

Endüstri 4.0 Nedir? Tarihçesi. Endüstri 4.0 Yorumlamak

HAFTA III

ENDÜSTRİ 4.0

Sanayi Devrimi

- Sanayi Devrimi ya da Endüstri Devrimi, Avrupa'da 18. ve 19 yüzyıllarda yeni buluşların üretime olan etkisi ve buhar gücüyle çalışan makinelerin makineleşmiş endüstriyi doğurması, bu gelişmelerin de Avrupa'daki sermaye birikimini arttırması olarak adlandırılır.
- Sanayi devriminin kazandırdıklarına bakacak olursak zaman, para ve verim gücü getirmiştir.

Endüstri 1.0: Mekanik Güç

- Avrupa'da başlayan Sanayi Devrimi ile birlikte Endüstri 1.0'a giriş yapılmış oldu. Buhar, su, rüzgar gibi doğal çevre unsurlarından elde edilen tork yani dönüş gücü bir sisteme aktarılarak endüstriyel güç elde edildi.
- En çok karşımıza çıkan güç buhar gücüydü. Bu yüzden bu dönem aynı zamanda «Buharlı Makineler Dönemi» olarak da adlandırılır.
- Sanayi devrimini gerçekleştiren ülkeler ile sanayi devrimini gerçekleştiremeyen ülkeler arasındaki uçurum giderek artmıştır.

Endüstri 1.0: Mekanik Güç

- Buhar makinesi sanayi için uygun hale gelmiştir ve dokuma tezgâhlarında kullanılmaya başlanılmıştır.
- Tekstil sanayi ile başlayan bu süreç başta kimya sanayi olmak üzere diğer sanayilerde de kullanılmıştır.
- Demiryolu ağının genişlemesi Endüstri 1.0 yaygınlaşmasına yol açmıştır. Endüstri 1.0 temelli üretiminden elde edilen ürünler demiryolları ile tüketim merkezlerine ulaştırılmıştır.
- Ekonomik faaliyetler yapısal olarak dönüşmüştür ve buna bağlı olarak endüstri ilişkilerinin, tedarik, üretim ve tüketim süreçlerinin değiştiği bir dönemdir.

Endüstri 2.0: Seri Üretim

- Endüstrinin gelişmesi ile birlikte, sadece zengin insanların ulaşabildiği otomobillerin kitlelere standartlaştırılarak sunulması ihtiyacı ortaya çıkmış ve 1903 yılında Henry Ford'un ilk defa kurduğu seri imalat bandıyla otomobiller üretilmeye başlanmıştır.
- Bu devre günümüzde Endüstri 2.0 olarak adlandırılmakta olup üretimin temel mantığını da oluşturmaktadır.
- İnsan hayatını doğrudan etkileyen yeni durumlar da ortaya çıkmıştır. Teknolojinin gelişimi ile üretim artışı olmuştur ve bunun neticesinde ekonominin hızla büyümesi ile insanların refah düzeyi artmıştır.
- Çelik ve demir başta olmak üzere hammadde kullanımının arttığı ve ağır sanayinin geliştiği bir dönemdir.

Endüstri 2.0: Seri Üretim

- Etkileri
 - Üretim maliyetlerinin giderek düşmesi
 - Endüstriyel ürünlerin her seviyedeki insana ulaşması
 - Toplam pazarın büyümesi
 - Rekabetin oluşmaya başlaması

Endüstri 3.0: Dijital Devir

- 1970'lerde, bir program çerçevesinde iş elemanlarına aktaran mikroişlemci tabanlı programlanabilir mantık devresi geliştirilmiştir. Bu durumda üretim sistemlerinde otomasyonu mümkün hale getirdi.
- Üretimde geliştirilen bu otomasyon da üretimde insan katkısını oldukça azalttı ve de olası hataları minimize etti. Böylelikle Endüstri 3.0 başlamış oldu.
- Bilgisayar kullanımı, akıllı telefonlar, internetin yaygınlaşması üretimi etkiledi ve biçimlendirdi.
- Bu dönemdeki gelişmeler ticaret ve endüstrinin küresel bir hale gelmesine olanak sağladı.
- İnsan emeğinin en aza indirilmesi ve üretimin otomasyonu olarak ele alınması olarak da Endüstri 3.0 tanımlanabilir.
- Üçüncü ve şuan genel olarak yaşanan Endüstri 3.0 süreci ise, elektronik ve bilişim teknolojilerinin bütünleştirilmesi ile başladı. Bu dönemde programlanabilir mantık devreleri ortaya çıktı. Yazılım kontrolündeki elektronik olarak da tanımlanabilmektedir. Yazılımla kontrol etmeyi de kısaca bilgisayar kontrolü altında olarak da ele alabiliriz.

Endüstri 3.0: Dijital Devir

- Endüstri 3.0 teknoloji alanında meydana gelen değişimler ile birlikte üretimin otomasyon sistemine yönelmesi ile başladı. Bu dönemde, transistörün bulunuşu ve entegre devre teknolojisindeki gelişmeler üretim otomasyonunu elde edilmiş olup, artan otomasyon yazılım sistemlerinin ilerlemesine de neden olmuştur.
- Fabrikalardaki işler artık yazılımlar sayesinde makineler ve bilgisayarlar tarafından yapılmaya başlanmıştır.
- Bu dönemdeki dijital teknolojik gelişmeler ile otomasyonun kullanılması çalışan sayısının azalmasını sebep olmakla beraber kalifiye iş gücüne ihtiyacı arttırmıştır.

Endüstri 4.0

- Endüstri 4.0 kavramı imalat sanayiinde bilgisayarlaşmanın en üst düzeye çıkarılması ve üretimin yüksek teknolojiyle donatılmasını amaçlayan bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Bu dönemin üç temel amacı şu şekildedir:
 1. İnsan emeğinin azaltılması ve hataların azaltılması
 2. Üretim esnekliğinin artırılması ve kişiye özel ürün kabiliyetinin artması
 3. Akıllı üretim vb. tekniklerle de üretimde çevikliğin sağlanması.
- Ucuz emekle elde edilen rekabet üstünlüğünü Endüstri 4.0'ın ortadan kaldırması beklenmektedir. Üretimin hızlanması ve sipariş bekleme zamanlarının da azalması beklenmektedir.

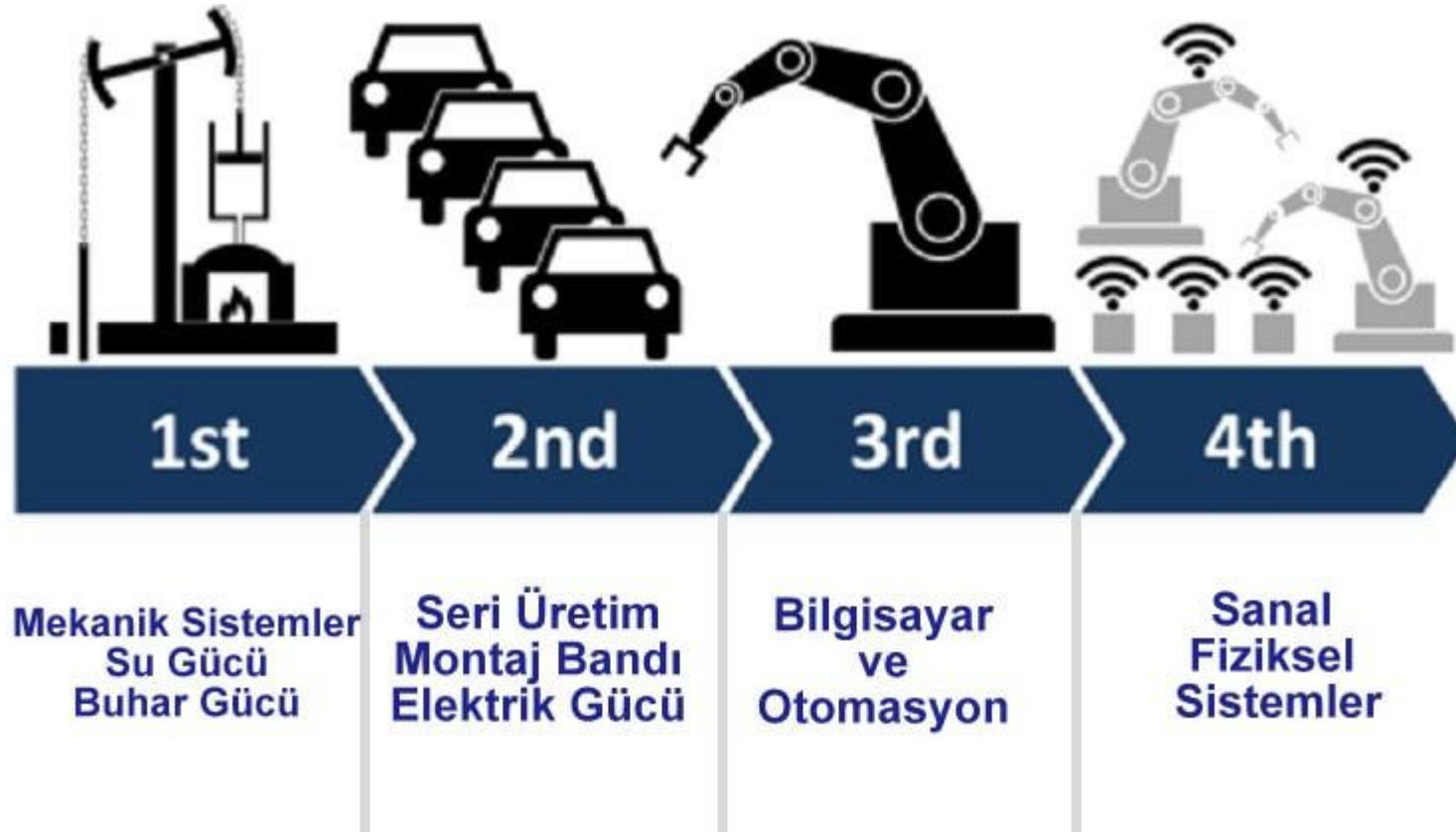
Endüstri 4.0

- Endüstri 4.0, birbirleriyle haberleşen, sensörlerle ortamı algılayabilen ve veri analizi yaparak ihtiyaçları fark edebilen robotların üretimi devralıp;
 - Daha kaliteli
 - Daha ucuz
 - Daha hızlı
 - Daha az israf

Yapan bir üretimi hayata geçirmeyi sağlar.

- Endüstri 4.0 en temel farklarında biri de “akıllı makine” kavramıdır. Tüm fiziksel sistemlerin otomatik hale getirilmesi ve uzaktan kontrol edilmesi de hedeflenmektedir. Yeni nesil robotların da problemsiz çalışmalarının yanı sıra insanlarla iletişiminin olması beklentisi mevcuttur. Yapay zeka ile birlikte makine öğrenmesi algoritmalarının da gelişim göstereceği beklentisi vardır.
- Üretim sektöründeki önemli endüstriyel devrimler sonrası ülkeler ve şirketler küresel boyutta yaşanan bu değişimlere ayak uydurmak zorunda kalmış ve artan rekabet koşulları arasında rekabet üstünlüklerini devam ettirebilmek amacıyla bazı stratejiler geliştirmişlerdir. Almanya’da gündeme gelen Endüstri 4.0 da bu stratejilerden birinin adıdır.

Özetlersek

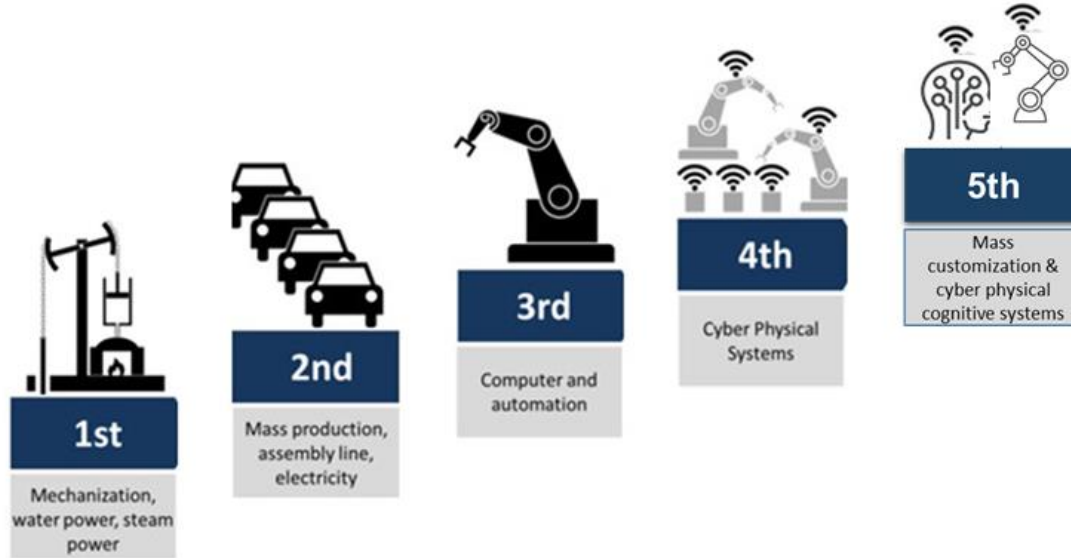


Endüstri 5.0

- Genel olarak Endüstri 5.0, insan odaklı tasarım, sürdürülebilirlik ve dayanıklılığa odaklanan, Endüstri 4.0'a yönelik düzeltici bir "yama" veya "eklenti" olarak görülebilir (Valette vd., 2023).
- Endüstri 5.0 ve teknolojilerinin, Endüstri 4.0'ın bir kenara bıraktığı sosyal, ekolojik, ekonomik, idari ve politik zorluklarla yüzleşmesi bekleniyor. Sonuç olarak, endüstriyel topluluk araştırma alanlarıyla ilgili olarak zorluk, insanların bu yeni teknolojilere olan güvenini ve kabulünü güçlendirmek, gelecekteki çalışmalarda disiplinler arası ve disiplinler arası gelişmek (mühendislik, yaşam ve sosyal bilimler, beşeri bilimler vb.'nin bir araya gelmesini sağlamak) ve bunların değer zincirleri ve de ekosistemler genelinde geniş ölçekli uygulanmasının sağlanmasıdır (ölçeklenebilirlik) (Valette vd., 2023).

Endüstri 5.0 kavramını da ele aldığımız durumda özetlersek

INDUSTRY 5.0 – Mass Customization of Customer Experience through Digital Transformation



Kaynakça:
<https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-next-generation-customer-experience-redefined-bansal>

Endüstri 4.0'a Götüren Süreçler

- Endüstri 4.0 sanayinin sorunlu ve çözüm getirilmesi gereken;
 - Planlanandan az veya çok üretim
 - Hatalı üretim
 - Aşırı stok

Gibi sorunları ortadan kaldırmayı amaç ediniyor.

- **Kazanımlar**
 - Daha az maliyetle üretim
 - Minimum enerji kullanımı
 - Az ısı üretimi
 - Zaman kazanımı
 - Daha az kaynak
 - Az bellek kullanma
 - Yüksek hız ve güvenilirlikte çalışma
 - Eski işlere göre en az iki kat verim
 - Artan kalite

Endüstri 4.0'a Götüren Süreçler

- Endüstri 4.0'ı tek başına akıllı üretim ile sınırlı tutmamak gerekir. Üretimi etkileyen ve üretim yönetimini tetikleyen tüm çevresel unsur ve süreçlerin de bu kapsamda yenilenmesi ve akıllı hale getirilmesi gereklidir.

- Endüstri 4.0

- Üretimde verimliliği
- Etkili zaman yönetimi
- Düşük maliyet

Gibi konularda en iyileme yaparak bu konuları odak olarak ele alıyor.

- Endüstri 4.0'da artık sadece robotlar yok bunun yanı sıra düşünebilen (yapay zeka uygulamaları) ve insiyatif alabilen robotlar sistemde yer almaktadır.
- Robotun bir yer aksıyorsa, görevini entegre olduğu diğer robota devredecek. Gerekirse robot kendi sorununu kendisi tamir edecek.

Endüstri 4.0'ın Prensipleri

- Karşılıklı Çalışabilirlik: Siber fiziksel sistemlerin yeteneği ile (örnek: iş parçası taşıyıcılar, montaj istasyonları ve ürünleri) nesnelere interneti ve servislerin interneti üzerinden insanların ve akıllı fabrikaların birbirleriyle iletişim kurmasını içerir.
- Sanallaştırma: Bu yapı akıllı fabrikaların sanal bir kopyasıdır. Sistem, sensör verilerinin sanal tesis ve simülasyon modelleri ile bağlanmasıyla oluşur.
- Özerk Yönetim: Siber-fiziksel sistemlerin akıllı fabrikalar içinde kendi kararlarını kendi verme yeteneğidir.
- Gerçek-Zamanlı Yeteneği: Verileri toplama ve analiz etme yeteneğidir. Bu yapı anlayışın hızlıca yapılmasını sağlar.
- Hizmet Oryantasyonu: Servislerin interneti üzerinden siber-fiziksel sistemler, insanlar ve akıllı fabrika servisleri sunulmaktadır.
- Modülerlik: Bireysel modüllerin değişen gereklilikleri için akıllı fabrikalara esnek adaptasyon sistemini sağlar.

Endüstri 4.0'ın Yapı Taşı Teknolojiler

- Otonom Robotlar
- Simülasyon
- Bulut Bilişim
- Büyük Veri ve Analitik
- Artırılmış Gerçeklik
- Siber Güvenlik
- Üç Boyutlu Üretim
- Yatay ve Dikey Entegrasyon
- Endüstriyel Nesnelerin İnterneti

Endüstri 4.0 Teknolojileri

Nesnelerin interneti

- Nesnelerin interneti en kritik gelişmedir. Her yerde internetin var olması ve son derece düşük bütçeyle neredeyse her şeyin internete bağlanabilmesi çok önemli ve büyük bir gelişmedir. Sensörlerle verilerin toplanması, kameralarla görüntülerin alınması ve bunların işlenmesi çok büyük kazanımlar sağlayacaktır.

Endüstri 4.0 Teknolojileri

Robotlar

- Robotlar giderek gelişmektedir. Hareket kabiliyetleri, programlanabilirlik, kendileri öğrenmeleri, hassasiyetleri ve çeşitleri çoğalmaktadır. Maliyetlerin azalması sayesinde, robotlar pek çok alanda ekonomik hale gelmektedir. Robotların yaygınlaşması üretim verimini ve kalitesini de artıracığı beklenmektedir.

Endüstri 4.0 Teknolojileri

Büyük Veri ve Analitik

- Büyük veri ve yapay zeka üstteki donanımsal gelişmeleri akıllı ve otonom hale getirecektir. Sensörlerden ve kameralardan derlenen veriler algılanır, anlamlandırılır, yorumlanır ve aksiyonlara dönüştürülür. Veriler biriktikçe, desenler oluştuğça, deneyim arttıkça, önleyici tedbirler alınabilir, öngörülerde bulunmak mümkün olur ve işler otonom hale gelir.

Endüstri 4.0 Teknolojileri

Simülasyon

- Simülasyonlar fabrika operasyonlarında daha da yaygınlaşacak. Gerçek zamanlı verilerden yararlanarak hazırlanan bu sanal modellerde, makineler, ürünler ve insanlarla beraber fiziksel dünyanın sanal gerçekliği oluşturulacak. Böylelikle operatörler, üretim hattında takip eden ürün için makine parametrelerini gerçekten ayarlamadan önce sanal dünyada test etme fırsatı bularak, makine kurulum süresini kısaltacak ve de kalite arttıracaktır.

Endüstri 4.0

Siber Güvenlik

- Birçok şirket hala birbirine bağlı olmayan yönetim ve üretim sistemleri kullanmaktadır. Ancak bağlantılılığın artmasıyla kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı koruma amacıyla, makinelerin kimliklerinin belirlenmesi ve makinelere erişimin yönetilmesi temelli güvenli iletişim önem kazanacaktır.

Endüstri 4.0'ın Deęiřtirecekleri

- Değişen Üretim: Üretim işlemlerinde, son ürünlerde ve iş modellerinde değişimlere neden olmaktadır.
- Esneklik artışı: Akıllı fabrikalar sayesinde, üretimlerde esneklik artmaktadır. Üretim işleminin otomasyonu, verilerin dönüşümü ve robotların sayesinde çeşitli farklı ürünler aynı üretim ile üretilebilmektedir.
- Müşteriye Dayalı Üretim: Bu sayede küçük miktarlı üretimler gerçekleştirilebilecektir. Yeni üretim hattı kurulmaksızın prototip veya yeni ürünler kolaylıkla üretilebilecektir böylece aynı zamanda inovasyonda desteklenecektir.

Endüstri 4.0'ın Deęiřtirecekleri

- Üretim Hızı: Üretilen ürünün hızı da artabilecektir. Dijital tasarım ve üretim işleminin görsel modellenmesi üretimin tasarlanması onun taşınması arasındaki zamanı azaltabilmektedir.
- Ürün Kalitesi: Dijital ve fiziksel üretimli ürün geliştirme ürün kalitesinde ve azaltılmış hata oranlarında büyük gelişmeler sağlamaktadır. Sensör kaynaklı veriler üretilen her parçayı takip etmek için kullanılabilir. Bu veriler aynı zamanda «büyük veri» kullanarak da analiz edilebilmektedir. Kalitedeki artış son üründe fiyatların azalmasında önemli rol oynamaktadır. Böylece, rekabetin artmasına yardımcı olmaktadır.
- Verimlilik: Verimlilikte, çeşitli Endüstri 4.0 uygulamalarıyla artmaktadır. Öngörülen bakım programlarındaki ileri analitik teknikler kullanılarak, üretim şirketleri fabrikalarda karşılaşılan makine hatalarından kaçabilirler ve tahmini %50'lik azalma sağlanarak üretimde %20'lik artış sağlanabilir. Dahası, bazı şirketler, çalışanlar olmaksızın üretime devam eden fabrikalar kurabileceklerdir. Bu fabrikalarda da iş gücüne ihtiyaç duyulacaktır ve çalışanlar daha da etkili çalışabileceklerdir.

Endüstri 4.0'ın Deęiřtirecekleri

- Müşteriler: Müşteriler ürün tasarımında daha aktif rol alabileceklerdir, kendi tasarımlarını bile çabuk ve ucuz bir şekilde temin edebileceklerdir. Bazı ürünlerin üretim bölgeleri de müşterilere yaklaşabilir; üretim otomasyonla sağlandığında, kıyıda uzak gibi bir anlayış söz konusu olmaz ya da düşük taşıma ücretleriyle çok uzak ülkelere de gönderilebilirler. Hatta bazı Avrupa ülkeleri yurtdışına yeni fabrikalar kurmaktansa Avrupa'ya yeni fabrikalar kurmaya başlamışlardır.
- İş Modelleri: Endüstri 4.0 ile iş modellerinde de değişimler meydana gelecektir. Şirketler arası ürün fiyatındaki değişimlerden ziyade; inovasyon, müşteri odaklı üretim ya da kalite üzerinde rekabet ortaya çıkmaktadır.

Endüstri 4.0'ın Avantajları

- Sistemin izlenmesinin ve arıza teşhisinin kolaylaştırılması
- Sistemlerin ve bileşenlerinin öz farkındalık kazanması
- Sistemin çevre dostu ve kaynak tasarrufu davranışıyla sürdürülebilir olması
- Daha yüksek verimliliğin sağlanması
- Üretimde esnekliğin artırılması
- Maliyetlerin azaltılması
- Yeni hizmet ve iş modellerinin geliştirilmesi

Endüstri 4.0 Dezavantajları

- Kişisel veri ve gizli açıkları
- İnsan gücüne duyulan ihtiyaç azalacak

Endüstri 4.0 Bize Ne Sunuyor?

- 4. Sanayi Devrimi daha çok fabrikaları etkileyecek gibi görünse de aslında gelecekteki sosyal hayatımızı bile etkileyebilecek bir yeniliktir. Üç boyutlu yazıcıları sadece sanayide değil, evlerimizde dahi kullanabilecek konuma geleceğiz. Kendi ihtiyaçlarımızı başkaları tarafından yapılan ürünlerle karşılamak yerine, kendi hayal gücümüzü kullanarak istediğimiz ürünü evimizde üretebilecek ve evimizi minik bir fabrikaya dönüştürebileceğiz.
- Günümüzde yaygın olan marka bağımlılığı gelecekte yerini fayda bağılılığına bırakacaktır. Gelecekte hangi marka kıyafeti giydiğimiz değil yerine hangi faydalı kıyafeti giydiğimiz önem kazanması beklenmektedir ve bu faydalı kıyafetleri kendimiz evimizde üretebilir konuma geleceğiz.

Endüstri 4.0 İstihdam Politikaları

- Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleşebilmesi için yetkin insan kaynağını da çok önemlidir. Gerek bu sistemlerin geliştirilmesi, kurulması gerekse kurulması noktasında donanımlı personel son derece önemlidir.
- Endüstri 4.0 değişimi için bizzat bir parçası olarak yönetebilecek, uyum sağlama yetenekleri güçlü elemanlar ve yöneticiler bu dönüşümün olmazsa olmazı olacaktır.
- Endüstri 4.0'ın özelinde ise özellikle veri analizi, yazılım, siber güvenlik, robotik uygulamalar, mekatronik, dijital iş süreçleri gibi alanlarda donanımlı eleman ihtiyacı olacaktır.

Türkiye'de Endüstri 4.0

- Bu örnekte Bursa'daki bir şirket ürettiği makineleri Somali'den ABD'ye kadar tüm dünyaya satıyor. Ancak makinenin ilk arızası ortaya çıkana kadar ürünü ile irtibatını kaybediyor. Şimdi yeni nesil makinelerine ilave sensörler yerleştirecek ve şimdiye kadar ölçmediği (örneğin ortamın ısısı, hangi programların daha çok kullanıldığı, hangi motorun hangi programlarında daha sık arızalandığı vb.) parametreleri 7/24 ölçebilecektir. Tüm yeni nesil makineler internet üzerinden bulut sistemine bağlanacaktır. Bulutta bulunan bir analitik yazılım, bu çok sayıda makinelerden gelen anlık veriyi şirketin istediği formatta bilgiye dönüştürecektir.
- Böylece bir sonraki nesil makineler tasarlanırken bu bilgiler kullanılacak ve arıza ihtimalleri çok aza indirgenebilecektir. Pazarlama boyutu da unutulmadan makinelere «E 4.0 ready» etiketleri yapıştırılacaktır. Böylece şirket, yukarıda bahsettiğimiz Endüstri 4.0'ın «büyük veri», «bulut ve analitik algoritmalar» alt başlıklarını kullanarak ciddi global rekabet avantajı, prestij ve maliyet düşümü sağlamış olacaktır.

Türkiye'de Endüstri 4.0

- Ne Kazanacağız?
 - Türkiye açısından Endüstri 4.0 yaklaşımı, üretim ekonomisinden rekabet gücü, sürdürülebilirlik, katma değeri yüksek ürün ve servis üretmek anlamına geliyor. Türkiye'deki üretim sektörlerinin verimlilik artışının yüzde 4-7 arasında olacağı tahmin ediliyor.
 - Endüstri 4.0 çevresinde oluşacak ekonomi yoluyla kazanılacak rekabet avantajının, sanayi üretiminde yıllık yaklaşık yüzde 3'e kadar ulaşabilecek bir artışı sağlaması beklenmektedir.
 - Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte yılda üreticilerin gelirlerinin yaklaşık yüzde 1-1.5'ine karşılık gelen yaklaşık 10-15 milyar TL yatırım yapılması gerektiği tahmin ediliyor.

Sonuç

- Endüstri 4.0 ile ürünlerin ve üretim sistemlerinin birçok özelliğini değiştirecektir.
- Kısımlar, makineler ve insanlar arasındaki etkileşimler ve bağlantılar yaklaşık %30 üretimi hızlandıracaktır ve %25 daha etkili üretimlerin gerçekleşmesi sağlanacaktır.
- Böylece üretim, tek makineli sistemlerden çoklu üretime dönüşecektir. Üretimin hızında, kalitesinde, verimliliğinde artış sağlanacaktır.

Kaynakça

- Görçün, Ö. F. (2016). Endüstri 4.0: Dördüncü Endüstri Devrimi. *İstanbul: Beta*.
- <https://dergipark.org.tr/tr/download/issue-file/12286>
- <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/ET001915.pdf>
- Valette, E., El-Haouzi, H. B., & Demesure, G. (2023). Industry 5.0 and its technologies: A systematic literature review upon the human place into IoT-and CPS-based industrial systems. *Computers & Industrial Engineering*, 184, 109426.
- <https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-next-generation-customer-experience-redefined-bansal>