**ENDÜSTRİ 4.0**

İlk olarak 2011’de, dünyanın en büyük sanayi fuarının düzenlendiği Hannover’de, Almanya’nın ortaya attığı bu kavram, Sanayi Devrimi’nin kendi içinde geçirdiği farklı aşamalardan sonuncusuna yani dördüncüsüne işaret ediyor. Buna göre, 18. yüzyılda buhar gücüne dayalı Watt makinesinin üretimdeki verimliliği arttırması ve makineler çağını açmasıyla 1. Sanayi Devrimi başladı. Bu ilk devrimi, 19. yüzyıl sonu, 20. yüzyıl başlarında enerji kaynağı olarak elektriğin kullanılması ve seri üretime geçilmesiyle 2. Sanayi Devrimi, II. Dünya Savaşı sonrasında bilgisayarların icadı ve elektronik çağının başlamasıyla 3. Sanayi Devrimi izledi. 4. Sanayi Devrimi ise bugün akıllı makinelerin yaygınlaşmasıyla tüm üretim sürecinin dijitalleşmesine denk geliyor.

Siemens Türkiye İcra Kurulu Üyesi ve Genel Müdür Yardımcısı Ali Rıza Ersoy, öncelikle ilk üç sanayi devrimi ile ilgili görüşlerini özetle; “Birinci Endüstri Devrimi’ni üretimin makinalaşması, İkinci Endüstri Devrimi’ni üretimin serileşmesi, Üçüncü Endüstri Devrimi’ni ise, üretimin otomasyonu ve sayısallaşması olarak tanımlayabiliriz” diyerek ifade ediyor.

İlk üç Sanayi Devrimi ve etkileşimleri ile ilgili olarak Ersoy, şu bilgileri paylaşıyor: “1760-1830 arasındaki dönemi etkileyen Birinci Endüstri Devrimi, İngiltere’deki dokuma tezgâhlarının mekanikleşmesiyle etkisini göstermeye başladı. Bu kapsamda, odunun yerine maden kömürünün ve buharın kullanılması; hareket gücünün artırılması, makinalaşmayı ve üretimin fabrikalara taşınması sonucunu doğurdu. Eski model aile şirketleri ve küçük imalathaneler yerini büyük fabrikalara bıraktı. Makinalaşma Çağı olarak anılan 18. ve 19. Yüzyıl arasındaki bu dönemde, yeni icatlar sayesinde kömürün yanı sıra, buharın da enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlaması, makinaların yaygınlaşmasında önemli bir rol oynadı. Aynı şekilde; buhar, kömür ve demirin enerji kaynağı ve hammadde olarak birlikte kullanılması, demir yolu gelişimine de hız kazandırdı. Bu sayede, makinalarla hem hammaddelerin, hem de daha çeşitli, hızlı ve çok miktarda üretilen ürünlerin uzak yerlere taşınması ve Endüstri Devrimi’nin Avrupa’da yayılması mümkün oldu. Birinci Endüstri Devrimi’yle birlikte, İngiltere’deki tezgâh işçiliğinin makinalaşması, üretim biçiminin ve buna bağlı olarak sosyoekonomik yapının değişmesini sağlarken; buhar gücü teknolojisinin basım işlerinde kullanılmaya başlaması da, kültür ve iletişim alanında farklı gelişmelere yol açtı.”

**“Dünyayı daha entegre bir yer haline getirdi”**

Birinci Endüstri Devrimi’nin, dünyanın “daha küçük ve birbirine daha entegre” bir yer haline gelmesinin önemli adımlarından biri olduğunu vurgulayan Ersoy, endüstrileşmenin ikinci aşamasının, temel hammadde ve enerji kaynaklarındaki değişikliklerle ortaya çıktığını ifade ediyor. Ersoy, “Buhar, kömür ve demirin yanı sıra; çelik, elektrik, petrol ve kimyasal maddeler” de üretim sürecinde kullanılmaya başladı. Bu şekilde endüstri daha da gelişti. 20. Yüzyıl’ın başlarına denk gelen İkinci Endüstri Devrimi’ni, petrol tabanlı içten yanmalı motorların kullanımı tetikledi. Aynı dönemlerde, Henry Ford’un otomotivde seri üretim bandı sistemi ve fabrikaların elektrikle çalışır hale gelmesi de endüstrileşmeyi hızla geliştirdi. Birinci Endüstri Devrimi’nde hâkim olan demirin yerine çelik üretiminin gelişmesi, demir yolu taşımacılığını ve ticareti hızlandırırken; telefon, radyo, daktilo, ucuz gazete kâğıdı gibi diğer yeni gelişmeler de haberleşme ve iletişimi şekillendirdi. Kentler hızla büyümeye başladı; gelişmiş ülkelerde ailelerin iş ve konaklama mekânları farklılaşmaya başladı. Yaşam biçimleri önemli ölçüde değişti. Siyasal ve ekonomik bakımdan güçlü merkezi devletler kuruldu. Birinci Endüstri Devrimi’nde, İngiltere ve Avrupa’da etkisini gösteren endüstrileşme, İkinci Endüstri Devrimi ile ABD, Japonya gibi ülkelerde de hızla yaygınlaşarak dünyanın birçok bölgesini etkiledi” diye konuşuyor.

**Siber fiziksel sistemler**

* Tümleşik sistemleri içeren ve haberleşebilen nesneler, cihazlar, makineler ve lojistik bileşenlerdir.
* İnternet üzerinden ve İnternet servislerini kullanarak haberleşebilir.
* Birbirleriyle ağ oluşturabilir ve özerk biçimde, insanlarla birlikte merkezi olmayan şekilde karar alabilir.

*Siber fiziksel sistem (CPS) İnternet gibi bir veri altyapısı üzerinden haberleşebilen IT/ yazılım bileşenleri ile mekanik ve elektronik parçalardan oluşan ağ anlamına gelmektedir. Bir siber fiziksel sistem son derece karmaşıktır. Siber fiziksel sistemler tümleşik sistemlerin kablolu veya kablosuz haberleşme sistemleri aracılığıyla ağ haline getirilmesi suretiyle oluşturulmaktadır. Terim, Almanya genelinde elektrik şebekesinin daha da geliştirilmesi, akıllı bir elektrik şebekesi gibi büyük, merkezi olmayan, karmaşık sistemlerin araştırılması ve geliştirilmesi ve belirli üretim ihtiyaçlarına son derece dinamik şekilde adapte edilebilecek yenilikçi endüstriyel üretim tesislerinin tasarlanmasına dair yeni, teorik bir temele ihtiyaç duyulmasından ortaya çıkmıştır.[...]*

*Siber fiziksel sistemlerin kullanım alanı çok geniştir. Uygulama alanları yüksek güvenilirlikli medikal ekipman ve sistemleri, ortam destekli yaşam sistemleri (AAL), IT trafik yönetimi ve ulaştırma lojistik sistemleri, arabalar için network haline getirilmiş emniyet ve sürücü yardım sistemleri, endüstriyel proses kontrol ve otomasyon sistemleri, sürdürülebilir çevre etki ve izleme sistemleri, enerji kaynağı yönetim sistemleri, askeri sistem networking sistemlerini ve haberleşme ve kültürle ilgili altyapı sistemlerini kapsamaktadır.*

**Endüstri 1.0’dan 4.0’a Doğru**

**► Mekanik Üretim Tesislerinin Uygulanması (18. Yüzyıl)**

* 1712 Buhar Makinesinin İcadı

**► Elektrik ve İş Bölümüne Dayalı Seri Üretime Geçilmesi**

* (19. Yüzyıl) 1840 Telgraf ve 1880 Telefon İcatları
* İçten yanmalı motorların icadı
* 1920 Taylorizm (Bilimsel yönetim)

**► Üretim Süreçlerinin Otomasyonu (20. Yüzyıl)**

* 1971 İlk mikro bilgisayar (Altair 8800)
* 1976 Apple I (S. Jobs ve S. Wozniak)

**► Otonom Makineler ve Sanal Ortamlar (21. Yüzyıl)**

* 1988 AutoIDLab. (MIT)
* 2000 Nesnelerin İnterneti
* 2010 Hücresel Taşıma Sistemi
* 2020 Otonom Etkileşim ve Sanallaştırma

**ÖNCÜ TEKNOLOJİK GELİŞMELER**

* **Nesnelerin Interneti:** Nesnelerin, bilgi paylaşımı için aracı olarak insana gerek duymadan, internet üzerinden veri akışıyla karşılıklı konuşması, anlaşması ve tanımlı işleri organize etmesi anlamına geliyor. Günlük hayatta bireylerin yaşamını kolaylaştıran akıllı ev sistemlerinde nesnelerin interneti teknolojisinin gittikçe daha fazla kullanıldığı görülüyor. Bu teknolojiye göre, örneğin eve dönüş yolundayken evinizdeki internete bağlı nesnelere akıllı telefonunuzdan erişebilir, eve varmadan kombinize evin ısıtılması komutunu verebilir, kahve makinenizi çalıştırabilir, ışıkları yakabilirsiniz.
* **Büyük veri ve analizi:** Üretim süreçlerinden yönetim sistemlerine, bireysel tüketimden sosyal ağlara kadar attığımız her elektronik adım eş zamanlı olarak devasa hacim ve çeşitlilikte veri kümeleri yaratıyor. Bu büyük verinin incelenmesi ve veriler arasındaki ilişkilerin ortaya konması gözle bir bakışta saptanamayacak anlamlı bağlantıları ortaya çıkarıyor. Örneğin ürün geliştirme süreçlerinde geçmiş tasarım verileri üzerinden hataların saptanıp düzeltilmesi ve daha dayanıklı ürünler üretilmesi gibi olumlu sonuçlar elde edilebiliyor. Bunun yanında büyük veri analizi araçlarıyla kredi kartı harcama verilerinizi inceleyen bankanız satın aldığınız kitaplar, kullandığınız markalar, vb. üzerinden ideolojinizi tahmin edebiliyor. Bu bağlamda büyük veri depolama ve işleme süreçlerinde kişisel verilerin korunması ve bilgi paylaşım politikaları toplumsal yaşamın düzenlenmesinde önemli yer tutuyor.
* **Artırılmış gerçeklik:** Fiziksel gerçekliğin teknolojik olanaklarla sanal gerçekliğe taşınması, sanal ortamın sunduğu bilgi ve görsellerle fiziksel gerçekliğin zenginleştirilmiş olarak dinamik bir biçimde yeniden deneyimlenmesi durumudur. Artırılmış gerçeklik bir anlamda gerçek ile sanal arasında bir diyalektik ilişki, fiziksel gerçekliğin kendini içererek aşması olarak da tanımlanabilir. Uygulama alanları fabrikalardan eğlence/oyun sektörüne kadar yayılabilen bu teknolojide akıllı telefon uygulamaları ya da artırılmış gerçeklik gözlükleri yardımıyla arabanızın bozulan motorunu görüntüleyebilir, sanal ortamdan gözünüzün önüne düşen görüntülerle bozuk parçanın nasıl tamir edileceğini öğrenebilir, yedek parçayı herhangi bir ustaya gerek duymadan, kendi kendinize değiştirebilirsiniz.
* **Bulut teknolojisi:** Verilerin tek bir bilgisayardaki bellekte değil, çoklu bilgisayar ve kullanıcının yer ve zamandan bağımsız olarak internet aracılığıyla erişebileceği, yukarılarda bir yerde, görünmez bir “bulut”ta, yani sanal bir makinede depolanabilmesini sağlayan teknolojidir. Bu teknoloji büyük tedarik zincirleri üzerinde birlikte çalışan onlarca yapının ortak verilere kolayca ulaşmasını sağlıyor. Örneğin Çin’deki bir elektronik parça tedarikçisi, ABD’deki ana üreticinin genel merkezindeki ürün tasarım dosyalarına kendi bilgisayarlarından erişebilir, bunlara bakarak istenen parçaları üretebilir. Günlük hayatta bu teknolojinin kullanıcıları akıllı telefonlarıyla çektikleri fotoğrafları buluta kaydettikleri sürece evlerindeki bilgisayarlarından da görüntüleyebilir.
* **Yapay zekâ:** Bilgisayarların insanın bilişsel süreçlerine benzer biçimde algılama, öğrenme, düşünme, iletişim kurma ve karar vermesini sağlayan becerilerinin bütünüdür. Yapay zekâ araçları ve akıllı robotlar çeşitli algoritmalar ve yöntemlerle (makine öğrenmesi) kendi kendine öğrenebilir, insan davranışlarını taklit edebilir. Üretim hattındaki makinelerde yapay zekâ kullanımı bugünlerde olağan kabul edilse de tartışmalı kimi alanlar bulunuyor. Sağlık ve hukuk alanlarını ele alalım. Tüm geçmiş hasta verilerini, tedavi yöntemlerini, tedaviye verilen yanıtları, vb. inceleyen, buradan anlamlı çıkarımlara varan ve hastalıkları öğrenen bir yapay zekâ, bir doktorun yerini alabilir, bir insanı tedavi edebilir mi? Benzer biçimde geçmiş suçları, mahkeme tutanaklarını, sanık profillerini, verilen cezaları, vb. inceleyen ve buradan anlamlı çıkarımlara varan bir yapay zekâ, bir hâkimin yerini tutabilir, kimin suçlu kimin suçsuz olduğuna karar verebilir mi?
* **Eklemeli üretim:** En sık 3 boyutlu (3D) yazıcı teknolojisiyle karşımıza çıkan bu yeni üretim biçimiyle “herhangi bir” tasarım düşük maliyetlerle ve tek seferde prototip olarak üretilebiliyor. Eklemeli üretim, geleneksel yöntemlere göre daha fazla şekil seçeneği sunuyor, baskıdan önce ayrıca bir kalıp üretilmesine gerek duymuyor ve baskı sonrası geriye malzeme atığı bırakmıyor. 3D baskıya uygun geniş tasarım seçenekleri yapay organ üretimi gibi yaşamsal gereksinimleri kapsadığı gibi evlerde kontrolsüz üretilebilecek silahları da kapsıyor.

Endüstri 4.0 sistemindeki üretim, makinelerin hizmet sundukları ve ürünlerle gerçek zamanlı olarak bilgi paylaştıkları bir sisteme benzetilmektedir. **Alman Yapay Zekâ Araştırma Merkezi** (DFKI), içinde [Siemens](http://siemens.com.tr/digital-enterprise)’in de bulunduğu 20 endüstriyel ve araştırma ortağının katkısıyla kurulan Almanya, Kaiserslautern’deki küçük bir akıllı fabrikada bu gibi bir sistemin uygulamada nasıl çalışacağını sergilemektedir. Ürünler ile imalat makinelerinin birbirleriyle nasıl haberleşebileceklerini göstermek için sabun şişelerinden faydalanmaktadır. Boş sabun şişelerinin üzerinde radyo frekansıyla tanımlama (RFID) etiketleri vardır ve bu etiketler aracılığı ile, makinelerin şişelerin rengini tanıması sağlanmaktadır. Bu sistem sayesinde bir ürünün radyo sinyalleriyle ilettiği bilgiler, üretimin başından itibaren dijital ortamda saklanmasına olanak sağlanmaktadır. Bu şekilde bir siber-fiziksel sistem olarak ortaya çıkmaktadır.

İngiltere'de insansız hava araçları bir yıl boyunca bir hektarlık bir tarlaya buğday ekti, sürdü, ilaçladı ve hasadını yaptı. Tüm bunları yaparken hiçbir yardım almadılar.

Aynı günlerde ünlü İngiliz fizikçi Stephan Hawking'in yapay zekânın insanlığın sonunu getireceğini tekrarlayan son kitabı "Büyük Sorulara Kısa Yanıtlar", vasiyeti gereği ölümünden sonra ailesi tarafından yayınlandı.

**Endüstri 4.0'a karşı Toplum 5.0**

Sırasıyla buhar makinesi, elektrik ve bilgisayarın icadıyla birinci, ikinci ve üçüncü endüstri devrimini yapan insanlık, şu an siber-fiziksel sistemlerin hüküm sürdüğü "Endüstri 4.0" devrimini yaşıyor.

İnsanlığın avcı-toplayıcı, tarım, endüstri ve bilgi toplumlarından geçerek geldiği beşinci evre ise "Toplum 5.0" olarak adlandırılıyor. Diğer adıyla "süper akıllı" toplum.

Asansörünüz siz fark etmeden bozuldu diyelim. IoT sistemi size hiç hissettirmeden hemen cloud'a bağlanıp en yakındaki gezici veya sabit Kone tamir servisini arıyor ve tamir edilmesini sağlıyor. Telefon açmak, sıra beklemek yok."

Akıllı iş (smart business), ortak bir iş hedefine ulaşmak için, tüm oyuncuların aynı platformda öğrenen makine teknolojisi kullanarak gerçek zamanlı veriden verimli bir şekilde faydalanması esasına dayanan teknoloji odaklı bir iş modeli.

Amerikan Yapay Zekâ Derneği'nin (American Association for Artificial Intelligence) üyesi Stanford Profesörü Ed Feigenbaum ve tanınmış robotikçi Rodney Brooks gibi uzmanlar ise makinelerin kendi başlarına veya daha da korkutucusu, sadece kendilerini düşünecekleri devirlere çok zaman olduğunu söylüyorlar.

Ne var ki Google'ın DeepMind öğrenen makinasının üç bin yıllık Go oyununu 40 günde hatmedip dünyanın en iyi Go oyuncusu Ke Jie'yi 3-0 yendiği bir zamanda, bu geleceğin ne kadar uzak veya yakın olduğu sorusu sürekli gündemde.

Nitekim yapay zekâ gibi konuları anlayabilmek için İngiliz Parlamentosu bu hafta tarihinde ilk defa Pepper adlı bir robotu konuşmaya davet etti. Japon SoftBank'ın geliştirdiği Pepper, geçen yıl da Tokyo'nun güneyinde Yokohama'daki bir Budist tapınağında, cenaze töreninde dua okuyacak rahip bulunamayınca onun yerine geçerek çığır açmıştı.