



**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**TEKNOLOJİK VE SOSYO-MEKANSAL DÖNÜŞÜM:  
TÜRKİYE'DE AKILLI FABRİKALAR**

Yüksek Lisans Tezi

Büşra AYAN

Danışman:  
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UYSAL

Nevşehir  
Haziran 2020

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Yüksek Lisans Tez çalışmasının bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda tez yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

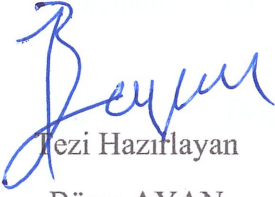
01/06/2020

İmza  
Büşra AYAN



## KILAVUZA UYGUNLUK ONAYI

“Teknolojik Ve Sosyo-Mekansal Dönüşüm: Türkiye De Akıllı Fabrikalar” adlı Yüksek Lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.



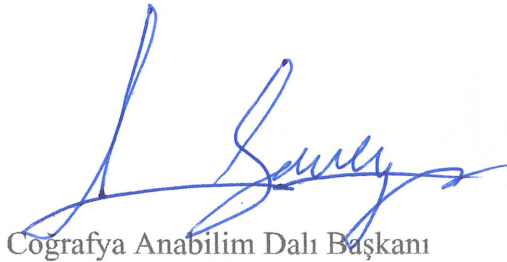
Tezi Hazırlayan

Büşra AYAN



Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UYSAL



Coğrafya Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Şenay GÜNGÖR

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Dr. Ahmet Uysal danışmanlığında Büşra Ayan tarafından hazırlanan “Teknolojik ve Sosyo-Mekânsal Dönüşüm: Türkiye’de Akıllı Fabrikalar” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

01 /06/2020

### JÜRİ


Danışman :Dr. Öğr. Üy. Ahmet Uysal

Üye :Doç. Dr. Şenay Güngör

Üye :Dr. Öğr. Üy. Kaan Kapan

### İMZA





### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ..12 / ..06 / 2020 tarih

ve

..2020..23..370.....

sayılı

Kararı ile onaylanmıştır.

12 / 06 / 2020





## TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aşamalarında tecrübeleri ile beni aydınlatan ve ilgilendiğim konuları çalışmam için beni yüreklendiren titiz çalışmasıyla bana en güzel örneğin kendisi olan Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ahmet UYSAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Aynı şekilde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi coğrafya bölümünün kıymetli hocaları Prof. Dr. Ali MEYDAN'a, Prof. Dr. Abdulkadir UZUNÖZ'e, Doç. Dr. Şenay GÜNGÖR'e, Dr. Öğretim Üyesi Ali İMAMOĞLU'na ve Araştırma Görevlisi Hasan İÇEN hocama benim hikayem de yer aldıkları için ayrıca teşekkür borçluyum. Çalışmalarım sırasında değerli desteklerini benden esirgemeyen Annem Nurten AYAN'a ve Babam Sedat AYAN'a her zaman yanımda olan kardeşlerim Mertcan AYAN ve Beyza AYAN'a, kıymetli arkadaşım Neslihan GÜL'e teşekkür ederim. Tanıştığımız andan itibaren öğrenim hayatımda her zaman maddi ve manevi olarak destekleyen ve her an beni motive etmek için elinden geleni yapan, her zaman yanımda olan değerli yol arkadaşım Selim ERASLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

# TEKNOLOJİK VE SOSYO-MEKANSAL DÖNÜŞÜM: TÜRKİYE DE AKILLI FABRİKALAR

Büşra AYAN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana

Bilim Dalı, Yüksek Lisans, Haziran 2020

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet UYSAL

## ÖZET

Üretim alanında yaşanan teknolojik gelişmeler geçmişten günümüze sosyal ve ekonomik hayatı da derinden etkilemiştir. Dördüncü endüstri devrimi de bu bağlamda bugünümüzü ve yarınımızı yadsınamaz bir şekilde değiştirmektedir. Endüstri 4.0 kavramı, ilk kez 2011 yılında Almanya tarafından birçok yeni teknolojiyi bir araya getiren ekonomik ve politik strateji planıdır. Bu doğrultuda diğer ülkelerde farklı tanımlamalarla da olsa kendi ulusal planlarını açıklamışlardır. Bu çalışmada, dördüncü endüstri devrimi ve yaşanmış endüstri devrimlerinin karşılaştırmalı olarak yorumlanması ve alt bileşenleri açıklanması bulunmaktadır. Bir diğer ele alınan husus ise, yeni teknolojilerin günümüz dünyasını ve geleceği şekillendiren sosyo-mekansal değişikliklerin olumlu ve olumsuz sonuçları ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 kavramı altında konuşulan yeni teknolojilerin Türkiye’de akıllı fabrikalar özelinde yaşanan sosyo-mekansal dönüşümü anlamaya çalışmaktır. Fabrikaların mevcut durumunun ve gelecek beklentilerinin ne olduğuna dair genel bir çerçeve çizilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda çeşitli fabrika ve sektörden katılımcıyla yapılan görüşmelere ek olarak medya üzerinde öne çıkan sektör liderlerinin de medya okuması yapılarak genel söylemler ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Katılımcılar Endüstri 4.0’a geçişi gerekli görmüş, fakat yeni teknolojileri işletmelere entegre etmede mevcut bilgi, bilişim, iletişim altyapılarının yeterli olmadığını belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Teknolojik ve Mekânsal Dönüşüm Akıllı Fabrika.

**TECHNOLOGICAL AND SOCIO-SPATIAL TRANSFORMATION: THE  
SMART FACTORY IN TURKEY**

**Büşra AYAN**

**Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Institute of Social Sciences Geography**

**Department, M.A., June 2020**

**Supervisor: Asst. Prof. Ahmet UYSAL**

**ABSTRACT**

Technological developments in the field of production have also deeply affected the social and economic life. In this context, the fourth industrial revolution has been transforming both the present and future of humankind incontrovertibly. The notion of Industry 4.0 first coined by Germany in 2011 and widely used since then to indicate the economic and political strategy plans that brings together many new and diverse technologies. In this study, a comparative interpretation and explanation of the fourth industrial revolution as well as the previous ones will be explored. This study is also concerned with positive and negative consequences of the socio-spatial changes with regard to novel technologies. The aim of this study is to explore the socio-spatial transformations of factory in Turkey in line with the notions of smart factory and Industry 4.0. To this end, an overall framework on the current situation of factories and their future prospects are presented on the basis of the semi-structured interviews carried out with the representatives of various factories and sectors. In addition to the interviews, a discourse analysis of some significant figures of the sector in the media are presented to help with the analysis of the interviews. As a conclusion, the participants of this study expressed that a transition to Industry 4.0 is necessary, however, they also pointed out that current knowledge, IT and communication infrastructures are insufficient.

**Keywords:** Industry 4.0, Digital Transformation, Technological and Spatial Transformation, Smart Factory.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No.

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
KILAVUZA UYGUNLUK ONAYI .....	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI .....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
<b>GİRİŞ</b> .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİYEL DEVRİM AŞAMALARI

1.1. Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0).....	14
1.2. İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0) .....	16
1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0) .....	17
1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0).....	18

## İKİNCİ BÖLÜM

### AKILLI FABRİKALARDA TEKNOLOJİK ve SOSYO- MEKANSAL DÖNÜŞÜM

2.1. Teknolojik Dönüşüm .....	24
2.1.1. Siber-Fiziksel Sistemler .....	25
2.1.2. Nesnelerin İnterneti .....	26
2.1.3. Akıllı Robotlar .....	30
2.1.4. Bulut Bilişim.....	33



2.1.5. Siber Güvenlik .....	35
2.1.6. Dikey ve Yatay Entegrasyon .....	36
2.1.7. Artırılmış Gerçeklik .....	38
2.1.8. Eklemeli Üretim .....	39
2.1.9. Büyük Veri ve Analizi .....	41
2.1.10. Yapay Zeka .....	43
2.1.11. Karanlık Fabrikalar .....	44
2.2. Eski ve Yeni Fabrikayı Birleştiren Kavram Olarak: Dijital Dönüşüm .....	48
2.2.1. Akıllı Fabrikalar .....	53
2.2.2. Akıllı tedarik zinciri .....	60
2.2.3. Akıllı üretim .....	60
2.2.4. Akıllı lojistik .....	62
2.2.5. Akıllı servis .....	63
2.2.6. Giyilebilir teknolojiler ve akıllı fabrika .....	64
2.3. Akıllı Fabrikaların Sosyo Mekânsal Dönüşümü .....	68
2.3.1. İki Farklı Zaman - Mekan: Eski Fabrika ve Yeni Fabrika .....	70
2.3.1.1. Kuşaklar arasındaki dönüşüme bakış .....	74
2.3.1.2. İstihdam ve İşçi .....	76
2.3.1.3 Eğitim ve Dönüşüm .....	80
2.3.1.4. Sektörel Değişim ve Yeni Meslekler .....	82
2.3.1.5. Toplum .....	90
2.3.1.6. Birey .....	91
2.3.1.7. Müşteri beklentileri .....	93
2.3.1.8. Türkiye’de Dijital Dönüşümler Hakkındaki Politik Söylemler .....	95
2.3.2. Akıllı Fabrikalarda Ağların Birlikteliği Perspektifinde Avantaj ve Dezavantajlar .....	99
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	119
<b>KAYNAKÇA</b> .....	126
<b>EKLER</b> .....	131
<b>ÖZ GEÇMİŞ</b>	

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.1.</b> Dört Basamakla Endüstri 4.0.	22
<b>Şekil 2.1.</b> Endüstri 4.0 temel parametreleri (TÜSİAD, 2016)	24
<b>Şekil 2.2.</b> İnsan ve robotlar arasındaki iş birliği	31
<b>Şekil 2.3.</b> Akıllı Fabrikada Yatay ve Dikey Entegrasyon	46
<b>Şekil 2.4.</b> 5G teknolojisiyle donatılmış robot	53
<b>Şekil 2.5.</b> Ford Otosan Fabrikası	55
<b>Şekil 2.6.</b> Tofaş otomotiv fabrikası üretim hattı	61
<b>Şekil 2.7.</b> Fabrikalarda akıllı gözlük kullanımı	66
<b>Şekil 2.8.</b> Fabrikalarda akıllı eldiven kullanımı	67

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Mülakat görüşmesi yapılan katılımcılar ve genel bilgiler	11
<b>Tablo 2.</b> Medya üzerinden söylem analizi yapılan kişiler ve genel bilgiler	12
<b>Tablo 1.1.</b> Sanayi Devrimleri Tarihçesi (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017)	14
<b>Tablo 2.1.</b> Dijital dönüşümle işçilerde aranan sosyal ve teknik yetkinlikler	49
<b>Tablo 2.2.</b> Akıllı fabrikalarda insana ait ol(may)an unsurlar	56
<b>Tablo 2.3.</b> Eski Fabrika Üretim Sistemlerinin Akıllı Fabrika Üretim Sistemleriyle Karşılaştırılması	57
<b>Tablo 2.4.</b> Fordist ve post-fordist üretim şekillerinin karşılaştırılması.	72
<b>Kaynak:</b> Swyngedouw, E. .The Socio-Spatial Implications of Innovations in Industrial Organisation. Working Paper, No.20, John Hopkins European Center for Regional Planning and Research, Lille, 1986..dan aktaran David Harvey, The Condition of Postmodernity, Blackwell, Massachusetts, 1991, s.177-179.	
<b>Tablo 2.5.</b> Genel söylem temaları	74
<b>Tablo 2.6.</b> Sektörlerin otomasyona uygunluk potansiyelleri, (+) uygunluğu (-) uygun olmadığını ifade etmektedir.	87
<b>Tablo 2.7.</b> Hâkim avantaj ve dezavantaj söyleme göre temaları	118

## GİRİŞ

Teknoloji kavramının temelinde bilimin sağladığı imkanlar ile hayatımızı daha kolay ve yaşanabilir hale getirmesi yatmaktadır. Teknoloji zaman içerisinde sürekli kendini yenileyen, eksikliklerini gideren bir dinamiğe sahiptir. Teknoloji kavramının endüstri devrimlerindeki çağrışımları her zaman birbirinden farklı olmuştur. Birinci endüstri devriminde teknoloji demek makinelerin gelişimiydi, ikinci endüstri devriminden seri üretimdi, üçüncü endüstri devriminde robot teknolojisiydi, dördüncü endüstri devriminde ise bilgi teknolojileri ön plana çıkmaktadır. Hemen başlangıçta ifade etmek gerekirse, bu çalışmada Endüstri 4.0 dönemine odaklanmaktadır.

Endüstri 4.0 devrimi ile ön plana çıkan bilgi teknolojileri, bilgilerin ve verilerin toplanması, işlenmesi, depolanması ve paylaşılması işlemlerini daha verimli hale getirmektedir. Endüstri faaliyetlerinde ve hayatın tüm alanlarında bilgi teknolojileri araçları (ağlar, donanımlar, yazılımlar, telefon, fax, cep telefonu, web sayfası, dijital baskı, bilgisayar ve internet) oldukça önemli bir yere sahiptir. Çünkü ürünlerin üretilmesinde, tasarlanmasında ve hizmete dönüştürülmesinde bilgi teknoloji araçları rekabeti güçlendirmekte, yöneticilere ve işçilere avantajlar sağlamaktadır. (Nişancı, 2016, s. 361).

Bilgi teknolojilerinin sağladığı avantajlara işletmeler açısından bakmak çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. İşletmelerde bulunan ekipmanların bilgi teknolojileriyle buluşmasıyla birlikte insanların sahip olduğu yeteneklerin birçoğunun makinelere de transfer edilebilmesi sağlanmıştır. İşletme içindeki diğer bir önemli husus olan çalışanlarda bu süreçten payına düşeni almışlardır. Günümüz insanları istedikleri bilgiye ulaşan, paylaşan ve depolayabilen konumuna gelmiştir. Teknolojilerin hayatımızı kolaylaştırması insan zekasının fazla iş yüklerinden kurtularak yaratıcılığını konuşturarak insan profillerini ortaya çıkarmıştır (Kıroğlu, 2014, s. 6).

Başka önemli bir avantaj ise, günümüz dünyasında devletler milli teknolojiler üretebildiği ve satabildiği ölçüde rekabet avantajını elinde bulundurabilmektedir. Bu yüzden teknoloji olgusu ülkenin gelişmişliği ile doğru orantılıdır. Gelişmiş ülkeler

açısından bakıldığında teknolojik rekabet üstünlüğü bir yarış halinde ülkeler arasında hızla devam etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler teknolojik dönüşüme daha çok ihtiyaç duyarlar. Az gelişmiş ülkeler için teknoloji yatırımları ise maliyet yüklerinden dolayı çok fazla ileri seviyeye çıkamamaktadır. Teknolojilerini dışarıdan temin eden konumundalar.

Geleneksel coğrafya yaklaşımlarına göre, mekan kavramı enlem ve boylamlarla ifade edilen matematiksel konum olarak tanımlanmaktaydı. Bu görüşün aksi olarak hümanist coğrafyacıların ortaya koyduğu mekan kavramıyla yeni bir boyut kazanmıştır. Mekan içerisinde yaşayanlarla birlikte ele alınmalıdır, bir bütün şeklinde bakılmalıdır savını öne sürmüşlerdir. Lefebvre'e göre mekan, insan ile birbirini karşılıklı şekillendirici roller üstlenmiş ve nesnelere indirgenemeyecek sosyal bir kavramdır (Ergüden, 2015). Mekan görünenin ötesinde duygu, duyu, düşünce, toplum ve kültür ortaklığıyla zihinde oluşan imajdır.

Nesnelerin İnterneti Coğrafyasının Ontolojisi bakış açısıyla, nesnelerin interneti “sanal mekan” ve “gerçek mekan” arasındaki zaman ve mekan uçurumu ortadan kaldırır. İnternet ile beraber farklı bir gerçeklik düzlemi oluşmuştur. Siber alan dediğimiz bu alanın en temel özelliği, gerçek ya da coğrafi mekan ile insanların bağımlı azaltmasıdır. İnternet kendi birçok kavramı etkilediği gibi kendi dilini de oluşturmuştur. Zamanla sanal mekan ile gerçek mekan arasındaki uçurum artmıştır. Nesnelerin interneti ile bu sanal mekan ve gerçek mekan, teknoloji vasıtasıyla birleşmektedir. Örneğin yolda iken telefonumuzda gazete okurken, o esnada evimizin ısıtma sistemini yine telefonumuz vasıtasıyla açabiliriz.

Nesnelerin İnterneti Coğrafyasının Epistemolojisi bakış açısıyla, nesnelerin interneti şehir coğrafyası, davranışsal coğrafya, sanayi coğrafyası gibi alanları doğrudan ve derin bir şekilde etkiler. Teknoloji insanlık tarihi boyunca hayatımızı etkilediği gibi bizim bilgi kuramlarımızı da etkiler. Nesnelerin interneti mekanı etkilediği gibi insanın ve toplumun mekana yaklaşımını da etkiler. Bir şehirde nasıl yaşayacağımıza dair yeni bilgi kuramı ortaya koymaktadır.

Nesnelerin İnterneti Coğrafyasının etkilerine bakıldığında, nesnelerin interneti ile beraber mekansal dağılım, mekansal organizasyon ve endüstriyel dağılım gibi coğrafi kavramlar yeni boyut kazanır. Bu etki aynı zamanda olgunun teknik boyutunu da yansıtır. CBS ile siber gerçeklik düzleminde yeni bir alan oluşmuştur. Nesnelerin interneti bu alandaki teknik imkanları daha da geliştirmektedir.

Nesnelerin İnterneti Coğrafyasının Metodolojisi bakımından, nesnelerin interneti coğrafi araştırmanın yöntemlerini ve araçlarını derin bir şekilde değiştirebilir. Örneğin, bilgisayar başındaki bir coğrafyacı insansız hava araçları ile anında veri alışverişi yaparak mekansal analizine zaman boyutu katar. Ayrıca “yürüyerek mülakat” (go along interview) gibi yöntemlerin daha da gelişmesine imkanlar sunmaktadır.

Nesnelerin İnterneti Coğrafyasının Eleştirisi bağlamında teknoloji sadece teknik boyut içermez ve aynı zamanda mutlak iyi ya da mutlak kötü değildir. Dolayısıyla nesnelerin internetinin söylem boyutu da vardır. Bu bağlamda teknolojik determinizm olguyu anlamamızın önündeki en büyük engellerden birisidir. Coğrafyacı, nesnelerin interneti ile beraber mekansal değişimi anlamak için bu tuzağa düşmemek adına eleştirel bakışa da sahip olmalıdır.

Mekansal Dönüşüm ve Hibrit Gerçeklik kavramlarına bakıldığında ise yukarıda ifade edilen genel çerçeveyi daha da derinleştirerek, iki kavrama odaklanmak, nesnelerin internetinin coğrafyasını kavramak için faydalı olacaktır. Mekan zamanla değişir ve dönüşür. Mekansal dönüşüm denildiği zaman, aslında, fiziki, bireysel ve toplumsal değişim ve dönüşüm de kastedilmektedir. Bu bağlamda, sosyal bilimlerde mekan kavramına dair tartışmalar ve coğrafyada farklı paradigmalardan mekan kavramına bakışları bizlere, nesnelerin interneti ile beraber yaşanan mekansal dönüşümü daha iyi kavramamız için imkanlar sunmaktadır. Örneğin, Nesnelerin interneti ile beraber fabrikalar değişmekte ve fabrikalarda yaşanan bu mekansal dönüşümü kavramak nesnelerin interneti coğrafyasının en önemli amaçlarından birisidir.

Günümüz coğrafyasında mekana dair unsurların iç içe geçmişliğine dair vurgu vardır. Fiziki ve beşeri ögeler birbirini etkilemek ile kalmaz. Daha ileri bir yorum yapılırsa bu ögeler et ile tırnak gibi iç içedir. Bir bütündür. Günümüzde teknolojinin hayatımızı daha çok etkilediği bir olgudur. Bu bağlamda denilebilir ki teknoloji de hayatımızı etkileyen bir unsur olmanın ötesinden hayatımızla iç içe geçmiş bir bütünün parçasıdır. Kavramsallaştırsak; artık bütün unsurlar iç içedir, hibrittir (melez). Bu noktada ifade etmek gerekirse; Bu hibrit gerçeklik kavramının en başat unsurların birisi de nesnelere internetidir. Nesnelere interneti bizlere, zaten küreselleşen dünyanın, daha da melezleşeceğinin haberini vermektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojileriyle birlikte insanların mekanı algılama biçimleri değişmiştir. Bilgi teknolojileri bedensel olarak bir yere olan mesafe kavramını değiştirirken, iletişim teknolojileri de dünyayı bulunduğumuz mekana taşımaktadır. Akıllı cihazlar, giyilebilir teknolojiler ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler sayesinde fiziksel ve siber mekan arasındaki temel fark bedenden ibaret olmuştur.

Dijital dönüşüm süreci içerisine girmiş fabrikaların aynı zamanda mekânsal dönüşümde yaşadıkları bir gerçektir. Yeni teknolojilerin fabrikaların içine entegre olmasıyla birlikte fiziksel ve dijital mekan iç içe geçmiş hibrit bir mekan oluşturmuştur. Eski kimliklerinden tamamen arındırılmış fabrikalar kurmak yüksek maliyetlere neden olacağı için, işletmeler dönüşümü bir süreç şeklinde algılayarak eski işletme yapılarını yeni teknolojilerle donatmaktadır. Ortaya çıkan yeni üretim mekanları “hibrit mekan” tanımlamasına uygun hale gelmektedirler.

Fabrika özelinde ele aldığımız hibrit kavramının mekanda yarattığı dönüşümün yanı sıra işçilerin yaşadığı dönüşümü de ele almak gerekmektedir. Hibrit kavramı, çalışanlar ve meslekler içinde kullanılmaya başlandı. Günümüz meslek yapıları ve iş yapış şekilleri değişiyor. Hibrit bir iş, kişinin birden fazla yetkinliğe sahip olarak birden fazla işi yapabiliyor oluşudur. Dördüncü endüstri devrimiyle daha fazla gelişmeye başlayan bu düşünce dijital dönüşüm dünyasında işçilerin payına düşen en önemli husustur. İşletmeler işe alım süreçlerinde dönüşümü yaşamaya ve ileriye taşımaya hazır çalışanları bünyesini katmayı planlamaktadır. Artık, iş dünyası tahmin edilemez bir hızla değişmekte ve çalışanların eğitimler alarak süreçten kopmamaları

gerekmektedir. Endüstri 4.0 ile yöneticilerin çalışanlarından beklentileri de değişmektedir. İşçilerin tek bir alanda uzman olmalarını savunan görüş yerini farklı yetkinliklere aynı anda sahip olabilen işçi profillerini tercih etmektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde “eski fabrika-yeni fabrika” ayrımı ile olgunun tarihsel boyutu görülmeye çalışılmıştır. Bu ayrım ele alınırken yapısalçı coğrafyanın imkanlarından faydalanılmıştır. Daha teknik olarak Endüstri 4.0 ya da dijital dönüşüm öncesi fabrika neyi temsil etmektedir ve dijital dönüşüm dönemi fabrikaları neyi temsil etmektedir soruları bu bölümde cevabı aranan sorulardır. Şüphesiz eski-yeni ayrımı olguyu daha iyi kavramak içindir. Sürecin bir bütün olduğu ve eski ile yeninin iç içe geçerek devam ettiği bu bölümüm anlamaya çalıştığı bir diğer olgudur. Eski ve yeniye dair farklılıkları görmek için medyadaki oluşmuş ifadelerle dair söylem analizi ve yapılan görüşmeler en önemli veri kaynağı olmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümü üç önemli alt başlığa ayrılmaktadır. Bu başlıklardan ilki fabrikalarda teknolojik dönüşüme neden olan yeni teknolojilerin doğru şekilde kavranması ve fabrikalara olan yansımalarının hangi boyutta olduğu anlaşılmasına çalışılmıştır. İkinci olarak, fabrikalar iç ve dış unsurlarıyla tabiri caizse kendilerine has bir ekosistem kurmaktadır. Bu ekosistemin dışarıdaki yansımaları olan akıllı fabrika, akıllı tedarik zinciri, akıllı üretim, akıllı lojistik, akıllı servis ve giyilebilir teknolojilerin kullanımı kavramları ele alınmıştır. Üçüncü bir başlık olarak ele alınan fabrika içindeki dönüşümü anlamak adına sosyo-mekânsal dönüşüm bu bölümde tartışılmıştır. Sosyo-mekan kavramının altını dolduracak fabrika içerisindeki dijitalleşme sürecinin etkilediği ve etkilendiği unsurlar olan kuşaklar, işçiler, meslek, sektörler, toplum, birey, eğitim, istihdam, müşteri ve devlet politikaları bu bölümde ele alınıp etki ve etkilenimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Son olarak da akıllı fabrikaları etkileyen iç ve dış unsurların dijital dönüşümün ayrılmaz bir bütünü olduğunu ortaya koymak için ağların birlikteliği perspektifinden yaşanan ve yaşanılacağı ön görülen avantajlar ve dezavantajlar ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Yukarıda ifade edilen ana çerçeve doğrultusunda çalışmanın metodolojisi ise bir diğer üzerinde durulması gereken meseledir. Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde, uyumlu olma ve sürekliliğin sağlanması konusunda en büyük pay bu sürece iyi adapte olmuş



kurumlarıdır. Değişime hızlı adapte olabilen, geleceği bugünden öngörebilen işletmeler yarının temellerini bugünden atmış olacaktırlar.

Bu *araştırmanın amacı*; endüstri 4.0'ın getirdiği yeni nesil teknolojilerin akıllı fabrika konseptine uygulanabilirliğine olan bakış açılarının nasıl olduğuna ve şuan ve gelecek zaman içerisinde mekan üzerine yansımalarının nasıl olacağını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda araştırma sorusu ve yardımcı soruları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

*Araştırma sorusu;*

- Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti bağlamında dijitalleşen fabrikaların özellikleri nelerdir ve bu dijitalleşen fabrikaların sosyo-mekansal dönüşümü Türkiye özelinde nasıl gerçekleşecektir?

*Yardımcı sorular;*

- Sosyo-mekansal dönüşüm eski ve yeni fabrikalarda nasıl temsil edilir?
- Dijital dönüşümün avantajları ve dezavantajları nelerdir?
- Yaşanan dönüşümün sürdürülebilir ve daha verimli yaşanması için ne yapılmalıdır?

Bu *araştırmadaki uygulama*; Endüstri 4.0 ön planda olmak üzere; geçmiş endüstri devrimlerinin tarihsel gelişim evrelerini inceleyip, üretime ve üretim şekillerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yeni nesil teknolojilerin en çok bir arada bulunduğu alan olarak fabrikalar seçilmiştir. Bu kapsamda akıllı fabrika olgusunun içerisinde bulunan farklı sektörlerden kişiler araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Gerçekleştirilen görüşmelerde kişilerin Endüstri 4.0 açısından bu süreci anlama, uyum sağlama ve uygulamalar hakkındaki bilgi düzeylerinin ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu saha çalışması, amaç bakımından keşfedici ve bilgi toplayıcı araştırma özelliği göstermektedir. Araştırma da başlangıç olarak geçmiş endüstri devrimleri incelenmiş olup devamında da son endüstri devriminin getirilerinin işletmeleri nasıl etkilediği ve etkilemeye devam edeceği hakkında olumlu ve olumsuz görüşler bir araya getirilmiştir. Endüstri 4.0'a geçiş kararı alan, almak isteyen ya da bu fikre karşı çıkan kişi veya kurumların yapmaları gerekenlerin neler

olduğunu keşfetmek ve doğru uygulanacak bir yol haritası ortaya koyarak gelecek çalışmalara katkı sağlamaktır.

Bu *araştırmanın önemini* belirtmek gerekirse; Endüstri 4.0 çağında nesnelere interneti olarak adlandırılan teknoloji ile nesnelere internet vasıtasıyla birbirine bağlanabilmesi cihazların akıllı üretim gerçekleştirmesine neden olur bu da ekonomik ve sosyal değişiklikleri beraberinde getirir. Bu hızlı değişim kuşağının içerisinde ilerlerken işletmelerin eski bakış açılarını sürdürmekten ziyade geleceğin teknolojilerine yönelmeleri gerekmektedir. Geleceğin işletmelerine baktığımızda geleneksel yönetim şekillerinden vazgeçmeyen işletmelerin rekabet etmekte zorlanacağı öngörülmektedir. İnsan faktörünün üretimdeki rolü, kas gücünden aklın ön planda olduğu nitelikli iş gücü olarak tanımladığımız grubun işletmelere sağlayacağı katkı daha fazla olacaktır. Bu süreç insan aklının yaratıcılığının ön plana çıktığı kritik bir dönem olacaktır.

Araştırmanın önemi; Endüstri 4.0 yeni bir terim olması ve özellikle fabrika özelinde birkaç yıldır çeşitli paydaşlar tarafından ele alınmış araştırma sayısının az olmasından kaynaklanmaktadır. İşletmelerin Endüstri 4.0 yolunda nerede olduğunu, bu konuma nasıl geldiklerini ve gelecekte nerede olmayı planladıklarını tespit etmeye dayanmaktadır. Çalışma, bundan sonra yapılacak olan araştırmalar için de yol gösterici niteliktedir.

Araştırmanın amacına uygun şekilde *araştırma yöntemi* seçilmiştir. Buna göre bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan derinlemesine görüşme yöntemi, söylem analiz ve gözlem metotları uygulanmıştır. Derinlemesine görüşme kendi içerisinde, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşme olarak 3'e ayrılır. Çalışmada kullanılan bu yöntemde katılımcılara; konuya uygun önceden hazırlanmış sorular yöneltilmiştir.

Bu yöntemin tercih edilme sebebi olarak; sorulan soruların yanıtsız kalmaması, görüşme sırasında kişinin hal ve hareketlerinin gözlemlenmesi, elde edilen verilerin kaynağının ilk ağızdan teyit edilmesi ve konu üzerinde derinlemesine bilgi edinilebilmesi gösterilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 148).

Derinlemesine görüşmede araştırmacı, görüşme sırasında alınan cevapları sınıflandırarak ve o cevaplardan hareketle yeni sorularla konuyu daha detaylı incelemeye çalışır. Derinlemesine görüşme yönteminin genel tarzı yapılandırılmamış açık uçlu sorular eşliğinde yüz yüze yapılan esnek ve keşfedici görüşmelerdir. Derinlemesine görüşme yöntemini diğer görüşme türlerinden ayıran en önemli özelliği de budur (Tekin, 2006).

Söylem analizinin ana malzemesi, yazılı, sözlü ve sözsüz içeriklerin ardında olan metinlerdir (Sözen, 1999). Söylem analizinde yazılı hale getirilmiş tüm kayıtsal malzeme ya da metinler (haber yazıları, siyasi parti, örgüt, işletme vb... kurum ve kuruluşların bildiri ve demeçleri, akademik makaleler ile internet üzerinde sosyal ilişki niteliği taşıyan her türlü belge örneğin sohbetler, köşe yazıları, bireysel görüşmeler ya da medya, reklamlar, televizyon programları, dergiler, gazeteler, romanlar, hikayeler vb...) araştırma konusuna dahil edilebilir (Elliot, 1996). Genel olarak ele alındığında toplanan verilerin analizi sözcüklerin, cümlelerin ve bunlar arasındaki bağlantıların yorumlanması ve genel şemalar ortaya çıkarmaktır (Baş ve Akturan, 2008,s.33).

Araştırmaya katılan 20 farklı kurum ve pozisyondan kişi vardır. Görüşmeler neticesinde elde edilen bulguların analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analizin kullanılmasının amacı toplanan verilerin araştırma sorularının aradığı temalara göre özetlenip yorumlanabilmesidir.

*Araştırmanın örnekleme* seçilirken dikkat edilen hususlar ise şunlardır: Bu araştırma da Endüstri 4.0'a uyum sağlamaya çalışan, dijitalleşme süreci içerisinde olan fabrikaların üst düzey yöneticileri, dijitalleşme alanında uzman çalışanlar ve farklı sektörden bu konu üzerinde kafa yoran kişilere yöneltilen sorularla cevaplar aranmıştır. EK-1'de bulunan görüşme sorularıyla derinlemesine görüşme yapılacak kişi ve kurumlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma örnekleme uygun katılımcılar tespit edildikten sonra ilk olarak e-posta ve telefon ile irtibata geçilmiş ve randevu alınmıştır. Randevu alma görüşmeleri sırasında ilk mesajda kabul edenler olduğu gibi konunun ne olduğuna ve ne konuda yardım alınacağına dair geri

dönüşlerde alınmıştır. Randevular alındıktan sonra kişilerle yüz yüze görüşülerek mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Görüşme de alınan cevaplar araştırmacı tarafından not edilmiştir. Kişilerle mülakat yapılmadan önce kişiler bu alanda bilgi sahibi kişilerden seçildiği için konuyla alakalı kısa bir anlatım yapılmıştır. Katılımcıların çoğu ile zaman ayırma konusunda sıkıntılar yaşanmış olup randevu saatleri ve günleri sürekli değişmiştir. Mülakatların sağlıklı bir iletişim içerisinde geçebilmesi için katılımcılar için en uygun vakitler tercih edilmiştir ve ortalama her mülakat 1 saatin üzerinde sürmüştür. Görüşmeler sırasında aşağıda belirtilen hususlara özellikle dikkat edilmiştir: Görüşmeler sırasında iyi bir dinleyici olmaya çalışılmış ve ana hatlarıyla konu daha sonra yazıya dökülmüştür. Yapılan görüşmelerde, sohbetler kontrol altında tutulmaya çalışılmamıştır. Görüşmeler birebir, yüz yüze ve başkalarının etkisinin olmadığı yerlerde gerçekleştirilmiştir. Görüşme için ayrılan süre iyi değerlendirilmeye çalışılmış ve kişilerin bunalmamasına özen gösterilmiştir. Konunun özünü ortaya koyan en önemli sorular üzerinde ayrıca durulmaya çalışılmıştır.

Araştırma örnekleme, dijital fabrika dönemine geçme yolunda ilerleyen ya da bu konu da kendini yetiştiren ve söz sahibi olan paydaşlardan kişilerden seçilmiştir. Türkiye'nin önemli teknolojik dönüşümlere öncelik eden firmalarından; Siemens, Vestel, Arçelik, Bosch, Tofaş, Ford, Vaillant Gmbh, Festo, Mitsubishi Electric, Brisa Bridgestone, Skysens, Dum technology, Endüstri 4.0 platformu, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve akademik anlamda bu konuda çalışmalar yürüten birkaç hoca araştırma evrenine dahil edilmiştir. Bu şekilde belirlenen kurumlar içerisinde konu için en uygun kişiye ulaşmak adına mailler gönderilmiştir ve gerekli yönlendirilmelerden sonra konunun uzmanlarıyla irtibata geçilmiştir. 2019 yılında başlayan işletme ve katılımcı araştırma süreci içerisinde 80 den fazla kişiyle irtibata geçilmiştir. Bunlardan sadece 20 tanesi ile görüşme yapılmıştır. Bunun dışında medya üzerinden yapılan araştırmalar da Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar ile bağlantılı olabileceği düşünülen haberlerden, röportajlardan, köşe yazılarından, verilen demeçlerden, reklamlardan ve sloganlardan söylem analizi kısmında faydalanılmıştır.

Elbette her araştırma da olduğu gibi bu çalışmada da *araştırma sınırlılıkları* mevcuttur. Çalışmada araştırma evrenine dahil edilebilecek kriterleri taşıyan işletme

sayısının azlığı ve ulaşılmaya çalışılan kişilerin yoğunluklarından dolayı birçoğundan olumlu dönüş alınamaması araştırmanın sınırlılıklarından biridir. Ulaşılan kişilerden görüşme yapmayı kabul edenler öncelikle telefonda ya da mail yoluyla bu görüşmeyi yapabileceğimizi düşündüler ve teklif ettiler ancak soruları gördükten sonra yüz yüze görüşme yapabileceğimizi söylediler. Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar kavramlarının yeni olmalarından ve bu sürece geçiş maliyetlerinin yüksekliğinden dolayı çoğu işletmenin bu süreçle henüz tanışmadığını görüyoruz bu da araştırmanın evrenini daraltmaktadır.

Araştırmada diğer bir sınırlılık ise; görüşmeye katılan katılımcıların pozisyonel iş yoğunluklarından dolayı yaşadıkları zaman darlığı ve görüşmelerin uzamasından çekinmeleri olmuştur. Bu sebepten dolayı görüşmelerin samimi ve rahat bir zaman aralığında gerçekleşmesi için sürekli randevular revize edildi bu da beklenenden daha uzun sürede görüşmelerin tamamlanmasına neden oldu. Sorulan soruların fazla olmasından dolayı görüşmeleri en güzel kayıt altına alma şekli ses kayıt cihazı tercih edilmiştir fakat bu duruma karşı olan kişilerin tercihlerine saygı duyularak not alma yöntemiyle görüşmeler tamamlanmıştır.

Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikaların literatür araştırmalarında yeni bir kavram olması sebebiyle ağırlıklı olarak çalışma alanı olarak seçen kesimin mühendisler olduğu göze çarpmaktadır. Bu da sınırlılıklardan birini teşkil etmektedir. Yeni ve popüler bir konu olmasına rağmen Türkiye’de akıllı fabrikalar özelindeki çalışmaların kaynak erişimi yeterli değildir. Yöntem kısmında ülkemizde akıllı fabrikalar adına oluşturulmuş bir görüşme formunun bulunmayışı da araştırmada derinlemesine görüşme metodunun kullanılmasına yöneltmiştir.

Araştırmaya katılan katılımcıların verildiği aşağıdaki tablo 1’den de anlayacağımız üzere araştırmanın evreninin geniş tutulduğu ve odak noktasının da uzman kişi ve kurumlar olmasına önem verildiği görülmektedir. Akıllı fabrika konusunda sektörün önde gelen firmalarıyla yapılan görüşmeler, akıllı fabrika ve dijital dönüşüm kavramlarına akademinin konuya bakışı, teknoloji ve sanayi bakanlığının söz sahibi olduğu alanlar, bilişim ve teknoloji şirketlerinin destek verdiği alanlar ve bu konu

üzerinde medya yüzü olarak boy gösteren paydaşlardan seçilen kişiler araştırmanın güvenilirlik analizini kuvvetlendirmektedir.

**Tablo 1.** Mülakat görüşmesi yapılan katılımcılar ve genel bilgiler

<b>Katılımcı Adı Ve Soyadı</b>	<b>Kurum</b>	<b>Görev</b>
Adem Kayar	Mcs Factory	İşletme Sahibi
Ahmet Atıcı	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Dijital Dönüşüm Uzmanı
Ali Rıza Ersoy	Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 Derneği	Yönetim Kurulu Başkanı
Altay Kermooğlu	Tofaş	Dijital Otomasyon Yöneticisi
Aysun Vatansever	Mcs Factory	Endüstri Mühendisi
Çağatay Özak	Arçelik	Dijital Ürün Sistemleri Müdürü
Doğan Ercan	Festo	Dijital Dönüşüm Uzmanı
Emir Karaaslan	Brisa Bridgestone Sabancı	Üretim Sistemleri
Engin Alan	Binovist Bilişim Danışmanlık	Danışmanlık
M. Özgür Güngör	İstanbul Okan Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi, İşletme
Mehmet Taşoğulları	Vaillant Gmbh / Almanya	İş Uygulamaları Danışmanı
Mutlu Altın	Brisa Bridgestone Sabancı	Fabrika Otomasyon Sistemleri
Sedat Temiz	Tofaş	Ürün Direktörü
Selim Eraslan	Gümüşhane Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi, Coğrafya
Sertaç Samioğlu	Yazar	İot Uzmanı
Tolga Şimşek	Siemens	Endüstriyel Otomasyon

Çalışmanın söylem analizi kısmı için seçilen örneklem grubunu oluşturan kişiler aşağıdaki tablo 2’de görmek mümkündür. Örneklem olarak seçtiğim kişilerde dikkat ettiğimiz birkaç önemli husus olmuştur. İlk olarak mülakat görüşmeleri sırasında da göz önünde bulundurduğum ilk ölçüt farklı sektörlerden kişilerin söylemlerinin seçilmesi olmuştur. İkinci bir diğer husus dördüncü endüstri devrimini ülkemizde konuşulmaya başlandığı ilk günden itibaren medyada ön plana çıkan yüzler dikkate alınmıştır. Son olarak da mülakat görüşmesine dahil edilemeyen fakat birçok dönüşüm projesi gerçekleştiren işletmelerinde göz ardı edilmemesidir.

**Tablo 2.** Medya üzerinden söylem analizi yapılan kişiler ve genel bilgiler

<b>Katılımcı Adı Ve Soyadı</b>	<b>Kurum</b>	<b>Görev</b>
Ahmet Can	Tv Programcısı	Teknoloji Yazarı
Arda Kocaman	Kuma	Kurucu Ortak
Burak Polat	Skysense	Kurucu Ortak
Bülent Acıbe	Mercedes Benz	İcra Kurulu Üyesi
Cihat Kahraman	Hangaarlab	Kurucu Ortak
Dr. Murad Ardaç	Koç Holding	Dijital Dönüşüm Danışmanı
Erol Bilecik	Tüsiad	Genel Başkan
Mustafa Acungil	Yazar	Teknoloji
Mustafa İçil	İçil Strateji ve Danışmanlık	Kurucu
Oğuzhan Öztürk	Arçelik	Teknoloji Müdürü
Ömer Özgür Çetinoğlu	Tofaş	Bilgi İletişim Teknolojileri Müdürü
Pınar Yazar	4C1H	Kurucu, Kültür Tasarımcısı
Tolga Eşiz	Paperwork	Satış Direktörü
Turan Erdoğan	Vestel	İcra Kurulu Müdürü

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

### **ENDÜSTRİYEL DEVRİM AŞAMALARI**

Tarihte sanayi faaliyeti olarak değerlendirilebilecek ilk uygulamalar insanlık tarihi kadar eskidir. Çünkü insanlar varoluşlarının ilk anından bu yana hayatta kalmak için çeşitli mücadeleler vermek zorunda kalmıştır. Doğada vahşi hayvanlardan korunmak olumsuz hava şartlarına direnmek ve en önemlisi de karınlarını doyurmak için doğada buldukları çeşitli malzemeleri kullanarak hem kendilerini korumuş hem de avlanmışlardır. Sanayi devrimlerinin her biri insanlık tarihi için önemli bir yere sahiptir. Bu önemin sebebi ise sanayi devrimlerinin neticesi olan endüstriyel dönüşümün yanı sıra üretim ve tüketim şekillerine etkisidir.

İnsanlık tarihi boyunca bilim adamları ve girişimciler tarafından birçok yenilik ve buluşların keşfiyle sürekli bir değişim ve dönüşüm süreci içerisinde yaşanmıştır. Bu dönüşümler toplumun yaşam düzenini, kültürünü ve çalışma şekillerini önemli derecede etkilemiştir. Geçmişten günümüze yaşamımızı daha iyi koşullara çekmek için sonsuza dek farklı şekil ve isimlerle sürececek olan dönüşüm aşamaları olacaktır. Yaşadığımız modern dünyanın varoluş temellerini oluşturan bu devrimlere “Endüstri Devrimleri” olarak tanımlanmıştır. Bilim adamları ve araştırmacılara göre, üç önemli endüstri devrimi yaşadık. Bu devrimlerin dünya üzerindeki etki ve sonuçları her ülkede aynı süreç ve zaman aşamalarında olmamıştır. Bu devrimler insanlık tarihini tarım ve insan ağırlıklı iş gücünden alıp otomatikleşmiş makine ve robot teknolojisine kadar getirmiştir. Bu dönüşüm ile birlikte insanlık tarihi hep bir adım ileriye gitmiş ve insanların yaşam refahı katlanarak artmıştır. İlk olarak 18. yy. da İngiltere’de ortaya çıkan ilk sanayi devrimi, yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Teknolojik gelişmelerle paralel devam eden bu süreçler endüstriyi, ticari ilişkileri ve insan yaşamını yıllar içerisinde büyük çapta değişimlere yöneltmiştir. Yaşanan bu gelişmeler kronolojik olarak aşağıda (Tablo 1.1.) de anlatıldığı gibidir.



**Tablo 1.1.** Sanayi Devrimleri Tarihçesi (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017)

<b>Birinci endüstri devrimi</b> (1760-1830)	Su ve buhar enerjisiyle çalışan makinelerin keşfi
<b>İkinci endüstri devrimi</b> (1840-1973)	Elektriğin keşfi, iş bölümü ve seri üretim mantığının oluşması
<b>Üçüncü endüstri devrimi</b> (1974-2011)	Otomasyon sistemlerinin kurulması, bilgi teknolojilerinin gelişimi
<b>Dördüncü endüstri devrimi</b> (2011-...)	Siber fiziksel sistemler ve bilginin üretimde hızlı transferi

Tablo 1.1’de dört sanayi devriminin ortaya çıkış tarihleri ve sanayi devrimine neden olan üretim endüstrisini etkileyen önemli olaylar görülmektedir. Sanayi devrimini dört alt başlık altında incelemek üretimde gerçekleşen devrimleri aşama aşama görmemizi sağlayacaktır.

### **1.1. Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0)**

Sanayi Devrimi, 1760-1840 tarihleri arasında İngiltere’de James Watt adlı mucidin buhar makinesini bulması ve bunu üretim süreçlerine dahil etmesiyle başlamıştır. Sanayi devrimi kısaca üretim süreçlerinde kas gücünün egemen olduğu dönemden, makine gücünün egemen olduğu üretim sürecine geçiş şeklinde tanımlanabilir. Sanayi devriminin çıkış noktasının İngiltere olması bir tesadüf değildir. Bu en iyi şu şekilde ifade edilebilir. Kömür ve demir madeni yönünden zengin olması, ülkenin iç pazar ticaretinin serbest bırakılmış olması, güçlü bir donanmaya sahip olması nedeniyle hem hammadde hem de pazar sorununu çözmesi, feodal düzenden ticari topluma başarılı bir geçiş göstermesi, yapılan icatların belgelendirilip koruma altına alınması, bir yüzyılı aşkın süren keşiflerin neticesinde, korsanlık, esir ticareti, ticaret ve savaşlar, İngiltere’yi dünyanın en zengin ülkesi yapmıştır (Küçükkalay, 1997).

İngiltere’nin büyük bir sömürge devleti olmasına bağlı olarak ekonomik anlamda gelişmiş olan İngiltere doğal olarak yüksek ticaret hacmine sahipti ve vatandaşların mülkiyet haklarının anayasal güvence altında olması ülkenin ticari faaliyetlerinin gelişmesini sağlıyordu. Dolayısıyla serbest ticaret ortamı hakimdi. Sömürgecilik neticesinde elde ettiği farklı hammaddeleri ülkesine getiren İngiltere gücünü bu maddeleri işlemek için endüstriyel yatırımlara kullanmıştır. İngiltere bir ada ülkesi

olmasının avantajını kullanarak Avrupa'nın iç karışıklıklarından ve savaşlarından uzak kalmayı başarmıştır. Bütün bu avantajlar endüstri devriminin bu ülkeden başlayıp Avrupa ülkelerine yayılmasına zemin hazırlamıştır. İngiltere'nin başlattığı bu devrim uzun süre ülke içerisinde kalmış 19. yy. ikinci yarısından sonra Avrupa'ya ve dünyaya hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır.

Su ve buhar enerjisi kullanılarak çalışan makinelerin üretimde kullanılmaya başlamasıyla insan gücünün yerini makine gücü almış oldu ve ilk kez fabrikalar açılmaya başladı. Klasik tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş bu yıllarda başlamış ve toplumda köklü değişiklikler olmuştur, doğal olarak da üretim artmıştır. Birinci sanayi devrimiyle beraber, toplumun alışık olduğu sınıfların dışında yeni sınıflar oluşmuştur. Makineler üretim sürecine girmiş, yeni fabrikalar açılmaya başlamış ve fabrikalarda çalışanlar büyük bir işçi sınıfı oluşturmuştur.

Birinci sanayi devriminde, sermaye sahibi olan kişiler yeni iş sahaları açmış ve fabrikalaşma hızlı bir ivme kazanmıştır bu süreç yeni yaşam tarzlarını da beraberinde getirmiştir. Sosyal ilişkiler hızla değişmiş, şehirleşme oranı artmış, sanayi işçileri olarak adlandırılan bir sınıf ortaya çıkmıştır. Birinci sanayi devrimi, toplumun en küçük yapı taşı olan aile yaşamını da etkilemiş büyük aileler yerini çekirdek ailelere bırakmış, topluluk hareketleri yerini bireysel düşüncelere vermiştir (Çakıroğlu ve Karadirek, 2019: 27).

James Watt, buhar makinesini 1776 yılında yeniden tasarlayarak sanayide kullanılabilir hale getirmiştir. Bu makineyi enerji kaynağı olarak sanayi sürecine sokmuştur. Dönemin en önemli imalat sanayicilerinin tekstilciler olması buharlı makinenin ilk olarak dokuma sanayisinde kullanılmasına zemin hazırlamıştır. Dokuma gücünün değişiminin yanı sıra 1785 yılında Edmund Cartwright'ın mekanik dokuma tezgahlarını geliştirmesi buhar makinesinin ilk kez dokumacılığa uygulanmasıdır (Türkcan, 2009: 139). Üretim artışı ticaretin farklı yönlerine evrilmesine neden olmuş ve ülke içindeki üretim fazlalığı, tekstil sektöründe en büyük ihracat gelirlerinin İngiltere'nin tekelinde kalmasını sağlamıştır.

Ulaşımında ham maddenin ülkeye en ucuz yoldan getirilmesi için ve buharlı gemilerin ve demiryollarında buharlı lokomotifin kullanılması, üretilen ürünlerin hem yurt içinde hem de yurt dışında geniş bir dağılım ağı yaratmasını sağlamıştır.

## **1.2. İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0)**

İkinci Sanayi Devrimi, 19. yy. ortalarında ortaya çıkmıştır. Bu devrimde bir önceki devrim gibi insanlık tarihinde önemli dönüm noktalarından biridir. Sanayi devriminin etkisiyle fabrikalar büyümüş ve yenileri ortaya çıkmıştır.

İkinci sanayi devrimiyle birlikte sanayideki ana güç kaynağı olan buhar gücünün yerini elektriğe bıraktığı görülmektedir. Bu dönemdeki en büyük yenilik elektrik ve gaz gibi yeni enerji kaynaklarının kullanılmasıdır. Elektrik, üretim, haberleşme ve ulaşım alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Elektriğin üretim aşamalarına dahil olması büyük ölçüde büyümeyi de beraberinde getirmiştir (Skwirk Online).

Bu devrimle birlikte yeni bir döneme geçiş yapıldı tüketim malları toplu olarak üretilmeye başlandı. Birinci sanayi devriminde kömür ve demirin kullanımı yaygınken bu dönemde bunlara ek olarak çelik, petrol ve elektrik ana etken madde olmuştur. Çeliğin en büyük etkisi demiryolları ağının genişletilmesinde kullanımı olmuştur. Ülkeler bu demiryollarını, birinci dünya savaşı sırasında lojistik destek sağlamak içinde kullanmışlardır.

Avrupalılar için artan hammadde ve enerji ihtiyacı nedeniyle Avrupa ülkeleri, Afrika kıtasının neredeyse hepsini ve Asya'nın önemli bir kısmını kendi imparatorluklarına katmışlardır. Kendi aralarında bir rekabet bu dönem de söz konusu olmamıştır çünkü dünyadaki bütün büyük güçlere yetecek kadar toprağın bulunmasıdır. Avrupa'nın teknolojik üstünlüğü kolayca gittikleri yerleri ilhak etmelerini sağlamıştır (Görçün, 2017:18).

Ford Motor Company'nin kurucusu Amerikalı iş insanı Henry Ford 1913 yılında otomobil sanayisindeki ilk elektrikle çalışan seri üretim hattını kurmuştur. Ford, T 3000 model aracın parçalarının birleştirilmesini kolaylaştırmak için üretim bandını

84 farklı bölüme ayırarak basitleştirmiştir. Ford'un üretim aşamalarında attığı bu yeni adım üretim sürecine yeni bir soluk getirmiştir (Ford Motor Company, 2019). Henry Ford, 5 Ocak 1914'de 'günde beş dolar' adlı iş disiplinini yürürlüğe koymuş ve üretimin yüksek düzeyde makineler tarafından yapılması, hareketli montaj hatlarının kullanımı, yüksek ücretler ve düşük fiyatlandırmalar Fordizmin doğmasına neden olmuştur (Freeman ve Soeete, 2003:170).

Yeni geliştirilen teknolojiler bu dönemde tüketicilere yeni ürünlerde sunuyordu. Telefon, elektrik ışığı, bisiklet ve otomobil gibi tamamen yeni ürünler ortaya çıkmıştır. Otomobil gibi pahalı olan ürünler ekonomik olarak üst sınıf olan tüketicilere hitap ediyor iken elektrik ışığı ve telefon devletin desteklediği alt yapı çalışmaları sayesinde halka indirilmiştir. Halkın refah düzeyinin bir üst seviyeye çekilmiştir.

Yeni teknolojiler ulaşım ve haberleşme şekillerini derinden etkilemiştir. Demiryollarında ucuz çeliğin kullanımının yanında elektriğinde kullanılması dünyadaki ilk metroların ortaya çıkmasını sağladı. Elektriğin kullanım alanlarının yaygınlaşması elektriğe duyulan talebi arttırmış ve elektrik santrallerinin açılmasına neden olmuştur (Kennedy, 1991:71).

Çoğu görüşe göre bu dönemin faydalarının yanında getirdiği bazı zararlarda olmuştur. Teknolojik gelişmelerin, fabrikalaşmanın getirdiği aşırı doğal kaynak kullanımı ve karbon salınımı dünyayı, çevreyi olumsuz yönde etkilemiş ve küresel ısınma gibi bugün dünyanın en büyük çevre sorunlarının temelini atmıştır.

### **1.3. Üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0)**

İkinci endüstri devriminden sonra, 20. yy. ortalarında sanayinin yeni enerji kaynağı olan nükleer enerji ortaya çıkmış ve üçüncü sanayi devrimi meydana gelmiştir. Üçüncü sanayi devrimi bilgi teknolojilerinin ve elektroniğin büyük ivme kazanmasıyla ilişkilidir (Sentryo, 2017). Bu dönemde internet, bilgisayar, telekomünikasyon ve mikro elektronik teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sanayide otomasyon çağını başlatmıştır (Yenilmez, 1993).

Dijital devrimin gerçekleşmesiyle birlikte işçilerle ilgili olan masraflar düşmüş ve iş hayatındaki insan figürüne olan bağımlılık azalmıştır. İş yükünün çoğunluğunu insanların karşıladığı işletmelerde tatil ya da bakım için işe ara verilmesi durumunda kalınmaktaydı. Ancak otomasyon sistemiyle çalışan işletmelerde üretim kesintisiz olarak yıl boyunca devam etmektedir. Üretimde otomasyon sisteminin kullanılışı verimliliği ve kaliteyi beraberinde getirmiştir. İşçiler, verilen işi aynı hız ve kalitede devam ettiremezler bir süre sonra yorulur ve dinlenmek isterler. Otomasyon sistemlerinin yaptığı işlerde ise durmaksızın çalışma, aynı hız ve kalitede ürün çıkarmak vardır.

1980'li yılların başlarında bilgisayar daha yaygın bir kullanım alanına sahip olmaya başladı. Bilgisayarın üretim süreçlerine dahil edilmesinden sonra üretim otomatikleşti ve insana duyulan ihtiyaç daha da azaldı. İnternetin dünya çapında kullanımının yaygınlaşması bilgisayarların sınırsız bir bilgi alt yapısı kaynağı olmasını sağlamıştır. Bilgi artık dünyanın her yerinde istenildiği an paylaşılabilir ve ulaşılabilir duruma geldiğinden dolayı, bilgiyi elde etmek, paylaşmak ve depolamak isteyen herkese büyük kolaylıklar sağlamıştır (Samplers,1998: 344).

1990 yılından itibaren, üretim ve bilgi teknolojilerine internetin etki etmeye başlamasıyla birlikte üretim endüstrileri hızlı bir büyüme dönemine girmiş, ulaşım ve iletişim alanında yaşanan büyük değişimler yerel üreticilerin küresel dünyaya açılmasına neden olmuştur (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Sonuç olarak, ulaşım ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi küreselleşmenin hızlanmasını sağlamıştır.

Üçüncü sanayi devrimi, çok farklı değişikliği ve yeniliği beraberinde getirmiştir. Yeni buluşlar eskiye göre çok daha hafif ve dayanıklı olduğu için kullanım alanları yaygınlaştı ve işlevleri çoğaldı. Doğal olarak bu kadar fazla değişim ve yenilik beraberinde toplumsal hayatta da değişimler meydana getirmiştir.

#### **1.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0)**

İlk üç devrimden bahsettikten sonra kendimizi endüstrinin dördüncü aşamasının içinde bulunmaktayız. Dördüncü Endüstri Devrimi ya da Endüstri 4.0 olarak adlandırılan son sanayi devrimine bir başlangıç noktası belirlemek istense, 2011

yılında Hannover fuarı endüstri 4.0 için bir başlangıç noktası olarak kabul edilebilir (Görçün, 2017:140). Almanya, 2012 yılının sonlarında iş ve üretim mekanlarının köklü bir değişimin içerisine gireceğini ön görmüş ve süreç hakkındaki projeksiyonlarını dünya ya duyurmuşlardır. Zamanla bu terim Almanya'da şirketler, üniversiteler ve politikacılar tarafından da sürekli gündeme getirilip kabul görmüştür. Almanya'nın öncülük ettiği ve daha sonra dünyanın farklı yerlerinde tartışılmaya başlanan Endüstri 4.0, diğer adıyla Dördüncü Sanayi Devrimi, 2016 yılında Davos'ta düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu'nun ana temasını oluşturmuştur (Aksoy, 2017:37).

Endüstri 4.0 kavramı, genel olarak dijital dönüşüm, otomasyon ve seri üretimin akıllanması gibi üç temel çalışma prensibini hayatımıza soktu ve bu devrim sadece sanayi alanını etkileyen bir devrim değildir. Özellikle hizmet sektöründe çığır açacak yenilikleri de beraberinde getirmiştir. Hatırlanacak olursa ilk sanayi devriminde su ve buhar gücünün kullanılmasıyla üretimde makineleşme başladı. İkinci devrimde, elektriğin kullanımıyla sanayi seri üretim bantları ortaya çıktı. Üçüncü devrimde ise farklı bir boyuta geçildi. Bilgisayarların üretim sistemlerine dahil edilmesiyle akıllı makineler çağı başlamış oldu. Bu çağın getirilerini iyi okumak ve yol haritalarını iyi çizmek gerekir. Çünkü rekabetin çok fazla olduğu yerde yalnızca rakibinizden bir adım önde olursanız avantajınızı koruyabilirsiniz:

*Fırsatlar hazırlığı olanların daha çabuk yakaladığı şeydir. İki önemli faktör vardır: Birincisi dijitalleşme diğeri ise teknolojik gelişmelerin getirmiş olduğu değişimlerdir. İş dünyasında kurumsal olarak tüm yapıyı en uçtaki tüketiciyi bile etkilemektedir. Bugün ekonomi adına konuşulan her yerde panellerde bugün, yarın ve gelecekte endüstri 4.0'ı, yapay zekayı ve robotları konuşmayacağımız dönem olmayacak. Ne iş yaparsak yapalım teknolojiyi ve yenilikçiliği kullandığımız müddetçe fırsatları yakalayacağız (TÜSİAD Genel Başkanı Erol Bilecik - Uludağ Ekonomi Zirvesi).*

Dördüncü sanayi devriminde, üçüncünün temelleri üzerine kurulmuş birbirine entegre olma ve sınırları kaldırma anlayışına sahip bir süreç gelişmeye başlamıştır.

Endüstri 4.0'ı önceki sanayi devirlerinden ayırt edici dört kilit nokta vardır: Endüstri 4.0, 1- işletmeler arasında eş zamanlı işbirliği sağlamak için değer ağlarıyla yatay entegrasyon, 2- yeniden yapılandırılabilen ve esnek imalat sistemi oluşturmak için hiyerarşik düzene dayanan bir fabrika da dikey entegrasyon, 3- bir ürünün özelleştirilmesini sağlamak için tüm değer zinciri içerisinde uçtan uca mühendislik entegrasyonu, 4- tüm alt teknolojilerin desteğiyle yok hız ve verim kazanma (Gürcan, 2017:35).

Dünya ekonomik forumunun kurucusu ve başkanı olan Klaus Schwab, dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkış nedenini üç temele dayandırmıştır (Schwab, 2017:11):

1) Hız: Dördüncü sanayi devrimi geçmiş devrimlerin aksine, bu devrim doğrusal değil, üstel hızla gelişmektedir. Bu devrimin teknolojileri son derece birbiriyle bağlantılı, çok yönlü ve sürekliliği olan, katlanarak daha yeni teknolojilerin önünü açmasının sonucudur.

2) Genişlik ve Derinlik: Bu devrim, dijital devrim ( üçüncü devrim) üzerine gelişmektedir. Ancak, bu hızlı değişim süreci, sadece üretim sistemlerinin yapısında değil, toplumsal hayatta, iş dünyasında ve bireyin yaşam koşullarında derin değişiklikler meydana getirmiştir.

3) Sistem etkisi: Bu devrim, sadece üretimin yapısını, firmaları ya da sektörlerin yapısını değil, ülkelerin de yapısını değiştirmekte ve sistemlerin toplu dönüşümünü sağlamaktadır. Klaus Schwab'ın öne sürdüğü bu üç ana temel düşünce önümüzdeki dönemde çok belirleyici olacak ve bu dönüşüme uyum sağlayamayan firmalar ve ülkeler, büyük kayıplar vereceklerdir.

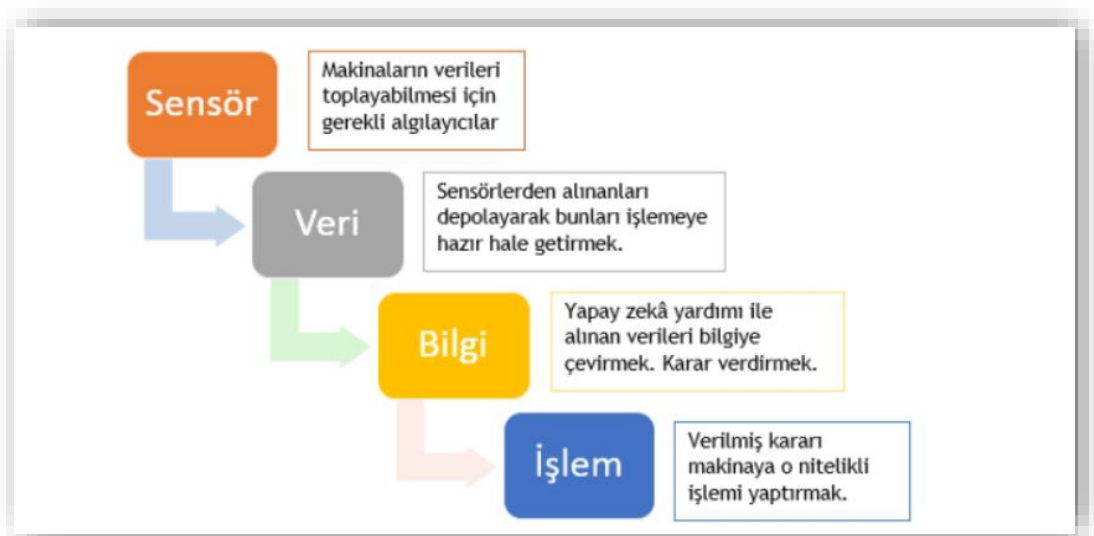
TÜBİTAK 2016 yılında yayınladığı çalışmalarda dört büyük sanayi devriminde gerçekleşen önemli olayları tanımlamıştır. Birinci sanayi devriminde su ve buhar gücü, ikinci sanayi devriminde seri üretim ve montaj hatları, üçüncü sanayi devriminde otomasyon ve dördüncü sanayi devriminde ise siber fiziksel sistemleri tanımlamıştır:

*Endüstri 4.0 konusu Türkiye'de öncü olduğumuz konulardan birisidir. Biz endüstri 4.0'a üretkenliği arttırmak için, üretim maliyetleri azaltmak için ve totalde çok verimli ve çok prodaktif dediğimiz üretimi*

*gerçekleştirmek için girdik. Şuan Türkiye’de bu yeni teknolojileri kullanma bakımından önde gelen firmalardan biriyiz ama ona rağmen hala endüstri 4.0’ın %50’lerinde olduğunu söyleyebilirim. Ama bir işletme için bile % 50’nin ne kadar değerli olduğunu belirtmek için söylüyorum. Öncelikle endüstri 4.0’a geçmek çok kolay değil, iyi bir alt yapınızın olması gerekir. Hem üretim altyapısı, hem planlama alt yapısı, hem insan alt yapınız ve en önemlisi IoT alt yapınızın buna uygun olması gerekir. Endüstri 4.0 şununla karıştırılmamalıdır. Endüstri 4.0 bir robotlu üretim değil, var ama ana temeli bu değil. Endüstri 4.0 bir otomasyon projesi değil. Endüstri 4.0 sipariş alma operasyonundan müşterinin eline ulaşan ürünün bile takibini içeren bir konsept ve bu konseptin içerisinde otomasyon var, robotlar var, bilgi işlem var, üretim takibi var, makinelerin birbiriyle haberleşmesi var ve IoT var bu bileşenlerin hepsi endüstri 4.0 konseptini oluşturmaktadır. Bu konsept hazır olmak için öncelikle insanların bunu çok iyi anlaması gerekir (Turan Erdoğan, Vestel Şirketler Grubu İcra Kurulu Müdürü).*

Endüstri 4.0 diğer devrimlerden ayıran bir değişim hızı farkı vardır. Şöyle açıklamak gerekirse, ikinci sanayi devriminin başlangıcı olarak 1913 yılında elektrikli montaj hatlarının kullanımı gösterilebilir. Her dönem kendi içerisinde karakteristik dönüşüm aşamalarını barındırmaktadır. Dönüşüm yıllarını şu şekilde sıralayabiliriz: 1784-1913-1969-2013. Bu sıralamayı değerlendirecek olursak, toplumdaki değişikliklerin daha hızlı olduğunu ve devrimler arasındaki zaman farkının giderek daraldığını görüyoruz. Kısacası, artık günümüz dünyasında gerçekleşen değişimler eskiye nazaran daha hızlı gerçekleşiyor ve gün geçtikçe hızlanmaya devam ediyor.





**Şekil 1.1.** Dört Basamakla Endüstri 4.0 **Kaynak:** (Sener ve Erel, 2017).

Endüstri 4.0'ı geçmiş sanayi devrimlerinden farklı kılan en önemli özellikleri; yukarıda (Şekil 1) görselinde yer aldığı gibi sensör, veri, bilgi ve işlemdir. Sensör, yaşadığımız çevrede bulunan sıcaklık, basınç, rüzgar, nem gibi fiziksel ya da kimyasal değişimleri algılayarak elektrik sinyallerine çeviren aygıtlardır. Tabir yerindeyse insanların çevreyi duyu organlarıyla algılayıp topladığı bilgileri beyine iletmesi gibi düşünülebilir. Veri, doğru bilginin elde edilmesi için en önemli basamaktır. Veri madenciliği teknikleri uygulanarak amaca en uygun biçimde kullanılabilmesi için veriler sınıflandırılır. Gerekli veriler sensörlerden toplandıktan sonra bilgiye çevrilir ve yapılması gereken işlemin komutu artık verilmeye hazırdır. Sanal ortamda başlayan bir eylem fiziksel ortamda farklı bir eyleme dönüşmüş oluyor bu işlemin sonucunda.

Tüm bu süreçler ve endüstri 4.0'ın kapsamı, sadece üretim özelinde fabrikaların içerisinde gerçekleşen olaylardan ibaret değildir. Yeni teknolojilerden birçok alanda yararlanılmaktadır, örnek verecek olursak hizmet sektörü içerisinde tüketiciyi memnun etmede sunulan hizmetin verimliliği, hızı, etkinliği, uygulanabilirliği gibi önemli kriterler bu kapsamda değerlendirilmektedir. Çünkü endüstri 4.0 teknolojileri kullanıldığı her alana akıl katmakta ve kolaylık sağlamaktadır:

*Endüstri 4.0'ın faydaları inanılmaz boyuttadır. Peki örnek gösterecek olursak sipariş karşılama kalitenizin iyi olmasından (siparişlerin alınması, teyit edilmesi, siparişlerin üretilmesi, zamanında teslim*

*edilmesi ve kalite) bunu anlayabilirsiniz. Endüstri 4.0 uygulamalarını biz fabrikalarımızda uyguladıkça şunu görüyoruz. Hatalı ürün çıkma ve tamir oranları inanılmaz düşüyor. Böylelikle kaliteli mal üretmiş oluyorsunuz bu da marka imajınızın daha fazla parlamasına neden oluyor. Bu bir sirkülasyon, kalitenizin artması müşterilerinin sizi tercih etmesine neden olur, talep arttıkça üretim ve kazanç artar buda tekrar endüstri 4.0'a ayıracağınız yatırım payını büyütür. Endüstri 4.0 biten ve sonuçlanan bir süreç değil, aksine devam eden ve etmek zorunda olunan bir olgudur. Hiçbir zaman %100 ulaşamayacaksınız ama yaklaşma oranınız ne kadar artarsa o kadar bunun faydalarını göreceksiniz (Turan Erdoğan, Vestel Şirketler Grubu İcra Kurulu Müdürü).*

## İKİNCİ BÖLÜM

### AKILLI FABRİKALARDA TEKNOLOJİK ve SOSYO-MEKANSAL DÖNÜŞÜM

#### 2.1. Teknolojik Dönüşüm



Şekil 2.1. Endüstri 4.0 temel parametreleri (TÜSİAD, 2016)

Endüstri 4.0'ın genel parametreleri (Şekil 2.1) de yer aldığı gibi dokuz ana alandaki gelişme ve ilerlemeye dayanır. Bu teknolojiler, Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Robotlar, Bulut Bilişim, Siber Güvenlik, Dikey ve Yatay Entegrasyon, Artırılmış Gerçeklik, Eklemeli Üretim (3D Baskı), Büyük Veri ve Analiz. Bu teknolojilerin bir işletme kullanım oranı kadar dijitalleşmiş, akıllanmış ve bu dönüşümü gerçekleştirmekte diyebiliriz:

*Bir işletme bugün tarifi yapılan bu teknolojileri kullanma oranı kadar endüstri 4.0 'a yaklaşıyor. İnternet üzerinde bulunan send assessment'larla endüstri 4.0'a olgunluk seviyeni ölçebiliyorsun. Herhangi birini seçip kendi fabrikana uyguladığında şunu yapıyorum ya da yapmıyorum şeklinde testi bitirdikten sonra bir yüzde ortaya çıkıyor bu da senin seviyeni ortaya koyuyor. Bu teknolojilerin kullanım oranı arttığı müddetçe endüstri 4.0 sürecinde daha fazla yol almış sayılıyorsunuz ve insan faktörünün olmadığı karanlık fabrikalara doğru gidiyorsunuz. İnsan faktörü olmadığı için yemekhanesi olmayan soyunma odası olmayan, ofis odaları olmayan, ışısız ve gürültüden etkilenecek kimse olmadığı için dilediği şekilde çalışabilen makineler tüm işleri*

*yapacak olacak. World Economic Form her yıl 20 tane light house factory (yani etrafını aydınlatan işletmeler) seçmektedirler. 2019 yılında bu 20 işletmenin içerisinde 3 tane Türk işletmesi vardı. Birisi Arçelik'in Romanya da kurduğu karanlık fabrika, ikincisi Ford Türkiye, üçüncüsü de Vestel Manisa'dır (Ali Rıza Ersoy).*

### **2.1.1. Siber-Fiziksel Sistemler**

İçinde yaşadığımız dönemin teknolojilerine baktığımız zaman gerçek dünyanın ve sanal dünyanın birbirinden ayrı düşünülmesi mümkün olmamaktadır. Fiziki dünya ile sanal dünyanın arasındaki kalın çizgiler kaybolmaktadır. Bu iki dünya arasındaki veri bağlantısını sağlayan siber fiziksel sistemler endüstri 4.0 teknolojilerinin temelini oluşturmaktadır. Siber fiziksel sistemler konusuna sanayi açısından bakacak olursak karşımıza çıkan ilk kavram “akıllı fabrikalar” olacaktır (Siemens, 2017).

Endüstriyel açıdan bakıldığında siber fiziksel sistemler, üretim sistemlerinin ve akıllı fabrikaların en temel bileşenlerinin başında gelmektedir. İşletmelerde siber fiziksel sistem kullanılmadan üretimde otomasyonun gerçekleşmesi mümkün değildir. Müşteri taleplerindeki hızlı değişikliklere fabrikaların ayak uyduracak üretim hatlarına sahip olması için de bu sistemlerin kurulması gerekmektedir. Endüstrilerin fabrikalarını akıllı hale getirmek için fabrikadaki iç bileşenlerle ve dış paydaşlarla bağlantıların etkin bir şekilde kurulabilmesi için siber fiziksel sistemler dijitalleşmenin temel gerekliliğidir.

Siber fiziksel sistemler verimliliği artırmak, işgücü performansını değiştirmek, büyüme oranlarını yükseltmek ve düşük maliyetlerle yüksek kalitede ürünler üretmek için en büyük yardımcıdır. Fiziksel nesnelere toplanan bilgiler kullanılabilir bilgiye dönüştürülmediği müddetçe boş bir bilgi yığınından farksızdır. Bu bilgilerin doğru şekilde işlenerek endüstriyel bilgiye dönüşmesi gerekmektedir. Fiziksel nesnelere olarak bahsettiğimiz makineler, cihazlar ve diğer unsurlar dış dünyadaki olan olayları doğrudan alıp değerlendirme bilgi üretme özelliğine sahip değildir. Bu ancak makineler içerisinde gömülü bulunan yazılımların yardımıyla oluşturulacak algoritmalarla mümkündür (Görçün, 2017).

*Plm (Product Lifecycle Management), bir ürünün yaşam döngüsü olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlı açacak olursak ürünün fikir aşamasından son kullanıcıya ulaşıncaya kadar geçirdiği tasarım, mühendislik, analiz, üretim, ürünün ortaya çıkışı ve pazarlama gibi tüm süreçlerin dijital ortamda takip edilmesini sağlayan çözümlerin genel adıdır. Bunun sayesinde de fabrikalarda dijitalizasyon ortaya çıkıyor (Aysun Vatansever).*

### **2.1.2. Nesnelerin İnterneti**

İşletmelerin neden nesnelerin interneti teknolojisini kullanması gerektiğini anlayabilmek için önce nesnelerin interneti kavramının ne olduğunu iyi kavramak gerekmektedir. Nesnelerin interneti; fiziksel dünya da bulunan nesnelerin, içinde gömülü bulunan veya yanında bulunan sensörlerin kablolu ya da kablosuz bağlantılar vasıtasıyla internete bağlanmalarına imkan veren bir sistemdir. İngilizce terimsel karşılığı “Internet of Things (IoT)” olarak kullanılmaktadır.

*Nesnelerin interneti teknolojileri günümüz dünyasında hemen her alanda kullanılmaktadır. Verimlilik amacı güden bu teknolojileri üretim tesislerinde uygulanır haline endüstri 4.0 olarak değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0 ile hedeflenen nokta, bir üretim tesisinin uçtan uca her alanda dijital ikizinin çıkarılmasıdır. Böylelikle üretim aşamaları daha doğru ve verimli işler hale gelebilecektir (Sertaç Samioğlu).*

Nesnelerin interneti teknolojisinin sistem işleyişini sağlayan bir takım bileşenler vardır. Birinci olarak, tanımlanmış olan hareket ve durumlar bütünüdür. Sistemin çalışabilmesi için öncelikle sistemin tanıyabileceği durumların içerisine tanımlanması gerekmektedir. İkinci olarak bu hareket ve durumların tespit edilip okunması için radyo frekansı, sensör, barkod uygulamaları ile tanımlaması ve algılanması gerekmektedir. Üçüncü olarak algılama ve tanıma sistemleri ile elde edilen verilerin kablolu-kablosuz bağlantılarla bulut sistemine taşınmasıdır. Son olarak da verilerin kullanılacağı bilgisayar, tablet ve cep telefonlarına görüntülenmesi için iletilmesidir (Görçün, 2016:148).

Akıllandırılmış milyonlarca sensörden elde edilen verilerin devamlı bir akış halinde nesnelerin internetini beslediği bir çağın içerisindeyiz. Bu değişim birçok açıdan hayatımızı kolaylaştırmayı ve iş yapış şekillerimizi geliştirmemizi sağlayacaktır. Süreçlerin sürekli izlenebilir olması, anlık bilgi takibinin yapılması, enerji, zaman ve paradan tasarruf sağlaması nesnelerin internetinin başlıca avantajlarıdır. Buna karşın bu teknolojilerin dezavantajları da mevcuttur:

*IoT (internet of things), nesnelerin interneti demektir. En basit anlatımıyla fiziksel eylemleri, cihazları, makineleri, prosesleri internete bağlamak demektir. Kullanım alanları çok çeşitli lojistik alanından tutunda üretim, sağlık ve kişisel yaşama kadar birçok alanda ıot uygulamaları görmekteyiz. İnternete bağlı sistemler şimdiye kadar insanlık tarihi boyunca gördüğü en büyük beyin ve en büyük kütüphaneyi içeriyor. Siz fiziksel ortamlarınızı bu kütüphaneyle birleştirdiğiniz zaman çok ciddi verimler elde edebiliyorsunuz. Aslında farkında olmadığınız günlük yaşamda yada iş yaşamında ne kadar verimli olduğunuzu ya da verimsiz olduğunuzu anında görebiliyorsunuz. Çünkü IoT'nin ciddi bir hesaplama yeteneği var. Toplanan veriler üzerinde yapılan hesaplamalarla çok ciddi verimler alınıyor. Özellikle endüstriyel alanlarda verilecek kararlar konusunda ciddi bir kesinlik sağlanıyor (Burak Polat, Skysense).*

Nesnelerin interneti teknolojisinin işletmelerde kullanılmasıyla “akıllı ürün” kavramı ortaya çıkmıştır. Üründe meydana gelebilecek herhangi bir arızayı hem üreticiye hem de müşteriye anlık olarak göndererek sorunun ne olduğunu ve çözüm aşamalarını bildirdiği için önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Nesnelerin interneti aracılığıyla işletmelerde kullanılmaya başlanan “akıllı dağıtım” sistemiyle birlikte ürün fabrikadan çıktıktan sonra depo, mağaza ve üretim merkezi arasındaki bağlantı kopmamış oluyor. Bu sayede gereksiz depolama masrafları ve tedarik zincirindeki aksamalar azaltılmakta iken teslimat kalitesindeki verimlilik arttırılmaktadır.

Nesnelerin interneti ile işletmelerin hayatına giren bir diğer kavram ise “akıllı satış” dır. Nesnelerin interneti teknolojisinin işletmelere kattığı bir diğer avantajda müşteri profiline iyi tanınmasına ve taleplere daha hızlı cevap verilmesine olan katkıdır. Detaylı müşteri analizi ve kişiselleştirilmiş ürün fırsatlarının uygun fiyatlarla birleştirip müşteriye sunulması geleneksel satış politikalarını değiştirmektedir:

*Özellikle rekabetin çok hızlandığı bir dünyada, bizim verileri analiz ederek daha doğru kişiye, doğru mesajı, doğru zamanda, daha hızlı vermemiz önemli bir hale gelmektedir. Onun için dijital dönüşüm pazarlama da çok fazla konuşulmaktadır. Mesela reklam platformların da artık yaklaşım benim reklamım şu mecralarda şu kadar sıklıkla gösterilsin değil. Tüketici devamlı yeni konularda araştırma yapıyor. Tüketicinin davranışları ve ihtiyaçları sürekli olarak değişmektedir. Pazarlama sistemlerinde bu değişim verilerini dinamik olarak toplayıp, dinamik olarak işlenip, dinamik olarak reklamların oluşturulacağı sistemler geliştiriliyor. Bunun örneklerini insanlar günlük hayatta yaşamaktadır. Arkadaşlarımla telefonda konuşurken bahsini ettiğim şeyleri telefonu kapattıktan sonra reklamlarını görmeye başladım. Bunlar aslında nokta atışı hedeflemenin yapıldığı pazarlama çalışmalarıdır. Tabi ki bazen de bu olay ürkütücü olabiliyor. Sistem şuna odaklanıyor ben o müşteriye sürekli rahatsız etmek yerine ona doğru zamanda ihtiyacı olan ürünü teklif edebilirim. Bu yaklaşımlarda pazarlama da verimliliği arttırmayı hedefliyor (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

Endüstri 4.0 çağında nesnelerin interneti teknolojisinin kullanımıyla fazla hammadde kullanımının da önüne geçilmiş olup tasarruf sağlanmıştır. Aynı zamanda, bu teknolojiyle enerji kullanımının takip edilebiliyor olması fazla elektrik tüketiminin de önüne geçmektedir. Fabrika içerisinde bir arıza çıktığında elle kapatılması gereken makinelerin otonom hale gelerek kendini durdurması mümkün hale gelmektedir. Makinelerin içerisine gömülmüş yazılımlar aracılığıyla istenildiği zaman üretim başlatılabilmekte, istenildiği zamanda durdurulabilmektedir. İşletmelerde önemli bir parametre olan zaman kavramının planlı kullanılması değerlidir. Özellikle, işleme

başlamadan ısıtılması gereken ekipmanlar zamanlama özelliği sayesinde önceden kendini aktif hale getirebilmektedir. Böylece, makine kullanılması gereken vakitte hazır hale gelmiş olmaktadır (Proente, 2018).

*Akıllı fabrikalar aslında birçok prosesin iç içe geçmiş halidir. Fabrikalarda yüzlerce işçi çalışıyor aynı anda, çok ciddi hammadde ve enerji tüketimleri var. Bunların hepsi birbiri içine geçmiş eylemler, bunları dijital ortama taşımazsanız çok ciddi verim kayıplarına sebep oluyor. Ortalama yapılan hesaplarla %30-%35 civarında dijitalleşmemeden ötürü üretim tesislerinde verim kaybı var. Temel amaç IOT ile birlikte bu %30-%35'lik alanı iyileştirmeye çalışmaktır (Burak Polat, Skysense co-founder).*

Nesnelerin interneti teknolojisi sadece avantajları olan bir kavram değildir. Sistemin işletmelerde uygulanabilmesi için gerekli olan maliyet yükünün fazlalığı, kullanana kurum ve kişiler tarafından hissedilen gizlilik ve bilgi güvenliği endişesi, denetim yetersizliği, sabit protokollerin oluşturulmamasının yol açtığı protokol uyumsuzluğu, yasaların yetersizliği gibi birçok konu nesnelerin interneti teknolojisinin eksik yönleridir (Dubash, 2016: 3).

*Birincisi çok ciddi veri yok bu olmadığı içinde ciddi bir analizde yapamıyorsunuz. İkincisi bu yazılı materyallerin fabrika içerisinde dolaşması zor ve hatalı olmaktadır. Aslında bu yapılmaya çalışılan şey şu metaforla özdeştir. Karanlık bir odada saat tamir etmeye çalışan dünyanın en iyi saatçisi gibi. IOT yeni bir kavram olduğu için üreticiler bunun çok farkında değiller. 50-60 yıldır yaptıkları prosesler var ürünlerini tanıyorlar ve işlerini iyi yaptıklarını düşünüyorlar. Ama bu sistemi kurduğumuz zaman aslında işlerin tam olarak iyi yapılmadığı ortaya çıkıyor. bu uygulamaları kurmadan ne kadar verimli olacağını anlatmak biraz hava da kalıyor ancak yapınca görüyorsunuz verimliliği nasıl arttırdığını (Doğan Ercan).*



### 2.1.3. Akıllı Robotlar

Endüstri 4.0 kavramını akıllı fabrika özelinde incelediğimizde dikkat çeken en önemli unsurlardan biride akıllı robotlar olmaktadır. Üretim sırasında insan kaynaklı hatalardan oluşan maliyet kayıplarını minimuma çekmek amacıyla birçok işletme robotları gittikçe daha fazla kullanmaya başlamıştır. Endüstriyel faaliyetlerde kullanılan robotlar, işleri artık insanlardan daha ucuza, daha güvenli ve doğru bir şekilde yürütmektedir. Çalışma şartlarının insanlar için uygun olmadığı ortamlarda (tehlikeli, sağlıksız, tekrar eden işlerde) çalıştırılıyorlar:

*Otomasyon ilerliyor bizim gibi otomotiv sektöründeki fabrikalarda uzun zamandır bir dönüşüm gerçekleşmektedir. Manuel operasyonlar otomasyona döndü, kaynak operasyonları robotlarla yapılıyor montaj operasyonları hala biraz manuel ama pres hatları işçi çalıştırmadan büyük ölçüde yürütülüyor. Robotlaşma çok hızlı ilerledi nesnelerin interneti ile birbirleriyle cihazların konuşabilmesi sayesinde insanların verdiği kararları artık cihazlarda belirli ölçüde kendi kararlarını verebiliyor. Sistemlerde oluşan herhangi bir değişikliğe göre de karar mekanizmaları yeni bir iş planı oluşturmaktadır (Mutlu Altın).*

Otonom robotlar, Endüstri 3.0 döneminde kullanılan geleneksel robot teknolojilerine kıyasla internet üzerinden haberleşebilen, daha verimli, güvenli ve esnek çalışabilen robotlardır. Bu tür robotlar, içerisinde gömülü halde bulunan yazılım ve donanımlar sayesinde kendi kararlarını alıp yerine getirebilirler. Ağ üzerinden gelen iş emirlerini yerine getirebilir, içerisinde bulunduğu durumları anlık alıcıya iletebilir, ürettiği ürünle haberleşebilir böylelikle kendisi ile çalışan operatörlerin işlerini kolaylaştırmış olur (Banger, 2018). Akıllı robot teknolojisini bir işletme içerisinde kurulması ve yürütülmesi tek başına gerçekleşecek bir durum değildir. Sistemin yürütülebilmesi için gerekli siber altyapı teknolojilerinin işletmelerde mevcut olması gerekmektedir. Bunun gerekliliğini görüşmecilerden Emir Karaaslan'ın görüşleriyle destekleyebiliriz:

*Akıllı Robot denilince aslında ucu açık bir kavramdan bahsediyoruz. Bir robotu veya makineyi “akıllı” yapmanın bulunduğumuz zaman itibariyle sonu yok. Dijitalleşmeyi ne kadar tabana yaymış ve iyi uygulamış olduğunuza ve deep learning, machine learning hatta AI algoritmalarını ne kadar iyi kullandığınıza bağlı olarak Akıllı Robotlar dünyasına giriş yapabilirsiniz (Emir Karaaslan).*

Otonom olma özelliğini açıklamak gerekirse, robotun karşılaştığı durumlara insan yardımı olmadan kendi başına karar alma yetkinliğine sahip olması olarak tanımlanmaktadır (Topuz ve Yıldırım, 2016:364). Otonom robotlar, üretim maliyetlerini de önemli ölçüde azaltmaktadır. Robotlar, karanlık ortamlarda çalışabildikleri için insanlar gibi iyi aydınlatılmış ortamlara ihtiyaç duymazlar bu yönüyle de enerji maliyetleri azaltılmış olur. Robotlara insanlarla işbirliği içinde çalıştığı için yeni bir terim olan “cobot” ismi verilmiştir.



**Şekil 2.2.** İnsan ve robotlar arasındaki iş birliği

İş yapış şekillerinin değiştiği günümüzde (Şekil 2.2.) de yer alan robot ve insan uyumunun yakalanması fazladan kazanılmış zaman, enerji, güç ve performans demektir. Robotlara yaptırdığımız çoğu işin öncesinde ya da sonrasında insan faktörü muhakkak sürece dahil olmaktadır. Bu sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için insan ve robotların birlikte çalıştığı verimli ve güvenli bir ortamın oluşturulması gerekmektedir. cobotların üretim sürecinin her alanında çalışması mümkündür. Büyük parçaların monte edilmesi, ağır malzemelerin yüklenmesi gibi güç işlerde cobotlardan faydalanılması mümkündür:

*Vestel Manisa fabrikamızda robotlar ve insanların aynı anda çalışabildiğini görebilirsiniz. İş planlamasında belli bir iş bölümü var, insanlar ve robotlar sadece kendi yapmaları gereken işe odaklanıyorlar. Örneğin, fiziksel güç gerektiren malzemelerin kaldırılması ya da taşınması gibi işlerin tamamı artık robotlar tarafından yapılmaktadır. İnsanlarda yorumlama gücünün ve aklın ön plana çıktığı alanlarda tabii ki işlerinin başında olmaya devam edecekler (Turan Erdoğan, Vestel).*

Endüstri de kullanılan klasik robotlar çevrelerindeki kişilerle ve nesnelere bağlantı kuramamaktaydı. Dijital dönüşüm ile birlikte öğrenen robotlarında üretime dahil olması insanlarla robotların birlikte çalışmasına ortam hazırlamıştır. Otonom robotların işletmelerdeki dönüşüme katılımından sonraki değişime örnek olarak:

*Akıllı robotlar için henüz erken bir evredeyiz. Robotlar ya da robotik süreçler henüz öğrenmeyi öğreniyorlar. Öğrenmeyi öğrenebildikleri anda çok hızlı bir dönüşüm olacak. Bu alandaki robotlarla birlikte çalışma, yada operatörlerin yaptığı rutin işlerin dönüşümü yada insanların yapması sakıncalı, tehlikeli olacak işleri üstlenmeleri sürecindeyiz (Çağatay Özak).*

Başka bir bakış açısıyla bakmak gerekirse, robot kavramının tarihi dünya için çok yakın tarihlere dayanmaktadır. Robot teknolojilerinin bugünkü geldiği konuma baktığımızda çok hızlı yol kat edildiği görülmektedir. İnsanlığın teknolojik gelişmelere bakış açıları genelde hep aynı başlıyor. Robotlarda da durum aynı şekilde olmuştur. Genel bir tabirle söylemek gerekirse ‘robotlar insanlığı yönetecek mi?’ sorusu her kesimden insanın düşündüğü ve korktuğu bir kavram haline gelmiştir. Bu bakış açısının yanlışlığını süreç içerisinde yaşanan gelişmelere bakarak görebiliriz. İşletmelerde üretim hatlarına robotların dahil olmasıyla birlikte insan unsurunun konumu değişmiştir ama tamamen ortamdaki çekilmemiştir:

*Robotlar kendi başına akıllı değildir robotu programlayan insan onun programladığı kadar çalışabilir. Ancak robot programlaması yapıldıysa*

*düşünme ve sistem içerisinde karar verip yönetebilmektedir. 'Robotların dünyayı ele geçirme meselesine ben tamamen karşıyım'. İnsanlara çok çok yardımcı olacağını ama asla yerine geçemeyeceğini düşünüyorum insan en muhteşem varlık ve onun önüne geçmesi mümkün değil. Bir robot insan gibi güldürebilir mi aşık olabilir mi ya da bir robot diğeri için ağlayabilir mi. Robotlar bizim önümüze geçmeyecekler ama bizim bugün yaptığımız işleri elimizden alabilirler. Fabrikalarda işçi sayısı azalabilir. Otomotiv de bazı bölümlerde ful robotlarla çalışabilirsin boya hatlarında, ana şaselerin yapıldığı, kaynak yapımı gibi ama hala manuel yapılan işlerde var (Mehmet Taşoğulları).*

#### **2.1.4. Bulut Bilişim**

Bulut teknolojisi ile birlikte iş dünyası içerisinde yıllardır kurulu olan iş kültürleri bilgisayar ve bilgi teknolojileriyle birlikte değiştirmektedir. Bulut teknolojisiyle bilgisayarların merkezi bir bilgisayar etrafında ağlar yoluyla birleşmesi iş dünyasında yeni bir iş modelinin oluşmasına yol açtı. Yeni iş modellerinin temelinde iletişim, bilişim ve internet olmazsa olmaz arasındadır. Bulut bilişim, işlerin büyük sunucu bilgisayarları ve yazılımları ile paylaşılarak yapılmasıdır. Bulut teknolojisi sayesinde yetkinlikleri az olan bir bilgisayar üzerinde bile internet ortamında dev işleri yapabilirsiniz. Aynı zamanda depolama alanı için yetersiz kalan bilgisayarlar içinde internet sürücülerini aracılığıyla daha geniş ve güvenli depolama alanı oluşturur (Banger, 2017: 59).

Bulut bilişim, tüm bilgilerin bir merkezde depolanmasını ve ihtiyaç halinde gerekli birimlere ağ üzerinden iletilmesini sağlamaktadır. Birimlerin bulut bilişim ile kurduğu bağlantılar bilginin zaman ve mekan kavramlarından soyutlanmasına her an her yerden ulaşılmasına olanak sağlar. Böylece istenilen bilgilere daha hızlı ve daha ucuza erişilmiş olunur. Merkezi sistemde toplanan veri sayısı arttıkça üretim için gerekli olan altyapının kurulumunu kolaylaştırmaktadır.

Endüstri 4.0 da bulut bilişimle, işletmelerin iş yapış şekillerinde bir değişime gideceği beklenmekte ve daha az maliyet, daha az bilişim personeli, daha az

karmaşık yapı, daha esnek bir üretim modelinin ortaya çıkacağı düşünülmektedir (Yıldız, 2011).

İşletmeler, müşterilerinin taleplerini karşılayacak yeterlilikte ürünler üretme çabasıdadır. Bu sürecin temelinde akıllı ürün üretecek seviyeye gelmiş işletmelere sahip olmak vardır. İşletmedeki nesnelere verilerin toplanması, büyük veri sistemlerinde depolanması, makineler arasında iletişimin sağlanması akıllı üretimin anahtarlarıdır. Toplanan büyük verinin depolanması, diğer birimlerin istediği zaman veriye ulaşabilmesi ve karar verme mekanizmalarında bilgiyi kullanması için işletmeler henüz hazır hale gelmiş değil. Endüstri 4.0 teknolojilerinden siber fiziksel alt yapısı işletmelerde kurulduktan sonra bulutta veri depolama ve yönetme işlemlerinde yaşanan sorunlar çözülecektir. Böylelikle, üretim sistemlerinde verimlilik artacak, esnek üretim hatları kurulabilecek, nesne takibi kolaylaşacak ve işletmelerin rekabet gücü artacaktır (Sayılğan ve İşler, 2017).

*Endüstri 4.0'ın alt parametrelerine karşı bütüncül bir bakış açısına sahibim bu alt parametreler birbirini tamamlayan sistemlerdir. Açıklamak gerekirse nesnelere internetinde nesne üzerinden alınan datayı depolamak için bulut bilişim sistemine ya da bir blockchain ağına ihtiyacımız var ve bu verinin güvenliğini sağlamamız için siber güvenlik sisteminin gerekliliği zaruridir (Selim Eraslan).*

Bulut bilişim teknolojisinin işletmelere sağladığı avantajların yanı sıra bazı riskleri de beraberinde getirdiğini söylemek yanlış bir ifade olmaz. İlk olarak, internet üzerinden hizmet veren bir teknolojiye hatasız ve kesintisiz iş yapabilmek için geniş bant internet erişimine sahip olmanız gerekir. İkinci olarak, bulut teknolojisinin internet tabanlı bir hizmet olmasından dolayı verilerin aktarımında yaşanabilecek güvenlik sorunları risk oluşturmaktadır. Bir diğeri, bulut bilişim hizmeti veren firmaların güvenilirliği, yeterliliği ve denetimin yaşanan eksikliklerin olması. Son olarak da bulut hizmeti veren firmaların kesintisiz hizmet verme garantisinin bulunmamasıdır (Henkoğlu ve Gülcü, 2013).

*Büyük verileri işleyecek data Centerları şirketlerin ayrı ayrı tutmaları büyük bir verimsizlik onun yerine teknoloji firmaları bu yatırımları yapıyor ve internet üzerinden hizmet olarak satıyorlar. Şirketlerde bu yatırımı yapmak bakımını sağlamak herhangi bir çöküşte işletmelerin üretimi durdurmasına neden olacak riskler yerine bu tarz işlerde uzmanlardan yardım alıyorlar (Altay Kermooğlu).*

### **2.1.5. Siber Güvenlik**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim ve tasarım alanında getirdiği yenilikler şu anda işletmelere büyük değer yaratma fırsatı sunmaktadır. Ancak yeni teknolojileri benimseyen işletmeler için veri gizliliği ve güvenliği gibi büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Endüstri 4.0'ın gerçek potansiyeline tam olarak ulaşabilmesi için yeni teknolojilerin bu sorunların üstesinden gelmesi gerekir (Thames ve Schaefer, 2017: 1-2). Dijital dönüşüm ile birlikte üretim altyapısı ve üretim yöntemleri hızlı bir şekilde değişmekte ve yeni istihdam alanları açılmaktadır. Birçok işletme bağlantılı olmayan, dışa kapalı geleneksel yönetim şekillerine güvenmektedir. Dijitalleşmenin getirisi olan bağlantılı nesne sayısının artışı daha fazla siber güvenlik ihtiyacını beraberinde getirmekte ve korunma ihtiyacını da arttırmaktadır. İşletmelerin geleceğinin garanti altına alınması iyi bir siber güvenlik ağının oluşturulması ile mümkündür (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 6).

Fabrikalarda kullanılan sistemler büyüdükçe sistem içerisinde yer alan makine ve bilgisayarların güvenliği zorlaşır. Saldırlara karşı sistemi kapatmak anlık çözüm getiriyor olsa da uzun süreli kapatılması üretim ve lojistik alanında akşamlara neden olacaktır. Akıllı fabrikaların en önemli amacı, verimliliği ve gelir kaybına neden olan faktörleri önleyici sistemler geliştiren yapılardır. Amaç, sistemlerin her zaman kullanıma hazır ve kesintisiz çalışmasıdır. Bunun için özellikle işletmenin siber fiziksel sisteminin saldırılara karşı korunması gerekmektedir.

Dijitalleşen dünyanın getirdiği yeni teknolojilerden bir diğeri de, blok zinciri teknolojisidir. Blok zinciri sisteminde işlem yapanlar bloklar üzerinde işlemlerini yapmak da ve her blok başka bloklarla bağlantı içerisinde. Bu şekilde de sistemde

bütünlük ve güvenlik sağlanmakta, güvenli depolanma ile birlikte veri birikimi sağlanır (Nofer vd., 2017: 184). Blok zinciri içerisinde yapılan tüm işlemler kayıt altına alınmakta böylelikle çalışanlar istedikleri veriye anlık ulaşabilmektedir. Blok zinciri işleyişinde merkez yönetim olmadığı için yapılan işlemlerin silinmesine ve değiştirilmesine izin verilmediği için çalışma kültürlerinde şeffaflık ön plana çıkacaktır (Ovenden, 2017: 1). Aynı zamanda blockchain teknolojisi işletmelerde yaşanılacağı düşünülen siber güvenlik zafiyetlerinden kaçınmanın bir diğer yolu olacağı öngörülmüyor.

Dijital dönüşüm hayatın temel taşlarından olan finans dünyasını da etkilemektedir. Bitcoin teknolojisi, dünyanın her yerinde kullanılan alışlagelmiş para birimlerinin yanına yenisini eklemektedir. Dünyanın her yerinde kolay bir şekilde ağ üzerinden transfer yapılabilen merkezi bir kuruluşa gerek duymayan dijital bir para birimidir.

#### **2.1.6. Dikey ve Yatay Entegrasyon**

İşletmelerde kullanılan mevcut sistemler birbirine entegre değil ve konuşamıyorlar. Fabrikanın bağlı olması gereken iki tip entegrasyon ağı bulunmaktadır. Birincisi, fabrika içerisinde tasarımın, üretimin ve hizmetler ağının birbiriyle kurması gereken iletişim ağının varlığıdır. Diğeri ise, fabrika dışında gerçekleşmesi gereken şirketlerin, tedarikçilerin ve müşterilerin arasında oluşturulan iletişim ağıdır. İşletmelerin üretim bölümüne bağlı olan tüm süreçlerde tam anlamıyla gerçekleştirilen bir entegrasyon ağı söz konusu değildir. Ancak, endüstri 4.0 teknolojileri bu kesintili ağ bağlantıları bir bütün haline getirmeyi vaat etmektedir (Rüßmann ve diğerleri, 2015: 5-6).

Endüstri 4.0 ile hammaddenin üretim safhalarından geçerek tüketiciye ulaşmasında, satış ve sonrası hizmetlerde birbirine entegre bir sistemi hedeflenmektedir. Geleneksel üretim yapılarına karşın bütüncül bir değer zinciri oluşturmaktır. Dördüncü sanayi devrimi, sistemlerin ve makinelerin kendi kendini yönetme yeteneğine sahip bir düzeni kurmayı amaçlamaktadır. Nesnelerin akıllandırılması ile birlikte sisteme veri gönderen ve entegre olması gereken birçok kaynak ortaya

çıkılmaktadır. Bunların işletmelerde belirli bir düzen çerçevesinde çalışması üretim verimliliği için akıllı fabrikalarda olmazsa olmazdır.

*Endüstri 4.0 Almanya da çıktı. Almanya'nın bunu çıkarırken ki amacı Çin gibi Hindistan gibi çok kalabalık ve yüksek üretim gücü, yüksek insan kaynağı, düşük işçi gücüne sahip ülkelerle nasıl baş edebilirim sorusuyla başladı. Almanya eğer uçtan uca entegre, otomatik, hem yatay hem dikey entegrasyonlu fabrikalar yaparsam ve bu üretim tesislerinde insanların az olduğu ama üretiminde aynı oranda çok olduğu bir devrim yaratabileceği fikrini dünyaya sundu. Sanayide gerisinde kaldığım ülkelerle rekabet edebilirim. Endüstri 4.0'dan anladığım her şeyiyle birbirine entegre dijital otomasyona geçmiş ve insan eforunun en az olduğu üretim işletmeleri (Sedat Temiz).*

Yeni gelişen iş modelleri içerisinde bahsedilen entegrasyon biçimlerinin teknolojiye genel isimleri yatay ve dikey entegrasyon kavramlarıdır. Dikey entegrasyon, aynı sektörde işlerini yürüten firmaların farklı alt sektörlerle ortak olan müşteri portföylerini birleştirmesini ifade eder. Otomobil üreten bir firmanın tedarikçilerinden olan bir lastik firmasıyla birleşmesi bu entegrasyona örnektir.

*İlk etapta dijital dönüşüme çok hazır gördüğüm otomotiv sektörüdür. Bunu tedarikçileri ile kuracağı yatay ve dikey entegrasyon sistemleriyle en başarılı hayata geçirecek sektör olarak görüyorum (Tolga Şimşek).*

Yatay entegrasyon ise, hitap ettiği müşteri kitlesi aynı olan farklı firmalar arasındaki birleşmeleri ifade etmektedir. Bu entegrasyon çeşitleri hem işletmelerin tüm birimlerini hem de tedarik ve değer zincirinin tüm aşamalarını kapsamaktadır. Bu kapsamda, dikey entegrasyon firmaların üretim süreci içerisinde gerçekleştirdiği tasarlama, ürün geliştirme, imalat, pazarlama, finans gibi birimlerin entegrasyonunu, yatay entegrasyon ile de tedarikçi, üretici, dağıtıcı, lojistik hizmetlerinin entegrasyonunu kapsamaktadır (Ansal, 2016).



### 2.1.7. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamının içerisine bilgisayar ortamındaki ses, video, görüntü, grafik, şekil gibi verilerin entegre edilmesiyle ortaya çıkan görüntüdür. Artırılmış gerçeklik uygulamaları henüz işletmelerde başlangıç seviyesindedir. Ancak geleceğin akıllı fabrikalarının vazgeçilmez bir ölçütü olacaktır. İşçisinden yöneticisine, müşterisinden satıcısına kadar birçok alanda etkisini günden güne göstermektedir (Simonis vd, 2016: 4).

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının işletmelere sağladığı birçok avantaj bulunmaktadır. İlk olarak üretim üzerine olan etkisinden bahsedecek olursak, üretim süreçlerindeki karar verme süreçlerini geliştirmektedir. Şöyle ki, üretim hattı içerisinde yapılacak değişikliklerin önceden ne sonuçlar doğuracağını görmemize yardımcı olur. Tasarımcılar tarafından hazırlanan ürünlerin imalattan önce sanal olarak üretimini gerçekleştirdiğinizde işleyişin nasıl olacağını anlamanıza yardımcı olur. Bakım süreçlerinde oluşabilecek tehlikeler karşısında çalışanlara doğru aksiyon planları verilebilir. Aynı zamanda pazarlama alanında da birçok yenilik getirmiştir. Müşterilerin bir ürünü satın almadan önce pratik bir şekilde deneyimlemelerine olanak vermektedir:

*Artırılmış gerçeklik tarafından bir örnek verecek olursak, mağazalarında artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanan işletmeler müşterilerine mağazaya geldiklerinde değişik kıyafetleri üzerinizde deneyebilirsiniz sanal olarak, bu müşteriye sunulan teknolojik bir kolaylık yani dijitalleşme, peki ne zaman bu dijital dönüşüm olmuş oluyor? Orda yapılan o uygulamadan data toplayabiliyorsak, o datayla müşterimizi daha iyi tanıyabiliyorsak ve bu bilgileri arkada yazılımlarla yorumlayarak müşterimize daha nokta atışı hizmeti sunabiliyorsak buna dijital dönüşüm demiş oluyoruz (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik kavramları birbirine çok fazla karıştırılmaktadır. Ama aralarında görüldüğünden daha derin ayrımlar vardır. Sanal

gerçeklikte, gerçek dünyanın bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak oluşturulmasıdır. Artırılmış gerçeklik ise, gerçek dünyayı eş zamanlı olarak sanal modellerle zenginleştirmektedir. Sonuç olarak, sanal gerçeklik, gerçek dünyayı olduğu gibi sanal dünyaya taşıırken, artırılmış gerçeklik ise, gerçeklikten ayrılmadan sanal bilgilerle ve görüntülerle zenginleştirmektedir (Somyürek, 2014).

### 2.1.8. Eklemeli Üretim

Dördüncü sanayi devriminin alt parametrelerinden olan eklemeli üretim veya 3D yazıcı diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak üretim süreçlerini etkilemiştir. Diğer sanayi devrimlerindeki geleneksel üretim şekillerinin ötesine geçilmiştir. Geleneksel yöntemde hammadde nihai ürün halini alana kadar kesilmekte, biçilmekte, preslenmekte, kalıplara dökülmekte birçok farklı işlemde geçmektedir. Bu işlemler sırasında ciddi miktarda malzeme atığı ve hatalı ürün çıkışı olmaktadır.

Öte yandan 3D yazıcı teknolojisinde, üretim üst üste eklenen malzeme dolgusuyla yapılmaktadır. Ürünleri üç boyutlu olarak inşasındaki temel prensip eriyik halde bulunan malzemeyi tabandan tavana doğru üst üste ekleyerek bütünü oluşturmaktır. Bu şekilde yapılan üretim şekli geleneksel üretim şeklindeki hammadde, enerji, zaman, çeşitlilik ve kalıp yapılarını tamamen değiştirmiştir. Eklemeli üretimin bu özelliği, çeşitlilikte ve verimlilikte ciddi bir avantaj sağlamıştır (Rifkin, 2015: 98-99).

*Endüstri 4.0'ın en önemli bileşenlerinden biri de 3 boyutlu yazıcılar yani katmanlı üretim. Geleneksel üretim yapan herhangi bir firma kalıplarla üretim yapmak durumundaydı, üretimini belirli parçalara bölüp başında çalışanlarla tekrar tekrar işleyip ardıl işlemlerle bir parçayı üretmektedir. Ama 3 boyutlu yazıcılarla farklı bir bakış açısı geldi. Şöyle ki tamamen operatörden bağımsız tatil olsun, gündüz olsun, gece olsun fark etmeksizin makineler tek seferde kalıpsız hiçbir şeye ihtiyaç duymadan doğrudan parça üretmeye başladı. Bu bir vizyon farkı yarattı. Hem maliyetleri kısıtı hem süreci hızlandırdı hem de bir şeyi kişiden bağımsız olarak tekrar tekrar üretme imkanı sağladı. O yüzden sanayi de birçok kişi önce şaşırıp adapte olamadı sorunlar yaşadı ama şuan hızlı*

*bir şekilde adapte olup tüm süreçlerinde bu teknolojileri kullanmaya gayret etmektedir (Arda Kocaman, Kuma Kurucu Ortağı).*

Üç boyutlu yazıcıların üretim sistemlerine getirdiği en önemli avantaj, yenilikçi üretim sistemlerinin en son teknolojik araçlarla yapılmasını sağlamasıdır. 3 boyutlu yazıcılar sayesinde mekana olan bağlılık ve işçilikle alakalı problemler ortadan kaldırabilir. Bu bağlamda fordist üretim şekline karşı yeni bir üretim şekli geliyor. Eklemeli üretimle birlikte kas gücü bağımlılığı ve emek yoğun çalışma biçiminin yol açtığı çoğu sorun ortadan kaldırılmış olmaktadır (Yıldırım, 2016: 170).

*Endüstri 4'ün alt parametrelerinden biri olan 3d yazıcılar bu süreçte önemli bir rol oynayacaktır. Tek bir üretim bandından aynı özelliklere sahip benzer ürünlerin yerini kişisel tercihlere dayalı üretim yapan 3d yazılar alacaktır (Selim Eraslan).*

Üç boyutlu yazıcılar tasarım programlarında yazılan veriler vasıtasıyla kalıp ve model ihtiyacı olmadan da üretim yapılabileceğinin önünü açmıştır. Bu sayede, üretilecek olan ürünün üretilmeden önceki tasarım modelinin görülebilmesine imkan vermektedir. Böylece üretim süreçlerinin dijital ortama aktarılması ile birlikte üretim maliyetlerinin daha planlı yapılmasına, daha net rakamların görülmesine, satış için doğru fiyatlandırmanın yapılmasına katkı sağlamaktadır. Rekabet şartlarının hızlı değiştiği günümüz dünyasında bunları yapmak her zamankinden daha önemli olmuştur.

*Bir tasarım yaptığınız da bunu 3 boyutlu yazıcılarla hayata geçirdiğinizde kalıp maliyeti, üretim maliyeti gibi maliyetlerden tamamen kurtuluyorsunuz. Bide bu maliyetleri çıkarabilmek için milyonlarca üretilip satma yükünden de kurtuluyorsunuz. Bir tasarımınız var ve satacağınız kadar üretiyorsunuz. İsteddiğiniz zaman istediğiniz kadar üretiyorsunuz stok derdiniz yok. Makinelerin maliyetleri gerek işletme olsun gerek başlangıç maliyeti olsun oldukça düşük. Diğer bir güzel tarafı ise geleneksel üretimde elektrik tüketimi ve fire miktarınız çok fazla ama 3 boyutlu üretimle bir makineden aldığınız çıktı bir birimse 10, 100*

*diye katlarına çok rahat bıkabiliyorsunuz ölçeklendirme bakımından da oldukça esnek bir sistem (Sertaç Samioğlu).*

Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, tedarik, üretim, lojistik, satış, pazarlama gibi tedarik zincirini oluşturan tüm süreçleri etkileyebilmektedir. Eklemeli üretim şeklinin kullanılması üretim basitleşmesine, alınan sipariş kadar üretimin yapılmasıyla stok yapma ihtiyacını da azaltarak bu süreçleri modern ve dijital hale getirmektedir.

### **2.1.9. Büyük Veri ve Analizi**

İnternetin günlük hayat içerisindeki kullanımı yaygınlaştıkça her gün büyük miktarlarda bilgi üretilmektedir. Ortaya çıkan bu bilgilerin işlenip bir veri elde edilmesi mevcut teknolojik araçların boyunu aşmaktaydı. Bunu gerçekleştirebilecek teknolojiler genel olarak büyük veri analitiği olarak ifade edilir. Büyük veri analitiği sayesinde büyük miktarlarda ki veriler toplanıp, yönetilip, analiz edilebilmektedir (Witkowski, 2017: 767).

İşletmeler için önemli bir kriter olan müşteri kitlesini elinde tutmak çok değerlidir. Müşterinin isteklerine en hızlı cevap veren işletme olmaya devam edebilmek için büyük veri analizi kavramının faydaları vazgeçilmezdir. Rekabetin gün geçtikçe kızıştığı bir dünya da rakiplerinizden her zaman bir adım önde olmanın değeri paha biçilmezdir. Bilginin hakim olduğu bir çağda hiç şüphesiz ki en önemli avantaj bilginin sahibi olmaktır (Banger, 2016: 49).

*Endüstri 4.0'in arkasındaki en temel bileşen olarak büyük veri dediğimiz konsept vardır. Ekipmanlardan ya da üretimdeki cihazlardan topladığınız verilerle ilgili akıllı kararlar almanız gerekmektedir. Bu kararları farklı sistemlere yaptırabilerseniz yapay zeka ve veri bilimi konusunda çalışanlara bunları yaptırabilerseniz fabrikanızda çok daha farklı verimlilik noktalarına ulaşmış olursunuz (Ömer Özgür Çetinoğlu, Tofaş Teknoloji Direktörü).*

Büyük veri teknolojisinin 3 ana faydası bulunmaktadır. Bunlar; maliyetlerin aşağı çekilmesi, karar verme süreçlerindeki zaman kaybının azalması ve müşteri beklentilerine verilen önemin artması ile müşteriye ulaşma hızının ikiye katlanmasıdır. Büyük veri teknolojisinin kullanımı tüm sektörleri etkilemesi ve değiştirmesi öngörülmüyor. Bu değişimin farkındalığı gün geçtikçe artmaktadır.

*Dijital dönüşümün temelinde öncelikle büyük veri yatıyor. Böyle baktığımızda elimizde iyi veri seti olmadan zaten dijital dönüşümü gerçekleştirmemiz mümkün değil. Dijital dönüşüm projelerinde başarılı olunmasının ilk adımı büyük veri probleminin çözülmesinden geçiyor. Doğru veri setini bulmak, onları birbirine bağlamak, doğru yorumlamak, ihtiyacımız olan ve elimizde olmayan verileri consolda etmek (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

Büyük veri olgusundan istenilen derecede işletmeler yararlanabilmek istiyorsa bu verileri işleme sürecini yönetecek ‘veri analizcilerini’ bünyelerinde buldurmalarıdır. Veri bilimcilerinin bugün ve yarın ki konumlarına bakacak olursak yeni geliştirilecek iş modelleri ve çözüm dünyasının kapısını bize aralamakta olacaklar.

*Genel olarak dijitalin yer aldığı tüm meslek gruplarına talep artarken fiziksel güce dayalı mesleklere gereksinimin ve dolayısıyla talebin azalacağını düşünüyorum. Daha özeldense veri analitiğine dayalı mesleklerin ön plana çıkacağını söyleyebiliriz(Emir Karaaslan).*

Veri analizi yapan kişilerde bulunması gereken temel birkaç özellik olmalıdır. İyi derecede istatistiksel analiz, iş hayatına hakimlik, yönetim becerisi, raporlama becerisi ve yazılım alanındaki nitelikleri üst düzey olmalıdır:

*Karmaşık problem çözebilmek, bir veriyle uğraşmak, analitik yapmak iletişim kabiliyetlerinin önemi arttı fiziksel özelliklerin önemi azaldı. İnterdisipliner çalışmanın değeri artıyor (Çağatay Özak).*

### 2.1.10. Yapay Zeka

Yapay zekanın çıkış noktası olarak insan zekasının yapabileceği işlemlerin yazılımlar tarafından yapılabileceğinin düşünülmesidir. Yapay zeka teknolojisi, akıl yürütme, karmaşık problemleri çözme, öğrenme gibi donanım ve yazılımlarla donatılmış teknoloji ürünüdür. Yapay zeka; verileri toplama, verilerden çözümlene yapararak bilgi üretme ve karar verme özelliğine sahiptir. Yapay zeka teknolojisinin çalışma prensibi, insanların çözemeyeceği ve yorumlayamayacağı büyük hacimlerdeki verileri yazılımlar vasıtasıyla işleyebilmesidir.

*İnsanlık için çok büyük bir nimet olduğuna inanıyorum. İnsanlar kaçınılmaz olarak çok rutin işlerle uğraşıyorlar. En basitinden bir araba sürmek çok sıkıcı bir iş niye bir arabayı yapay zeka sürmesin. Kaçak avcılığın engellenmesi, ormanların yangınlarının engellenmesi, iklim değişikliği ve gelecek için önemli konularda da yapay zekadan yararlanarak çok büyük değerler yaratmak mümkündür. Ben bunların hepsini çok önemli fırsat ve yarar olarak görüyorum. Tabi ki yapay zekanın yanlış kullanılması gibi tehditler de var. En büyük tehdit insanların yaptığı işleri yapay zekanın artık üstleniyor oluşu diye bakabilir. Ama insanların daha katma değerli işlerle uğraşması da mümkün hale geliyor (Dr. Murad Ardaç, Koç Holding Dijital Dönüşüm Danışmanı).*

Yapay zeka çalışanlara kolaylık sağlamak için makineler arasında iletişimi, makineler arasındaki entegrasyonu ve insan makine arasında geçen tüm süreçlerden veri elde edilmesini sağlar. Sistemlerde gömülü bulunan yazılımlar sayesinde akıllı davranan, öğrenen, raporlar hazırlayan, çalışanlara tavsiyeler sunan bir sistem mekanizması kurulmuş olur.

*Nesnelerin internetiyle her şey bağlanarak veri üretiliyor ve büyük veriler oluşuyor. Optimizasyonla çözülemeyen yani matematiksel olarak bir model geliştirip çözemediğim problemlere bu büyük veriye bakarak büyük veriden ilişkiler istatistikler çıkararak gelecekte neler olabileceği*

*tahminler yapabilen yapay zekalar üretiliyor. Hepsi birbiriyle bağlı ayıramazsın birbirinden. Bu şekilde insanlardan başkasının yapılamaz denilen işleri robotlar yapar hale geliyor. Örnek görüntü işleme, fiyatlama tahminleri sonsuz değişik alanda yapay zekayı kullanıyoruz. Robotlar insanlardan daha iyi karar veriyor. İnsan bir saniyede karşısına gelen 10 değişkenli problemin çözümünü bulamazken yapay zeka bu büyük veriyi işleyerek sana bir sonraki hamlenin ne olması gerektiğini çok hızlı şekilde söyleyebiliyor (Altay Kermooğlu).*

Yapay zekanın akıllı fabrikalarda kullanımıyla birlikte; veri analizi süreci kısılır, insanlar tarafından yapılan tekrarlı ofis işlerini yazılımlar aracılığıyla kendi yapar, insan kaynaklı oluşan hata payını azaltır, yapay zeka tarafından oluşturulan dijital asistanlar ile insan kaynağına duyulan ihtiyaç azalır. Yapay zeka teknolojisinin kullanımının taşıdığı risklerde bulunmaktadır. Yapay zeka teknolojisiyle işletmeyi donatmaya çalışmak büyük maliyetler doğurur, çalışanların ve tedarik zincirindeki diğer unsurların yapay zekayı benimsememe riski, üretim süreçlerinde yer alan mavi yakalı işçi grubunun iş kaybına uğraması başlıca riskler arasındadır (<https://content.wisestep.com>, 2020).

### **2.1.11. Karanlık Fabrikalar**

Karanlık fabrikalar, üretimin tamamen robotlar tarafından otomatik olarak gerçekleştiği ve insan müdahalesine gerek olmayan üretim şeklinin adıdır. İnsani gereksinimler olan aydınlatma, ısıtma ve havalandırma gibi özelliklerden arındırılmış üretim biçimidir. Bu özelliklerde ki fabrikalara karanlık fabrika adı verilir. Her ne kadar aktif faaliyet gösteren karanlık fabrika sayısı az olsa da üretim faaliyetlerindeki, teknolojik ilerlemeler bu hızla devam ettiği sürece istenilen hedefe eskiye nazaran daha hızlı bir şekilde ulaşması bekleniyor. Karanlık fabrikalar, diğer fabrikaların aksine kendi kendine tüm üretim sürecini baştan sona organize edebilen makinelerin oluşturduğu üretim şeklidir. Bu yeni üretim şekli ürünün üretildiği mekanı, üretim farklı kısımlarında yer alan insan faktörünü ve nihai ürünü tüketen müşteriyi de değiştirecektir:

*Yeni fabrikaları artık hayatlarımızın tam içerisinde görmeyeceğiz. Konya'nın bozkır topraklarında 24 saat tıkr tıkr çalışan görünmeyen karanlık fabrikalar ortaya çıkacak. Geleceğin fabrikaları görünmez fabrikalar olacak. Organize sanayi bölgelerine ihtiyacımız olmayacak. İnsanların çoğu gidip gelmeyecek ya da çok az insan gelip gidecek. Gitmeyenlerin tamamı artık işlerini evden yönetiyor olacak (Ali Rıza Ersoy).*

Endüstri 4.0'ın önemli alt parametrelerinden biri olan karanlık fabrikalarda, üretim sürecinin planlandığı şekilde devam edebilmesi için gereken bilgiler sensörler aracılığıyla toplanmakta, üretimde rol alan tüm araçlar nesnelere interneti aracılığıyla birbiriyle iletişim ve entegrasyon halindedir, üretim için gerekli bilgiler bulut bilişimde depolanır ve akıllı makinelerin kullanacağı veriler büyük veriden transfer edilir (Alçın, 2016: 25).

Karanlık fabrikalarda sistemler uçtan uca entegre bir yapıya sahiptirler, bu entegre yapı hammaddenin alımını, üretim sürecindeki safhaları, ürünlerin müşterilere teslim edilmesi ve müşterilerin ürünler hakkındaki geri dönütlerine kadar ürünün tüm yaşam döngüsünü takip etmekte ve dijitalleştirmektedir.

Şekil 2.3.'de yatay ve dikey entegrasyonun işleyiş yapısı kapsamlı olarak gösterilmiştir.





Şekil 2.3. Akıllı Fabrikada Yatay ve Dikey Entegrasyon

Kaynak: [http://www.akillifabrika.org/Endustri\\_4.0\\_ve\\_Sistem\\_Entegrasyonlari.cnt-6](http://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari.cnt-6) (5 Mart 2020).

Piyasa da en yaygın bilinen karanlık fabrika üretim tesisi Japonya’da FANUC’ dur. FANUC (faktör otomatik sayısal kontrol), 22 fabrikadan oluşan bir kompleks şeklinde inşa edilmiş üretimde baş faktörün robotlar olduğu bir karanlık fabrika örneğidir. Robotlar, insan müdahalesi olmadan başka robotlar üretiyorlar ve bunu aralıksız 7/24 gerçekleştiriyorlar (Wheeler, 2015). Hollanda’da Philips karanlık bir fabrika da 128 robot ile elektrikli traş makineleri üretiyor. Bu fabrika da ürünler piyasaya sürülmeden önce son bir kalite kontrolü yapılması için dokuz işçi çalıştırıyor (Davies, 2015: 4). Bu bağlamda dünyada ve Türkiye’de örnek gösterilebilecek uygulamalar görülmektedir. Kayda değer ilerlemeler devam ettikçe de süreç bizi insansız fabrikalara doğru götürmektedir. Bu görüşler doğrultusunda da görüşmelerde benzer bulgulara rastlanmıştır:

*Türkiye’de ve dünyada insansız fabrikalar, kendi kendine karar veren makineler gibi kavramların genel anlamda insanlarda heyecan yaratması ve teorik sonuçlarının cazibesi herkesin iştahını kabartsa da var olan uygulamaların sınırlı olduğu bir zamandayız. Yine de dijitalleşmeye erken yönelmiş şirketlerin bu dönüşüme daha kolay ayak uydurabilecek altyapısı olması sayesinde hayata geçirdiği pratik uygulamaların varlığını hem Türkiye’de hem de dünyada yok sayamayız (Emir Karaaslan).*

Karanlık Fabrikaların Avantaj ve Dezavantajlarına bakılacak olursa, ilk olarak karanlık fabrikaların avantajları aşağıda belirtildiği gibidir:

- İyi planlanmış bir üretim programıyla robotlar üretimi 24 saat devam ettirebilir ve enerji maliyetleri azaltılır,
- Robotlar insanlara göre daha fazla çalışma gücüne sahip ve hata yapma oranı daha azdır,
- Fabrikayı işletmek için gerekli olan işgücü sayısı azalacağı için işçi maliyetleri de azalmış olacak,
- İşletme bünyesindeki beyin takımının (AR-GE ve yönetici grubu) farklı süreçlerle ilgilenmeler gerekmediği için kendi görevlerine odaklanacaklar ve verimlilik artacaktır,
- Üretimdeki verimlilik artışı sayesinde üreticiler rekabet avantajı da elde edecektir,
- Üretim sürecindeki olası risk oranlarını da en aza indirmektedir,
- Üretimde ürün başına düşen enerji maliyetleri düşecektir,
- Üretim süreci başlamadan önce doğru planlamaların yapılmasını sağlamaktadır (Alkan, 2018: 4).

–

Karanlık fabrikaların dezavantajlı olduğu durumlarda vardır. Bu dezavantajlar aşağıdaki gibidir:

- Üretim sürecinin sekteye uğramaması için maliyetli rutin bakımlar yapılmalıdır,

- Fabrikalara bu sistemin kurulması ve yükseltilmesi maliyetlidir (Akben ve Avşar, 2018: 32).

## 2.2. Eski ve Yeni Fabrikayı Birleştiren Kavram Olarak: Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşümün bir işletme içerisinde gerçekleşebilmesi için öncelikle mevcut altyapı sistemlerinin bunu destekleyip desteklemediğini tespit etmek gerekmektedir. Yani, cihazların aralarında iletişim kurabiliyor olması gerekir. İmalat süreçlerini göz önünde bulundurduğumuzda; montaj, kaynak işleri, bakım onarım, iş emri gibi işler manuel elle girişi yapılan işlerdi. Bu tür üretim yapan hatlarda iletişimi sağlayabilmek için cihazlara dijital yetkinlikler kazandırılması gerekir:

*Önce farıkaya gidiyoruz ve inceliyoruz kullandıkları ekipmanlardan veri alabiliyorlar mı ona bakıyoruz alamıyorlarsa biz bir test yapıyoruz ve dijital olgunluk seviyelerini tespit ediyoruz. Sonra ekipmanlardan haber alamıyorlarsa onları revize ediyoruz yani onlara veri alabilmeleri için gerekli alt yapıyı oluşturuyoruz. Sensörlerle iletişim sağlandıktan sonra işletmenin ihtiyacının ne olduğuna göre (elektrik kullanımı, su, buhar gücü) gibi verileri topluyoruz ve buna uygun bir yazılım geliştirip plm içerisine yerleştiriyoruz. Bunlar bizim saha içerisindeki ekipmanlarımız oluyor plm oluyor, motor, sürücü, kablolar, haberleşme sistemleri gibi fabrikaya gittiğinizde gördüğünüz her şey bizim veri kaynağımız oluyor (Aysun Vatansever).*

Dijital dönüşüm konusunda yatırımlar yapan ülkeler ve kuruluşlar için önemli fırsatlar sunarken, bu alanda yeterli önemi ve maddi kaynağı vermeyen ülkeler ve kuruluşlar için rekabet edebilirlik potansiyelleri oldukça düşüyor. Bir başka açıdan, yapay zekanın ve robotların, günümüzde insanlar tarafından yapılan ve beyin gücü istemeyen rutin işleri yapmaya başlamasıyla birlikte çoğu meslek grubunun ya da iş pozisyonunun işlev algısı değişecek buda dijital dönüşümün en tehdit oluşturan unsuru olarak görülmektedir (Bonekamp, Sure, 2015):

*Eskiden tekrarlı ofis işlerini insanlar yaparlardı. Bir veriyi excel dosyasına dönüştürüp onu bir sisteme gömmek gibi günde bin kere o işi*

*tek tek elle yapardı. Şimdi artık o veriyi dijital ortama aktarılmasından sonra sistemler içerisindeki tüm veri hareketlerini yapabilen robotlar var bunlar bir yazılım aslında. Robot dediğimiz kavram bir yazılım fiili bir robot değil. Sen yazılıma bir şeyi tanıtıyorsun senin yapacağın işi kendi kendine yapıyor. Ve bu sayede sen daha katma değerli işlere odaklanıyorsun insan yaratıcı bir varlık düşünebilen bir varlık iş dünyasında bu tarz tekrarlı düşünce gücü gerektirmeyen işleri olabildiğince yapmayıp yaratıcılığı, tasarımı, problem çözmeyi yeni iş hacmi yaratacak, rekabet avantajı yaratacak bir iş ve proje geliştirmesine ortam sağlamaktadır (Engin Alan).*

Dijital dönüşümün etkisiyle birlikte işletmelerde mevcut bulunan işçilerin yeni teknoloji süreçlerini yönetebilmek için eğitim almaları gerekir. Değişen organizasyon yapılarında istihdam edilecek yeni yetkinliklere sahip kişilere de ihtiyaç olacaktır.

**Tablo 2.1.** Dijital dönüşümle işçilerde aranan sosyal ve teknik yetkinlikler

Sosyal yetkinlikler	Teknik yetkinlikleri
Karmaşık problem çözebilme yetisi	Siber güvenlik uzmanlığı
Girişimcilik	
Yenilikçilik ve yaratıcılık	Veri ve bilgi yönetimi
Esneklik	
Liderlik	Teknik uzmanlık
Adaptasyon ve çeviklik	
Ekip çalışması	Kodlama
Hayat boyu öğrenme	
Sosyal zeka	Medya okuryazarlığı
Analitik zeka	
Disiplinler arası çalışma	Kişisel tasarım uzmanı
Stres yönetimi	
Tasarım yeteneği	

**Kaynak:** (Gökalp vd., 2019)

Dijital dönüşüm kavramı tek başına bir şey ifade eden bir olgu değildir. İçerisine aldığı teknolojilerle birlikte bir iş ekosistemi oluşturmaktadır. Bu dönüşümü başlatmak, yürütmek ve verim almak her bir aşamanın başarılı şekilde diğer adıma kendisini taşıması ile mümkündür. Şöyle ifade etmek gerekirse:

*Endüstri 4.0 dediğimiz otomasyonun ötesinde ekosistemi de entegre edecek şekilde birbiriyle konuşabilen sistemin oluşturulması çok önemli. Buna bağlı olan yapay zeka öğrenebilen makine nesnelerin interneti bütünsel olarak baktığımızda veri analitiği hayatımızın çok önemli parçası üretimde müşteride süreç içerisinde önemli yer tutar. En iyi şekilde değerlendirmek için mevcut rekabetçi avantajlarımızı daha da güçlendirecek şekilde kendimizi daha da geliştirmek üzere kendimize bu dijital dönüşüm programını başlattık. Dijital dönüşüm kolay bir dönüşüm değildir tek bir şirket zor yaparken grup şirketleri için daha zordur. Bu konu disiplinler arası bir konudur ve başarılı olmak istiyorsa buna uygun hareket edilmesi gerekir. Toplumun üst yöneticileri tarafından bu programın sahiplenilmesi gerekir. Dışarıdan danışmanlıklar alınmalı durum tespiti yapılmalı raporlar hazırladık yol haritaları çıkarttık global en iyi örnekler incelendi gapler tespit edildi ve projeler oluşturuldu. Türkiye'nin en köklü büyük şirket gruplarının bu teknolojilere yapılacak yatırımlara öncülük etmesi beklenmektedir ama bu süreç oturmuş şirket düzeninin çalışma disiplinlerinde şirketlerin iyi planlamalarla değişikliğe gitmesi gerekmektedir (Erol Bilecik, Tüsiad Başkanı).*

Dijital dönüşüm için gerekli olan teknolojik donanımlar henüz olgunluk seviyesine ulaşmış değil. Her an yeni teknolojiler ortaya çıkmakta evrimleşmekte ve iş dünyasında yerini almaktadır. Tüm teknolojileri aynı anda fabrikanızda kullanmaya çalışmak için tüm gücünüzü ve paranızı harcamış olmak en son yapılması gereken strateji olduğunu söylemek gerekir.

*Başarı dijital dönüşüme sadece teknoloji odaklı bakmamaktan geçmektedir. Dijital dönüşüm çatısı altındaki yeni teknolojiler neler biz hangilerini işletmemize entegre edelim soru bu değil. Soru şu olmalı bizim süreçlerde verimliliğimizi negatif etkileyen şeyler neler ve bizim bunları nasıl çözmemiz lazım. Bizim önce işletmemizde açıkları ve sorunları bulmamız gerekiyor. Buda aşağıdan yukarıya giden bir süreç yani her departmanın kendi içinde kendi analizini yapıp verimliliğini*

*düşüren etkenleri bulması lazım. Onu bulduktan sonra ben hangi teknolojileri kullanarak buradaki verimsizliği verimliliğe çeviririm. Yani teknoloji bir araç amaç değil. Önce sorundan başlamalıyız sonra teknolojiye gitmeliyiz. Bunu yapabilen işletmeler dijital dönüşümde daha başarılı olabiliyor (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

Dijitalleşmenin altında konuşulan birçok teknoloji var; artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, akıllı robotlar, yapay zeka, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim gibi birçok teknoloji sayabiliriz. Bu teknolojilerin birçoğu aslında yeni teknolojiler değil uzun zamandır üzerinde konuşulan meseleler ama dijital dönüşüm kavramı biraz daha farklı bu mevzulardan. Bir işletmenin yapay zekayı ya da artırılmış gerçekliği biz mağazalarımızda veya Showroomlarımız da nasıl kullanabiliriz diye düşünmek işin dijitalleşme tarafına girer. Dijital dönüşüm dediğimiz zaman şunu sorgulamak gerek bu teknolojileri iş süreçlerine entegre ederek verimliliklerini artırma yönünde veya otomasyon yönünde kullanıyorlar mı? Dijital dönüşüm kavramı endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giriyor. Endüstri 4.0 dediğimiz şey bir üretim tesisinde sensörleri koyup, bütün sürecin sensörler sayesinde takip edilmesi, yapay zeka tarafından analiz edilmesi ve o sürecin otomasyonunun sağlanmasından bahsediyoruz. Eğer bir üretim tesisinde arka tarafta bir yazılım kuruluyorsa, ön tarafta bazı sensörler yerleştiriliyorsa ama bunlar birbirine bağlanmıyorsa ve otomasyon için kullanılmıyorsa bu dijital dönüşüm değil, dijitalleşme olmaktadır.

*Dijitalleşme, dijital teknolojileri ve verileri kullanarak, gelir elde etmek için, süreçleri dijital ortama revize ederek uyarlamak ve dijital çalışma ortamı yaratmaktır. Dijital dönüşüm, dijitalleşme ile birlikte iş yapma şeklimiz değişiyor, yeni iş modelleri ve fırsatları oluşuyorsa bu dijital dönüşümdür (Tolga Eşiz, Paperwork Satış Direktörü).*

Kurumsal dijital dönüşümün ana kilit noktalarından biri de hızlı iletişim ağıdır. Bu nedenle bilişsel ve operasyonel mekanizmaların birbirine bağlanması görevini Telekom sektörü açısından bakmak gerekmektedir. İşletmelerde kullanılacak yüksek

hızlı veri toplama, transfer ve depolama işlemleri günümüz internet altyapısının kaldıracağı güçte değildir. İletişim sektörünün sağladığı imkanlarla cihazlar birbiriyle konuşurabiliyor. Bu sadece makinelerin değil ortamda bulunan insan unsurunun da bağlantılı oluşunu kapsamaktadır. Çalışanların akıllı telefon, tablet, bilgisayarları ile makinelerden ve diğer çalışanlardan bilgi alışverişini sağlaması gerekecektir.

Bu açıdan akıllı fabrikalarda 5G teknolojisinin kullanımına değinmek gerekmektedir. 5G teknolojileri üretim için gerekli ağ özelliklerini sağlamaktadır. Fabrikalarda bağlantının ve hızın aksamaması istenilen verimin alınması için gerekli ana temellerdir. 5G teknolojisi fabrika da üretim sistemlerinin yeniden yapılandırılmasını, eski düzenin değişmesine, daha yüksek verim, daha düşük maliyetlere ve hıza ulaşacaktır.

*Mevcut bilgi sistemlerinin alt yapısı endüstri 4'ün getireceği yeniliklere uygun değildir. Endüstri 4 de bir sistemin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için bulut sistemlerinin bilgi sistemlerine entegre olması gerekmektedir. Bulut sistemlerine entegre olan bilgi sistemleri data üzerinde işlem yapabilmesi için veri iletim hızı yüksek internete ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgi sistemlerinin bulutla sağlıklı iletişim kurabilmesi için ihtiyaç duyulan internet hızını 5G teknolojisi sağlamaktadır. Günümüzde birçok ülkenin internet altyapısı 5G teknolojisine uygun olmadığı için mevcut bilgi sistemlerinin bulut entegrasyonunda önemli problemler yaşanacaktır (Selim Eraslan).*



Şekil 2.4. 5G teknolojisiyle donatılmış robot

5G teknolojinin üretimdeki kilit rolü yukarıda bahsettiğimiz tüm endüstri 4.0 teknolojilerinin birleştiriciliğini sağlamasıdır. 5G teknolojinin kullanımı, üreticilerin gerçek zamanlı olarak veri toplamasına, analiz yapmasına ve kullanıcılara dağıtmasına imkan veren bağlı makineler ağını oluşturmaktadır. Bağlanabilirliğin artırılması ve çalışanların saha içi ve saha dışı çalışmalarında fabrika sisteminden kopmamasını sağlar. 5G teknolojisi üreticilere her zamankinden daha yüksek hızlarda, daha yüksek miktarda veri akışıyla ve daha verimli bir üretim şekli sunmaktadır.

*İlk olarak alt yapının gelişmesi gerekli, fiber ağların ve 5G 'nin gelmesi büyük bir itici güç olacak, ikinci konu, bulut bilişim nesnelerin interneti gibi tüm yapıların temel kaynağı olacak, üçüncü konu, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler ve diğerlerinin kurulumu olacak (Çağatay Özak).*

### 2.2.1. Akıllı Fabrikalar

Küreselleşen dünyada rekabet yarışında geri kalmamak için ülkeler ileri üretim stratejileri, yenilik ve dönüşümleri teşvik etmek için ulusal girişimlere yatırımlar yapmaktadır. Ülkeler yatırımlarının büyük kısmını Endüstri 4.0 teknolojilerinin



uygulanmasına, akıllı fabrika ve üretim normlarının olduğu bir geleceğe ulaşmak için kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin hayatımıza girmesiyle, nesneler birbiriyle haberleşiyor ve akıllanıyor. Akıllı teknolojilerle donatılmış bu üretim işletmelerinin içerisinde insan faktörünün çıkarılmasıyla üretim tamamen dijitalleşti ve karanlık fabrikalar olarak da adlandırılan “akıllı fabrikalar” ortaya çıktı.

*Akıllı fabrika dediğimiz olguyu anlamak için öncelikle endüstri 4.0 ve getirdiği teknolojileri iyi anlamak gerekir. Bu konsept Avrupa'dan çıkmıştır. Çünkü yeni teknolojilerin gelişmesiyle ve üretimin uzak doğuya kaymasıyla birlikte Avrupa'da üretim kısmında bazı sıkıntılar yaşanmaya başlanmış işsizlik artışı görülmüştür. Yani ticari kaygılardan dolayı Almanya menşerli olarak akıllı teknolojilerle beraber bu üretimi tekrar ülkemize getirebilir miyiz, faaliyet gösterebilir miyiz yaklaşımıyla ortaya çıkmış bir konsepttir. Diğer ülkelerde bu konsepti benimseyip sürdürmüşlerdir. Burada en temel amaç fabrikalarda insan gücünü minimize ederek en verimli şekilde teknolojileri kullanmaktır. Fabrikalardaki ekipmanların bağlanabilirliğini sağlayarak kendi aralarında ya da makinelerin insanlarla olan etkileşimini belli bir boyutta tutarak kararları ve otomasyonu en üst seviyeye çıkarmak olarak söyleyebiliriz (Ömer Özgür Çetinoğlu, Tofaş Teknoloji Direktörü).*

Akıllı fabrikalar, dördüncü sanayi devrimiyle birlikte yeni bir paradigma olarak doğmuş, tam zamanlı ve etkin mühendislik kararlarının verilmesinde gerekli bilgi ve iletişim teknolojilerinin yeni üretim teknolojileriyle bir araya getirilmesi olarak tanımlanmıştır (Kocsi ve Olah, 2017).

Siber fiziksel sistemler sayesinde bütünleşen sanal ve fiziksel dünyada gerçekleşen teknik ve işletim aşamalarını tek bir çatı altında toplayan Endüstri 4.0'ın en önemlilerinden olan “Akıllı Fabrika” kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı fabrikalar tasarlanırken en önemli kriter sürdürülebilir oluşu ve çıkabilecek herhangi bir arızayı önceden tespit edip önlem ve uyarı da bulunabiliyor olmasıdır:

*Kestirimci bakım dediğimiz bir uygulamamız var akıllı fabrika konseptlerinin içerisinde cankurtaran görevi gören. Burada da makinenin arızalandığını arıza olmadan önce söylüyoruz. Makine normalde belli bir akım çekiyor bunun üstünde ya da altında çektiği zaman makine yakında arıza verebilir diye operatöre bildirim gidiyor. Bakımcı da arıza olmadan müdahale etmiş oluyor. Her bir arızayı da sisteme akıllı algoritmalarla kaydediyoruz ve bu sayede tekrar eden bir arıza olduğunda sistem bunu tanıyor ve çözüm kısmı daha hızlı gerçekleştiriliyor (Aysun Vatansever).*



**Şekil 2.5.** Ford Otosan Fabrikası

Bu koşullar esnek olma, yanlış tespit edip düzeltme, her duruma uyum sağlama, tek başına karar verip risk alma gibi işlemleri yapabilme yeteneği ile sağlanmaktadır. Akıllı fabrikalarda, ürünler üretim süreçlerindeki rotalarını kendileri bağımsız bir şekilde belirler ve en hatasız şekilde üretimi gerçekleştirmeyi hedefler. Hiçbir şekilde dışarıdan ekstra bir müdahaleye gereksinim duymaması gerekmektedir. Akıllı fabrika kavramının altında birçok faktör vardır. Bu faktörler çok farklı şekillerde sınıflandırılabilir iken bu çalışmada insana ait olan ve insana ait olmayan unsurlar olarak iki grup olarak aşağıdaki tabloda özetlenmeye çalışıldı.

**Tablo 2.2.** Akıllı fabrikalarda insana ait ol(may)an unsurlar

<b>İnsana ait olan unsurlar</b>	<b>İnsana ait olmayan unsurlar</b>
İşçi	Kurumlar
Patron	Kavramlar
Maaş	Robot
Sosyal hayat	Yol haritası
Müşteri	Dijitalleşme
Satıcı	Eğitim
Yetkinlikler	Devlet politikaları

Endüstri 4.0'ın "Akıllı Fabrikaları" makinelerin içerisine gömülü şekilde yerleştirilmiş sensörler vasıtasıyla çevresini algılayıp, topladığı verileri bulutta topluyor. Uzaktaki diğer üretim araçlarıyla internet aracılığıyla iletişim kurabilen ve ihtiyaç duyulan verileri "Büyük Veriden" çağırabilen ve kullanabilen akıllı makineler sistemini içermektedir. Tüm üretim kaynakları içerisinde yer alan (aktörler, sensörler, robotlar, akıllı cihazlar, vb.) yalnızca otomatik olarak bilgi alışverişinde bulunan sistemler değildir. Aynı zaman da üretim sürecini kontrol etmekte ve fabrika sisteminin sorunsuz işleyebilmesi için makinelerin yapacağı işlerde olası hataları öngörmekte ve kendi bakımını kendi yapacak kadar da akıllı olmaktadır. Bu bağlamda görüşmecilerden Altay Kermooğlu akıllı fabrikalarda akıllı cihazların sürece etkilerini şu şekilde ifade etmiştir:

*"Eskiden olduğu gibi makinelerin arıza yaptıktan sonra bakımlarının yapılması üretimin aksamaması dönemleri bitti. Cihaz üzerine yerleştirilmiş sensörlerden gelen veriler doğrultusunda cihazın artık ne zaman arıza yapacağını tahmin etmek mümkün hale geliyor. Tam zamanlı tahminlerle ne zaman arızalanacağını öngören yapay zeka algoritmaları ile çalışan cihazlar kendi sorunlarını çözebilecek durumda ve hatta kendi aksiyon kararını veren cihazlarla artık işlerimizi yürütüyoruz."*(Altay Kermooğlu)

Ayrıca, bu süreçler merkezileştirilmiş bir sistem tarafından yönetilmemektedir. Birbirlerine bağlı bir şekilde hareket ettikleri için uçtan uca entegrasyon sistemleriyle birbirine bağlanacaktır (Q. Jian, L. Ying, 2016). Şekil 2.3'de uçtan uca birbirine bağlı bir akıllı fabrika ekosistemi görülmektedir. Akıllı fabrika kavramının ortak bir

ifade ediliş biçimi yoktur. Çünkü ölçüt olarak kullanılabilir bir kıstas tam olarak oluşturulmamıştır:

*Akıllı fabrika tanımı göreceli bir kavramdır. Bir fabrika başka bir fabrikadan daha akıllı olabilir. Bir trend var kalite süreçlerinin, lojistik süreçlerinin nasıl olması gerektiğine dair, üretimde artık değişen teknolojilerin neleri mümkün kıldığı her fabrika ve her işletme bu konuda farklı noktalarda. Mutlak akılsız olmadığı gibi mutlak akıllı da yok (Altay Kermooğlu).*

**Tablo 2.3** Eski Fabrika Üretim Sistemlerinin Akıllı Fabrika Üretim Sistemleriyle Karşılaştırılması

Geleneksel üretim sistemi	Akıllı üretim sistemi
<b>Bağımsız kontrol:</b> Her makine sabit bir görevi yürütecek şekilde programlanmıştır ve bu makinelerden herhangi biri arızalandığında tüm üretimin durmasına neden olabilir.	<b>Kendi kendini örgütleme:</b> Her cihazın kendini ve bağlantılı olduğu diğer cihazları kontrol etme yetkisi vardır. Bu akıllı cihazlar sistem sorunlarıyla başa çıkmak için birbirleriyle iletişim halindedirler.
<b>Sınırlı ve önceden belirlenmiş kaynaklar:</b> Özel bir ürün tipinin seri üretimini yapabilmek için kaynak yeterliliği ve uygulanabilirliği dikkatle hesaplanarak sabit bir hat oluşturulur.	<b>Kaynak çeşitliliği:</b> Birden fazla türde küçük ürünü üretmek için, farklı türden daha fazla kaynağın bir araya getirilmesi.
<b>Üretim kontrol ağı:</b> Her makinenin belirli bir görevi vardır ve araların bir iletişim söz konusu değildir.	<b>Kapsamlı bağlantılar:</b> Üretim öncesi ve sonrası yapılan tüm işlemler ve kaynaklar birbirine yüksek hıza sahip bir bağlantı ağıyla bağlıdır.
<b>İzole bilgi:</b> Makine içerisinde kaydedilen öz verilerdir. Makineden başka bir makineye aktarılması ve kullanması pek mümkün olmayan bilgidir.	<b>Büyük veri:</b> Makinelerin ürettikleri büyük miktarda veriler bulutlara transfer edilerek toplanmakta ve veri analizi yapıp tekrar kullanılmak için hazır beklemektedir.
<b>Ayrı katmanlaşma:</b> Saha da kullanılan cihazlar üst bilgi sistemlerine bağlı çalışmazlar.	<b>Derin işletim:</b> fabrikanın iç dinamikleri siber fiziksel sistemlerle birleşir ve nesnelerin interneti ile hizmetlerin interneti meydana gelir.

**Kaynak:** Wang, s., wan, j., li, d., ve zhang, c. (2016).

Akıllı fabrikalar içinde bulunan makineler, mevcut işleyen sistemi kendileri yönetirler. Akıllı fabrikalarda üretim süreci eş zamanlı olarak takip edilir. Nesnelerin interneti teknolojisiyle makine sadece kendi üstüne düşen görevi yapmakla kalmaz bağlı olduğu makinelerle de bağlantı kurarak eşgüdümlü bir şekilde çalışır. Süreç

durmaksızın devam etmekte ve sürekli kayıt altına alınmakta bu kadar fazla veri bulutta depolanır. Yöneticiler gerekli olan verilere bulut sistemiyle her an ulaşma imkanına sahip olur. Herhangi bir bilgisayara ya da telefon ile fabrika uzaktan da tamamen takip edilebiliyor ve kontrol altında tutulabilir:

*Smart production uygulamalarıyla bir işletmenin günlük üretim miktarlarını takip ediyoruz. Günlük üretilmesi gereken ürün miktarı 500 olarak kabul edelim. Gün sonuna gelindiğinde üretim 400 adette kaldığı görülmüştür. Yönetici kısmına hemen aktarılan bu veriler doğrultusunda bir sonraki günün performans hızı artırılıyor. Anlık takip sisteminin faydası olarak bunu yapmak için gün sonunu bekleme öğlen olduğunda bak ne kadar ürettiğine genel ortalamanın altında kalmışsan temponu arttırmalısın (Adem Kayar).*

Yapay zeka algoritmalarını kullanmak sadece makinelerin verilen görevi yerine getirmesini sağlamaz aynı zamanda değişen olay örgüsü içerisinde değişen durumlar karşısında öneri ve çözümler geliştirir. İnsanların o iş planı dahilinde yıllarca tecrübe edip kazandığı problem çözme yeteneğini makineler yüklenen yazılımlar sayesinde saniyeler içerisinde gerçekleştirmektedir:

*Biz yapay zekayla, bir müşteri kredi başvurusunda bulunuyor o müşteriye ilişkin yüzlerce değişik parametreye bakarak o kredinin batıp batmayacağına ilişkin tahmin yapıyor motor. Bu krediyi verelim ya da vermeyelim gibi karar veriyor yapay zeka. Veya bu parçayı hangi fiyatla satarsak ciromu ve karımı maksimize ederim. Ticari lan, tedarik zinciri, arge, ürün tasarımı yapay zeka kullanılabilir. Yapay zekanın yazdığı senfoniler var. Bunlar yıllarca insanların deneyim ve tecrübelerinden yola çıkarak oluşturacağı projelerken artık yazılımlar sayesinde daha hızlı ve pratik çözümlere ulaşıyoruz (Emir Karasalan).*

Müşteri profilinden ürüne baktığımızda artık herkesin elinde olan seri üretim mamulleri değil de kişilerin zevk, tercih, ihtiyaç ve beğenilerine uygun daha fazla kişiselleştirilmiş ürünler tercih etmektedirler. Bu bağlamda akıllı fabrikalar,

müşterilerin bu isteklerine cevap verebilmek için kişiye özel üretim yapabilme özelliğine sahiptir. Piyasada bulunmayan yeni tasarım ürünlerle sektörde bir adım öne çıkmış oluyor işletmeler. Seri üretim hatlarından ziyade aynı üretim hattı üzerinden birbirinden farklı ürünlerin ortaya çıkması akıllı fabrikalar sayesinde mümkün hale geliyor. Bir ürünün en az maliyetle ve kaliteyle üretilmesi bir işletmenin en temel kuralıdır. Üretim aşamaları sırasında oluşacak hataların üretimi aksatması ekstra masrafların çıkmasına ve üretim maliyetlerinin katlanmasına neden olmaktadır:

*Bir ürünün verimliliğini oluşturan etkenler arasında sadece maliyeti yok, ürünün kalitesi var, ürünün üretilme süresi var, üretilirken harcanan enerji miktarı var, ürünü üretecek makineye kaç kişinin bağlı olduğu var, burada ürünün kalitesine sadece kalite kontrol sürecine gelindiğinde bakılmıyor bu yüzden dijitalizasyonun kalbi plm oluyor. Çünkü ürünün her bir adımını takip ederseniz siz ürün üretimin herhangi bir safhasından geçerken nerede hatalı çıkıyor bunu çok hızlı tespit edebilirsiniz. Sonuç olarak anlık kontroller ile kalite kontrolünü kat kat arttırmış oluyoruz (Sertaç Samioğlu).*

Akıllı fabrika sistemlerinde maliyet planlamasının hatasız yapılabilmesi için simülasyona dayalı üretim yapılır, ürün üretime başlanmadan önce simülasyon yöntemiyle üretilir tüm safhaları incelenir hata ve eksiklikleri varsa tespit edilmeye çalışılır. Böylelikle mümkün olduğunca zaman ve maliyet israfından kaçınılmış olunur:

*Ürünün hat içerisinde hangi kısımdan hatalı olarak çıktığı bilinmemektedir. Bu yüzden sadece ürünün montaj bandından geçerken ki kısmına bakmak yeterli değildir. Ürünün tasarım aşamasında da müdahale edilebilir olması lazım bunu dijital ortamda ürünün “sanal ikizini” yaparak gerçekleştiriyoruz. Önce özel yazılımlarla ürünün geçeceği hattı tasarlıyor sonra ürünü bantta koşturuyor nihai ürün olarak çıkıncaya kadar. Bu ürün tüm testlerini o yazılımla yaptıktan sonra artık bu üründe bir hata yok şimdi üretime geçebilirsiniz. Bu*

*“dijital ikiz” kavramı bu yüzden çok önemlidir. Çünkü ürün dijital ortam neredesin hata oluşuyorsa üretime girdikten sonra da aynı yerde hata verecektir. Bundan dolayı önceden bunu simülasyonlar yardımıyla görürsek daha üretime başlamadan hata payını çok minimize etmiş oluruz. Daha tasarım kısmında bu problemi çözerseniz bu ürünün pazara çıkma süresini de kısaltıyor. Tasarım, planlama, mühendislik, üretim ve servis kısmı birleştirilmiş oluyor (Aysun Vatansever).*

### **2.2.2. Akıllı tedarik zinciri**

Akıllı bir fabrikadan bahsetmek gerektiğinde sadece fabrikanın içindeki üretimden bahsedemeyiz çünkü akıllı üretimin bir ucunda tedarikçi diğer ucunda ise müşteri bulunmaktadır. Bu iki faktör arasında gerçekleşen tüm süreçlerdeki dijitalleşme seviyesi bir işletmenin endüstri 4.0 yolundaki olgunluk seviyesini belirler. Akıllı tedarik zinciri mantığıyla hareket eden bir işletme hiçbir inovatif harekete geç kalmaz:

*Bağlantılı tedarikçi, her aşamada sürece erken dahil olma şansını elinde bulundur. İşletme ile tedarikçi arasında gerçek zamanlı bir bilgi akışının olması yeni ürün üretim sürecini olumlu etkiler. Aynı zamanda müşterinin isteklerine daha hızlı cevap verebilen bir üretim sistemine sahip olunur (Doğan Ercan).*

### **2.2.3. Akıllı üretim**

Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretimde kullanımın getirdiği dönüşüm hayatımıza “akıllı üretim” kavramını sokmuş oldu. Akıllı üretim, değişen müşteri beklentilerine uygun cevap verebilmek için tedarik zincirinin her safhasının akıllandırılmasıdır. Bunun amacı, müşteri taleplerine hızlı cevap veren, rekabet avantajı yüksek, kaynak kullanımının azaldığı, çevreye duyarlı, sağlık ve güvenlik şartları daha iyileşmiş performansı yüksek üretimi mümkün kılmaktadır. Akıllı üretimden tam anlamıyla yararlanmak isteniliyor ise gerekli altyapı ve yeteneklerin geliştirilmesi gerekmektedir (Banger, 2018: 147).



Şekil 2.6. Tofaş otomotiv fabrikası üretim hattı

Akıllı üretim, ürünün tasarım, imalat ve pazara çıkış şekillerini değiştirmektedir. Geleneksel üretim bir hammaddenin alınıp belli süreçlerden geçirilerek nihai ürüne ulaştırılması olarak tanımlanabilir. Akıllı üretimde ise geleneksel üretim anlayışının tersine bilgisayar odaklı iş yapış şekillerinin olduğu, yüksek duyarlıklı ve esnek çalışma sistemleri oluşmaktadır. Bu sistemin oluşturulup işletilebilmesi için yetkinliklerin de bu doğrultuda eğitimlerle değiştirilmesi gerekmektedir.

Akıllı üretimin sağladığı olumlu sonuçların başında yönetim kolaylığının sağlanmasıdır. Akıllı sensörler işletmelerin takip edilebilmesinde ilk ölçütlerden biridir. Üretim tesisi içerisinde yaşanabilecek anormallikleri ve krizleri önceden öngörmeyi ve tedbir almayı mümkün kılmaktadır. Otomasyon ve gömülü yazılım teknolojileri tesisin verimliliğini ve güvenliğini sağlamaktadır. Ağlar arasındaki entegrasyonun sağlanması ile de akıllı enerji kullanımı maliyet kaybını azaltmaktadır. Akıllı üretim, ürünün müşteriye ulaşacağı süreyi kısaltmakta, işletmenin rekabet dünyasındaki elini güçlendirmekte, atık ve emisyon çıkışını azaltmakta, müşteri beklenti ve sorunlarına daha hızlı cevap verebilmektedir.

Akıllı üretimin olumlu sonuçlarının yanında tehlike oluşturacak yanları da bulunmaktadır. Bilgi teknolojilerinin işletmelerde akıllı üretim yapabilmesi için gerekli altyapı sistemlerinin kurulması ve yetkinliklerinde bu yönde değiştirilmesi gerekir. Türkiye sanayisinin küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu alt yapı



sistemlerinin maliyetlerini karşılayacak güçleri bulunmamaktadır. Bu da işletmelerin akıllı üretim seviyesine çıkmasına engel oluşturuyor.

#### **2.2.4. Akıllı lojistik**

Akıllı fabrika olgusunu tam manasıyla anlamak istiyorsak akıllı lojistik ya da lojistik 4.0 kavramlarını da iyi incelememiz gerekmektedir. Lojistiği en basit haliyle anlatmak gerekirse üretilen mal ve hizmetlerin alıcıya en iyi biçimde ulaştırılması olarak ifade edebiliriz. Endüstri 4.0 kavramı diğer tüm sektörlere olduğu gibi lojistik sektörüne de birçok yenilik fırsatı sunmaktadır. Tüketicinin isteklerine göre değişen bir üretim sisteminden bahsettik. Yeni teknolojiler ile birlikte tüketicinin değişim isteklerine hızlı ve esnek cevap verebilme arzusu tüm işletmeleri zamanla bu dönüşüm içerisine çekecektir.

Akıllı fabrika olma yolunda ilerleyen bir işletme Endüstri 4.0 olgunluk seviyesini yükseltmek istiyorsa eğer üretimden nihai ürünün tüketiciye ulaştığı son noktaya kadar ki tüm süreçlerini akıllandırmalıdır. İşletme içerisinde gerek duyulan lojistik hizmetlerine fabrika içi ve fabrika dışı olmak üzere iki şekilde bakmak gerekir. Fabrikalar geniş yüzölçümlerine sahip alanlara kurulmakta ve ürünlerin geçtiği hatlar birbirinden ayrılmaktadır. Hatlar arasındaki geçişi insan gücünden kurtarmak için akıllı robotlar devreye sokulmuştur:

*Geleneksel robotların çalışma şekli ezber şeklindedir. Bir parçayı sadece bir yerden alıp bir yere koyma işlemini gerçekleştirebilir. Ama akıllandırılmış robotlar, görebildiği için, düşünebildiği için en uygun parçayı buluyor anlıyor ve seçip gerekli yere yerleştiriyor. Geleneksel fabrikalardaki robotlar genellikle tek bir çizgi üzerinden hareket eder. Ama akıllı robotlar üzerlerindeki kamera ve sensörleri sayesinde tamamen bağımsız bir şekilde hareket edebiliyorlar. İnsanları tanyor, nesnelere tanyorlar ve götürecekleri yeri otomatik olarak değiştirebiliyorlar. Peki bunu nasıl yapıyorlar? Fabrika da bu robotların, gezmesi gereken yerlere QR kodlar yerleştiriliyor, robotta tabanında bulunan kameralarla bu QR kodları okuyarak rotasını*

*oluşturuyor ve ürünü doğru noktaya bırakıyor (Ahmet Can, Teknoloji Yazarı).*

Lojistik 4.0'da geniş bir ağ içerisinde her şey birbirine bağlı duruma gelecek, kastedilen ağın içerisine tedarikçiden gelecek üründen son nokta olan tüketiciye ulaşmaya kadar geçen ürünün tüm sevkiyat işlemleri dahildir. Üretim öncesi ve sonrasındaki tüm paydaşları birbirine bağlar isek zamandan ve maliyetlerden tasarruf etmiş oluruz.

Bir örnek ile açıklamak gerekirse, işletmenin kurmuş olduğu bir internet platformu üzerinden gelen müşteri siparişlerinin ve tedarikçiden temin edilecek malzeme ihtiyacının aynı anda gerçekleştiği bir sistem kurulduğunu düşünelim. Böylelikle ürünlerin müşteriye teslim edilmesi gereken süre göz önünde bulundurularak tedarikçide fabrika da üretim başlamadan önce gerekli malzeme üretimini gerçekleştirip vaktinde teslim ediyor. Bunun neticesinde tedarikçi ve müşteri siparişleri aynı anda işleme konulduğundan depo masrafları tamamen ortadan kalkmış ya da minimum seviyelere çekilmiş oluyor (Çiçekli, 2018). Bu bağlamda bir diğer görüş ise:

*Kendi kendine hareket eden lojistik ekipmanlar kullanıyoruz artık işletmelerimizde özellikle eskiden elektrikli çekicilerin sürdüğü makineleri şuan çevresiyle konuşabilen, çevresindeki riskleri algılayabilen, hareketleri görebilen görüntü işleme bilgi sistemine sahip, kendi kendine rota oluşturabilen, aldığı malzemeyi nereye götüreceğini anlayabilen lojistik ekipmanlarla işler yürütülüyor. (Çağatay Özak).*

#### **2.2.5. Akıllı servis**

Akıllı servis kavramının fabrika ekosistemine katılımıyla birlikte sahadaki etkinlik ve verimlilik oldukça artmıştır. Bir ürünün neden servise geldiği veya servisi çağırma ihtiyacı duyduğu üretici için önemli bir değere sahiptir. Bakım onarım faaliyetleri ürünün daha da geliştirilebilmesi için gerekli bilgileri sunabilecek maden görevindedir. Sunulan servis hizmetlerinden çıkan büyük veriyi iyi analiz edip

işlerseniz çıkan sonuçlarla ürünlerin imalat sürecinde çıkabilecek olası hatalarda iyileştirilmeler yapılmış olunur.

Servis konusunda değinilmesi gereken bir diğer husus da servis çalışanlarının yetkinlik durumudur. Saha çalışmalarına katılan ekibin eğitilmiş olması ve kendini sürekli güncellemesi servis süresi ve maliyetleri önemli derecede etkilemektedir. Servis çalışanlarının sürekli kendilerini güncel tutmaları çoğu zaman mümkün olmayabiliyor. Bu durumları aşabilmek adına bulut bilişim ve artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde çalışanlara uzaktan destek verilip hızlı çözümlerin üretilmesi mümkün hale gelmiş oluyor. Bu sayede zamandan ve maliyetlerden edinilen faydalar müşteri memnuniyetini ve marka değerini yükseltecektir (Apilioğulları, 2019).

Müşterinin ürün üzerindeki söz hakkının artması işletmelerin ürünün her safhasına tüketiciyi dahil etmesine neden olmuştur. Müşterinin talepleri doğrultusunda kendini dönüştürdüğü alanlar vardır:

*Bir otomobil firmasının gerçekleştirdiği proje bulunmakta, araçlar servis hizmetine getirildiğinde müşterinin aracının hangi safhalardan geçtiğini görebilmesini sağlayacak bir uygulama tasarladılar. Servis bölümünün her yerinin rfidlerle donattık her geçeceği noktaya bir rfid kart okuyucu bıraktık. Servis bölümünde pahalı ve ağır bazı ekipmanlar kullanılıyor bu ekipmanları insan kaynaklı hatalardan dolayı araçlarda unutulabiliyor. Buda ekipmanların tekrar alınmasına ve maliyet kaybına neden oluyor bu durumu engellemek adına da ekipmanların her birinin üzerine çipler yerleştirdik cihaz bulunması gereken ortamdan çıktığında odada bulunan rfid okuyuculardan görünüyor ve geri gelmediği anlaşılırsa hemen müdahale edilebiliyor (Adem Kayar).*

#### **2.2.6. Giyilebilir teknolojiler ve akıllı fabrika**

Giyilebilir teknoloji, üstümüzde taşıyabileceğimiz teknolojik aletlerin genel adıdır. Ancak bir ürünün giyilebilir teknoloji olarak nitelendirilebilmesi için ürünün akıllı sensörlerden gelen bilgileri depolayıp aktarabiliyor olması gerekir (İzge, 2015).

Giyilebilir teknoloji ürünlerinin kullanım alanlarının yıllar içerisinde farklı sektörlerde yayılması kaçınılmaz olarak sanayiye de girmesini sağlamıştır. Kumaşların ya da farklı malzemelerin içerisine yerleştirilen algılayıcılar sayesinde veriler toplanıp kaydedilmekte ve tanımlanmış görevleri yerine getirmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünleri ile günlük yapılan işler daha hızlı, daha kolay, daha düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. İşletmeler, zorlu çalışma şartlarının olduğu alanlarda insan kaynaklı hataları azaltmak için teknolojik ürünleri kullanmaktadır:

*Şuan işletmelerde kullanılan yardımcı dijital cihazlarında olaylara müdahalede büyük katkıları olmaktadır. Örneğin akıllı gözlükler, yapılacak iş için yeterli kalifiyeye sahip olmayan bir işçi bu gözlük sayesinde o işi kendi başına yapabilme becerisine sahip olmuş olacak. Arızalanan bir makinenin başına gittiğinde gözlük makineyi okuyor arızayı tespit edip onarım için gerekli olan işlem basamaklarını gözlüğe simüle ederek işçinin yapmasını sağlıyor. Yada onarım kısmında daha profesyonel biriyle hemen bağlantı kurularak gözlüğün orada gördüğü görüntü başka bir kişiye anlık olarak aktarılabilir ve onun direktifleriyle problem çözülmeye çalışıyor. Bu teknolojilerin kullanımı işçi grupları arasındaki yetkinlik farkını azaltacaktır. Siemens şuan bu teknolojiyi kullanmaya başladı. Dijital fabrikalar bu teknoloji sayesinde siz üretim hattına girdiğinizde her bir makinenin üzerinde QR kod var gözlük QR kodu tanıyor ve her bir makine için onlara ait olan bilgileri gözlüğe simüle ediyor. Makine aktif mi pasif mi, arıza ne zaman oluşmuş, kim müdahale etmiş, ne kadar geç kalınmış, müdahale ne kadar sürmüş gibi bütün bilgileri önünüze sunuyor. Geleneksel üretimde ise arıza olacak sonra siz üretim aksamaya başladığında bunu fark edip yanına gidip bakacaksınız eğer sizin çözebileceğiniz bir durum ise siz müdahale edeceksiniz yoksa gidip başka bir yetkiliye işi aktaracaksınız (Adem Kayar).*



Şekil 2.7. Fabrikalarda akıllı gözlük kullanımı

İnsan kaynakları açısından işçilerin sağlığı ve güvenliği işletmelerde önemli konuların başında gelir. Çalışanların sağlıklı olması işlerin aksamamasına ve toplam verimliliğin artmasına yol açar. Bu amaçla işçilerini akıllı kol saatleriyle sağlık durumlarını ve nerede bulduklarını tespit etmek kolaylaştırıyor (Banger, 2018). Bu bağlamda farklı bir örnek olarak:

*Giyilebilir teknolojilerden biri olan akıllı eldivenlerin fabrikalarda kullanımına dair bir proje gerçekleştirdik. Bu akıllı eldivenin üzerine sensörler yerleştirilmiş etrafında olup bitenden veri alabilmesi için sonra bunları aktarabilmesi için internete bağlanmış ve veri transferi özelliği kazandırılmıştır. Biz bu eldiveni malzeme akış süreçlerinde kullanıyoruz. Yani geçmişte kağıtla not alarak yaptığımız malzeme ihtiyaçlarını imalat birimlerinde tespit ettiğimiz süreçte akıllı eldivenleri devreye aldık. Bu şekilde hataya mal vermeyen ve çok daha hızlı bir süreci gerçekleştirmiş olduk. Esas amacımız imalatın artan ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilmek ve malzeme akışını da doğru miktarda ve doğru zamanda gerçekleştirmek (Bülent Acicbe, Mercedes Benz İcra Kurulu Üyesi).*



Şekil 2.8. Fabrikalarda akıllı eldiven kullanımı

Akıllı fabrikalar bağlamında giyilebilir teknolojilere baktığımızda karşımıza birçok örnek kullanım alanı ortaya çıkıyor. İşletmeler de bir ya da birden fazla farklı ürünler kullanılsa da ortak faydalar mevcuttur. Verimliliği arttırması, iş kazalarının önüne geçmesi ya da azalması, işçilerin yetkinliklerini arttırmak ve maliyetleri azaltmak gibi ortak faydalar sağlamaktadır. Fabrikalarda, merkez ve sahada çalışan işçilerin daha hızlı haberleşmesini, acil yardım gerektiren durumlarda olaya daha hızlı müdahale etmeyi bunların neticesinde de zamandan ve enerjiden tasarruf edilmiş olunur:

*Fabrikalarda ya da saha da bulunan çalışanlar çok fazla sorunla karşılaşılıyorlar. Endüstri 4.0'ın özellikle bir hata çözümünün bilgisayarlarla yapılmasına yönelik bir üründür. Akıllı fabrika altyapısına sahip işletmelerde giyilebilir teknolojik ürünlerin kullanılması daha kolaydır. Bunlardan en etkin verimlilik alınanların başında da akıllı gözlükler gelmektedir. Problemi bulunan bir saha personelinin dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir uzmandan yardım alabilmesini kendi görüntüsünü aktarabilmesini, beraber ortak bir doküman üzerinden anlık çalışabilmelerini ve uzaktaki uzman sahaya gelmeden o problemin hızlı bir şekilde çözülmesini sağlamaktadır (Cihat Kahraman, HangaarLab Kurucusu).*

### 2.3. Akıllı Fabrikaların Sosyo Mekânsal Dönüşümü

Coğrafya için önemli bir kavram olan mekan kavramındaki değişim olaylara bakış açısını da etkilemiştir. Açıkçası sosyal bilimlerde yaşanan mekana dönüş coğrafya disiplininin içindeki birçok kavramın anlamını genişletmiştir ve derinleştirmiştir. Bu değişimi görmek için coğrafi düşünce içindeki paradigma ve yaklaşım değişimlerini de görmek gereklidir. Akıllı Fabrikaların sosyo-mekansallığı denilince aslında günümüz coğrafi düşünce içinde mekan kavramına yüklenen anlam kastedilmektedir. Akıllı fabrikaların sosyo-mekansallığı şu şekilde kavramsallaştırılabilir: Akıllı fabrikaların dışı ve akıllı fabrikaların içi. Akıllı fabrikaların dışı denildiği zaman fabrikanın dışındaki yerel, bölgesel, yapısal, kavramsal, küresel unsurlar kastedilirken fabrikanın içindeki teknolojik, insan-makine ilişkileri, insanlar arası ilişkiler ise akıllı fabrikalar içindeki öğeleri ifade etmektedir. Kısaca akıllı fabrikalar denilince iç ve dış ilişkiler sınıflandırması göz önüne alınacaktır. Bir yerin sosyo-mekansallığı denilince elbette ki Lefebvre'nin mekansal üçlü kavramsallaştırmasına ayrıca vurgu yapmak faydalı olacaktır. Buna göre, mekansal pratik, mekan temsili ve temsili mekan kavramları mekansal üçlüyü oluşturmaktadır.

“Üçlü: algılanan – tasarlanan – yaşanan (mekânsal olarak: mekân pratiği – mekân temsili – temsil mekânları), soyut bir “model” statüsü atfedilirse kapsamını yitirir. Ya somutu (“dolaysız”ı değil) ele geçirir ya da kısıtlı – diğer ideolojik dolayımından biri olarak – bir önem taşır” (Lefebvre, 2014: 69, aktaran Ghulyan,2017).

Mekansal üçlünün öğelerinden birisi olan mekansal pratik algılanan mekandır. Ampirik ve gözlemlenebilen bir mekandır. Üretimi ve yeniden üretimi devam ettiren toplumsal oluşumdur. Mekan temsilleri denilince tasarlanan mekan akla gelir. Planlamacıların, teknokratların, şehircilerin, bazı sanatçı gibi bir toplumun içindeki egemen mekandır. Temsil mekanları ise yaşanan mekan diye de ifade edilebilir. Kavranması daha zor olan mekandır. Öznelerin ya da belli bir grubun yaşadığı bu mekan daha karmaşık ve derin ilişkiler barındırır. Mekansal üçlünün her biri birbiri ile bir bütündür ve mekansal diyalektiği oluşturur. Bu üçlü vasıtasıyla mekan sürekli yeniden oluşmaktadır.

Peki akıllı fabrikalar mekansal üçlüye göre nasıl değerlendirilebilir? Akıllı fabrikalara dair mekan temsilleri denince daha geniş perspektifte tasarlanan mekan kastedilmektedirler ki bu konuda bürokratların, bazı akademisyenlerin ve sektörde teknolojiyi aşırı öven insanların söylemleri kastedilmektedir. Bu kişilerin ifadeleri akıllı fabrikalara dair söylemleri üretir ve zamanla birbirini üreterek ve çoğaltarak devam eder. Temsil mekanları denilince akıllı fabrikalar çerçevesi içinde değerlendirilen insanların deneyimleri kastedilmektedir. Açıkçası bu alan gündelik hayat teorileri ile yakından ilişkilidir. Yani bu alan öyle kolayca indirgenemeyecek bir durumu ifade etmektedir. Mekan pratikleri ise akıllı fabrikalar çerçevesinde oluşmuş algılanan alanı ifade etmektedir. Akıllı fabrikalar kendi pratiklerini de üretir. İşte bu akıllı fabrikaların temsili, temsilin akıllı fabrikaları ve akıllı fabrikaların pratikleri diye ifade edebileceğiniz kavramsallaştırma çerçevesinde akıllı fabrikalar sürekli kendini oluşturur ve yeniden oluşturur.

Yukarıda ifade edilen akıllı fabrikaların içi-akıllı fabrikaların dışı kavramsallaştırması ve Lefebvre'ün mekansal üçlüsü bu çalışmanın zeminini oluşturmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada akıllı fabrikaların sosyo-mekansallığı üç tema altında ele alınacaktır. Birinci bölümde “eski fabrika-yeni fabrika” ayrımı ile olgunun tarihsel boyutu görülmeye çalışılmıştır. Bu ayrım ele alınırken yapısalcı coğrafyanın imkanlarından faydalanılmıştır. Daha teknik olarak Endüstri 4.0 ya da dijital dönüşüm öncesi fabrika neyi temsil etmektedir ve Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm dönemi fabrikaları neyi temsil etmektedir soruları bu bölümde cevabı aranan sorulardır. Şüphesiz eski-yeni ayrımı olguyu daha iyi kavramak içindir. Sürecin bir bütün olduğu ve eski ile yeninin iç içe geçerek devam ettiği bu bölümüm anlamaya çalıştığı bir diğer olgudur. Eski ve yeniye dair farklılıkları görmek için medyadaki oluşmuş ifadelerle dair söylem analizi ve yapılan görüşmeler en önemli veri kaynağını oluşturmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde post-yapısalcı coğrafyanın en önemli teorilerinden birisi olan ilişkiyel coğrafyalar ve aktör-ağ teorisinden istifade edilmiştir. Özellikle teknoloji ve bilim çalışmalarında sıklıkla kullanılan aktör ağ teorisi Endüstri 4.0,



dijital dönüşüm ve akıllı fabrikalar gibi kavramları anlamak için oldukça faydalıdır. Buna göre bir teknolojik gelişme sadece bir kavram, sadece bir kişi ve sadece bir olay sebebiyle olmamıştır. Ya da bir sebep sonuç ilişkisi aramak doğru değildir. Bilimsel veya teknolojik gelişmeyi anlamak için o gelişmeyi saran ağı anlamak gerekmektedir. Bu bağlamda ikinci bölümde akıllı fabrikaları oluşturan ağ anlaşılmasına çalışılacaktır. Akıllı fabrikalar özelinde ağ denilince işçi, patron, bürokratlar, akademisyenler gibi insana ait unsurlar ve kurum, kavram, makine, robot gibi insana ait olmayan unsurlar kastedilmektedir. Bu unsurların hepsi süreci ve ağı etkileyen aktörlerdir.

Üçüncü bölümde akıllı fabrikalar sürdürülebilirlik ve eleştirel düşünce çerçevesinde ele alınacaktır. Sürdürülebilirlik denilince en genel anlamda dijital dönüşüm süreci nasıl uyum içinde yönetilecektir sorusuna cevap aranacaktır. Akıllı fabrikaların sürdürülebilirliği çerçevesinde sürecin avantaj ve dezavantajları ele alınacaktır. Akıllı fabrikalara eleştirel düşünce çerçevesinde de bakmak gereklidir. Buna göre dijital dönüşüm ve akıllı fabrikalar gibi kavramlar mutlak anlamda iyidir ve faydalıdır söylemi sorgulanacaktır. Süreci daha iyi anlamak için teknolojik determinizme düşmeden olguya eleştirel bakıp sürecin avantaj ve dezavantajları bu bağlamda da değerlendirilmelidir.

### **2.3.1. İki Farklı Zaman - Mekan: Eski Fabrika ve Yeni Fabrika**

Kavramsal olarak iki farklı mekan ve zaman olarak ele aldığımız mesele aslında bir fabrikanın dijital dönüşüm öncesi ve sonrasında gösterdiği değişikliklerdir. Bu dönüşüm tam anlamıyla anlaşılabilmesi için fabrikada yaşanan dönüşümü içeriden ve dışarıdan etkileyen unsurların tek tek ele alındığı kısımdır. Fabrika çalışanları arasındaki jenerasyon farkının dijitalleşmeyle birlikte daha fazla açılması, istihdam alanında öngörülen değişiklikler ve işçilerin bu durumdan etkilenme biçimleri, dijital dönüşümde kurum içi ve dışı eğitimin rolü, devlet politikaların eğitim müfredatlarına yansımaları, yeni teknolojilerin yıkıcı ve yapıcı inovasyon olmak üzere sektörlere etkisi, bu doğrultuda da yok olması ve ortaya çıkması muhtemel meslek grupları, bireylerin dönüşümden etkilenme şekilleri, sonrasında da toplumda oluşacak değişiklikler, üretim hızı ve çeşitliliğindeki artışın müşteri beklentilerinde

oluşturduğu tek ve özel olma arzusu, son olarak da Türkiye'nin dijital dönüşüm yolunda yapmakta olduğu yapmayı planladığı politikaların tüm bu unsurları destekler nitelikte olup olmadığı konusu bizim geleneksel üretim ve akıllı üretim kavramlarının oluşturduğu değişimi anlamamızı sağlayacaktır.

İkinci endüstri devrimiyle birlikte 1914 yılında ortaya çıkan fordist düşüncenin yerini dördüncü endüstri devrimiyle birlikte post- fordist döneme bıraktığı görülmektedir. Kısaca meseleyi açacak olursak fordizm, sanayi üretiminin büyük çoğunluğunun kitlesel üretim şeklinde gerçekleştiği, idari ve emekvahi işlerin kas gücüyle yapıldığı, iş tanımlarının ve iş bölümlerinin katı bir şekilde ayrıldığı, standartlaştırılmış ürün yapısının verimliliği artırması ve artan talebinde standartlaşmayı daha çok hızlandırdığı üretim biçimidir (Eraydın, 1992).

Post- fordizm, artan üretim taleplerine hızlı ve esnek cevap verebilmek için işgücü ve makineleşmede esnekliğin sağlandığı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretim süreçlerinde yaygın olarak kullanıldığı üretim ve birikim modelidir. Fordist ve post-fordist üretim şekillerinin karşılaştırmalı olarak üretim sürecine, işgücü, mekan, devlet, ideolojilere olan yansımalarını karşılaştırmak için Swygedow'un (1991) yaptığı gruplandırma dikkate değerdir. Açıkçası, fordist dönem ve post-fordist dönem arasındaki fark ile Endüstri 4.0 öncesi ve sonrası arasındaki farkın paralellik göstermediği de ayrıca önemlidir. Bu çalışmanın bir amacı da post-fordist dönem ile Endüstri 4.0 arasındaki paralelliklerin altını çizmektir.

**Tablo 2.4.** Fordist ve post-fordist üretim şekillerinin karşılaştırılması. **Kaynak:** Swyngedouw, E. .The Socio-Spatial Implications of Innovations in Industrial Organisation. Working Paper, No.20, John Hopkins European Center for Regional Planning and Research, Lille, 1986..dan aktaran David Harvey, The Condition of Postmodernity, Blackwell, Massachusetts, 1991, s.177-179.

<b>FORDİST ÜRETİM</b> (Ölçek ekonomisine dayalı)	<b>POST- FORDİST ESNEK ÜRETİM</b> (Kapsam ekonomisine dayalı)
<b>A. ÜRETİM SÜRECİ</b>	
Aynı tür malın seri üretimi	Üretim alanlarının küçülmesi
Standartlaşma ve tekdüzelik	Aynı üretim hattında çeşitli ürün üretimi
Ürün ve yedek stoku	Stoklama ihtiyacı yok
Üretim sonunda yapılan kalite kontrolü	Üretim sırasında yapılan kalite kontrolü
Hatalı cihazlar ve uzun tadilat süreleri yüzünden kaybedilen zaman kaybı	Kayıp zamanların azaltılması, işgücüne daha değerli vakit kazanımı
Kaynakların belirleyiciliği	Müşterinin belirleyiciliği
Yatay ve dikey bütünleşme zorluğu	Yatay ve dikey birleşme
Ücret kontrolü ile maliyet kaybının azaltılması	Uzun dönemli planlama
<b>B. İŞGÜCÜ</b>	
İşçinin tek bir alanda çalışması	Çoklu görev dağılıma
Standart ücret	Kişisel becerilere göre ücret
Yüksek uzmanlık gerekliliği	Sınırlandırılmış görev tanımları yok
Sınırlı iş sırasında öğrenme	İş başında uzun dönemli eğitimler
Dikey işgücü örgütlenmesi	Yatay işgücü örgütlenmesi
Öğrenim tecrübesinin eksikliği	İş başında öğrenme
Sendikalaşma	Sendikalaşmanın önemini yitirmesi
İşçi sorumluluklarının azaltılması	İşçinin sorumluluklarının artırılması
İş güvencesi yok	Çekirdek kadroların iş güvencesi, geçici işçilerin güvencesi yok
<b>C. MEKAN</b>	
İşgücünün mekânsal bölünmesi	Mekânsal bütünlük
İşlevsel mekanın genişliği	Mekanın toplulaşma eğilimi
İşgücü potansiyelinin homojenliği	İşgücü potansiyelinin çeşitliliği
Küresel girdiler ve taşıeron firmalar	İlişkili firmaların dikey birlikteliği
<b>Ç. DEVLET</b>	
Stabil düzenin korunması	Yeniden düzenleme
Sertlik	Esneklik
Bütüncül kazanç	Bölünmüş, bireysel kazanç
Kazancın taban yayılması	Sosyal ihtiyaç ve güvenliğin özelleşmesi

Uluslararası istikrar	Jeo-politik güç kavgası ve uluslararası istikrarsızlık
Merkezileşme	Yerelleşme ve bölgesel rekabetin keskinleşmesi
Şehirlere devlet yardımı	Girişimcilere devlet yardımı
Piyasalara dolaylı müdahaleler	Piyasaya doğrudan müdahaleler
Ulusal bölgesel politikalar	Daha küresel politikalar
Firmaların ar-ge çalışmaları	Devletin yürüttüğü ar-ge çalışmaları
Özel sektör önderliğinde yenilikçilik	Devlet önderliğinde yenilikçilik
D. İDEOLOJİ	
Modernizm	Post-modernizm
Toplumsallaşma	Bireyselleşme
Bütünsellik	Özelleşme
Tüketiciye dayalı kitle üretim	Kişiselleşmiş üretim

Fordist dönemle birlikte üretim de montaj hattının kullanımı öne plana çıkmıştır. Post-fordist dönemde ise tüketici ihtiyaçlarını karşılamada daha esnek üretim yapabilen yapılar ortaya çıkmıştır. Bu sürecin devamında talebi öngörmenin ya da belirlemenin yerini, talep tarafından şekillenen üretim modellerine bırakmıştır. Tüketicinin isteklerine ve zevklerine göre şekillenen bilgi teknolojileriyle medya dünyasından toplanan veriler ışığında üretim tasarımlarını yapan yeni bir dönem söz konusudur. Yukarıdaki tabloda karşılaştırılan meselelerin birçoğu çalışma içerisinde teker teker ele alınmıştır. Dördüncü endüstri devrimiyle post-fordist üretim yapısının birbiriyle örtüşen yanları yadsınamaz bir gerçektir. Aşağıdaki tablo 2.5. de farklı bakış açılarına göre teknolojinin sağlayacağı mutlak fayda kavramı, kullanılan teknolojilerin ve düşünce sistemlerinin sürdürülebilirliği ve eleştirel bir bakışla riskler ve olumsuzluklar görüşmeler sırasında üstünde fazla durulan söylemlerden genel temalar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

**Tablo 2.5.** Genel söylem temaları

Genel	Söylemler
Teknolojik Determinizm	Çağı Yakalamak, Treni Kaçtırmamak, Açık Ofis Kavramı, İnsansız Fabrika, Görücü Usulü Üretim, Akıllı Robotlar,
Sürdürülebilir Teknoloji	Dijital Dönüşüm, Toplum 5.0, Dijital İkiz, Shared Economy, Start-Up, Çevik Yönetim, Esneklik,
Eleştirel	Teknolojik İşsizlik, Akıllı Fabrika Kavramı,

### 2.3.1.1. Kuşaklar arasındaki dönüşüme bakış

Kuşak kavramına sosyolojik açıdan bakacak olursak; “belirli tarihler aralığında doğmuş, ortak sosyal, ekonomik, politik olayları yaşamış ve bu zaman diliminde ortak değer, inanç, beklenti ve davranışlara sahip olmuş gruplar” olarak tanımlanmışlardır (Özer vd., 2013, s.125). Günümüz çalışma hayatında şuan aktif rol alan dört kuşak mevcuttur. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde de son kuşak çalışma hayatına katılacaktır. Kuşakların sınıflandırmasına bakacak olursak; Sessiz kuşak (1925-1945 yılları arasında doğanlar), Bebek patlaması kuşağı (1946-1964 yılları arasında doğanlar), X kuşağı (1965-1979 yılları arasında doğanlar), Y kuşağı (1980-1999 yılları arasında doğanlar), Z kuşağı (2000 ve sonrasında doğanlar ) şeklinde sınıflandırmıştır (Ergil vd., 2016, s. 714).

Sessiz kuşak günümüzde yaşayan en yaşlı kuşağı oluşturmaktadır. Bu kuşağın üyeleri artık çalışma yaşamından ayrılıp emekli olmuşlardır. Bu kuşağın üyeleri felsefe olarak en iyi yapılacak şeyin çalışmak olduğu yolunda gitmişlerdir. Bu dönem ülkemizde Kurtuluş Savaşı ve Cumhuriyetin temellerinin atıldığı yıllara denk gelmektedir. Savaşların uzun yıllar devam etmesi ve can kayıplarının fazla olması çalışan işçi sayısını çok fazla etkilemiştir.

Bebek patlaması kuşağı, bir önceki sessiz dönemin getirisi olarak ortaya çıkmıştır. Genç nüfusun az olmasından dolayı ülkeler nüfus da artışa neden olacak politikalar izlemiştir. Yeni doğan bebek sayısının bu dönemde çok olması bu döneme aynı adı vermiştir. Bu dönem Türkiye'nin askeri darbe ve çok partili döneme geçiş sıkıntılarını yaşadığı dönemdir. Bu kuşağın insanları sessiz kuşağın benimsediği

felsefenin aksine çalışmak için yaşamak felsefesini benimsemişlerdir. Uzun çalışma saatleri ve zor iş koşullarına rağmen çok çalışkan bir kuşak olmuşlardır (Toruntay, 2007, s. 71).

X kuşağının çalışanlarına baktığımız zaman kadınların iş hayatına dahil olmaya başladığını ve yeni doğan sayılarında azalışa gidildiği görülüyor. X kuşağının en göze çarpan özelliklerinden birisi çalıştıkları kuruma büyük bir sadakatle bağlıdır ve onu yüceltmekten başka gayeleri yoktur. İş hayatı içerisinde teknoloji artık zorunlu bir varlık halini almıştır. Ona ayak uydurmayan kişilerde çağın gerisinde kalmak gibi bir izlenimle kendilerini dışlanmış hissetmişlerdir (Keleş, 2011, s. 131).

Y kuşağı internetin günlük hayatın içerisine karışmasıyla birlikte ilk küreselleşme algısını yaşayan kuşak olmuştur. Bu kuşağın üyeleri, en eğitilmiş büyüyen ve istediklerine ulaşma çeşitliliği en fazla olan kuşak olmuştur. Bu dönemde alım gücü olarak en zenginle en fakir grup arasında fark çok derinleşmiştir. Çalışma konusunda bu kuşağın bireyleri kendilerini diğerlerinden daha farklı motive etmeye başlamış ve özgüven duyguları daha gelişkindir (Toruntay, 2011, s. 77).

Z kuşağı henüz iş hayatının içerisine tam katılmadığı için onların çalışma hayatına etkileri sadece öngörebiliriz. Bu kuşağın bireylerinin teknolojinin içerisine doğduğunu söylemek yanlış olmaz. Onların kendinden önceki dönemlere kıyasla daha farklı ve gelişimi çalışma stilleri oluşturacakları apaçık. Şöyle bir avantajları var. Eski düzen çalışma şartlarının içine adapte olmaya çalışmayacaklar yeni dönem şartlarını zaten bu kuşak belirleyecek. Genel bir çerçeveden bakmak gerekirse şuan iş dünyasında hem yöneten hem yönetilen kısmında, hem de işçiler arasında bir kuşak farkı var. Bu farkın dijitalleşme yolculuğuna etkilerini farklı kuşaklardan olup bir arada çalışan işçi gruplarına etkisi ne şekilde olacağı konusundaki tartışmalar hala devam etmektedir:

*Benim babam 1919 doğumlu ve Türkiye'nin ilk iş aleminde yetişmiş bir jenerasyon bu jenerasyon çok fazla çalışmış bir jenerasyon. Benim babam iş dünyasından ayrılırken ben girdim ve şimdi ben ayrılırken sizin jenerasyon giriyor iş dünyasına. Babamın ve benim*

*jenerasyonum sanayi anlamında gerçekten çok çalıştık. Çünkü Osmanlıdan kalan içi boş ve borçlarla dolu bir ekonomi ve sanayi vardı. Okumuş erkeklerin tamamı ölmüştü ve toplumun geri kalanının çoğu da cahildi. Böyle devralınan bir ülkeyi iki jenerasyon da dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasına soktuk biz. İlerde çocuklarınıza diyeceksiniz ki biz bizden önceki jenerasyondan gelişmekte olan bir ülke devraldık ve gelişmiş bir ülke yaptık. Peki reçete nedir? Kentlerimizde sanayinin dijitalleşmesi yani endüstri 4.0 ile kırsalımızda tarımın dijitalleşme tarım 4.0 ile yapılır (Ali Rıza Ersoy).*

### **2.3.1.2. İstihdam ve İşçi**

Akıllı fabrikalar, endüstri 4.0 teknolojilerini içerisine entegre etmiş işletme yapısına sahiptirler. Üretim süreci içerisinde mümkün olan her aşamada makineleşme ve yapay zeka yoluyla işlerin yapılmasını amaçlayan bileşenler bütünüdür. Bunun neticesinde de geleneksel üretim sistemi yöntemlerinden farklı yanları vardır. Buna ilk örnek verdiklerimizden biride, mavi ve beyaz yakalı olarak adlandırılan işçi gruplarının sayısında ve pozisyonlarındaki değişiklikler gösterilebilir.

Geleneksel üretimde üretimin pek çok aşamasında bulunan mavi yakalılar akıllı fabrika sistemlerinin uygulandığı üretim sistemlerinde ise neredeyse hiç kullanılmaması hedeflenmektedir. Durum beyaz yakalılar içinde farksız görünmüyor gibi nesnelerin interneti yoluyla bağlantı kurabilen makineler çoğu işi kendileri programlayıp takip ettikleri için bazı beyaz yakalılarında üretimde atıl kalmasına neden olacak gibi görünüyor. Ancak mevcut sistem içerisinde hala değişimin varlığı hissedilmekte iken keskin sonuçlar bulunmamaktadır. Bu düşünceleri Tolga Şimşek'in ifadeleriyle ortaya koyacak olursak:

*Üretim sistemi içerisinde yapılan işin niteliğine göre yıllardır ayrılmış olan mavi ve beyaz yakalı diye tanımlanan işçi grupları vardır. İş gücünü kas gücüyle yapan kesimin yavaş yavaş fabrikalardan çekildiğini görüyoruz. Beyaz yakalılarsa daha çok gözlemci ve kontrol eden pozisyonunda olduğunu görüyoruz. Akıllı fabrikaların getirilerinden biri*

*olarak bu sınıflar arasındaki keskinlik belirten nitelikler ortadan kalkacak ve “gri yakalı” olarak tanımladığım bir ara sınıf ortaya çıkacağını düşünüyorum. İki tarafında görev tanımı olarak birbirine yaklaştığını, iş pozisyonu tanımı olarak yeni bir tanıma doğru gittiğimizi düşünüyorum. (Tolga Şimşek).*

Bunun aksi bir görüş olarak da Altay Kermooğlu'nun konuya bakışa açısı:

*İşçilerin iş görev tanımı ve yetkinlikleri değişebilir. Eğitime erişim kolaylaştığı için işçiler istedikleri alanlarda kendi yetkinlik düzeylerini arttırabiliyorlar. Mavi ve beyaz yaka işçilerinin rolleri arasındaki sınırların azaldığını düşünüyorum fakat belirgin fark net olarak hala durmaktadır (Altay Kermooğlu).*

Akıllı fabrikaların işgücü üzerindeki bir diğer önemli etkisi, akıllı fabrikalarda çalışan işgücünün niteliksel özelliklerindeki dönüşüm ve yeni pozisyonların ortaya çıkması olacaktır. Eskiden ihtiyaç duyulmayan işçi vasıflarının yeni teknolojilerin kullanılması ile birlikte ihtiyaç haline gelecektir. Bu sebeple akıllı fabrika sistemlerinin kesintisiz yürüebilmesi için bu süreçte sadece makinelerin akıllandırılması yeterli değildir.

Yeni teknolojilerin getirileriyle birlikte işletme içerisinde açılan yeni pozisyonlara uygun niteliklerde personel yetiştirilmesi gerekmektedir. Mevcut personeline bu dönüşüme kendini adapte etmesi gerekmektedir. Böylece hem mevcut işçilerin işsiz kalması hem de değişen işgücü talebi açığının kapatılamaması gibi bir sorunun ortaya çıkması ve dönüşümün neden olacağı bir teknolojik işsizliğin önüne geçilmiş olacaktır. Bu görüşlerin aksine endüstri 4.0 teknolojilerinin akıllı fabrikalarda uygulanması neticesinde işsizlik oranlarını çok fazla artmayacağını düşünen uzmanlarda bulunmaktadır:

*Yaşanan tüm devrimlerin ardından işsizlik ya da yeni iş kolları çıkacağına dair birçok tartışma gündeme gelmiştir. Endüstri 4.0'ı baz aldığımızda bazı işçi vasıflarına gerek kalmadığına bazı yenilerine de*



*ihtiyaç duyduğumuzu göreceğiz bu sirkülasyon içerisinde görev dağılımlarının adı değişebilir ama insan her zaman işin içerisinde olmaya devam edecektir (Mehmet Taşoğulları).*

Fabrikalar dijital dönüşümle birlikte değişmeye başlamaktadır. Bu dönüşümün daha çok başında olanlar ve çok fazla yol alanlar olmasıyla birlikte hiç başlamamış olanlarda mevcuttur. Fabrikalarda insan mevcudiyetinin tartışılabileceği sabit bir gidişat bulunmamaktadır. Kökümer (2018) de akıllı fabrikalar ne kadar çoğalsa da robotların iş yükü ne kadar arttırılsa da insana olan ihtiyacın azalmayacağını söylüyor. Çünkü robotların liderlik vasıflarının bulunamayacağı, tecrübeleriyle hareket edemeyecekleri ve yaratıcı olamayacakları gibi dezavantajları bulunmaktadır:

*İnsansız üretimin olabileceği konusunda şüphelerim var. Ne kadar teknolojiyi geliştirirsek geliştirelim olası bir kriz durumunda yine insana ihtiyaç duyulacaktır. Kontrolsüz güç her zaman zarar doğurur makine başında veya sistem başında insanın olması zorunludur. Azalma söz konusu illaki olacaktır fakat bu %10'luk dilimi geçmez diye düşünüyorum (Mutlu Altın).*

Yeni teknolojiler çok açık ki, bütün sektörlerde ve meslek gruplarında çalışma doğalarını büyük ölçüde değiştirecek. En temelde değişimin otomasyonun etkin kullanıldığı alanlarda nasıl etkiler getireceği belirsizliğini hala korumaktadır. Yeni teknolojilerin istihdam üzerinde iki karşıt etkisi olacağı görüşü bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, teknolojilerin getirdiği otomasyon ve dijitalleşme süreçlerinin eski sistem işçilerini işsiz bırakmaya ya da başka yerlerde becerilerini değerlendirmeye yönlendirdiği için yıkıcı bir etki oluşuyor. İkinci olarak ise, bu yıkıcı etkinin geliştirici etkisi olarak yeni ürün ve hizmetlerin ortaya çıkabilmesi için de yeni meslek gruplarına talep artacaktır (Schwab, 2018).

*Beyaz yakanın tuzu kuru ona dokunan bir şey yok. Güçlü yetenekler gerektirmeyen basit işler ortadan kaybolacak. Asıl mavi yakanın endişelenmesi gerekir diye bakıyoruz olaya ama öyle değil. Birincisi*

*hangi mavi yakalı diye bakmak lazım. Kır saçlı mavi yaka ise bunlar artık yavaş yavaş kırsala çekiliyor. Bunları dönüştürmeye gerek kalmıyor. Bide iş dünyasına yeni atılan mavi yakalılar var bunlar zaten dijital çağın içerisinde geldiği için bunlardan korkmamız adapte olamamasından korkacak hiçbir durum yok. Bunlar zaten dijitalleşmiş geliyor fabrikaya cep telefonunda 50 tane uygulama kullanan insanların fabrikaya adapte olamaması gibi durum ön görmüyorum. Dijitalleşme hayatı karmaşıklaştırmıyor kolaylaştırıyor. Fabrika da çalışan grubu da ikiye ayrılıyor bu sürece kendi adapte olmak isteyen beni bu konuda eğitin diyen grup var birde ben bu işlerden anlamam bana karışmayın diyen grup var bunlarda işsiz kalmalılar ve lütfen köylerine geri dönsünler. Çünkü köyün en büyük eksikliği genç nüfus eksikliği oralarında canlanması için bu grubun köylerine geri dönmesi gerekir. Artık alın terine değil, akıl terine müracaat ediyoruz (Ali Rıza Ersoy).*

Gelişen teknolojiler ile birlikte çalışanların iş trendleri de değişmektedir. Günümüzde internetin her yerden ulaşılabilirliği artık birçok çalışanın uzak mesafedeki işlerini oradaymış gibi halledebilmesini sağlıyor. Son zamanlarda iş dünyasına giren diğer önemli bir kavramda “home office” kavramıdır. Ama genelde ofiste çalışan beyaz yakalı dediğimiz grubun gerçekleştirebileceği bir olgudur. İş yaşamındaki teknolojik değişim ve dönüşümler arttıkça, şirketler verimliliği arttırmak adına belirli günlerden çalışmasını ofise gelinmemesini istiyor. Özellikle nüfusu kalabalık olan büyükşehirlerde çalışan insanlar ulaşım ve trafik gibi sorunlarla her gün baş ederek işe gitmek zorunda kaldığı için bu uygulamaya olumlu bakmaktadır:

*Biz Siemens olarak bundan 15 sene önce ofise gitmeden çalışmaya başlamıştık hatta bunu yapanlara özel maaş teşviki vardı. Starbucks Türkiye’ye daha gelmeden biz Siemens Türkiye olarak kendi kahve mekanımızı kurmuştuk. Çalışma şeklimizi değiştirmiştik. Evden çalışmak, teknolojik gelişmelerle mümkün hale geldiği için biz bunları yapabildik (Tolga Şimşek).*

### 2.3.1.3. Eğitim ve Dönüşüm

Endüstri 4.0 teknolojileri, dijitalleşme ve yüksek otomasyon kavramları işletmelerin ve fabrikaların mevcut görünümünü değiştirme hızını artırmış durumdadır. Endüstri 4.0 yenilikleri pek çok alanı yeniden dönüştürdüğü gibi eğitim ve öğretim biçimlerini de etkilemektedir. Akıllı fabrikalarında bu süreçten nasıl etkilendiği sorusuna da cevap aramamız gerekmektedir. Özellikle de akıllanan fabrikalarda mesleki eğitimin önemi artmakta ve bu doğrultuda neyin, nasıl, hangi araçlarla öğretileceği konusu önem arz etmektedir. Dijitalleşme ile birlikte eğitimin sadece bir kurum tarafından verilen bir olgu olmaktan çıkıp bireysel gelişimin sınırsızlığını insanlara sunmaktadır.

*Bireylerin yetenekleri, yetkinlikleri, yapabilirlikleri çok gelişmiş durumda artık. Eğitim meselesini dijital dönüşümde ele aldığımızda, eğitimin devletin sorumluluğunda kitlesel bir hareket olduğunu görürüz. Bir yandan da artık dijitalin getirdiği imkanlarla beraber bireyler hem birtakım eğitimleri almak kendileri dönüştürmek anlamında hem de bildikleri konuları anlatmak başkalarını dönüştürmek anlamında nerdeyse sınırsız imkanlara sahiptir (Mustafa Acungil, Yazar).*

Dijital dönüşüm kavramı altında yaşanan değişimlerde en çok bilişim ve iletişim teknolojilerinin önemi artmaktadır. Yenilenen fabrikalarda bilginin önemi artmaktadır. Endüstri 4.0'ı var eden teknolojiler çalışanlar için iki farklı boyut oluşturmuştur. Birincisi, işletmenin her çalışanın mevcut dönüşüme ayak uydurabilmek için daha donanımlı olması gerekecek. İkinci olarak, çalışanlar imalatın operasyonel işler kısmından daha çok yönetimsel ve denetimsel alanına yer değiştirmektedir (Banger, 2017: 268).

*Yetkinlikler değişecek diyebilirim. Eğitime erişim kolaylaşıyor kişiler kendilerini geliştirmek istediği kadar geliştirebilir. Roller arasında sınırların azaldığını düşünüyorum ama hala ciddi belirgin farklar var (Altay Kermooğlu).*

Bir mekanı dönüştürürken onu içindeki her bir parçadan bağımsız düşünmemiz mümkün değildir. Fabrika iç ve dış unsurlarıyla bir birliktelik oluşturarak verimliliğini ve etkinliğini arttırmaktadır. Yeni üretim şekillerinde akıllı makinelerin ve insanların ortak çalışma alanlarında birlikte yol almaları gerekmektedir. Bu gereklilik hem işçilerin öğrenme sürecine başlamasını geciktirmemeli hem de üretimi aksatmamalıdır. Bu yüzden mesleki eğitimin sanal platformlar yardımıyla verilebilir. Ayrıca bunu yapma imkanının bile işletmelerce kullanılabiliyor olması da dijital bir olgudur.

*Bugün bir birey eğitimde kendi kişisel devrimi yapacağım diyerek eğitimle ilgili hedeflere ne ise eğitim sisteminin dönüşmesini beklemeden kendi bunları gerçekleştirebilir hale geldi. Bu bireye verilmiş çok büyük bir yetki anlamına geliyor. Dolayısıyla geleceğe adapte olup şekillendirmek için büyük organizasyonları beklemeniz gerekmiyor. İnsanlar tek tek çalışmalar yapıp sonra da bir network ile bu çalışmalarını birbiriyle paylaşabilir. Ama öte yandan bu imkanları kullanıp adapte olmazlarsa o zaman bu oluşan dijital hibrit dünyadan kopuk kendi bedeninin içerisinde bir gettoya hapis olmuş duruma gelmeleri de mümkün (Mustafa Acungil, Yazar).*

İşletmelerde eğitilmesi gereken aktif çalışma grubunun dışında da iş dünyasına atılmayı bekleyen yeni jenerasyonunda bu dönüşümü ıskalamaması ve daha ileri götürmesi adına mesleki eğitim sadece yükseköğretimden ibaret olmamalı ve ortaöğretime indirgenmelidir. Endüstri 4.0 hakkındaki belirsizliği ortadan kaldırmak ve ortak bir misyon oluşturmak adına eğitim- öğretim sistemine eklenmesi gereken eğitim programları oluşturulmalıdır.

*Endüstri 4'ün eğitim sisteminde yapacağı değişiklikleri 2 başlık altında ülkeler ele almak zorundadır. 1. İlköğretim ve lise eğitimi bu eğitim dönemlerinde devletler bireye temel eğitim dediğimiz fen ve sosyal eğitimlerini vermektedir. Endüstri 4'ün bu eğitim dönemine katacağı avantaj dijitalleşmenin getirdiği yenilikler olacaktır. Dijitalleşme ile birlikte teorik olarak verilen bilgi birçok alanda uygulanabilir metotlar*

*geliştirilerek öğrencilerin öğrenme kabiliyetini artıracaktır. 2. Olarak mesleki eğitim veren üniversitelerde endüstri 4'ün gelişimine bağlı olarak birçok yeni meslek kolu ortaya çıkacaktır (Selim Eraslan).*

#### **2.3.1.4. Sektörel Değişim ve Yeni Meslekler**

Endüstri 4.0 ile değişen iş dünyasında yeni teknolojik dönüşümlerin çoğu iletişim, bilişim ve internet teknolojileri üzerinde yoğunlaşmakta olduğunu görüyoruz. Bu dönüşüm sadece fabrikanın üretim kısmını, makineleri ya da ürünlerimi etkiliyor sorusunu kendimize sorduğumuzda aradığımız cevapları bu bölümde tartışacağız. Bu teknolojilerin birbiriyle olan ilgisini ve işletmeye olan etkisini göz önüne aldığımızda kişi ya da kurumu bu dönüşüm sürecinin dışında tutamayız. Yeni teknoloji ürünlerinin üretime dahil olması akıllı ve bağlantılı cihazların işletmelerde çoğalması insanın hayatın ve fabrikaların merkezine var olacağı gerçeğini değiştirmemektedir.

*Eğer ben insan kaynakları süreçlerinde işe alım sürecinden, yetkinliklerin belirlenmesine, kişilerin gelişimine, yetenek havuzlarının oluşturulmasına bütün bu süreçlerde daha fazla veriye bakarak ve veriyi analiz ederek gerçekleştirebileceğim bir döngü kurabiliyorsam o zaman insan kaynakları 4.0'ı hayata geçirmiş oluyorum (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

İşletme çalışanların yeni teknolojilerle bütünleşmesi görevi insan kaynaklarıdır. İşletmelerdeki teknolojik dönüşüm ile birlikte işçilerde aranılan yetkinliklerde değişmektedir. Yeni teknolojileri kullanabilme, işbirlikçilik, yaratıcılık, esneklik, çeviklik, karmaşık problemleri çözebilme ve yeni ortama hızlı ayak uydurabilme gibi beceriler çalışanlarda daha çok aranır oldu. İnsan kaynaklarının mevcut işçilerinin tamamını işten çıkartıp bu özelliklerdeki işçileri yeniden işe adapte etmesi mümkün değildir. Bu yüzden mevcut çalışanlarını eğitimlerden geçirerek sürece dahil etmeli ve onlardan alabileceği verimi artırmalıdır. İşletmelerde yıllardır oturmuş olan eski iş kültürleri yerini yeni iş kültürlerine bırakmaktadır. Etkinliğin, verimliliğin artmasını nasıl devam ettiririm diye düşünmeye başlayan inovatif bir çalışma vizyonu sahiplenilmeye başlanılmaktadır.

*Şirketlerimiz bu dijital dünyanın geldiğinin farkındalar ve kendilerini bu dünyaya uyumlandırmak için pek çok çalışmalar yapıyorlar. Bundan 4 sene önce bazı şirketlerimiz ve yöneticilerimiz bir dönüşümün geldiğinin çok farkında iken başka şirket ve yöneticilerimiz pek farkında değildi, yani heterojen bir yapı vardı. Oysa amacımız tüm şirketlerimizi aynı ileri seviyede dijital dönüşüme katılmaları, bunun nimetlerinden faydalanmalı ve liderliklerini sürdürmelidir. Bu bağlamda biz 2016 yılında topyekün kalkınma programı başlattık. 25 ana şirketimizi içerisine alan kısa ve uzun vadeli 300 den fazla proje başlatıldı. Tüm çalışanlarımızın, yöneticilerimizin bu dünyaya ilişkin eğitimleri almaları, kendilerini geliştirmeleri, yeni bakış açıları kazanmaları, girişimciliklerini arttırmaları ve tümüyle kültür dönüşümünün koç topluluğunda gerçekleşmesini hedefliyoruz (Murad Ardaç, Koç Holding Dijital Dönüşüm Danışmanı).*

Değişimin işçiler özelinde göze çarpan iki ana teması bulunmaktadır. Birinci yönelim, gelişen teknolojiler neticesinde üretim alanında çalışan düşük ve orta nitelikli işçilere olan gereksinimin ortadan kalkması düşüncesidir. İkinci yönelim ise, yeni teknolojilerin bilimi ve yenilikleri taşıdığı noktada yeni yetkinlik ve becerilere sahip işçilere duyulan gereksinimdir. Yeni çalışan özelliklerinin işletmeye en etkin katkısı sorun çözücü ve yeni teknolojileri kullanabiliyor oluşlarıdır. İşyeri düzeninin eskiye göre değiştiği gözlenmektedir. Değişen altyapı sistemleri ve kurumsal örgüt yapısı yeni bir çalışma kültürü de oluşturmaktadır (Banger, 2018: 248).

*İşin geleceği kavramı çok önemli bir kavramdır. Çünkü bu hem ekonomiyi hem demografiyi hem de teknolojinin dengesini değiştiren bir kavram oldu. Söylendiği üzere robotlar ve yapay zeka en yakın arkadaşlarımız olacak ama unutulmaması gereken şu ki robotların hiçbir zaman yapacağı şeylerde var. Sosyal ve duygusal zekayı kullanamayacaklar bunu en iyi insanlar yapabilir. Bu yüzden yetkinliklere odaklanmak gerekiyor. Biz 7 yetkinliği kendimize kriter seçtik. 1. Sevecenlik, insanların iş arkadaşlarının sıkıntısı dinlemesi ve çözüm aramasında. 2. Birleştiricilik, ekip olarak biz hangi vizyon*

*doğrultusunda hareket ediyoruz. 3. İşbirliği, birçok alt yapıdan insanlar çalışıyor şirketlerde hep birlikte bir amaç uğrunda neyi nasıl yapacağımızı anlatabilmek. 4. Merak, sürekli keşfe ve en iyi öğrenmeyi amaçlamak. 5. Eleştirel bakış, dünya da sürekli neler olduğunu takip edip sorgulamak, farklı bakış açılarıyla bakmak. 6. Yaratıcılık, her işte ve her düşüncede daha yenisini ve farklısını bulmaya çalışmak oluyor. 7. Duygusal dayanıklılık, belirsizlik havuzunun içerisinde mücadele ve çabasını hiç bırakmayanlar olmak gerekir. Aslında bu temel 7 yetkinlik, robotların yapamayıp insanın duygusal ve sosyal zekaya sahip olduğu için bu süreci daha etkin yönetebilmektedir (Pinar yarar, 4CIH Founder- Culture Designer).*

Endüstri 4.0 döneminde çalışma kültürünün temelini takım çalışmaları oluşturmaktadır. İşletmede farklı disiplinlerde yetkinliği bulunan takım çalışanlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulur. Çalışma takımları sadece işletme içerisindeki çalışanlardan değil dışarıdan sağlanabilecek uzman desteklerine de ihtiyaç duyabilir (Banger, 2017: 266).

Akıllı fabrikalar artık çalışanlarından daha nitelikli görevler üstlenmelerini bekliyor. Bunların çoğunu da bilişim ve iletişim kanalındaki teknolojileri kullanabilmesini baz alıyor. Fiziksel mekandan uzaklaşarak sanal mekan içerisinde işlerini yürüten iş modellerine geçiş yapıyoruz. Endüstri 4.0 teknolojilerinin yıktığı ve yeniden inşa ettiği meslek grupları olacaktır. Yıllardır alışık olduğumuz tarihe karışacak mesleklerin yerini yepyeni meslek alanları dolduracaktır. Bu meslekleri şu şekilde sıralamak gerekirse:

**Bilgi Teknoloji Mimarlığı:** Bilgi teknoloji sistemleri üretim alanlarında daha sık kullanılmaya başlandı. Bu yüzden sistemin özelliklerini ve yapısını iyi anlamak gerekmektedir. Burada da devreye bilgi teknoloji mimarları girmekte, üretim alanlarında sayıları gittikçe çoğalan cihazların ve tasarımların sorumluluğu bu kişilerdedir. Hem saha içi hem de saha dışı olan operasyonları uzaktan yürütmektedirler.

Endüstriyel Bilgisayar Programcılığı \ Mühendisliği: Bilgi teknoloji mimarları tarafından sanal ortamda tasarlanan projelerin uygulamaya geçirme işini endüstriyel bilgisayar mühendisleri yapar. Bunu yaparken kişinin sahip olması gereken en önemli yetkinlik robotları ve cihazları programlayabilmek için iyi derecede bilgisayar programlarına hakim olması gerekir.

Robot Koordinatörü: Otonom robotların işletmelerde üretim süreçlerine dahil edilmeye başlanmasıyla birlikte bu robotların koordinasyonu konusunda eksiklikler doğmuştur. Bu eksikliğin giderilmesi ve üretimin aksamaması adına robot koordinatörlerine olan ihtiyaç zamanla artacaktır.

Endüstriyel Kullanıcı Ara yüzü Tasarımcılığı: Tüketici dünyasının istekleri ve önerileri çoğu zaman üretimin rotasını belirlemektedir. Akıllı üretim çerçevesinde cep telefonları ve tabletlerden müdahalenin mümkün hale gelebilmesi için kullanılması gereken ara yüzler vardır. Tam olarak burada devreye ara yüz tasarımcıları giriyor ( IoT Analytics, 2015).

Veri Bilimci: Nesneleri interneti teknolojisinin istenilen verimliliği sağlayabilmesi için cihazlardan veri toplama işleminin, gerekli depolama ve iletme işlemlerinin veriler bozulmadan yapılması gerekir. Veri bilimcinin işletmelere sağlayacağı diğer büyük avantajda satışlarda müşteriler hakkında toplanacak verilerin doğru analizidir. Sohbet Danışmanları: Yaşanılan teknolojik gelişmeler yaşlıların yalnızlık duygusu içerisinde kalmasına neden olmaktadır. Bu duygunun zamanla artması olası görüldüğü için bu meslek grubu ortaya çıkacaktır. Yaşlıların ihtiyaç duyduğu arkadaşlığı, onlarla yapılacak aktivitelerin sağlıklı olabilmesi için uzman kişiler yetişmelidir.

Şehirlerin Siber Güvenliği: Geleceği akıllı şehirlerinde milyonlarca sensörden toplanan veriler çeşitlilik göstermeye başlayacak. Vatandaş, atık, enerji gibi birçok kategori ortaya çıkacak. Sistem bu sensörlerin verdiği verilerin düzgün şekilde akmasıyla yönetileceği için şehirlerin siber güvenliği önemlidir.



Yapay Zeka Geliştiriciler: Bilişimden söz ediyorsak yapay zekanın bu işteki payını ön planda tutmamız gerekir. Yapay zeka öyle bir hal alacak ki kişilerin ürettikleri yapay zeka ürünlerinin fazlalığı yönetim ihtiyacı doğuracaktır.

Artırılmış Gerçeklik Danışmanları: Artırılmış gerçeklik teknolojisi kişisel zevk dünyamızı süsleyen bir uygulama olmaya başladığı andan itibaren istediğimiz kişiyi nesneyi yanımızda ya da bizim oradaymış gibi hissedebilme deneyimini biz sunacak ve tasarlayacak insanlar olacaktır.

Yapay Zeka İle Çalışan Sağlık Robotları: Yapay zekanın sağlık sektöründe kullanımı hayati değere sahiptir. Çünkü erken tanının ve insan gözünden kaçabilen küçük ayrıntıların sağlıktaki önemi büyüktü. Bu yüzden yapay zeka yazılımlarını sayesinde hastanelere ya da doktorlara başvurmadan önce kendi kontrollerimizi yaparak bir müdahaleye gerek olup olmadığını görebiliyorsunuz.

Kişisel Veri Satıcısı: Gelecekte işletmeler, pazarı ve müşterisini iyi tanımak için onun hakkındaki kişisel verilere daha fazla yönelecektir. Bu verilerin toplama işini her firma ayrı ayrı veri ağı kontrol departmanları kurmak yerine aslında bu işi yapan firmalardan isteyeceklerdir. Böylece ortaya topladığı verileri başkalarıyla da paylaşarak bunun üstünden ekonomik gelir elde eden kurumlar ortaya çıkacaktır.

Otoyol Denetleyicileri: Otonom araçlar piyasaya çıktıktan sonra dijital haritaları ve trafiği iyi okuyabilen yönlendirici kontrolörlere ihtiyaç olacaktır.

Yeni Finans Danışmanları: Sanal ortamda kullanılabilen paralardan bahsetmeye başladığımız bugünlerde ekonomi ve para sistemlerinde yaşanacak değişimleri tahmin etmek güç değildir. Yatırımcılar bu yeni dönemde parasal değerlerini korumak ve yükseltmek adına profesyonel yardım ihtiyacı hissedecektir.

Dijital Terzi: Bugün satışlarını internet üzerinden sürdürmeyen firma görmek mümkün değil. Müşteriler siparişlerini verirken yaşadığı tereddütlerin daha aza indirildiği bir satış platformuna ihtiyaç duymaktadır. Dijital terzi müşteri hakkındaki ölçümsel verileri toplayarak en uygun seçenekleri seçmesine yardımcı olacaktır.

Kuantum Makine Uzmanları: İş dünyasında yaşanan sorunların hızlı çözümleri çok fazla avantaj sağlamaktadır. Büyük verilerin çözümlenmesi için artık daha büyük kuantum sistemlerine ihtiyaç vardır. Çıkan sorunlarla ilgili çözüm ve bilgi üretecek kuantum uzmanlarına gerek duyulacaktır (Business Insider, 2017).

**Tablo 2.6.** Sektörlerin otomasyona uygunluk potansiyelleri, (+) uygunluğu (-) uygun olmadığını ifade etmektedir.

Aktivite türüne göre sektörler	Yönetme	Uzmanlık	Arayüz	Öngörülemeyen fiziksel	Veri toplama	Veri işleme	Öngörülebilir fiziksel
Üretim	-	-	-	+	+	+	+
Madencilik	-	-	-	+	+	+	+
Tarım, ormancılık, balıkçılık ve avcılık	-	+	-	-	-	+	+
Yeme-içme ve konaklama	-	-	-	-	+	+	+
Perakende satış ve servis	-	-	-	-	+	+	+
İnşaat	-	-	-	-	+	+	+
Gayrimenkul ve kiralama	-	-	-	-	+	+	+
Finans ve sigortacılık	-	-	-	-	+	+	+
Ulaşım	-	-	-	-	+	+	+
Sanat ve eğlence	-	-	-	-	+	+	+
İdari ve destek hizmetleri	-	-	-	-	+	+	+
Sağlık hizmetleri ve sosyal yardım	-	-	-	-	+	+	+
Eğitim hizmetleri	-	-	-	-	-	+	+

**Kaynak:** <https://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/turkey-2/>

Ana meslek gruplarının otomasyona uygunluk durumlarının anlatıldığı Tablo 2.6. da en yüksek otomasyon potansiyelinin olduğu sektörler arasında en başta üretim, madencilik ve tarım sektörleri gelmektedir. Bunları devamında perakende satış ve

servis takip etmektedir. En düşük otomasyon potansiyeline baktığımızda ise eğitim hizmetleri ve sanat ve eğlence hizmetlerinin olduğunu görüyoruz.

İşletmedeki yaşanan teknolojik dönüşüm, kurumsal ve mekânsal yapıdaki değişimlerin bir neticesi olarak nitelikli çalışan üzerinde de değişimin ve dönüşümün yaşanacağı beklenen bir durumdur. Büyük işletme ağına sahip firmaların farklı sektörlerde faaliyet gösteren fabrikaları ve çalışanları bulunmaktadır. Bu yapıdaki işletmelerin dijital dönüşüm yolculuğunun dezavantaja dönüşmemesi için dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bunlardan ilki dijital dönüşüm için oluşturulacak bir yol haritasında her fabrikanın karakterinin farklı olduğu göz ardı edilmemeli ve uygun belirlenmiş stratejilerin olmasına özen gösterilmelidir. Bir fabrika iç ve dış bağlantılarıyla büyük bir ekosistem oluşturmaktadır. Fabrika içerisindeki süreçlerini dijitalleştirerek akıllı fabrika konseptini uygulamış olmazsınız. Fabrika içindeki süreçler kadar fabrika dışındaki süreçlerini de akıllandırman gerekmektedir.

*Sektör o kadar büyük bir ekosistemin içerisinde faaliyet göstermekte ki tek başınıza yaptığınız dijital dönüşüm hiçbir şey ifade etmemekte. Bundan dolayı ekosistemin bütün paydaşlarının dijital dönüşümünü gerçekleştirmesi gerekiyor ki maksimum verimliliği elde edelim. Bu doğrultuda Tofaş olarak bizde yan sanayilerimizi ve bayilerimizi geliştirmek için farklı yöntemler ve süreçler uyguluyoruz. Onlara eğitimler veriyoruz, kendi bilgilerimizi aktarıyoruz. Böylece topyekun kalkınma konusunda adımlar atıyoruz (Ömer özgür Çetinoğlu, Tofaş Bilgi ve İletişim Teknolojileri Direktörü).*

İşletmelerin bunu bir anda gerçekleşen bir olgu olarak değil de bu teknolojilerin her birinin kullanımının sürecin bir parçasına dahil olmak anlamına geldiğini bilmelidir. Mevcut durumun iyi belirlenmesi ilk nereden ve nasıl başlayacağını bilmek sizi başarının yarısına taşımış olur.

*Birincisi mevcut durumun fotoğrafını iyi çekebilmek önemlidir. Ben bu dönüşümün neresinde bulunuyorum. İkincisi de endüstri 4.0 nedir ve*

*nereye gitmeye çalışıyorum. Hedefleri koymak ve o hedefleri elle tutulur hale getirmek gördüğüm en büyük zorluklardan biri. Bir fabrikam var şuanda üretim yapıyorum Endüstri 4.0'a geçtim demek ne demek bu sorunun cevabı gerçekten büyük problem ve belirsizlik. çok adacıklar halinde projeler görüyorum. Belli teknolojilerin uygulanması esasında yaklaşımlar var. A üretim hattımızın a1 bölümünde akıllı robotları kullanalım b üretim hattımızın b1 bölümünde yeni teknoloji sensörleri kullanalım bunların hepsi teknoloji. Ama bide tümünden bakış var uçtan uca entegrasyon bu bakış açısıyla bakabilen az. ful entegre çalışma mantığı biraz daha az ve esas zorlandıkları konu bence bunu tam olarak anlamak ve buna göre bir yol haritası oluşturmakta zorlanıyor firmalar. Daha çok teknoloji konuşuluyor endüstri 4.0 da halbuki endüstri 4.0 bana göre teknoloji değil süreçlerin konuşulması gereken bir yer (Tolga Şimşek).*

Diğer bir husus ise, daha ince planlamaların yapılmasını esas alır. Şöyle açıklamak gerekirse, bir işletmenin her departmanını aynı zamanlama ve hızda dönüştüremezsiniz bu yüzden de önceliklerin belirlenmesi ve adım adım bu yeniliklerin işletmeye entegre edilmesi gerekmektedir. İstenilen verimliliğin alınması adına önemli bir husustur.

*İşletmelerin dijital dönüşüme karar verdikten sonra düşmemesi gereken önemli hata şudur. Her departman da her süreçte iyileştirilmesi gereken şeyler vardır. Hepsini bir anda çözmek ve her alanda dijital dönüşüm yapmaya kalkarsa o firmalar, hayatları planlama ve programlama yapmakla geçer. Bunu olmaması için kesinlikle dijital dönüşümde önceliklendirme çok önemlidir. Çünkü bu işler iyi yatırım isteyen, odaklanma isteyen işler o yüzden on ayrı projeyi yarım yarım yapmak yerine birkaç tane en etkili olacak projeleri en iyi şekilde yapmak sonra diğer projelere geçmek dijital dönüşüm projelerini daha başarılı kılar (Mustafa İçil, İçil Strateji ve İnovasyon Danışmanlığı).*

### 2.3.1.5. Toplum

Birçok toplum dijital bir dönüşümün yaşandığı bu çağın içerisinde şu sorunlarla baş etmeye çalışıyor. Bir yandan geleneksel varlığımızı oluşturan temeldeki değer yargılarımız diğer taraftan da modern dünyanın getirdiği yenilikleri özümsemiye çabamız. Yeni teknolojiler gelişmeye devam ederken kazanan tarafta da büyük değişiklikler var. Geleneksel üretim sisteminde düşük becerili işgücü ön plandayken artık yeni fikirler, yeni iş modelleri, inovatif ürün ve hizmetler sunanlar kazanmaktadır:

*Son 20 yılı gözlemlediğimizde insanın teknoloji ile bir sınava olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bazı değerlerin yok olduğu, sosyal varlık olarak insanın teknoloji içinde kendini sergileme/gerçekleştirme ihtiyacının doğduğu kesin. Doğaya dönüşün hızlandığını ve insanlar için endüstri 4.0'ın sosyal açıdan iyi geleceğini düşünmek istiyoruz (Engin Alan).*

Gelir gruplarının bu bakış açısına bağlı olarak değişmesi öngörülüyor. İşsizlik ve gelir eşitsizliği kavramlarının her yeniliğin ardından dile getiriliyor oluşu aslında değişim ve dönüşüm fikrinden korkmaktan kaynaklanmaktadır:

*Birincisi Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ciddi anlamda çalışma hayatına katılması gereken bir nüfus var. (Kadın nüfus) Endüstri 4.0 teknolojilerinin girdiği yerlerde tekrarlayan rutin işleri yapan insanlara ihtiyaç olmuyor zaten amaçlardan biri bu insandan bağımsız hale getirmek. Bu anlamda sosyal hayatı evet etkiler. Biz hızlı bir şekilde endüstri 4.0'a geçerse bu iş bekleyen ve henüz eğitimini mevcut sisteme göre almamış nesil burada bedel öder. Ama bir sonraki nesil kendini buna göre yetiştirmek zorundadır. O robotu programlayan ve çalıştıran olacağı için çita yükselecek zaman içerisinde de. Mevcut nesil içinde sistem bunu yapmaya zorlayacak. Şuan çalışma hayatı içerisinde robotlar katıldığında çalışanların yaptığı işi yaparsa işçiler boşa çıkıyor ya da robotu çalıştırmayı programlamayı öğrenemeyeceği için bir sosyal sorun oluşturur (Tolga Şimşek).*

Dijitalleşmenin toplumumuzda yarattığı en büyük etkilerden biri toplumun bir ferdi olarak kendini gören kişilerden daha çok bireyci ve aidiyetin azaldığı bir toplum yapısına evrilmemiz olarak bakılabilir. Geçmişten gelen değerlerin aksine topluma, aileye, iş ve mekana ait olma duygusu yerini artık kişisel işlere ve bireysel değerlere bırakmaktadır:

*İş hayatındaki değişiklikler insanın sosyal hayatının %80'nini etkiliyor. Dijital dönüşüm sadece fabrika içerisinde gerçekleşmiyor ki günlük hayatımız içerisinde de gerçekleşiyor ve bunun etkilerini her gün hayatımızın içerisinde hissediyoruz. Her işini telefonla hallediyorsun ona bağımlılığın her geçen gün artıyor, artık otobüslerde giderken sohbet etmiyorsun telefonla ilgileniyorsun onun yarattığı sanal dünya da yaşamayı seviyorsun orada bir kimlik kazanıp yaşıyorsun. Komşuların birbirine gitmemesi çocukların artık sokakta değil dijital dünya da vakit geçiriyor (Altay Kermooğlu).*

Tüm bu mevzuların yanı sıra Toplum 5.0 kavramına da bakmak gerekir, içerisinde bulunduğumuz dijital dönüşüm çağına hem bireysel hem de toplumsal bazda adapte olmamızın gerekliliğini daha fazla vurgulamayı amaçlayan bir kavram ortaya atılmıştır. Toplum 5.0 kavramı, insanlık üzerine odaklanmasının haricinde ekonomik kalkınmayı desteklemekte ve sosyal sorunlara çözümler üretmektedir. Bilim ve teknoloji çatısı altında yeni bir toplum yapısına dönüştürmesi öngörülmektedir.

#### **2.3.1.6. Birey**

Dördüncü sanayi devrimi yaptığımız işlerin, ürettiğimiz ürünlerin dışında artık onu üreten ve tüketen kişiyi de yani bizleri de değiştirmektedir. Bireyler olarak farkında olmadan çok fazla değişime uğramaktayız. Kimliğimizi, mahremiyet kavramımızın sınırlarını, aidiyet, doyum noktası, tüketim alışkanlıklarımız, çalışmaya-dinlenmeye ayırdığımız zaman dilimleri ve zamanı değerlendirme şekillerimiz, yetkinliklerimizi ve kariyerlerimizi nasıl geliştirdiğimiz, beslenme ve uyuma gibi hayatın değişik yönlerini etkilemektedir. Görülmedik bir hızla yol alan bu değişimler hem büyük

heyecanlara hem de büyük korkulara neden olmaktadır. Teknolojilerin sürekli yenileriyle değişmesi bize yaptığımız şeyleri daha hızlı, daha verimli ve daha kolay yapma imkanı sundu. Her şeye çabuk ulaşma ve adapte olma çabamız bizi sahip olduklarımız ve olmadıklarımıza ulaşma çabamız var etmeye başladı. Bunun sonucunda da işletmelerin hedef kitlesi olan bizlerdeki dönüşüm onları da dönüşümün kaçınılmazlığına götürmüş olmaktadır:

*Tasarım ve mühendislik alanları daha hızlı olmaya zorlanacaklar. Ürün ve hizmetlerin müşterilerin isteği doğrultusunda şekillenerek pazarın isteklerine cevap vermesi için iş yapış şekilleri değişmek durumunda kalacaklar. Startupları çevik yönetim süreçleri bu alanda en gözde süreç olmaya başladı bile (Çağatay Özak).*

Her yeni teknoloji hayatın içine artık daha kısa sürelerde karışıyor ve daha hızlı eskiyor bu da sürekli kendimizi yeni şeylere uyarlamaya iten bir kısır döngüye sokuyor. Sonuç olarak da, dünya iki zıt kutba ayrılmak üzere değişimi kucaklayanlar ve ona direnenler arasında derinleşen sınırlar oluşmaya başlıyor. Bu kutuplaşmaya birde kuşak bölünmesi de eklendiği zaman daha da artan bir fark oluşuyor:

*Değişim ve dönüşüm sadece sistemler ve süreçler için olmamalı, dönüşüm insanlar içinde planlanması gerekli. Bu sayede adaptasyon olabilir. Hızlı adapte olanlar ön plana çıkacak, yavaş kalanlar için ise dönüşüm bir tehdit olacak (Doğan Ercan).*

Dijitalleşmenin yaşamın tüm sahnelerine etki ettiğini düşünecek olursak, sağlık, yaşam süresi, yetkinlikler ve sahip olunan fiziksel özellikler daha önce bilim kurgu filmlerinde gördüğümüz örneklerinin günümüzde ilk değişim adımlarının bu alanda atılmaya başlandığı görülmektedir. Bu alanlardaki ilerleme ve gelişmeler arttıkça ahlaki ve etiklik tartışmaları da beraberinde gelecek gibi duruyor. Bütün bu muhteşem yeniliklerin özel çıkarlara göre şekilleneceğini kamusal çıkarların bir süre sonra göz ardı edileceği bir döneme doğru ilerliyoruz. Biyoloji ve tıp alanındaki gelişmeler sadece hastalıkların tedavi edilmesinde kullanmanın yanı sıra daha kişisel isteklere dönüşecek mi acaba şuan fabrikalarda kişisel araba üretimi

yapılabilmesinden bahsederken insanlar bundan 10 yıl sonra kişisel bebek isteklerinde bulunacak mıydı? (Schwab, 2018).

Bugün sosyal hayatımızdaki değişimlerden yola çıkarak gelecekteki dünyayı öngörmek imkansız olmasa gerek. Dünya ne kadar çok dijitalleşir ise sosyal bağlantılar ve yakın ilişkiler o kadar aranan hissiyatlar haline gelecektir. Mahremiyet duygusu hepimiz için önemli bir kavramdır ama gizlilik boyutu ise kişiye göre görecelilik göstermektedir. Kişinin bir işletme de mahremiyet alanlarının kısıtlanması etiklik yönünden tartışmalı bir konudur. Bu konuya şu bakış açısıyla da bakabiliriz, kişinin gözlenmekte olduğunu bildiği zaman daha uyumlu ve sorunsuz çalıştığını gösteren birçok örnek vardır. Bu tartışmaların aslında günümüzde yaşanmaya başlanacağına dair örneklerden biri aşağıda görülmektedir:

*Farklı bir örnek olarak bir işletme sahibi makineleri değil de operatörleri izlemek istediğini söyleyerek bize başvurdu. Çalışanların mola saatlerini ve çalışma verimini kontrol etmek istediğini söyledi. Bu işlerin takibini akıllı bileklikler vasıtasıyla gerçekleştirdik. Rfid (radio frequency identification) kart içerisinde bulunan çipin molaya her giriş çıkışta okutulmasıyla aralarda geçen süreler tespit edilip yöneticiye anlık bilgiler gönderilmiştir. İşletme sahibi iş yerinde bulunmadan da tüm olup bitenden haberdar olma şansına sahip oldu (Adem Kayar).*

### **2.3.1.7. Müşteri beklentileri**

Müşteriler dijital ekonominin artık merkezi konumunda bu yüzden nasıl hizmet aldıkları çok önemli bir konu haline geliyor. Artık potansiyel müşteri profili değişmekte ve üretim sürecine entegre olmayı istemektedir. Bugün birçok işletme müşteri odaklı üretim yaptığını söylüyor, ancak müşteri profillerini iyi tanıyıp veri analitiğini iyi yaparlarsa üretimlerini ve pazarlamalarını buna göre sunarlarsa bu tezlerini doğrulamış olmaktadır:

*Müşterinin rolü çok net müşterinin beklentisini önemsemeyen ve stratejilerini bunun üzerine kurmayan hiçbir şirket var olamaz. Eskiden*



*ben böyle bir ürün üretim alan alır almayan almaz mantığı bitti. Her şirket müşteri odaklı olduğunu söylüyor şuan. Bütün organizasyonu müşteriye sunduğu değer artmasına yönelik çalışılmalıdır. Müşterinin para ödemeyeceği hiçbir faaliyeti bünyesinde tutmaman gerekir. Bugün bir iş yapıyorsan müşteriye nasıl olumlu katkısı olacağıyla ilişkilendiremiyorsan boşa iş yapıyorsundur. Dolayısıyla patron müşteridir(Altay Kermooğlu).*

Endüstri 4.0 olgusu beraberinde geleneksel üretimde var olan seri üretim kavramına bir karşıt olarak yeni düzende bireysel üretim kavramını getirdi. Bu kavramın ne kadar üretim süreçlerini etkileyeceği konusu henüz tartışmalı görüşler barındırıyor içerisinde çünkü bunun işletmelere net kar marjının ne olacağı konusu henüz ön görülememektedir:

*Teknolojik olarak örnek projeler bu konuda var evet ama para kazandırıyor mu bence hayır. Para kazandırmadığı içinde firmaların bu konuda motive olduklarını pek zannetmiyorum. Otomotiv endüstrisinde bana özel üretim çok istenen bir şey evet para kazandırma konusunda büyük albenisi yok onlar seri üretim ve planlamalarına devam ediyorlar. Müşteriye böyle bir imkan sunulması müşteri açısından çekici bir şey bu olsun mutlaka ama potansiyel var mı konusunda emin değilim bu konuda başarılı ve ileri gitmiş projeler ben göremedim henüz (Tolga Şimşek).*

Dijitalleşen dünya, firmaların birbirleriyle daha hızlı ve inovatif rekabet etmesi gerektiğini gösteriyor. Tüketiciler artık aradıklarını parmaklarının diğer ucunda birçok parametreyi birbiriyle kıyaslayarak aradığı en iyi ürüne sahip olma şansına sahip oluyor. Bu da şirketlerin kötü performans sergileme gibi bir lüksünün olmadığını gösteriyor. Şeffaf bir dünya pazarının oluşması şirketlerin müşteriye sorumluluklarını daha arttıracaktır:

*Tasarım ve mühendislik alanları daha hızlı olmaya zorlanacaklar. Ürün ve hizmetlerin müşterilerin isteği doğrultusunda şekillenerek pazarın isteklerine cevap vermesi için iş yapış şekilleri değişmek durumunda*

*kalacaklar. Startup'ları çevik yönetim süreçleri bu alanda en gözde süreç olmaya başladı (Çağatay Özak).*

### **2.3.1.8. Türkiye’de Dijital Dönüşümler Hakkındaki Politik Söylemler**

Ülkemiz sanayi alanında yaptığı atılımlarla dünya pazarında liderliğini yaptığı sektörler bulunmaktadır. Hem elindeki avantajlarını kaybetmemek hem de eksikliklerinin dezavantaja dönüşmemesi adına dijital dönüşüm yolculuğuna erken çıkmış ülkelerden birisidir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile yürütülen üretim faaliyetleri maliyetleri azaltma eğilimindedir. Uzakdoğu Asya ülkelerinin sahip olduğu ucuz işgücünün varlığı ülkelerinde işgücü pahalı olan işletmelerin üretim ayağını buralara kaydırmalarına neden oluyordu. Endüstri 4.0 ile birlikte atılım yapmayı düşünen Almanya, Amerika, Japonya gibi ülkeler üretim hatlarını kendi ülkelerine geri çekerek rekabet avantajlarını ellerinde bulundurmak istemektedir (Alçın, 2016).

*2011 yılında Merkel ilk defa bir fuarda dile getirdi. Dünya da iki tane sanayi akımı var biri Amerika merkezli biri de Almanya merkezli benim gördüğüm dünyada en güçlü ağırlık merkezleri bu iki ülke etrafında dönüyor. Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak insanların ihtiyaçlarını giderecek üretim talepleri artıyor. Verimliliği ve hızı arttıracak teknolojiler gelişmeye başladı. Çok üretmemiz gerekiyor bu üretimde son teknolojiyi kullanmanız gerekiyor. Hızlı üretim yetmemeye başladı o yüzden verimli ve karlı üretmeniz gerekti. Dördüncü sanayi devriminde artık bizim hayatımıza bilgisayarlar ve kompleks yazılımlar girdi. Calp teknolojiler, yeni nesil ürünler analitik stoklar, big data kavramları girdi hayatımıza (Mehmet Taşoğulları).*

Türkiye henüz endüstri 4.0’a teknolojik altyapı olarak hazır durumda değildir. Ancak konunun gündemde olduğunu çeşitli paydaşlarca tartışıldığını görmek mümkündür. Türkiye ikinci ve üçüncü sanayi devrimlerinin birlikte yaşandığı homojen bir yapıya sahiptir. Bu yüzden endüstri 4.0’a geçişte işletmelerde entegre sorunu yaşanabilir (Öztürk ve Koç, 2017).

*Endüstri 4.0 çağının biraz gerisinde görüyorum. Mecburuz bunu yapmaya da. Şunu çok yanlış yorumluyorum özellikle müşterilere fabrikalarda endüstri 4.0 yaptık, geçtik, tamamladık demek doğru değil. Bu bir süreçtir aslında dönüşümdür. Akıllı fabrika kavramı reklam cümleleri gibi aslında bir ölçüt yoktur bana göre bunun bir sonu da yoktur. Sen bütün süreçleri dijitalleştirdin ama hala ürün kaliten düzgün değilse bu bir sorun oluşturur. Dijital fabrikaların temelinde sadece otomasyon ve yazılım sistemleri yok. Bu fabrikalarda kendi kendine çalışan makineler var mı makine tamamen insan faktöründen bağımsız olabiliyor mu, karar verebiliyor mu, kendi kendine üretim yapabiliyor mu? Demode ve geri kalmamak için günümüz teknolojilerine dönüşmen uyman satın alman gerekecek şuan böyle bir süreç var (Sedat Temiz).*

Ülkemizde diğer ülkeler gibi endüstri 4.0 teknolojilerinin sağlayacağı avantajlardan yararlanmak ve geleceğe daha güçlü sanayisi olan bir ülke taşımak istiyor. Bu doğrultuda Almanya'nın 2011 yılında duyurduğu sanayi politikasından sadece 5 yıl sonra 2016 yılında kendi sanayi 4.0 yol haritasını duyurmuştur.

*Türkiye bu çağı çok yakından takip ediyor, dönüşüm için sanayi, özel ve kamu alanları dönüşümü çalışıyor, uyguluyor deniyor. Startup 'ların çoğalması, desteklenmesi, yeni ürünler hayata geçirmesi hem büyük özel şirketlerin hem de yeni girişimcilerin büyümeye, değişmeye çalıştığı bir dönemdeyiz. Çok iyi örnekler çıktığı gibi birçok girişimde başarısız oluyor. Her iki uçtaki örnekler bize ders olmalı (Çağatay Özak).*

Değişecek üretim sistemlerinin dünya ile rekabet edebilir seviyede olması için geç kalmamak önemliydi. Aynı zamanda 2016 yılında bu dönüşümün Türkiye'de koordineli bir şekilde yürütülebilmesi için Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına Bağlı "Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu" kurulmuştur.

*Türkiye'de de uygulamaları olan ancak dünyada ciddi yatırım yapılmakta olan bir araştırma ve geliştirme alanları bütünüdür. Teoriden pratiğe geçmektedir. Sadece hızları ve fazları farklı şekildedir (Özgür Güngör).*

Türkiye'nin Sanayi 4.0 için yol haritası 6 alt bileşenden oluşmaktadır:

1) Nitelikli işgücü ve mevcut işçiler adına yürütülen dijital eğitim programları: Dijital teknolojilerin sanayi haricinde de hayatın bütününe yayılmış bir olgu olduğunu görmekteyiz. Bu doğrultuda da eğitim hayatının en alt kademesinden en üst kademesine kadar tüm süreçlere bu olgu yerleştirilmelidir. Eğitim sistemi içerisinde bulunan teknik ve mesleki okulların bu doğrultuda revize edilmesi nitelikli insan sayısını doğrultudan arttırmaktadır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 127-130).

*Bunun için Türkiye'de acilen endüstri 4.0 geçiş yapan fabrikalar için mavi yaka/beyaz yaka kişiler yetiştirilmelidir. Uygulamalı eğitimler için müfredatı olan eğitim setleri okullarda bulunmalıdır. Bunu yapan kurumlar var ama bir müfredat dahilinde değiller (Doğan Ercan).*

2) Teknolojinin Geliştirilmesi: Dijital dönüşüm dahilinde yapılacak tüm gelişmelerin küresel ölçüğe uygunluğudur önemlidir. Küresel bilgi alışverişinin sağlanabilmesi için standartlara uygun ulusal teknolojik altyapı oluşturulmaktadır. Dijital dönüşüm sürecini hızlandıracak Ar-Ge çalışmaları desteklenmektedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 132-136).

*Ar-ge konusunda iyi bir yatırım yapılıyor. Son yıllardaki teşvikler oldukça iyi gidiyor. Daha da arttırılmalı endüstri 4.0 daha iddialı girmek istiyorsak daha fazlası da olmalı (Tolga Şimşek).*

3) Veri İletim Altyapısının Oluşturulması: Dijitalleşmenin hızlı ve sağlıklı ilerleyebilmesi altyapının sağlamlığına bağlıdır. Bunun gerçekleşmesi için fiziki altyapı çalışmalarının ve veri güvenliğinin tam anlamıyla sağlanmalıdır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 136-150).

4) Milli Teknolojilerin Desteklenmesi: Dijital dönüşüm sürecinin sürdürülebilir çalışma olmasını sağlamak için dijital teknoloji üreticilerinin ve tedarikçilerinin desteklenmesi bu işin temel prensiplerindedir. Üretilen milli teknolojilerin

desteklenmesi için firmalara uygun koşullar oluşturulacaktır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 149-151).

*Yeterli seviyede tam değildir. Ama kamuda koordinasyon birimleri kurdu meslek örgütleri bu meseleleri çokça tartışmaya başladı. Cumhurbaşkanlığı dijital dönüşüm ofisi kuruldu belli politikaların oluşması için öncülük ediyor. Sanayi ve teknoloji bakanlığının yaptığı çalışmalar var meslek ve ticaret örgütlerinin yaptığı işler var (Altay Kermooğlu).*

5) Teknoloji Kullanıcılarının Desteklenmesi: Dijital dönüşüm ile birlikte hayatımıza dahil olan yeni teknolojilerin iyi kullanılması ve temin edilebilirliği önemli değer arz etmektedir. Bilinçli kullanıcı ve danışmanların yetiştirilmesi dijital dönüşüm sürecini oldukça hızlandıracaktır (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 153-155).

*Endüstri 4.0 oluşumunu tamamladığında mavi yakalı dediğimiz iş kolunda çalışan insanların istihdamında belli problemler ortaya çıkacaktır. Bu durumun ortaya çıkması ile birlikte devletler istihdam planlaması için eğitim sistemlerini yeniden revize etmek zorunda kalacaktır. Bunun sonucunda açılan yeni iş kollarına yönelik eğitim planlamalarını uygulamaya koymak zorunda kalacaklardır (Selim Eraslan).*

6) Dijital Dönüşüm İçin Güçlü Koordinasyon: Dijital dönüşüm sürecinin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi bütüncül bir bakış açısıyla daha güçlü olacaktır. Doğrunun ya da yanlış ne olduğu konusunda yol gösterici, örnek olucu çalışmaların yapıldığı ve birlikteliğin sağlanması adına kurulmuş olan dijital dönüşüm platformu bu sorumluluğu yüklenmiştir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018: 158).

*Sanayi bakanlığı bu konuda çok heyecanlı ve enerjik davranıyor. Bir hareket var Türkiye de buna sanayi 4.0 hamlesi adı veriliyor. Model fabrikalar oluşturma konusunda girişimler var bunlar çok güzel hamleler. İşin bir eksik ayağı var oda eğitim konusunda aşağıdan gelecek insan kaynağının planlanmasında 5 yıl sonra ne kadar bizim katmanlı*

*üretimde kaç kişi kullanılacak yazılım endüstrisinde kaç kişiye ihtiyacımız olacak ya da biz bu kişileri hangi okullardan çıkaracağız. Sanayinin ihtiyaç duyacağı iş gücünün planlandığı bir eğitim yol haritası olmalı ve eksikliğini gördüğüm bir nokta. Seneye kaç bilgisayar mühendisi mezun olacak bunlar hangi alanlarda uzmanlaşmaları için yönlendirilecek ben firma olarak bundan 3 yıl sonra Türkiye’de kaç tane siensi konusunda yetişmiş ya da alt yapıyı almış meslek lisesi mezunu ya da üniversite mezununa ulaşabileceğim. Endüstri 4.0 dijitalizasyon dediğimiz şey yetişmiş insanla olacak şey işgücüyle değil akıl gücüyle olacak (Tolga Şimşek).*

Türkiye olarak dünyada gelişmiş ülkelerin öncülüğünü yaptığı bu sanayi hareketine geç kalınmamalıdır. Endüstri 4.0 konuşulup yol haritaları oluşturulsa da gerçek anlamda yeni devrimin farkında olup uygulamalarla desteklenmesi gerekmektedir. Yeni teknolojilerin maliyetleri çoğu işletme için oldukça pahalı ve uygulanması için gerekli bilgi ve becerilerin çoğuna sahip değildir. Devletin bu konuda imtiyaz olarak önemli sorumluluklar alması gerekmektedir. Endüstri 4.0 teknolojilerine uygun politikalar geliştirilmeli, politikaların başarı getirebilmesi içinde sanayi, eğitim ve devlet kurumlarının ortak hareket etmesi gerekmektedir.

*Türkiye sanayisi çok fazla homojen değil. Bizim sanayimizde çok çok ileri seviyede olanlarda var, birinci sanayi devriminde olanlarda var. Sanayi devrimlerinin 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 her aşamasında olan sanayi tipi üretim yapan işletme var. Gelişmiş ülkelere baktığımız zaman 2.0 kesin bitirmişler 3.0 halletmişler şimdi 4.0 konuşuyor hepsi. Türkiye de hala 2.0 da 3.0 da yapılacak işler var. Dünya ya göre gerisinde değiliz. Ama bizim kendimize özgü içte çözülmesi gereken problemlerimiz var (Tolga Şimşek).*

### **2.3.2. Akıllı Fabrikalarda Ağların Birlikteliği Perspektifinde Avantaj ve Dezavantajlar**

Daha önceki bölümde “eski fabrika” ve “yeni fabrika” karşılaştırması bağlamında akıllı fabrikalar ele alındı. Böyle bir bakışın olgunun genel gidişini görmede ve

süreci anlamakta oldukça faydası olduğu kesindir. Çünkü tarihsel anlamda bir geçiş ve değişim söz konusudur. Bu bakış açısına göre bu değişim daha çok söylemsel düzeyde ele alınmıştır. Ancak ifade etmek gerekir ki, belli bir olguda yaşanan değişimi kronolojik olarak belli dönemlere ayırmak faydalı olsa da eksik yönleri de vardır. Zira değişim denen olgu bizzat yaşanan bir olgudur. Akıllı fabrikalar bağlamında bakılırsa, eski fabrika ve yeni fabrika iç içedir ve konuyu daha iyi anlamak için coğrafyada yeni yaklaşımlar bize çeşitli imkanlar sunar. Sosyal bilimlerde aktör-ağ teorisi (Latour, 1996) coğrafyacılar tarafından mekana da uyarlanmıştır (Murdoch,1998) ve bu çalışmada aktör-ağ teorisi akıllı fabrikaları ele almada oldukça faydalıdır. Bu bölümde bu teorinin çerçevesinde akıllı fabrikalar anlaşılmalı çalışılacaktır. Ancak bu yapılırken teorinin bütün bakış açısını benimsemekten ziyade mekana bütüncül ve ilişkiyel bakışına dair hassasiyeti benimsenecektir. Buna göre bir fabrikanın sosyo-mekansallığını anlamak için o zaman dilimindeki mekan ile ilişkili ağları ele almak gerekmektedir. Akıllı fabrikalar ile ilgili ilişkili olan ağlar denilince “insani olan” ve “insani olmayan” unsurlar akla gelmektedir. İnsani olan unsurlar denilince, işveren, işçi, politikacılar, bilim insanları vb. akla gelirken insani olmayan unsurlar denilince kavramlar, kurumlar, teknoloji vb. akla gelmektedir. Aktör-ağ teorisine göre akıllı fabrikaları anlamak istiyorsak, bütün bu unsurların biraradallığına ve ilişkiselliğine dikkat etmek gereklidir. Daha önceki bölümlerde bu unsurlar nispeten ele alınmıştır. Ancak genelde eski ve yeni ayrımı çerçevesinde ele alınmıştır. Bu bölümde ise hem zamansal olarak hem de mekansal olarak bütün unsurların bir arada bir ağ oluşturduğu gerçekliği kabul edilecektir. Peki bu bakışı açısının nasıl bir faydası vardır. Böyle bir bakış açısı, akıllı fabrikalara bütüncül bakış sağladığı gibi aynı zamanda sürecin içinde olan her şeyin bir devamlılığını görmemizi sağlar. Böylesi bütüncül bakış açısına göre akıllı fabrikalara dair avantajlar ve dezavantaj daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilir. Belli bir paydaşın bakış açısından ziyade, bütün süreci işin içine katarak yani ilişkiyel düşünce bağlamında avantaj ve dezavantajlara bakmak daha faydalıdır. Bu bölümde böyle bir bakış açısı benimsenmiştir.

Endüstri 4.0'ın avantajlarına akıllı fabrikalar özelinde baktığımızda tek tek ele alacağımız başlıca meseleler bulunmaktadır. Bunlardan ilki dijital dönüşümün kalbi diyebileceğimiz siber-fiziksel sistemlerdir. Siber-fiziksel sistemler nesnelere

interneti teknolojisiyle birleşerek karmaşık yapıdaki ürünlerin üretilmesine olanak sağlamaktadır.

*RSO araçları son yıllarda oldukça gelişti ve birçok kurumda farklı alanlarda kendine rahatlıkla uygulama alanı bulabiliyor. Birçok şirket bu alandaki gelişmeleri oldukça önemsiyor çünkü teknoloji birçok manuel sürecin bilgisayar sistemlerince yönetilmesi potansiyelini barındırıyor. Bu da iş süreçlerindeki karmaşıklığı azaltırken, verimi artırıyor, maliyetleri çok önemli oranda düşürüyor. Diğer taraftan mevcut insan kaynağının monotonluktan uzak, katma değeri daha yüksek işlere odaklanmasını sağlıyor. Bu konuda yapılan farklı araştırmalar da bunu doğruluyor. RSO'nun bir büyük avantajı da büyük çaplı teknolojik uygulamalara ve geliştirmelere kıyasla farklı sistemlere düşük maliyetle entegre olabilmesidir (Ali Rıza Ersoy).*

Üretimin konseptini ve miktarını belirleyen en önemli faktör müşteridir. Müşteri yaşanan dönüşümün farkında ve buradan kendine bir pay çıkarmaktadır. Müşterinin isteklerini iyi analiz edip ürünlerini bu yaklaşımla revize etmeyen işletmeler birkaç adım sonrasını görememektedir. Dijital dönüşüm etrafında şekillenmeye başlayan üretim hatlarına baktığımızda artık seri üretimden müşteri odaklı özel üretime geçişe imkan vermektedir.

*Endüstri 4.0'ın kapsamına giren müşteriden elde edilen veri ve buna dayalı üretimin müşteri ürün arasındaki mesafeyi oldukça azaltacağını düşünüyorum (Emir Karaaslan).*

*Endüstri 4.0 geçişin temelini toplumlar, toplumları oluşturan müşterilerden kaynaklanmaktadır. Yani müşteri endüstri 4.0 kalbindedir. Kendine özel tasarlanmış aynı maliyette ürüne sahip olma isteği vardır (Doğan Ercan).*

Akıllı fabrika üretim şeklinin geleneksel üretim şekliyle kıyasladığımız zaman en bariz örnek insan faktörünün üretim süreçlerinde gösterdiği rol değişimi olmuştur.



İnsan gücüyle yürütülen işlerin çoğu dijital dönüşümün etkisiyle bir bir işletmelerden silinmektedir. İnsan gücünün değil beyin gücünün ön plana çıkarılmaya çalışıldığı iş kültürleri artık işletmelere hakim olmaktadır.

*Görüntü olarak eski fabrikaların görüntüsünde ilk aklıma gelen görüntü El ile yapılan işler ve kesikli istasyonlar aklıma geliyor. Eskiden bilgisayarda çizim yapılırdı çıktı alınıp tekrar istasyonda o çıktıyı işliyorsunuz. Yeni fabrika da kâğıt yok, her şey bilgisayarın içinde akıyor iş emrin oradan veriyorum çizimi makineye gönderebiliyorum hiçbir şeyi elimle yapmıyorum. En temel fark insanın süreçte rolü işlem yapandan daha gözlemleyen ve kontrol eden konumuna geldi (Tolga Şimşek).*

Dijital dönüşüm kavramı sadece ürünün işleyiş şeklini değiştirmekle kalmadı. Ürünün hammadden işlenip müşteriye ulaştığı son haline kadarki tüm süreci bu dönüşümün içerisine katma fırsatını verdi. Ürünün pazarlama ve lojistik şeklini de değiştirmiştir. Satış öncesi ve sonrası süreçleri olumlu yönde etkilemiştir.

*Lojistikte üretimde olduğu gibi satış ve satış sonrası durumlarında değişiklikler var. Eskiden showrooma giderdin aracı seçerdin sipariş verilir araç gelirdi sen hiçbir şeyi önceden görmezdin. Şimdi internette form doldurarak bayiye ulaşabiliyorsun kişiye özel kampanyalar ortaya çıkıyor, internet üzerinde bıraktığın izlere bakılarak nelerden hoşlandığın dikkate alınarak seçenekler sunuluyor. Dijital teknolojiler satın alma süreçlerine çok fazla kolaylaştırdı ve değiştirdiler (Altay Kermooğlu).*

İşletmelerin kendi içlerindeki işleyişi yönetilebilirliğinin artmasının ardından üretime doğrudan etkisi bulunan makinelere, kullanılan enerji miktarına ve insan kaynaklarına olan ihtiyaç da azalma olmuştur. Devamında robotların üretime dahil edilmesiyle birlikte üretim süreçleri daha hızlı yönetilebilir hale gelmektedir.

*RPA denilen, Yazılım robotları birbirini tekrarlayan, öngörülebilir işleri yapmakta büyük bir potansiyele sahip. Robotik süreç otomasyonu*

*(robotic process automation), işle ilgili birçok çalışan davranışını taklit edilebilir. Bu da işletmeler için; işlem maliyetlerinin azalması, süreçlerin kalitesinin ve tutarlılığının artması ve belki de hepsinden önemlisi işlerin ölçeklenmesinin desteklenmesi anlamına geliyor. Çalışanların yaptıkları rutin işleri taklit eden, belli kurallar çerçevesinde hareket eden yazılımlar bunlar (Ali Rıza Ersoy).*

Üretim içerisinde yapılan insan kaynaklı hataların oranını azalttığınız ölçüde ürün kalitenizi ve marka değerinizi arttırmış olursunuz. İşletmelerin çoğu uluslararası pazarda söz sahibi olmak için uğraşmaktadır. Bunun için önemli olan kıstaslardan biri de belirli bir ölçüde üretilen ürünlerin içerisinde çıkan hatalı ürün sayısıdır. Dijitalleşerek işlerinizi büyük ölçüde robotlara yaptırdığınızda ve yapay zekalarla test ettiğinizde insanların gözünden kaçması mümkün olunan tüm detaylara daha çok hakim olmuş olursunuz. Bu neticede de üretimdeki hata payı minimuma indirilmiş olur.

*İşin yapılış süresinde gittikçe değişen bir hız, kişiselleşmenin artmasıyla birlikte esnek üretim hatları ortaya çıktı ve son olarak da az hata ve maliyetin getirisiyle yüksek verimlilik (Ali Rıza Ersoy).*

*Pazar değişiyor, müşterinin beklentileri değişiyor, hız talepleri artıyor, insanlar daha ekonomik bir şekilde ürünlere ulaşmak istiyorlar, ürünleri çeşitlendirmek ve kişiselleştirmek istiyorlar, bu anlamda öğrenen bir fabrika oluşturduk. Bu fabrikada 22 bin sensörden veri toplanmaktadır. Bu verileri işliyor ve öğrenmesi gerekeni bünyesine katarak devam ediyor. Biz bu veriyi kullanarak bazı üst düzey senaryolar üretiyoruz. Bunlardan bir tanesi bu fabrika da “görücü usulü evlilik” yok diyoruz. Bu fabrika ürettiği her parçayı biliyor ve bu parçaları birbirleriyle en uygun şekilde birleştiriyor ve bunun kararını kendisi veriyor. Ürünlere uygulanacak testlere yapay zeka karar veriyor (Oğuzhan Öztürk, Arçelik Teknolojiden Sorumlu Müdür Yardımcısı).*

Üretim tesisleri içeride ve dışarıda bağlantı bulunduğu sistemlerle bilgi akışını devam ettirebilmek için uçtan uca entegrasyon dediğimiz kavramı işletmesinde iyi

işlemesi gerekmektedir. Gerçek zamanlı veri ve bilgi alışverişinin sağlanması üretimin kontrollü olarak devam ettirilmesini sağlamaktadır.

*Mevcut bilgi sistemleri altyapıları hem veri depolama hem de veri iletimi anlamında Endüstri 4.0 gereksinimlerini karşılayamasa da bilgi sistemi altyapılarını uyumlu hale getirmenin geçiş sürecinde büyük engel teşkil edeceğini düşünmüyorum (Emir Karaaslan).*

Dijital dönüşümün yaşanmasının bir diğer avantajı da işletmeler için izlenebilirliğin artmış olmasıdır. Çoğu işletme sahibi izleyebildiğiniz şeyi yönetebilirsiniz kanısındadır. Bu doğrultuda çoğu işletme sensörler yardımıyla işleri ve çalışanlarının iş takibini gerçekleştirebilmektedir.

*Kurumsal olarak kalite konusunda standartları yakalamakta ve üstüne çıkmakta daha başarılıdır, verimlilik daha yüksektir. İzlenebilir daha dökümanite ve bilgi akışının daha şeffaf olduğu bir fabrikadır ve her veriyi takip edebilirsiniz. Daha çok dijital olduğunda her sensörden her noktadan veri alındığı için şu an ürün nerde ne oldu ne yapıldı operatörler nasıl işlem yaptılar hepsi kayıt altında dolayısıyla daha izlenebilir ve kontrol edilebilir fabrikalar. İzleyemediğiniz ve ölçemediğiniz şeyi yönetemezsiniz mantığıyla daha yönetilebilir fabrikalar ortaya çıkıyor. Yönetim fonksiyonlarının bu şekilde daha fazla rahatlatılacağını düşünüyorum. Yöneticilerin eline çok daha yönetilebilir doğru veriler geçiyor. Sistem başlangıçta doğru kurulduysa o sistemi yönetmek daha kolay (Tolga Şimşek).*

*Fiziksel güce daha az gereksinim kalacağını, üretim sahalarında mümkün olduğunca daha az insan olacağını ve veri toplama ve işlemenin çalışma hayatında büyük önem kazanacağını düşünüyorum (Emir Karaaslan).*

Nesnelerin akıllandırılması ile birlikte nesnelere çok fazla veri üretmeye başlamıştır. İşlenmek üzere toplanan bu verilerin güvenliği işletmeler için önemli bir konu haline gelmiştir. Söz konusu veriler yanlış ellere geçtiği takdirde üretiminiz durdurulabilir,

gizli tutulan kaynaklarınıza ulaşılabilir. Bunun önüne geçmek adına kişisel verilerin korunması kanunu çıkarılmıştır.

*Endüstri 4.0 demek veri ile konuşmak, sorunlara veriye dayalı çözümler ve yeni yaklaşımlar fikirler süreçler üretmek demek. Fiziksel ortamda dijital olmayan noktalarda olan verileri dijitalleştirmek demektir. Dijitalleşen dünyada birçok yeni regülasyon hayatımıza girmeye başladı bile bunlardan biri de Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK), bunlara yenileri de eklenmeye devam edecektir (Çağatay Özak).*

Akıllı fabrikalarda hammadde ve kaynakların akılcı kullanımı ön plandadır. Dijital bir fabrikayı konuştuğumuz zaman bir ürünü üretirken ne kadar hammaddeye ihtiyaç duyacağını bilen, onu gerektiğinde yanına çağırabilen, ürün için kullanacağı enerjiyi hesaplayabilen bir sistemden bahsediyoruz. Tüm bunları göz önünde bulundurduğumuzda kaynak tüketiminin azaltılırken verimli üretimin arttırıldığı görülmektedir. Kaynak kullanımının planlanarak sürdürülmesi çevre dostu üretimi de kolaylaştırmaktadır.

*İnsan faktörünü azaltmak en önemmediğim şey. İnsan hata yapma olasılığı yüksek bilgisayarlar ve otomasyon sistemleri asla hata yapmazlar sadece arızalanabilirler. Genelde tüm yaptığım projelerde insan unsurunu azaltıcı ve çevreye daha duyarlı işler yapmaya çalışıyorum (Mehmet Taşoğulları).*

*Enerji verimliliği konuları (Yağmur suyundan kullanım suyu elde etme) gibi konular fabrika dışında, içinde ise daha motive edici çalışma ortamları yaratılacaktır (Doğan Ercan).*

Dijitalleşen fabrikalarda artan robot teknolojilerinin en önemli faydalarından biri de insanların yapmakta zorlandığı güç ve tehlikeli işlerde ön plana geçmesidir. Çalışanlar kimi zaman tehlikeli iş koşullarının olduğu ortamlarda bulunmak ve işlerini bu ağır şartlar altında sürdürmek zorunda kalabiliyorlardı. Bu durumun değişmesini robotların iş sahalarına dahil olmasıyla birlikte gerçekleştiğini

görüyoruz. İş sağlığı ve güvenliği kavramlarının daha rahat uygulanmasına da yol açmıştır.

*Öncelikle ülke insanımızda bir önyargının oluşacağını düşünüyorum. Çünkü halkımız 'Robot' kelimesini duyunca 'Ya işsiz kalırsam?' korkusu sarıyor ki bilmeyen insan için bu gayet anlaşılabilir bir durum. Eğitim yine burada önemli bir faktör. Yeterli seviyede kalifiye eleman gerekli eğitimler ile daha kaliteli ve seri üretim yapacak bu da içinde bulunduğu piyasayı olumlu etkileyecektir (Mutlu Altın).*

Dijital dönüşüm fabrikaların iç ve dış mekanında da fiziksel dönüşüm yaşatmıştır. Mekan içerisinde bulunan insan unsurunun dışında da fabrikayı etkileyen teknik birçok ekipman vardır. Dijitalleşme oranı arttıkça kullanımı gereksizleşen ekipman sayısı artmakta ve mekanda fiziksel bir küçülme yaşanmaktadır. Diğer bir avantajı makinelerin kendileri çalışabilir hale gelmesiyle birlikte insanlar için gerek duyulan ışık ve enerjiden tasarruf sağlanmasıdır.

*Elektroniğe elle yapılan işlerin azalmasına bağlı olarak sistem daha kompakt hale geliyor daha küçülüyor daha derli toplu hale geliyor. Örneğin, fabrika içerisinde akıllı araçlar var fabrika içerisinde bir istasyondan alıp diğer istasyona malzemeleri otomatik olarak taşıyor. Yeni teknolojilerin iş yapış şekillerine iç dizayn da değişiyor gereksinimler dahilinde yeni yerler açılıyor ya da artık ihtiyaç bulunmayan alanlar kapatılarak dönüştürülüyor (Tolga Şimşek).*  
*Küçülen ve daha az enerji tüketen fabrikalar ile birlikte zaman ile sıfır atık odağının dünyada yayılacağını, geri dönüşümün önemli bir konu olarak gündemde olacağını düşünüyorum (Engin Alan).*

İşletmelerde beklenmedik arızaların çıkması üretim için planlanan iş programının aksamasına neden olabiliyor. Dijitalleşen fabrikalara baktığımızda bu artık sorun olmaktan çıkmaktadır. Makinelerde oluşabilecek arızaların önceden kestirilebilmesi hata ve aksaklıkların önüne geçilmesi adına akıllı fabrikaları geleneksel üretim yapılarından ayırmaktadır.

*En büyük kullanım alanı olarak da “kestirimsel bakım” dediğimiz bir konu oluyor. Ekipmanların ve cihazların ne zaman bozulacağını tahmin ederek aslında planlı bakım yerine önceden tahmini bakım noktasına geliniyor ve bakım maliyetlerini iyi bir noktaya çekmiş oluyorsunuz. Bu bağlanabilirlik bakım maliyetleri dışında enerji verimliliği anlamında da bize katkı sağlıyor. Özellikle hangi ekipmanın hangi ortamda ne kadar elektrik çektiği ve nasıl yaktığı, enerjiyi nasıl kullandığı konusundaki çıkacak olan verinin takibiyle fabrika da birçok konuda verimlilik elde edebilirsiniz (Ömer Özgür Çetinoğlu, Tofaş Bilgi ve İletişim Teknolojileri Direktörü).*

Endüstri 4.0’ın alt parametrelerinden biri olan 3D yazıcılar sayesinde dünyanın diğer ucundan getirilmesi günler süren hammadde kaynaklarının tedarik şekli değişmiştir. İşletmeler bünyesinde bulundurduğu 3D yazıcılar aracılığıyla hammadde, ara mamul ve nihai ürünlerini istedikleri sayı ve zamanda üretebilme lüksüne sahip oluyorlar. Müşterinin beklentilerine hızlı cevap vermede üretim hattınızı yenileme veya ürün için yeni kalıplar çıkartmak gibi maliyetleri aşağılara çekmiş oluyorsunuz.

*Endüstri 4.0’ın en önemli bileşenlerinden biri de 3 boyutlu yazıcılar yani katmanlı üretim. Geleneksel üretim yapan herhangi bir firma kalıplarla üretim yapmak durumundaydı, üretimini belirli parçalara bölüp başında çalışanlarla tekrar tekrar işleyip ardıl işlemlerle bir parçayı üretmektedir. Ama 3 boyutlu yazıcılarla farklı bir bakış açısı geldi. Şöyle ki tamamen operatörden bağımsız tatil olsun, gündüz olsun, gece olsun fark etmeksizin makineler tek seferde kalıpsız hiçbir şeye ihtiyaç duymadan doğrudan parça üretmeye başladı. Bu bir vizyon farkı yarattı. Hem maliyetleri kısıtı hem süreci hızlandırdı hem de bir şeyi kişiden bağımsız olarak tekrar tekrar üretme imkanı sağladı. O yüzden sanayi de birçok kişi önce şaşırıp adapte olamadı sorunlar yaşadı ama şuan hızlı bir şekilde adapte olup tüm süreçlerinde bu teknolojileri kullanmaya gayret etmekte (Arda Kocaman, Kuma Kurucusu).*

Üretim süreçlerinin dijitalleşmesi bağlamında robotlar insanlardan kas gücü olarak değil de beyin gücü olarak yararlanmayı mümkün kılıyor. Bu sayede çalışanlar için belirlenmiş kalıp çalışma saatleri daha esnek hale gelmeye başlıyor. Çalışanların uzaktan da işlerini halledebilir oluşu Home ofis çalışma tarzını yaygınlaştırıyor.

*Çalışanlar iş seyahatlerine gidip geldikten sonra doldurması gereken seyahat beyannameleri vardır. Biz bu seyahat beyannamelerini bu robotlara yaptırabilir miyiz diye yola çıktık ve çalışmaya başladık ve şuan kullanılmaktadır. Yemek fişleri, otel fişleri, taksi fişleri ne kadar kullandığın gider kalemi varsa hepsinin faturasını siken ediyorsun ve robota veriyorsun oda senin seyahat beyannamemi hazırlıyor. Robot senin ID numaranı bildiği için hesaplamaları yapıyor doğrudan muhasebeye gönderiyor teyit için yazılımları orada birbiriyle konuşturduğun için mevzu senin dışında dönerek gerçekleşiyor ve ay sonunda maaşına yansıyor sadece. Kontrol oranı azalmış hata olasılığı azalmış durumda bu konuda. Gereksiz evrak ve kağıt işleriyle çalışanların uğraşmasının hiçbir katma değeri tam tersine onun işine harcaması gereken verimli zamandan çalınıyor. Bir kişi günde 20 dakikasını bu işe ayırdığını düşündüğümüz zaman ve şirketteki çalışan sayısının tamamını aldığımızda ortaya çıkan zaman ve parasal değer kaybının bu işlerin robotlara verilmesiyle birlikte parasal değer olarak işletmeye geri döndüğü görülmektedir (Ali Rıza Ersoy).*

İstihdam açısından sağlayacağı avantajlara baktığımızda işletmelerdeki iş tanımlarının çoğu gözle görülür biçimde değişmektedir. Dijital dönüşüm sürecini yönetecek ve bu ekosistemin herhangi bir alanında yer alacak kişilerin bu dönüşümün gerekliliklerini ve bilincini taşıması gerekmektedir.

*Dijitalleşme süreçlerinin şirketim içinde uzun yıllardır başarıyla sürdürüldüğünü ve bu kültürün oluştuğunu düşünürsek bu süreçleri şu an yöneten ve yönetecek olan kişiler de yetkinlikleri ve vizyonlarıyla şirkete en iyi şekilde katkı veren kişilerdir (Emir Karaaslan).*

Dijital dönüşüm işletmelerde iş yapış şekillerini değiştirdiği gibi yapan kişilerinde görev tanımlarını değiştirmiştir. Sürecin şekillenmesinde gerek duyulan yeni istihdam alanları açılmış ve çalışanlara ihtiyaç duyulmuştur.

*Geçiş sürecinde bu dönüşümden etkilenecek insanların olacağını düşünsem de sürecin yavaş ilerlemesi ve yeni meslek grubu ihtiyaçların insanlar arasında algılanmasıyla uzun vadeli işsizliğe sebep olacağını düşünmüyorum (Emir Karaaslan).*

*Artık şirketlerde şöyle bir pozisyon açılmaya başlandı. CDO (Chief Digital Officer) kısaca dijital dönüşüm liderleri. Bu liderler geleneksel işletmeleri dijital işletmelere dönüştürme yolculuğunu yönetmektedirler. Tepeden gelen ses önemlidir yani işletmenin sahibi veya yönetim kurulu buna inanmazsa bu olmaz. Patron CEO'yu, CEO yönetim kurulunu, yönetim kurulu da kendilerine bağlı genel müdürlerin onlarda kendilerine bağlı kişileri ikna ederler. Sonuç olarak işletmede tepeden tırnağa bir inanış oluşuncaya kadar aşağı inmek bu konuyu anlatmak gerekir (Ali Rıza Ersoy).*

Dijital dönüşüm kavramını anlamak için altında bulundurduğu tüm teknolojileri iyi anlamak gerekmektedir. Doğru oluşturulmuş bir yol haritasının ulaştıramayacağı başarı yoktur. Bu yüzden dönüşüm yolculuğuna çıkarken işletme olarak endüstri 4.0'in neresinde olduğumuzu iyi bilmemiz gerekir. Bu gereksinimlerin doğru karşılanması adına danışmanlık veren teknoloji ve bilişim firmaları ortaya çıkmıştır.

*Danışmanlık almadan bu işlerin yapılması çok zor görünüyor. Türkiye'nin ilk 500 şirketini ele aldığınızda ilk 50'nin kimseye ihtiyacı yoktur. Çünkü onların insan kaynakları o kadar güçlü ve kendini yetiştirmiş ki kendi dönüşümlerini içlerinde halledebilirler. Geri kalan grubun danışmanlığa ihtiyacı var. Kendi yaptığın işi çok iyi bilebilirsin ama dijital dönüşüm işinin nasıl yürüdüğünü bilmiyorsan o işi bilene bırakacaksın (Ali Rıza Ersoy).*



İşletmelerin bu dönüşümü tek başına yürüterek başarmaya çalışması bu süreci iyi yönetememelerine hatta yok olmalarına bile neden olabilir. Herkes kendi uzman olduğu alanda söz hakkını kullanırsa ortaya tıkr tıkr işleyen bir sistem çıkar.

*Bu tip ekosistem içi yetkinlikler o kadar çeşitli ve derinlemesine ilerliyor ki bütün bu büyük kabiliyeti şirketin kendi bünyesinde tutmaya çalışması çok kolay değil. Dijital dönüşümü gerçekleştirebilmek dış paydaşlarla (üniversiteler, teknoloji firmaları, tedarikçiler, kuluçka merkezleri, teknoloji transfer ofisleri, TÜSIAD, YASED gibi paydaşların bu ekosistemde birbirinden haberdar olması ve değer alışverişi yapması gerekir (Sedat Temiz).*

*Şirketlerin ortak ürün üretme ve müşteri gözünde değer kazanma çalışmaları zaten yapılıyor. Yani rekabet yarışı değişti ve firmalar beraber ürün üretip satabiliyorlar. Ülkeler ise endüstri devrimini pas geçmeden bundan kazanç sağlama peşindeler (Doğan Ercan).*

Türkiye de yürütülen sanayi faaliyetlerine genel çerçeveden baktığımız zaman hiç bu kadar Dünya ile aynı dili konuşmaya bu kadar yakın olduğumuz olmamıştı. Geçmiş endüstri devrimlerine baktığımızda dönemleri çok geç ve uzun aralıklarla yakalıyoruz. Bu sefer senaryonun böyle olmayacağı apaçıktır.

*Bir Türkiye haritası gözünüzün önüne getirin ve komşularımızı sayın içinizden bunların hiçbirinde bizimkiler gibi köklü üniversiteler yok, bu üniversitelerin yetiştirdiği iyi hocalar ve bu hocaların yetiştirdiği öğrenciler yoktur. Bu ülkelerin hiçbirinde batı ekonomisine tam olarak entegre olmuş bir iş alemi yok. Bunların hiçbirisi de 80-90 yıl boyunca kapitalizmi kılcal damarlarına kadar öğrenmiş iş kadını ve erkekleri profilleri yoktur. Bunların hiçbirinde Afrika'nın balta girmemiş ormanlarında iş arayacak bir girişimcilik ruhu yok diyorum. Yani kısacası bizim kadar gaza gelmeye müsait bir toplum yok diyorum. Tarihte geçemediğimiz viyana surlarıyla Çin seddi arasında kalan*

*toplumlar içerisinde bunu en iyi yapmaya namzet tek ülke biziz (Ali Rıza Ersoy).*

Almanya'nın 2013 yılında yayınladığı ekonomik ve siyasi bir ideoloji şeklinde yürüttüğü Endüstri 4.0 çalışmalarını Türkiye olarak ıskalamıyoruz. Hem özel sektör hem de devlet destekli projelerle aşama aşama sanayimize yerleştiriyoruz. Sanayi 4.0 olarak adlandırdığımız sanayi hamlelerimizle bu sürecin içerisinde ve yakın takipçisi olduğumuzu tüm dünyaya duyurmuş bulunmaktayız.

*2013 yılında Almanya sanayi alanında kendi yol haritasını dünyaya duyurdu. Bundan 10 ay sonra Türkiye Siemens olarak bizde bu dönüşümle alakalı ilk basın toplantısını Türkiye'de gerçekleştirdik. 2018 yılının haziran ayında Türkiye'nin endüstri 4.0 yol haritası açıklandı. Baktığımızda arada sadece 5 yıl var gördüğümüz gibi. Almanya da açıklandıktan sadece 1 buçuk yıl sonra Arçelik Gebze de atölye 4.0 'ı kurdu. 400 den fazla mühendisine endüstri 4.0 eğitimi aldırdı. Gene aynı zamanlarda İzmir Vestel'in 3 yıllık yol haritası hazırlanmış uygulamaya koyulmuş vaziyetteydi (Tolga Şimşek).*

Küçük ve orta ölçekli işletmelerin bu dönüşüm sürecinin avantajlarını yaşamak için akılcı adımlar atmaları gerekmektedir. Tedarikçisi oldukları büyük işletmelerle entegre olma yoluna giderek yok olmaktan kurtulabilir ya da büyüyebilirler.

*Küçük ve orta ölçekli şirketlerin Endüstri 4.0 uygulamalarından gerçekten gerek duyduklarını ve onlara katkı sağlayacak uygulamaları seçmelerinin ardından kaçınılmaz olarak yapacakları yatırımlarla bu dönüşümde yer alabileceklerini düşünüyorum. Burada önemli nokta Endüstri 4.0 bağlamında şirketlerin gerçek ihtiyaçlarının belirlenmesi ve ona yatırım yapılmasıdır (Emir Karaaslan).*

İşletmelerde üretim maliyetlerinin azalması, üretimin artması doğrultusunda gelir artışı meydana gelmiştir. Bu bağlamda da ürünün piyasada artması, rekabetin canlanması, insanların alım gücünün artması neticesinde satışlar artacaktır.

*Dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0'ü gerçekleştirmiş firmalar kazandığı rekabet gücüyle buna adapte olamamış firmaların önüne geçeceğinden süreçten kopmanın sektördeki yarışta saf dışı kalmak gibi ciddi sonuçları olabileceğini düşünüyorum (Emir Karaaslan).*

*Maliyetler azalıyor ve maliyetler azaldıkça da fiyatlarda azalıyor. Fiyatlar artıyor ama alım gücüne vurduğun zaman herkes araba sahibi olabiliyor. Ortalama refah seviyesi artıyor dolayısıyla ürün ve hizmetlere erişim kolaylaşıyor. Önceden bir dron 30 40 bin liraydı şimdi d&r dan bir dron sahibi olabiliyorsunuz (Altay Kermooğlu).*

Endüstri 4.0 teknolojileri sadece üretimi değil aynı zamanda üretim öncesi ve sonrasında tüm süreçleri dijitalleştirmektedir. Ürün satışı sırasında kullanılan dijital platform verilerinin takibi müşteriyi daha iyi tanımanıza neden olmaktadır. Akıllı servis hizmetleriyle topladığınız veriler ürün geliştirmelerinde büyük fayda sağlamaktadır.

*Endüstri 4.0'la birlikte müşteriden ürünü kullanmak dışında neredeyse hiçbir şey istenmeden müşteriden toplanabilecek her türlü veriyle aslında müşterinin ihtiyacına en yakın ürünler üretilebilecek (Emir Karaaslan).*

Dijital dönüşümün etkisiyle yeni meslek gruplarına ihtiyaç artacak buda yeni istihdam alanı oluşturmuş olacak. Bu sürecin getirilerin iyi analiz eden kendini buna göre yetiştiren işçi sınıfı kazanan taraf olacaktır.

*Teknolojiyle alakalılar artacak, Word ekonomik formu 2016 yılında yayınladıkları belgede geleceğin en yeni 16 mesleğini tahmin etmişlerdi. O kadar yeni meslekler ortaya çıkmışken niye insanlar işsiz kalsın. Bilgisayar ilk çıktığında da aynı tartışma vardı bilgisayarlar geliyor ve biz işsiz kalacağız öyle bir şey oldu mu hayır bilgisayara bağlı ortaya*

*çıkan ve istihdam edilen insan sayısı aksine arttı. Bilgisayar ve donanım adı altında kaç yüz tane meslek var ya da kaç bin tane kişi istihdam ediliyor buralarda (Doğan Ercan).*

*İşin özünde insan olmazsa bu işin içinden zararlı çıkarılır. Çalışan yetkinlikleri değişecek o şart bazı işler elimine olacak ama insana her dönemde ihtiyaç var. Eskiden insanların yaptığı işi bugün yapmıyorlar ve biz niye kullanmıyoruz demiyoruz çünkü o insanlar başka iş kollarında geliştirdiler ve çalışıyorlar. Pek çok meslek ve iş kolu oluşacak bu doğal (Altay Kermooğlu).*

Konuşulan tüm avantajların en genel sonucuna baktığımız zaman işletmeler için dijital dönüşümün parçası olmanın en büyük avantajı verimliliğin ve üretimin artması olmaktadır.

*Kesinlikle verimliliği artıracığını düşünüyorum. Örneğin, insanların bir süreç için gerekli tüm verileri bir araya getirmesi ve veriyi doğru bir şekilde analiz ettikten sonra doğru kararı verip uygulamaya koyduğu süreçlerde yazılımlar aracılığıyla bunu çok daha kısa sürede yapılabilen sistemlerin hayata geçeceğini düşünürsek zaman, maliyet gibi parametrelerden elde edilen kazanç şirketlere verimlilik artışı olarak geri dönecektir (Emir Karaaslan).*

Endüstri 4.0'ın dezavantajlarına akıllı fabrikalar özelinde baktığımızda tek tek ele alacağımız başlıca meseleler bulunmaktadır. Dijital dönüşümün işletmelerde uygulanmaya başlamasıyla birlikte istihdamda bir artışın olacağı ne kadar dile getirilse de insanlarda devam etmekte olan iş kaybı korkusu oluşmaktadır.

*Beyaz yakalı çalışanlarda dijital teknoloji odaklı insan istihdamına doğru yönelim olurken özellikle geçiş sürecinde mavi yakada dönüşüme ayak uyduracak insanların öne geçtiği ve uyduramayanların iş bulmakta zorlandığı bir süreç görüyorum (Emir Karaaslan).*

Çoğu büyük işletmelerde oluşmuş geleneksel iş kültürü yöntemlerini yöneticiler tarafından kolaylıkla değiştirilememesinin oluşturduğu dönüşümü yavaşlatan tehditler bulunmaktadır.

*Değişimin farkında olup, değişime öncülük edecek, yeni alanları denemekten çekinmeyecek hata yaparak öğrenecek kişilikte profiller gerekli olacak (Çağatay Özak).*

Endüstri 4.0 teknolojilerinin her birinin üzerine ayrı ayrı eğildiğimizde birbirinden farklı yeniliği hayatlarımıza soktuğunu görmekteyiz. Bu yenilikler beraberinde toplum için değişim ve dönüşümü de getirmiş bulunmaktadır. Toplumların düşüme ayak uydurmada yaşayacağı sorunlar için yeni yaşam projeksiyonları tahmin edilmektedir.

*Endüstri 1.0 tarım devrimi, endüstri 2.0 1800'lerde buharın güç üretmesi, endüstri 3.0 1920'ler Fordist düşünceyle seri imalatın başlamasıdır. Endüstri 4.0 da bilgisayar tarafından kontrol edilebilen cihazlar, internet aracılığıyla birbiriyle konuşan cihazlar ve bu sayede ortaya çıkan yeni sanayi devrimi sosyal değişimleri de beraberinde getiriyor. Japonlar hatta toplum 5.0 kavramını ortaya attılar buda toplumunda dönüştüğünü gösteriyor. Japonya kaynakları kısıtlı bir ülke o yüzden 30 yıl sonra toplumunun ne şekillerde yaşayacağına dair projeksiyonlar geliştiriyor (Altay Kermooğlu).*

*İnsana bağlı süreçlerin yeterli olmayan yöntemlerle kendi kendine karar verir hale getirilmemesi ürün kalitesinde problemler, üretimin aksaması hatta durmasına kadar büyük problemlere sebep olabilir (Emir Karaaslan).*

Büyük işletmelerin entegre şekilde iş yürüttüğü küçük ölçekli işletmelerin bu süreci iyi yönetemedikleri için yok olma tehlikesi yaşaması mümkün görünmektedir.

*Dijital dönüşümün ilk yıkıp geçtiği sektörler aslında bankacılık, telekomünikasyon, teknoloji firmaları ve perakende firmaları olmuştur.*

*Konvansiyonel olarak çalışabilen bir banka yok şuan kamu bankaları hariç veya eski usul bir satış kalmadı internet üzerinden satış yapmayan bir perakendeci kalmadı. İlk etkilenenler bunlar olmuştur. Eskiden insanlar işlerini bankaya gider öyle hallederdi artık bu kalktı internet bankacılığında hallediyorsun. İş modeli değişti buna ayak uyduramayanlar elendi bazı bankalar battı. E ticaretin toplam ticaret içerisindeki payı gittikçe artıyor (Mehmet Taşoğulları).*

Dijital dönüşüm sürecine adapte olmak isteyen işletmelerin mevcut yatırım politikalarını değiştirerek süreci yönetecek kişilere ihtiyacı bulunmaktadır. Yeni yatırım politikaları da maliyetleri katlamaktadır.

*Endüstri 4.0 uygulamalarını hayata geçirmek için gerekli dijitalleşme adımlarının özellikle üretim sahalarında uygulanması ve bunun gerektirdiği yatırımları yapmak bu geçiş için en zor kısım olacaktır. Bundan sonra da verilerin analitiğini yapıp işe yarar bilgilere dönüştürecek insan kaynağının hala yeterli düzeyde olmadığını söyleyebiliriz (Emir Karaaslan).*

Endüstri 4.0'ın alt parametrelerden biri olan siber güvenlik kavramı işletmeler için mahremiyetin gizli kalması kadar hassas bir konu haline almıştır. İşletmelerde yönetilebilirliği arttırmak için toplanan verilerin güvenliği işletmelerin geleceği için çok önemlidir. Yanlış ellere geçtiği takdirde işletmelerdeki üretim aksatılabilir ya da durdurulabilir.

*Adapte olamazsan rekabet edemezsin eskiden rekabet etmesen de daha uzun süreler var olabilirken şimdilerdeki rekabet yarışında hızlıca yok olursun. Piyasa hemen seni siliyor müşteri için alternatif çok ve senden vazgeçmesi için bin tane nedeni var. Eskiden yoktu. Legal açıdan dikkat etmesi gereken birçok konu oluştu. Veri daha fazla arttı kişisel verilerin korunması kanunu çıktı. Teknolojiyle birlikte siber güvenlik önemli hale geldi veriler yanlış kişilerin elinde güçlü bir silaha dönüşüyor dolayısıyla bunlarla ilgili bir savunma mekanizmaları kurman gerekiyor hacklenebilirsin üretimin durdurulabilir (Sertaç Samioğlu).*

Geçmiş endüstri devrimlerine baktığımız zaman Türkiye olarak sanayimizi ve ekonomisi bu devrimleri hep ıskalayan pozisyonunda olduk. Her yeni devrimi yakalama aralığımız azalmakta bu gözle görülür bir gerçek olsa da endüstri 4.0'a geçmek için gerekli cesareti gösterecek vizyona sahip miyiz sorusu işletmecileri kokutmaktadır.

*Endüstri 4.0 bir siyasi program olarak uyguluyor aslında. Bosch, Siemens gibi alman firmaların bir politika doğrultusunda uyguladıkları bir sistem. Diğer endüstri oyuncularının aslında onların kendi standartlarına dahil olmaları için bir oyun aslında da. Biz ülke olarak takip eden konumundayız iyi örnekler çıkıyor bizden. Ama işçilik maliyetleri bakımından Avrupa ülkelerine göre daha düşük olması ve bu nedenle teknoloji yatırımlarının ekonomi açısından ülkeye geri getirememesi hem de üniversite eğitimlerinin Avrupa düzeyinde olmaması nedeniyle Avrupa'nın ve Amerika'nın gerisindeyiz (Altay Kermooğlu).*

İşletmelerin dijital dönüşüm sürecine olan merakı ve çabaları göz önüne alındığında süreç için güzel adımlar atıldığını göstermektedir. Dönüşüm sürecinin iyi yönetilebilmesi için öncelikle işletmenin dönüşüme yatkınlığının ne ölçüde olduğu belirlenmelidir. Başlangıçta bu yanlış yapıldığında üzerine kurulabilecek her senaryo çöküşü getirecektir.

*Hayal edilen dijital dönüşümü sadece bu altyapıları geliştirmesek sadece konuşuruz. Yeterli ya da yetersiz diyemem. Bir bankayla bir otomotiv fabrikasının alt yapısı aynıdır diyemem gereklilikleri ve ihtiyaçları farklıdır. Bir tekstil firmasının bir banka gibi alt yapı yapması onun batması anlamına gelir, bir bankanın da bir tekstil firması ayarında alt yapı yapması onun batması anlamına gelir (Mutlu Altın).*

Endüstri 4.0 süreçlerini kurumların ve bireylerin iyi anlayabilmesi için doğru bilgi aktarımının olması gerekmektedir. Bu şartlarının sağlanabilmesi için gerekli eğitim programlarının yapılması ve maddi kaynakların ayrılması gerekir.

*Sadece bir dönüşüm ekibi kurmak onlara yüksek maaşlar görevler vermekle, pahalı yazılımlar alarak bu işi yapamazsınız. Yapacağınız yatırımın saha içinde uygulanabilir olması gerekir. İşçisinden genel müdürüne kadar senin takımının da bu dönüşüme uygun olmuş, inanmış olması gerekiyor. Bir ekip var toplantı odalarında toplantılar sunumlar yapıyorlar rengarenk etkinlikler falan. Ama sahada ki operatör hala kağıda bir şeyler yazarak iş yapıyor. Burada bir problem var demektir. Hala makineni izleyemiyorsun, makinenden veri toplayamıyorsun, verileri monitörize edemiyorsun, gerçek zamanlı veri analitiği yapamıyorsun burada bir sorun var demektir. O zaman oturup ekibinle birlikte bu dönüşümü nasıl yapabileceğine karar vermek gerekir (Mehmet Taşoğulları).*

Dijital dönüşüm yolculuğunu başarıdan başarısızlığa taşıması mümkün olan bazı düşünce yapıları vardır. Bunlardan biri işletmelerin akıllanması süreçlerinin birkaç hamleyle gerçekleşecek bir olgu olarak düşünülmesidir. Hem kişilerin hem de makinelerin öğrenme sürecinin uzun süreceği bir yolculuk olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

*Bu bir yolculuk hepsini bir anda kullanamazsınız ne buna paranız ne de vizyonunuz yeter yürütmek için. Bunu yapmanın anlamı da yoktur. 3'er yıllık planlar yapılır. Bunun altı ayı takımlar kurulur eğitimler verilir. Fabrikanın durumu tespit edilir ve yolculuk boyunca uygun teknolojiler kullanılır alınan verimliliğe ve gidişata göre de planlarına revize ederek yolculuğun içerisine yeni teknolojiler katarsınız (Ali Rıza Ersoy).*

İşletmeler dijital dönüşüm için kendini hazırlarken gözden kaçırmaması gereken bir diğer önemli hususta şudur ki; her işletmenin kendi iş kültür yapısı ve karakteristiği farklıdır bu göz ardı edilirse tüm işletmelere aynı reçeteyle yaklaşırsa istenilen olumlu sonuçların çoğu alınmayabilir.



*Böyle bir ayrımı yapmak şu açıdan doğru olmayabilir çünkü her işletmenin gereksinimi olan teknolojiler birbirine göre değişmektedir. En öncesinde olması gereken ama bence bulut çünkü geleceğin sanayi yazılımları bulutta olacak buluta geçmeyen işletmeler bunun gerisinde kalacak (Ali Rıza Ersoy).*

*Dijital dönüşüm için uygulamalarda hatalı yol alınmaması için şirketin yapısına, büyüklüğüne, şirkette bu sürece liderlik eden kişiye / profile göre değişim göstereceği unutulmamalıdır (Çağatay Özak).*

*Ben ayrıca her fabrika kendine özgü karakteristiği olduğunu düşünüyorum. O yüzden bir başka fabrikada uygulanan dönüşüm projesinin senin fabrikanda aynı etkiyi etmesini bekleyemezsin. Sen kendi dokuna göre bir dönüşüm haritası çıkarılmalı sabit model yoktur (Mehmet Taşoğulları).*

Dijital dönüşümün akıllı fabrikalarda dezavantaja çevirebileceği en büyük husus mevcut işçi profilinin eğitim durumudur. Eğer dönüşüm sırasında işçinizi de dönüştürmezseniz süreç bir noktadan sonra tıkanacaktır.

*En büyük sorun, insan kaynağının bilgi düzeyi olarak teknik gelişimin gerisinde kalması. Bu her zaman böyle olacak. Fakat deltanın (teknoloji hızı ile insan uyumu arasındaki farkın) yeni düzen eğitim sistemleriyle desteklenmesi şart (Engin Alan).*

**Tablo 2.7.** Hâkim söyleme göre avantaj ve dezavantaj temaları

<b>Avantaj</b>	<b>Dezavantaj</b>
Verimli üretim	Yanlış büyüme
Pazar liderliği	Altyapı yetersizliği
Rekabet avantajı	Güvenlik açığı
Karanlık üretim	Nitelikli işgücü sıkıntısı
Kişisel tasarım	Kültür çatışması
Açık ofis	Maliyet yükü
Tasarruflu üretim	Yönetici vizyonları

Dijital dönüşüm kavramı hayatın birçok noktasında etkisini hissettiğimiz bir değişim hareketidir. Değişimin gerçekleştiği çok farklı alanlar olmasıyla birlikte biz sadece meseleyi akıllı fabrikalar özelinde irdeledik. Yukarıdaki tablo 2.7’de akıllı fabrika konseptli çalışan ya da bu statüye ulaşmaya çalışan işletmelerin yaşadığı ve yaşayacağı avantaj - dezavantajları genel bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## **SONUÇ ve ÖNERİLER**

Endüstri 4.0 kavramı birçok gelişmiş yeni teknolojiyi bünyesinde barındırıyor. Bunlar yapay zeka ve robot teknolojileri ile üretimi artırıyor, 3 boyutlu yazıcılar ile alışlagelmiş üretim kalıpları yıkılıyor, büyük veri analitiği ile sistemler daha zengin bilgi ağlarına sahip ve şeffaf hale geliyor. Artırılmış gerçeklik ve simülasyon teknolojileri ile sanal dünya ve fiziki dünya arasındaki çizgiler daha da ince hale geliyor. İşletmenin nesnelerin interneti ile başarılı bir şekilde akıllanmasını sağlamak ayrı bir adım bu sistemi siber saldırılardan korumak için siber güvenlik sistemi kurmak ayrı bir adım haline geliyor. Bahsi geçen birçoğu dördüncü endüstri devriminden önce kullanılan teknolojilerdi. Ancak endüstri 4.0 başlığı altında bu teknolojileri daha sık kullanıyor olmamızın sebebi aralarında oluşturulan güçlü bağlardan gelmektedir. Bu çalışma ile günümüzün dijitalleşen işletmelerinde yaşanan sosyo-mekansal değişiklikler ele alınmaya çalışılmıştır.

Yeni üretim modelleri adım adım akıllı fabrikaları ortaya çıkarmaktadır. Akıllı tedarik, akıllı üretim, akıllı dağıtım ve akıllı müşteri hizmetleri iş süreçlerine dahil olmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisiyle akıllanan ve bağlanan nesneler işletmelerin ulusal ve küresel sektörde bir adım öne çıkmasını sağlıyor. Bilginin paylaşılabilirliği ve şeffaflığı arttıkça küresel iş ağları oluşacaktır.

Dördüncü endüstri devrimiyle birlikte tüm dünyada geniş çaplı bir verimlilik artışı beklenmektedir. Yeni teknolojilerin oluşturduğu üretim modelleri maliyetleri azaltırken üretimin büyümesini sağlamaktadır. İşletmelerin rekabet ortamlarını küreselleştirmektedir. Üretim hatlarının esnek bir yapıya bürünmesi ile birlikte müşterinin kişiselleştirilmiş ürün isteğine daha hızlı cevap verebilen hatlar ortaya çıkıyor. Akıllı üretimi gerçekleştirmek, yeni teknolojilere ayak uydurmak avantaja çevirmek işletmeler ve ülkeler için son derece önemlidir. Dijitalleşmenin baştan inşa

ettiği rekabet unsurlarına bakıldığında bu süreci takip etmeyen geç kalan işletmeler için ilerleyen yıllarda çok daha zorlu olacağı benziyor.

Tam zamanlı üretim kavramının asıl amacı, gereken kadar üretimin gerekli olduğu zaman üretilmesidir. Bu üretim şeklinin başarılması günümüz teknolojilerinin sanayiye girmesiyle birlikte imkansız olmaktan çıkmaktadır. Etkin ve verimli bir üretim ağı oluşturmak isteyen işletmelerin günümüzde en çok dikkat ettiği şey fabrika, tedarikçi, dağıtıcı ve müşteri arasında kurduğu güçlü iletişim ağıdır. Söz konusu olan iletişim ağının iki ayağı bulunmaktadır. Birincisi işletme içerisinde üretilen akıllı ürünlerin veri toplama özelliği kazanması şeklinde, ikincisi de ürünün talebini oluşturan müşteri ile satıcı kaynaklar arasında kurulan iletişim ağıdır. Endüstri 4.0 bu iki iletişim ağının daha bütüncül bir bakış açısı kazanmasına neden oluyor. İşletmeler müşteri taleplerini kontrol edebildiği müddetçe artık ne kadar üretim yapması gerektiğini bilmeden üretim yapmayacak ve gereksiz stok depoları ortadan kalkacaktır. Üretim sırasında çıkan hatalı ürünlerin oranları makineler arasındaki iletişim sayesinde azalacaktır. Sonuç olarak da maliyet, hız ve kalite açısından rekabet avantajınız daha da yükselmiş olacaktır.

Endüstri 4.0 teknolojileri sanayi faaliyetleri için hayati öneme sahip olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ancak, bu teknolojileri kullanmaya başlamak oldukça yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle yatırımlarda bulunacak yöneticilerin, işletme sahiplerinin ulaşmak istedikleri hedefe ilerlerken vermesi gereken imtiyazları iyi hesap etmelidir. Çünkü büyüme için alınmış her yatırım kararı karlı olacak diye bir anlayış yoktur. Görüşmeler sırasında da işletmelerin bütçelerinde yeni teknolojiler için daha fazla bütçe ayırdığı uzun vadeli yatırım ve dönüşüm projelerinin var olduğu ortaya çıkmıştır.

Akıllı fabrika konseptinin işletmeler ve yöneticiler için çekici olan faktörlerin başında bağlantılılık gelmektedir. İşletme içerisinde kesintisiz iletişim ve izlenebilirliği sağladığınız an çözümsüz kalan sorunların çözümü artık daha kolay hale geliyor. Hızlı çözümler işletmeler için değerli olan zaman ve para kaybını önemli ölçüde azaltır.

Endüstri 4.0 ile birlikte dijital dönüşüm sürecine giren işletmeler sadece fabrika içerisinde değil, aynı zamanda fabrika dışında da büyük veri yaratmayı mümkün kılmaktadır. Ürününüzü akıllı ürün seviyesine taşıdığımız zaman müşteri kullanımındaki bir üründen de veri toplayabilirsiniz. Ürün bakımları, parça değişimi, ürün iadesi gibi süreçleri takip edilebilir hale getirdiğiniz zaman müşteriden elde edilen veri tabanı genişleyecektir. İşletmelerde bu verilerle araştırma ve geliştirme faaliyetlerini daha doğru yönetebilmektedir.

Farklı sektörlerden oluşan katılımcıların ortak bir diğer görüşü de dijitalizasyon ve otomatikleşme ile ilgili gelecek beklentileri oldukça yüksektir. Mevcut duruma bakıldığında ise hayal edilen ile gerçek arasındaki tutarsızlıktır. Burada devreye devlet politikalarının girmesi gerekmektedir. Türkiye'nin endüstri 4.0 yolunda izleyeceği yol haritası 2018 yılında Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 6 ana başlık (1. teknoloji, 2. insan, 3. tedarikçiler, 4. altyapı, 5. yönetim, 6. kullanıcılar) olarak belirlenmiştir. Devlet desteğinin sağlanabilmesi için teşvik yatırımlarının ve AR-GE destek çalışmalarının birlikte yürütülüyor olması gerekir. Ancak, Türkiye'nin iç ve dış politika da yaşadığı çalkantılı sorunlar nedeniyle sanayi alanına yapılacak yatırımların süreci uzamaktadır.

Endüstri 4.0 ile birlikte fabrika içinde yaşanan en büyük değişimlerden biri robotların insan gücü ile yapılan birçok işi daha hızlı, hatasız ve verimli yaptığı gerçeğidir. Robotların kullanılmasıyla birlikte işçi sağlığı ve güvenliği konusunda da büyük gelişmeler olmuştur. Üretim şekillerini bu yönde değiştiren bir fabrika için üretim maliyetleri geleneksel üretim yapan bir fabrikaya oranla daha düşük miktarlarda olacaktır. Bunun sonucunda ise ucuz işgücü kaynağını elinde bulunduran doğu ülkelerindeki üretim merkezleri teker teker kendi ülkelerine çekilecektir.

Türkiye'nin de bu unsuru göz ardı etmemesi gerekmektedir. Mevcut iş gücü potansiyelini daha fazla nitelikli hale getirmelidir. Türkiye'nin bugün atmakta olduğu en büyük adımlardan biri "yerli ve milli sanayi" sloganıyla çıktığı kendi markasını yaratma yolculuğudur. Çünkü dijitalleşen dünya da bilginin sahibi olmak, üretmek, ürettiğini kullanmak ve satmak bir adım önde olmanızı sağlamaktadır.

Dördüncü endüstri devrimini tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yüksek katma değere sahip ürünleri üretmeyi mümkün kılıyor. Pazarda sanayi ürünlerinizin payını artırdığınızda gelişmiş ülke seviyesine o kadar hızlı yükselirsiniz.

Endüstri 4.0 kavramının doğru anlaşılmasını sağlayacak tek bir tanımı bulunmamaktadır. Görüşmeler öncesinde yeni teknolojilerle birlikte değişen üretim mekanlarının dönüşüme uygunluk ölçütlerinin bulunduğu düşünülmekteydi. Çalışma sırasında toplanan bilgilerle varılan genel sonuçlardan biride endüstri 4.0’ın bir anda gerçekleşip bitecek bir olgu olmadığıdır. Ürün gelişimi süreci bitmesi mümkün olan bir şey değildir. İşletmeler devamlı yenisini ve daha iyisini ortaya çıkartmak için uğraşır. Bu durum yeni teknolojilerin tesislere uygulanmasında da geçerlidir. Teknolojik yenilikler sürekli değişim içerisinde ve siz en son teknolojiyi her zaman yakalamaya çalışırsınız. Ama bunu yaparken her şeyi aynı anda değiştirip dönüştüremezsiniz. Sonuç olarak endüstri 4.0 kavramı bir süreçtir ve süreklilik gerektirir. Önemli olan dönüşüme nereden adapte olunacağına doğru karar verilmesidir.

Dördüncü endüstri devriminin işletmelerin istihdam politikalarını olumlu ve olumsuz olmak iki farklı şekilde etkileyeceği düşünülmektedir. İyimser görüşe göre çalışanlar robotların yapabileceği basit işleri yapmaktan kurtulacak ve sanat, tasarım ve bilim gibi alanlara daha çok yoğunlaşacaktır. Kötümser düşünceye göre ise, robotların insanların yaptığı işleri elinden alarak onları işsiz bırakacaktır düşüncesi vardır.

Dijital dönüşüm ile birlikte çalışan yetkinliklerinde de beklenen değişimler vardır. İnsan faktörü üretim alanındaki etkinliğini adım adım robotlara bırakmaktadır. Mavi ve beyaz yakalı olarak tasnif edilen işçi grupları da dönüşümden farklı şekillerde etkilenmektedir. Genel bir yargı şeklinde ifade edecek olursak, mavi yakanın kademe kademe azalarak sonunda üretim ortamlarından çekileceği yönündedir. İşçilerin dönüşüme ayak uydurabilmesi için yetkinliklerini de bu ölçüde dönüştürmelidir. İşletmeler çalışanlarından üretim kısmında değil de tasarım ve yönetim kısmında beyin gücünü kullanmalarını beklemektedir. Bu da insansız ya da karanlık fabrika dönemine doğru bir gidiştir.

Dijital dünya içerisindeki yeni teknolojiler sadece işletmeleri değil, toplumları da etkilemektedir. Dijital dönüşümü toplumsal açıdan ele aldığımızda iletişim kurma şekillerimiz, sosyal ilişkilerimizi, kültürel yapımızı, duygu ve düşünce yapımızı değiştirmektedir. Bunun neticesinde akıllı toplumlar olarak bahsedilen Toplum 5.0 kavramı konuşulmaya başlanmıştır.

Endüstri 4.0'ın tam olarak bariz etkilerini görebileceğimiz alanların olup olmadığını aramak bu araştırmanın yapılmasına neden olmuştur. Endüstri 4.0'ı Türkiye'de tam anlamıyla uygulayan bir fabrikanın varlığı ya da akıllı fabrika olmanın ölçütünün ne olduğu soruları araştırmanın yola çıktığı sorulardır. Akıllanan fabrikaların sanayiye girişinin ilk küçük etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Teknolojiler gelişmeye devam ettikçe çalışmalarda artmaya devam edecektir. Bu çalışmayla da gelecek çalışmalara altyapı oluşturulmak istenmiştir.

Sanayi devrimlerini yakalamada ki zaman farkı azalıyor ama devrimlerin yeniden bir sonrakine geçmesi de bir o kadar kısalıyor. Rekabet dünyasında varlığını korumak isteyen bir işletmenin vizyon ve misyonlarını o günün şartlarına göre her zaman tekrar revize etmesi gerekir ki bu yarışta ilk elenen olmasın.

Endüstri 4.0 gerekliliklerini iyi okuması gereken departmanlardan biri insan kaynaklarıdır. Yeni teknolojilere işçilerin uyum sağlar nitelikte olup olmadığı insan kaynaklarının sorumluluğundadır. Fabrika içerisinde mevcut çalışan işçilerin eğitimlerden geçmesi ve yeni alınacak işçi yeterliliklerin belli bir standarda oturmasının sağlanması sürdürülebilir bir dijital dönüşümün anahtarıdır.

Fabrika içerisinde bir dönüşüm hareketi düşünüyorsanız eğer bunun sadece üst kademe yöneticilerle ve patronlarla sınırlı tutmamalısınız. Sadece dönüşümü yönetmesi için kurulmuş bir ekibin eline bırakmamalısınız. Fabrika içerisindeki makinelerden ibaret olan bir yer değildir. İnsan ve makine arasında yaşanacak uyumu göz ardı edemezsiniz. Akıllı bir fabrika düşünüyorsanız akıllı robotlarla insanları bir arada düşünmek zorundasınız. Siz toplantılar yapıp kararlar alabilirsiniz ama bunu uygulayacak olan işçinin bu dönüşüme olan bakış açısını ve inancını tam belirleyemezseniz işletmeler çok fazla kayıp yaşar.

Her sanayi devriminde olduğu gibi dördüncü endüstri devriminde de işsizlik korkusu yaşayan işçi grupları ortaya çıkmaktadır. Bu durumun toplumsal bir soruna dönüşmesine engel olmak için gelecek eğitim planlamalarının bu doğrultuda yapılması gerekir. İhtiyaç duyulmayan iş kollarının yerinin yenileriyle doldurulmasıyla önüne geçilebilir.

Dördüncü endüstri devrimiyle birlikte de diğer dönemlerde de yaşanan etik sorunu tekrar gündeme gelmektedir. Teknolojiler hızlı bir şekilde değıştikçe insanların teknolojiye olan duygu ve düşünce dünyaları da değışmektedir. Yeni teknolojiler şu anda hayatımızı birçok konuda kolaylaştırmayı ve değıştirmeyi vaat etmektedir. Ama öte taraftan da hiçbir teknoloji mutlak iyilik getirmez.

Dijital dönüşüme başlamış olan ülkelerde veriyi üretme, iletme, depolama ve güvenliğini sağlamak gibi bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Her işletmenin kendi büyük veri merkezlerinin oluşturacak mali kaynak gücü bulunmamaktadır. Devletin burada elini taşın altına koyarak gerekli yatırımlar için kredi desteği, vergi kolaylığı, teşvik destekleri vermelidir. Veri merkezlerinin kurulması aynı zamanda çalışan ihtiyacını da beraberinde getireceği için yeni iş sahaları açılacaktır.

Katılımcılar, işletmelerin uygulayacakları dönüşüm planlarını oluştururken tecrübeli danışmanlık firmalarından yardım almalıdırlar. Dijital dönüşümün plansız çıkılamayacak bir yol olduğu ortadadır. Çünkü şirketlerin hem marka değeri hem de finansal anlamda değeri kaybetmesi söz konusu olabilir.

Dördüncü endüstri devriminin işletmeleri başarıya götürecek reçeteler bulunmaktadır. Her işletmenin kendine özgü yapısı ve iç dinamikleri bulunmaktadır. Bu durum göz ardı edilmeden her işletme için ayrı ayrı dönüşüm planları oluşturulmalıdır. İşletmelerin vizyonlarını ve misyonlarını değıştirmesi, işgücünün süreçlere dahil edilmesi, iş kültürlerinin değıştiğinin kabul edilmesi, bireysel değil takım çalışmalarının ön plana çıkması endüstri 4.0'ı işletmelerde başarılı kılar.

Katılımcılar arasında ortak olan bir diğer görüş ise farklı sektörlerde fabrikası bulunan büyük yapıları işletmelerin dönüşümü tüm paydaşları ile birlikte yürütmesi

yönünde olmuştur. Dönüşüm zorlu ve maliyetli bir süreç işletmelerin karşılaşılabilecekleri risklere karşı her zaman A, B, ve C planları bulunmak zorundadır.

Endüstri 4.0 teknolojileriyle birlikte akıllı üretim yapan işletmeler daha da zenginleşecek düşük düzeyli üretim yapan Kobi tarzı işletmelerde rekabet edemez duruma gelecektir. Bunun sonucunda da büyük işletmeler daha da büyüyerek tekelleşecek üretim yapan işletme çeşitliliği de azalacaktır. Küçük işletmeleri korumak için devletin finansal destek paketleri vermesi gerekir.

Çalışmayı sonlandırmadan önce eleştirel bakış açısıyla birkaç meseleye değinmek gerekirse, çalışma için ilk okumalar yaptığım zaman kafamda oluşan birkaç kilit soru vardı. Bunlardan ilki akıllı fabrika kavramının altını dolduran bilgilerin çok boyutlu oluşuydu. Görüşmeler sırasında bir işletme için akıllı fabrika tabirini kullanmanın bir ölçütünün olmadığı görülmüştür. Ancak işletmelerin bu tabiri kullanmakta ve akıllı fabrika imajı müşterilerine satmakta olduğu bir ortam bulunmaktadır. Akıllı fabrikalarda olması gereken teknolojilerin neler olduğu yukarıda uzunca bahsedildi ve ülkemizde ele alınan fabrikaların akıllı fabrika konseptine tamamen uyumlu olmadığı görülmektedir.

Bu durumdan yola çıkıldığında akıllı fabrika mı yoksa dijitalleşen fabrika kavramının bu dönüşüm yolculuğuna çıkan fabrikaları doğru ifade eder düşüncesi çalışma sırasında cevabı aranan bir diğer soruydu. Akıllı olmak durumu, olmuş, bitmiş ve nihai bir sonuca ulaşmış bir durumu ifade eder. Dönüşümün sonlanması ve mevcut teknolojilerin yerini yenilerinin almasını sonlandıracak bir düzenin kurulamayacağı açıkça ortadadır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda coğrafi bir bakış açısıyla akıllı fabrikalar konusu ele alınmaya çalışılmıştır. Akıllı fabrikalar konusu, coğrafyanın alt disiplinlerinden ekonomik coğrafya, sanayi coğrafyası, ulaşım coğrafyası, nüfus coğrafyası gibi alanların iç içe geçmiş konularını etkilemektedir. Bu etkilenim kıstaslarının akıllı fabrikalarda nasıl etkiler yarattığı ortaya koyulmaya çalışılmıştır.



## KAYNAKÇA

- Akben, İ., Avşar, İ. (2018). Endüstri 4.0 Ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3 (1) , 26-37.
- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *SAV Katkı*, 4, 34-4.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Yaşam Ekonomisi Dergisi* , 3 (2), 19-30.
- Alkan, M. A. (2018). "Karanlık Fabrikalar ile İnsansız Üretim". Endüstri4.0, <https://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim/> (Erişim Tarihi: 16.09.2019)
- Ansal, H. (2016). "Bilim, teknoloji ve toplum" perspektifinden: Sanayi 4.0. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 74, 12-17.
- Eraydın, A. (1992). *Post-Fordizm ve Değişen Mekansal Öncelikler*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.
- Banger, G. (2017). Endüstri 4.0 Ekstra. *Ankara: Dorlion Yayınları*.
- Akturan, U., & Esen, A. (2008). Fenomenoloji (ss. 83-98), Nitel Araştırma Yöntemleri,(Editörler: Baş, T. ve Akturan, U.). *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Bonekamp, L. ve Sure, M. (2015). Endüstri 4.0'ın insan emeği ve iş organizasyonu üzerindeki sonuçları. *İşletme ve Medya Psikolojisi Dergisi* , 6 (1), 33-40.
- Business Insider (2017). <https://www.businessinsider.com/21-weird-jobs-humans-will-have-when-robots-take-over-2017-11> (Erişim Tarihi: 20 Mart 2020).
- Çakıroğlu, M. ve Karadirek, G. (2019). Sanayi Devrimleri (Gece Akademi, Ankara).
- Çiçekli, S. (Nisan 2018). Sanayi 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri. <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/sanayi-4-0in-lojistik-sektorune-etkileri/9635>, (Erişim Tarihi: 25.03.2020).
- Davies, R. (2015). Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS\\_BRI\(2015\)568337\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf), (Erişim Tarihi: 09.10. 2019).
- Dubash, J. (2016). Marketing and the Internet of Things: Are You Ready.
- Gokalp, E., Gokalp, M. O., Çoban, S., & Eren, P. E. Dijital Dönüşümün Etkisinde Verimli İstihdam Yönetimi: Yol Haritası ÖNERİSİ. *Verimlilik Dergisi*, (3), 201-222.
- Elliott, R. (1996). Söylem analizi: sosyal metinlerde eylem, işlev ve çatışmayı keşfetmek. *Pazarlama İstihbaratı ve Planlaması*.

Ford Motor Comapny. (2018). 100 Years of the Moving Assembly Line. <https://corporate.ford.com/articles/history/100-years-moving-assembly-line.html>.

(Erişim Tarihi: 16.12.2019).

Freeman, C. ve Soete, L. (2003). *Yenilik iktisadı*. (Çev. E. Türkcan). Ankara: TÜBİTAK Yayınları. (Eserin orijinali 1997'de yayımlandı), 21-23,40-41,43,56,58,78-79,162-163,170.

Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017, October). IV. Sanayi devrimi: endüstri 4.0 ve otomotiv sektörü. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 3).

Görçün, Ö. F. (2016). Dördüncü endüstri devrimi endüstri 4.0. *İstanbul: Beta Yayıncılık*.

Henkoğlu, T., & Külcü, Ö. (2013). Bilgi erişim platformu olarak bulut bilişim: Riskler ve hukuksal koşullar üzerine bir inceleme. *Bilgi Dünyası*, 14(1), 62-86.

Lefebvre, H. (2014). Mekânın üretimi, çev. *Işık Ergüden*. İstanbul: Sel Yayıncılık.

IoT Analytics (2015). <https://iot-analytics.com/top-5-new-industrial-iot-jobs/> (Erişim Tarihi: 20 Mart 2020).

İzge (2015), "Giyilebilir Teknoloji Nedir?", <http://www.giyilebilirteknolojim.com/giyilebilir-teknoloji-nedir/>, (Erişim Tarihi: 25.02. 2020).

Keleş, H . (2011). Y Kuşağı Çalışanlarının Motivasyon Profillerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi* , 3 (2) , 129-139 . Retrieved from.

Kennedy, P. (1991). Büyük Güçlerin Yükseliş ve Çöküşleri (1500'den 2000'e Ekonomik Değişme ve Askeri Çatışmalar),(çev. Birtane Karanakçı). *Üçüncü baskı, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Ankara*.

Kıroğlu, O. (2014). Okul Yöneticilerinin Bilgi Teknolojilerindeki Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kocsi, B. and Oláh J. (2017). Potential connections of unique manufacturing and industry. *LogForum* 13 (4), pp. 389-400, <http://www.logforum.net/volume13/issue4/abstract-1.html>. (Erişim Tarihi: 05.03.2020).

Kökümer, Z. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Beyaz Eşya Sektöründe Endüstri 4.0 Dijital Dönüşüm Yetkinlik Analizi, Yüksek Lisans Tezi,

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli.

Küçükcalay, A. G. A. M. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2).

Latour, B. (1996). Aktör-ağ teorisi hakkında: Birkaç açıklama. *Soziale welt* , 369-381.

Apilioğulları, L. (2019). Dijital dönüşüm akıllı fabrikalar, 1. Basım, İstanbul: Agora Kitaplığı, 63.

Murdoch, J. (1998). Aktör-ağ teorisinin uzayları. *Geoforum* , 29 (4), 357-374.

Nişancı, Z. N., & Özmutaf, N. M. (2016). Bilgi Teknolojilerinin Kalite Kapsamında İşletme İmajına Etkileri: Reklamcılık Sektörü Örneği. *International Journal of Social Science* Doi number: [http://dx. doi. org/10.9761/JASSS3522](http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3522), (47).

Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59 (3), 183–187. DOI: <http://dx. doi. org/10.1007/s12599-017-0467-3>.

Ovenden, James (2017). Will Blockchain Render Accountants Irrelevant?, <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/will-blockchain-render-accountants-irrelevant> (Erişim Tarihi: 01.05.2020).

Öztürk, E., & Koç, K. H. (2017). Endüstri 4.0 ve mobilya endüstrisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 786-794.

Proente, (2018). Nesnelerin interneti (Iot) kullanım alanları. <https://proente.com/nesnelerin-interneti-kullanim-alanlari/> (Erişim Tarihi: 10.03.2020).

Qin, J., Liu, Y. ve Grosvenor, R. (2016). Endüstri 4.0 ve sonrası için kategorik bir imalat çerçevesi. *Prosedür Cırp* , 52 , 173-178 .

Rifkin, J. (2015). *Nesnelerin interneti ve işbirliği çağı*.

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.

Sampler, JL (1998). Bilgi çağı için endüstri yapısının yeniden tanımlanması. *Stratejik yönetim dergisi* , 19 (4), 343-355.

- Sayilgan, E. ve İşler, Y. (2017, Ekim). Medikal endüstrisinde tıbbi cihazlar sektörü 4.0. 2017 yılında *Medikal Teknolojiler Ulusal Kongresi (TIPTEKNO)* (s. 1-4). IEEE.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi*. Optimist Yayın Grubu.
- Şener, S., & Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da yeni iş kolları ve yüksek öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2), 1-13.
- Sentryo. (2017). The 4 Industrial Revolutions. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/cyber-vision/index.html>. (Erişim Tarihi: 17.12.2019).
- Siemens (2017). Endüstri 4.0 Yolunda Siemens. <https://www.slideshare.net/mkugu/endustri-40-siemens> (22 Mart 2020).
- Simonis, K., Gloy, YS ve Gries, T. (2016, Temmuz). INDUSTRIE 4.0-Atkı örme teknolojisinde otomasyon. In *GİB Konferans Serisi: Malzeme Bilimi ve Mühendisliği* (. Cilt 141, No. 1, s 012.014.). IOP Yayıncılık.,
- Skwirk Online. The Second Industrial Revolution. [http://www.skwirk.com/p-c\\_s-56\\_u-424\\_t-1100\\_c-4258/SA/7/The-Second-Industrial-Revolution/The-impact-of-the-Industrial-Revolution/Industrial-revolution/SOSE-History/](http://www.skwirk.com/p-c_s-56_u-424_t-1100_c-4258/SA/7/The-Second-Industrial-Revolution/The-impact-of-the-Industrial-Revolution/Industrial-revolution/SOSE-History/), (16.12.2019).
- Somyürek, S. (2014). Öğretim sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- Sözen, E. (1999). Söylem: Belirsizlik. *Mübadele, Bilgi/Güç ve Refleksivite, İstanbul: Paradigma Yayınları*.
- Özer, P. S., Eriş, E. D., Neczan, Ö., & Özmen, T. Kuşakların Farklılaşan İş Değerlerine İlişkin Emik Bir Araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (38).
- Tekin, H. H., & Tekin, H. (2006). Nitel Araştırma Yönteminin Bir Veri Toplama Tekniği Olarak Derinlemesine Görüşme. *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi*, 3(13), 101-116.
- Thames, L. ve Schaefer, D. (2017). *Endüstri için siber güvenlik 4.0*. New York: Springer.
- Topuz, R., & Yıldırım, M. (2016). Sonar Algılayıcılar ve Sezgisel Yöntemler ile Otonom Robotlarda Engelden Sakınım ve Yol Bulma. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 3(2).

- Toruntay, H. (2011). Takım rolleri çalışması: X ve Y kuşağı üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.*
- Türkcan, E. (2009). *Dünya'da ve Türkiye'de bilim, teknoloji ve politika* (Vol. 5). İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- TÜSİAD. (2016). Türkiye'nin Küresel Rekabet için Bir Gereklik Olan Sanayi 4.0-Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>. (Erişim Tarihi: 02.12.2019).
- Wang, S., Wan, J., Li, D. ve Zhang, C. (2016). Endüstri 4.0'ın akıllı fabrikasının uygulanması: bir bakış. *Uluslararası Dağıtılmış Sensör Ağları Dergisi*, 12 (1), 3159805.
- Wheeler, A. (2015). Lights-Out Manufacturing: Future Fantasy or Good Business?. <https://www.autodesk.com/redshift/lights-out-manufacturing/>. (Erişim Tarihi: 10.10.2019).
- Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0–innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia engineering*, 182, 763-769.
- Düzükaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?. *Eğitim Ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 7(13), 49-88.
- Yenilmez, E. H. (1993). Bilgi Toplumu Olgusu ve Türkiye Hedef 2000 Yılı. *İstanbul, İstanbul Üniversitesi.*
- Yıldıran, M. (2016). Moda giyim sektöründe üç boyutlu yazıcılarla tasarım ve üretim. *Art-e Sanat Dergisi*, 9 (17), 155-172.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Yıldız, E., & Şahin, S. (2011). Bulut bilişimde güvenlik riskleri ve önlemler. II. *Uluslararası Bilişim Hukuku Kurultayı, İzmir.*

## EK-1

Adınız ve Soyadınız:

Çalıştığınız kurum:

Uzmanlık alanınız:

Not: Mülakat sorularını cevaplarken istediğiniz soruyu kendi uzmanlık alanınız ya da bilgi birikiminiz doğrultusunda cevaplayabilirsiniz. Cevaplarda karışıklık olmaması için cevaplarınızı sorulan sorunun hemen altına cevaplamanız rica olunur. İlginiz ve cevaplarınız için şimdiden teşekkürler.

### Mülakat soruları

#### Genel Sorular (Endüstri 4.0 ve nesnelerin interneti)

1. Endüstri 4.0 bulunduğunuz konumdan nasıl değerlendirirsiniz?
2. İş ortamınızda bu konuyla alakalı yaşanan dönüşüm hakkındaki gözlemlerinizi paylaşır mısınız?
3. Endüstri 4.0 genel olarak rekabet yarışını hem şirketler arasında hem de ülkeler arasında nasıl etkileyecektir?
4. Size göre endüstri 4.0 uygulamaları en iyi hangi sektörde öne çıkartılabilir?
5. Endüstri 4.0 örnekleri bizim için genelde teorik düzeyde konuşulmaktadır. Acaba dünya da ve ülkemizde endüstri 4.0'ın pratik uygulamaları hakkında ne düşünüyorsunuz?
6. Dünyayı ve Türkiye'yi kıyasladığımızda Türkiye'yi endüstri 4.0 çağının neresinde görüyorsunuz?

#### Teknolojik Değişim

1. Teknolojik dönüşüm bağlamında Akıllı Robotlar hakkında ne düşünüyorsunuz?
2. Endüstri 4.0'ın gerçekleşmesi için hangi alt parametrelerin (nesnelerin interneti, bulut bilişim, siber fiziksel sistemler, artırılmış gerçeklik, akıllı robotlar) hayati rol oynadığını düşünüyorsunuz?
3. Yeni teknolojileri kullanmaya başlayan işletmelerde ki çalışanlar bu sürece adapte olabilecekler midir?
4. Tasarım, mühendislik ve üretim süreçlerinde müşterinin rolü ne olacaktır?
5. Mevcut bilgi sistemi altyapılarının Endüstri 4.0'a uygunluğu nedir?

## **Sosyo - Mekansal Değişim**

### **Eski Fabrika - Yeni Fabrika**

1. Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanıldığı 'akıllı fabrika' kavramı gözünüzde nasıl bir fabrika canlandırıyor?
2. Endüstri 4.0'ın genel olarak çalışma hayatında neyi değiştireceğini düşünüyorsunuz?
3. Endüstri 4.0 ile hangi meslek gruplarına talebin artacağını hangilerine azalacağını düşünüyorsunuz?
4. İşletmenizde dijitalleşme sürecini yönetecek özelliklere sahip kişi ya da kişiler hakkında ne düşünüyorsunuz?
5. Dijital dönüşümün fabrika içindeki ve dışındaki mekânsal dönüşümü nasıl etkileyeceğini düşünüyorsunuz?
6. Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılmaya başladıktan sonra fabrikalarda insan kaynaklarında azalma olur mu?
7. Yeni teknolojilerin kullanımı şirketlerdeki ücret politikalarında ne gibi değişiklik yaratır?
8. Endüstri 4.0'ın gelişmesi için şirketlerin kendi başlarına çaba göstermeleri yeterli midir?
9. Daha çok küçük ve orta ölçekli Kobilere dayanan Türkiye sanayisinin endüstri 4.0'ın gerekliliklerini sağlayabilirler mi?
10. Türkiye de akıllı fabrika diyebileceğimiz işletmeler mevcut mu?

### **Beklenti ve Umut**

1. Endüstri 4.0 ülkenin eğitim sisteminde ne gibi yenilikler getirebilir?
2. Endüstri 4.0'ın sosyal hayat ve ilişkilere ne gibi yansımaları olacağını düşünüyorsunuz?
3. Endüstri 4.0 ile seri üretime değil de bireysel ürün üretimine geçileceğine inanıyor musunuz?
4. Üretim ve müşteri ilişkisinin nasıl olacağını düşünüyorsunuz?

### **Avantajlar ve Dezavantajlar**

1. Dijitalleşen fabrikaların başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi kurumsal olarak ne tür faydalar getirecektir?
2. Endüstri 4.0'ın gerçekleştirilmesi kurumlar için ne tür riskler getirebilir?
3. Şirketler için endüstri 4.0 konseptini uygulamanın en zor yanları neler olacaktır?
4. Endüstri 4.0'ın verimliliği arttıracığını ya da azaltacağını düşünüyor musunuz? Neden?
5. Üretim süreçlerinde insan gücünün azalması işsizliğe neden olur mu?
6. Gelecekte bu sürece adapte olmamış firmaları bekleyen zorluklar nelerdir?
7. Fabrikaların akıllanması mavi ve beyaz yakalı çalışan pozisyonlarını nasıl etkileyeceğini düşünüyorsunuz?

### **Politik Söylem**

1. Türkiye'de endüstri 4.0 kavramı siyasetçiler, iş sahipleri, medya, akademik camia, sivil toplum kuruluşları tarafından tartışılmakta mıdır?
2. Endüstri 4.0 teknolojileri tam anlamıyla uygulanmaya başlandıktan sonra istihdam politikaları sizce nasıl değişecektir?
3. Şuan ki ülke politikalarını Endüstri 4.0 destekler nitelikte olduğunu düşünüyor musunuz?
4. Endüstri 4.0 dönüşümünün kritik noktalarından biri olan Ar&Ge konusuna ülkemizde yeteri kadar önem verildiğini düşünüyor musunuz?
5. Geleceği baz aldığımızda dijitalleşmiş ve otomatikleşmiş üretim süreçleri ne kadar olası veya değildir?



## EK-2

### ÖZ GEÇMİŞ

#### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı-Soyadı: BÜŞRA AYAN  
Uyruğu: T.C.  
Doğum Yeri Ve Tarihi: TERME\ 17.12.1995  
E-Posta: [busraayan9555@gmail.com](mailto:busraayan9555@gmail.com)

#### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lise	Fatih Anadolu Lisesi	2014
Lisans	On Dokuz Mayıs Üni.	2018
Yüksek Lisans	Nevşehir HBV Üni.	Devam Ediyor

#### YAYINLAR:

1) Endüstri 4.0 Çağında Nesnelerin İnterneti: Akıllı Mekanlar

AHMET UYSAL, BÜŞRA AYAN (20.06.2019-22.06.2019),

Yayın Yeri: 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi, 2019

Uluslararası özet metin

2) Üniversite Öğrencilerinin Üniversitelere Duydukları Memnuniyetin Belirlenmesi (On Dokuz Mayıs Üniversitesi Örneği)

BÜŞRA AYAN, ABDULKADİR UZUNÖZ, VEDAT AKTEPE (08.11.2018-10.11.2018),

Yayın Yeri: International Geography Education Symposium, 2018 Uluslararası Tam metin bildiri