleriyle birleştirilerek çalışanların ve çalışma ortamlarının daha korunaklı olması sağlanmaya çalışılmaktadır. Endüstri 4.0'ın teknolojik gelişmeye dayalı olarak sağlayacağı ekonomik büyüme, toplumun küçük bir kesiminde sermayenin birikmesiyle sonuçlanacaktır. Endüstri 4.0’ın en çok tehdit ettiği orta sınıf, bu birikim karşısında alt sınıfa itilecektir. Bir ekonominin çarkını döndüren tüketim, çoğunlukla orta sınıf tarafından gerçekleştirildiği için, bu sınıfta yaşanacak bir daralma doğrudan ekonomiyi etkileyecektir. Orta sınıfın erimesiyle sonuçlanan bu süreç, küresel sistemde orta büyüklükteki gelişmekte olan yani yarı çevre ülkelerin erimesi ve az gelişmiş yani çevre ülke konumuna gelmesine neden olacaktır. Buradan hareketle, Endüstri 4.0'ın, küresel sistemde ülkeler boyutunda bir güç kaymasına neden olacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

# 6 Kaynakça

1. Yrd.Doç.Dr. Ömer Faruk Görçün, Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0, 2.bs. (İstanbul: Beta Yayıncılık, 2017), 142.
2. Prof. Dr. Ertuğrul, İ., Arş.Gör. Deniz, G.(2018). 4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0, Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(1), 1-13.
3. <https://www.buraksen.com/endustri-40-temel-bilesenleri/>
4. <https://www.elektrikde.com/endustri-4-0i-donusturen-dokuz-teknoloji/>
5. <https://www.biteg.net/tr/blog/endustri-4-0-bilesenleri>
6. ÜÇÜNCÜ VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMLERİ ARASINDAKİ TEMEL VE SİSTEMATİK FARKLILIKLARIN DETERMİNİST BİR YAKLAŞIMLA ANALİZİ-Naci Atalay Davutoğlu-2020-
7. <https://acikerisim.rumeli.edu.tr/>
8. Endüstri 4.0 ile iş sağlığı ve güvenliği; Öztürk, Arif Özkan
9. <https://www.avansas.com/blog/is-sagligi-ve-guvenligi-nedir>
10. ARİF ÖZKAN ÖZTÜRK -(ENDÜSTRİ 4.0 İLE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ) (2020)
11. İlkay TOPALOĞLU- Mustafa Ergin ŞAHİN-(Endüstri 4.0’ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Katkıları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi)(2021)
12. Barış Öztuna, Endüstri 4.0 (Dördüncü Sanayi Devrimi) İle Çalışma Yaşamının Geleceği, 1. bs., Ankara, Gece Kitaplığı, 2017, s.52.