**ENDÜSTRİ 3.0.**

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.(1)

**3.0. Mevcut İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi**

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.

**ENDÜSTRİ 4.0.**

Endüstri 4.0 Almanya’da gerçekleştirilen bir fuarla ilk olarak ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 ile beraber pek çok yeni iş alanı oluşmuş, çalışma alanlarının verimini doğrudan etkileyecek kadar büyük bir öneme sahip olmuştur. Teknolojinin son seviyesi makinelerin internetle iletişim kurduğu kullanıcılardan bağımsız kararlar aldığı üretim sistemi Endüstri 4.0 olarak tanımlanmaktadır. Endüstri 4.0 birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir terimdir. Endüstri 4.0’ın ayırt edici en önemli üç unsuru vardır. Bu unsurlardan hız, endüstriyel gelişmelerin kısa zaman içerisinde gerçekleştiğini ifade eder. Teknoloji her gün gelişmekte ve bunlar daha yenilere öncü olmaktadır. Genişlik ve derinlikte ise en yeni gelişmeler dijital devrim üzerinde ortaya çıkmaktadır. Ancak bu gelişmeler yalnızca üretimin yapısını değil iş yaşamında, toplumlarda ve bireyin yaşam şartlarında değişikliklere neden olmuştur. Sistem etkisi, son dönem şirketler ve sektörler aynı zamanda ülkelerin sistemini değiştirerek bütünsel dönüşümünü kapsamaktadır (Schwab, 2016).

Gelecekteki iş ağı kendini organize edebilen bir seviyede, gerçek zamanlı cevaplar iletebilen her iş birliği tarafından etkilenebilmektedir. Endüstri 4.0 gelecekteki rekabet ortamında sağlam kalabilmek için önemli hizmetlerin tasarımı ve uygulama tasarımlarının yanında lojistik ve üretim sistemini de içermektedir. Endüstri 4.0’ın hedeflerinde teknoloji sonucu ortaya çıkan sonucun tamamen özel olmasını sağlamak, üretimdeki uyumunu sağlamak, makineler ve parçaları arasında iletişimi sağlamak, insan makine iletişimini sağlamak, paradigmalar, akıllı fabrikalarda optimizasyonu sağlamak, yeni iş imkânı ve hizmetler sunmaktır. Potansiyel olarak; dinamik yapıdan meydana gelen rekabet ve esnekliği artıran, talep zincirindeki sorunları yok etme, gerçek zamanlı kullanım sayesinde karar vermeyi optimize etme, kaynak üretkenliğini artırmak ve düşük miktarda kaynak kullanma, maliyetleri düşürme, yeni fırsatlar oluşturma hedefler arasında sayılabilir. Endüstri 4.0 değişik teknolojileri içermektedir. Bunlardan bazıları; radyo frekanslı tanıma, nesnelerin interneti, bulut bilişim sistemleri, akıllı fabrikalar, akıllı ürünler, siber fiziksel sistemlerdir.

**ENDÜSTRİ 4.0’IN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNE KATKILARI**

**Endüstriyel IoT ve Gerçek Zamanlı Konum Belirleme Teknolojisi**

Gerçek zamanlı konum belirleme teknolojisi çalışanların yada nesnelerin arasındaki uzaklığı ölçebilen bir yöntemdir. Endüstriyel IoT ile birbirine bağlanan cihazların verileri gerçek zamanlı toplanır ve bulut bilişime ulaşır. Bulut bilişimde incelenen veriler büyük veri vasıtasıyla görselleştirilir. Yetkililer verileri anlık olarak inceleyebilir. Bu sistem yük kaldırıcıları ve endüstriyel cihazlar için muhtemel tehlike ve riskleri tespit ederek kazaları önlemeyi amaçlamaktadır. Çalışanların kişisel bilgileri koruma altındadır. RTLS teknolojisi ile çalışanların olması gereken konumda olup olmadığı, risk oluşturacak bir ortamda bulunup bulunmadığı takip edilebilir.

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

RFID, bir okuyucuyla etiket veya etiketlerden oluşan bir tanımlama sistemidir. Etikette bulunan bir mikroçip ve mikroçipi çevreleyen bir alıcı bulunmaktadır. Okuyucuyla etiketin arasındaki elektromanyetik algılayıcılar bir enerji şeklinde yonga ile buluşup onu hareketlendirmektedir. Enerji alan etiketler ise okuyucuya bilgi aktarımı yapmaktadır. Bütün bunlar belirli bir uzaklıkta herhangi bir temas olmayarak ve kablosuz şekilde gerçekleşmektedir. Okuyucu aldığı veri dalgalarını sayısal dalgaya dönüştürerek bilgisayar ortamına aktarmaktadır IoT teknolojisinin bileşenlerinden RFID genellikle, canlı ve nesneleri radyo dalgalarıyla tanımlamak adına kullanılan teknolojilerdir. Çalışanların karşılaşabileceği kazalar ve iş ortamındaki çarpma ve düşmeleri engellemek için mesafe uyarı sistemi kullanılabilmektedir. RFID sistemleri radyo frekansı, etiket ve antenden oluşmaktadır. Çalışma ortamındaki yetkisiz işlemleri önlemek, gerekli sorumluluğu olmayan kişilerin cihazları kullanmasını engellemeye olanak sağlamaktadır. Her çalışanın kullandığı kişisel koruyucu donanıma yerleştirilen, kişi verilerini içeren RFID sensörlü donanımlar, ortamın fiziksel risk etmenlerini ölçerek topladığı bilgileri ve uyarıları hem çalışanlara hem de yetkililere iletir. Kablosuz erişilen bir ağ sayesinde ayrıca çalışanların fizyolojik değerleri de izlenebilir. Giyilebilir RFID etiketli koruyucu donanımlar, çalışanların kalp hızı, elektrokardiyografisi, solunum hızı, kandaki insülin oranı, vücut sıcaklığı hakkında bilgi vermektedir. Bu verileri toplayan giyilebilir kişisel koruyucu donanım sensörleri ile olağan dışı davranışlarda tespit edilmektedir. Toplanan tüm verileri bulut aracılığıyla çalışanların düşme, aşırı zorlama ve yaralanmaları gibi tehlikeli durumlarda ilgili birimlere bilgi verir.

**Bulut Bilişim ve İSG**

Endüstriyel IoT ile tüm donanımlar birbirine bağlanmakta, kablosuz sistemler vasıtasıyla veri göndermektedir. Giyilebilir cihazlardan gelen verilerle ortamda iş güvenliğini tehlikeye atan çalışanlar uyarılarak güvenlik sağlanmakta, olası kaza anında tüm çalışanlar uyarılarak anında müdahale imkânı ile olay hızlı bir şekilde çözülmektedir. Ortaya çıkan risklerin tekrarlanmaması için önemli veriler kaydedilir. Etiketlerdeki bilgiler hem depolama hem de işleme için sensör verileri ile bulut veri teknoloji sitemine aktarılır. Bulut sistemi gelen etiket verilerdeki kimlikleri tarayıp konum ve hareketleri belirler. Sonuçlar görselleştirilerek yetkililere sunulur. Böylece tespit edilen donanım arızaları yada çalışanların sağlık sorunları anında takip edilebilir. Bu sistem sayesinde iş yerindeki kaza oranları azaltılabilir.

**Yapay Zekâ İle Tüm Süreçlerin İzlenmesi**

Yapay zekâ cihazların önceden algı, öğrenme, yararlanma ve etkileşim içinde olma özelliklerini kapsamayı hedeflemektedir. Yapay sinir ağları (YSA) ise insan beynini öğrenme yoluyla taklit ederek beynin öğrenme, hatırlama, genelleme yapma yoluyla topladığı verilerden yeni veri üretebilme gibi temel işlevlerini gerçekleştirildiği bilgisayar yazılımlarıdır. Endüstriyel çalışma alanında çalışan makinelerin performansını artırmak, daha uzun yıllar çalışmasını sağlamak için bu makinelerin izlenmesi gerekir. Yapay zekâ teknolojileri sayesinde iş sağlığı ve güvenliği Endüstri 4.0 81 sistemine ayak uydurarak ve iş güvenliğini sağlayarak tehlikeleri tanımlamayı ve ortadan kaldırmayı kolaylaştırmaktadır. Bu sistemde gelişmiş analizler ile kameralardan, Bluetooth bağlı cihazlardan, cep telefonlarından, IoT destekli giyilebilir cihazlardan, çevredeki sensörlerden gelen bilgiler, gerçek zamanlı erişilerek, hem çalışma ortamı hem de çalışanlar bütünsel olarak yönetilebilmektedir. Bu çözüm sistemi sayesinde İSG açısından ortaya çıkabilecek riskler, sensör tabanlı izleme ve tahmin bilgileri kullanılarak bu riskler ortaya çıkmadan önce yöneticilerin gereken önlemleri alabilmesini ve İSG alanında daha etkin olmalarını sağlamaktadır. Microsoft, yapay zekâ ile desteklenen iş sağlığı ve güvenliği takip sistemi ile çalışanları ve donanımların kullanılmasını anlık olarak denetleyerek tehlike oluşabilecek noktalardaki riskleri yetkili birimlere ileterek iş güvenliği seviyesini maksimuma çıkarmıştır. Microsoft, işyerinde ki iş kazalarını önlemek için çalışanların araçlarını, onların yaptığı faaliyetleri izletip ölçebilen bir yazılım geliştirmiştir. Şantiye alanlarında çeşitli noktalarda güvenlik kameraları bulunmaktadır. Kameralardan gelen bu görüntüler görsel tarama yazılımlarından geçirilip çalışan kişiler ve etraftaki nesnelerle ilişkilerini saptamaktadır. Böylelikle sistem bir iş yerini sürekli gözetim altına alarak tehlike oluşturabilecek davranış ve durumları yöneticilere ve iş güvenliği uzmanlarına önceden bildirebilecektir. Microsoft’un bu sistemi firmanın bulut alt yapı bileşenlerinden oluşmakta ve bunlara iş yerindeki kamera görüntüleri eklenince sistem saniyede 27 milyon görüntü tanıma yapabilmektedir(XTR, 2021).

**Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling, BIM) ve Üç Boyutlu Görselleştirme**

Kalite muayene yöntemlerinden biri üç boyutlu görselleştirme (3D) yöntemidir. İş güvenliğinde yapı bilgi modellemesi (BIM) tabanlı kontroller sayesinde, muhtemel çakışmalar, düşmeler, yangınlar, sağlık sorunlarına neden olan güvenlik problemlerinin giderilmesi sağlanmaktadır. Şantiyelerdeki sensörler vasıtasıyla tehlike durumlarında çalışanlara uyarı göndererek muhtemel olası kazaların önlenmesi amaçlanmıştır. Örneğin tehlikeli bir alana yaklaşan işçiye sensörler aracılığıyla uyarı gönderilerek çalışan tehlikeden uzaklaştırılır. Aynı sinyal iş güvenliği uzmanlarına gönderilerek iş kazalarının önüne geçilmeye çalışılır. İş sağlığı ve güvenliği yönetiminde kalite kontrolü olası felaket ve kazaları önlemek açısından önem arz etmektedir. Yapı bilgi modellemesi(BIM), İSG de iyileştirme amacıyla otomatik kontrol imkânı sağlar. Buradaki amaç meydana gelebilecek tehlikeleri minimuma indirmek ve bunların içerdiği riskleri ortadan kaldırmak için en iyi yöntemi belirlemektir.

**Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality, AR)**

Artırılmış gerçeklik, bilgisayar ortamında oluşturulan görsellerin gerçek dünya ile uyumlu olarak birleştirilmesidir. Artırılmış gerçeklik akıllı cihazların kameralardan çekilen şekil veya bilgilerin, çeşitli görsel, anket içeriklerle kullanıcıya yansıtılmasıdır. Yani aslında gerçekte olmayan bir olay ekran aracılığıyla oluyormuş gibi görünebilir. Artırılmış gerçeklik sayesinde mühendisler artırılmış gerçeklik cihazlarıyla (gözlük, tablet) fiziksel sahadaki yapı modellemesini görebilir. Sanal ortamda gezerek sorunları tespit edebilir. Verileri sanal gerçeklikte ve artırılmış gerçeklikte görselleştirmek, fiziki sahada dolaşmadan görünmeyenleri görmeyi sağlar. Artırılmış gerçeklik, fabrika ve inşaat işçilerinin eğitiminde de kullanılabilir. Tecrübesi olan ve emekliye ayrılan çalışanların verileri bu teknoloji ile kaydedilip sonraki nesillerin eğitiminde kullanılabilir, uygulamalı eğitim sayesinde iyi eğitilmiş iş gücü kullanılabilmektedir. Ayrıca işçiler çalışırken karşılaşabilecekleri riskleri önceden görebilmekte, tehlikeli makinelerle fiziksel olarak etkileşime girmedikleri için daha düşük risk almaktadırlar.

**Sanal Gerçeklik (Virtual Reality, VR)**

Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında oluşturulan senaryoların sanal olarak deneyimlenmesidir. Sanal gerçeklik gözlüğü takılarak girilen ortamda üç boyutlu ve istediği yönde rahatça hareket ederek görüntü ve sesler algılanır. Sanal gerçeklik gözlüğü takıldığında hazırlanan bir araba benzetimi ise kendimizi aracın koltuğunda buluruz. Elle kontrol sağlayan sensörlü araçlar sayesinde arabayı kullanabiliriz Borusan lojistik kendi limanındaki benzetim merkezinde çalışanlarına iş sağlığı ve güvenliği eğitimi vermektedir. Bu simülatör ve sanal gerçeklik video eğitimleri ile tehlike ve riskler karşısında görsel farkındalık artırılarak iş kazalarının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Bu merkez ile ülkemizde İSG alanında önemli bir adım atılmıştır. Ayrıca teorik bilgilerin yanı sıra ilk defa verilen simülatör ve sanal gerçeklik video eğitimleri ile iş ortamındaki mevcut tehlike ve riskler konusunda çalışanların görsel farkındalığı artırılmış, sanal gerçeklik gözlükleri ve 360 derece çekilen videolar ile verilen eğitim sayesinde iş kazalarının önlenmesi hedeflenmiştir. İSG eğitim süreci tehlikeli ortamdaki davranışlarla ilgili tehlike ve risk oyunları, karikatürlerle doğru ve yanlışların tespit edilmesi işlemleriyle tamamlanmaktadır (Borusan lojistik, 2019). (2)

KAYNAKÇA  
(1)- ÜÇÜNCÜ VE DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMLERİ ARASINDAKİ TEMEL VE SİSTEMATİK FARKLILIKLARIN DETERMİNİST BİR YAKLAŞIMLA ANALİZİ-Naci Atalay Davutoğlu-2020-

(2) Endüstri 4.0’ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Katkıları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Risk Değerlendirme Metoduyla Ambulansta Bir İnceleme- İlkay TOPALOĞLU1 Mustafa Ergin ŞAHİN-2021- Takvim-i Vekayi