

# **SANAYİ 4.0**

**UYUM SAĞLAYAMAYAN KAYBEDECEK!**



**BİLGİ ÇAĞININ ÖTESİNE HAZIRLANIN!**

**EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI**

# **SANAYİ 4.0**

**Araştırma Müdürlüğü**

**Ekim 2015**

## UYUM SAĞLAYAMAYAN KAYBEDECEK!



Mekanik dokuma tezgahıyla başlayan ilk endüstrileşme çabalarından bugüne geldiğimizde; teknolojiye baş döndüren gelişmeler dünyayı 4. Sanayi devriminin ayak sesleri ile tanıştırmış ve yeni bir heyecana vesile olmuştur. Geleneksel üretim mantığından, yeni bir dönüşüm sürecine girilmiştir.

Sanayi 4.0 kavramı; 2011 yılında Almanya'nın Hannover Fuarı'nda ilk kez kullanılmış ve Alman Hükümeti'nin talebiyle ilgili uzmanlar tarafından özel bir çalışma ile tüm dikkatleri üzerine çekmiştir.

4. Sanayi Devrimi'nin beklendiği gibi 2020 yılında tam olarak uygulamaya geçmesi konusunda bunun çok kolay bir süreç olmadığı uzmanlar tarafından kabul görmüş bir gerçek olsa da, bu yönde hızla yol alındığı da başka bir gerçektir.

Sanayi 4.0; küresel boyutta sanayi üretimini yüksek teknoloji ile donatarak, makineler arası iletişim çağına, siber fiziksel sistemlere geçişi esas almakta olup, ekonomiden sosyal düzene kadar yapacağı radikal dönüşümler ile neden yeni bir sanayi devrimine geçileceğini de ortaya koymaktadır. Bu süreçte, akıllı fabrikalar ile akıllı ürün uygulamaları kendini göstermektedir.

Diğer yandan, tüm üretim süreçlerini tek başına yönetmeye aday robotların dönemine geçiş, insanoğlunun korkulu rüyası olan makineleşmenin işgücü talebini azaltacağına dair düşüncesini de robot teknolojisi ile birlikte yeniden gündeme taşımıştır. Yani "teknolojik işsizlik" kavramı devreye girecektir.

Oxford Üniversitesi'nin yaptığı bir çalışmaya göre; önümüzdeki 20 yıl içerisinde ABD'deki işlerin yüzde 47'si yok olma riski ile karşı karşıyadır. Sadece çalışanların değil, şirketlerin de işleri yok olma yolundadır. Artan teknoloji, değişen dünya düzeni, ihtiyaçların farklılaşması ve bu ihtiyaçlara ayak uyduramayanların sistemden çıkacağına ilişkin öngörüler her geçen gün artmaktadır.

Bu şekilde değerlendirdiğimizde; bizim de politikalarımız 4. sanayi devrimi doğrultusunda güncellenmelidir ki, yüksek gelirli ekonomiler grubuna dahil olabilelim ve bu gelişmelerin dışında kalmayalım. Teknolojiyi kullanma alanındaki başarımızın üçte birini üretmek anlamında kullanabilirsek çok önemli bir yol katedeceğimiz inancındayım. Bu açıdan belki de topyekün bir seferberliğe ihtiyacımız olacak. Aksi takdirde kaçınılmaz bir son olan, rekabet gücünü kaybetme ve küresel ekonominin gerisinde kalarak vasatlıktan çıkamama ile karşı karşıya kalacağız. Çünkü Sanayi 4.0'a uyum sağlayamayan kaybedecektir.

Oysa ki, küresel boyuttaki bu gelişmeler doğrultusunda yaptığımız araştırmalarda ülkemizde Sanayi 4.0'ın çok fazla gündemde yer almadığını, çok fazla bilinmediğini üzülmeye başladık.

Odamızın Mayıs ayı Meclis toplantısında sadece "Sanayi 4.0"ı işlediğim sunum sonrasında üyelerimizin konuya olan ilgileri de, böyle bir ihtiyacın olduğunu bizlere göstermiştir. Bu nedenle de; üretim teknolojilerinde yaşanacak yeni bir dönüşüme dair farkındalık yaratmak, gelecek 10 yılda bizleri neyin beklediğini sizlere kısa da olsa anlatmaya çalışmak için böyle bir yayını hazırladık.

Ümit ederiz ki, arzu ettiğimiz farkındalık yaratılır ve söz konusu çalışmamız sizlere faydalı olur.

**Saygılarımla,**

**Ender YORGANCILAR**

**Yönetim Kurulu Başkanı**

## İÇİNDEKİLER

	SAYFA NO
<b>Bölüm 1: Sanayi Devriminin Tarihsel Gelişimi</b>	<b>4</b>
<b>Bölüm 2: Sanayi 4.0 ile İlgili Kavramlar ve Açıklamaları</b>	<b>9</b>
<b>Bölüm 3: Sanayi 4.0'ın Getirdikleri ve Faydaları</b>	<b>23</b>
<b>Bölüm 4: Sanayi 4.0'ın Sektörlere Etkisi</b>	<b>27</b>
<b>Bölüm 5: Sanayi 4.0'ı Uygulayan Firma Örnekleri</b>	<b>31</b>
<b>Bölüm 6: Robot Teknolojisi ve İşgücü Piyasasına Etkileri</b>	<b>37</b>
<b>Bölüm 7: Firmalar Sanayi 4.0'a Uyum Sağlamak İçin Ne Yapmalıdır?</b>	<b>42</b>
<b>Bölüm 8: Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye</b>	<b>45</b>
<b>Sonuç</b>	<b>51</b>

## BÖLÜM 1: SANAYİ DEVRİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

**S**anayi 4.0'ı anlayabilmek için öncelikle sanayi tarihinin gelişimini ve günümüz üretim süreçlerine nasıl ulaşıldığını incelemek gerekmektedir. Bu bağlamda, aşağıda ilk üç Sanayi Devrimi kapsamında, üretim süreçlerinin, geçmişten günümüze nasıl bir evrim geçirdiğine yer verilmiştir:

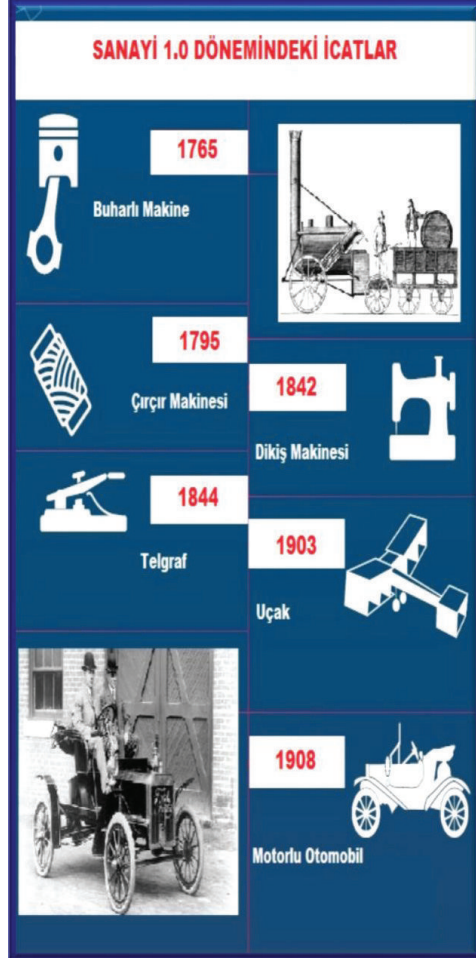
### I. SANAYİ DEVRİMİ: Sanayi 1.0

İlk Sanayi Devrimi, 1760'lı yıllarda başlayıp, 1830'lara kadar devam eden süreyi kapsamaktadır. Bu süreçte; genel olarak üretim, el ve beden emeğinden makine gücüne doğru bir evrim geçirmiştir. Nitelik ve nicelik yönünden artış gösteren makineler, buhar gücüyle işlev kazanmışlardır. İlgili süreçte aynı zamanda odun ve bio-yakıt yerine kömürün kullanılmaya başlanması, makinelerin daha da yaygınlaşmalarını sağlamıştır.

İngiltere'de başlayan ve bahsi geçen özellikler doğrultusunda ilerleme kaydeden Sanayi Devrimi, kısa sürede tüm Avrupa'ya ve ABD'ye yayılmıştır.

Üretim yapısındaki bu köklü değişim, ekonomi dünyasını olduğu kadar toplumsal yapıyı da büyük ölçüde değiştirmiştir. Zira söz konusu gelişmelerin ışığında, ortalama yaşam süresi uzamış ve nüfusta artış gözlenmiştir.

Ayrıca gündelik yaşam büyük ölçüde pratikleşmiş ve böylece yaşam kalitesi artmıştır. Makinelerin üretimi pratikleşmesiyle, üretilen ürün sayısında büyük bir artış kaydeden Avrupa'nın, bu ürünleri pazarlayabileceği ve ayrıca yeni hammadde kaynakları elde edebileceği Orta, Yakın ve Uzak Doğu topraklarına yönelmesi ise uluslararası ilişkileri etkilemiş ve ülkelerin sınırlarını baştan aşağı yeniden çizmiştir.



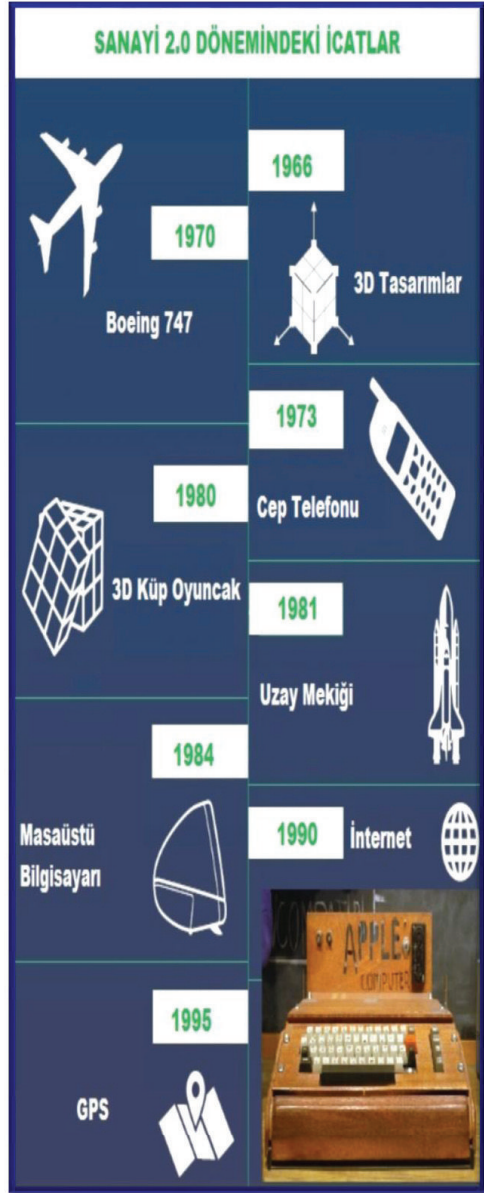
## II. SANAYİ DEVRİMİ: Sanayi 2.0

I. Sanayi Devrimi kapsamında üretimin mekanikleşmesinden bir süre sonra, 1840'lı yıllardan itibaren, teknolojinin daha da ilerlemesiyle, II. Sanayi Devrimi'nin temelleri atılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, genel olarak 1840 – 1870 dönemini kapsayan bu süreç, teknoloji devrimi olarak da bilinmektedir.

II. Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkmasında demiryolları başta olmak üzere ulaşım ağının gelişmesinin büyük rolü olmuştur. Ulaşımın kolaylaşması, hammadde teminini de büyük ölçüde kolaylaştırmış, üretim sürecinden çıkan ürünlerin yeni ve uzak pazarlara ulaşmasını sağlamıştır.

II. Sanayi Devrimi'nin bir diğer önemli özelliği de, elektrik teknolojisinin gelişmesi ve üretim hatlarında kullanılmaya başlanmasıdır. Buhar gücünden çok daha güçlü olan bu yeni ve üstün teknoloji, makinelerin daha çok gelişmesine ve üretimin büyük oranda artmasına yardımcı olmuştur. Böylece dünya, seri üretim kavramıyla tanışmıştır. Söz konusu dönemde seri üretimin en bilinen ve çarpıcı örneklerinden biri, Henry Ford'un, Ford Motor Şirketi olmuştur.

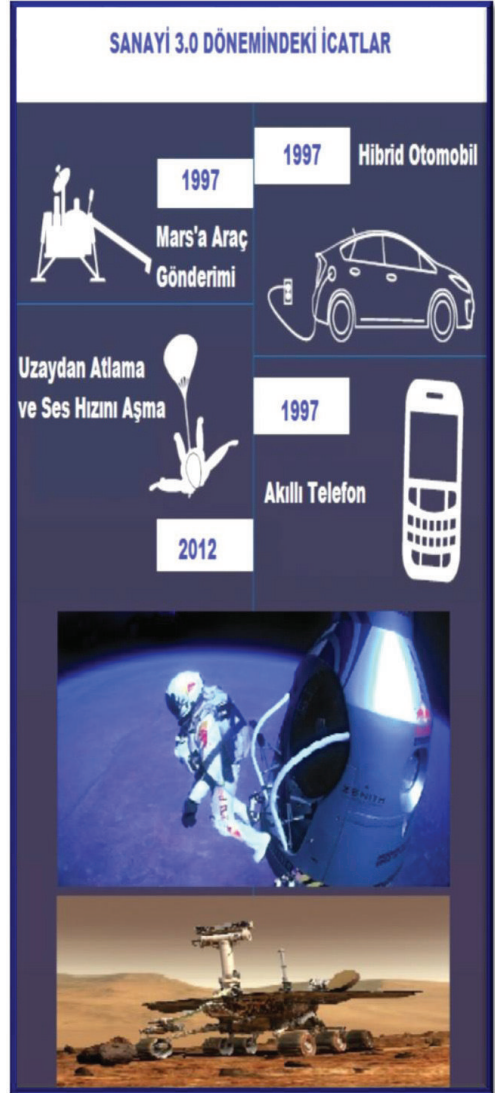
Hammadde olarak demir ve çeliğin yaygın bir biçimde kullanılmaya başlandığı ve ağır sanayinin geliştiği, II. sanayi devriminin dünyadaki ana yürütücüleri İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya olmuştur.



### III. SANAYİ DEVRİMİ: Sanayi 3.0

20. yüzyılın ilk yarısı, iki büyük dünya savaşıyla ve ülke sınırlarının alt üst olmasıyla şekillenmiş ve sanayileşme ile teknolojik ilerleme anlamında, önceki dönemlere kıyasla yavaşlama ortaya çıkmıştır. Bu durağanlıkta, savaşlar kadar pek çok ülkede, özellikle de ilk iki devrim sürecinde sanayileşmiş olan ülkelerde, yıkıcı etkiler yaratan 1929 küresel krizi gibi olumsuz ekonomik gelişmeler de rol oynamıştır.

Bu doğrultuda sanayinin yeni bir gelişme yakalayabilmesi ancak krizin etkilerinin azalması ve 2. Dünya Savaşı'nın bitmesinin ardından, 1950'li yıllarda mümkün olabilmektedir. 1950'li yıllarla birlikte, dijital teknoloji gelişmeye başlamış ve III. Sanayi Devrimi'nin temelleri atılmıştır. Özellikle Z1 olarak adlandırılan ve mekanik elektrikle çalışan hesap makinesinin üretilmesi, akabinde de bilgisayara kadar uzanan, çığır açıcı dijital gelişmeler, üretim süreçlerine de yeni bir boyut kazandırmıştır. III. Sanayi Devrimi'ni ortaya çıkaran bir diğer önemli gelişme süper bilgisayarlar birlikte iletişim teknolojilerinin gelişmesidir.



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 hakim olmaya başlamış, böylece beden gücüne duyulan gereksinim kişisel yaşam içerisinde de ortadan kalkmaya başlamıştır.

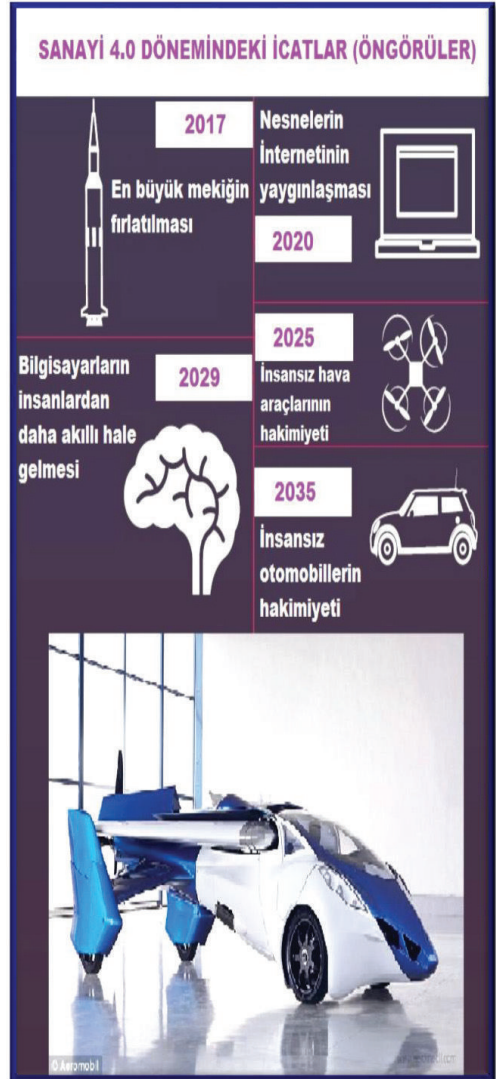
## IV. SANAYİ DEVRİMİ: Sanayi 4.0

4. Sanayi Devrimi, sanayide, genel olarak makinelerin insan gücüne gerek kalmaksızın kendilerini ve üretim süreçlerini yönetmeye başlamalarıyla ortaya çıkmıştır. Makineler bu üst düzey ve güncel yapılarını; bilgisayar, iletişim ve internet teknolojilerinin harmanlanmasıyla ortaya çıkan karma teknolojiye borçludurlar.

“Nesnelerin İnterneti” kavramıyla anılan bu ileri düzeyde gelişmiş yapı, nerdeyse üretim gerçekleştiren bir fabrikanın kendi kendini yönetebilmesine kadar uzanmıştır.

4. Sanayi Devrimi ya da diğer sık kullanılan adıyla Sanayi 4.0, ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda dile getirilmiştir. Fuara katılan uzmanlar tarafından, bilişim çağının modern yüzünün, üretim süreçlerine yepyeni bir boyut kazandırdığı ve yeni bir Sanayi Devrimi'nin yaşanmakta olduğu ifade edilmiştir. Almanya Hükümeti'nin, dile getirilen bu görüşleri, yeni bir sanayi stratejisi olarak ele almasıyla, 4. Sanayi Devrimi kavramsal olmaktan öte, resmi bir nitelik de kazanmıştır.

Söz konusu fuardan sonra 4. Sanayi Devrimi üzerinde bir çalışma grubu kurulmuş ve çalışma grubu, bir yıl sonra, Sanayi 4.0'ün stratejik biçimde uygulanabilmesi yönündeki önerilerini hem yine Hannover Fuarı'nda sunmuş hem de Almanya Hükümeti'ne raporlamıştır. Bu çalışma grubunun başkanlığını ise Bosch şirketinde yönetici olan Siegfried Dias ve SAP AG firmasında üst düzey yönetici olan Hennig Kagermann üstlenmiştir.



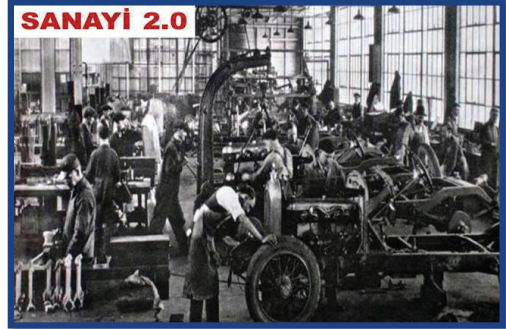
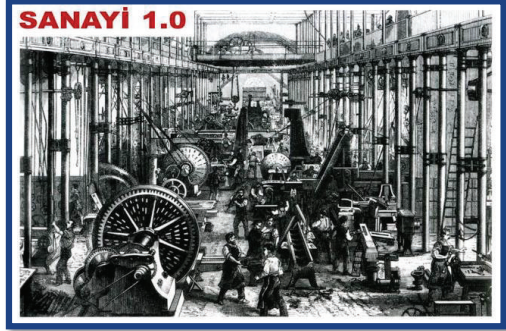


## GÜNÜMÜZDE SANAYİ 4.0'IN GELİŞİMİ

Resmi başlangıcı 2011 yılı kabul edilen Sanayi 4.0, sadece 4 yıllık bir süre içerisinde teknik bir terim olmaktan öteye geçip, milyarlarca Euro'luk bir piyasa haline gelmiştir. 2020 yılına kadar sadece Avrupa'da, bu alanda yıllık 140 milyar Euro'luk yatırım gerçekleştirilmesi beklenmektedir.



Ayrıca yine 2020 yılında, nesnelerin interneti aracılığıyla 14 milyar cihazın birbirleriyle etkileşime geçmiş olması planlanmaktadır.



## BÖLÜM 2: SANAYİ 4.0 İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE AÇIKLAMALARI

**S**anayi 4.0, Almanya'da ortaya çıkmış olması itibariyle, Avrupa'da yaygın biçimde bilinmekte ve küresel ölçekte de giderek daha çok tanınmaktadır.

İçinde bulunduğumuz süreçte, hızla yaygınlık kazanan 4. Sanayi Devrimindeki temel amaç, kendini yönetebilen üretim süreçlerinin olduğu akıllı fabrikaların hayata geçirilmesidir. Akıllı fabrika oluşturmak ise ancak "Siber-Fiziksel Sistem" ve "Nesnelerin İnterneti" ile mümkün olabilmektedir.

O nedenle Sanayi 4.0'ı anlayabilmek için terminolojisi içerisinde sıklıkla kullanılan bu gibi kavramları öncelikle bilmekte fayda vardır. Bu kavramlardan birçoğunun bugün hayata geçirilmiş olması her birini Sanayi 4.0'ın ilk işaretleri olarak göstermekle birlikte, gelecekte neler olabileceğine dair de önemli ipuçları vermektedir.

Özellikle de bugünden hayatımıza giren ve birçok alanda etkilerini görebildiğimiz 3 Boyutlu Yazıcılar ve Nesnelerin İnterneti bireye dokunan en önemli ipuçlarına örnektir.



## 1. ÜÇ BOYUTLU (3D) YAZICILAR

3 Boyutlu veya 3D yazıcı; digital 3 boyutlu bilgisayar verisini (üç boyutlu CAD çizim), elle tutulabilecek gerçek nesnelere dönüştüren bir makinedir. Elektronik parçalar ve motorlar dışında neredeyse bütün mekanik parçalar 3D yazıcı tarafından basılabilmektedir. Değişik türlerde ve tekniklerde baskı yapabilen 3D yazıcılar vardır. En yaygın kullanıma sahip olan üç boyutlu yazıcıların çalışma prensibi bilgisayar ortamında hazırlanmış herhangi bir 3D nesnenin sanal olarak katmanlara bölünmesine ve her bir katmanının eritilen hammadde dökülerek üst üste gelecek şekilde basılmasına dayanmaktadır. Dünya genelinde her sene yüzde 25–30 oranında büyüyen 3D yazıcı sektörü halihazırda 4 milyar dolarlık bir market hacmine sahiptir.

3D yazıcı teknolojisi aslında yeni bir teknoloji olmayıp, ilk uygulaması 1984 yılına dayanmaktadır. Ancak geçtiğimiz 20 yılda bu yöntem hızlı prototipleme alanının dışında çok fazla ilgi görmemiştir. 2006'da başlayan Reprap projesi ile çok daha geniş kitlelere ulaşmıştır. Birçok gelecek bilimciye göre **3D baskı** ile insanoğlu, “yenilikçilik” konusunda bir çağ atlamış durumdadır. 3D yazıcılar ile birlikte hiçbir şey eskisi gibi olmayacaktır. Buna küçük bir örnek ise 3D yazıcılarla birlikte stok yapmanın da ortadan kalkacağıdır. Çünkü; tüm üretim bilgileri bilgisayar ortamına yükleneceği için istendiği zaman istendiği kadar ürün üretilmesi daha kısa sürede sağlanabilecektir. Kullanılmadan stoklanan yedek parçalarla, stoklama bedelleri sorun olmaktan çıkarken, verimlilik artacak ve israf da önlenmiş olacaktır.

### **3D Yazıcılar Nasıl Çalışır?**

**Modelleme:** Üretilen ürünün 3 boyutlu tasarım programları (CAD) ya da 3 boyutlu tarama sistemleri ile bilgisayar verisi oluşturulmaktadır. Oluşturulan model genellikle STL dosya formatına çevrilerek 3D baskı sürecine geçirilmektedir.

**3D Baskı:** 3D baskı işleminde obje, katmanlar halinde üst üste serilerek oluşturulmaktadır. Günümüz teknolojisinde bu katmanlar plastik ergitme, lazer sinterleme, sterolitografi gibi farklı yöntemler ile gerçekleştirilebilmektedir. Makinenin bu katmanlar sırasındaki takım yolunu takip etmesi için STL dosyası, hazırlanmış model dilimleme yazılımı ile katmanlara ayrılmaktadır.

**Yüzey İyileştirme:** 3D yazıcı ile gerçekleştirilen objeler geleneksel teknolojiler ile karşılaştırıldığında boyutsal açıdan daha hatalı olabilmektedir. Bu nedenle kritik objelerde son bir yüzey temizleme, iyileştirme ve son ölçüye getirme işlemi uygulanabilmektedir.

### **3D Yazıcıların Teknolojileri**

3D yazıcılar birçok farklı teknolojileri kullanarak üretim yapabilmektedir. Günümüzde en popüler yöntem FDM (Fused Deposition Modelling) yani birleştirmeli yığma teknolojisidir. Bu yöntemde ısı ile şekillendirilebilen termoplastik polimer malzemeler (PLA, ABS) kullanılmaktadır. Plastik malzemeler grubunda en yüksek malzeme mukavemetine bu teknoloji ile ulaşılmaktadır.

3D yazıcı teknolojilerinin tamamı katmanları üst üste yığma prensibi ile çalışmaktadır. Ancak katmanları nasıl oluşturdukları oldukça farklılaşabilmektedir. Katman yığma teknikleri günümüzde geçerli olan birçok farklı teknolojiden faydalanabilmektedir. Örneğin lazerler, elektron ışın kaynakları, UV kürlleme vb... FDM'den sonra en sık kullanılan ikinci yöntem SLS-selective laser sintering- yani seçici lazer sinterlemedir. Sinterleme, genellikle toz metalurjisinde kullanılan ve toz metallerin ısı ve basınç altında katı cisimlere dönüştürülmesi ile ilgili bir teknolojidir. Lazer ışını, lazer tarayıcı denen bir parça vasıtası ile insan gözünün algılamakta güçlük çekebileceği hızlarda, katmanlar oluşturabilmektedir. Bu teknolojide kullanılan lazer gücüne bağlı olarak metal, plastik ve seramik olmak üzere neredeyse birçok farklı malzeme ve malzeme kombinasyonu kullanılabilir.

### **3D Yazıcılar ile Neler Yapılabilir?**

3D yazıcı teknolojiler ile birçok farklı malzeme ve yöntem kombinasyonları kullanarak oldukça geniş bir alana hitap edilebilir. Genetikten bilişim teknolojilerine, tıptan sanayiye, şehir planlamadan gıdaya ve kuyumculuğa kadar tüm hayatımızı değiştirmeye aday 3D yazıcılarda modellemeye bağlı olarak baskı süresi de uzayıp kısalabilmektedir. 3D yazıcılardan; Biyo-organik maddeler ile yapay damardan, böbreğe kadar gerekli insan dokuları ve canlı hücrelere sahip insan kulağından oyuncağa, müzik aletlerinden, İngiliz anahtarına kadar neredeyse her şey üretilebilmektedir. Geliştirilecek dev yazıcılar ile çok katlı binaların yapılması dahi olasılıklar dahilindedir.





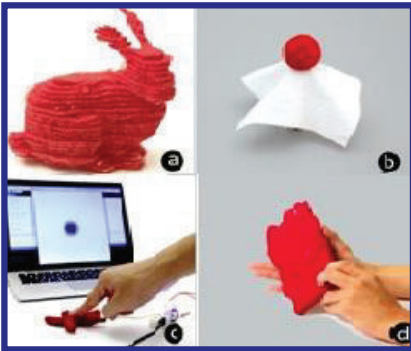
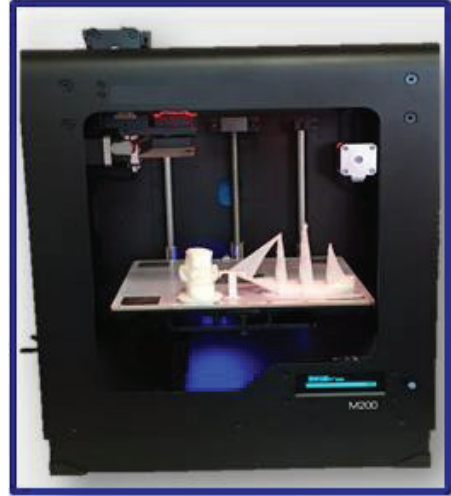
Üretim maliyetlerini büyük oranda düşüren bu cihazlar, gelişmekte olan ülkeler için de üretim ve inovasyon konusunda çığır açacaktır. Üretim teknolojisinde devrim yaratacak nitelikte değişiklikler ve yenilikler getiren "3D yazıcılar" ile yaratıcı fikirler ve tasarımlar gerçek modellere, son ürünlere, parçalara ve prototiplere hızlı bir şekilde dönüşebilecektir.

Tasarımın sanal ortamda oluşturulması çeşitli CAD (Computer aided design-Bilgisayar destekli tasarım) programları vasıtasıyla sağlanabilirken, 3D tarayıcılar ile mevcut bir objenin dizaynı sanal ortama taranarak aktarılabilir. Günümüzde 3D yazıcılarla hareket edebilen, sınırsız renk seçenekleriyle birlikte işler haldeki prototipler de üretilmektedir.

Business News Daily'nin haberine göre, 3D yazıcı endüstrisi 2012 ve 2017 yılları arasındaki ortalama yüzde 14 büyüme projeksiyonuyla 2020 yılına kadar 5,2 milyar dolara ulaşacaktır.

#### **Dört Boyutlu (4D) Yazıcılar**

Bilim dünyasında durmaksızın sürdürülen çalışmaların, yakın bir gelecekte üretimde 4D yazıcıların kullanılmasını sağlayacağı öngörülmektedir. 4D yazıcıdan çıkan ürünlerin farkı, üç boyutlu olmalarıyla birlikte içinde buldukları çevre şartlarına göre kendiliğinden şekil değiştirebilme özellikleri olacaktır.



Düz bir metal parçanın su altına yerleştirildiğinde kendiliğinden boru şeklini alması, yağmurlu ve güneşli hava ayırımı algılayıp kendiliğinden bota ve sandalete dönüşebilen ayakkabı gibi örnekler, 4D yazıcıların hayatımıza getireceği yenilikleri temsil etmektedir.

## 2. NESNELERİN İNTERNETİ

Nesnelerin interneti, insanların gündelik hayatına nerdeyse tamamen hakim olduğundan, geniş ve kapsayıcı bir kavram haline gelmiştir. Ancak, gündelik hayatta kullanılan internet ile iş dünyasında kullanılan internet, farklı yönler taşımaktadır.

Bu farklılığa dikkat çeken önemli isimlerden biri olan Moor Insights&Strategy firması başkanı ve analisti Patrik Moorhead tarafından, “Endüstriyel Nesnelerin İnterneti” ve “İnsansal Nesnelerin İnterneti” biçiminde iki farklı tanımlama yapılmıştır.

Nesnelerin interneti; dijital ağa ve internete sahip olan nesnelerin, sanal bir kimlik kazanması yoluyla, çevreleriyle fiziksel ve sosyal bağlamda iletişim halinde olmalarıdır. Bir diğer tanım ise, nesnelerin, interneti aracı olarak kullanmaları vasıtasıyla birbirleriyle iletişim içerisinde olmaları ve işleri kendileri yönetmeleri şeklindedir.



Nesnelerin internetinin aktif ve detaylı biçimde kullanıldığı bir fabrikada, şu avantajların yer alması beklenmektedir:

### **a. Üretim ve üretim süreci yönetimi pratikleşecektir:**

Fabrikadaki farklı birim yöneticileri, hangi konumda olurlarsa olsunlar, akıllı telefonları ve tabletleri aracılığıyla üretim sürecini anlık olarak tamamen yönetebileceklerdir. Üretim sürecinde istenmeyen herhangi bir gelişme yaşandığı anda, üst yönetici tarafından, yine telefon veya tablet aracılığıyla üretim hemen durdurulabilecektir.

Daha gelişmiş bir nesnelerin interneti sisteminin kullanıldığı bir fabrikada ise, üretim süreci makine ve robotlar tarafından yönetilecek, bir terslik söz konusu olduğunda süreç makineler veya robotlar tarafından otomatik olarak durdurulacaktır.

### **b. Tedarik zinciri daha akıllı hale gelecektir:**

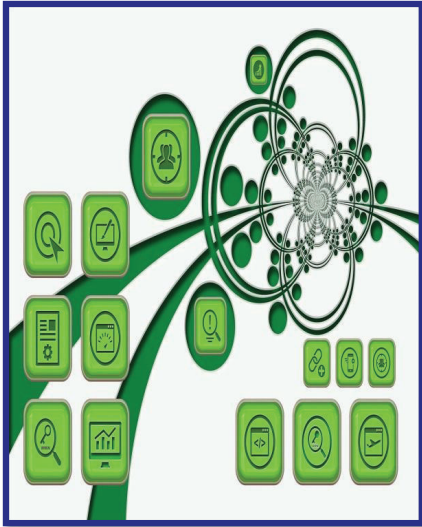
Nesnelerin internetinin ürünlere sağlayacağı kolaylıklar kapsamında, tedarik zinciri de daha akıllı hale dönüşecektir. Üzerlerine yerleştirilecek sensörler ve akıllı etiketler, tedarik zinciri boyunca ürünlerin kendini yönetmesini sağlayacaktır. Bu aynı zamanda, ürünlerin ne kadarının tüketicilere ulaştığı konusunda da, fabrika yönetimine anlık bilgi verilmesini sağlayacak; satış ve stok yönetiminin pratikleşmesi anlamında çeşitli avantajlar sunacaktır.



### **c. Enerji ve altyapı maliyetleri azalacaktır:**

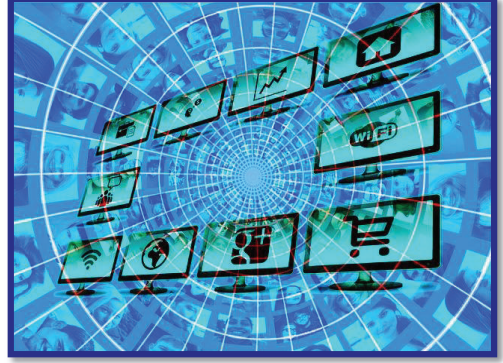
Enerji maliyetleri, bir fabrikadaki giderlerin başını çekmektedir. Zira, fabrikalarda başarılı bir üretim süreci yönetimi, yüksek enerji giderlerine katlanmayı da zorunlu kılmaktadır.

Nesnelerin interneti, makineler ve robotlar aracılığıyla enerjinin tüketimini daha az gerekli kılacağından, enerji maliyetlerinde de verimlilik sağlanacaktır. Makinelerin üzerinde yer alacak olan akıllı ölçüm cihazları ve sensörler, nerede ne kadar enerji kullanılması gerektiğini ölçerek, optimum enerji düzeyini belirleyecek ve gereksiz enerji kullanımını da engelleyecektir.



#### d. Daha az insan kaynağına ihtiyaç duyulacaktır:

Makinelerin ve robotların üretim sürecini yönettiği bir fabrikada, insan kaynağına duyulan gereksinim de azalacaktır. Bu bağlamda, kas ve beden gücüne dayalı insan kaynağı yerine akıl ve bilgi gücünü kullanabilen insan kaynağı istihdam edilecektir.

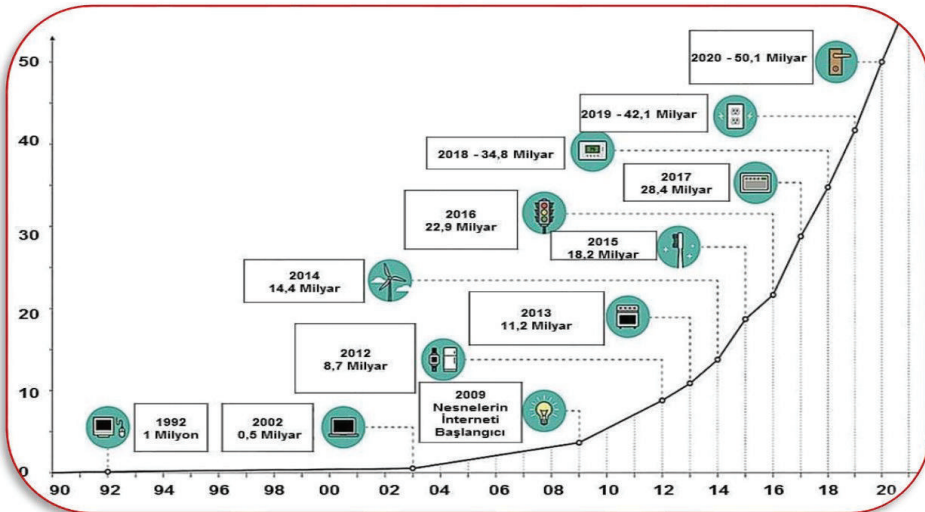


#### e. Gelir ve kar düzeyinde artış sağlanacaktır:

Nesnelerin interneti, aynı zamanda gelir ve kar artışını da beraberinde getirecektir. Üretim sürecinin daha verimli bir biçimde yönetilmesi, maliyetlerde ve giderlerde azalma sağlarken, gelirleri de artıracaktır.



#### Nesnelerin İnternetinin Yıllar İtibariyle Gelişimi





### 3. AKILLI FABRİKALAR

1950'li yıllarda başlayan ve sadece 50 yılda yüzyıllardır kaydedilmemiş ölçüde ilerleme kaydeden dijitalleşme, insanlığı akıllı yaşam kavramıyla tanıştırmıştır. Zira, geçmişte tamamen beden gücüyle yürütülen gündelik yaşamın işlerinin tamamı, günümüzde artık makineler ve internet ağları ile gerçekleştirilebilmektedir.

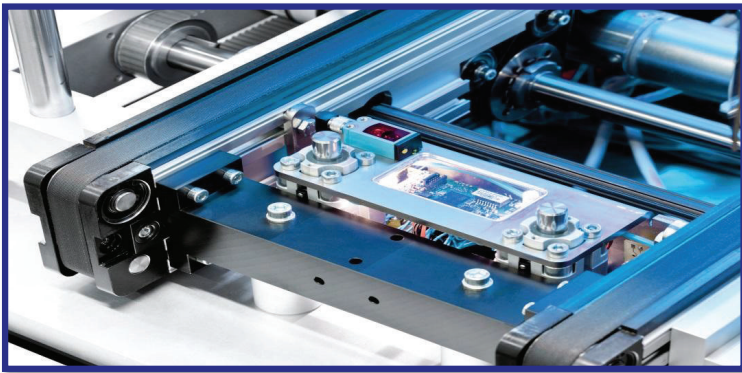


Konu, sanayi bağlamında ele alındığında, gündelik hayata benzer doğrultuda, makinelerin, robotların ve internet ağlarının üretim süreçlerine nerdeyse tamamen hakim olduğu gözlenmektedir. Bu da iş dünyasını, akıllı üretim süreçlerinin kullanıldığı akıllı fabrikalarla ve bu fabrikalardan çıkan akıllı ürünlerle tanıştırmıştır.

Akıllı üretim, gelişmiş yazılım ve bilgisayar programlarının, makinelere entegre edilmesi sonucu ortaya çıkmıştır.

Sanayi 4.0'ın birincil gereği ve en somut göstergesi olan akıllı fabrikaların özellikleri şu şekildedir:

- Akıllı fabrikalar, karmaşık üretim süreçlerini hızlı ve sorunsuz bir şekilde yönetmek konusunda oldukça başarılıdırlar.
- Akıllı fabrikalardan çıkan ürünler daha sorunsuz ve daha uzun ömürlü olmaktadır.
- Akıllı bir fabrikada insanlar, makineler ve üretim kaynakları birbirleriyle derin bir etkileşim içindedirler.



<b>BUGÜNÜN FABRİKALARI</b>	<b>GELECEĞİN AKILLI FABRİKALARI</b>
<p><b>1.</b> Makinelerin önceden yapılandırılmaya ihtiyacı vardır ve her kullanım ve değişiklikte ayarlanması ve değiştirilmesi gerekmektedir. Bunlar birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadırlar.</p>	<p><b>1.</b> Makineler diğer makinelerle iletişim kurarak ayarların yanı sıra güvenlik mekanizmaları etrafında akıllıca çalışmaktadır.</p>
<p><b>2.</b> Süreç izleme oldukça zordur. Her bir kişi, ancak kendi verimlilikleri oranında ve tek bir problem odaklı çalışmaktadır.</p>	<p><b>2.</b> Süreç izleme neden sonuç ilişkisi içinde kapsamlı olarak gerçekleştirilmektedir. Böylece makineler üretimi durdurma yeteneğine sahip olarak sorunları düzeltmek için sinyal vermektedir.</p>
<p><b>3.</b> Ürün özelleştirme çalışmaları; zaman, maliyet ve kaynak gibi faktörler bağlamında oldukça zahmetlidir. Sıradan ürünlerin üretimi kolay yapılırken, özel ürünlerin üretiminde gecikmeler olmaktadır.</p>	<p><b>3.</b> Ürün özelleştirme çalışmaları; lojistik, güvenlik, güvenilirlik, zaman maliyetleri ve sürdürülebilirlik faktörleri yoluyla en ideal sistem ve akıllı derleme yoluyla elde edilmektedir.</p>
<p><b>4.</b> Envanter, süreçteki değişimi dikkate almak amacıyla stoklanmaktadır.</p>	<p><b>4.</b> Makineler kendi üretim kaynaklarını planlayabilmektedirler. Böylece yalın bir üretim şekli ve tam zamanında üretim gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.</p>
<p><b>5.</b> Makineler, insanın fiziksel yapısı ve işgücü temelinde sınırlıdır.</p>	<p><b>5.</b> Makineler çevresindeki insanlara duyarlıdır ve çevresindeki insanlara uyum sağlayacak biçimde çalışmaktadırlar.</p>

## 4. SİBER-FİZİKSEL SİSTEMLER

1950'li yıllarda ilk örnekleri ortaya çıkmaya başlayan bilgisayarlar, günümüzde ceplerimize sığabilecek kadar pratikleşmiştir. Her geçen gün daha da akıllı hale gelmeye devam eden bilgisayarların, saniye başına hesaplama hızları ve güçleri de aynı doğrultuda yükselmektedir.

Bilgisayarların bu hızlı ilerleyişi, üretim süreçleri ve ürünlerle olan etkileşimlerini de artırmıştır. Sadece 20 yıl önce gerçekleştirilmesi imkansız olarak değerlendirilen işler, bugün makinelere bilgisayarların entegre edilmesi sonucu mümkün kılınmıştır.

Ulusal Bilim Kurumu (The National Science Foundation), siber-fiziksel sistemleri şu şekilde tanımlamaktadır:

Siber-fiziksel sistemler; gözlemlene, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerindeki temel prensiplerin, hesaplama ve iletişim bileşkesinden oluşan karma teknoloji tarafından yönetildiği sistemlerdir. Söz konusu karma teknoloji daha açık bir ifadeyle, fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirme yoluyla çok daha akıllı hale getirmektedir. Bu bağlamda, süreç bir bütün halinde siber-fiziksel sistemler olarak anılmaktadır.

Günümüzde, siber dünya ile makineler arasındaki bu bütünleşme bizi aynı zamanda nano-teknoloji ile de tanıştırmıştır.



## 5. BÜYÜK VERİ

Teknolojinin çığır açıcı düzeyde ilerlemesi ile birlikte internetin ve sosyal medya araçlarının gündelik hayata hakim olması sayesinde, bilgiye erişim büyük ölçüde kolaylaşmıştır.

Bilgiye erişimin ve bilgi paylaşımının bu ölçüde yaygınlaşması, yararsız ve yanlış bilgi sorununu da aynı ölçüde artırmıştır. Bu yüzden tüm bu bilgi yığını, bilgi çöplüğü olarak nitelendirilmeye başlanmıştır. Zira bu verinin saklanması ve raporlama sistemlerinde yararlı yönde kullanılması imkansız olarak değerlendirilmiştir. Ancak, gelişen bilim teknolojisi bilgi çöplüğü olarak nitelendirilen bu engin alandan, yararlı bilgilerin de ayıklanabilmesine olanak tanımıştır. Daha açık bir ifadeyle, çok fazla bilginin bulunduğu bu ortamdan gerçek ve güvenilir olanların ayıklanıp, saklanması mümkün olmuştur ki; bu da bizi, “Büyük Veri” kavramına götürmektedir.

Bu bağlamda büyük veri; “toplumsal medya paylaşımları, ağ günlükleri, blog, fotoğraf, video, log dosyaları vb. gibi değişik kaynaklardan toparlanan tüm verinin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş biçimi” olarak tanımlanmaktadır. Büyük veri; web sunucularının logları, internet istatistikleri, sosyal medya yayınları, bloglar, mikrobloglar, iklim algılayıcıları ve benzer sensörlerden gelen bilgiler, GSM operatörlerinden elde edilen arama kayıtları gibi büyük sayıda bilgidir.

Büyük veri; doğru analiz metotları ile yorumlandığında şirketlerin stratejik kararlarını doğru bir biçimde almalarına, risklerini daha iyi yönetmelerine ve inovasyon yapmalarına imkan sağladığından firmalar için büyük önem taşımaktadır. Doğru stratejilerin ancak doğru bilgilerden yola çıkarak üretilebileceği dikkate alındığında, Büyük Veri'nin Sanayi 4.0 için önemi de kavranmaktadır. Özellikle Sanayi 4.0'ın yüksek rekabet ortamında, firmaların bir adım öne geçebilmek için fark yaratmak zorunda olmaları, en ufak bir bilginin bile büyük önem taşıdığını ve büyük veri aracılığıyla doğru bilgilere hakim olmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Büyük Veriyle ilgili dünyadaki tüm şirketlerin; kısa zamanda verimi artıracak, maliyetleri düşürecek ve müşterilere daha iyi ulaşmayı sağlayacak şekilde bir analiz yapmaları gerekmektedir. McKinsey firması tarafından 2011'de hazırlanan rapor; büyük verinin sadece firmalar açısından değil ulusal ekonomiler üzerinde ve kamu sektöründe de önemli rol oynayacağını ortaya koymaktadır. Örneğin, Büyük Veri kullanımı sayesinde ABD'de sağlık harcamalarının yüzde 8 oranında azaltılabileceği ya da ortalama bir perakende firmasının faaliyet kar marjını yüzde 60 oranında artırabileceği tahmin edilmektedir.

## 6. OTONOM ROBOTLAR

Robot, genel olarak “önceden programlanmış görevleri yerine getirebilen elektro-mekanik cihaz” olarak tanımlanmaktadır. Robotlar doğrudan bir operatörün kontrolünde çalışabildikleri gibi, bir bilgisayar programı aracılığıyla bağımsız olarak da çalışabilmektedirler.

Günümüzde robotların en büyük kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Özellikle otomotiv endüstrisinde çok sayıda robot kullanılmaktadır.

Robot teknolojisi modern literatürde, “Robotik” veya “Mekatronik” olarak isimlendirilmektedir.

Mekatronik, “mekanik” ve “elektronik” kelimelerinin birleştirilmesinden oluşmuştur ve ilk kez Japonya’da kullanılmıştır. Makine, elektronik, yazılım ve kontrol mühendisliğine dayanan, çok kontrollü bir mühendislik dalıdır.



## 7. SİMÜLASYON



Simülasyon, “Teknik anlamda gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda simülasyon, sistem nesnelere arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir.

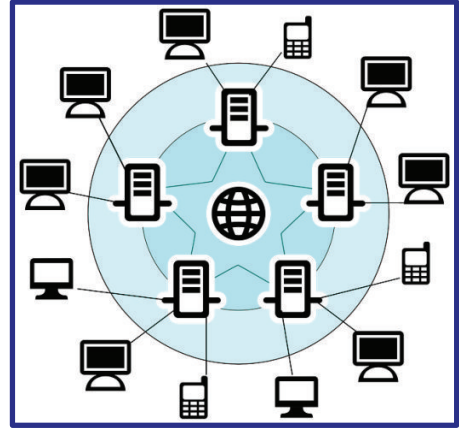
Peşi sıra gelişen ilk üç sanayi devrimi boyunca fabrikalara ve iş dünyasına giren buhar, elektrik, bilişim güçlerinden sonra artık simülasyon teknolojileri de fabrikalara girmektedir.

## 8. SİSTEM ENTEGRASYONU

Sistem Entegrasyonu, birden fazla sistemin bir araya getirilerek tek bir sistem olarak çalışmalarını sağlamaktadır. Sistem entegratörler bilgisayar ağları, kurumsal uygulama entegrasyonu, iş süreç yönetimi veya programlama gibi çeşitli teknikleri kullanarak ayırık sistemleri bir araya getirirler.

Sistemlerin işlevselliğini arttırabilmek için birçok alt sistemin birbiri ile entegre olması gerekmektedir.

Sistem entegrasyonu bu yüzden mevcut birçok sistemin birbirleri ile entegrasyonunu içerir. Bugünün dünyasında, sistem entegrasyonunda mühendislerinin rolü daha da önemli hale gelmektedir. Sistemler artık tasarlanırken, kendi içlerinde çalışıp diğer sistemlerle de entegre olacak şekilde geliştirilmektedir.



## 9. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality), gerçek dünyadaki çevrenin ve içindekilerin bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen canlı, doğrudan veya dolaylı fiziksel görünümüdür.

Bu kavram kısaca gerçekliğin bilgisayar tarafından değiştirilmesi ve artırılmasıdır. Kullanıcı, gelişen artırılmış gerçeklik teknolojisinin de yardımıyla etrafındaki bilgi ile etkileşime girebilir. Bahsi geçen sayısal bilgi işlenmeye elverişlidir. Bulunulan çevreyle ilgili yapay bilgi ve öğeler gerçek dünyayla bağdaşabilir.



## 10. BULUT BİLİŞİM SİSTEMİ

Bulut bilişim (*Cloud computing*) veya işlevsel anlamıyla çevrim içi bilgi dağıtımı; bilişim aygıtları arasında ortak bilgi paylaşımını sağlayan hizmetlere verilen genel isimdir. Bulut bilişim bu yönüyle bir ürün değil, hizmettir. Temel kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımı sağlanarak, mevcut bilişim hizmetinin; bilgisayarlar ve diğer aygıtlardan elektrik dağıtıcılarına benzer bir biçimde bilişim ağı (tipik olarak internetten) üzerinden kullanılmasıdır.

Bilgisayar kuramcıları tarafından internetin geleceğinin bulut bilişimden geçtiği iddia edilmektedir. Buna göre gelecekte, bilgisayar hard disklerinin yerine *çevrim içi bulutların* kullanılacağı öngörüsü hakimdir. Bu bilişim aygıtlarında herhangi bir altyapı hazırlamadan, tamamen çevrim içi ağ vasıtasıyla işlevsel uygulamalara ulaşmak anlamına gelmektedir. Bu sektörün gelişmesiyle, özellikle bilişim teknolojisi tüketen toplumlarda birçok bilgi dağıtımı sağlayan firmanın önemli bir konuma geleceği, hatta sektördeki rekabetin hukuksal sorunlara neden olabileceği tartışılmaktadır. Çünkü tüm bilgi-işlem uygulamalarının çevrim içi altyapıya kaydırılmasına giden yol; kişisel bilgilere istenilmeyen erişimleri doğurabilme tehlikesini taşımaktadır.

Sahip olunan tüm uygulama, program ve verilerin sanal bir sunucuda yani bulutta depolanması ve internete bağlı olduğunda herhangi bir ortamda cihazlar aracılığıyla bu bilgilere, verilere, programlara kolayca ulaşım sağlanabildiği hizmetler bütününe **Bulut Bilişim** veya **Bulut Teknolojisi (Cloud Computing)** denmektedir.

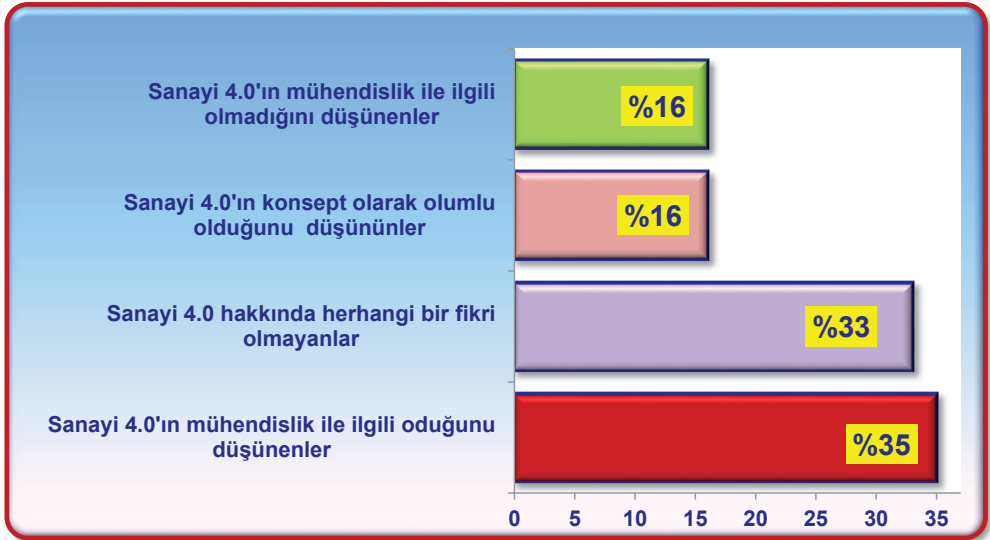


## BÖLÜM 3: SANAYİ 4.0'IN GETİRDİKLERİ VE FAYDALARI

Önceki bölümlerde Sanayi 4.0'ın ortaya çıkışına ve Sanayi 4.0 ile ilgili kavramlara yer verilmiştir. Ancak konunun asıl önemli noktası, Sanayi 4.0'ın firmalara nasıl bir değişim getireceğidir. Zira, Sanayi 4.0'ın getirdiği yenilikleri ve teknolojik ilerlemeleri firmalara uygulamak söz konusu değişimleri incelemekten ve her bir firmanın bu değişimlerin tam olarak neresinde olduğunu analiz etmesinden geçmektedir.

Konu son derece önemli olmasına rağmen, hala azımsanamayacak ölçüde bilinmemesi, Sanayi 4.0 hakkında daha çok bilgi sahibi olunmasını gerekli kılmaktadır. Örneğin; 2014 yılında Almanya'da makine üreticileri arasında yapılan bir pazar araştırmasında, yüzde 16'lık bir kesim Sanayi 4.0 hakkında bir fikri olmadığını, yüzde 35'lik bir kesim ise Sanayi 4.0'ın mühendislikle alakalı olduğunu belirtmiştir.

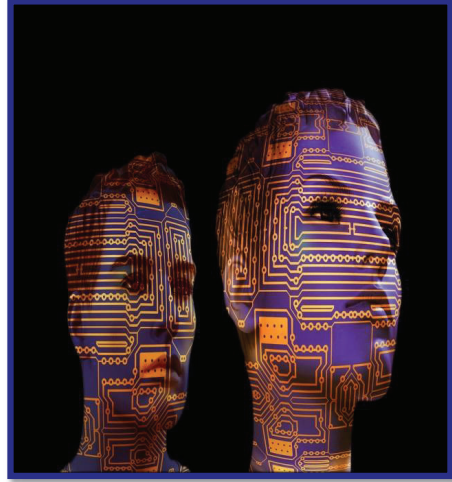
### 2017 yılına kadar Sanayi 4.0'dan neler bekleniyor?





## Sanayi 4.0 ile ortaya çıkan değişimleri ise genel olarak şu şekilde ifade edebiliriz:

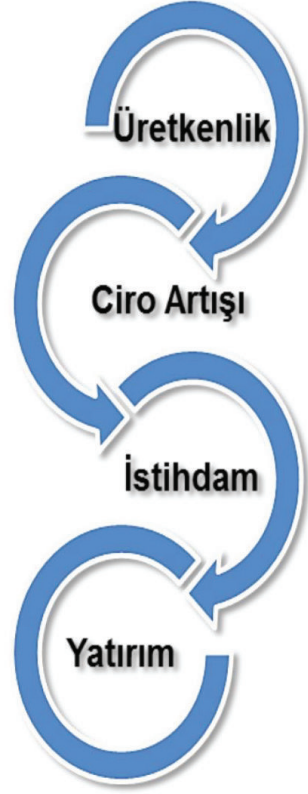
- Nesnelerin interneti ve siber - fiziksel sistemler ile daha karmaşık ve akıllı ürünler üretilebilmektedir.
- Seri üretimden-müşteri ihtiyaçlarına göre özel üretime geçilmektedir.
- Üretim tesisleri ile ürünlerin gerçek zamanlı olarak veri ve bilgi alışverişine başlanmaktadır.
- Ürün tasarımı, geliştirilmesi ve üretimi için gerekli veri ve bilgi miktarı çok büyük hacimlere ulaşmaktadır.
- Hammadde ve kaynak tüketimi en aza indirgenirken, verimlilik artmakta ve yeşil enerji dönemine geçilmektedir.
- Kendi kendini organize eden üretim yöntemleri sayesinde üretim için gerekli kaynaklara (enerji, insan, makine vb.) olan ihtiyaç azalmakta, robotlar üretim süreçlerini yönetir hale gelmektedir.
- Robotların yaygınlaşması işgücüne duyulan gereksinimi azalttığından, yeni istihdam politikaları geliştirilmektedir.
- Ürün-yaşam döngü süresi kısılırken, üretimdeki hata payı minimuma inmektedir.
- İş sağlığı ve güvenliği, robotlarla daha iyi sağlanmaktadır.
- Robotlar üretim süreçlerini hızlandırdığından, çalışma saatleri çok daha esnek hale gelmektedir.
- 3D yazıcılarla, dünyanın her noktasında her türlü hammadde, ara mamul ve nihai ürün üretilebilmektedir.
- Sanayi 4.0'a uyum sağlayan firmaların küresel pazarda payı büyümekte, üretim sanal dünya ile daha iç içe geçmeye başlamaktadır.



## Sanayi 4.0'ın Dört Ana Faydası

Tüm bu anlatılanlar ışığında; üretim sektörünün verimlilik artışında ve ekonomik büyümede önemli bir katalizör olacağı öngörülen Sanayi 4.0'ın faydaları, dört ana başlıkta şu biçimde özetlenebilir:

- 1. Üretkenlik:** Önümüzdeki 5-10 yıl içinde pek çok şirket Sanayi 4.0'a uyum sağlayacak ve hammadde hariç üretim maliyetleri yüzde 15-25 arasında iyileşecektir. Bu iyileşmenin, sadece Almanya'da üretim sektörüne 90-150 milyar Euro'luk etki yapacağı öngörülmektedir. Hammadde maliyetleri dahil edildiğinde, toplam üretkenlik kazanımlarının yüzde 5 ile 8'e ulaşacağı belirtilmektedir.
- 2. Ciro artışı:** Sanayi 4.0 sayesinde üreticilerin gelişmiş ekipman ve yeni veri uygulama isteği, müşterilerin kişiselleştirilmiş ürünlere yönelik gittikçe artan talebiyle paralel olarak artacaktır. Almanya örneğinde bu gelişmenin GSYH'nın yüzde 1 artmasını sağlayarak yıllık 30 milyar dolar civarında büyüme getirmesi beklenmektedir.
- 3. İstihdam:** İstihdam ile ilgili birçok karşıt görüşe rağmen, Sanayi 4.0 sayesinde üretim sektöründe yüzde 6-10'luk istihdam artışı beklenmektedir. Yeni işgücüne talep en fazla mekanik-mühendislik sektöründe hissedilecektir. Öte yandan düşük kalifiye işgücüne yönelik istihdam olanakları azalırken, farklı yetkinliklere sahip elemanlara olan talep ise artacaktır.
- 4. Yatırım:** Üretim süreçlerini 'Sanayi 4.0'a adapte edebilmek için üreticilerin cirolarının yüzde 1 ile 1,5'ini yatırıma ayırması öngörülmektedir. Bu rakamın Almanya örneğinde, önümüzdeki 10 yıl için 250 milyar Euro olması beklenmektedir.



Sanayi 4.0'ın bir firma özelindeki faydaları genel olarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir:



Sanayi 4.0 oldukça kapsamlı bir değişim ve dönüşüm sürecini içermektedir. Bunca kapsamlı bir değişim ise bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorluklar özetle şu şekilde ifade edilebilir:

- Yeni sanayi devrimine doğru yürüyüşü hızlandırmak için yeterli beceri ve bilgi eksikliği bulunmaktadır. Siemens, Bosch gibi büyük Alman firmaları yılların verdiği tecrübe ile bu süreçte başı çeken isim konumundadırlar. Sahip oldukları bilgileri en yeni teknolojiyle donatarak Sanayi 4.0 çağına en hızlı ayak uyduran isimlerden olacaklardır.
- Sanayi 4.0 demek, iş gücü talebinin azalması demektir. Bu nedenle, kurumlardaki departmanlarda fazla işgücü tehdit oluşturmaktadır.
- Üçüncü sanayi devriminin ritmine ayak uyduran firmalarda, Sanayi 4.0 için genel bir isteksizlik havası bulunmaktadır.

## BÖLÜM 4: SANAYİ 4.0'IN SEKTÖRLERE ETKİSİ

Sanayi 4.0'ın farklı sektörler üzerinde, farklı etkileri bulunmaktadır. Ancak genel olarak; yüksek teknolojiye odaklanan ve yüksek katma değer yaratan sektörlerin, Sanayi 4.0'a daha hızlı uyum sağladıkları ve Sanayi 4.0'ın rehberliğini üstlendikleri gözlemlenmektedir.

Sanayi 4.0'ın getirdiği yeniliklerle birlikte, ilgili sektörlerin 2025 yılına kadar yüksek büyüme oranları sergilemesi beklenmektedir. Söz konusu muhtemel gelişmeler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

### Küresel Ölçekte Sanayi 4.0'ın Sektörlere Etkisi

SEKTÖRLER	Gayri Safi Katma Değer (Milyar Euro)		Değişim (%)	
	2013	2025	2013-2025 (%)	Yıllık Ort. %
<b>Kimya Sanayi</b>	40,1	52,1	30	2,2
<b>Motorlu Araçlar ve Otomotiv Parçaları</b>	74,0	88,8	20	1,5
<b>Makine</b>	76,8	99,8	30	2,2
<b>Elektrikli Araçlar</b>	40,7	52,4	29	2,2
<b>Tarım ve Ormancılık</b>	18,6	21,3	15	1,2
<b>Bilgi ve İletişim Teknolojileri</b>	93,7	107,7	15	1,2

#### a. İmalat Sektörü

Sanayi 4.0 ile kaydedilen gelişmeler, imalat süreçlerini çoğunlukla dijitalleştirme yönünde olmak üzere yeniden inşa etmiştir. Bu bağlamda, Sanayi 4.0'ın imalat süreçlerinde ortaya çıkardığı değişimler, genel olarak, "dijital üretim" adı altında anılmaktadır. Bu bağlamda dijital üretim, dijital teknolojilerle yürütülen üretim süreçlerini ifade etmektedir.

Dijital bir üretim sürecinde ön plana çıkan yenilikler ise şu biçimdedir:

**Sensörler:** İmalat sürecinin her evresinde sensörler kullanılmaya başlanacaktır. Sensörler, hem hammadde hakkında detaylı bilgi aktarabilecek, hem de geri bildirim sağlayabilir nitelikte olacaktır.

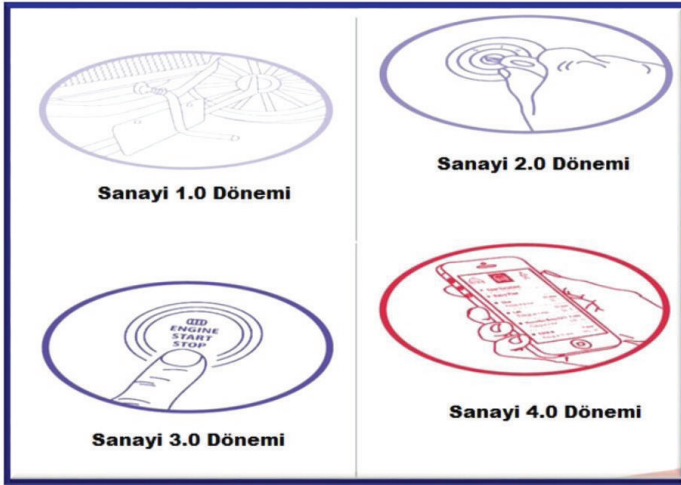
**Endüstriyel kontrol sistemleri:** Süreç kontrol mekanizmaları, çok daha karmaşık yapıları çözebilir ve olası sorunlara anında müdahale edebilir nitelikte olacaktır.

**Radyo-frekans teknolojileri:** Radyo dalgaları aracılığıyla bilgi taşımaya mümkün kılan teknolojiler, günümüzde kablosuz ağ teknolojisine kadar erişmiş olup, üretim sürecinde çok daha hızlı ve pratik bilgi aktarımına yarayacaktır.

## b. Otomotiv Sektörü

Sanayi 4.0'ın kendini en somut biçimde gösterdiği sektörlerin başında otomotiv gelmektedir. Zira otomotiv, hane halkının artan talebi karşısında, ileri teknolojik gelişmeleri durmaksızın uygulayan ve daha da geliştiren sektörlerdendir.

Durumu bir örnekle açıklamak gerekirse, ilk sanayi devriminde ancak buhar gücüyle çalıştırılabilen ve ancak sınırlı düzeyde bir hızla ulaşım sağlayabilen otomobiller, günümüzde akıllı telefonlarla çalıştırılabilir ve çok yüksek hızlara erişebilir hale gelmiştir. Sensörler yardımıyla arabanın kendi kendine park edebilme özelliği de, otomotiv sektöründe gelişen teknolojinin bir uzantısıdır. Gelecek dönemlerde ise insansız, otomatik sürüş gerçekleştirebilen otomobillerin tüketicilerin hizmetine sunulması öngörülmektedir.



### c. Tekstil Sektörü

Sanayi 4.0; tekstil sektörünün esnek, hızlı ve daha çok ürün elde edilmesini sağlayan üretim süreçlerine kavuşmasını sağlamaktadır. Zira nesnelerin interneti, tekstil makinelerinin ileri teknolojiyle kendi aralarında bilgi akışı gerçekleştirmesini mümkün kılmıştır. Siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti ile donatılmış olan söz konusu yeni tekstil türüne, "Akıllı Tekstil" adı verilmektedir.

Akıllı tekstiller, teknik tekstiller içerisinde katma değeri en yüksek ve en ileri teknoloji kullanılan alanlardandır. Özellikle tıbbi, askeri, teknik alanlarda kullanılmakta olup, günümüzde önemli bir kısmı prototip aşamasındadır. A.B.D., Almanya, Japonya akıllı tekstilde ilk akla gelen ülkelerdir.

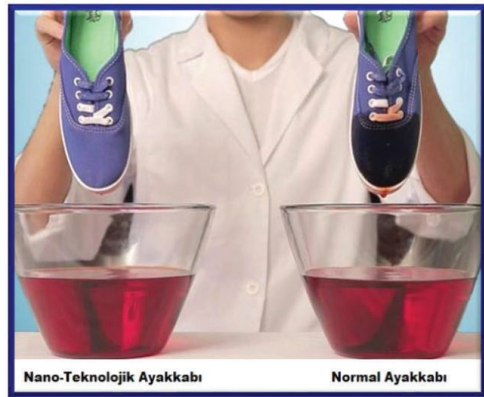
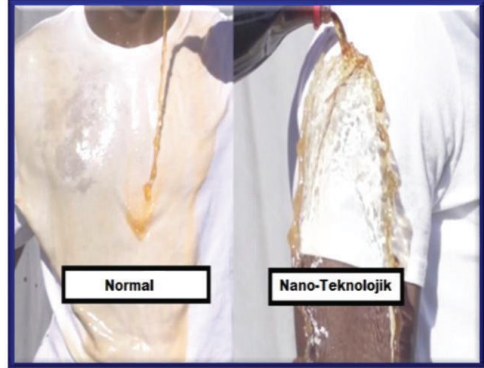
Bunun dışında, uyumak üzere olan sürücülerini uyandıran araba koltukları, kalp atışlarını dinleyen yatak çarşafı, oda sıcaklığına göre renk değiştiren dokumalar, gibi ürünler giyim dışında kullanılan akıllı tekstillere örnek gösterilebilir.

#### Akıllı Tekstil ile;

**Dokuma tezgahları;** sensörler yardımıyla üretim yönetimini kendileri yönetir hale gelmişlerdir.

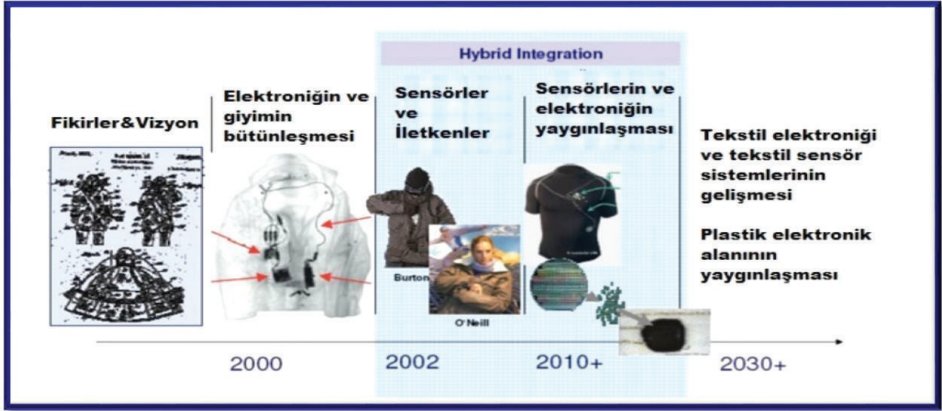
**İşleme ve desen teknolojileri;** çok boyutlu hale gelmiştir. 3 boyutlu desen ve dokuma işlemleri, akıllı tekstilin bu anlamdaki en belirgin örneğidir.

**Örme teknolojisi;** insan bedeninin farklı özelliklerine göre kendilerini yenileyebilen giyim eşyaları elde edilebilmektedir. Örneğin; insan vücut ısısının değişimine göre kıyafet katmanının hava alma özelliğinin artması veya azalması, bunun belirgin bir örneğidir. Sanayi 4.0 yolunda önemli bir adım olan nano teknoloji özellikle leke tutmayan kıyafet ürünlerinde kendini göstermektedir.



Özetle, nano-teknolojik tekstilin bazı genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Leke tutmama
- Kendi-kendini temizleme
- Kırışmama
- Antibakteriyel yapı
- Su geçirmezlik
- Zararlı UV ışınlarını bertaraf etme
- Renk değiştirebilme

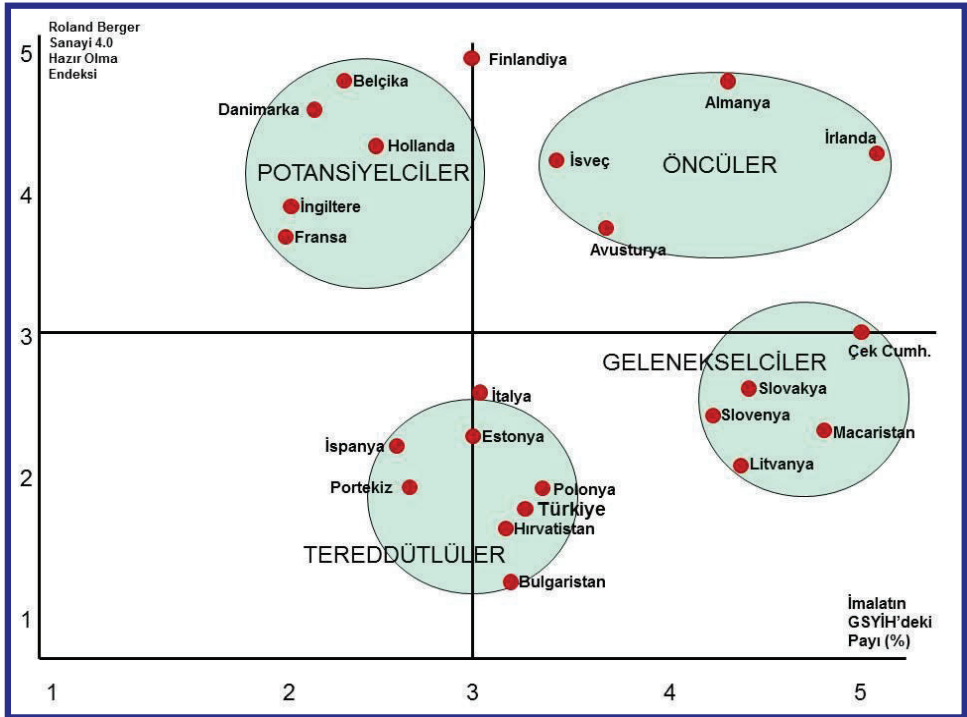


## BÖLÜM 5: SANAYİ 4.0'I UYGULAYAN FİRMA ÖRNEKLERİ

Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, Sanayi 4.0'ın ortaya çıkışı, Almanya'da dünyanın önde gelen çeşitli firmalarının Ar-Ge araştırmaları ve bu araştırmalar sonucunda geliştirdikleri yeni teknolojiler sonucunda olmuştur. Almanya hükümetinin, Sanayi 4.0'ın teorik düzeyde detaylıca ele alınmasına yönelik, firmaları ve konuyla ilgili uzmanları desteklemesi ile konu derinlik kazanarak dünya genelinde yaygınlaşmıştır.

Sanayi 4.0, günümüzde farklı kesimlerce giderek daha çok tanınmakta ve firmalar bu sürecin içerisinde yer almak için daha çok çaba göstermektedirler. Sürecin temelleri Almanya'da atılmış olup, ilk olarak Avrupa'da yaygınlık göstermiştir. Ancak süreç kısa süre içerisinde ABD ve Japonya'da da kendine yaygınlık sahası bulmuştur. ABD'de konunun araştırılmasına ve geliştirilmesine yönelik, "Akıllı Üretim Teknikleri Liderlik Koalisyonu" kurulmuş olması da önemlidir.

Aşağıdaki grafik farklı AB ülkelerinin Sanayi 4.0 yolunda hangi konumda olduklarını göstermesi bakımından dikkat çekicidir:



Kaynak: Industry 4.0, Think Act



ABD’de her geçen gün, nesnelerin interneti ile donatılmış akıllı şehir uygulamalarına geçişte yeni bir örneğe rastlanmaktadır. Güncel olarak New York’ta çöp kutularının, kablosuz internet (Wi-Fi) iletim noktası biçiminde tasarlanmaya başlanması, nesnelerin internetinin yaygınlaşma derecesini ortaya koyması bağlamında güzel bir örnektir. Proje kapsamında her bir çöp kutusunun, saniyede 50-75 megabit hızında internet erişimi sağlayacağı hesaplanmaktadır.



Bu bağlantı hızı ile internet kullanıcıları bir HD filmi 9 dakikada indirebilecek, 200 fotoğrafı 30 saniyede yükleyebileceklerdir. Böylece, kablosuz internet erişimi her bir sokağa kadar yaygınlaşmış olmaktadır.

New York Belediyesi ile çöpçülük uzmanı Bigbelly firması işbirliğiyle ortaya çıkan çöp kutuları hali hazırda “akıllı” nitelikte sayılabilecek bazı ek vasıflara da sahiptir. Güneş paneli takılı olan çöp kutuları buradan ürettiği elektrikle, kutunun içindeki bir düzenek iletimiyle çöprü sıkıştırarak, atık suyunu kanalizasyona yollamaktadır. Ayrıca çöp kutusu, nesnelerin internet donanımı sayesinde dolmaya ve kokmaya başladığında merkeze bildirimde bulunmaktadır. Gelen bildirimlere göre çöpçüler hangi çöp kutusunu önce boşaltmaları gerektiğini bir listeye göre izlemektedirler.

Bununla birlikte, her yıl düzenli olarak gerçekleştirilen en inovatif şirketler çalışması da Sanayi 4.0'ı birebir takip eden, izledikleri yenilikçi politikalarla Sanayi 4.0'a yol veren şirketler hakkında genel olarak bilgi edinmemizi sağlamaktadır:

### En İnovatif Şirketler (2014)

1	Apple	11	HP	21	Volkswagen	31	Procter&Gamble	41	Fast Retailing
2	Google	12	General Electric	22	3M	32	Fiat	42	Wal-Mart
3	Samsung	13	Intel	23	Lenovo Group	33	Airbus	43	Tata Group
4	Microsoft	14	Cisco	24	Nike	34	Boeing	44	Nestle
5	IBM	15	Siemens	25	Daimler	35	Xiaomi Technology	45	Bayer
6	Amazon	16	Coca-Cola	26	General Motors	36	Yahoo	46	Starbucks
7	Tesla Motors	17	LG	27	Shell	37	Hitachi	47	Tencent Holdings
8	Toyota	18	BMW	28	Audi	38	McDonald's	48	BASF
9	Facebook	19	Ford Motor	29	Philips	39	Oracle	49	Unilever
10	Sony	20	Dell	30	Softbank	40	Salesforce	50	Huawei

Kaynak: BCG

Bu genel bilgilerin ardından izleyen sayfada, Sanayi 4.0'ın gerek teorik, gerekse pratik yönden ortaya çıkmasını sağlayan ve teknolojik ilerlemelerin yürütücülüğünü üstlenen firmalar ve çalışmalar özelindeki kısa değerlendirmeler uygulama açısından fikir verecektir.

## Bosch

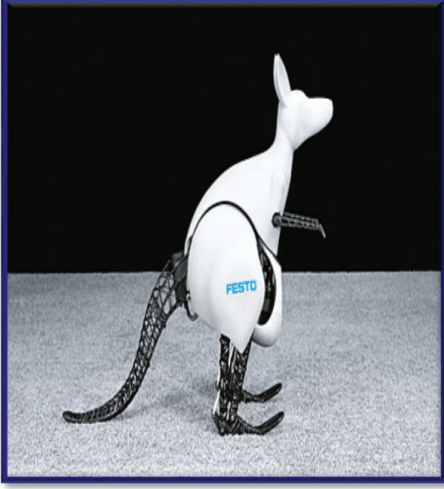
Almanya'nın ve dünyanın en köklü firmalarından biri olan Bosch, 2012 yılında, Sanayi 4.0'ın üretim ve lojistik yapısını nasıl etkileyeceği yönünde araştırma yapma ve strateji geliştirmeye yönelik bir araştırma grubu oluşturmuştur. Ayrıca Almanya Hükümeti'nce talep edilen Sanayi 4.0 hakkında rapor hazırlanmasına yönelik sürece de Bosch'un liderlik etmesi, Bosch'u Sanayi 4.0 ile bütünleştirmektedir. Ancak çalışma grubu, konuyla ilgili araştırmalarını sadece Bosch düzeyinde sürdürmekle kalmayıp, Sanayi 4.0'un Almanya genelinde nasıl geliştirilebileceği ve uygulanabileceği konusunda da çalışmaktadırlar. Bosch, çalışmaları kapsamında 2013 yılında 1 milyonu aşkın sensörü üretim süreçlerine dahil etmiştir. Bosch'un Sanayi 4.0 kapsamındaki uygulamaları;

- *Akıllı ev ve ofis araçları*
  - *İleri endüstriyel yapılar*
  - *Lojistik ve akıllı sistemler*
- şeklinde gruplandırılmaktadır.



Konu, Bosch'un nesnelerin interneti teknolojisini referans alarak geliştirdiği yeni sistemleri göstererek örneklendirilebilir. Ev ve ofislerin daha güvenli, pratik ve ergonomik olmalarını sağlamaktadır. Bir örnekle açıklamak gerekirse, ev veya ofis içine yerleştirilmiş sensörler internete bağlanarak, hava durumu tahminleri konusunda bilgi edinmekte, yağmur söz konusuysa pencereleri otomatik olarak kapatmaktadırlar.

Bununla birlikte bir kişi, akıllı telefonu aracılığıyla, evinde veya ofisinde bulunmasa dahi, pencerelerin kapatılması, ısıtıcıların çalıştırılması, yemeğin pişirilmesi gibi gündelik hayatın gerektirdiği işlevleri uzaktan yerine getirebilmektedir.



## Festo

Sanayi 4.0'ün temel uygulayıcılarından biri olan Festo, farklı sektörlerde, Sanayi 4.0'a uygun ürünlerin üretimine yönelmiştir.

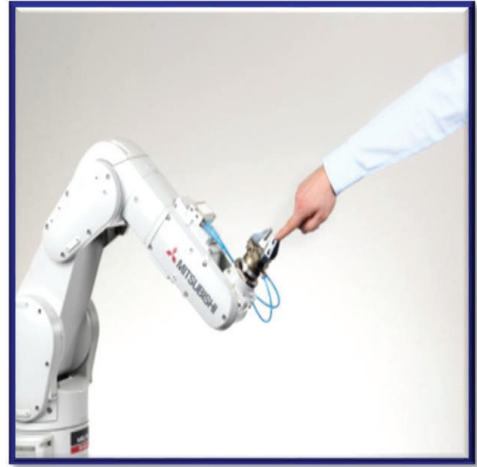
Festo, Sanayi 4.0 ve inovasyon ile ilgili uygulamalarını, “Sürdürülebilir İnovasyon Yönetimi” yaklaşımıyla sürdürmektedir. Dünya genelindeki 20 farklı teknoloji- mühendislik merkezinde üretilen yıllık ortalama 100 yeni ürün bu durumun açık bir göstergesidir.

Festo'nun özellikle robot teknolojisini geliştirme bağlamında, insanlar ve diğer canlı türlerindeki biyonomik-hareketlerle özdeş hareket edebilen makineler geliştirme yönündeki çalışmaları dikkat çekicidir. Festo, bu konudaki çalışmalarını üniversiteler, Ar-Ge Merkezleri ve otomasyon teknolojisi geliştirme odaklı firmalarla yürütmektedir.

## Mitsubishi

Mitsubishi, Sanayi 4.0 kapsamında, makineden makineye (M2M) platformu oluşturmuş olup, bu platform bağlamında farklı makineler arasında bağlantı ve nesnelerin interneti üzerinde çalışmaktadır. Özellikle bu platform kapsamında, CNC ve robot teknolojilerinin birleştirilmesi dikkat çekicidir. Bu bütünleşik teknoloji sayesinde, ultra modern olarak nitelendirilen akıllı ürünler elde edilebilmektedir.

Bu bağlamda, elde edilen ürünler özellikle endüstriyel robotlar üzerine yoğunlaşmaktadır.



## Siemens

Siemens, Sanayi 4.0 kavramı ortaya çıktıktan sonra bu konudaki gelişmeleri yakından izlediğini ve müşterilerinin kaydedilen ilerlemelere birebir uyum sağlamaları yönünde çalışmalar gerçekleştireceğini açıklamıştır. Bu bağlamda Siemens, öncelikle “dijital-akıllı fabrika” yapılanmasını ön plana çıkarmaya başlamış ve bu konuda ödül kazanmıştır.

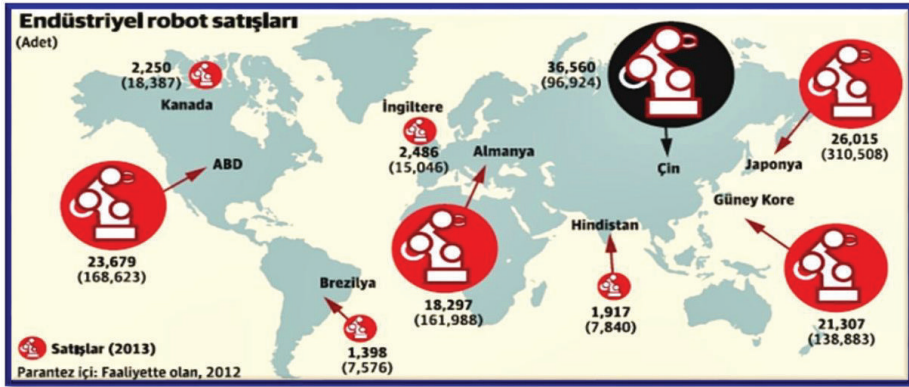
Siemens, Sanayi 4.0'ın temeli olan nesnelerin interneti konusuna, dijitalleşme çalışmaları adı altında yaklaşmakta ve çalışmalarını “yeni nesil üretim, yeni nesil-altyapı ve siber-güvenlik” başlıkları altında gruplandırmaktadır.

Yeni nesil üretim çalışmaları, akıllı fabrikalarda otomasyon haline getirilmiş üretim süreçlerinde hatasız ve akıllı ürünler elde etme üzerine sürdürülmektedir.



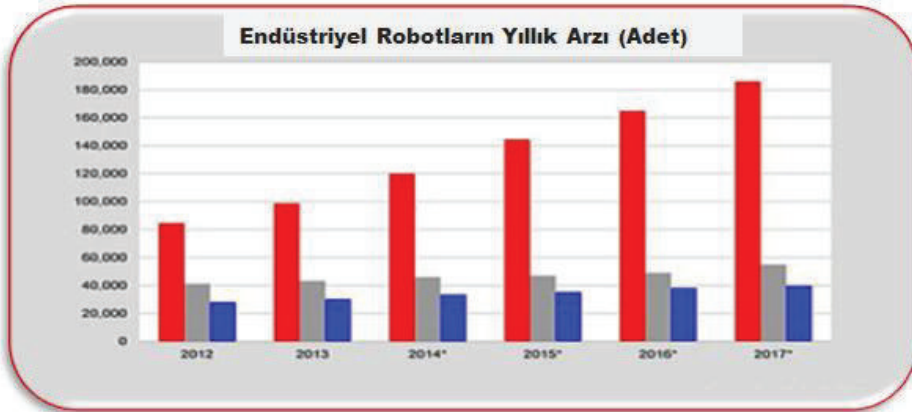
## BÖLÜM 6: ROBOT TEKNOLOJİSİ VE İŞGÜCÜ PİYASASINA ETKİLERİ

**G**elişen makine ve robot teknolojisi, iş dünyasını ve gündelik hayatı büyük ölçüde pratikleştirmesiyle, son 50 yılın en dikkat çekici ve en çok tartışılan konularından biri haline gelmiştir. Konu özellikle, geçmiş yüzyıllarda gerçekleştirilmesi imkansız olarak görülen pek çok işlevi kolaylıkla yerine getirebilir nitelikte olduğundan avantajlarıyla ön plana çıkmaktadır. Özellikle iş dünyasında ve fabrikalarda endüstriyel robotların getirdiği avantajlar, bu alandaki makineleşmenin yaygınlığını hızla artırmaktadır.



ABD merkezli, “Uluslararası Robotik Federasyonu” tarafından endüstriyel robotlara talebin geçmiş yıllar itibariyle hızla arttığı ve artmaya da devam edeceği açıklanmıştır. Bu durum, Sanayi 4.0’ın yaygınlaştığını gösteren en önemli göstergelerdendir.

Endüstriyel robotların yıllık arzına baktığımızda; özellikle üretimin batıdan doğuya kaydığı bir süreçte Asya’daki yükseliş dikkat çekicidir:



Kaynak: World Robotics: \* 2014-2017 arası tahmindir.

Robot teknolojisinde Çin her ne kadar en hızlı büyüyen robot pazarı olarak bilinse de, faaliyet gösteren endüstriyel robot sayısında Japonya önde görünmektedir. 2012 rakamlarına göre; Japonya'da robot sayısı 310 bin iken, Çin'de 96 bin ve ABD'de 168 bin robot tespit edilmiştir.

Endüstriyel üretim dışındaki en büyük robot pazarı olan savunma ve tarımdan sonra en çok gelecek vaat eden pazarlar olarak sağlık-bakım görülmektedir. Bu alanda kullanılmak üzere tasarlanan robotların fiyatı ise oldukça yüksektir.

### **İşgücü Piyasası Değerlendirilmesi**

Küresel istihdam sorununun her geçen gün arttığı bir dönemde; robotların bu derece yaygınlık kazanması, işgücüne duyulan ihtiyacın niceliksel olarak azalması başta olmak üzere, istihdam yapısını tamamen yeni bir niteliğe kavuşturmuştur. Robotların işgücü ve istihdam yapısına etkileri, “teknolojik işsizlik” başlığı altında incelenmeye başlanmıştır.



Bu bağlamda; teknolojik işsizlik, genel olarak teknolojik gelişmeler sebebiyle ortaya çıkan iş ve meslek kaybını ifade etmektedir. Ancak teknolojik işsizlik konusundaki yaklaşımlar tartışmalıdır. Özellikle konu, kısa ve uzun vadedeki etkilerine göre değerlendirilmekte olup, olumlu veya olumsuz yönde görüş belirten veya robotları tamamen bir lütf olarak gören farklı fikirler vardır.

Konuyu olumlu yönde değerlendirenler, teknolojik gelişmelerin kısa vadede işgücü yapısını değiştireceğini ve kısmen işsizliğe sebep olabileceğini ancak, uzun vadede işgücünü nitelik ve nicelik yönünden artıracığını öne sürmektedirler. Bu yaklaşıma göre, geçmişte beden gücü önemliken, her geçen gün akıl gücü daha önemli hale gelmektedir.

Akıl gücüne duyulan gereksinim, eğitim düzeyini ve niteliğini de artırmaktadır. Böylece, uzun vadede yüksek düzeyde ve nitelikli eğitim almış bireyler istihdam edilmekte, istihdam yapısı daha kalifiye hale gelmektedir.

Buna karşın, konuyu olumsuz yönde değerlendiren uzmanlar; mevcut sistemde, herkesin eşit düzeyde ve aynı nitelikte eğitim almasının mümkün olmadığından, artan nüfusun da etkisiyle işsizliğin hızla yükseleceğini, bunun da ciddi sosyal sorunlara yol açacağını belirtmektedirler.

Konu, ister olumlu ister olumsuz ele alınsın, robotların iş dünyasının kaçınılmaz birer parçası haline geldikleri bir gerçektir ve bu insanlarla robotların birlikte hareket etmelerini, bir arada uyum içerisinde yönetilmelerini zorunlu kılmaktadır.

Pew Araştırma Merkezi'nin Ağustos 2014 tarihli araştırması "2025'te Sayısal Hayat: Yapay zekâ, robotlar ve işlerin geleceği" adlı anket çalışmasına katılan 1.896 teknoloji yetkilisi ve analistin yüzde 48'i robotların mavi ve beyaz yakalı istihdamını yerinden edeceği konusunda hemfikirdir. Bu yorumu yapan yetkililere göre, bu da gelir dağılımında eşitsizliği artıracak, sosyal düzende bozulmayı beraberinde getirecektir.

Kalan yüzde 52'sine göre ise; teknoloji 2025 yılında, yarattığından daha fazla iş kaybına yol açmayacaktır. Bu yanıtı veren uzmanlar, bugün insanların yaptığı birçok işi robotların veya sayısal yapıların üstleneceği gerçeğini yadsımamaktadır. Ancak bu kesim, insanların yeni istihdam alanları ve sektörler yaratmak konusundaki becerisine güvendiklerinin de altını çizmektedir. Ayrıca, teknolojinin daima yeni istihdam olanakları yarattığına da vurgu yapılmaktadır.



İşgücü piyasası açısından temel nokta; bireylerin üretim ve teknolojiadaki değişimlere nasıl ayak uydurduğudur. Teknolojinin uzağındaki bir bakış açısı, kişileri işgücü piyasasından uzaklaştırırken, robotları tercih noktasına taşıyabilir. Bir satranç oyunu misali, doğru hamleler yapıldığında kazanan insan olacaktır.

O nedenle de tavsiye edilen durum, şirketlerin yaratıcı dâhileri işe almaları ve bunları o işlerinde tutmalarıdır.

Diğer önemli bir husus ise, robotların karar verirken düşünemedikleri, iyiyi, kötüyü ayırt edemedikleri için herhangi bir güvenlik sorunu yaşatma ihtimallerinin olmasıdır. Çünkü geçmiş yıllarda da tecrübe edildiği gibi insanlarla birlikte fabrikalarda çalışan robotların insanlara zarar verebildiği görülmüştür. Güvenliği eksik programlanmış robotlar, insanlığın da korkulu rüyası olmaktadır. Bu eksiklik; etik kurallara göre geliştirilecek robotlarla giderilebilecek ve robotik biliminde de farklı boyut getirecektir. Henüz test sürüşleri aşamasında olan sürücüsüz arabalar, bu eksikliğin ne kadar giderildiğine dair de önemli işaretler verecektir.



## İnsanlar ve Robotlar Nasıl Birlikte Yönetilebilirler?

İnsanlık, kaçınılmaz biçimde diğer tüm canlı varlıklar gibi robotların varlığına da alışmak zorundadır. Zira robotlar ve makineler, birer araç olmaktan ziyade artık giderek kendi kendilerini yönetebilen birer varlık haline gelmektedirler.

Her geçen gün otomasyon artacak olsa da, insana ihtiyaç her zaman olacaktır. Robotun programlanmasından, bakımına kadar olan süreçte yine insan başrolde dir.

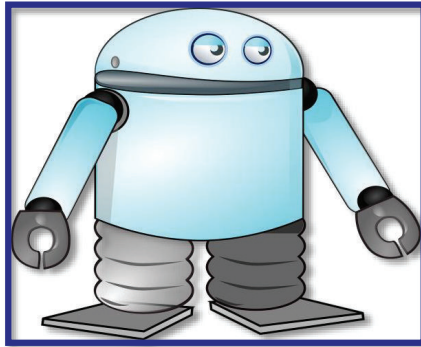
Çünkü, robot endeksli bir sistemde bile lider yaratıcı insanlar olmazsa olmazdır. Gelecek dünyasında özellikle; yaratıcı ve liderlik özelliği gelişmiş beyaz yakalılar bir adım önde olacaktır.

Robotların en yaygın kullanım alanı olan fabrikalar ise, bu değişime kendilerini çok daha verimli biçimde hazırlamalıdır. Zira Sanayi 4.0'ın bir gereği olarak, fabrikalarda yer alan robotlar, tek görevi insanlara yardım etmek olan birer araç olmaktan ziyade, birer çalışan ve çalışan ekiplerin de aktif birer üyesi haline gelmektedirler. Bunun için de, insanların ve robotların en proaktif biçimde birbirleriyle uyum içerisinde çalışmalarını sağlamak, büyük önem taşımaktadır.

Bu noktada, nesnelerin internetini aktif biçimde kullanan bir fabrikada, genel olarak; robotlar, insanlar için beden gücü gerektiren ağır işleri yüklenirlerken, insanlar ise bilişimsel ve yönetsel işlere odaklanacaklardır.

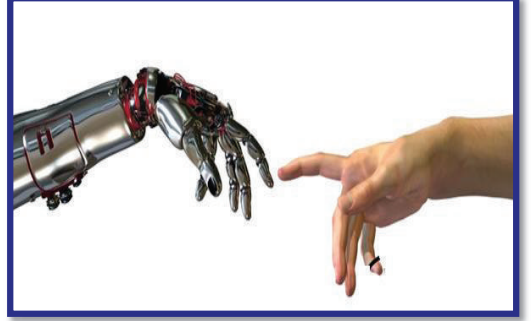
Bununla birlikte robotların; inşaat işçiliği, maden çıkartma, gemi inşası ve tuvalet/lağım temizleme gibi işçi sağlığına zararlı olan hatta onları öldürebilen işleri yapmak için kullanılma ihtimali oldukça yüksektir.

Ayrıca, örneğin garsonluk yapan, ofislerde yerleri silen ve çöpçülük yapan robotlar insanoğluna hizmet etmekle de programlanabilecektir.



Otomobil üreticisi Ford Motor Company'nin kurucusu olan Henry Ford ile sendika başkanı Walter Reuther'in arasında geçen bir diyalogda: Ford'un, yeni robotları işaret ederek, "Bu robotlardan nasıl sendikalı işçi elde edeceksiniz?" sorusuna Reuther, "Peki siz bu robotların arabalarınızı almasını nasıl sağlayacaksınız?" şeklinde cevap vermiştir.

Gelecekte, daha aktif karma grupların gelişmesiyle birlikte, insanlar ve robotlar birbirlerinden karşılıklı olarak destek alacaklardır. Düşünüldüğünde robotlar, insanların zorunlu çalışma saatlerini kısaltırken, böylelikle onların kişisel ve mesleki gelişmelerine daha fazla zaman ayırmalarını da sağlayacaktır.

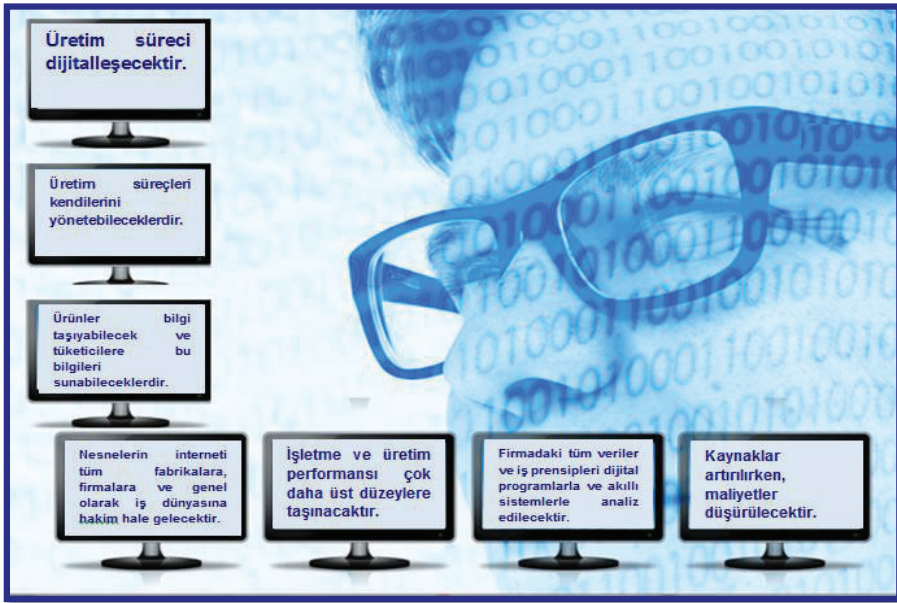


Sonuç olarak; robotlarla-insanların etkileşimlerinin bu derece yoğun olduğu bir ortamda, insanlar ve robotlar arasındaki iletişimin sağlıklı biçimde yönetilebilmesi, ancak etkin bir yönetim stratejisinin uygulanabilmesine bağlıdır.

## BÖLÜM 7: FİRMALAR SANAYİ 4.0'A UYUM SAĞLAMAK İÇİN NE YAPMALIDIR?

**B**uraya kadar olan bölümlerde Sanayi 4.0'ın ortaya çıkış sebepleri, gelişimi, günümüzde geldiği nokta ve iş dünyası ile gündelik hayata getirdiği yenilikler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

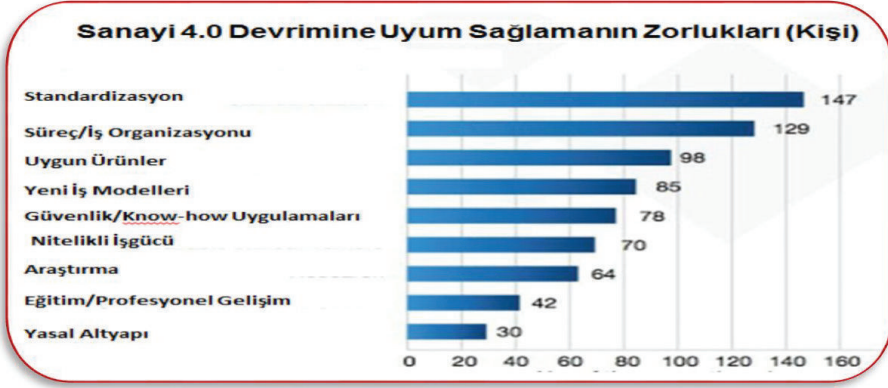
Söz konusu bilgiler; Sanayi 4.0 ile çığır açıcı gelişmeler yaşandığını, ayrıca teknolojinin durmaksızın ilerlemeye de devam ettiğini ve bu ilerleyişin gerisinde kalan firmaların yok olmaya mahkum olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Özetle Sanayi 4.0'le birlikte şekildeki gelişmelerle karşılaşılacaktır:



Tüm bu gelişmeler bizi, firmalarımızın Sanayi 4.0'a ne ölçüde hazır oldukları ve bu yeni sürece tam olarak adapte olabilmeleri için ne yapmaları gerektiği konusunda yüzleştirmektedir. Bu bağlamda, firmalarımızın gerek Sanayi 4.0'ın getirdiği yeniliklerle tam olarak bütünlük sağlamaları, gerekse teknolojiyi sadece izler değil yönetir bir konuma erişebilmeleri için adım atmaları faydalarına olacaktır.

2011 yılında, Alman Hükümeti'ne sunulan raporda, Sanayi 4.0'ın hayata geçirilebilmesi için aşağıdaki önerilerde bulunulurken, yapılan anket çalışmasında da verilen cevaplara göre, öne çıkan başlıklar grafikte yer almaktadır.

- **Firmalar arası standardizasyon:** Firmaların, teknolojik gelişmeleri birebir uygulayabilmeleri için belirli standartlara erişmiş olmaları ve diğer firmaların gerisinde kalmamaları gerekmektedir.
- **Karmaşık sistemlerin yönetilmesi:** Fabrikaların akıllı hale gelmesi, üretim süreçlerinin kendilerini yönetebilir hale dönüşmesi ve robotların yaygınlaşması, firma içi sistemleri eski dönemlere göre çok daha karmaşık hale getirmektedir. Bu bağlamda, yönetim prensipleri de bu karmaşık sistemleri yönetebilir nitelikte olmalıdır.
- **Gelişmiş bir altyapı:** Kapsamlı, güvenilir ve yüksek kaliteli bir güvenlik, telekomünikasyon ve iletişim ağı geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da, gelişmiş bir dijital altyapı geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.
- **Açık vermeyen bir güvenlik sistemi:** Üretimin akıllı hale gelmesi ve dijital hayatın bu derece yaygınlaşması, güvenlik sistemlerinin de çok daha ileri boyutlara taşınmasını gerekli kılmaktadır. Zira nesnelere arası internet ağının yaygınlaşması, siber-saldırı olasılığını da artırmaktadır. Ayrıca Sanayi 4.0 ile birlikte gelen yeni üretim tekniklerinin sadece kendi dijital yapısına değil insanlara ve çevreye olan olumsuz taraflarının da bertaraf edilmesi yönünde de güvenlik önem kazanmaktadır.
- **İş organizasyonu ve tasarımı:** Sanayi 4.0 ile birlikte, akıllı yapıya dönüşen firma ve fabrikalarda, iş akış şemaları ve tasarımları da değişmektedir. Özellikle robotların yaygınlaşması, sadece birer makine olarak değil, birer çalışan olarak ele alınmalarını ve insanlarla birlikte uyum içinde yönetilmelerini zorunlu kılmaktadır.
- **Düzenli eğitim ve profesyonellik:** Sanayi 4.0, firmalar için eğitim ve teknik bilgi düzeyinin çok daha yüksek düzeylerde olmasını gerektirmektedir. Bu anlamda özellikle, mesleki ve teknik eğitim önem kazanmaktadır.
- **Yasal düzenleme:** İş dünyasının dijitalleşmesi ve makinelerin adeta birer çalışan haline gelmesi, firmalara ilişkin yasal düzenlemelerin de kapsamlı bir biçimde yeniden ele alınmasını ve düzenlenmesini gerektirmektedir.
- **Kaynak etkinliği:** Sanayi 4.0, hammadde ve kaynakların, akıllı sistemlere uygun biçimde, çok daha etkin düzeyde yönetilmelerini sağlamaktadır.



Söz konusu maddelerdeki açıklamaları dikkate alarak, firmaların ve ülkelerin Sanayi 4.0 ile bütünleşebilmeleri için öncelikle şu adımların atılması gerektiğini ifade edebiliriz:

### 1 Üreticilerin öncelikleri belirlemesi ve işgücünün niteliğini artırmaları:

- > Gelişimin ve değişimin temel noktaları belirlenmelidir.
- > Değişimin işgücüne uzun vadedeki etkisi ortaya konmalıdır.

### 2 Üreticilerin teknoloji düzeylerini dengelemeleri:

- > Yeni taleplere yönelik yeni iş modelleri tanımlanmalıdır.
- > Analitik araçlara yönelik yeni teknolojiler geliştirilmelidir.
- > Dijital dünyaya uygun yeni işbirlikleri sağlanmalıdır.
- > Standartlar belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

### 3 Alt yapı sistemleri ve eğitim uyumunun sağlanması:

- > Teknolojik altyapı olanakları güçlendirilmelidir.
- > Bilişim teknolojilerini, inovasyonu ve girişimciliği güçlendirmeye yönelik eğitim programları ve üniversite bölümleri oluşturulmalıdır.

## BÖLÜM 8: SANAYİ 4.0 YOLUNDA TÜRKİYE

Türkiye, dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasındaki yerini son dörtte kalarak korusa da; küresel rekabetten, inovasyona, iş kolaylığından, eğitimin niteliğine kadar birçok uluslararası sıralamada kendine yakışmayan bir tablo sergilemektedir.

Yüksek orta gelirli ekonomiler arasında yer alan Türkiye’de imalat sanayi, düşük ve orta düşük teknoloji grubunda yoğunlaşmıştır. Oysa ki; orta gelir tuzağında bulunan Türkiye’nin yüksek gelirli ekonomiler arasına girebilmesi için,

Türkiye’nin sanayi üretimindeki ve ihracatındaki teknoloji kullanma yoğunluğu da, yüksek katma değerli ürünleri artırmasının gerekliliğini göstermektedir.

**Zira 2023 hedeflerimiz olan;** 2 trilyon dolar milli gelir, 500 milyar dolar ihracat ve 25 bin dolar kişi başı gelire ulaşabilmenin yolu da buradan geçmektedir. Bunun için de hazırlanan stratejik belgelerin hayata geçirilmesi ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Baktığımızda;

Türkiye 2003-2014 yılları arasında düşük ve orta düşük teknoloji ürünlerde 90 milyar dolar dış ticaret fazlası verirken, yüksek ve orta yüksek teknoloji alanlarda 438 milyar dolar dış ticaret açığı vermiştir. 2014 yılı ihracatı 158 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir.

Yüksek ve orta-yüksek teknoloji aleyhine oluşan bu durum neden teknoloji seviyesinin artırılması gerektiğinin cevabıdır.

Teknoloji seviyesi arttıkça gelir artmakta, ücretler artmakta refah artmakta bu da tasarrufların artmasına yardımcı olmaktadır. 2014 yılında ihracatın teknoloji düzeyine göre dağılımında yüzde 35,8 düşük teknoloji ürünler ilk sırada yer almaktadır.

yüksek teknoloji üretime hızla geçiş yapması kaçınılmazdır.

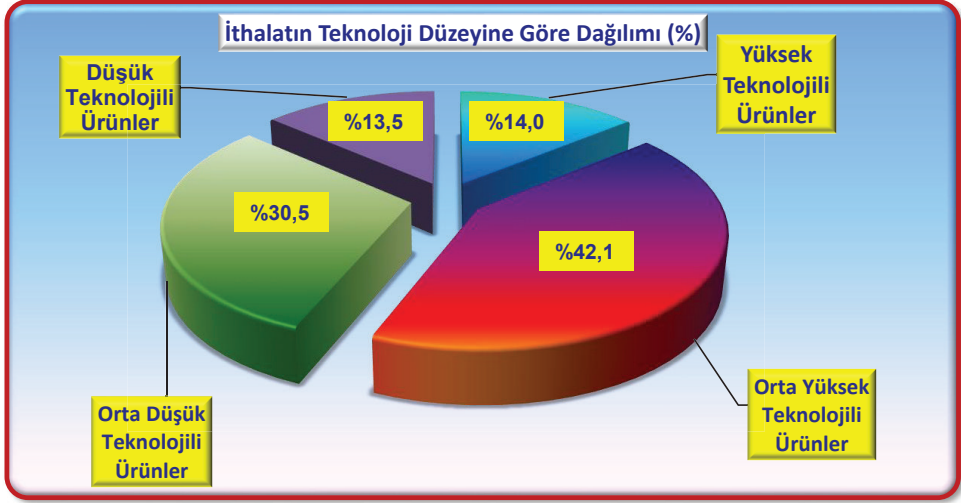
Sanayi 4.0’daki gelişmeler de, bu geçişin ne kadar hızlı olması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

### Yüksek-Orta Gelirli Ekonomiler (4.126- 12.745 Dolar )

- Arjantin
- Brezilya
- Çin
- Malezya
- Romanya
- Güney Afrika
- Türkiye

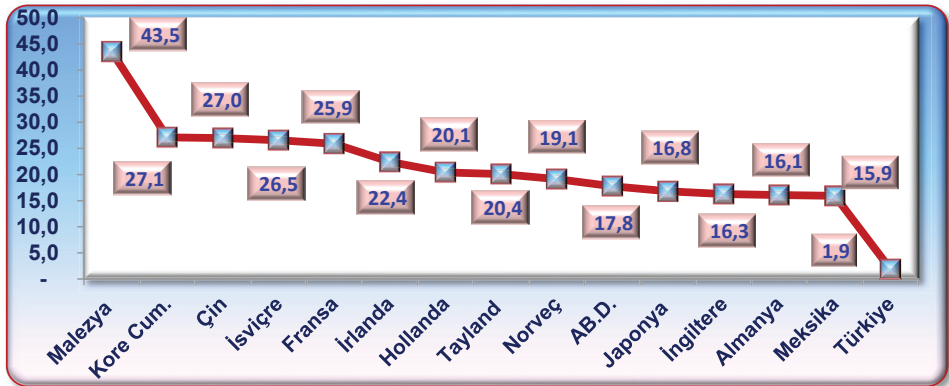


Oysa ki; ithalat incelendiğinde; yüksek teknoloji ürünlerin payı yüzde 14'e çıkarken, orta-yüksek teknoloji ürünlerin payı yüzde 42 ile ilk sırada yer almaktadır.



1960'lı yılların ikinci yarısından itibaren Türkiye ile aynı seviyede bulunan özellikle de Güney Doğu Asya ülkeleri ve birçok Latin Amerika ülkesi, sanayi yapısını değiştirerek, ithal ikamesine dayalı modelden, ihracata dönük bir modele geçiş yapmışlar ve 1970 yılından itibaren ekonomilerinde artan bir ivme kaydetmişlerdir.

### Yüksek Teknoloji İhracatın Toplam İhracat İçindeki Payı (%) Dünya Bankası, 2013



1950 Sonrasında Düşük-Orta Gelirli Olup; Yüksek Orta Gelir Düzeyine Ulaşan Ülkeler				
Ülke	Düşük Orta Gelir Düzeyine Ulaşıldığı Yıl	Yüksek Orta Gelir Düzeyine Ulaşıldığı Yıl	Düşük Orta Gelir Düzeyinde Geçirilen Süre (Yıl)	Geçiş Dönemi Boyunca Ortalama Büyüme Hızı (%)
ÇİN	1992	2009	17	7,5
MALEZYA	1969	1996	27	5,1
KORE	1969	1988	19	7,2
ÇİN (TAYPEİ)	1967	1986	19	7,0
TAYLAND	1976	2004	28	4,7
BULGARİSTAN	1953	2006	53	2,5
<b>TÜRKİYE</b>	<b>1955</b>	<b>2005</b>	<b>50</b>	<b>2,6</b>
KOSTA RİKA	1952	2006	54	2,4
OMAN	1968	2001	33	2,7

Kaynak: TÜRKONFED Orta Gelir Tuzağından Çıkış; Hangi Türkiye

Özellikle, bu süreçten sonra yabancı sermaye ithalatı yerine, teknoloji ithalatına öncelik vererek, sanayide rekabet gücünü artırmanın hedeflenmiş olması, ülkeleri bu noktaya getirmiştir. Yapılan bir çalışmada, düşük-orta gelir düzeyinde geçirilen süre Çin'de 17, Kore'de 19, Türkiye'de 50 yıldır.

İHRACAT	Düşük Teknoloji Kg. Başına Fiyat	Orta-Düşük Teknoloji Kg. Başına Fiyat	Yüksek-Orta Teknoloji Kg. Başına Fiyat	Yüksek Teknoloji Kg. Başına Fiyat
AB-28	3,2	1,8	9,3	163,9
ABD	1,6	1,6	4,9	162,9
Almanya	2,2	2	8,5	127,7
Brezilya	0,9	1,2	3,8	123,5
Çin	0,8	1,4	4,6	86,0
Fransa	2,7	1,7	7,3	180,3
G.Afrika	0,9	2,1	3,2	21,0
G.Kore	3,3	1,4	4	139,7
İngiltere	4,4	3	9,9	117,7
İspanya	2,7	1,1	4,4	68,6
İsrail	8,2	2,9	2,1	235,7
İtalya	3,9	1,8	8,4	84,1
Japonya	5,2	1,6	8,7	176,2
Polonya	2,2	1,6	4,2	46,5
<b>Türkiye</b>	<b>3,6</b>	<b>0,9</b>	<b>4,5</b>	<b>34,4</b>
<b>İTHALAT</b>				
<b>Türkiye</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>3,5</b>	<b>79,4</b>

Kaynak: Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)

Teknoloji düzeyine göre kg başına ihracat fiyatında ülkelerle arasındaki farkı çok net ortaya koymaktadır.



## TEKNOLOJİK DÜZEYE GÖRE TÜRKİYE İHRACATININ SEKTÖREL DAĞILIMI

1. YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER	Toplam İhracat İçindeki Payı (%)
Tıpta ve eczacılıkta kullanılan kimyasal ve bitkisel kaynaklı ürünler	0,6
Hava ve uzay taşıtları	0,6
Büro, muhasebe ve bilgi işleme makineleri	0,1
Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları	0,001
Tıbbi aletler; hassas optik aletler ve saat	0,001
<b>2. ORTA YÜKSEK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>	
Demiryolu ve tramvay lokomotifleri ile vagonları	0,091
Başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçları	0,071
Motorlu kara taşıtı ve römorklar	0,012
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve teçhizat	0,009
Kimyasal madde ve ürünler	0,005
Başka yerde sınıflandırılmamış elektrikli makine ve cihazlar	0,004
<b>3. ORTA DÜŞÜK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>	
Deniz taşıtları	0,8
Ana metal sanayi	0,01
Plastik ve kauçuk ürünleri	0,005
Metal eşya sanayi (makine ve teçhizatı hariç)	0,005
Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıtlar	0,004
Metalik olmayan diğer mineral ürünler	0,003
<b>4. DÜŞÜK TEKNOLOJİLİ ÜRÜNLER</b>	
Gıda ürünleri ve içecek	7,1
Tekstil ürünleri	0,010
Giyim eşyası	0,009
Mobilya ve başka yerde sınıflandırılmamış diğer ürünler	0,005
Kağıt ve kağıt ürünleri	0,001
Dabaklanmış deri, bavul, el çantası, saraciyeye ve ayakkabı	0,0007
Ağaç ve mantar ürünleri (mobilya hariç); hasır vb. örülerek yapılan maddeler	0,0005
Tütün ürünleri	0,0004
Basım ve yayım; plak, kaset vb.	0,0001

Kaynak: TÜİK

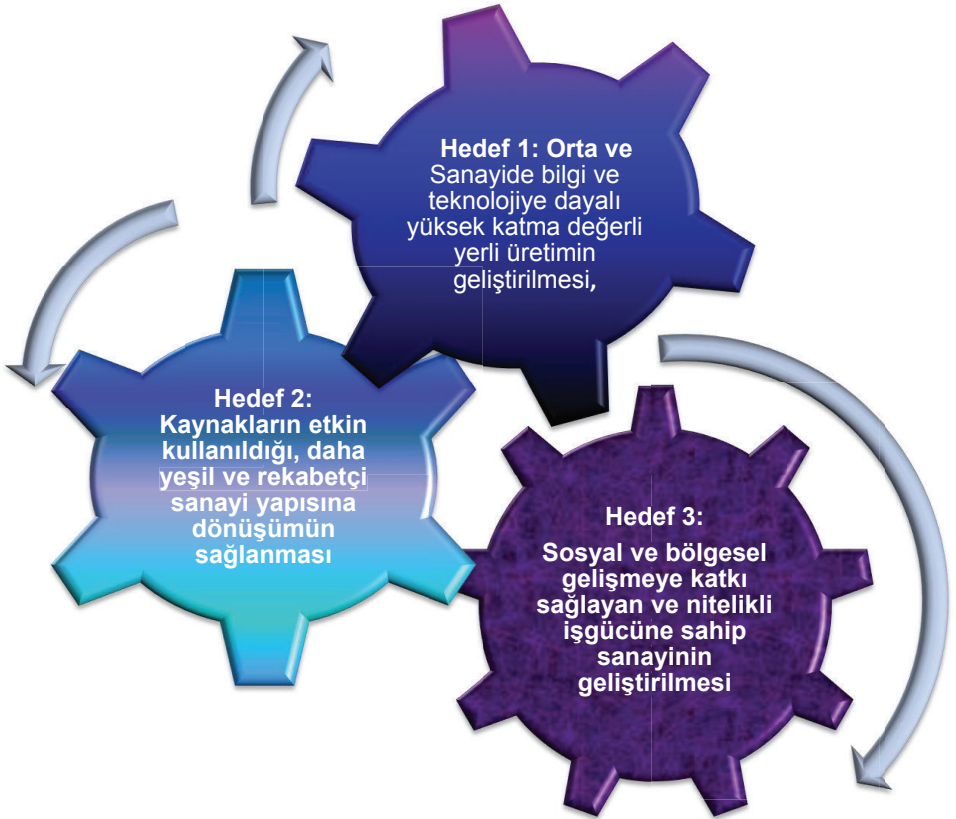
Türkiye'nin hedefleri doğrultusunda hangi sektöre veya sektörlerimize yoğunlaşacağı çok önemlidir. Bir ya da iki sektör belirlenerek, sadece o sektörler üzerinde küresel ekonomide yer alabilecek ve katma değer yaratacak şekilde konuya odaklanması, üzerinde düşünülmesi gereken bir husustur.

## SANAYİ STRATEJİ BELGELERİ

Bakanlık tarafından hazırlanan Sanayi Stratejisi'nin uzun dönemli vizyonu "Orta-yüksek ve yüksek teknolojlili ürünlerde Afro-Avrasya'nın tasarım ve üretim üssü olmak" şeklinde belirlenmiştir.

2015-2018 yıllarını kapsayan Türkiye Sanayi Stratejisi'nin genel amacı ise "Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknolojlili ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümünü hızlandırmak" olarak tespit edilmiştir.

Belirlenen 3 stratejik hedef ise;



## EĞİTİM

Kalkınma yolunda ileri teknoloji, ileri teknoloji için de nitelikli eğitim olmazsa olmazdır.

O nedenle de, eğitim sanayi 4.0'ın en önemli yapıtaşlarından biridir. Akıllı makineler ve akıllı ürünleri üretecek ve kullanabilecek nitelikli işgücünün temini, uzman üretim mühendislerinin yetiştirilmesi, siber fizik sistemlerini algılayabilecek bir yapının oluşturulması, müfredatın ilkokuldan üniversiteye kadar bu çerçevede güncellenmesi çok önemlidir.

### PİSA Testi Sonuçları

	TÜRKİYE	ÇİN	KORE	JAPONYA	TAYVAN	ALMANYA	RUSYA
FEN	43	1	7	4	13	12	37
MATEMATİK	44	1	5	7	4	16	35
OKUMA YETERLİLİĞİ	42	1	5	4	7	19	41

Kaynak: OECD

Dünyanın en kapsamlı eğitim araştırması olan ve 3 yılda bir yapılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı; 15 yaş ve üstü öğrencilerin 3 ana konuda kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırma projesidir.

Bu tablo bize şunu anlatmaktadır: Okuduğunu anlamakta zorlanan çocuklarımızın, fen ve matematik alanlarındaki yetersizlikleri ile hedeflediğimiz yüksek katma değerli üretime geçiş yapabilmemiz böyle bir süreçte çok zordur. Çünkü, 65 OECD ülkeleri arasında Türkiye fen alanında 43., matematik alanında 44. ve okuma yeterliliği alanında 42. sırada yer almaktadır.

Gelişmekte olan ekonomilerin sonuçlarının başarılı olması, neden teknolojide başarılı olduklarını da göstermesi açısından çok önemlidir.

Kaybedecek daha fazla zamanımız olmadığı için neden ve niçin'lere çok takılmadan söz konusu ülke örneklerini masaya yatırarak NASIL bir yol haritası çizeceğimizi seçmek zorundayız.

Araştırmamızın içeriği açısından en son başlık eğitim olsa da, bugün atılacak ilk adım eğitim konusunda olmalıdır ki, 10 yıl sonrasına nitelikli bireyler yetiştirebileyim.

## SONUÇ

**G**enel olarak değerlendirdiğimizde; Türkiye'nin tüm kesimlerce kabul gören 2023 hedefleri ve sanayi strateji belgeleri küresel ihtiyaca cevap verebilmek adına çok önemli adımlardır. Ancak ülke olarak, belirlenen hedefler doğrultusunda zamanında eyleme geçme konusunda ciddi anlamda sıkıntılarımız da vardır. Adımlar çok sonradan gelmekte birlikte, yarattığı etki de bir o kadar az olmaktadır.

Bununla birlikte, firmaların tek başına Sanayi 4.0'a yatırım yapabilmesi için, ülkedeki gerekli koşulların da yani ekosistemin de buna uygun olması gerekmektedir. Bugün itibari ile bunun da mümkün olmadığı bir gerçektir. O nedenle de, zaruri adımların bugünden atılması da en büyük gerekliliktir.

Bu tezi destekleyen bir araştırma The Boston Consulting Group (BCG) tarafından yapılmıştır. Hazırlanan raporda; “..Türkiye'nin üretim üssü statüsünü sağlama alması da, şirketlerin, Sanayi 4.0'ın getirdiği teknolojik avantajları ne kadar kapsamlı ve hızlı uygulayacaklarına bağlı olacak. **Üretim üssü olma konusunda yarışan Türkiye için bu devrimin öncülerinden olmak bir tercih değil zorunluluk olmalı ve bu yolda adımlar hızlı atılmalı**” diye belirtilmiştir.

Diğer yandan, Avrupa Ekonomik Araştırmalar Merkezi Başkanı Clemens Fuest, Alman ekonomisinin ağırlıklı olarak orta ölçekli işletmelerden oluşmasının, Sanayi 4.0 konusunda bir avantaj bile olabileceği kanısındadır. "Bunun için elimizdeki potansiyeli kullanmamız gerek. Özellikle birleşen Avrupa'da pazarımızı büyütmemiz lazım. Yan gelip yatamayız." diye bir açıklama yapmıştır.

Almanya gibi sanayi devi bir ülkenin bile “Sanayi 4.0 sürecinde yan gelip yatamayız.” sözü, önümüzdeki yolun ne kadar uzun ve meşakatli olduğunu ortaya koymakla birlikte, bir an evvel harekete geçmemizin ne kadar gerekli olduğunu da altını çizmektedir.

Sürdürülebilir rekabet gücüne sahip olmanın şartı; teknolojiye yatırım yapmaktır. Sanayi 4.0 yolunda hiçbir adım atamaz isek; küresel ekonominin gerisinde kalmakla birlikte, rekabet edebilmek neredeyse imkansız bir hal alacaktır. O nedenle çalışandan, makinelere, firmalardan, ülkenin ekonomik yapısına kadar geniş bir kitlenin yeteneklerini sanayi 4.0 doğrultusunda artırmamız gerekmektedir. Bunun anlamı, belki de topyekün bir seferberliktir.

Gerek jeopolitik konumu ve gerekse potansiyeli ve dinamik özel sektörü itibari ile, Türkiye, küresel piyasaların her zaman gözdesi olmuş ve olacak bir ülkedir. Ancak, oyun kurucu bir ülke olmak istiyorsak tüm bu anlatılanlar ışığında olmazsa olmazları da hayata geçirmek zorundayız. Aksi takdirde kaçınılmaz bir son olan, dünyanın ilk 20 ekonomisinin gerisinde kalmaktan da kurtulamayız ve kaybedenler kulübündeki yerimizi alırız.

## ***SON SÖZ***

**Biz uygarlıktan, ilimden ve fenden  
kuvvet alıyor ve ona göre  
yürüyoruz.**



## KAYNAKÇA

- “Can the US Win the Robotics War on the Factory Floor?”**, Andrew ZALESKI, 2015
- “Connected Technology, Connected World: Social and Commercial Opportunities”**, Volkmar DENNER, 2013
- “For Manufacturers, IoT Means the Internet of Tools”**, Joe MCKENDRICK, 2014
- “From Remote to Predictive Maintenance: How IoT Refines a Classic M2M Concept”**, Alexandra SCIOCCHETTI, 2013
- “Geleceğin teknolojisi 3 boyutlu yazıcılarıdır”**, Girişim Haber, 2015
- “Geleceğin teknolojisi 3D yazıcı”**, Bugün Gazetesi, 2013
- “How Far Are We?: Industry 4.0”**, Deutsche Messe, 2015
- “How to Become A Digital Champion in Manufacturing”**, Reinhard GEISSBAUER, 2015
- “How to Manage Robots and People Working Together”**, James E. YOUNG, 2015
- “Industry 4.0 – A Comparison of the Status in Europe and The USA”**, Filip SABO, 2015
- “Industry 4.0: Agility in Production?”**, Stefan FERBER, 2012
- “Industry 4.0 – Challenges and Solutions for The Digital Transformation and Use of Exponential Technologies”**, Deloitte, 2014
- “Industrial Internet of Things”**, World Economic Forum, 2015
- “Industrial Internet: Pushing The Boundaries of Minds and Machines”**, Peter C. EVANS & Marco ANNUNZIATA, 2012
- “Industrie 4.0 – Smart Manufacturing For The Future”**, Germany Trade&Invest, 2013
- “IoT and Big Data Brought Together in Commercial Use Cases”**, Dirk SLAMA, 2014
- “IoT and Predictive Maintenance”**, Steve HILTON, 2013
- “Introduction and Industry 4.0 Deep Dive”**, The Boston Consulting Group-TÜSİAD, 2014
- “Networked Economy & Industry 4.0: Dispelling the Biggest Myths”**, Dinesh SHARMA, 2014
- “Recommendations for Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0”**, Germany Federal Ministry of Education and Research, 2013
- “Türkiye yerli 3D yazıcıda oyun kurucu oluyor”**, Milliyet Gazetesi, 2015
- “5 Impacts The IoT will have on Manufacturing”**, Alexandra SCIOCCHETTI, 2014
- “3D Printer İle titanyum yapay çene üretildi”**, Milliyet Gazetesi, 2015
- “3D’yi paraya çeviren Türkler”**, Turkish Time Dergi, 2015
- “Akıllı Tekstiller ve Genel Özellikleri”**, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erman ÇOŞKUN, 2007
- “<http://endustrimuhendisligi.blogspot.com.tr>”**,  
Cengiz Çatalkaya blog yazısı  
<http://www.siemens.com/digitalization/>  
<http://pixabay.com/tr/>

**EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI  
AEGEAN REGION CHAMBER OF INDUSTRY**

**Cumhuriyet Bulvarı No.63 Pasaport 35210 İzmir – Türkiye**

**Telefon: (+90 232) 455 29 00**

**Faks : (+90 232) 483 99 37**

**<http://www.ebso.org.tr>**

**e-posta:info@ebso.org.tr**

