



T.C.
BİLİM, SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

TÜRKİYE'NİN SANAYİ DEVRİMİ

"DİJİTAL TÜRKİYE"

YOL HARİTASI

"İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve
Yol Haritası" dokümanına <https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>
internet adresinden erişim sağlanabilmektedir.



Yayın ve referans olarak kullanılması Bakanlığın iznini gerektirmez.

s a n a y i . g o v . t r

*"Tüm dünyada
baş döndürücü bir
dönüşüm yaşanıyor.
Biz dünyada
oluşan şekilleri
analiz ederek
bir yol haritası
ortaya koyuyoruz.
Dijitalleşmeye özel
bir önem veriyor,
dijital Türkiye'nin
zamanının geldiğine
inanyoruz."*



Recep Tayyip
ERDOĞAN
Cumhurbaşkanı



İnsanlık, tarih boyunca birçok değişim ve dönüşüm yaşamıştır. Bu değişimlerin sosyal ve ekonomik hayat üzerinde önemli etkileri olmuştur. Avcı toplumundan tarım toplumuna geçen insan, birlikte yaşamaya ve üretmeye başlamıştır. Sürekli keşfetme ve daha iyiye ulaşma arzusu ile bazı teknolojik gelişmeler insanlığın sanayi toplumuna geçişini sağlamıştır. Sanayi toplumuna geçiş ile birlikte insanlık tarihi boyunca yaşanmış olan en büyük toplumsal değişim ve dönüşümlerden biri gerçekleşmiştir. Daha sonra bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler insanlığın bilgi toplumuna evrilmesini sağlamıştır. Bugün gelinen noktada insanlık yeni bir dönüşümün arifesindedir.

İnsanlık tarihi boyunca yaşanan gelişmeler toplumsal yapı, ekonomik yaşam ve üretim biçimleri başta olmak üzere hayatın her alanını etkilemiştir. 18. yüzyılın sonlarına doğru su ve buhar gücünün kullanılmaya başlanması, 19. yüzyılın sonlarına doğru elektriğin üretimde kullanılmaya başlanması ve seri üretime geçilmesi, 20. yüzyılın ortalarında elektronik ve bilgisayarların üretime entegre edilmesi ve bugün iletişim teknolojilerinin üretimin her aşamasında kullanılmaya başlanması, yaşanmış olan dönüşümlerin kırılma noktalarını oluşturmuştur.

Tüm sektörlerde dijital dönüşümü sağlamış, kamuda ve özel sektörde kurumsal kaliteyi artırmış bir Türkiye hedefliyoruz. Yeni dönemin ayırt edici vasıflarından olan dijitalleşmeye özel bir önem veriyoruz ve Dijital Türkiye'nin vaktinin geldiğine inanıyoruz. Bu süreçte bir taraftan yeni teknolojilere dayalı dijital sanayi yapısına geçerken, diğer taraftan insanımızı zihni ve fiziki becerilerinden faydalanabileceğimiz yeni alanlarda istihdam edeceğiz. Coğrafyamızın ve dinamik genç nüfusumuzun avantajlarını da kullanarak ülkemizi küresel düzeyde bilgi üreten ve bilgiyi katma değere dönüştüren bir güç haline getireceğiz. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımız tarafından hazırlanmış olan bu belge ve yol haritası bunun en somut kanıtıdır.

Türkiye 2003-2017 yılları arasında ortalama yüzde 5.8 büyümüştür. 2017 yılında yüzde 7.4 ile oldukça başarılı bir büyüme oranı sergilemiştir. Cumhuriyetimizin 100. yıldönümü olan 2023'te dünyanın en büyük 10 ekonomisinden biri olmayı hedeflerken hazırlanmış olan bu yol haritası hedefimize ulaşma noktasında önemli katkı sağlayacaktır.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımızın öncülüğünde ülkemizdeki ilgili tüm paydaşların katkısıyla hazırlanmış olan “İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm Yol Haritası” ülkemizin büyümesinde ve kalkınmasında kilit rol oynayan imalat sanayinde yaşanan teknolojik dönüşümün fırsata çevrilmesi için oldukça önemlidir. Bu yol haritasının uygulanması sürecinde de hazırlık sürecinde sergilenmiş olan motivasyonun ve başarının gösterileceğine inanarak belgenin ülkemizin refah seviyesinin artırılmasına sunacağı katkı için emeği geçenlere teşekkür ediyorum.

*"Sanayi alanında
yaşanan ve
Endüstri 4.0
olarak adlandırılan
dönüşüm
süreci üretim
yapılarını yeniden
şekillendirecek.
Biz de Türkiye
olarak bu süreci
ıskalamamak
mecburiyetindeyiz,
zamanın ruhunu
iyi okumak
zorundayız."*



Binali YILDIRIM
Başbakan



İmalat sanayinin tarihsel gelişimine bakıldığında, üretim süreçlerinin verimliliğinde yaşanan büyük sıçramalar birer sanayi devrimi olarak kabul edilmiştir. Bu sıçramaları ortaya çıkaran yeni teknolojiler işletmelerin özellikle enerji, insan, makine ve malzeme gibi temel girdilerinde büyük maliyet avantajı getirmiş diğer taraftan da üretim süresi, esneklik ve kalite gibi faktörlerde de önemli katkılar sağlamıştır. Üretim süreçlerindeki bu gelişmeler işletmelerin rekabet edebilirlikleri anlamında büyük avantajlar sağlamakta ve bu avantajlar makro anlamda ülke ekonomilerine yansımaktadır.

Bugün dördüncü sanayi devrimi veya dijital dönüşüm olarak adlandırılan bu dönüşüm özellikle yapay zekâ, otonom robotlar, büyük veri ve ileri analitik, bulut bilişim, artırılmış ve sanal gerçeklik, nesnelerin interneti, eklemeli imalat, yeni nesil akıllı sensör teknolojileri ve siber güvenlik gibi dijital teknolojiler ve ürünler vasıtasıyla; sanayiden tarıma, bankacılıktan sağlığa, ulaşımdan kamu hizmetlerine kadar insan hayatının tüm alanlarında doğrudan geniş bir etki alanına sahiptir.

Ülkemiz ekonomisi, geçmiş sanayi devrimlerinin getirdiği gelişmelerin gerisinde kalınması ve bu gelişmeler doğrultusunda sanayinin dönüşümünü gerçekleştirememesi nedeniyle önemli fırsatları kaçırmıştır. Bu fırsatların kaçması aynı zamanda bu devrimleri yakalayan ülkeler ile aramızdaki ekonomik gelişmişlik açığının da giderek büyümesine neden olurken, ülkemiz refah seviyesine, vatandaşların yaşam standartlarına ve halkımızın müreffeh bir toplum olması yolundaki çalışmalara da olumsuz bir şekilde yansımıştır.

Yeni sanayi devrimi ile yaşanan gelişmeleri takip eden değil, küresel gelişmeleri ve kendi dinamiklerini analiz ederek etkili politikalar geliştiren ve uygulayan bir ülke olmak ülkemiz açısından olmazsa olmaz bir amaçtır. Bu noktada Türkiye'nin mukayeseli üstünlüğünü sağlayacak sektör olan imalat sanayinin dijital dönüşümüne yönelik etkili politika ve stratejilerin geliştirilmesi ve bunların hayata geçirilmesi oldukça önemlidir.

Ülkemizin dünyanın en büyük 10 ekonomisinden biri olma yolundaki 2023 hedeflerini yakalama noktasında, sanayimizin bilişim ve teknoloji devrimiyle dijitalleşmesini sağlayarak katma değeri ve rekabet gücü yüksek bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

Bu kapsamda Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından ilgili tarafların katkıları ile kapsayıcı bir yaklaşımla hazırlanmış olan İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Yol Haritası ve Eylem Planı, dijital teknolojilerin yerli imkânlarla geliştirilerek ülkemiz sanayinin dijital dönüşümünün sağlanması ve ülkemiz ekonomisinin sağlam bir sanayi temeli üzerinde geleceğe taşınmasında önemli bir rol oynayacaktır.

"Türkiye'nin tek açığı vardır; teknoloji açığı. Bu açığı kapatırsak ne cari açığımız, ne de dış ticaret açığımız kalır. Bu sebeple Cumhuriyet tarihinin en iddialı Sanayi ve Teknoloji hamlesini başlattık."



Dr. Faruk ÖZLÜ
Bilim, Sanayi ve
Teknoloji Bakanı



Türkiye ekonomisi için büyümede imalat sanayimiz önemli paya sahiptir. İmalat sanayimizin rekabetçilik seviyesini koruyabilmek ve geliştirilebilmek için yenilikçilik ve girişimcilik seviyemizi daha yukarılara taşımamız şarttır. Bu bağlamda dijital ekonomi, bizi geleceğe taşıyacak en etkili enstrümanların başında gelmektedir. Güçlü, sürdürülebilir ve dengeli bir ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilmek için imalat sanayinde verimlilik, kalite, hız ve esnekliği sağlayacak olan dijital dönüşüme süratle adapte olacağız. Dördüncü sanayi devrimini olarak da adlandırılan bu yeni dönem çok iyi okunmalı, idrak edilmeli ve ona göre pozisyon alınmalıdır.

Dijital dönüşüm kamu hizmetlerini, sosyal ve ekonomik hayatı çok boyutlu ve küresel ölçekte etkileyecek önemli bir gelişmedir. Dönüşüm ile birlikte kamu hizmetleri vatandaşlarımıza daha hızlı bir şekilde sunulacaktır. Yeni iş alanları açılacak ve verimlilik artırılarak çevresel problemler azaltılacaktır. Dijital dönüşümün en büyük etkisi ise ekonomik hayatta görülecektir. Yapay zekâ, büyük veri ve ileri analitik, bulut bilişim ve otonom robotlar gibi yeni teknolojiler, dönüşümün gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Küresel değer zincirleri yeniden düzenlenmekte ve yeni iş yapış biçimleri ortaya çıkmaktadır. Bu noktada yeniden organize olan değer zincirlerine adapte olarak dijital dönüşümün oluşturacağı katma değerden önemli bir pay almayı hedeflemekteyiz. Sanayimizin dijital dönüşümünü gerçekleştirerek ülkemiz küresel bir üretim merkezi ve teknoloji üssüne dönüştürülecektir.

Bu doğrultuda dijital dönüşüme yönelik politika ve stratejiler oluşturmak için Bakanlığımızın liderlik ettiği sivil toplum temsilcilerinden oluşan bir platform oluşturulmuştur. Türkiye'nin dijital geleceği için dijital yol haritamız belirlenmiş ve dijital atılım programımız hazırlanmıştır. Bu yol haritasında temel amacımız, bilgi teknolojilerinde ülkemizi dünyanın ilk 10 ekonomisi seviyesine çıkarmaktır. Yol haritamızdaki ortak noktamız yerli ve ileri teknoloji üreten dijital bir Türkiye oluşturmaktır. Teknolojiyi sadece kullanan ve izleyen değil, teknoloji üreten ve rekabet eden bir Türkiye hedefimizdir.

Bu çerçevede yol haritasında imalat sanayimizin dönüşümü ile beraber, teknoloji üreten firmalarımız üzerinde yoğunlaşılacak ve teknolojiye yatırım yapılarak, ekonomimizin sadece bugünü değil geleceği de kurtarılacaktır. Ayrıca, geleceğin işgücü yetenekleri ve kapasitesi geliştirilecek ve önemli teknolojilerin geliştirilmesini sağlayacak olan teknolojik altyapı ile veri iletişim altyapısına büyük yatırımlar yapılacaktır.

Yeni sanayi devrimini başarılı bir şekilde gerçekleştirip, işletmelerimizin dönüşümünü sağlayarak rekabetçiliğini artıracaktır. Artık gelişmeleri uzaktan izleyen, uyum sağlamaya çalışan bir ülke değil, dönüşümün merkezinde yer alan aktörlerden birisi olacağız.

Platform Sunuşları



M. Rifat
HİSARCIKLIOĞLU
TOBB Başkanı

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanımız Sayın Dr. Faruk Özlü'nün liderliğinde oluşturulan ve Birliğimizin de danışma kurulu başkanlığını yürüttüğü Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, İmalat Sanayinin Dijital Dönüşüm Yol Haritası çalışmasını tamamladı. Bu platform, Türkiye'nin Yeni Sanayi Devrimi'nin kazananlarından olabilmesi ve kamu ile özel sektörün birlikte çalışmasını sağlamak için kuruldu. Bundan sonraki dönemde, platformun ortaya koyduğu bu yol haritası ile Türkiye, dijital teknolojileri etkin olarak kullanan ve bu teknolojileri geliştiren bir ÷lke olacaktır. Başta Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımız olmak üzere çalışmaya katkı veren tüm kurumları kutluyorum.



Mehmet BÜYÜKEKşİ
TİM Başkanı

71 bin ihracatçının temsilcisi Türkiye İhracatçılar Meclisi olarak Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun İcra Kurulu üyeliğini yürütüyor ve ayrıca Açık İnovasyon Çalışma Grubu'nun sekreteryasını üstleniyoruz. Türkiye'yi 2023 ihracat hedeflerine ulaştırmak için hem açık inovasyon alanındaki çalışmalarımıza, hem de TİM olarak inovasyon ve girişimcilik odaklı çalışmalarımıza devam ediyoruz. Bu anlamda 2012 yılından itibaren Türkiye'de inovasyon kavramının günlük hayatımıza girmesine vesile olan Türkiye İnovasyon ve Girişimcilik Haftası, Türkiye'nin ilk inovasyon geliştirme programı İnovaLİG, 150 üniversite ve 2 bini aşkın öğrenciden oluşan İnovaTİM, İnovasyon Odaklı Mentorluk programımız İnoSuit ile inovasyon ekosistemini her platformda güçlendireceğiz. İnovasyon, Ar-Ge, tasarım ve markalaşma odağındaki bu çalışmaların yanında yüksek katma değerin dijitalleşme ekseninde geliştiğini görüyoruz. Dünya dijitalleşme yönünde tüm hızıyla ilerlerken, İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası ışığında Türkiye'nin dijital dönüşümde stratejik bir hamle yapacağına ve katma değerli ihracatımızı artıracaaımızaya y÷rekte inaniyoruz.



Ülkemizin yeni kalkınma modelinin omurgasını oluşturacağına ve küresel rekabet gücümüzün artırılması açısından elzem olduğuna inandığımız sanayinin dijital dönüşümü yetkinliği ancak iş, kamu ve bilim dünyasının sinerjisi ile tesis edilebilecektir. Bu sinerji, merkezinde insan olan, katma değerın yükseltilmesinde kaldıraç etkisine sahip ürünlerin ve üretim teknolojilerinin geliştirildiği bir ekosistemi mümkün kılacaktır. Türkiye projesi anlayışıyla öncüleri arasında yer aldığımız, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'mızın koordinasyonundaki "Sanayinin Dijital Dönüşümü Platformu"nun bünyesinde hazırlanan "Dijital Dönüşüm Yol Haritası"nın uygulanmasına kararlılıkla desteğimizi sürdüreceğiz.

**Erol BİLECİK**

TÜSİAD

Yönetim Kurulu Başkanı

Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin teknoloji edinme ve geliştirmeye gösterdiği önemin sonucunda dünyadaki mevcut teknolojilere egemen olma ve bu teknolojileri bir üst düzeyde yeniden üretebilme yeteneğini milli endüstri ile kazanma hamlesini gerçekleştirmek için, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımız öncülüğünde kurulan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, bünyesindeki tüm paydaşların özverili çalışmalarıyla İmalat Sanayinin Dijital Dönüşüm Yol Haritası çalışmasını tamamlamış olup en kısa sürede hayata geçirmeyi planlamaktadır. Ülkemizin ekonomik büyümesine ve teknolojik gelişmesine katkı sağlayacak bu çalışmanın ülkemiz ve milletimiz için hayırlı olmasını diliyoruz.

**Abdurrahman KAAN**

MÜSİAD Genel Başkanı



Ahmet ERDEM
YASED Başkanı

Nesnelerin interneti (IoT) dünyada firmaları, ülkeleri ve tüketici alışkanlıklarını derinden etkileyecek yeni bir endüstriyel devrim olarak tanımlanıyor. IoT tabanlı tedarik zinciri içinde yer alma konusunda uyum çalışmaları yürüten firmalar ve ülkeler, gelecekte dünyanın gerisinde kalmamak adına stratejilerini belirliyor, yol haritalarını oluşturuyor. Ülkemizde de bu kapsamda Sanayide Dijital Dönüşüm adı altında çalışmalar yürütülmekte, bu sürecin bir parçası olarak gelişmeler yakından takip edilmekte, ekonomimizin ve sanayimizin bu dönüşüme uyumlaştırılması için gerekli hazırlıklar yapılmaktadır. Bu çerçevede, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde, YASED'in de aralarında bulunduğu ilgili özel sektör temsilcilerinin katılımıyla kurulan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu altında gerçekleştirmekte olduğumuz çalışmalarımızın ilk çıktısı olan İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Raporu ve Yol Haritası'nın sanayimizin tüm bileşenlerinin etkin ve hızlı dönüşümüne katkı sağlamasını ve yol gösterici nitelikte olmasını temenni ediyoruz.



Cengiz ULTAV
TTGV
Yönetim Kurulu Başkanı

TTGV olarak “Teknoloji Üreten Türkiye” vizyonuyla yeni verimliliklerin ve teknolojinin reel dünya ile buluştuğu noktalarda artı değer oluşturmaya çalıştığımız bu dönemde; inovasyon ekosistemimizde tüm paydaşlarımızın etkin ve koordineli iş birlikleri içerisinde olması gerektiğine inanıyoruz. Artık uluslararası rekabet gücünü, ekosistemdeki paydaşların çoklu alan takım oyunu, bilimsel ve yenileşimci iş birliği ve yaratıcı yüksek katma değeri talebin merkezine gömme becerileri belirleyecek. Dördüncü sanayi devrimi ile endüstri “veri”, “tasarım” ve “dijital” kavramları üzerinden yeniden tanımlanıyor ve dünyadaki üretim şekillerinin insanların karakterleri ile en hızlı ve akıllı şekilde buluşmasının yollarını içeriyor. Bu açıdan hazırlık aşamalarından itibaren içerisinde yer aldığımız Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımızın liderlik ettiği bu platform tarafından oluşturulan yol haritasının tüm paydaşların katkı ve sahiplenirliği ile önemli bir misyonu üstleneceğini düşünüyoruz.

Yönetici Özeti	16
----------------	----

1 İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü	22
1.1. Dijital Teknolojiler	
1.2. İstihdam ve İşgücü	
1.3. Verimlilik	

2 Ülke Politikaları	38
2.1. Almanya	
2.2. İngiltere	
2.3. Amerika Birleşik Devletleri	
2.4. Çin	
2.5. Avrupa Birliği	

3 Türkiye’de Mevcut Durum	56
3.1. İmalat Sanayinin Yapısı	
3.2. İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm	
3.3. Dijitalleşme Anket Çalışması	
3.4. Odak Sektörler	

4 Yol Haritası	118
4.1. Bileşen 1 İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi	
4.2. Bileşen 2 Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi	
4.3. Bileşen 3 Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Güçlendirilmesi	
4.4. Bileşen 4 Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi	
4.5. Bileşen 5 Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi	
4.6. Bileşen 6 Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi	

5 Sonuç ve Değerlendirme	160
-----------------------------	-----

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dijitalleşmenin sektörel net ekonomik faydası.....	24
Şekil 2. Dijital teknolojilerin üretim sürecindeki etki potansiyeli	37
Şekil 3. Dijitalleşme politika uygulamalarına ilişkin ülke örnekleri.....	40
Şekil 4. TGB’lerdeki işletmelerde yürütülen dijital teknoloji projelerinin dağılımı.....	60
Şekil 5. Ar-Ge Merkezlerinde yürütülen dijital teknoloji projelerinin dağılımı	61
Şekil 6. İmalat sanayinin dijital dönüşümü faaliyetleri.....	64
Şekil 7. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu yapısı	67
Şekil 8. İşletmelerin akıllı üretim sistemlerinde farkındalık ve dijital teknolojilerde entegrasyon seviyeleri	69
Şekil 9. Sanayinin dijital olgunluk seviyesi	69
Şekil 10. İşletmelerin dördüncü sanayi devriminin unsurlarından haberdarlık düzeyi.....	71
Şekil 11. Kullanıcı anketine yanıt veren işletmelerle ilgili genel bilgiler	72
Şekil 12. Tedarikçi anketine yanıt veren işletmelerle ilgili genel bilgiler	73
Şekil 13. Dijitalleşme anketinde esas alınan dijitalleşme çerçevesi.....	74
Şekil 14. İmalat sanayi işletmelerinin Ür-Ge amacıyla dijital teknoloji kullanım durumları 78	
Şekil 15. İmalat sanayi işletmelerinin planlamada dijital teknoloji kullanım durumları.....	80
Şekil 16. İşletmelerin tedarik zinciri yönetiminde dijital teknoloji kullanım durumları.....	83
Şekil 17. İşletmelerin üretimde dijital teknoloji kullanım durumları	86
Şekil 18. İşletmelerin satış ve pazarlamada dijital teknoloji kullanım durumları.....	87
Şekil 19. Sanayi işletmelerinin müşterilerine sundukları dijital işlem imkânları	89
Şekil 24. Kullanıcıların gözüyle tedarikçiler.....	102
Şekil 25. Lider ülkelerdeki durum.....	104
Şekil 26. İmalat sanayi işletmelerinde (kullanıcılar) dijitalleşmeye yönelik strateji ve yapı .	105



Şekil 27. Ekosistemde öncelikli görülen konular	109
Şekil 28. Dijitalleşme konusunda devletten beklentiler	113
Şekil 29. Kullanıcıların nitelikli işgücünde yaşadıkları sorunlar.....	115
Şekil 30. Yol haritası bileşenleri.....	121
Şekil 31. Bileşen 1 Hedefleri	132
Şekil 32. Bileşen 2 Hedefleri	136
Şekil 33. Ortalama internet erişim hızları.....	139
Şekil 34. Endüstriyel Bulut	143
Şekil 35. Bileşen 3 Hedefleri	145
Şekil 36. Bileşen 4 Hedefleri	152
Şekil 37. Bileşen 5 Hedefleri	156
Şekil 38. Bileşen Paydaşları	159

TABLOR DİZİNİ

Tablo 1. Akıllı üretim sistemleri teknoloji grupları	26
Tablo 2. SDDP Çalışma Grupları tarafından ele alınan teknolojiler	26
Tablo 3. Geleceğin fabrikalarında çalışanların nitelik ve becerileri	33
Tablo 4. İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm Yol Haritası Bileşen ve Eylem Alanları.....	122
Tablo 5. Geleceğin meslekleri	123
Tablo 6. Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020) Genişbant Hedefleri....	138

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AMP	: Advanced Manufacturing Partnership (İleri Üretim Ortaklığı)
ASME	: American Society of Mechanical Engineers (Amerikan Makine Mühendisleri Birliği)
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BSTB	: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
BTK	: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
BTYK	: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
B2B	: Business to Business (İşletmeden İşletmeye)
B2C	: Business to Customer (İşletmeden Müşteriye)
B2G	: Business to Government (İşletmeden Kamuya)
CNC	: Computer Numerical Control (Nümerik Bilgisayar Kontrolü)
CRM	: Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
DDYH	: Dijital Dönüşüm Yol Haritası
ERP	: Enterprise Resource Planning (İşletme Kaynak Planlaması)
GSYH	: Gayri Safı Yurtiçi Hasıla
IFW	: Kiel Institute for the World Economy (Kiel Dünya Ekonomi Enstitüsü)
KGF	: Kredi Garanti Fonu
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
MES	: Manufacturing Execution System (Üretim Yönetim Sistemi)
MRL	: Manufacturing Readiness Level (Üretim Hazırlık Seviyesi)



MÜSİAD	: Müstakil Sanayici ve İşadamları Derneği
NNMI	: National Network for Manufacturing Innovation (Üretimde İnovasyon Ulusal Ağı)
OEM	: Original Equipment Manufacturer (Orijinal Ekipman Üreticileri)
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PCAST	: President's Council of Advisors on Science and Technology (Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi)
PLC	: Programmable Logic Controller (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi)
PLM	: Product Lifecycle Management (Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi)
SDDP	: Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu
STK	: Sivil Toplum Kuruluşu
TGB	: Teknoloji Geliştirme Bölgesi
TİM	: Türkiye İhracatçılar Meclisi
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TRL	: Technology Readiness Level (Teknoloji Hazırlık Seviyesi)
TTGV	: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜRKPATENT	: Türk Patent ve Marka Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TZE	: Tam Zaman Eşdeğer
UDHB	: Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
VDI	: Verein Deutscher Ingenieure (Alman Mühendisleri Birliği)
WEF	: World Economic Forum (Dünya Ekonomik Forumu)
YASED	: Uluslararası Yatırımcılar Derneği
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı

Yönetici Özeti

Dijital dönüşümle birlikte verimlilik, kalite, hız, esneklik artışı sağlamak ve işgücü kaybına karşı yeni önlemler geliştirmek isteyen gelişmiş birçok ülke dijital dönüşüm ile ilgili politika ve stratejiler geliştirerek dijital yol haritalarını hazırlamıştır.

İmalat sanayinde dijitalleşme, değer zincirinin her aşamasında etkinlik ve verimlilik artışları ile değer oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Dijitalleşme, bu konuda ilerleme kaydetmiş ülkeler ve işletmeler açısından önemli fırsatlar sunarken, bu alanda adım atmamış olan ülke ve işletmeler açısından da büyük bir tehdit oluşturmaktadır. İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinde, üretimde rekabet edebilir pozisyonda olabilmek için dijital teknolojilerden verimli, etkili ve etkin bir şekilde faydalanılması gerekmektedir.

İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinde “yapay zekâ, otonom robotlar, büyük veri ve ileri analitik, bulut bilişim, artırılmış ve sanal gerçeklik, nesnelerin interneti, eklemeli imalat, yeni nesil akıllı sensör teknolojileri ve siber güvenlik” gibi teknolojiler katma değer, verimliliğin, kârlılığın, kalitenin ve benzeri birçok unsurun en üst seviyeye çıkarılmasında öncü teknolojiler olarak görülmektedir.

Diğer taraftan, dijital teknolojiler şimdiye kadar insanlar tarafından geleneksel yöntemlerle yapılan birçok işin otonom bir şekilde yapılabilmesine olanak tanımakta, dolayısıyla da aynı üretimin daha az kişi istihdam edilerek yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, ekonomideki büyümenin sağladığı ek istihdam olanakları da ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, işgücünün yeni yetenek ve beceriler kazanmasına yönelik strateji ve politikalar giderek artan bir önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, dijital dönüşümle birlikte verimlilik, kalite, hız, esneklik artışı sağlamak ve işgücü kaybına karşı yeni önlemler geliştirmek isteyen gelişmiş birçok ülke dijital dönüşüm ile ilgili politika ve stratejiler geliştirerek dijital yol haritalarını hazırlamıştır. Ülkemizde de Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB) öncülüğünde kamu ve özel sektörden ilgili bütün paydaşların katkısı ile hazırlanan bu yol haritası çalışması, imalat sanayinin rekabet



gücünün artırılması amacıyla dijital dönüşüm sürecinin etkin bir şekilde planlanmasını ve gerçekleştirilmesini hedeflemektedir.

İmalat sanayinin üretim yapısında dijital dönüşüm sürecinde Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), Endüstri Bölgeleri ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB) ile özel sektör Ar-Ge Merkezleri öncü bir rol üstlenecektir. Bu kapsamda, imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaç ve önceliklerinin belirlenebilmesi için kapsamlı bir dijitalleşme anketi tasarlanmıştır. Kullanıcı ve tedarikçi işletmelere yönelik yapılan anket çalışmasında ortaya konulan tespitler, diğer ülke stratejilerinde öne çıkan alanlar ve Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu (SDDP) çalışmalarının sonuçları bir arada değerlendirilerek ülkemiz için önümüzdeki 10 yılda imalat sanayinde dijital dönüşüm için bir yol haritası hazırlanmıştır. Yol haritasının ilk iki yılı kısa vadede gerçekleştirilecek eylemlerden ve ülkemiz imalat sanayinin dijital dönüşümüne ivme kazandıracak somut adımlardan oluşmaktadır. Yol haritasının orta vadeli (3-5 yıl) vizyonu, başta odak sektörlerde

ve seçili teknolojilerde olmak üzere ülkemizin dijitalleşme konusundaki açığını kapatması olarak belirlenmiştir. Uzun vadede (6-10 yıl) ise dijitalleşme sürecinde belirli sektör ve teknolojilerde bölgesel veya küresel lider olmak amaçlanmaktadır.

Yukarıda bahsedilen vizyon ve hedefler doğrultusunda hazırlanan ve insan, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetişimi odağına alan imalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritası altı bileşenden oluşmaktadır:

- **İnsan:** “Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi”
- **Teknoloji:** “Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi”
- **Altyapı:** “Veri İletişim Altyapısının Geliştirilmesi”
- **Tedarikçiler:** “Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi”
- **Kullanıcılar:** “Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi”
- **Yönetişim:** “Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi”

İmalat sanayinin dijital dönüşümü sürecindeki en kritik konuların

Uzun vadede (6-10 yıl) dijitalleşme sürecinde belirli sektör ve teknolojilerde bölgesel veya küresel lider olmak amaçlanmaktadır.



Dijital dönüşüm ile birlikte imalat süreçlerinde yaşanacak değişimler doğrudan ve dolaylı olarak işgücünde de dönüşümü zorunlu kılacaktır.

başında bu süreci tasarlayacak, yönetecek ve sürdürülebilir kılacak nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve eğitim altyapısının bu işgücünü yetiştirecek niteliğe kavuşturulması gerekmektedir. Dijital dönüşüm ile birlikte imalat süreçlerinde yaşanacak değişimler doğrudan ve dolaylı olarak işgücünde de dönüşümü zorunlu kılacaktır. Eğitim altyapısını dijitalleşme sürecine uygun hale getirmeden gerekli yetkinliklere sahip işgücünün yetiştirilmesi ve dijitalleşmenin istihdama etkisinin sağlıklı bir şekilde ele alınması mümkün değildir. Nitekim dijital dönüşüm konusunda somut adım atmış olan ülkelere bakıldığında da dijitalleşmenin istihdama olumsuz etkilerinin azaltılması ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi konularının öne çıktığı görülmektedir. İnsan başlıklı eğitim altyapısının geliştirilmesi ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi bileşeninin amacı imalat sanayimizin ihtiyaç duyacağı yetkinliklere sahip nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve mevcut işgücünün dijital yetkinliklerinin geliştirilmesidir. Bu amaca ulaşmak

adına birinci bileşen kapsamında atılacak başlıca adımlar şunlardır:

- Sürekli Eğitim Merkezlerinde ve tematik teknik kolejlerde dijital teknoloji kullanıcıları yetiştirilecek,
- Üniversitelerimizde dijital teknoloji geliştiricileri yetiştiren programlar çoğaltılacak,
- Eğitimin her kademesinde eğitimcilere dijital yetkinlikler kazandırılacak,
- Dijital teknoloji alanlarında doktora öğrenimi desteklenecek,
- Özel teşvikler ve desteklerle dijital yetkinliklere sahip işgücü sanayi ile buluşturulacak,
- Dijital dönüşüm farkındalığı artırılacak ve yaygınlaştırılacak,
- Dijital dönüşüm paydaşları arasında iş birliği geliştirilecektir.

Dijitalleşme ile birlikte özellikle bazı teknolojiler öne çıkmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri, otonom robotlar, bulut bilişim gibi hâlihazırda var olan teknolojiler dijitalleşme ile birlikte daha fazla kullanılmakta ve önem kazanmaktadır. Bu teknolojilerin geliştirilmesi ve



İmalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritası kapsamında veri iletişim altyapısının güçlendirilmesine yönelik çalışmalar Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı ile koordineli bir şekilde yürütülmektedir.

bunların üretim süreçlerine uygulanması güçlü bir araştırma ve geliştirme altyapısı ve insan kaynağı gerektirmektedir. Özellikle üniversitelerde ve araştırma merkezlerinde bu alanlardaki kapasitenin ve bu teknolojilere ayrılan bütçenin artırılması gerekmektedir. Yol haritasının ikinci bileşeni olan teknoloji ve yenilik kapasitesinin geliştirilmesi bileşeninin amacı dijital teknoloji araştırmalarında güçlü yetkinliklere sahip, küresel ve ulusal işbirlikçi bir teknoloji altyapısı oluşturulmasıdır. Bu kapsamda;

- Odak teknoloji alanlarına (bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ, otonom robotlar vb.) yönelik teknoloji yol haritaları hazırlanacak,
- Uygulamalı Ar-Ge stratejisi hazırlanacak,

- Odak teknoloji alanlarında uygulamalı araştırma merkezleri kurulacak,
- Dijital Teknolojiler Programı başlatılacaktır.

Yol haritasının üçüncü bileşeninin amacı, dijital dönüşüm sürecinde imalat sanayinin ihtiyaç duyacağı veri iletişim altyapısının güçlendirilmesidir. *İmalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritası kapsamında veri iletişim altyapısının güçlendirilmesine yönelik çalışmalar Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı ile koordineli bir şekilde yürütülmektedir.* Özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme (KOBİ) niteliğindeki sanayi işletmelerinin bilgi teknolojileri konusunda büyük sabit sermaye yatırımları yapmadan dijital teknolojilere erişimlerini sağlayarak genişbant hizmetlerine ve veri merkezlerine talebi

***Kritik
teknolojilerin
yerli imkânlarla
geliştirilip
üretilmesi dışa
bağımlılığın
azaltılmasını ve
dijital teknoloji
üreten yerli
işletmelerin
sayısının artmasını
sağlayacaktır.***

artıracak modeller geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bileşen kapsamında atılacak başlıca adımlar şunlardır:

- Sanayicilerin ve teknoloji geliştiren firmaların yüksek hızlı internete erişimleri sağlanacak,
- Veri iletişim standartlarıyla ilgili uluslararası çalışmalara entegre olunacak ve standartların yaygınlaşmasına destek olunacak,
- Endüstriyel siber güvenliğinin sağlanması konusunda önlemler alınacak,
- Ulusal endüstriyel bulut platformu kurulacak ve veri merkezlerine yönelik endüstriyel talebin artması sağlanacaktır.

Nitelikli insan kaynağı ve güçlü bir araştırma geliştirme altyapısına sahip olduktan sonra dijital teknolojilerin yurtiçinde üretilmesi ve bu teknolojilerde dışa bağımlılığın azaltılması mümkün olabilecektir. Ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesi bileşeninde imalat sanayinin dijital dönüşümünün sürdürülebilirliğini sağlamak üzere Türkiye'nin dijital teknoloji ürün ve hizmetlerini geliştiren

ulusal teknoloji tedarikçilerinin yetkinliklerinin geliştirilerek, ülkemizdeki imalat sanayinin dijital dönüşüm ihtiyaçlarını ve talebini karşılayacak, hatta seçili teknoloji alanlarında küresel pazarlarda söz sahibi olabilecek, dünya devi ulusal teknoloji tedarikçilerinin oluşması amaçlanmaktadır. Kritik teknolojilerin yerli imkânlarla geliştirilip üretilmesi dışa bağımlılığın azaltılmasını ve dijital teknoloji üreten yerli işletmelerin sayısının artmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda;

- Yerli dijital teknoloji firmalarının envanteri çıkarılacak,
- Teknoloji edinim ve geliştirme imkânları güçlendirilecek,
- Yerli tedarikçilerin ürün ve hizmetlerinin müşteriye erişimi desteklenecek,
- Uzun vadeli finansman (kredi, sermaye yatırımları vb.) daha erişilir hale getirilecektir.

Başta KOBİ'ler olmak üzere birçok işletme dijital dönüşüm sürecini sağlıklı bir şekilde yürütecek finansal kaynağa ve teknolojik altyapıya sahip değildir. Bu dönüşüm sürecinde



işletmelerin kamunun desteğine ve rehberliğine ihtiyaçları vardır. Yol haritasının beşinci bileşeni imalat sanayi işletmelerinin (kullanıcılar) dijital teknolojileri daha etkin bir şekilde kullanmasına yönelik faaliyetler içermektedir. Bu bileşen kapsamında;

- Dijital dönüşüm merkezleri açılacak,
- KOBİ'lerin dijital dönüşümlerine destek olacak danışmanlar yetiştirilecek,
- Dijital dönüşüm destek programı ile imalat sanayi işletmelerinin dijitalleşme yolculukları kolaylaştırılacaktır.

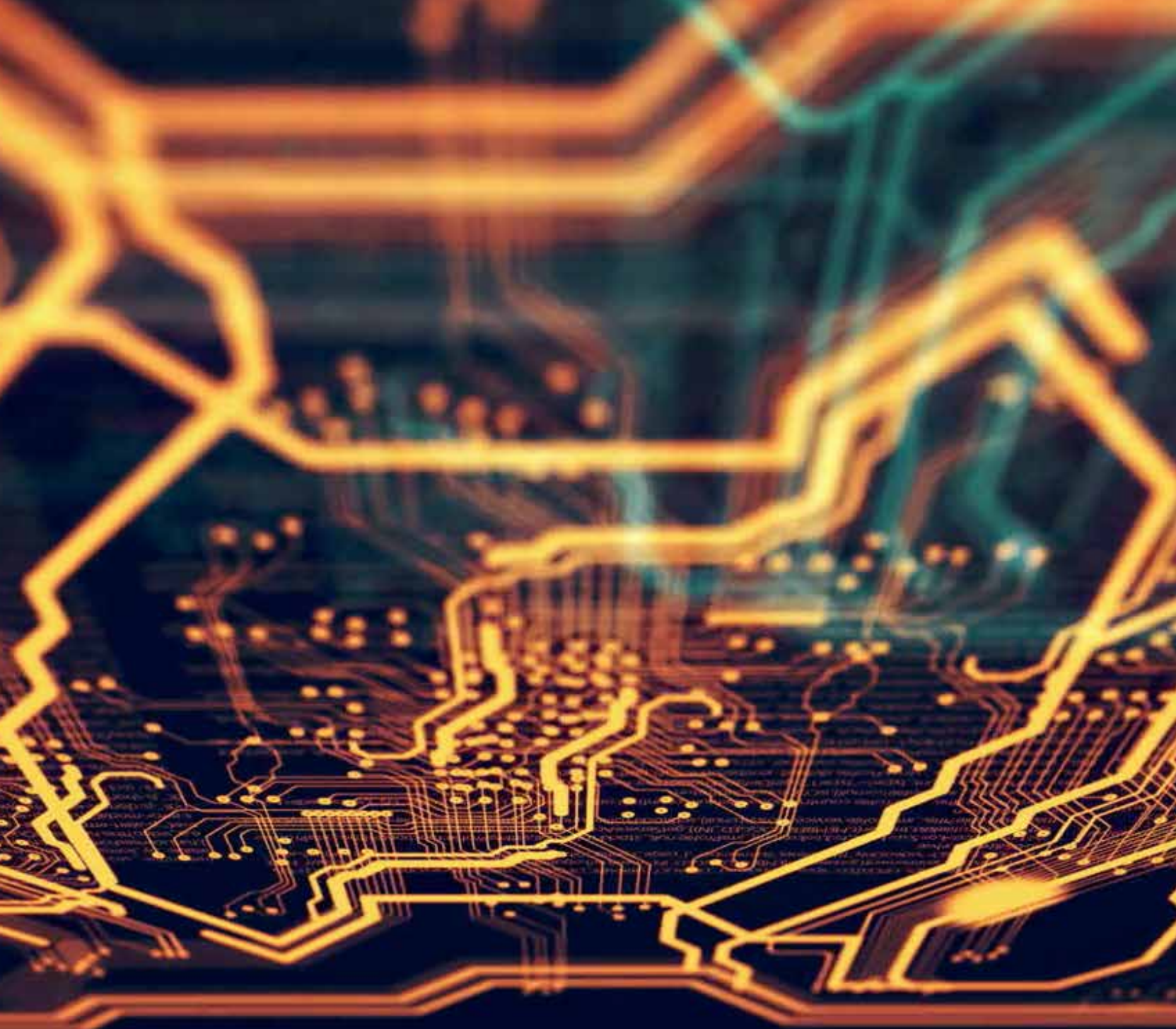
Bu destek programı ile başta *kimya ve ilaç, motorlu kara taşıtları, makine ve teçhizat, yarı iletkenler ve elektronik ile gıda ve içecek ürünleri* olarak belirlenen odak sektörlerde faaliyet gösteren KOBİ'ler olmak üzere imalat sanayi işletmelerinin üretim değeri zinciri üzerinden dijital dönüşüm süreçlerinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Kümelenme modeli destek programı ile ulusal ve uluslararası orijinal ürün üreticileri, tedarikçiler, ulusal teknoloji sağlayan şirketler, mükemmeliyet merkezleri, üniversiteler, danışmanlık firmaları,

büyük işletmeler ile küçük işletmeler arasındaki dijital etkileşimin güçlendirilmesi sağlanacaktır.

Altıncı ve son bileşen olan kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi bileşeninin amacı imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin ve etkili bir yönetim yapısının oluşturulmasıdır. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaştırılması çalışmaları çerçevesinde farklı kurum ve kuruluşların çalışma alanlarına giren belirli konularda (örneğin, eğitim müfredatı) çalışma gruplarının (komite, kurul vb.) sürekliliği sağlanacaktır.

İmalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritasında nitelikli işgücü ihtiyacının karşılanması, dijital teknolojilerin yurt içinde geliştirilmesi ve üretilmesi, dijital teknolojilerin kullanımına yönelik talebin oluşturulması ve artırılması öncelikli hedefler arasındadır. Dijitalleşme sürecinde ekosistemdeki bütün paydaşların koordinasyonu ve iş birliği ile bu yol haritasının uygulanması ülkemizde imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandıracaktır.

Dijitalleşme sürecinde ekosistemdeki bütün paydaşların koordinasyonu ve iş birliği ile bu yol haritasının uygulanması ülkemizde imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandıracaktır.



1 İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü

İmalat sanayinin dijital dönüşümü yeni bir sanayi devrimi niteliğindedir. Dördüncü sanayi devrimi, bundan önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi sanayinin işleyişinde köklü ve küresel ölçekte değişime yol açabilecek potansiyele sahip olduğu için son derece önemlidir.



İmalat sanayinin dijitalleşmesi en genel hatlarıyla nesnelerin interneti, yapay zekâ, ileri analitik gibi dijital teknolojiler ile robotik sistemler, eklemeli imalat gibi ileri üretim teknolojilerinin imalat sanayinde giderek artan nispette ve farklı şekillerde kullanılması süreci olarak tanımlanabilir. Dijital dönüşümün üretimde meydana getireceği etkiyi anlayabilmek için daha önce yaşanan endüstriyel devrimleri ve bunları tetikleyen temel teknolojileri gözden geçirmekte fayda bulunmaktadır [1]. *Birinci sanayi devrimi* 18. yüzyılın sonlarında su ve buhar teknolojilerinin, *ikinci sanayi devrimi* ise elektriğin üretimde kullanılması ile gerçekleşmiştir. İkinci sanayi devrimi ilk montaj hatlarının kullanılmasıyla seri üretime geçilebilmesini sağlamıştır. *Üçüncü sanayi devrimi* ise elektronik ve otomasyon teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde imalat programlanabilir mantık denetleyicisi (PLC) sistemlerin, otomasyon ve robotların kullanılmasıyla kalite, maliyet ve verimlilikte önemli avantajlar sağlamıştır. Sanayi devrimlerinin her biri imalat sanayinin işleyiş şekline etki etmiştir. İmalat sanayinin dijital dönüşümü yeni bir sanayi

devrimi niteliğindedir. Bu nedenle de dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi, bundan önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi sanayinin işleyişinde köklü ve küresel ölçekte değişime yol açabilecek potansiyele sahip olduğu için son derece önemlidir.

Dijital dönüşüm sadece imalat sanayini değil aynı zamanda ekonominin diğer sektörlerini ve sosyal hayatı da etkileyecektir. Dolayısıyla, imalat sanayinin dijitalleşme sürecini daha kapsamlı bir dijital dönüşüm sürecinin parçası olarak değerlendirmek mümkündür. Dijitalleşme süreci sağlıktan eğitime, tarımdan sanayiye sosyal ve iktisadi hayatın tüm alanlarını etkilemektedir. Siber-fiziksel sistemlerde yaşanan gelişmelerle ortaya çıkan dördüncü sanayi devrimi ile özellikle üretim, ulaşım ve hizmetler gibi birçok alanı kapsayan yeni bir dijital ekonomi kavramından bahsedilmeye başlanmıştır. Örneğin, Japonya dijitalleşme sürecini Toplum 5.0¹ olarak tanımlamakta ve bu süreci bilgi toplumunun bir sonraki aşaması

¹ Bu tanıma göre 1.0 Avcı Toplum, 2.0 Tarım Toplumu, 3.0 Sanayi Toplumu, 4.0 Bilgi Toplumu

Dijital dönüşüm sadece imalat sanayini değil aynı zamanda ekonominin diğer sektörlerini ve sosyal hayatı da etkileyecektir. Dolayısıyla, imalat sanayinin dijitalleşme sürecini daha kapsamlı bir dijital dönüşüm sürecinin parçası olarak değerlendirmek mümkündür.

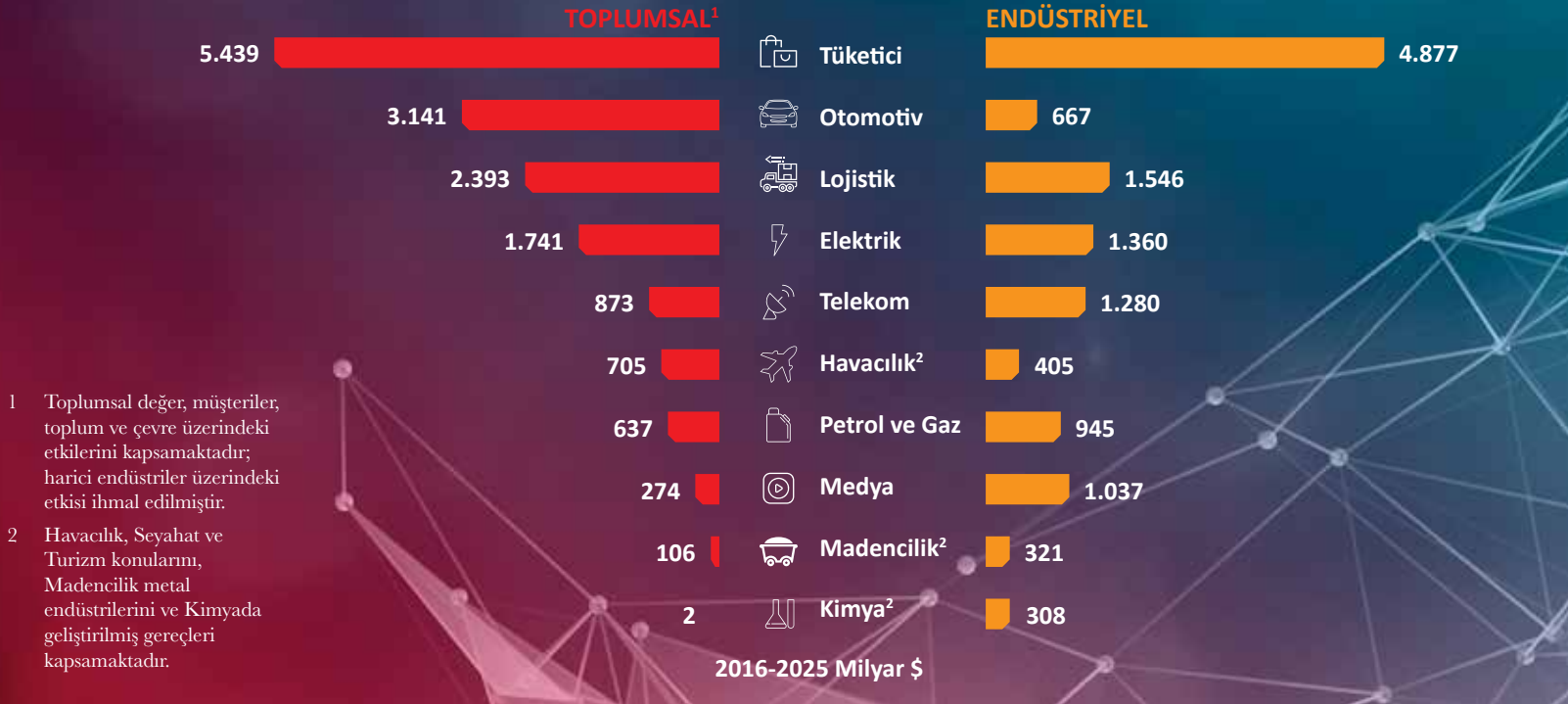
Dünya Ekonomik Forumuna (WEF) göre (2016) dijital dönüşümün sosyal ve ekonomik açılardan yaratacağı değerin 10 yıllık dönemde toplam 100 trilyon dolar olacağı öngörülmektedir.

olarak konumlandırmaktadır [2]. Avrupa Birliği de benzer bir şekilde imalat sanayinin dijital dönüşümü ile ilgili birçok politikasını “Dijital Toplum Yaratmak” üst politikası altında ele almaktadır [3]. Diğer taraftan, farklı ülkelerin imalat sanayinin dijital dönüşümü ile ilgili izledikleri politikalar ve stratejiler incelendiğinde, imalat sanayinin dijital dönüşümünün ulusal dijital dönüşüm politika ve stratejileriyle beraber ele alındığı görülmektedir.

Dünya Ekonomik Forumuna (WEF) göre (2016) dijital dönüşümün

sosyal ve ekonomik açılardan yaratacağı değerin 10 yıllık dönemde toplam 100 trilyon dolar olacağı öngörülmektedir. Dijitalleşmenin diğer sektörlerle beraber toplam net ekonomik faydasının yaklaşık 30 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1) [4]. Dijital dönüşümün en temel teknolojilerinden olan nesnelerin internetinin 2025 yılı itibarıyla yaratacağı ekonomik değerin yılda 4 ila 11 trilyon dolar arasında bir miktara ulaşacağı tahmin edilmektedir [5].

Şekil 1. Dijitalleşmenin sektörel net ekonomik faydası





1.1. Dijital Teknolojiler

Günümüzde dijital teknoloji olarak nitelendirilen teknolojilerin büyük bir kısmı ekonomik ve sosyal hayatın birçok alanında yoğun bir şekilde kullanılıyor olmakla beraber, kullanım oranları hızlı bir şekilde artmaktadır. Dijital teknolojilerin kullanım oranlarının hızlı bir şekilde artması bugüne kadar teknolojik gelişmelerin getirdiği ek faydalar ile kullanım alanlarının derinleşmesi ve yaygınlaşması ile yazılım ve donanım maliyetlerindeki düşüşlerle açıklanmıştır. Diğer bir ifadeyle, dijital teknolojilerin maliyeti düşerken, sağladıkları fayda artmış, dolayısıyla benimsenme ve kullanım oranları da yükselmiştir. Son dönemlerde ise dijital teknolojilerin birbirlerini tamamlayıcı ve birleştirici (kombinasyonel) özellikleri de güçlenmiş, bu sayede oluşturdukları fayda hızlı şekilde artmaya başlamıştır. Örneğin büyük veri ve ileri analitik ile bulut bilişim teknolojileri birleştirildiğinde her iki teknoloji grubunun kendi başlarına yaratacakları ekonomik ve sosyal faydanın toplamından çok daha büyük bir fayda oluşmaktadır. Bu durum, içinden geçmekte olduğumuz dönemdeki dijitalleşme sürecini daha önceki teknolojik

atılımlardan farklı bir noktaya konumlandırmaktadır [6].

Teknolojik ilerleme dijitalleşme sürecinin ana itici güçleri arasında yer alıyor olmakla beraber, dijitalleşme sürecini sadece dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılması olarak ele almak dar bir bakış açısı olacaktır. Dijitalleşme süreci; sanayicinin, çalışanların, üniversitelerin ve kamunun dönüştüğü, yeni iş modellerinin ve iş yapış şekillerinin oluştuğu bir süreçtir. Örneğin, birçok sektörde yaratılan değerden geleneksel oyunculara (imalatçılar, lojistik firmaları vb.) ek olarak dijital platform oyuncularını da pay almaktadır. Bu yönelim geleneksel değer yaratma şekillerinin değiştiğini ve yaratılan değer farklı şekillerde paylaşıldığını göstermektedir.

Dijital dönüşüm teknolojilerini farklı şekillerde sınıflamak mümkündür. Örneğin, TÜBİTAK tarafından hazırlanan “Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası” çalışmasında dijital teknolojiler; dijitalleşme, etkileşim ve geleceğin fabrikaları olmak üzere üç grup altında ele alınmıştır.

Dijitalleşme süreci; sanayicinin, çalışanların, üniversitelerin ve kamunun dönüştüğü, yeni iş modellerinin ve iş yapış şekillerinin oluştuğu bir süreçtir.

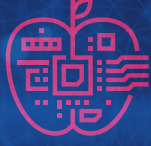
Tablo 1. Akıllı üretim sistemleri teknoloji grupları

		
DİJİTALLEŞME	ETKİLEŞİM	GELECEĞİN FABRİKALARI
Sanallaştırma Siber güvenlik Büyük veri ve bulut bilişim	Nesnelerin interneti Sensör teknolojileri	İleri robotik sistemler Eklemeli imalat Otomasyon ve kontrol sistemleri

Kaynak: TÜBİTAK, 2016

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun (SDDP) çalışmaları kapsamında teknolojiler konusunda çalışmak üzere "Sanayide Dijital Teknolojiler" ve "İleri Üretim Teknolojileri" olmak üzere iki çalışma grubu oluşturulmuştur. Çalışma grupları yaptıkları değerlendirmeler sonucunda her bir çalışma grubu altında aşağıdaki teknolojileri ele almıştır (Tablo 2).

Tablo 2. SDDP Çalışma Grupları tarafından ele alınan teknolojiler

	
SANAYİDE DİJİTAL TEKNOLOJİLER	İLERİ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ
Yatay ve dikey entegrasyon teknolojileri Büyük veri ve ileri analitik Bulut teknolojileri Nesnelerin interneti Yapay zekâ ve akıllı yazılımlar Siber güvenlik	Siber-fiziksel sistemler Otonom Robotlar ve mekatronik sistemler Akıllı ve esnek otomasyon sistemleri Yenilikçi ve akıllı sensörler Eklemeli imalat sistemleri

Kaynak: SDDP, Dijital Teknolojiler ve İleri Üretim Teknikleri Çalışma Grupları Raporları, 2017



1.1.1. Sanayide dijital teknolojiler

SDDP tarafından sanayide dijital teknolojiler altı ana grup altında ele alınmaktadır.

Yatay ve dikey entegrasyon teknolojileri:

Firma değer zincirinin yatay ve dikey unsurlarının kullanıldığı, farklı teknolojiler arasındaki entegrasyonu sağlayan teknolojilerdir. Yatay değer zincirinin dijitalleşmesi, müşterinin irtibatla olduğu şirket ve şirketin tedarikçilerine kadar olan bilgi ve ürün akışını bütünleştirmekte ve optimize etmektedir. Dikey değer zincirinin dijitalleşmesi ise satış, ürün geliştirme, hizmet, üretim, bilişim teknolojileri ve lojistiğe kadar anlamlı bilgi ve denetim akışı ile sağlanmaktadır [1].

Büyük veri ve ileri analitik: Büyük veri, işlenmesi için yenilikçi çözümler gerektiren yüksek hacimli, yüksek hızda ve yüksek değişkenlikteki veri olarak tanımlanmaktadır [7]. İleri analitik ise veri veya içeriğin veri ve metin madenciliği, makine öğrenmesi, kalıp (örüntü) eşleştirmesi, öngörü, görselleştirme, semantik analiz gibi gelişmiş teknik ve araçlar kullanılarak tamamen veya kısmen otonom bir şekilde analiz edilmesi olarak tanımlanmaktadır [8].

Bulut teknolojileri: Bulut teknolojileri bilgi işleme yetkinliklerinin ölçeklenebilir ve esnek bir şekilde internet üzerinden hizmet olarak sunulmasını sağlar [9]. Bulut teknolojileri işletmelerin kendi bünyelerindeki bilgi teknolojileri donanımları yerine, anlık olarak kaynakların artırılıp azaltılabildiği, yönetim maliyetlerinin düşük olduğu, işletmenin fiziksel erişiminden uzak, servis sağlayıcısı tarafından barındırılan sunucu bilgisayarlar üzerinden verilmektedir. Günümüzde bulut teknolojileri doğrudan ya da dolaylı olarak hemen hemen her sektörde çeşitli yazılım ve donanım altyapısı gereksinimleri için kullanılmakta ve çözüm alanında vazgeçilmez bir unsur olmaktadır [1].

Nesnelerin interneti: Nesnelerin interneti temelde fiziksel sistemlerin birbirleriyle iletişim içinde bulunmasından faydalanmaktadır. Bu yapıda, üretimde kullanılan makinelerden, bilgisayarlardan ve/veya otomasyon sistemlerinden veri toplanmakta, toplanan veri, kablolu ve kablosuz haberleşme yöntemleri ile yerel ve küresel sunuculara aktarılmaktadır. Sunucular üzerindeki yazılım çözümleri ile güncel ve geçmiş

Büyük veri, işlenmesi için yenilikçi çözümler gerektiren yüksek hacimli, yüksek hızda ve yüksek değişkenlikteki veri olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde bulut teknolojileri doğrudan ya da dolaylı olarak hemen hemen her sektörde çeşitli yazılım ve donanım altyapısı gereksinimleri için kullanılmakta ve çözüm alanında vazgeçilmez bir unsur olmaktadır.



Yapay zekâ dijital dönüşümde önde gelen tüm ülkelerin öncelikli teknoloji alanları arasında yer almaktadır.

veriler değerlendirilerek, fiziksel sisteme ilişkin eylemler hayata geçirilmektedir. Bu eylemler bazı durumlarda ilgili kullanıcıların bilgilendirilmesi veya ikazı şeklinde gerçekleşirken, başka durumlarda ise üretim sistemlerinde motor hareketi, anahtarlama, çevresel koşulların değişmesi gibi fiziksel değişikliklerle sonuçlanabilmektedir [1].

Yapay zekâ ve akıllı yazılımlar: Yapay zekâ öğrenerek ve öğrendiklerinden kendi çıkarımlarını yaparak insan zekâsını taklit eden teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri sayesinde birçok sistem, araç ve makine, insan müdahalesi olmadan otonom şekilde işler hale gelebilmektedir [10]. İmalat sanayinde yapay zekâ ya da akıllı yazılım çözümleri, değişen ve beklenmeyen ortam şartlarında geçmiş öğrenimlerin ve sistemlerin devamlılığını sağlayarak fayda yaratmaktadır.² Makine öğrenimi, yapay sinir ağları, derin öğrenim, örüntü tanıma gibi alt başlıkları olan; otonom planlama, doğal dil işleme gibi uygulama alanlarına sahip yapay zekâ sistemleri, gelişen donanım altyapıları ve veriye

erişimle desteklenen ve gelişen bulut çözüm algoritmaları sayesinde imalat sanayinde dijital dönüşümde en kritik bilgi teknolojisi unsuru olarak görülmektedir [1]. Bu yüzden, yapay zekâ dijital dönüşümde önde gelen tüm ülkelerin öncelikli teknoloji alanları arasında yer almaktadır.

Siber güvenlik teknolojileri: Siber güvenlik teknolojileri, ağları, bilgisayarları, programları ve verileri siber saldırılardan koruyan teknolojiler olarak tanımlanmaktadır. Sanayide dijital dönüşümün başarılı bir şekilde gerçekleşmesi ve bunun sürdürülebilirliğinin sağlanması için siber güvenlik altyapısı hayati bir önem arz etmektedir. Herhangi bir ürüne ya da üretim altyapısına, amacına ulaşan bir siber saldırı gerçekleştiğinde hataya sebep olan güvenlik açığının kaynağını bulmak günler, haftalar veya aylar sürebilmektedir. Bunu engellemek için tüm süreçlerde uçtan uca güvenlik süreçlerinin tanımlanması ve devreye alınması gerekmektedir [1].

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik: Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Sanayide Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu tarafından ele alınan teknolojilere ek olarak, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve son zamanlarda karma gerçeklik

² Buradaki beklenmeyen durum ve değişiklikler, sadece hata ya da olağandışı durumlardan öte, geleceğin dinamik üretim sistemlerine hizmet edecek otonom ve optimum karar verilmesi gereken durumlar olarak da değerlendirilmelidir.



teknolojilerini de sanayide kullanılan dijital teknolojiler arasında ele almak mümkündür. Gerçek hayatın veya durumların bilgisayar destekli olarak simüle edilmesi ve yapay biçimde yeniden oluşturulması ile kullanıcıyı fiziksel dünyadan soyutlayarak yapay bir gerçeklik tecrübesi sunulması sanal gerçeklik olarak ifade edilmektedir. Artırılmış gerçeklik ise bilgisayarlar tarafından oluşturulan ve duyuşal girdilerle zenginleştirilen unsurların gerçek zamanlı olarak fiziksel dünya ile birleştirilmesi sonucu oluşan, kullanıcıların çevrelerindeki ortam ile etkileşime girebildiği durum olarak ifade edilmektedir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçekliğin üretim süreçlerinde kullanılması verimliliğin artmasını ve maliyetlerin azalmasını sağlayacaktır.

Diğer taraftan, yukarıda bahsedilen teknolojilerin dışında da son zamanlarda *Blokzincir (Blockchain) teknolojisi* verimlilik ve maliyet avantajı sağlayan önemli teknolojik gelişmelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisi, günümüzün önemli problemlerinden olan, tek merkeze dayalı güven sistemlerindeki merkezi güven yapısını dağıtarak, bu sistemlerin

daha verimli çalışmasında oynayabileceği rol nedeniyle dikkat çekici hale gelmiştir. Blokzincir, veri transferi sağlayan mevcut internet ortamında, değerli varlıkların transferine de olanak sağlayarak tüm hayatımızı yeniden şekillendirecek yepyeni bir teknolojiyi adlandıran merkezi olmayan bir şifreleme kayıt defteri olarak tanımlanmaktadır [11].

Blokzincir teknolojisinin ilk uygulamaları daha çok finans sektöründe görülmüş olmakla beraber, başta lojistik ve tedarik zinciri yönetimi olmak üzere imalat sanayini yakından ilgilendiren uygulamalar da yaygınlaşmaya başlamıştır.

1.1.2. İleri üretim teknolojileri

İmalat sanayinde kullanılan ileri üretim teknolojileri beş ana grup altında ele alınmaktadır. Her bir teknoloji grubunun altında kullanım amaçlarına göre çok daha özelleşmiş alt teknoloji alanları da bulunmaktadır. Bu beş ana teknoloji alanı aşağıda açıklanmıştır [12].

Siber-fiziksel sistemler: Siber fiziksel sistemler fiziksel dünyayı sanal bilgi işlem dünyasıyla bağlayan donanım ve yazılım sistemleri bütünüdür. Sanal ve fiziki dünyaları birleştiren siber-fiziksel sistemler birbirleri ile





Otonom robotlar, canlıların işlev ve yaşam biçimlerini taklit eden, programlanabilir yetenek ve zekâya sahip, gelişmiş ve çok disiplinli öğeler içeren makinelerdir.

internet üzerinden ve atanmış bir internet adresi ile haberleşen nesne ve sistemlerin oluşturduğu ağ ve gerçek dünyadaki nesnelerin ve davranışların bilgisayar ortamında simülasyonu ile ortaya çıkan sanal ortam olmak üzere iki önemli unsurdan oluşmaktadır.

Otonom robotlar ve mekatronik sistemler: Otonom robotlar, canlıların işlev ve yaşam biçimlerini taklit eden, programlanabilir yetenek ve zekâya sahip, gelişmiş ve çok disiplinli öğeler içeren makinelerdir. Robotlar kendi içinde endüstriyel robotlar, hizmet robotları gibi alt gruplara sahiptir. Mekatronik sistemler ise akıllı makine, cihaz, sistem ve süreçleri içermektedir. Mekatronik sistemler çevrelerini algılar, algılanan çevre ile ilgili yorum yaparak karar alabilir ve çevrelerini değiştirebilirler. Gelişmiş mekatronik sistemler zaman içerisinde basit makineler yerine çevrelerini değiştirebilen bilgisayar sistemlerine dönüşmüştür.

Akıllı ve esnek otomasyon sistemleri: Akıllı ve esnek otomasyon sistemleri esasen uzun bir süredir imalat sanayinde kullanılmakta olan otomasyon sistemlerinin dijital teknolojilerle geliştirilmiş yeni nesli olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler günümüzde işbirlikçi, akıllı

ve bağlantılı fabrika şeklinde de tanımlanmış ve “geleceğin fabrikası” kavramı ile popülerlik kazanmıştır.

Yenilikçi ve akıllı sensörler: Sensörler uzun süredir hayatımızdadır ve nesnelerin interneti olgusunun gelişmesiyle kullanım alanları hızla artmaktadır. Ancak geleneksel sensörlerin büyük bir kısmının çevrimiçi veri iletim özelliği bulunmamakta, ayrıca imalat süreçlerine doğrudan entegre edilmelerinde de bazı güçlükler yaşanmaktadır. Dolayısıyla, çift yönlü haberleşme ara yüzlerine sahip, doğrudan algılanan veriyi analiz eden, makinelerle kolay ve kusursuz bir şekilde entegre olan ve daha düşük maliyetli sensörlerin üretilmesine yönelik Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir.

Eklemeli imalat sistemleri: Eklemeli imalat belli bir malzemenin katmanlar halinde üst üste eklenerek üretim yapılması anlamına gelmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde eklemeli imalat çok ince katmanlar ile yapılabilir hale gelmiştir. Eklemeli imalat sistemleri, nesneyi ekleme yaparak ürettiği için herhangi bir blok parçayı işlememekte ve CNC (Computer Numerical Control-Bilgisayar Destekli Numerik Kontrolü)



tezgâhları gibi çalışmamaktadır. Bir başka önemli nokta da eklemeli imalat sayesinde bir nesneyi üretmek için geleneksel üretim tekniklerinde olan kalıp ihtiyacının bulunmamasıdır. Nesnenin 3 boyutlu tasarımı makineye aktarılarak herhangi bir ek yöntem kullanmaksızın, birebir üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

1.2. İstihdam ve İşgücü

Dijital teknolojiler şimdiye kadar insanlar tarafından manuel bir şekilde yapılan birçok işin (başta beden işçiliği olmak üzere bilgi gerektiren işler de dâhil) otonom bir şekilde yapılabilmesine olanak tanımakta dolayısıyla da aynı üretimin daha az kişi istihdam edilerek yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda, dijital dönüşümün sağlayacağı ekonomik katkı göz ardı edilirse, dijitalleşme sürecinin işsizliği artıracığı düşünülebilir. Dijitalleşme ile mevcut işlerin teorik olarak %50'sinin otomasyon teknolojileri ile gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir [13]. Diğer taraftan, bundan önceki her sanayi devriminin getirdiği yeni teknik ve teknolojiler de istihdam üzerinde bir baskı oluşturmuş, ancak ekonomideki büyümenin yarattığı

ek istihdam olanakları sayesinde istihdam edilen insan sayısı sürekli artmıştır. Sonuç olarak, dijital dönüşümün istihdam üzerindeki net etkisinin negatif yönlü olacağını söylemek için henüz erkendir.

İlk sanayi devriminden bugüne ülke ekonomileri iki adet yapısal dönüşüm sürecinden geçmiştir. Mekanizasyon, tarım ve imalat sanayinde devrime yol açmış ve kırsal alanlardaki işçilerin kentlere göç etmesine neden olmuştur. 1960'lı yıllardan günümüze kadar yaşanan yapısal dönüşüm ise imalat sanayindeki istihdamı özellikle gelişmiş ekonomilerde hızlı bir şekilde düşürürken hizmet sektörlerinin büyümesini ve daha fazla istihdam yaratmasını sağlamıştır. Geçmişte yaşanan yapısal dönüşümler ekonomilerin teknolojik şoklara ayak uydurduğunu göstermektedir. Ancak bu geçiş süreci onlarca yıl sürebilmektedir ve teknolojik ilerlemenin getirdiği refah artışı her zaman tüm toplum tarafından eşit bir şekilde paylaşılmayabilmektedir [14].

Yapılan bir araştırma kapsamında teknoloji benimsenme hızı konusunda senaryolar geliştirilmiş ve teknoloji benimsenme hızına göre 2030 yılı itibarıyla 400 milyon

Dijitalleşme ile mevcut işlerin %50'sinin otomasyon teknolojileri ile gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir.



***Dijital dönüşüm,
yeni beceri ve
yetkinliklerle
donanmış
bir işgücü
gerektirecektir.
Bu nedenle,
iş gücünün
yeni yetenek
ve beceriler
kazanmasına
yönelik strateji ve
politikalar giderek
artan bir önem
kazanmaktadır.***

ile 800 milyon arasında kişinin mevcut işlerini kaybedebilecekleri, bunlardan 75 milyon ile 375 milyonunun ise yeni beceriler kazanarak başka işleri yapıyor duruma geleceği öngörülmektedir. Diğer taraftan, aynı raporda işgücü talebini artıracak altı önemli katalizörün etkisiyle 900 milyona yakın yeni iş imkânı oluşabileceği de ifade edilmektedir [14]. Dijitalleşmenin ekonomik etkisine yönelik sayısallaştırılmış tahminlerde olduğu gibi dijitalleşmenin iş ve istihdam piyasasına etkilerine yönelik sayısallaştırılmış tahminler de farklılık göstermektedir [15].

Geçmişte (hatta bugün) beden işçiliği yaparak istihdam olanağı bulan birçok kişinin işlerinin ileride robotlar tarafından yapılması kuvvetle muhtemeldir. Dördüncü sanayi devriminden en fazla etkilenecek yüksek, orta ve düşük riskli meslekler arasında bilgisayarlaştırma (bilgisayar temelli otomasyon) olasılığına bağlı olarak ayırım yapılmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) mesleklerin %47'si yüksek risk altındadır. Risk altında olan meslekler; lojistik ve taşımada çalışanlar, ofis ve idari destek görevlileri, üretimde çalışanlardır. Hareketlilik ve beceri

ile ilgili görevlerde insan emeğinin karşılaştırmalı üstünlüğü giderek azalmaktadır [16]. Dijital dönüşüm, yeni beceri ve yetkinliklerle donanmış bir işgücü gerektirecektir. Bu nedenle, iş gücünün yeni yetenek ve beceriler kazanmasına yönelik strateji ve politikalar giderek artan bir önem kazanmaktadır.

ASME (American Society of Mechanical Engineers-Amerikan Makine Mühendisleri Birliği) ve VDI (Verein Deutscher Ingenieure-Alman Mühendisleri Birliği) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında ABD ve Almanya gibi imalat sanayinin güçlü olduğu ülkeler için geleceğin fabrikalarının nasıl olacağına dair bir vizyon geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede yeni teknoloji ve destek sistemlerine güvenin, geleceğin iş ortamında kaçınılmaz bir hal alacağı, sürekli gelişim ve yaşam boyu öğrenmeye yatkınlığın endüstriyel üretim alanındaki değişimler daha dinamik bir hal aldıkça değer kazanacağı değerlendirilmektedir. Bu çalışmaya göre geleceğin fabrikalarında çalışacak işgücü için önerilen teknik ve kişisel nitelik ve beceriler önem bakımından üç ayrı öncelik kategorisine göre Tablo 3'te gösterilmektedir [16].



Tablo 3. Geleceğin fabrikalarında çalışanların nitelik ve becerileri

	Zorunlu	Gerekli	Olabilir
Teknik Nitelik ve Beceri	Bilişim Teknolojileri bilgi ve becerileri	Bilgi yönetimi	Bilgisayar programlama ve kod yazımı
	Veri ve bilgi işleme analizi	Teknoloji ve örgütlenme hakkında disiplinler arası genel bilgi	Teknoloji hakkında uzmanlık bilgisi
	İstatistiki bilgi	İmalat faaliyetleri ve süreçleri hakkında uzmanlık bilgisi	Ergonomi hakkında farkındalık
	Kurumsal işleyiş ve süreçlere ilişkin anlama (kavrama)	Bilişim Teknolojileri güvenliği ve verilerin korunması ile ilgili farkındalık	Hukuki işlere yönelik bilgi ve anlama
	Modern arayüzlerle etkileşime girme becerisi (insan-makina/insan-robot)		
Kişisel Nitelik ve Beceri	Öz yönetim ve zaman yönetimi	Yeni teknolojilere güvenme	
	Değişimlere ayak uydurma becerisi	Sürekli gelişim ve yaşam boyu öğrenmeye yatkınlık	
	Ekip çalışması becerileri		
	Sosyal beceriler		
	İletişim becerileri		

***Dijital
teknolojilerin artan
hız ve nispetlerde
benimsenmesi
geleceğin iş
ortamında köklü
değişikliklere yol
açacaktır.***

Dijital dönüşüm sürecinin işgücünde toplumsal cinsiyet eşitliği açısından riskler yarattığı da açıktır. Dijital teknolojilerin artan hız ve nispetlerde benimsenmesi geleceğin iş ortamında köklü değişikliklere yol açacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi dijital teknolojiler beceri gereksinimi seviyesi düşük (örneğin, beden işçiliği) ve rutin işleri gören işgücüne olan ihtiyacı düşürmesi beklenmektedir. Otomasyonun işgücüne etkilerine cinsiyet boyutuyla yaklaşan çalışmalar birbirinden farklı sonuçlar üretebildiği gibi birbirleriyle çelişen sonuçlar da üretebilmektedir. Örneğin, WEF tarafından yapılan bir çalışmada otomasyonun işgücünde kadınlar ve erkekler arasındaki farkın kadınlar aleyhine açılmasına neden olacağını ifade etmektedir [17]. Diğer taraftan, IFW (Kiel Institute for the World Economy- Kiel Dünya Ekonomi Enstitüsü) tarafından G20 ülkelere yönelik yapılan bir çalışmada ise kadınların artan otomasyon nedeniyle işlerini kaybetme risklerinin erkeklerden daha düşük olduğu iddia edilmektedir [18]. Anılan çalışmada toplumsal cinsiyet eşitliği açısından aşağıdaki bulgulara yer verilmektedir:

- Artan otomasyon nedeniyle kadınların işlerini kaybetme riski erkeklerin işlerini kaybetme riskinden daha düşüktür. Örneğin, İngiltere’de kadınların %44’ü erkeklerin ise %37’si otomasyondan dolayı kaybolma riski düşük olan işlerde çalışmaktadır. Türkiye’de de artan otomasyon nedeniyle kaybolma riski düşük olan işlerde çalışan kadınların toplam kadın istihdamına oranı erkeklerinkinden daha yüksektir.
- Artan otomasyonun işler üzerinde yarattığı risk seviyesi ülkeler arasında çok büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Rusya’da kadınların yaklaşık yarısı otomasyon potansiyeli düşük işlerde çalışırken, Güney Kore’deki kadınların yaklaşık %20’si bu tür işlerde çalışmaktadır.
- Türkiye’de hem kadınların hem erkeklerin yaklaşık %50’si otomasyon potansiyeli yüksek işlerde çalışmaktadır. Otomasyon potansiyeli açısından kadın işgücü erkek işgücüne göre daha polarizedir. Kadınların %90’ı ya otomasyon ihtimali düşük (~%50) ya da otomasyon ihtimali yüksek (~%40) işlerde çalışmaktadır.



Dolayısıyla, dijital dönüşüm sürecinin başta işgücü piyasaları olmak üzere toplumsal cinsiyet eşitliği üzerindeki muhtemel etkileri konusunda farklı öngörüler bulunmaktadır. Bu öngörüler etkinin seviyesi açısından olduğu gibi etkinin yönü açısından da farklılıklar gösterebilmektedir. Bazı öngörüler dijital kapsayıcılık konusunda gerekli tedbirler alınmazsa kadınların dijital dönüşüm sürecinden olumsuz etkilenebileceğini iddia ederken, diğer öngörüler sosyal becerilerinin teknik beceriler ile birleştirildiğinde, kadınların dijital dönüşüm sürecinde erkeklere nazaran daha avantajlı bir konuma gelebileceğine işaret etmektedir.

Yukarıda atıfta bulunulan ve uluslararası mukayeseler içeren çalışmaların bulgularının temkinli bir şekilde ele alınması gerekmektedir.³ Zira toplumsal cinsiyet eşitliği oldukça bağlamsal bir konudur. Türkiye toplumsal cinsiyet eşitliği açısından küresel endekslerde oldukça gerilerde yer almaktadır. Dijital dönüşüm sürecinin toplumsal

³ IFW tarafından yapılan çalışmanın yazarları kullandıkları yöntemin gelişmiş ülkeler için geçerli sonuç vereceğini düşündüklerini ancak gelişmekte olan ülkeler için eriştikleri bulguların aynı geçerlilik seviyesine sahip olmayabileceğinin altını çizmektedir.

cinsiyet eşitliğini güçlendirmesi için gerekli önlemlerin alınması ve dijital dönüşümün toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması açısından bir fırsata dönüştürülmesi gerekmektedir.

1.3. Verimlilik

Küresel hâsıla 1967'den bu yana istihdam ve verimlilik artışları sayesinde hızlı bir şekilde büyümüştür. Ancak düşen doğum oranları ve artan yaşlılık birçok ülke ekonomisinin önümüzdeki 50 yıl içinde istihdam açısından en tepe noktaya ulaşacağına daha sonra da işgücünün giderek azalacağına işaret etmektedir [19]. Dolayısıyla küresel büyüme hızını en azından geçtiğimiz 50 yılın ortalamasında tutabilmek için verimliliğin kayda değer oranda artırılması gerekmektedir.

Bundan önce imalat sanayindeki yapısal dönüşümlerin (otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması, yalın üretim tekniklerinin benimsenmesi vb.) sunduğu verimlilik artışı olanaklarının büyük kısmı kullanılmıştır. Verimlilik seviyeleri işletmeden işletmeye farklılık gösterse de işgücüne yönelik kaydedilebilecek verimlilik artışları sınıra dayanmış bulunmaktadır. Dijital teknolojiler ise verimlilik sınırlarını zorlamakta

Dijital teknolojiler verimlilik sınırlarını zorlamakta ve geleneksel yöntemlerin ötesinde verimlilik artışlarını mümkün hale getirmektedir.



Dijital teknolojilerin imalat sanayinin verimliliğine etkisinin hesaplanmasına yönelik analizlerin sonuçları ülkeden ülkeye, sektörden sektöre hatta fabrikadan fabrikaya farklılık göstermektedir.

ve geleneksel yöntemlerin ötesinde verimlilik artışlarını mümkün hale getirmektedir.

Dijital teknolojilerin kaynak kullanımı ve süreç yönetimi, varlık kullanımı, işgücü verimliliği, stok yönetimi, kalite yönetimi, arz-talep dengesinin sağlanması, pazara iniş süresi, hizmetler (satış sonrası hizmetler vb.) gibi süreçlerde verimliliği artırma potansiyeli bulunmaktadır (Şekil 2) [20].

Dijital teknolojilerin imalat sanayinin verimliliğine etkisinin hesaplanmasına yönelik analizlerin sonuçları ülkeden ülkeye, sektörden sektöre hatta fabrikadan fabrikaya farklılık göstermektedir. Örneğin, OEM (Original Equipment

Manufacturer-Orijinal Ekipman Üreticileri) olarak otomotiv imalatı varlık yoğun bir sektördür ve bu sektörde varlık kullanımını optimize edecek dijital teknolojilerin yaratacağı muhtemel etki daha yüksektir. Kimya sektöründe ise işletmelerin kaynak ve süreç optimizasyonunu sağlayan dijital teknolojilerden daha fazla fayda görmesi beklenebilir.

Diğer taraftan birçok dijital teknoloji işletme değer zinciri bazında değerlendirildiğinde bu tür teknolojilerin ürün geliştirmeden Ar-Ge ve yeniliğe, tedarik zinciri yönetiminden satış ve pazarlama işlevlerine kadar firma değer zincirinin birçok noktasında değer oluşturduğu görülecektir.



Şekil 2. Dijital teknolojilerin üretim sürecindeki etki potansiyeli

KALDIRAÇLAR	AÇIKLAMA/ÖRNEK	ETKİ POTANSİYELİ
 Arz/Talep Yönetimi	Büyük veri analiziyle müşteri tercihlerine göre üretim	%80-85 tahmin gücü
 İşgücü Verimliliği	Robot kullanımı Otomatik süreç kontrolü	%45-55 işgücü verimlilik artışı
 Varlık Yönetimi	Bakımın sadece ihtiyaç halinde yapılması Arızaların azaltılması	%30-50 varlıkların etkin yönetilmesi
 Stok Yönetimi	Akıllı depolama sistemleri	%20-50 stok maliyetinde düşüş
 Pazara Erişim Süresi	Üç boyutlu baskı makineleri ile hızlı prototipleme kısa ürün geliştirme süreleri	%20-50 pazara erişim süresinde kısalma
 Satış Sonrası Hizmetler	Uzaktan erişim, kontrol ve tamir	%10-40 bakım maliyetlerinde azalma
 Kalite Yönetimi	Üretim aşamasında hataların kök nedenlerinin tespiti ve çözümü	%10-20 kalite maliyetinde düşüş
 Süreç ve Kaynak Verimliliği	RFID teknolojisi ile konum tespiti Otomatik stok siparişleri	%3-5 verimlilik artışı

Kaynak: McKinsey&Company, 2015

2 Ülkeler Politikaları

İmalat sanayinin dijitalleşmesi birçok ülke için çok önemli ve öncelikli politika alanları arasında yer almaktadır.



İmalat sanayinin dijitalleşmesi birçok ülke için çok önemli ve öncelikli politika alanları arasında yer almaktadır. İmalat sanayinin dijital dönüşümü konusundaki ülke uygulamaları incelendiğinde dört hususun ön plana çıktığı görülmektedir:

- *Eğitim altyapısının geliştirilmesi:*
İncelenen örneklerin birçoğunda işletmelerin özellikle de KOBİ'lerin dijital dönüşüm ile ilgili farkındalığının (siber güvenlik gibi) artırılmasının önemli bir öncelik olduğu gözlemlenmektedir. KOBİ'lerin dijital dönüşüm konusundaki yetkinliklerinin artırılması amacıyla dijital dönüşüm merkezi, mükemmeliyet merkezi gibi uygulamalar hayata geçirilmiş bulunmaktadır. İşgücünün dijital yetkinlikleri kazanması istisnasız her örnekte ön plana çıkan politika alanlarından birisidir. Ayrıca eğitim ve öğretmenlerin yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik önlemler de alınmıştır.
- *Kullanıcıların desteklenmesi:*
İncelenen örneklerin bir kısmında imalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşümünü kolaylaştırmak için

işletmelere teknik ve mali destek sağlanmasına yönelik önlemler yer almaktadır. Bu önlemler genellikle merkezi veya ilgili ülkenin idari yapılanmasına göre bölgesel düzeyde uygulanan destek programlarını içermektedir.

- *Ulusal tedarikçilerin desteklenmesi:*
İncelenen tüm ülkeler dijital teknoloji ürün ve hizmetleri geliştiren işletmelerin Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerine ek olarak ticarileştirme ve ölçeklendirme faaliyetlerine de destek sağlamak için önlem almıştır. Bu amaçla inovasyon merkezleri kurulduğu gibi özel fonlar da oluşturulmuştur.
- *Veri iletişim altyapısının güçlendirilmesi:*
İncelenen ülkelerin birçoğu dijital altyapının (5G ağları dâhil) güçlendirilmesine yönelik somut hedefler belirlemiştir. Diğer taraftan, veri iletişiminde standardizasyonun sağlanması da birçok ülkenin önceliği arasında yer almaktadır.

Yukarıda dört başlık altında ele alınan konular, dijital dönüşüm yolculuğunun ana eylem alanları olarak nitelendirilebilir.

Ülkeler genel olarak imalat sanayinin dijital dönüşümü konusundaki yaklaşımlarını idari yapıları ile ekonomilerinin ve imalat sanayilerinin mevcut durumunu göz önünde bulundurarak şekillendirmektedir.

Şekil 3. Dijitalleşme politika uygulamalarına ilişkin ülke örnekleri



AVRUPA BİRLİĞİ

Avrupa 2020 kapsamında **Dijital Gündem** hazırlandı
Sanayinin dijitalleşmesi stratejisi geliştirildi
Temel teknolojilerde Ar-Ge ve yenilik için **100 milyar dolarlık hibe programı** oluşturuldu.



İNGİLTERE

Yapay Zeka sanayi stratejisinin ana unsurlarından biri
Catapult merkezleri ile dijital dönüşüm destekleniyor



ÇİN

Made in China 2025 stratejisi hazırlandı
Dijitalleşmeye **mega fonlarla** destek olunuyor
Yüksek teknoloji inkübatörü 1600 firma için **230 milyar dolar** seviyesinde **girişim sermayesi fonu** oluşturdu



ALMANYA

Endüstri 4.0 platformu oluşturuldu
Ulusal dijital ajans kurulması planlanıyor



HOLLANDA

Dijital dönüşüm stratejisini hazırladı
Field Lab (dijital mükemmeliyet merkezleri) ağı oluşturdu



JAPONYA

Toplum 5.0 kavramı ile dijital dönüşümü ekonominin ve toplumun dönüşümü dönüşümü olarak görüyor



FRANSA

Geleceğin Sanayi Stratejisi hazırlandı
Kritik teknoloji ve sektörler için stratejiler belirlendi
Geleceğin Endüstrileri Programı için **10 milyar dolar** kredi bütçesi ayırdı



ABD

"Amerika Üretiyor" programı başlatıldı
Ulusal İmalatta Yenilik Enstitüleri Ağı kuruldu



GÜNEY KORE

Akıllı Sanayi Stratejisini hazırladı
Eklemeli imalat alanında tasarımcı ordusu yetiştiriyor



Ülkeler dijital dönüşüm sürecini farklı finansman mekanizmalarıyla desteklemektedir. İncelenen ülke örneklerinin büyük bir bölümünde dijital teknolojiler konusunda temel Ar-Ge'ye ek olarak uygulamalı Ar-Ge faaliyetlerinin kamu tarafından desteklenmesine yönelik modeller oluşturulmuştur. Uygulamalı Ar-Ge faaliyetleri genellikle ilk yatırım maliyetlerinin büyük kısmının, işletme maliyetlerinin ise bir kısmının (örneğin, 1/3) kamu tarafından karşılandığı uygulamalı Ar-Ge/yenilik merkezleri üzerinden desteklenmektedir. Örneğin İngiltere'de, teknoloji tedarikçilerinin uzun vadeli finansmana erişimine yönelik özel kredi programları tasarlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Ülke örneklerinin önemli bir kısmında dijital teknoloji girişimcilerinin sermaye yatırımı almalarını kolaylaştıracak fonların fonu ve girişim sermayesi fonu gibi uygulamalar da hayata geçirilmiştir.

Ülkelerin dijitalleşme politikalarında KOBİ'ler öncelikli konulardan biri olarak yer almaktadır. KOBİ'lerin değer zincirlerine ve üretim ağlarına entegre olabilmeleri için

yeni sanayi devrimi standartlarına uyum sağlamaları gerekmektedir. Bu açıdan, kamu destekli fonlar KOBİ'lerin dijital dönüşümleri için oldukça önemli görülmektedir. Sanayileşmiş birçok ülkede, KOBİ'lerin dijitalleşme sürecine yardımcı olacak programlar yürütülmektedir. Bu programlar, KOBİ'lerin dijital dönüşümde büyük ölçekli firmaların gerisinde kalmamaları için dijital teknolojilerde yatırımlarını artırmayı amaçlamaktadır. AB ülkeleri gerek AB fonları gerekse ulusal fonlarla KOBİ'leri desteklemektedir. Örneğin, Avrupa Komisyonu "Dijitalleşen Avrupa Sanayisi" girişimi, dijital yenilik merkezlerine Ufuk 2020 kapsamında 500 milyon avro'luk yatırım yapmaktadır [21]. Diğer bir örnek, "Geleceğin Fabrikaları" girişimi, 7. Çerçeve Programı döneminde başlayan ve Ufuk 2020 kapsamında da devam eden 1,5 milyar avro bütçeye sahip önemli bir kamu-özel iş birliği girişimidir. Girişim kapsamında, özellikle Avrupalı KOBİ'lerin küresel rekabet edebilirliğini artırmak

Ülke örneklerinin önemli bir kısmında dijital teknoloji girişimcilerinin sermaye yatırımı almalarını kolaylaştıracak fonların fonu ve girişim sermayesi fonu gibi uygulamalar da hayata geçirilmiştir.

**Ülkelerin
dijitalleşme
politikalarında
KOBİ'ler öncelikli
konulardan
biri olarak yer
almaktadır.**

amacıyla temel etkinleştirme teknolojilerini yoğun kullanmaları hedeflenmektedir [22].

Ülke incelemeleri kamunun desteklenecek dijital teknolojilerin belirlenmesi konusunda yetkinlik ve fırsat tabanlı, stratejik bir yaklaşım sergilediğini de göstermektedir. Örneğin, ABD Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi 2016 yılında yayımladığı raporda ileri üretim açısından teknoloji önceliklerini belirlemiş [23], takiben özel önem atfedilen yapay zekâ teknolojileri konusunda ayrı bir strateji ve eylem planı hazırlamıştır [24]. İngiltere ise yapay zekâyı sanayi stratejisinin yapıtaşlarından birisi olarak konumlandırmıştır.

İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini akıllı fabrikalar kavramı ile sınai kalkınma gündemine sokan Güney Kore Hükümeti, 2018 yılının ilk çeyreğinde yaptığı açıklamalarla imalat sanayinin dijital dönüşümüne yapacağı yatırımları artıracığını ifade etmiştir. Güney Kore Ticaret, Sanayi ve Enerji Bakanlığı bu doğrultuda beş öncelik belirlemiştir:

Otonom araçlar, nesnelerin interneti teknolojileri ile donatılmış elektronik ürünler, yarı iletkenler ve ekranlar, biyo-sağlık ve yenilenebilir enerji. Bu alanlara, 2018 yılında 844 milyon dolar kaynak aktarılması ve 2022 yılı itibarıyla bu beş alanda yapılan Ar-Ge harcamalarının toplam Ar-Ge harcamaları içindeki payının %30'dan %50'ye çıkarılması hedeflenmektedir [25].

Fransa, *Geleceğin Endüstrileri Programı* kapsamında robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, yüksek performanslı programlama, bulut bilişim ve artırılmış gerçeklik alanlarına ve enerji verimliliği sağlayan arabalar ve elektrikli uçaklar gibi özellikli ürünlere odaklanmıştır. Fransa, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti ve eklemeli imalat alanlarında Avrupa'da ve dünyada lider ülke olmasını sağlayacak tedarik teknolojilerinin geliştirilmesi bileşeni için 730 milyon avroluk finansman ayırmıştır. Özellikle robot teknolojisi, dijitalleşme ya da enerji verimliliği alanında projeleri olan KOBİ'lere



yaklaşık 1 milyar avro tutarında kredi sunmaktadır [26].

Hollanda da imalat sanayinin dijital dönüşümü konusunda somut adımlar atmakta olan ülkeler arasında yer almaktadır. “Akıllı Endüstri” başlığı altında yürütülen çalışmalar kapsamında 2018 yılı itibarıyla sayıları 32’ye ulaşan ve *Field Labs* olarak adlandırılan yenilik merkezleri önemli bir yer tutmaktadır.

Hollanda’nın Akıllı Endüstri stratejisi bölgesel/yerel yenilik ekosistemlerine özel bir önem atfetmektedir [27].

Japonya, 5. Bilim ve Teknoloji Temel Planı’nda, siber teknolojilerin entegrasyonu ile ekonomik büyümeye yol açacak ve toplumsal sorunlara çözüm getirecek “Toplum 5.0” vizyonunu belirlemiştir. Bu vizyonu gerçekleştirmek amacıyla bilim, teknoloji ve inovasyonun temellerini güçlendirmek ve gelişmiş teknolojileri tüm sektörlerle ve sosyal yaşama dâhil etmek için beş odak stratejik alan belirlenmiştir: Koruyucu sağlık hizmetleri, mobilite, tedarik zinciri, akıllı şehirler (altyapı) ve finansal hizmetler (fintech)

[28]. Bu vizyonla dördüncü sanayi devriminin yeniliklerini tüm sektörlerle ve sosyal hayata dâhil ederek çeşitli sosyal zorlukları çözebileceği bir toplum yaratmak amaçlanmaktadır. Böylece sürekli olarak yeni değerlerin ve hizmetlerin geliştirildiği, insanların yaşamlarını daha uyumlu ve sürdürülebilir hale getiren bir geleceğin toplumu hedeflenmektedir [29] .

Dijital dönüşüme yönelik politikalar geliştirme ve uygulama açısından öne çıkan ülkelerden bazıları aşağıda detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2.1. Almanya

Almanya, imalat sanayinde dijital dönüşüm konusundaki lider ülkeler arasında yer almaktadır. Almanya’nın güçlü bir imalat sanayinin ve Ar-Ge ekosisteminin olması bu ülkeyi imalat sanayinin dijital dönüşümünde dijital teknolojilerin kullanımında ve geliştirilmesinde doğal bir lider haline getirmektedir.

Almanya dijital dönüşüm ile alakalı olarak kısa sürede sanayinin önde gelen şirketlerinden oluşan bir Endüstri 4.0 platformu oluşturmuş

Almanya, imalat sanayinde dijital dönüşüm konusundaki lider ülkeler arasında yer almaktadır.

**Almanya'nın
Dijital 2025
Stratejisi AB'nin
Dijital Tek Pazar
politikasını
ulusal düzenleyici
çerçeveye ilişkin
perspektifin
odağına
yerleştirmiştir.**

ve “2025 Dijital Stratejisi”ni yayımlamıştır. Bu strateji belgesinde, “Geleceğe doğru 10 adım” belirlenmiştir [30]:

1. *2025'e kadar Almanya için gigabit fiber optik ağ oluşturmak:* Mevcut veri iletişim altyapısının ve stratejisinin (geniş bant stratejisi dâhil) dijital dönüşümün ihtiyaçları için yetersiz kalacağı düşünülmekte, bu nedenle evlere kadar gigabit hızında simetrik internet erişimi sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca, özellikle 5G perspektifiyle mobil internet altyapısının ve standartlarının oluşturulmasında etkin bir rol üstlenilmesi amaçlanmaktadır.
2. *“Yeni girişim” dönemini başlatmak:* Almanya'nın dijital stratejisi girişimciliğe önemli bir rol biçmektedir. Strateji Almanya'da son dönemlerde girişimcilik konusunda elde edilen gelişmeleri (örneğin, girişim sermayesi yatırımlarındaki artış) not etmekte, ancak yeni kurulan şirketlere yardımcı olma ve bu şirketlerle büyük ve daha olgunlaşmış şirketler arasında iş birliğini teşvik etme gibi önlemler içermektedir.
3. *Düzenleyici çerçeveyi daha fazla yatırım ve yenilik getirecek şekilde oluşturmak:* Almanya'nın Dijital 2025 Stratejisi AB'nin Dijital Tek Pazar politikasını ulusal düzenleyici çerçeveye ilişkin perspektifin odağına yerleştirmiştir. Diğer taraftan, strateji belgesinde “*dijital kanunname düzenlenmesi*”, yeni iş modelleri ve teknolojilerin test edileceği “*düzenleyici çerçeve deneme alanları kurulması*” ile “*rekabet kanunlarının modernizasyonu*” yönünde öneriler yer almaktadır.
4. *Ekonominin kilit ticari altyapı alanlarında “akıllı ağları” teşvik etmek:* Strateji belgesi enerji, altyapı, sağlık, eğitim ve kamu yönetimi gibi temel altyapıların akıllı ağlarla yönetilmesinin dijitalleşme açısından önemini vurgulamaktadır.
5. *Veri güvenliğini güçlendirmek ve bilgiye dayalı otonomluğu geliştirmek:* Strateji belgesi verinin dijital ekonominin ana hammaddesi olduğunu kabul etmekte ve veri güvenliğinin sağlanması için her türlü önlemin alınması gerektiğini ifade etmektedir. Strateji KOBİ'lerin bu konudaki ihtiyaçlarına dikkat çekmekte ve kamunun KOBİ'leri



- veri güvenliği konusunda desteklemesini önermektedir.
6. *KOBİ'ler için yeni iş modellerine imkân sağlamak*: Strateji Belgesi KOBİ'lerin büyük kısmının dijitalleşmenin önemini kavradığını ancak yarısından azının bu konuda açık bir stratejisi olduğunu ifade etmekte ve KOBİ'lerin dijitalleşmesini kolaylaştırmak amacıyla “*Dijital Ol*” ve “*Yenilikçi Ol*” programları kapsamında KOBİ'lere teknik ve mali destek sağlanmaya devam edileceğini ifade etmektedir [31], [32]. Strateji belgesine göre ülke sathında dijital yetkinlik ve mükemmeliyet merkezleri kurulumuna da devam edilecektir.
7. *Almanya'yı bir üretim bölgesi olarak modernize edecek şekilde Endüstri 4.0'dan faydalanmak*: Strateji Belgesi Almanya'yı dijital teknolojilerin tedariki ve kullanımı konusunda dünya lideri haline getirmeyi ve bu vesileyle de ülkeyi yatırım yapılan en modern yer haline dönüştürmeyi amaçlamaktadır.
8. *Dijital teknoloji araştırma, geliştirme ve yeniliklerinde mükemmelliği*

yakalamak: Strateji Belgesi Alman işletmelerin araştırma bütçelerinin %14'ünü dijital teknolojilerin ticari uygulamalarına ayırırken, ABD'deki işletmelerin bu konuda Alman işletmelere göre iki kat daha fazla kaynak ayırdığını ifade etmektedir. Belge önemli ve umut vaat eden teknoloji alanları olarak katmanlı üretime, hizmet robotiğine, akıllı evlere ve bulut teknolojilerine atıfta bulunmaktadır. Strateji belgesinde spesifik teknolojilere odaklanan destek programlarının uygulanacağı, ayrıca Ar-Ge ve yeniliği teşvik etmek için ek vergi teşviklerinin getirileceği ifade edilmektedir.

9. *Hayatın her aşaması için dijital eğitimi başlatmak*: Strateji Belgesi ilköğretimden yükseköğretime kadar, mesleki eğitimi ve hayat boyu öğrenimi de kapsayacak şekilde eğitim ve öğretimin her alanında iddialı hedefler içermektedir. Bu hedefler işgücüne dijital beceriler kazandırılmasına ek olarak, eğitim içeriklerinin dijitalleştirilmesi gibi unsurları da içermektedir.

***Strateji Belgesi
Almanya'yı
dijital
teknolojilerin
tedariki ve
kullanımı
konusunda
dünya lideri
haline getirmeyi
ve bu vesileyle
de ülkeyi
yatırım yapılan
en modern
yer haline
dönüştürmeyi
amaçlamaktadır.***

**Almanya'nın
Dijital Ol
Programı
kapsamında
KOBİ'lere teknik
ve mali destek
sağlanmaya
başlanmış,
bu amaçla
KOBİ'lerin
danışmanlık
alabileceği
işletmeler
akredite
edilmiştir.**

10. *Modern bir mükemmelliyet merkezi olarak Dijital Ajans oluşturmak:* Strateji belgesi (1) kamu, özel sektör, sivil toplum ve akademideki yetkinlikleri bir havuzda toplamak, (2) dijitalleşme konusundaki politik gündemi desteklemek ve (3) dijitalleşme konusundaki yetkinlikleri sürdürülebilir bir şekilde geliştirmek için federal bir ajans kurulmasını önermektedir. Bu tür bir ajansın kurulmasının temel gerekçesi olarak da dijitalleşebilmek için çok boyutlu ve çok disiplinli bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir.

Almanya yukarıda özetlenen ve 10 maddeden oluşan stratejinin yayımlanmasını takiben stratejide belirtilen birçok alanda somut adımlar atmıştır. Örneğin, *Dijital Ol Programı* kapsamında KOBİ'lere teknik ve mali destek sağlanmaya başlanmış, bu amaçla KOBİ'lerin danışmanlık alabileceği işletmeler akredite edilmiştir. Endüstri 4.0 Platformu standardizasyon ve referans mimari konusunda çalışmalarına hız vermiş, hatta uluslararası işbirlikleri yapmaya başlamıştır [33].

2.2. İngiltere

İngiltere Sanayi Stratejisi beş bileşenden oluşmaktadır. İmalat sanayinin dijital dönüşümü bu beş başlıktan birisi olmasa da her başlığın altında kapsamlı bir şekilde ele alınmakta, dolayısıyla da İngiltere'nin yeni sanayi stratejisinde önemli bir yer tutmaktadır [34].

1. *Fikirler:* İngiltere Ar-Ge harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasılaya oranını 2027 yılına kadar %2,4'e çıkarmayı hedeflemektedir. Bu amaçla, Ar-Ge vergi kredileri oranının %12'ye çıkarılması, ayrıca yenilik alanındaki projeler için Sanayi Stratejisi Fonuna 725 milyon sterlin aktarılması planlanmaktadır.⁴ Strateji Belgesi İngiltere'nin Ar-Ge'nin araştırma kısmında başarılı olduğunu belirtmekte ve fikirlerin ticarileştirmesini de içeren geliştirme kısmında ise ilerleme olduğunu ifade

⁴ Sanayi Strateji Fonu imalat sanayinin dijitalleşmesi konusunda Yapay Zekâ ve Veri Teknolojilerini ön plana çıkarmaktadır. Ancak diğer öncelik alanları da örneğin hassas tarımın geliştirilmesi, yaşlılık, enerji vb. dijital teknolojilere dayanmaktadır. Dolayısıyla, yenilik fonunun önemli kısmının ya doğrudan ya da dolaylı olarak imalat sanayinde dijital dönüşüm sürecini destekleyeceği söylenebilir.



- etmektedir. Bu amaçla 50 milyon sterlin tutarında pilot mahiyette *İnovasyon Kredisi Programı*'nın devreye sokulması ve ticarileştirme aşamasına gelmiş ancak geleneksel finansman kaynaklarına (banka kredilerine) ulaşamayan işletmelerin ürün ticarileştirme faaliyetlerinin desteklenmesi planlanmaktadır.
2. *İnsanlar*: Strateji Belgesi bu alanda üç anahtar politika içermektedir. Bu üç politika alanının ikisinde dijital yetenek ve becerilerin geliştirilmesine doğrudan atıf yapılmakta ve bu alanda yaklaşık 500 milyon sterlin tutarında yatırım yapılacağı ifade edilmektedir. Örneğin, sadece siber güvenlik alanında yeni nesil yetenek ve becerilerin geliştirilmesi için 20 milyon sterlin yatırım yapılması planlanmakta ve 2021 yılına kadar bu alanda 6.000 kişinin eğitilmiş olması hedeflenmektedir. Stratejide ayrıca bilgisayar konusunda eğitim veren 8.000 öğretmenin beceri ve yeteneklerinin çağın gereksinimleri doğrultusunda yükseltileceği de ifade edilmektedir.
 3. *Altyapı*: Dijital altyapının geliştirilmesi için 2023 yılına kadar 1 milyar sterlinden fazla kamu yatırımı yapılacağı ifade edilmektedir. Altyapı bölümünün diğer kısımlarında enerji ve ulaştırma altyapısına yapılacak yatırımlar ve bu sektörlerdeki öncelikler yer almaktadır.
 4. *İş Ortamı*: İş ortamını geliştirmek için üç anahtar politika alanı belirlenmiştir. Bunlardan birincisi sektör anlaşmaları olarak ifade edilmektedir. Sektör anlaşmaları dört alanı kapsamaktadır: Yaşam bilimleri, otomotiv, yapay zekâ ve inşaat. İş ortamı başlığı altındaki ikinci ve üçüncü anahtar politika alanları sırasıyla yatırımların ve verimliliğin artırılmasına yönelik hedef ve önlemler içermektedir.
 5. *Mekânsal gelişim*: Bu başlık altında ulusal imalat sanayi stratejisinin bölgesel boyutu ele alınmaktadır. Strateji kapsamında kümelenme yaklaşımıyla imalat sanayinde dijital teknolojilerin geliştirilmesi hedeflenmekte, ayrıca akıllı şehir uygulamalarının da dijital dönüşüme katkı yapacak şekilde ele alınacağı ifade edilmektedir.

İngiltere'de dijital altyapının geliştirilmesi için 2023 yılına kadar 1 milyar sterlinden fazla kamu yatırımı yapılacağı ifade edilmektedir.

**ABD uzun
bir süredir
imalat sanayi
işletmelerini
ülkeye çekmeye
yönelik iddialı
politikalar
izlemektedir.**

Stratejinin onaylanmasını takiben Strateji Belgesi'nde yer alan önlemler hayata geçirilmeye başlanmıştır. Örneğin, *Innovate UK* altında ticarileştirmenin desteklenmesi amacıyla yukarıda da bahsedilen pilot kredi programı başlatılmıştır. Program dâhilinde KOBİ'lere 0,1 ile 1 milyon sterlin arasında kredi verilmektedir. Krediyi hak kazanan işletmeler 5 yıla kadar sadece kredinin faizini, 5 yıldan sonra 10'uncu yıla kadar kredinin faizini ve anaparasını ödemekle yükümlüdür. Faiz oranı pazardaki oranların altında belirlenmiş (yılda %3,7) ve sabitlenmiştir [35].

2.3. Amerika Birleşik Devletleri

ABD uzun bir süredir imalat sanayi işletmelerini ülkeye çekmeye yönelik iddialı politikalar izlemektedir. İlk olarak 2011 yılında ABD Başkanı'na bağlı Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi (PCAST)⁵ tarafından AMP (Advanced Manufacturing Partnership-İleri Üretim Ortaklığı) kurulması önerilmiştir. Önerinin

uygun bulunmasıyla oluşan ortaklık 2012 yılında ileri üretim konusunda ABD'nin rekabetçiliğini sağlamak amacıyla geliştirilen önerilerden oluşan bir rapor hazırlayarak Başkan'a sunmuştur [36], [37]. Bu rapor sunumunun ardından;

- Üretimde İnovasyon Ulusal Ağı (NNMI)⁶ tasarımına yönelik ilk rapor hazırlanmıştır (Ocak 2013) [38].
- AMP daha sonra AMP Yönlendirme Komitesi (AMP 2.0) şeklinde yeniden yapılandırılmış ve ABD'nin ileri üretim rekabetçiliğini artırmak için aşağıdaki önerileri getirmiştir [39]:
 - Yeniliğin yapılabilir hale getirilmesi,
 - İmalat sanayinde ABD'nin rekabetçiliğini garanti altına alacak bir strateji geliştirilmesi
 - İleri üretim danışma kurulu oluşturulması
 - İleri üretim konusunda kamu-özel ortaklıklarından

⁵ President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)

⁶ The National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)



- oluşacak Ar-Ge altyapısının güçlendirilmesi
- İmalat teknolojilerinin birlikte çalışabilirliğini sağlayacak standartların geliştirilmesi
- NNMI'nın kurulması
- İşgücünün geliştirilmesi,
 - İmalat sanayi konusunda kamuoyunun algısını olumlu yönde değiştirecek kampanyalar yapılması
 - İşgücü yetiştirilmesi için özel sektör yatırımlarını çekecek önlemler alınması
 - Online eğitim ve akreditasyon programlarına federal fonlarla mali destek sağlanması
 - Eğitim müfredat ve materyallerinin ileri üretim teknolojilerinin ihtiyaçları doğrultusunda güncellenmesi
- İş ortamının geliştirilmesi,
 - KOBİ'lerin ileri üretim konusundaki farkındalık ve yetkinliklerinin artırılması için ekosistem paydaşlarının kaldıraç olarak kullanılması
 - Kamu-özel ortaklığında ileri üretim teknolojilerine yönelik ölçeklendirme fonu kurulması
 - Kongre Amerika'da Üretim ve Yeniliğin Yeniden Canlandırılması Kanunu'nu onamıştır (2014) [36].

NNMI programı, üniversite ve özel sektör ortaklığında ileri üretim alanlarında kurulacak enstitüleri desteklemektedir. Program teknolojik hazırlık seviyesi (TRL) açısından bakıldığında TRL4-TRL7 seviyelerini, üretim hazırlık seviyeleri (MRL) açısından değerlendirildiğinde de MRL4-MRL7 seviyelerini hedeflemektedir [40]. Diğer bir ifadeyle, NNMI programı kavramsal kanıtı tamamlanmış (TRL3/MRL3) teknolojileri ve ürünleri üretime hazır prototip aşamasına ulaştırmayı amaçlamaktadır. Hâlihazırda 13 NNMI desteklenmektedir (Ocak 2018) [41].

Programa ilişkin yıllık rapor programın performansı açısından aşağıdaki saptamaları yapmaktadır [42]:

ABD'de Üretimde İnovasyon Ulusal Ağı (NNMI) programı, üniversite ve özel sektör ortaklığında ileri üretim alanlarında kurulacak enstitüleri desteklemektedir.

**ABD’de tamamen
özel sektör
tarafından
hayata geçirilmiş
işbirlikleri de
bulunmaktadır.
Endüstriyel
İnternet
Konsorsiyumu da
bu oluşumlardan
birisidir**

- *Yenilik ekosistemi üzerindeki etki:* Program kapsamında kurulan enstitülerle 830 kurum/kuruluş/akademisyen üyelik anlaşması imzalamıştır. Bunların 187’si büyük işletme (500’den fazla işçi çalıştıran), 361’i KOBİ (500’den az işçi çalıştıran), 177’si akademik üye, 105’i kamu, araştırma merkezi, sivil toplum kuruluşu (STK) gibi kurumlardan oluşmaktadır.
- *Mali kaldıraç:* Kamu 2016 yılında (program dışındaki federal fonlar dâhil) 218,92 milyon dolar eş finansman sağlamıştır.
- *Teknolojik ilerleme:* Program kapsamında 2016 yılında yürütülen 191 projeye toplam 333,81 milyon dolar yatırım yapılmış olup, teknik hedeflerin gerçekleşmesi %82’ye ulaşmıştır.
- *İleri üretim işgücünün geliştirilmesi:* Program kapsamında uygulanan projelerde 23.560 öğrenci yer almıştır. Hâlihazırda bir işyerinde çalışmakta olan 3.386 kişi sertifikasyona tabi eğitim programlarına katılmıştır. Ayrıca enstitüler tarafından 1.023 eğitmen/öğretmen eğitilerek

eğitmen ve öğretmenlerin becerileri geliştirilmiştir.

NNMI programı, ABD hükümeti tarafından *Manufacturing USA* şemsiye programı kapsamında yürütülen programlardan birisi olup, ileri üretim teknik ve teknolojileri de dâhil olmak üzere imalat sanayinin dijitalleşmesinde kritik rolü olan teknolojilere odaklanmaktadır. ABD hükümeti tarafından üretimin yeniden ABD’ye çekilmesine yönelik çabalar (vergi indirimleri dâhil) çok yönlü bir şekilde devam ettirilmektedir.

ABD’de tamamen özel sektör tarafından hayata geçirilmiş işbirlikleri de bulunmaktadır. *Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu* da bu oluşumlardan birisidir [43].

- Konsorsiyum nesnelerin internetine dayalı akıllı cihazlar ve sistemlerin güvenli bir şekilde yaygınlaştırılmasını sağlamak amacıyla özel sektörün öncülüğünde oluşturulmuştur.
- Konsorsiyum birlikte çalışabilirlik standartları ve ortak mimari kuralları geliştirerek bilgi paylaşımını en üst düzeye çıkarmak suretiyle endüstriyel



internet uygulamalarından değer yaratmaya odaklanmaktadır.

- Konsorsiyum başlangıçta ABD menşeli Cisco, General Electric, Intel, IBM ve AT&T tarafından kurulmuştur. Konsorsiyuma büyük işletmelerin yanında kamu kuruluşları, KOBİ'ler, üniversiteler ve STK'lar da katılabilmektedir. Konsorsiyumun ABD'li kuruluşların dışında Kore, Japonya ve Çin'den de şirket, üniversite veya araştırma kuruluşu düzeyinde üyeleri bulunmaktadır. Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD) de konsorsiyum üyeleri arasında yer almaktadır [44].

Ayrıca ABD hükümeti "Ulusal Yapay Zekâ Araştırma ve Geliştirme Stratejik Planı"nı 2016 yılında yayımlamıştır [24].

2.4. Çin

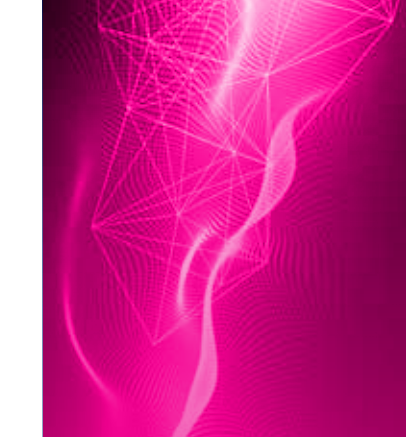
Çin Hükümeti bir taraftan düşük maliyetli üretimin ülkesinden gitmesini istemediği için Çin'de yerleşik işletmelere üretimlerini Çin içinde daha düşük maliyetli bölgelere kaydırmaları için destek olmakta, diğer taraftan da ortalama gelir seviyesini artırmak için katma

değerli üretimi ülkesine çekmeye çalışmaktadır. Çin hükümeti kapanan işletme istatistiklerini açıklamamaktadır. Ancak son dönemde hazır giyim ürünleri imalatı, deri ürünleri imalatı gibi konularda imalat yapan işletmelerin Güneydoğu Asya'nın daha ucuz yerlerine (Vietnam vb.) kaydığına dair güçlü emareler bulunmaktadır [45].

Made in China 2025 adı altında yayımlanan sanayi stratejisinin hedefleri incelendiğinde Çin'in imalat sanayinin rekabet gücünün artırılmasında dijital dönüşüme özel bir önem verdiği görülmektedir. Örneğin, Çin 2015 yılında %50 olan genişbant penetrasyon oranını 2025'te %82'ye, 2015 yılında %58 olan dijital teknoloji penetrasyon oranını ise %84'e yükseltmeyi hedeflemektedir.

Strateji belgesi sanayi ve teknoloji ekosisteminin hemen her alanında makro ve mikro reformlar yapılacağını ifade etmektedir. Stratejide, imalatla yerli içeriğin payının 2020 yılı itibarıyla %40'a, 2025'te ise %70'e yükseltilmesi

Made in China 2025 adı altında yayımlanan sanayi stratejisinin hedefleri incelendiğinde Çin'in imalat sanayinin rekabet gücünün artırılmasında dijital dönüşüme özel bir önem verdiği görülmektedir.



***Dijital Gündem
bilgi ve iletişim
teknolojilerinin
getirdiği
potansiyelden
yararlanılarak
yenilikçiliğin
geliştirilmesine
ve ekonomik
büyümenin
sürdürülmesine
odaklanmaktadır.***

gibi oldukça iddialı hedefler de yer almaktadır.

Strateji sanayinin geneline yönelik olsa da ileri bilgi teknolojileri, robotik ve otomasyon, uzay ve havacılık teçhizatı, denizcilik teçhizatı ve yüksek teknoloji gemicilik, modern demiryolu teçhizatı, ulaştırma araçları ve donanımları, güç teçhizatı, tarımsal teçhizat, yeni malzemeler ve biyolojik ilaç ile ileri tıbbi cihazlar olmak üzere 10 alana öncelik verileceği ifade edilmektedir.

Çin hükümeti anılan stratejinin hayata geçirilmesi için ciddi yatırımlar yapmayı planlamaktadır. Örneğin, İleri İmalat Sanayi Yatırım Fonu (3 milyar dolar), Gelişen Endüstriler Yatırım Fonu (6 milyar dolar), Made in China 2025 Stratejik İş birliği Anlaşması (44,8 milyar dolar), Yatırım Fonu (150 milyar dolar, yarı iletkenler sektöründe işletmelerin yatırım ve birleşmelerinin finansmanı amacıyla) [46]. Anılan fonlarla bir taraftan ülkenin Ar-Ge ve yenilik altyapısının güçlendirilmesi (yenilik merkezleri vb.), diğer taraftan da işletme yatırımlarının finanse edilmesi planlanmaktadır. Çin 2 milyar dolar

yatırımla yapay zekâ araştırma parkı kurma yönünde bir planı olduğunu açıklamıştır [47].

Çin'in ekonomisi dijitalleşme yolunda önemli bir mesafe kaydetmiştir. Çin'deki e-ticaret ödemeleri küresel e-ticaret ödemelerinin %42,4'ünü (2016) oluşturmaktadır. Çin'deki mobil ödemelerin miktarı 790 milyar dolara ulaşmış olup, ABD'de yapılan mobil ödemelerin yaklaşık 11 katıdır (2016) [48].

2.5. Avrupa Birliği

Avrupa 2020 Stratejisi'nin yedi yapıtaşından birisi olarak tanımlanmış olan "Dijital Gündem" ilk olarak 2010 yılında yayımlanmıştır. Dijital Gündem bilgi ve iletişim teknolojilerinin getirdiği potansiyelden yararlanılarak yenilikçiliğin geliştirilmesine ve ekonomik büyümenin sürdürülmesine odaklanmaktadır. Bu strateji kapsamında 6 ana alanda politikalara yer verilmiştir [49]:

1. Dijital tek pazarın

oluşturulması: Dijital Gündem çerçevesinde "AB Dijital Tek Pazar Stratejisi" 2015 yılında



yayımlanmıştır. Strateji üç bileşenden oluşmaktadır:

- *Avrupa sathında bireylere ve işletmelere daha iyi şartlarda çevrimiçi erişim sağlanması:* Bu bileşen altında başta e-ticaretin kolaylaştırılması, elektronik içeriğe erişimin adil koşullarda paylaşılması olmak üzere beş eylem alanı tanımlanmıştır.
- *İleri dijital ağlar ve yenilikçi hizmetler için doğru ve adil ortamın oluşturulması:* Bu bileşen altında telekomünikasyon sektörüne yönelik düzenlemelerin yapılması, çevrimiçi platformlara yönelik elverişli bir düzenleyici çerçeve oluşturulması ve veri güvenliğinin sağlanması gibi konular ele alınmaktadır.
- *Dijital ekonominin büyüme potansiyelinin maksimize edilmesi:* Bu bileşen kapsamında veri ekonomisinin oluşturulması, standardizasyon ve birlikte çalışabilirlik, kapsayıcı bir dijital ekonomi gibi konulara yer verilmektedir.

Dijital Tek Pazar Stratejisinin ara dönem değerlendirmesinde altyapılar, dijital beceriler, imalat

sanayinin dijitalleşmesi, yüksek performanslı bilgi işlem, yapay zekâ, e-devlet ile sağlık ve bakım konularının AB'nin dijital ekonomi açısından faydaları vurgulanmıştır [50].

2. Birlikte çalışabilirlik:

AB içerisinde cihazların, uygulamaların, veri merkezlerinin ve ağların birlikte çalışabilirliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Gündem bu konuda sadece sanayi sektörünü değil sağlık gibi diğer sektörleri de kapsamaktadır. İmalat sanayi kapsamında birlikte çalışabilirlik standartlarının geliştirilmesi imalat sanayinin dijitalleştirilmesi kapsamında ayrıca ele alınmaktadır. İmalat sanayi açısından beş öncelik alanı belirlenmiştir: 5G, bulut bilişim, nesnelerin interneti, veri teknolojileri ve siber güvenlik. AB bu alanlarda standart geliştirilmesine yönelik Ar-Ge faaliyetlerini eş-financeman yöntemiyle desteklemektedir.

3. Çevrimiçi güven ve

güvenlik: AB bu politika alanı kapsamında çevrimiçi işlemlere olan güvenin artırılmasını ve

İmalat sanayi açısından beş öncelik alanı belirlenmiştir: 5G, bulut bilişim, nesnelerin interneti, veri teknolojileri ve siber güvenlik. AB bu alanlarda standart geliştirilmesine yönelik Ar-Ge faaliyetlerini eş-financeman yöntemiyle desteklemektedir.

**Komisyon Avrupa
için Yeni Beceriler
Gündemi
hazırlamış
olup, üye
ülkelerden ulusal
dijital beceri
stratejilerini
geliştirmesini
talep etmiştir.**

çevrimiçi işlemlerin güvenliğinin sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu konuda AB'nin referans politika dokümanı 2013 yılında yayımlanmış olan "Siber Güvenlik Stratejisi"dir.

4. Herkes için hızlı internet erişiminin sağlanması: Bu bileşen kapsamında 2025 yılı itibarıyla 5G ağlarının kırsal alanlar ve ana ulaşım arkları dâhil olmak üzere Avrupa coğrafyasını kapsamayı ve tüm Avrupa hane halklarına 100 Mbps hızında internet erişimi sağlanması gibi hedefler yer almaktadır. Bu bileşenin ana referans noktası ise Avrupa Komisyonu'nun "Avrupa Gigabit Toplumu için Bağlanabilirlik Stratejisi"dir [51].

5. Araştırma ve yeniliğe yatırım: Gündemin beşinci bileşeni dijital gündemi destekleyecek Ar-Ge ve yenilik programlarını (Horizon 2020 vb.), bilgi ve iletişim teknolojileri kuponlarını, KOBİ desteklerini kapsamaktadır.

6. Dijital okuryazarlığın, becerilerin ve kapsayıcılığın

geliştirilmesi: Bu bileşen bir taraftan toplumun farkındalığını artırmayı amaçlarken diğer taraftan işgücünün beceri ve yeteneklerini geliştirmeye yönelik önlemler içermektedir (örneğin, Dijital Beceriler ve İşler Koalisyonu). Komisyon Avrupa için Yeni Beceriler Gündemi hazırlamış olup, üye ülkelerden ulusal dijital beceri stratejilerini geliştirmesini talep etmiştir.

Yukarıda da özetlendiği gibi, AB'nin Dijital Gündemi imalat sanayinin ötesinde ekonomik ve sosyal hayatın tüm aşamalarına etki edecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak, AB imalat sanayinin dijitalleşmesine özel bir önem vermektedir. Bu amaçla dijital yenilik için 37 milyar avro, yenilik merkezleri için 5,5 milyar avro, yeni nesil elektronik bileşenlerin ilk üretim hatları için 6,3 milyar avro ve AB Bulut Girişimi için 6,7 milyar avro olmak üzere toplamda 55 milyar avrodan fazla kaynak ayrılmıştır [52].



3 Türkiye’de Mevcut Durum

Ülkemizin 2023 hedefleri kapsamında, dünyanın en büyük 10 ekonomisi arasına girmesi ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki oranının %1’den %3’e çıkarılması için dijitalleşme önemli araçlardan bir tanesidir.



3.1. İmalat Sanayinin Yapısı

İmalat Sanayi:

2017 yılında imalat sanayinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki payı %17,5 ve toplam ihracat içindeki payı %93,7 olarak gerçekleşmiştir. İmalat sanayinin ihracattaki yüksek teknoloji ürünlerin payı %3,9 olup, ülkemizin dünya ihracatından aldığı pay %0,97 olarak gerçekleşmiştir. İmalat sanayi 2016 yılında 3,7 milyon kişi ile toplam istihdamın %13,6'sını oluşturmaktadır. Bu oran %24,4'lük dünya ortalamasının oldukça altındadır. Türkiye'nin 2016 yılındaki küresel imalat rekabetçilik endeksindeki (Global Manufacturing Competitiveness Index) sıralaması 16'dır [53]. Ülkemizin rekabetçi konumunun güçlendirilmesi ve dünya ihracatından aldığı payın artırılması amacıyla, üretim ve ihracatımızın yüksek katma değerli ve teknoloji yoğun bir yapıya kavuşturulması ve KOBİ'lerin üretim ve yönetim yapılarının geliştirilmesi için imalat sanayimizin yapısal bir dönüşüme ihtiyacı bulunmaktadır. Bu dönüşüm, imalat sanayinin

küresel değer zincirindeki konumu açısından da önem taşımaktadır.

Ülkemizin 2023 hedefleri kapsamında, dünyanın en büyük 10 ekonomisi arasına girmesi ve Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki oranının %1'den %3'e çıkarılması için dijitalleşme önemli araçlardan bir tanesidir. Bu bağlamda, dijitalleşme faaliyetlerinin ekonomik değere dönüştürülebilmesi için nitelikli bir imalat sanayi yapısına sahip olması gerekmektedir.

Girişimcilik ve KOBİ'ler:

KOBİ'ler, toplam girişimlerin %99,1'ini ve istihdamın %54,5'ini (2016) oluşturmaktadır. Katma değer %53,5'ini, yatırımların %55'ini ve ihracatın %55,1'ini (2015) karşılayan KOBİ'ler ülkemiz ekonomisinde önemli bir role sahiptir. Bununla birlikte, yenilikçilik tabanlı iş modellerine sahip, ekonomide yaratıcı yıkım sürecini hızlandıran, ekonominin teknolojik içeriğini zenginleştiren, verimlilik düzeyini artıran ve yüksek katma değerli ürün geliştiren girişimciler ekonominin kritik unsurlarından biridir.

Ülkemizin rekabetçi konumunun güçlendirilmesi ve dünya ihracatından aldığı payın artırılması amacıyla, üretim ve ihracatımızın yüksek katma değerli ve teknoloji yoğun bir yapıya kavuşturulması ve KOBİ'lerin üretim ve yönetim yapılarının geliştirilmesi için imalat sanayimizin yapısal bir dönüşüme ihtiyacı bulunmaktadır.



*Ülkemizde
imalat sanayi
alanında
faaliyet gösteren
KOBİ'lerin
önemli bir kısmı
OSB'lerde,
teknoloji ve
Ar-Ge yoğun
faaliyette
bulunan firmalar
da TGB'lerde yer
almaktadır.*

Ülkemizde girişimcilere yönelik yatırımlar incelendiğinde 2017'de 167 işletmenin yatırım aldığı; toplamda ise 177 milyon dolarlık melek yatırım, girişim sermayesi ve özel sermaye yatırımı yapıldığı gözlenmiştir. Kişi başı start-up yatırım miktarında bugün 1,3 dolar olan tutar, AB'nin ilk 10 ekonomisindeki en düşük değere sahip olan İspanya'da 12,7 dolardır. 2017 yılının ilk dokuz ayı itibarıyla girişimciler ve KOBİ'ler konusundaki devlet desteklerinin toplam hacmi kredilerle birlikte 216 milyar TL'yi geçmiştir. Kredi Garanti Fonu ve Hazine tarafından verilen kefalet ve yaratılan toplam kredi hacmi 192 milyar TL'yi geçmiştir. KOSGEB kredi ve faiz destekleri, OSB ve TGB'lere kullandırılan kamu kaynakları ile TÜBİTAK girişimcilik desteklerinin toplamı 1,7 milyar TL düzeyindedir [54].

Dijitalleşmeyle birlikte KOBİ'lerin rekabet edebilirlik, yetkin işgücü ve finansman ihtiyacının artması beklenmektedir. Bu kapsamda KOBİ'lerin Ar-Ge, yenilikçilik, üretim altyapıları gibi hususlarda

güçlendirilmesi ve girişimcilik ekosisteminin daha etkin bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

Organize Sanayi Bölgeleri ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri:

Ülkemizde imalat sanayi alanında faaliyet gösteren KOBİ'lerin önemli bir kısmı OSB'lerde, teknoloji ve Ar-Ge yoğun faaliyette bulunan firmalar da TGB'lerde yer almaktadır. KOBİ'lere nitelikli altyapı ve diğer destekleyici hizmetleri sunan her iki planlı bölge tipinin sayısında son yıllarda önemli bir artış yaşanmaktadır.

Türkiye'de OSB'ler sanayileşme ve kentleşme tarihinin önemli politika araçlarından biridir. Türkiye'ye özgü bir model olan OSB'ler gerekli olan yatırım yerini ve altyapıyı girişimcilere sunmaktadır. Son yıllarda Türkiye'de sanayi bölgelerinin mekânsal gelişimi açısından çok önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Türkiye'de ilan edilen OSB sayısı 312 olup 2017 sonu itibarıyla tamamlanan OSB sayısı 177'dir. Bu bölgelerde faaliyet gösteren firmaların sayısı ise 50 bini ve söz konusu firmalarda istihdam sayısı ise 1,7 milyonu geçmiştir. 2018 Yatırım Programında 104



Dijitalleşmeyle birlikte KOBİ'lerin rekabet edebilirlik, yetkin işgücü ve finansman ihtiyacının artması beklenmektedir. Bu kapsamda KOBİ'lerin Ar-Ge, yenilikçilik, üretim altyapıları gibi hususlarda güçlendirilmesi ve girişimcilik ekosisteminin daha etkin bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

OSB projesi yer almaktadır. Türkiye verimliliğe dayalı bir ekonomiden yenilikçiliğe dayalı bir ekonomik yapıya ve dijitalleşmeye geçerken, OSB'ler ve burada faaliyet gösteren işletmelerin temel ihtiyaçları da değişmektedir. İşletmelerin ihtiyaçları ve öncelikleri değişirken Ar-Ge, dijitalleşme ve küresel pazarlama gibi alanlar önemli hale gelmiştir.

Geçmişte Türk sanayisi açısından başarı örneği olan OSB'lerin, dijital dönüşümle birlikte bu sürecin gerektirdiği yenilik, verimlilik ve dijital kapasitelerinin artırılmasında bir arayüz olacak şekilde yeniden yapılandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda TGB'lerin sayısında da önemli bir büyüme görülmüş olup 2018 yılı Nisan ayı itibarıyla faal TGB sayısı 56'ya ulaşmıştır. TGB'lerde faaliyet gösteren toplam 4.916 işletme 57,8 milyar satış yapmış ve 3,4 milyar dolar

ile ihracata katkıda bulunmuştur. Toplam personel sayısının büyük kısmını Ar-Ge çalışmalarında görev alan 37.525 personel oluşturmaktadır. Bununla birlikte, TGB'lerde 27.749 tamamlanmış ve 8.316 devam eden proje yürütülmektedir.

TGB'lerin coğrafi dağılımına bakıldığında büyük şehirlerde (İstanbul, Ankara, İzmir) sayısının diğer şehirlere kıyasla fazla olduğu görülmektedir. TGB'lerde yer alan işletmelerin sektörel dağılımına bakıldığında yazılım ile bilgisayar ve iletişim teknolojileri sektörlerinde faaliyet gösteren işletmelerin toplam işletmelerin yarısından fazlasını oluşturduğu görülmektedir. TGB'lerde dijital teknolojilerle ilgili proje yürüten işletmelerin dağılımı Şekil 4'te yer almaktadır. TGB'deki işletmelerin en fazla yapay zekâ, büyük veri ve ileri analitik ile sanallaştırma alanlarında proje yürüttükleri gözlenmektedir.

Şekil 4. TGB'lerdeki işletmelerde yürütülen dijital teknoloji projelerinin dağılımı

	TGB Firma Sayısı
Yapay Zeka	94
Büyük veri ve ileri analitik	70
Sanallaştırma (artırılmış/sanal gerçeklik)	62
Bulut Bilişim	46
Nesnelerin interneti	27
Siber Güvenlik	22
Endüstriyel Otomasyon ve Robotik Teknolojiler	13
Yeni nesil (akıllı) sensör teknolojileri	13
Eklemeli imalat	7
Toplam	354*

Kaynak: BSTB Ar-Ge Web Portalı, 2018

*32 İşletmede birden fazla teknoloji girilmiş olup, mükerrer işletmeler çıkarıldığında işletme sayısı 322'dir.

Ar-Ge Merkezleri:

Ar-Ge ve yenilikçilik faaliyetleri ülkemiz sanayinin daha rekabetçi, modern ve üretim gücü daha yüksek bir yapıya kavuşturulmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen Ar-Ge Merkezleri de bu anlamda sanayimizin Ar-Ge ve yenilikçilik alanlarındaki ihtiyaçları

doğrultusunda faaliyet göstermekte ve özellikle de sanayimizin dijital dönüşümü sürecinde ihtiyaç duyulan teknolojilerin hem geliştirilmesi hem de kullanılmasında kritik yapılar olarak ön plana çıkmaktadır.

Türkiye'de toplam 893 Ar-Ge Merkezi olup yaklaşık 47.000 Ar-Ge personeli çalışmaktadır. En fazla Ar-Ge Merkezine sahip



iller sırasıyla; İstanbul, Kocaeli, Bursa, Ankara ve İzmir'dir. Ar-Ge Merkezlerinin %23'ü yazılım, bilgi ve iletişim teknolojileri ile elektronik sektörlerinde faaliyet göstermektedir. Ar-Ge Merkezlerinde dijital teknolojilerle ilgili proje yürüten

işletmelerin dağılımı Şekil 5'te yer almaktadır. Ar-Ge Merkezlerinin en fazla büyük veri ve ileri analitik, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve sanallaştırma (artırılmış/sanal gerçeklik) alanlarında proje yürüttükleri gözlenmektedir.

Şekil 5. Ar-Ge Merkezlerinde yürütülen dijital teknoloji projelerinin dağılımı

	Ar-Ge Merkezi Sayısı
Yapay Zeka	22
Büyük veri ve ileri analitik	32
Sanallaştırma (artırılmış/sanal gerçeklik)	15
Bulut Bilişim	8
Nesnelerin interneti	15
Siber Güvenlik	4
Endüstriyel Otomasyon ve Robotik Teknolojiler	7
Yeni nesil (akıllı) sensör teknolojileri	8
Eklemeli imalat	14
Toplam	125*

Kaynak: BSTB Ar-Ge Web Portalı, 2018

* 23 Ar-Ge Merkezinde birden fazla teknoloji girilmiş olup, mükerrer işletmeler çıkarıldığında firma sayısı 102'dir.

Tematik araştırma merkezleri, belli bir bilimsel alanda uzmanlaşmış ve bu alanda ulusal ve bölgesel düzeyde araştırma faaliyetini yürütme kapasitesine sahip araştırma birimleridir. Bu altyapılar aracılığıyla ileri düzeyde araştırma yapma imkânı oluşturulması, araştırmacı insan kaynağının nicelik ve nitelik yönünden geliştirilmesi ve üniversite-sanayi iş birliğine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Araştırma Altyapıları:

Kamu tarafından kurulan veya kurulmasına katkıda bulunulan araştırma altyapılarının bilgi üretimi ve teknoloji geliştirilmesi kapsamında oynadığı rol giderek artmaktadır. Değişik kesimlerden paydaşları bir araya getirerek toplumun karşılaştığı sorunlara çözüm bulma ve yeni fırsatları değerlendirme hususunda önemli bir araç olan araştırma altyapıları bilim topluluklarının şekillenmesi ve işbirlikleri kurulmasının yanı sıra nitelikli insan gücünün çekilmesi ve üretilen bilginin özel sektörle paylaşılmasına da önemli katkılar sağlamaktadır.

2000'li yıllardan itibaren, Kalkınma Bakanlığı tarafından üniversitelerde ve kamu kurumlarında belirli teknoloji alanlarında ilgili paydaşları bir araya getirmeyi amaçlayan araştırma altyapılarının kurulmasına ve kapasitelerinin güçlendirilmesine yönelik faaliyetler desteklenmektedir. Bu amaçla 2017 yılı fiyatlarıyla yaklaşık 6 milyar TL kaynak tahsis edilmiştir. Araştırma altyapısı destekleri merkezi ve tematik araştırma merkezleri olarak sağlanmaktadır.

Tematik araştırma merkezleri, belli bir bilimsel alanda uzmanlaşmış

ve bu alanda ulusal ve bölgesel düzeyde araştırma faaliyeti yürütme kapasitesine sahip araştırma birimleridir. Bu altyapılar aracılığıyla ileri düzeyde araştırma yapma imkânı oluşturulması, araştırmacı insan kaynağının nicelik ve nitelik yönünden geliştirilmesi ve üniversite-sanayi iş birliğine katkı sağlanması amaçlanmaktadır. 2017 yılı itibarıyla, 131 tematik araştırma merkezi projesi tamamlanmış olup, 109 proje ise devam etmektedir. Bu araştırma altyapıları ağırlıklı olarak sağlık, havacılık ve uzay, bilgi ve iletişim, makine-imalat, savunma ve nanoteknoloji alanlarında faaliyet göstermektedir.

3.2. İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm

İmalat sanayinde dijital dönüşümden temel beklenti, imalat sanayi işletmelerinin üretim süreçlerini ve iş modellerini, dijital teknolojilerin getirdiği hız, verimlilik, esneklik ve kalite artışı sağlayan uygulamalardan azami ölçüde faydalanabilecek şekilde geliştirerek ülkemizde yaratılan katma değer artırılması ve ülkemizin rekabetçiliğinin geliştirilmesidir.

Diğer taraftan, dijital dönüşüm sürecinde ulusal teknoloji



Dijital dönüşüm sürecinin verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için işletmelerin üretim süreçlerinde kullandıkları teknolojilere ek olarak, yönetim anlayışlarını, organizasyon yapılarını ve iş yapış kültürlerini de dönüştürmeleri gerekmektedir.

tedarikçileri de üretecekleri dijital teknoloji ürün, hizmet ve çözümleriyle ülkemizin rekabetçi pozisyonunun korunmasında ve geliştirilmesinde kritik rol oynayacaktır.

Dijital dönüşüm sürecinin verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için işletmelerin üretim süreçlerinde kullandıkları teknolojilere ek olarak, yönetim anlayışlarını, organizasyon yapılarını ve iş yapış kültürlerini de dönüştürmeleri gerekmektedir. İşletmelerimizdeki dönüşüm süreci öncelikli olarak üst yönetim tarafından sahiplenilmeli ve organizasyon yapısı dijital dönüşümün gerçekleşmesine olanak sağlayacak şekilde gözden geçirilmelidir. Ayrıca değişime karşı ortaya çıkabilecek muhtemel dirence

yönelik işletmelerde yenilikçilik kültürü de geliştirilmelidir.

İşletmeler yeni teknolojiler geliştirebilmek için teknik ve mali desteğe ihtiyaç duymaktadır. Bu kapsamda üniversitelerle iş birliği ve mevcut teknolojilerin işletmelere kazandırılmasında destek ve teşviklere ihtiyaç duymaktadırlar. İşletmelerin yanı sıra kamu kurumları, üniversiteler, STK'lar ve finans kuruluşları gibi kurum/kuruluşların da yer aldığı dönüşümü destekleyici bir ekosistemin varlığı dijital dönüşümün başarısı ve sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynamaktadır.

İmalat sanayinin dijital dönüşümüne yönelik yapılan çalışmalar ve planlanan faaliyetler aşağıda özet olarak gösterilmiştir (Şekil 6).

Şekil 6. İmalat sanayinin dijital dönüşümü faaliyetleri





Ülkemiz açısından mevcut durum incelendiğinde, imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecine yönelik faaliyetlere 2016 yılı Şubat ayında gerçekleştirilen Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) toplantısında alınan karar ile başlanmıştır. Bu kapsamda BTYK toplantısının 2016/101 numaralı “Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması” kararı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK dijital dönüşüm sürecinde görevlendirilmiştir. İlgili BTYK kararı doğrultusunda ülkemiz sanayiinin yüksek teknoloji üretiminde uluslararası rekabet gücünün artırılmasını sağlayacak akıllı üretim sistemlerine geçiş amacıyla,

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı;

- Ülkemizin dinamiklerine uygun yürütme, uygulama ve izleme modelinin eğitim, istihdam ve sektörel politikalar ile ilgili analizleri de kapsayacak şekilde ilgili sektör paydaşları eşgüdümünde geliştirilmesi,
- Kritik ve öncü teknolojilerin yerli işletmelerimiz tarafından üretilmelerini sağlayacak üretim altyapılarına yönelik, pilot üretim ve gösterim desteklerini

de kapsayacak şekilde, gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi,

TÜBİTAK ise;

- Kritik ve öncü teknolojilerde (öncelikle siber fiziksel sistemler, yapay zekâ/sensör/robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim vb.) yetkinlik kazanılmasını sağlayacak hedef odaklı Ar-Ge çalışmalarının artırılması

konularında sorumlu kuruluşlar olarak belirlenmiştir.

Söz konusu BTYK kararına göre ülkemizde imalat sanayinin dijital dönüşümüne yönelik politika ve strateji geliştirilmesi ile bunların uygulanmasına yönelik faaliyetler Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda gerçekleştirilmektedir.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından sanayinin dijital dönüşümüne yönelik çalışmalara, söz konusu BTYK kararı doğrultusunda 2016 yılının ilk yarısında başlanmıştır. Bu çalışmalarda, ilgili sivil toplum kuruluşları ve kamu kurum ve kuruluşları ile toplantılar

BTYK toplantısının 2016/101 numaralı “Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması” kararı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK dijital dönüşüm sürecinde görevlendirilmiştir.



Sanayide dijital dönüşüm sürecini hızlandırmak ve yol haritasının ortaya konulması amacıyla ilgili paydaşları kapsayıcı bir yaklaşımla bir araya getiren bir model geliştirilmiştir.

gerçekleştirilerek mevcut durum ve dünyadaki gelişmeler, ülke politikaları ve stratejileri incelenerek ilgili tarafları kapsayıcı bir platform oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu kapsamda, sanayide dijital dönüşüm sürecini hızlandırmak ve yol haritasının ortaya konulması amacıyla ilgili paydaşları kapsayıcı bir yaklaşımla bir araya getiren bir model geliştirilmiştir. Modelin geliştirilmesi sürecinde dünya uygulamaları, ülkemiz sanayinin yapısı ve gelecek öngörülerine ilgili

paydaşlarla birlikte değerlendirilmiş, 28 Aralık 2016 tarihinde Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu faaliyetlerine başlamıştır.

Platform ile birlikte imalat sanayinin dijital dönüşümü için üretim kapasitesinin güçlendirilmesi, teknoloji üretimi ve teknolojinin etkin biçimde kullanımı için dijital yetkinliklerin artırılması planlanmıştır. Platformun yapısı ve platformun ilk dönem görev dağılımı Şekil 7’de yer almaktadır.





Şekil 7. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu yapısı





Platform çalışma grupları, ülkemizdeki mevcut durumun analizi, dünyadaki gelişmelerin incelenmesi ve eylem önerilerinin geliştirilmesine yönelik toplantılar, çalıştaylar ve etkinlikleri yürüterek ilgili raporları hazırlamışlardır.

Platformun İcra Kurulu; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanı başkanlığında, TOBB, TİM, TÜSİAD, MÜSİAD, YASED ve TTGV Başkanlarından oluşmaktadır. Platform çatısı altında sanayinin dijital dönüşümüne yönelik; altyapı, açık inovasyon, sanayide dijital teknolojiler, ileri üretim teknikleri, standartlar, mevzuat, patent ve eğitim başlıklarında çalışma grupları oluşturulmuştur. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda Ekonomi Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, TÜBİTAK, KOSGEB, TÜRKPATENT, TSE, BTK, YÖK ile üniversiteler ve özel sektörden platform çalışma gruplarına katılım sağlanmıştır.

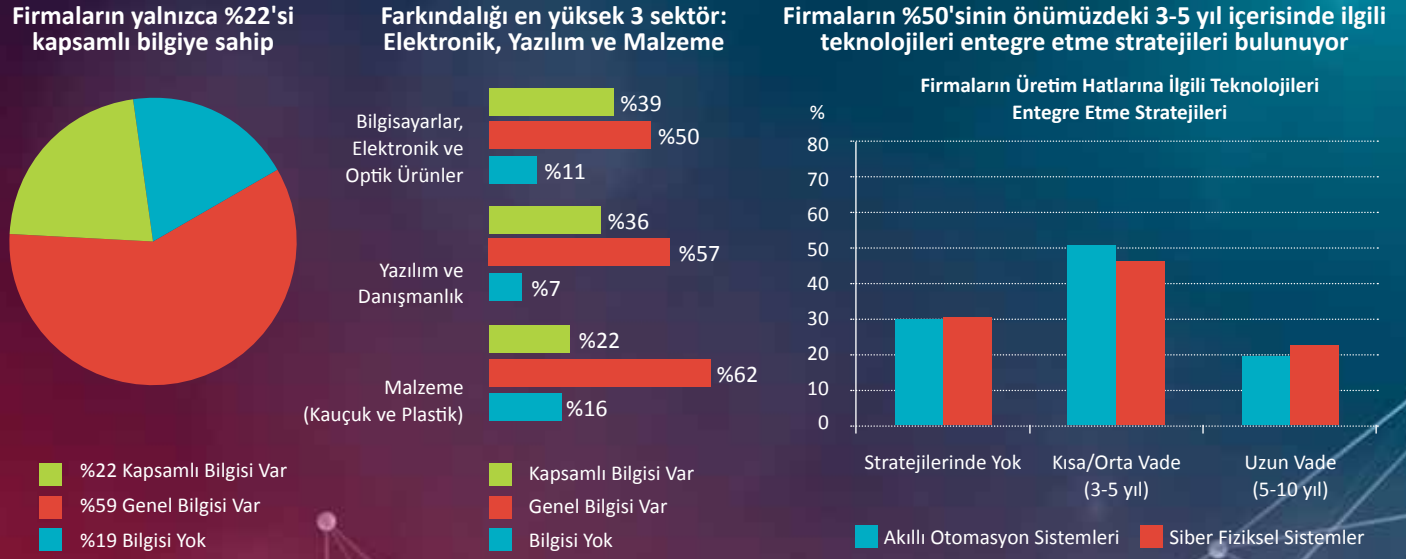
Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü bünyesinde, imalat sanayinin dijital dönüşümüne yönelik çalışmaları gerçekleştirmek amacıyla 28 Şubat 2017 tarihinde Dördüncü Sanayi Devrimi Dairesi Başkanlığı kurulmuş olup, anılan daire başkanlığı Platform çalışmalarını kolaylaştırmak ve koordinasyonu sağlamak işlevini de üstlenmiştir.

Platform çalışma grupları, ülkemizdeki mevcut durumun analizi, dünyadaki gelişmelerin incelenmesi ve eylem önerilerinin geliştirilmesine yönelik toplantılar, çalıştaylar ve etkinlikleri yürüterek ilgili raporları hazırlamışlardır.

Bununla birlikte, TÜBİTAK tarafından 2016 yılında işletmelerin Ar-Ge ve akıllı üretim konularında ilgi ve entegrasyon seviyelerini ölçmek amacıyla “Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Kilit ve Öncü Teknolojiler Önceliklendirme” anket çalışması gerçekleştirilmiştir. TÜBİTAK Ar-Ge destek programlarından faydalanan yaklaşık 1.000 yerli işletmenin katıldığı anketin analizini içeren özet bulgular aşağıda sunulmaktadır (Şekil 8, Şekil 9). Anket çalışması sonucunda “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası” raporu hazırlanmıştır [55].

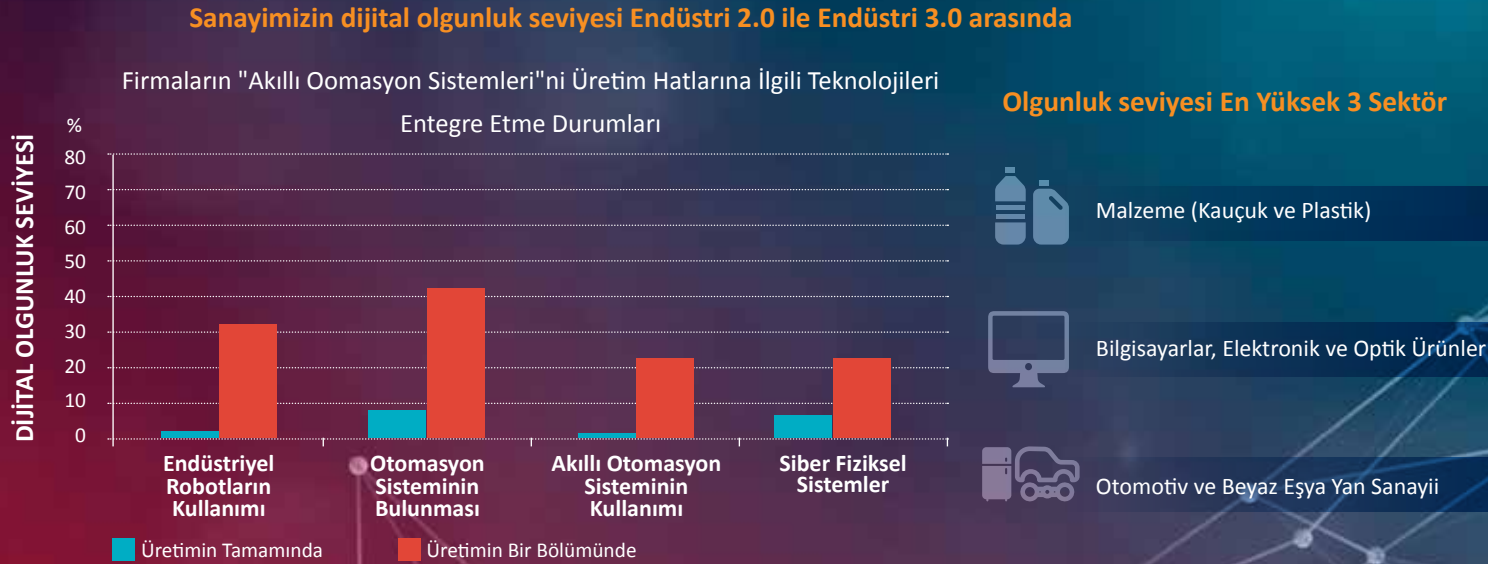


Şekil 8. İşletmelerin akıllı üretim sistemlerinde farkındalık ve dijital teknolojilerde entegrasyon seviyeleri



Kaynak: TÜBİTAK, 2016

Şekil 9. Sanayinin dijital olgunluk seviyesi



Kaynak: TÜBİTAK, 2016

İmalat sanayinde dijital dönüşüme öncü olabilecek işletmelerin dijitalleşme seviyeleri ile dijitalleşme yolundaki sorun ve beklentilerinin araştırılması amacıyla Ar-Ge merkezine sahip işletmeler ile TGB'lerde faaliyet gösteren işletmelere yönelik dijitalleşme anketi çalışması gerçekleştirilmiştir.

TÜBİTAK'ın anket çalışmasının yanı sıra Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Verimlilik Gelişim Haritası Projesi kapsamında 2016 yılında yaklaşık 10.000 işletmeyle saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmasında işletmelerin dördüncü sanayi devrimi unsurlarına ilişkin farkındalık seviyeleri de tespit edilmiştir. Şekil 10'da işletmelerin söz konusu teknoloji alanlarına dair haberdar olma durumları gösterilmiştir. En yoğun bilgi sahibi olunan alan üç boyutlu yazıcı (eklemeli imalat) teknolojileri olmuştur. Büyük veri ve nesnelerin interneti hususlarında bilinirliğinin düşük olduğu görülmektedir. İşletmelerin haberdar olanlarının bu teknolojik unsurları işletmelerinin geleceği için önemli görme oranları düşüktür [56].

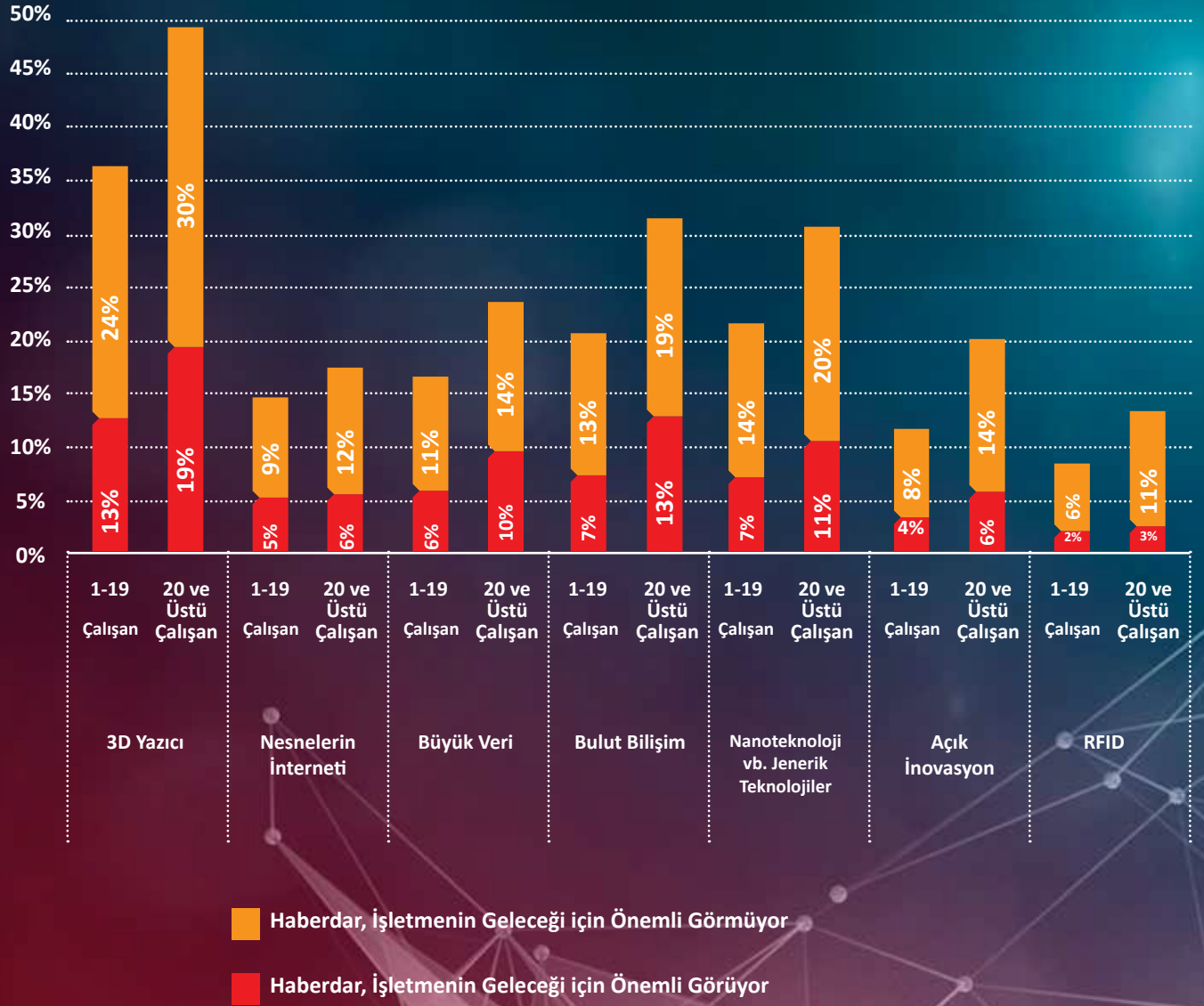
İmalat sanayinin dijital dönüşümü
yol haritasının hazırlanması

amacıyla 2017 Yılı Yatırım Programı kapsamında, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından “KOBİ’lerde Dijital Dönüşümün Sağlanmasına Yönelik Politika Değerlendirme Çalışması” projesi yürütülmüştür. Proje kapsamında, imalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritasının hazırlanması sürecinde imalat sanayinde dijital dönüşüme öncü olabilecek işletmelerin dijitalleşme seviyeleri ile dijitalleşme yolundaki sorun ve beklentilerinin araştırılması amacıyla Ar-Ge merkezine sahip işletmeler ile TGB’lerde faaliyet gösteren işletmelere yönelik *dijitalleşme anketi* çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu anket çalışması kapsamında yol haritasının ortaya konulabilmesi için imalat sanayi işletmelerinin, ulusal teknoloji tedarikçilerinin, işletme yapısı ve kültürü ile ekosistemin mevcut durumu analiz edilmiş olup, çalışmaya ilişkin bulgular aşağıdaki bölümde yer almaktadır.





Şekil 10. İşletmelerin dördüncü sanayi devriminin unsurlarından haberdarlık düzeyi



Kaynak: BSTB, 2016

3.3. Dijitalleşme Anket Çalışması

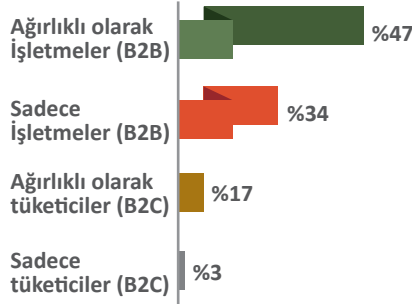
Dijitalleşme anket çalışması ile imalat sanayinin dijital dönüşümünde öncü olabilecek işletmeler hakkında çıkarımlarda

bulunmak hedeflenmiştir.

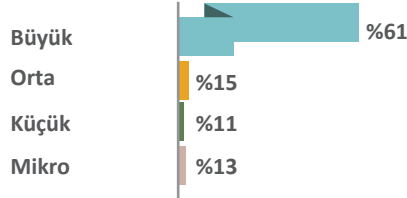
Dijitalleşme anketi, 1.000'in üzerinde işletmeye gönderilmiş olup ankete 144'ü kullanıcı, 106'sı ise tedarikçi olmak üzere toplamda 250 işletme katılım sağlamıştır (Şekil 11).

Şekil 11. Kullanıcı anketine yanıt veren işletmelerle ilgili genel bilgiler

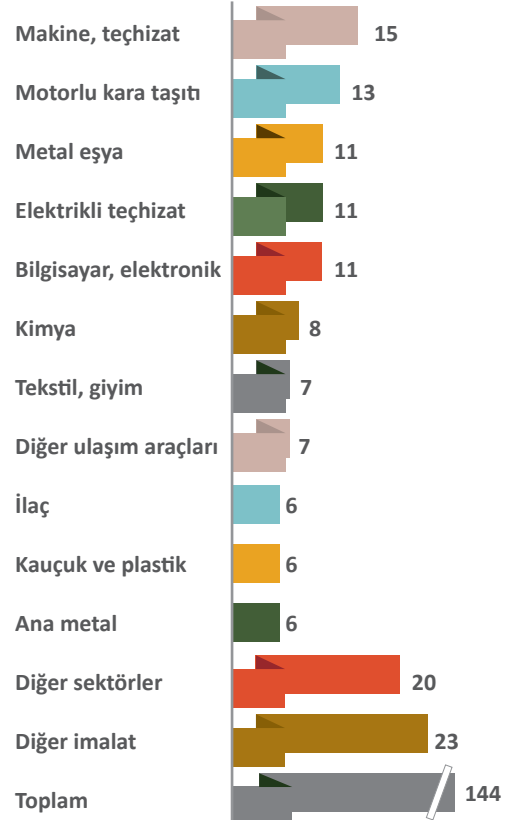
MÜŞTERİ TİPİNİN DAĞILIMI



FİRMA ÖLÇEĞİ



SEKTÖRÜ



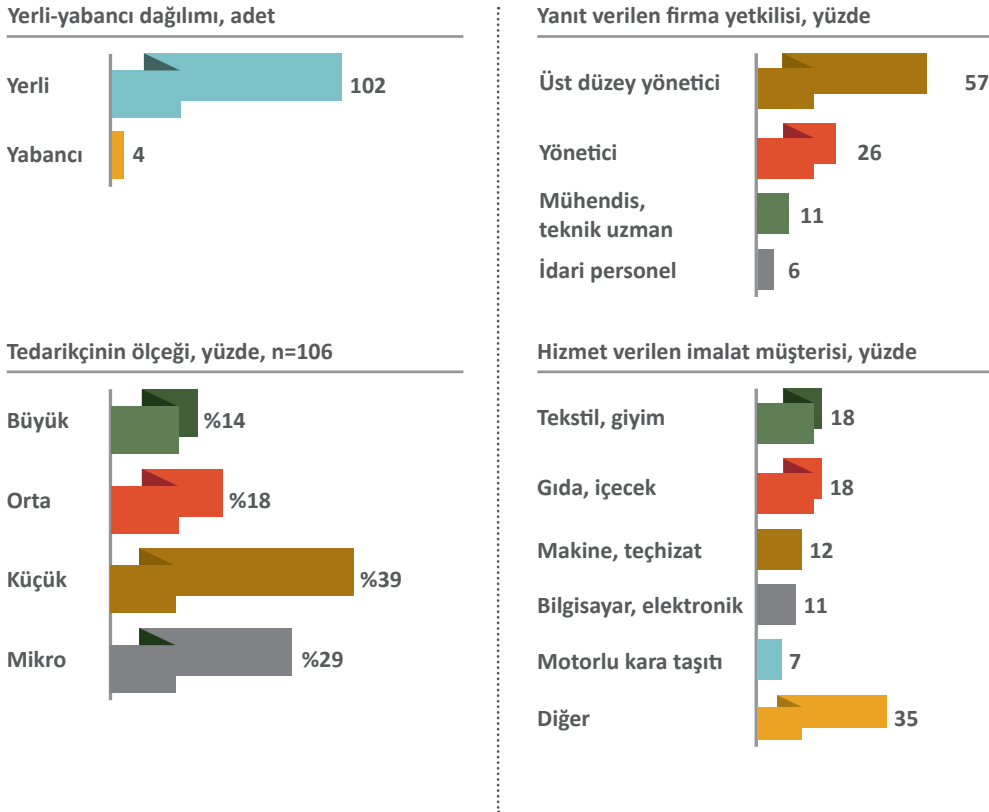


Şekil 11'den de görüleceği üzere, kullanıcı anketine katılan 144 işletmenin yaklaşık %80'inin B2B (Business to Business-İşletmeden İşletmeye) satış yönü ağır basmaktadır. Kullanıcı işletme örnekleminin %61'i büyük işletmelerden oluşmaktadır. Kullanıcı işletmelerin sektörel dağılımına bakıldığında, makine ve teçhizat ile motorlu kara taşıtları

imalatı sektörlerinin başı çektiği görülmektedir.

Kullanıcıların aksine tedarikçi anketine katılan 106 işletmenin %85'i KOBİ ölçeğindedir. Bu işletmeler ürün ve hizmetlerinin %65'ini tekstil ve hazır giyim, gıda ve içecek, makine ve teçhizat, bilgisayar ve elektronik ile motorlu kara taşıtları imalatı sektörlerine sunmaktadır (Şekil 12).

Şekil 12. Tedarikçi anketine yanıt veren işletmelerle ilgili genel bilgiler



Ankette, Şekil 13'te yer verilen dijitalleşme çerçevesi esas alınmış, dijitalleşme çerçevesinin her bir alanında, ülkemiz imalat sanayinin

durumu ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonraki bölümlerde dijitalleşme çerçevesi her bir başlık altında ayrı ayrı incelenmiştir.

Şekil 13. Dijitalleşme anketinde esas alınan dijitalleşme çerçevesi





3.3.1. İmalat Sanayi İşletmeleri (Kullanıcılar)

Sürekliliği olan bütünleşik değer zincirine sahip “dijital işletmeler” üretim sürecinin yanında ürün geliştirme, tedarik zinciri ve lojistik yönetimi, hizmet sunumu (satış sonrası vb.), kurumsal ilişkiler, kalite yönetimi ile satış ve pazarlama gibi idari süreçlerini de dijital olarak bütünleştirmektedir.

Dijital sanayi uygulamalarında ürünlerin esnek ve verimli bir şekilde imal edilebilmesi için ürün geliştirmede PLM (Product Lifecycle Management-Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi) programları kullanılırken, üretim süreçlerinde MES (Manufacturing Execution System-Üretim Yönetim Sistemi) yazılımları ve çok sayıda PLC (Programmable Logic Controller-Programlanabilir Mantık Denetleyicisi) kullanılmaktadır. Gerekli veri iletişim altyapısı oluşturulduğunda, bu sistemler bir arada çalışabilmekte ve ERP (Enterprise Resource Planning-İşletme Kaynak Planlaması) yazılımları ile iletişim kurabilmektedir. Anılan yazılımların kullanımı, ürün geliştirme

süreçlerinin kalitesinin artmasını, süreçlerin hız kazanmasını ve verimli hale gelmesini sağlamaktadır [1].

Aşağıda dijitalleşmenin değer zinciri aşamalarının kritik değer unsurlarına ne tür katkılar sağladığı dünyada öne çıkan dijital uygulamalar ile açıklanmış, her bir aşamada bu çalışma kapsamında yapılmış olan ankete katılmış işletmelerin dijitalleşme seviyesi ve bu yoldaki sorun ve beklentileri ortaya konmuştur.

3.3.1.1. Ürün Geliştirme

Ürün geliştirme aşamasının kritik değer unsurları müşteri ihtiyaçlarının zamanında ve doğru bir şekilde anlaşılması, daha sonra bunlara uygun ürünlerin hızlı bir şekilde geliştirilip pazara sürülmesidir.

Dijital teknolojilerden büyük veri ve analitik, müşteri ihtiyaçlarının daha erken ve daha doğru bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Müşterilerin e-ticaret sitelerinden yaptıkları alışverişler, internet üzerinde sosyal medya veya bloglar gibi çeşitli ortamlarda yaptıkları yorumlar, arama motorlarında arama yaptıkları

Dijital teknolojilerden büyük veri ve analitik, müşteri ihtiyaçlarının daha erken ve daha doğru bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.



**Ürün geliştirmede
bir diğer önemli
değer unsuru olan
ürünlerin hızlı
bir şekilde pazara
sürülmesinde de
dijital teknolojiler
önemli imkânlar
sunmaktadır.**

konular, izledikleri videolar gibi çok çeşitli kaynaklarda yer alan büyük miktarda veriler analitik yöntemler kullanılmak suretiyle işlenerek müşteri ihtiyaçlarına ilişkin çıkarımlar yapılabilmektedir. Buna ek olarak dijital teknolojilerin sunduğu imkânlardan yararlanarak açık inovasyon uygulamaları ve birlikte-yaratma gibi uygulamalar da müşterinin istediği ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Örneğin, Peugeot “hayatını yeniden keşfet” sloganı ile kendi stiline göre yeni bir otomobil tasarlamak isteyen müşterilerine yönelik bir yarışma başlatmıştır. Yarışmada geliştirilen tasarımlar Peugeot’nun internet sayfasında sergilenmiş ve takipçiler tarafından oylanmıştır. Yarışmanın sonunda Peugeot, kazanan tasarımın gerçek boyutta bir modelini imal ederek otomobil fuarlarından birinde sergilemiştir. İlave olarak Peugeot, Microsoft Xbox ile ortaklık kurarak kazanan konsept otomobilin aynı zamanda bir Xbox oyununa dahil edilmesini de sağlamıştır. Bu yarışma sonucunda Peugeot, internet sitesine 95 ulustan 2.500 katılımcı ve 650.000 ziyaretçi çekmiş, hem

kendi tanıtımını yapmış hem de müşterilerin tasarım tercihlerini öğrenmiştir [57].

Ürün geliştirmede bir diğer önemli değer unsuru olan ürünlerin hızlı bir şekilde pazara sürülmesinde de dijital teknolojiler önemli imkânlar sunmaktadır. Gelişmiş yazılımlar ürün geliştirme sürecinin ardışık yürütülebilen aşamalarının aynı anda gerçekleştirilebilmesine imkân vermektedir. Eş zamanlı mühendislik, değer için üretim gibi yaklaşımlarla ürün geliştirmenin erken aşamalarında üretim fizibilitesi çok boyutlu bir şekilde yapılabilmekte, bu sayede önemli zaman tasarrufları sağlanabilmektedir. Simülasyon yazılımlarıyla veya 3 boyutlu yazıcıların imal ettiği prototip ürünlerin testleri çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin, Ford Motor Company, eklemeli imalat laboratuvarı kurmuş olup, eklemeli imalatı farklı otomotiv bileşenlerinde ve prototiplerde denemektedir. Eklemeli imalat ile prototipleme daha hızlı, esnek ve uygun maliyetli olmuştur. Parçaların tipik geliştirme süresi



birkaç günden 3-5 saate düşmüş, bu da tasarımcılara ve mühendislere hızlı bir şekilde daha fazla fikri test etme ve düzeltme imkânı sunmuştur. En karmaşık motor parçası olan emme manifoldu için bir prototipin oluşturulması daha önce dört ay süre ve 500.000 dolar gerektiriyorken; eklemeli imalat ile Ford Motor Company aynı parçayı artık sadece 3.000 dolar maliyetle dört günde üretebilir hale gelmiştir [58]. Ford Motor Company, eklemeli imalat uygulamasını Ar-Ge'den üretime genişleterek doğrudan araçlarda kullanılabilecek parçalar üretmeyi planlamaktadır [59].

Ürün geliştirme aşamasına değer katan dijital uygulamalar konusunda ankete katılan imalat sanayi işletmelerinin (kullanıcıların) anket sonuçları incelendiğinde, işletmelerin yaklaşık %50'sinin ürün geliştirme ile ilgili teknik bilgileri dijital olarak topladıkları, dijital teknolojiler kullanarak hızlı ve erken testler (simülasyon vb.) yaptıkları ve ürün geliştirmeye yönelik özel yazılım ve teknolojilerden faydalandıkları görülmektedir. Bu bulgular ışığında işletmelerin ürünlerin pazara

ulaşım hızının artırılmasına yönelik uygulamalara önem verdikleri sonucuna varılabilir.

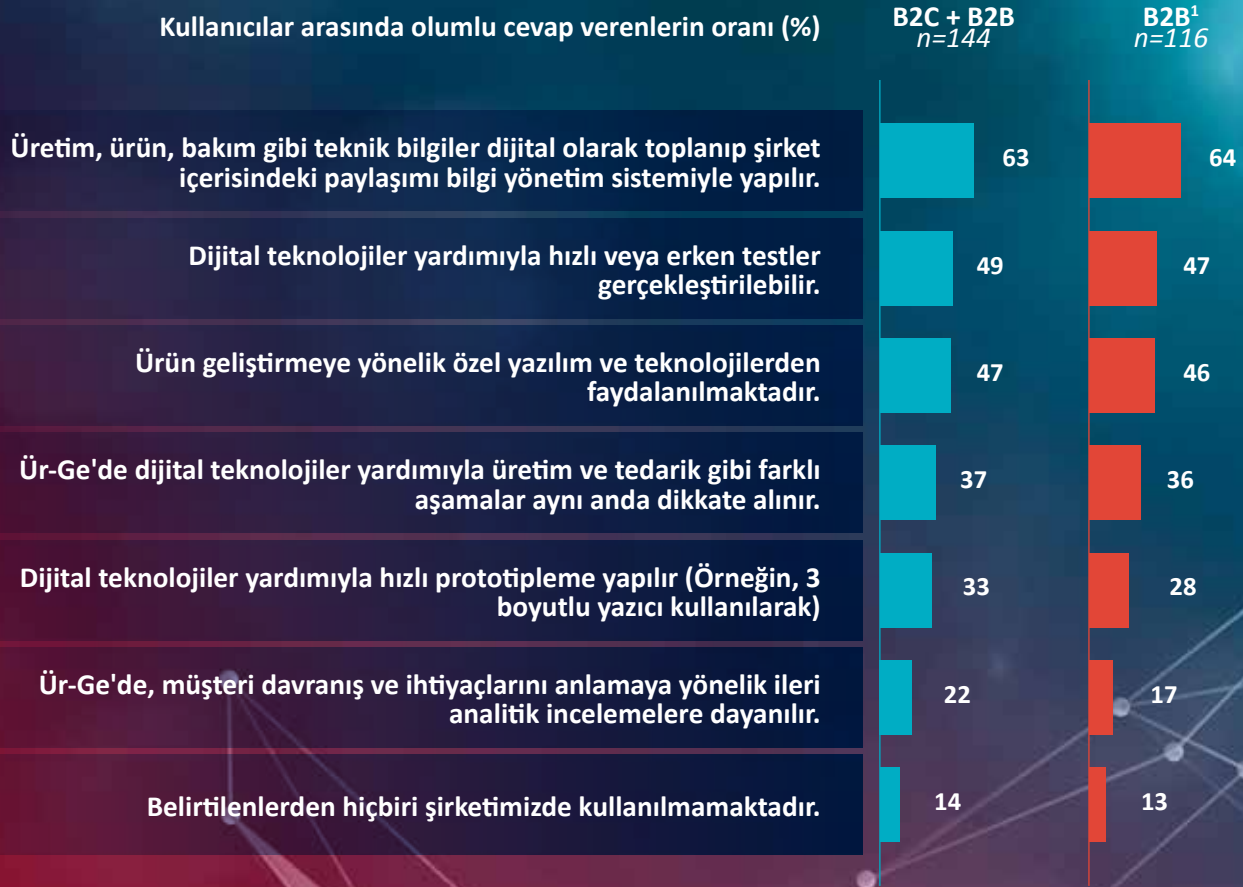
Müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini anlamaya yönelik büyük veri ve ileri analitik gibi dijital teknolojilerin kullanımında genel ortalamanın düşük olduğu görülmektedir. Ancak müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin daha iyi anlaşılması amacıyla anılan teknolojilerin kullanım oranlarında B2B ve B2C (Business to Customer-İşletmeden Müşteriye) satış yapan işletmeler arasında önemli bir farklılık göze çarpmaktadır. Şekil 14'te görüleceği gibi ankete katılan B2B işletmelerinin sadece %17'si müşteri davranış ve ihtiyaçlarını anlamaya yönelik dijital teknolojileri kullanırken, bu oran B2C işletmeleri için %43'e ulaşmaktadır.

Eş zamanlı mühendislik gibi yöntemler kullanarak ürün geliştiren işletmeler B2B ve B2C işletmelerinin 1/3'ünü oluşturmaktadır. Bu bağlamda, bu alan her iki işletme tipi için de bir gelişme alanı olabilecektir.

Ürün geliştirme aşamasına değer katan dijital uygulamalar konusunda işletmelerin yaklaşık %50'sinin ürün geliştirme ile ilgili teknik bilgileri dijital olarak topladıkları, dijital teknolojiler kullanarak hızlı ve erken testler yaptıkları ve ürün geliştirmeye yönelik özel yazılım ve teknolojilerden faydalandıkları görülmektedir.

Şekil 14. İmalat sanayi işletmelerinin Ür-Ge amacıyla dijital teknoloji kullanım durumları

**Ürün geliştirmenin dijitalleşmesi ile ilgili olarak
şirketinizde hangileri uygulanmaktadır?**



¹ Sadece veya ağırlıklı olarak kurumsal işletmelere satış yapanlar.



Bu çerçevede, işletmelerin ürün geliştirme süreçlerinde belirli dijital teknolojilerin kullanımı konusunda belirli bir mesafe kaydettiği, ancak gelişmeye açık bazı alanların olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, işletme değer zincirinin diğer aşamaları ile karşılaştırıldığında ürün geliştirme aşamasının işletmelerin dijitalleşme seviyesinin en yüksek olduğu aşamalardan birisi olduğu görülmektedir.⁷

3.3.1.2. Planlama

Planlama aşamasının en önemli değer unsurlarının başında talebin doğru bir şekilde tahmini gelmektedir. Sağlıklı bir talep tahmininden sonra, üretim ve tedarik bu tahmine göre planlanması, planlama yapılırken de değer zincirinin farklı aşamalarının maliyetleri asgariye indirecek şekilde optimize edilmesi işletme verimliliği ve kârlılığı açısından kritik öneme sahiptir.

Müşterilerin her geçen gün daha fazla çeşit ve daha kişiselleştirilmiş ürünler talep etmesi, üretim

planlamasını ve talep yönetimini zorlaştırmış ve geçmişe göre çok daha karmaşık bir hale getirmiştir. Dolayısıyla da büyük veri ve ileri analitik, bu karmaşıklığı azaltmaya önemli katkı sağlayabilecek dijital teknolojiler olarak önem kazanmıştır.

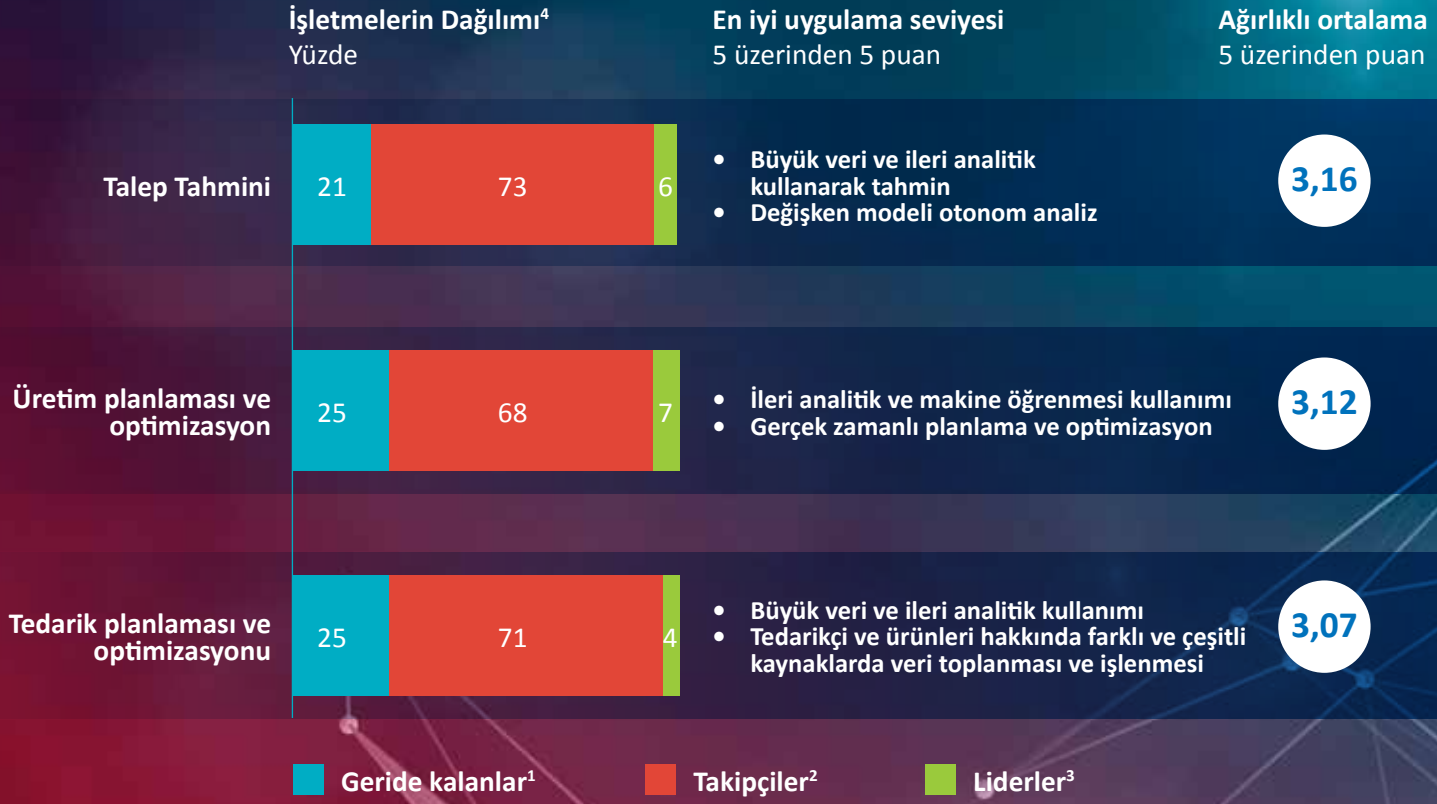
İmalat sanayinde dijital dönüşüm yol haritası hazırlık çalışmaları kapsamında uygulanan ankette sanayi işletmelerinin planlamada dijital teknolojileri kullanım durumları talep tahmini, üretim planlaması ve optimizasyonu ile tedarik planlaması ve optimizasyonu açılarından ele alınmıştır. Anılan her alanda işletmelere kendilerini değerlendirmelerini (en iyi uygulama 5 puan olmak üzere) sağlayacak açıklamalar verilerek, mevcut durumlarını ifade etmeleri talep edilmiştir. Şekil 15'te sanayi işletmelerinin planlamada dijital teknoloji kullanım seviyeleri hakkındaki öz değerlendirmeleri özetlenmektedir.

İşletme değer zincirinin diğer aşamaları ile karşılaştırıldığında ürün geliştirme aşamasının işletmelerin dijitalleşme seviyesinin en yüksek olduğu aşamalardan birisi olduğu görülmektedir.

⁷ Bu durumda ankete katılan şirketlerin büyük kısmının Ar-Ge merkezine sahip şirketler olmasının da etkisi bulunduğu düşünülmektedir.

Şekil 15. İmalat sanayi işletmelerinin planlamada dijital teknoloji kullanım durumları

Satış ve operasyon planlaması ile ilgili olarak hangisi
şirketinize daha çok uymaktadır?



1 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 1 veya 2 veren işletmeler

2 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 3 veya 4 veren işletmeler

3 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 5 veren işletmeler

4 "Uygulanabilir değil" cevabı verenler hesaplamalara dahil edilmemiştir.



Ankete katılan sanayi işletmelerinin %20-25'i kendilerine 5 üzerinden 1 veya 2 puan vererek talep tahmini, üretim ve tedarik planlaması açısından geride kaldıklarını ifade etmiştir. İşletmelerin ezici çoğunluğu (%68-73) ise kendilerine 5 üzerinden 3 veya 4 puan vererek ortalama seviyede dijital teknoloji kullanıcısı olduklarını belirtmiştir. Sonuç olarak, büyük veri ve ileri analitik yöntemlerinin talep tahmini ile üretim ve tedarik optimizasyonu için çok az oranda (%4-7) kullanıldığı tespit edilmiştir.

Sadece veya ağırlıklı olarak bireysel müşterilere satış yapan işletmeler (B2C) arasında analize tabi üç alandan (talep tahmini, üretim ve tedarik planlaması) herhangi birinde kendisine 5 üzerinden 5 veren işletme bulunmamaktadır. B2C işletmelerinin %31-42'si kendilerine 5 üzerinden 1 veya 2 puan vererek talep tahmini, üretim ve tedarik planlaması açısından geride kaldıklarını ifade etmiştir. Normal şartlar altında dijital teknolojilerin kullanımı açısından B2C işletmelerinin özellikle talep tahmini konusunda B2B işletmelerin önünde olması beklenirken, anket sonuçları bu beklentinin aksine

bir sonuç üretmiştir. Bu çelişkinin kök nedenlerinin anlaşılması için daha detay analizlere gerek duyulmaktadır.

3.3.1.3. Tedarik zinciri ve lojistik
Tedarik zinciri ve lojistik yönetiminde dijital teknolojilerin etkin kullanımı işletmelerin gereğinden fazla stok taşıma maliyetlerine katlanmasını engeller. Dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanan işletmeler, siparişlerin doğru zamanda verilip, teslim alınmasını sağlar, depo içi stok takiplerinin gerçek zamanlı yapılmasını temin ederek, depo içi kayıt ve transferlerde işgücü kullanımını ve hataları asgari seviyelere indirir (paketleme dâhil).

Stok takibine ek olarak, stokların depo içindeki transferlerinde de dijital teknolojiler her geçen gün yeni imkânlar sunmaktadır. Burada, kendi kendini yönlendirebilen araçlar/ileri robotlar depo içi taşımada büyük etkinlik ve verimlilik sağlayabilmektedir. Örneğin, ürün teslimatı dolayısıyla stok akışları çok fazla olan Amazon.com, 2012 yılında kendi kendini yönlendirebilen akıllı robotlar üreten KIVA'yı satın alarak (775 milyon dolar karşılığında), depo içi transferleri bu robotlarla gerçekleştirmeye

Kendi kendini yönlendirebilen araçlar/ileri robotlar depo içi taşımada büyük etkinlik ve verimlilik sağlayabilmektedir.

**Anket
çalışmasında
işletmelerin
tedarik zinciri
ve lojistik
yönetiminde dijital
teknoloji kullanım
seviyeleri tedarik
yönetimi, müşteri
sevkiyatlarının
yönetimi, saha
ve depo yönetimi
ve paketleme
yönetimi olmak
üzere dört açıdan
ele alınmıştır.**

başlamıştır. Robotlar, sipariş teslim emri geldiğinde, gidip ürünün olduğu rafı teslim kısmına getirmekte, raf içinde hangi ürünün alınıp nereye konacağı lazerle gösterilmektedir. Amazon şu anda ABD’de 70 civarında depo işletmektedir ve KIVA’lar bu depoların yarısından çoğunda kullanılmaktadır [60].

Anket çalışmasında işletmelerin tedarik zinciri ve lojistik yönetiminde dijital teknoloji kullanım seviyeleri tedarik yönetimi, müşteri sevkiyatlarının yönetimi, saha ve depo yönetimi ve paketleme yönetimi olmak üzere dört açıdan ele alınmıştır. Anılan her alanda işletmelere kendilerini değerlendirmelerini (en iyi uygulama 5 puan olmak üzere) sağlayacak açıklamalar verilerek, mevcut durumlarını ifade etmeleri talep edilmiştir.

Şekil 16’da görüleceği gibi işletmelerin tedarik ve lojistik yönetimiyle ilgili dört alanda yaptıkları öz değerlendirmelerin ağırlıklı ortalamaları 5 üzerinden 2,34 ile 2,86 arası değişmektedir. Dolayısıyla, başta paketleme olmak üzere imalat sanayi işletmelerimizin tedarik zinciri ve lojistik yönetimi

konusunda ilerleme alanı bulunmaktadır.

Ancak imalat sanayi işletmelerimizin tedarik yönetimi konusuyla ilgili olarak yaptıkları öz değerlendirmeler tedarik zincirinin tamamı göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Zira bu alanda en iyi uygulamaya erişebilmek için sadece alıcı işletmelerin (örneğin, OEM) dijital teknolojileri kullanması yeterli değildir. Tam bir dijital tedarik zincirinden bahsedilmek için tedarikçilerin de dijital teknolojileri kullanıyor olmaları gerekmektedir. Tedarik zincirlerinin tam olarak dijitalleşebilmesinin önünde bazı mali ve teknik engeller olabileceği de dikkate alınmalıdır. Örneğin, büyük işletmelerin tedarikçisi durumunda olan KOBİ’lerin dijital teknolojilere yatırım yapmaları mali açıdan zor olabilir. Ayrıca, henüz veri iletişim standartlarının tam olarak olgunlaşmadığı göz önüne alındığında, farklı işletmelerin tedarikçisi durumunda olan işletmelerin benimseyecekleri dijital teknolojiler ile alıcı işletmelerin teknolojileri arasında uyumsuzluk olması ihtimali de bulunmaktadır.



Şekil 16. İşletmelerin tedarik zinciri yönetiminde dijital teknoloji kullanım durumları

Tedarik zinciri ve lojistik yönetimiyle ilgili olarak hangisi şirketinize daha çok uymaktadır?



1 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 1 veya 2 veren işletmeler

2 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 3 veya 4 veren işletmeler

3 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 5 veren işletmeler

4 "Uygulanabilir değil" cevabı verenler hesaplamalara dahil edilmemiştir.



**Anket
çalışmasından,
Türkiye imalat
sanayinde üretim
faktörlerinin
takibine çok önem
verildiği, lider
işletme oranının
da yüksek olduğu
görülmektedir.**

Nitekim işletme içi bir husus olan dolayısıyla da diğer işletmelerle veri iletişiminin olmadığı veya daha sınırlı olduğu saha ve depo yönetimi alanındaki ortalama dijital olgunluk değeri, tedarik zinciri yönetimindeki dijital olgunluk ortalamasından daha yüksektir. Tedarik zinciri yönetiminde dijital olgunluk seviyesinin artırılması için tekil işletmeler bazından ziyade tedarik zinciri genelinin dikkate alınması gerektiği hususu dijital dönüşüme yönelik destek programlarının tasarımı dikkate alınmalıdır.

Paketleme konusundaki dijital olgunluk ortalama değerinin düşük çıkması ise tam otomatik paketleme sistemlerinin fiyatlarının yüksek olması ve işgücü maliyetlerinin görece düşük olduğu ülkemizde henüz bu tür sistemlere yapılacak yatırımların mali açıdan çekici olmaması ile açıklanabilir.

3.3.1.4. Üretim

Değer zincirinin üretim aşamasında, üretimin mümkün mertebe otomasyonu, hata önleme ve verimlilik artırma amacıyla üretim faktörlerinin (makine ve işgücü) takibi ve izlenmesi, kalite

kontrol ve izleme ile makine duruş zamanının asgariye indirilmesi kritik değer unsurlarıdır. Dijital uygulamalar üretim aşamasında aşağıdaki faydaları üretecek şekilde kullanılmaktadır:

- Otomasyonun akıllı sistemlerle desteklenmesi (örneğin gelişmiş robotlar, işbirlikçi robotlar vb.)
- Üretim faktörlerinin uzaktan ve gerçek zamanlı olarak takibi ve izlenmesi, anlık geri bildirim sağlanması
- Kalite kontrolün otomatik ve gerçek zamanlı olarak yapılması, kök neden analizlerinin etkinliğinin artırılması
- Arızaları oluşmadan tespit edebilen kestirimci bakımla makinelerin duruş sürelerinin kısaltılması

Örneğin, Toyota üretimdeki kalite sorunlarını azaltmak için Rockwell yazılımıyla, uzun yıllardır ürettiği büyük veride ileri analitik yöntemleri kullanarak, üretim sürecinde ortaya çıkan sorunları gerçek zamanlı olarak çözebilir hale gelmiştir. Söz konusu yazılım hatalı üretimi ve hurdayı minimuma indirmek için



gerçek zamanlı takip ve düzeltme imkânı sunmaktadır. Gerçek zamanlı analitik, makine duruş sürelerinde azalma ve üretim miktarı ve kalitesinde artış sağlama imkânı sunmaktadır. Toyota bu sayede Alabama tesisinde yıllık 550.000 dolar maliyet tasarrufu sağlamıştır [61].

Anket çalışmasından, Türkiye imalat sanayinde üretim faktörlerinin (makine ve işgücü) takibine çok önem verildiği, lider işletme oranının da yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim Şekil 17’de görülebileceği gibi makine performansının takibi konusundaki ortalama dijital olgunluk seviyesi 5 üzerinden 3,6 iken bu oran işgücü performansı takibi için 3,5 civarındadır. Öte yandan, bu uygulamalardaki yüksek takipçi şirket oranı halen gerçek zamanlı uzaktan izleme ve takip ile anlık geri bildirimler kullanılarak verimlilik artışı sağlama ve duruş zamanını düşürmeye yönelik önemli potansiyel olduğunu göstermektedir.

Üretim aşamasında dikkat çeken ikinci husus, işletmelerimizin endüstriyel robotlardan faydalanma oranlarının düşük olmasıdır.

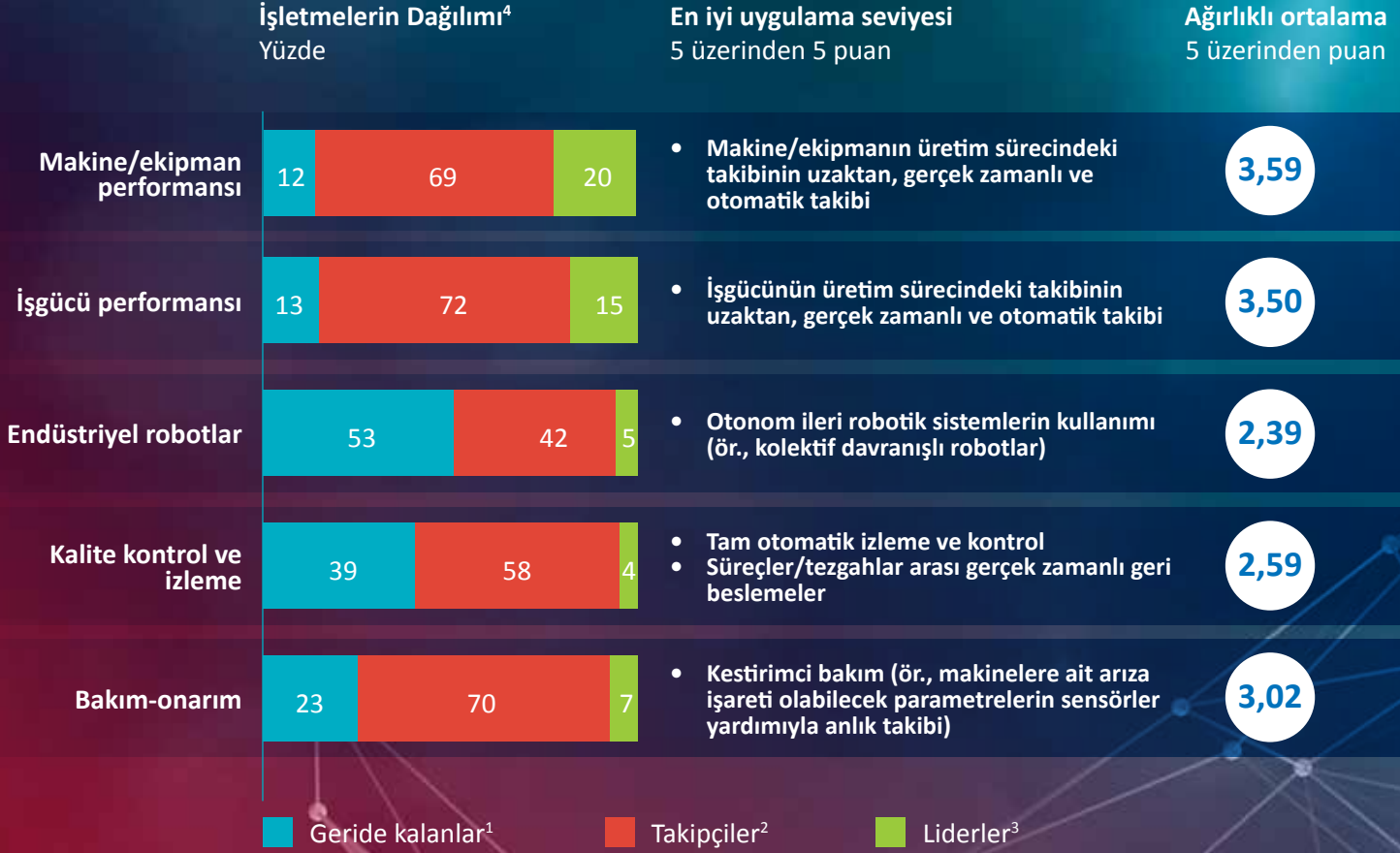
İşletmelerin yarından çoğu endüstriyel robotlardan faydalanmazken, sadece %4,8’i gelişmiş robotik sistemler kullanmaktadır. Bu durum, önemli bir otomasyon potansiyelinin açıkta kaldığına, diğer bir ifadeyle gelişme alanının geniş olduğuna işaret etmektedir. Bu konudaki ortalama dijital olgunluk seviyesinin görece düşük olması, ülkemizdeki ortalama işgücü maliyetlerinin düşük olması ve dolayısıyla da pahalı robotik sistem yatırımlarının mali açıdan henüz yeterince çekici olmaması ile açıklanabilir.⁸

İşletmelerimizin endüstriyel robotlardan faydalanma oranlarının düşük olması üretim aşamasında dikkat çeken hususlardandır.

⁸ Örneklem yeterince büyük olmadığı için makine ve donanım yatırımlarının yüksek olduğu varlık yoğun sektörler ile diğer sektörler arasında istatistiksel açıdan geçerli olacak bir karşılaştırma yapılamamıştır. Dolayısıyla, endüstriyel robotik sistemlerin kullanım seviyesinin düşük çıkmasının bir nedeni de varlık yoğun sektörlerin anketteki temsil oranının düşük olması olabilir.

Şekil 17. İşletmelerin üretimde dijital teknoloji kullanım durumları

Üretim yönetimiyle ilgili olarak hangisi şirketinize daha çok uymaktadır?



1 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 1 veya 2 veren işletmeler

2 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 3 veya 4 veren işletmeler

3 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 5 veren işletmeler

4 "Uygulanabilir değil" cevabı verenler hesaplamalara dahil edilmemiştir.

İlave olarak, kalite kontrol ve kestirimci bakım konularında nesnelerin interneti ve ileri analitik yeterince kullanılmamakta, gerçek zamanlı kalite kontrolün getirebileceği verimlilik ve kalite avantajlarından yeterince yararlanılamamaktadır.

3.3.1.5. Satış ve pazarlama

Bu aşamada önemli değer unsurları olarak, CRM'de (Customer Relationship Management-Müşteri İlişkileri Yönetimi) büyük veri ve ileri analitikten faydalanma, dijital pazarlama ve müşteriyle etkileşimde dijital araçların kullanımı esas alınmıştır. Örneğin, yeni araç alan



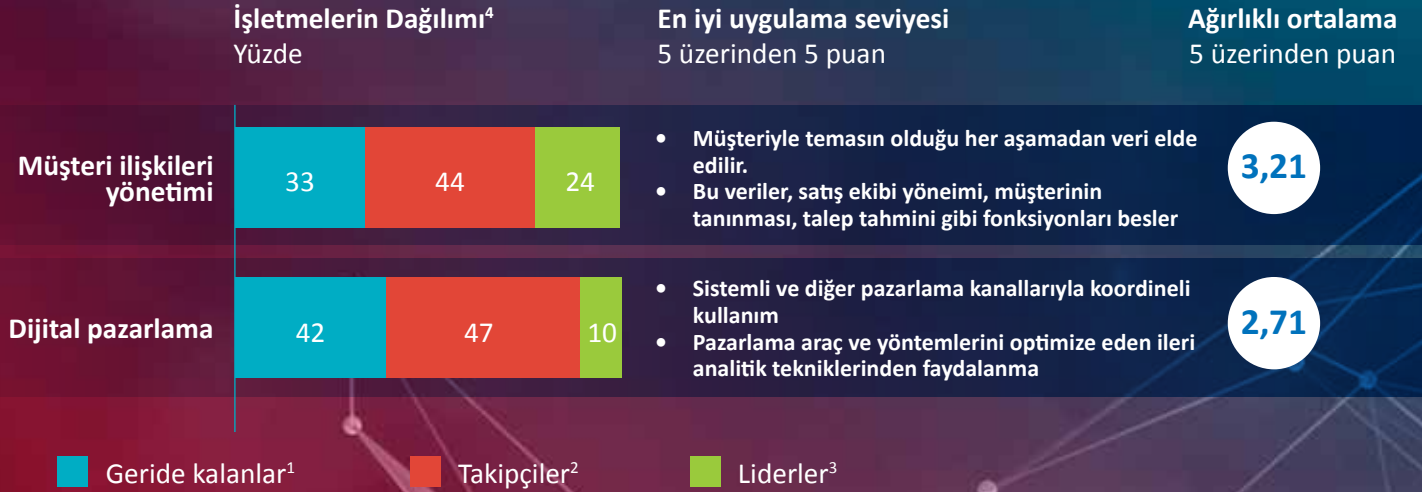
insanların ortak özellikleri veya araç alım öncesi gerçekleştirdikleri benzer hareketler, büyük veri ve ileri analitik kullanılarak tespit edilebilmekte, sonraki satış girişimi için potansiyel müşteriler belirlenebilmektedir.

Anket çalışmasına katılan işletmeler satış ve pazarlama aşaması açısından değerlendirildiğinde, CRM uygulaması bütün uygulamalar içerisinde en fazla lider şirket

barındıran uygulama olarak ön plana çıkmıştır. En iyi uygulama olarak belirlenen “CRM müşteriyle temasın olduğu her aşamadan elde edilen müşteri bilgilerini içerir; ileri analitik kullanılmak suretiyle satış ekibi yönetimi, müşterinin tanınması, müşteriye özel ürün/fiyat teklifi, talep tahmini gibi fonksiyonları besler” seviyesini yakaladığını ifade eden kullanıcıların oranı %23,7’dir (Şekil 18).

Şekil 18. İşletmelerin satış ve pazarlamada dijital teknoloji kullanım durumları

Satış ve pazarlama faaliyetlerinde dijital teknoloji kullanımı ile ilgili olarak hangisi şirketinize daha çok uymaktadır?



1 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 1 veya 2 veren işletmeler
2 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 3 veya 4 veren işletmeler
3 En iyi uygulama 5 olmak üzere kendi uygulamalarına 5 üzerinden 5 veren işletmeler
4 "Uygulanabilir değil" cevabı verenler hesaplamalara dahil edilmemiştir.



İmalat sanayi işletmelerimizin önemli bir kısmı müşterisine ürün kataloğuna erişme, görüş ve şikâyet bildirme gibi temel dijital işlevsellikleri sunmaktadır.

Ankete verilen cevaplar, imalat sanayi işletmelerinin %42'sinin dijital pazarlama yapmadıklarını veya çok temel düzeyde dijital pazarlama yetkinliklerine sahip olduklarını göstermektedir. CRM'deki ölçekten kaynaklanan seviye farkı dijital pazarlamada çıkmamıştır (büyüklerin ortalama puanı 2,72, diğer şirketlerin 2,68'dir). B2C şirketlerin %24'ü, B2B şirketlerin ise %47'si dijital pazarlama konusunda yaptıkları öz değerlendirmede kendilerine 5 üzerinden 1 veya 2 vermiştir. Dolayısıyla B2C şirketlerinin dijital pazarlama konusunda B2B şirketlerinden önde olduğu söylenebilir, bu durum müşteri

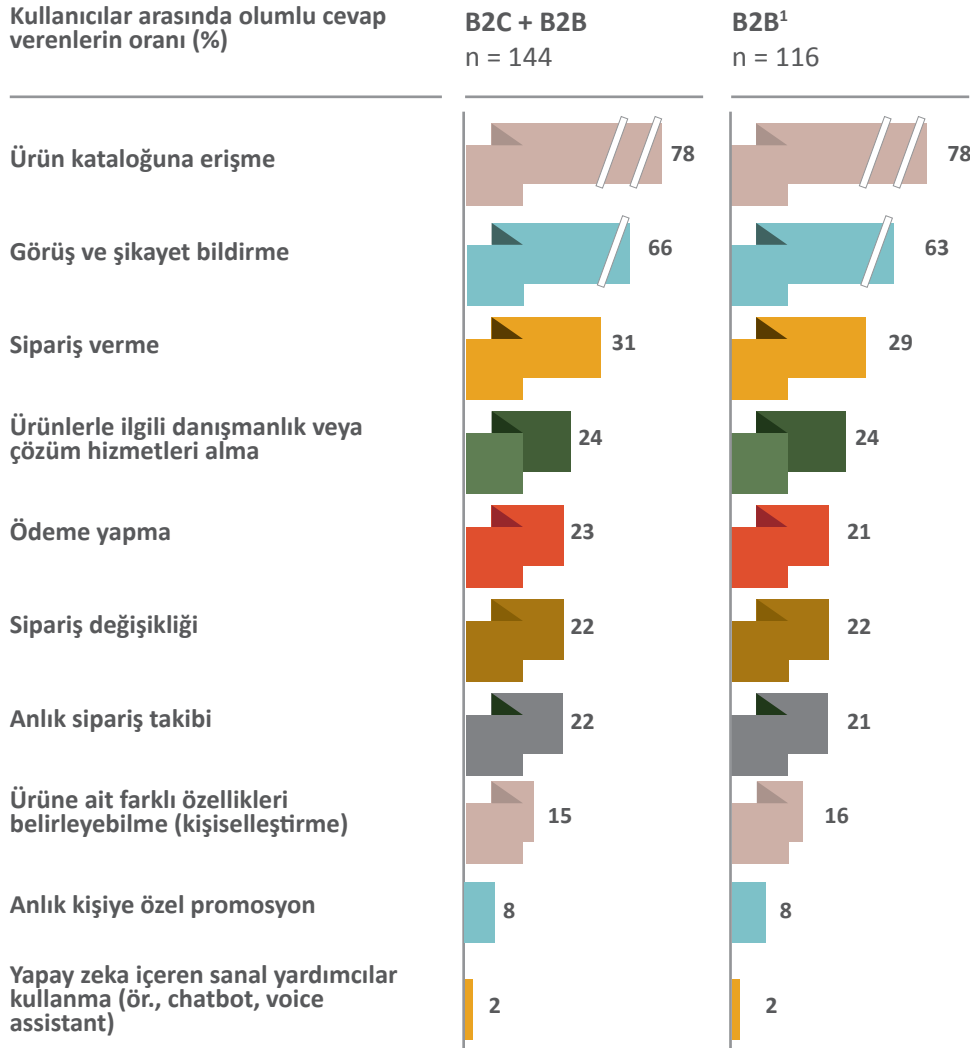
ilişkileri açısından da geçerlidir.

Ankete katılan işletmelerin dijital ortamda müşterilerine sundukları işlem imkânları Şekil 19'da özetlenmiştir. Buna göre imalat sanayi işletmelerimizin önemli bir kısmı müşterisine ürün kataloğuna erişme, görüş ve şikâyet bildirme gibi temel dijital işlevsellikleri sunmaktadır. Ancak, müşteri ilişkileri yönetimi ve dijital pazarlama açısından ileri uygulama olarak kabul edilen dijital teknolojiler (örneğin, anlık kişiye özel promosyon veya teklif verme, yapay zekâ içeren sanal yardımcılar) sanayi işletmelerimizin çok kısıtlı bir bölümü tarafından kullanılmaktadır.



Şekil 19. Sanayi işletmelerinin müşterilerine sundukları dijital işlem imkânları

Müşterilerin işletmenizin sağladığı dijital ortamlarda yapabildikleri işlemlerden şirketiniz için uygun olanları seçiniz.



¹ Sadece veya ağırlıklı olarak kurumsal işletmelere satış yapanlar.



3.3.1.6. Satış sonrası hizmetler

Satış sonrası hizmetlerin imalat sanayi açısından önemi her geçen gün artmaktadır. Satış sonrası hizmetlerde dijital araçlardan yararlanılması, satılan ürünlerin kestirimci veya uzaktan bakımı ve dijital ortamda gerçek zamanlı etkileşimler, uçtan uca müşteri yolculuğunu olumlu yönde etkileyecek uygulamalardır.

Örneğin, Alman gıda makineleri üreticisi Haas Mincke tüm tesislerinde uzaktan erişim ve programlama için Secomea Tesis Yöneticisi sistemini kurmuştur. Programcılar, daha önceki gibi

tesise gitmek yerine operasyonlar sırasında tesisi uzaktan programlayabilmektedir. Söz konusu uzaktan erişim müdahale süresini ve seyahat masraflarını önemli ölçüde azaltmıştır [62].

Ankete katılan 144 imalat sanayi işletmesinin 60'ı (%42), satış sonrası hizmetlerinin olmadığını beyan etmiştir. Satış sonrası hizmeti olan şirketlerde ise, makine ve teçhizat (sektördeki işletmelerin %93'ü), motorlu kara taşıtları (sektördeki işletmelerin %77'si), diğer ulaşım (sektördeki işletmelerin %78'i) sektörlerinin öne çıktığı görülmektedir (Şekil 20).

Satış sonrası hizmetlerde dijital araçlardan yararlanılması, satılan ürünlerin kestirimci veya uzaktan bakımı ve dijital ortamda gerçek zamanlı etkileşimler, uçtan uca müşteri yolculuğunu olumlu yönde etkileyecek uygulamalardır.



Şekil 20. İşletmelerin satış sonrası hizmetleri

Ürünleriniz için satış sonrası hizmetleriyle ilgili olarak şirketinizde hangileri uygulanmaktadır?

Satış sonrası hizmet veren işletmeler arasında uygulamayı yapanların payı
%, n = 84



Ülkemiz şirketleri arasında en yaygın satış sonrası hizmet uygulaması uzaktan bakım hizmetidir. Uzaktan bakım hizmeti veren şirketlerin çoğu makine ve teçhizat sektöründedir. Uzaktan bakım hizmetleri dışında, satış sonrası hizmetlerde dijitalleşme seviyesinin genel olarak düşük

olduğu görülmektedir. Satış sonrası hizmetlerin geliştirilmesi imalat sanayi işletmelerinin müşterilerine daha fazla değer sunabilmeleri ve rekabet güçlerini artırabilmeleri açısından potansiyel alanı olarak görülmektedir.

Makine ve iş gücü performansının izlenmesi ve kontrolünde bilinç seviyesi yüksektir; dijital en iyi uygulamaların ağırlığı da nispeten fazladır (%15-20).

3.3.1.7. Dijital teknolojilerin kullanımıyla ilgili özet
Ülkemiz şirketlerinin değer zincirlerinin dijital uygulamalar karşısındaki durumu aşağıda özetlenmiştir:

- **Ürün geliştirme:** Ürünlerin pazara çıkışını hızlandırıcı uygulamalarda; özel Ar-Ge yazılımları işletmelerin yarısı tarafından kullanılmakta, ancak 3 boyutlu yazıcıda bu oran 1/3'e düşmektedir. Müşteri ihtiyaçlarını tespiti yönelik ileri analitik en geri alan olmakla birlikte, diğer değer zinciri halkalarındaki lider şirket (en iyi uygulama) oranlarına göre daha iyidir.
- **Planlama:** Kullanıcılar, talep tahmini, tedarik ve üretim planlaması uygulamalarına önem vermekte (geride kalan oranları %20-25); ancak en iyi dijital uygulamalarda henüz çok fazla varlık gösterememektedir (en iyi uygulama oranları %4-6).
- **Tedarik zinciri ve lojistik:** Kullanıcı şirketlerin değer zincirinde en zayıf olduğu aşamadır. En önemli alanlardan tedarik yönetiminde şirketlerin yarısı geride kalmış durumdadır (örneğin tedarikçiyle

çift taraflı veri paylaşımı yoktur). Sistemli stok takibi yaygın olmakla birlikte dijital uygulamalar yetersizdir.

- **Üretim:** Makine ve iş gücü performansının izlenmesi ve kontrolünde bilinç seviyesi yüksektir; dijital en iyi uygulamaların ağırlığı da nispeten fazladır (%15-20). Gelişmiş robotlardan faydalanma oranı düşüktür (lider oranı %5). Kalite kontrol ve izlemede yazılım ve makine kullanımı yarıdan fazladır ancak en iyi uygulamada (otomasyon ve veri analitiği) oran %4'te kalmaktadır. Kestirimci bakım uygulayan %6'lık bir kesim bulunmaktadır.
- **Satış ve pazarlama:** Kullanıcıların 1/3'ünün CRM kullanımı yoktur veya oldukça düşüktür. Diğer taraftan en iyi uygulamalardan faydalananların oranı nispeten yüksektir. Dijital pazarlama, geride kalanların çok olduğu bir alandır.
- **Satış sonrası:** Uzaktan bakım hizmetleri görece yaygındır (işletmelerin %43'ü sunmaktadır). Kullanıcıların yaklaşık 1/4'ü ürünleri için kestirimci



bakım uygulamaktadır. Yine kullanıcıların yaklaşık 1/4'ü satış sonrası hizmetlerde dijital ortamı etkin olarak kullanmaktadır (örneğin online takip, işlem ve eğitim imkanları).

İmalat sanayinde dijitalleşmeyle birlikte beklenen, daha önce bahsi geçen; stok tutma maliyetinde, makine atıl kalma sürelerinde, ürün tasarım mühendisliği maliyetlerinde, kalite geliştirme maliyetlerinde azalma; işgücü verimliliğinde, öngörü doğruluğunda, pazarlama hızında, müşterilerin hızla değişen ve çeşitlenen taleplerine karşı esneklikte artış gibi faydaların yakalanabilmesi bu aşamalarda dijital uygulamaların etkinliğine ve yaygınlığına bağlıdır. Örneğin, şirketlerin talep öngörülleri ne kadar doğru olursa, tedarikçilerle veri alışverişleri veya sistem entegrasyonları ne kadar yüksek olursa stok tutma maliyetleri o kadar düşecektir. Rekabetçilik açısından müşteriye özel ürünlerin geliştirilmesi, tüm değer süreçlerinde olumlu müşteri deneyimi yaşatılması gibi eğilimlerin gerisinde kalıp kayıp

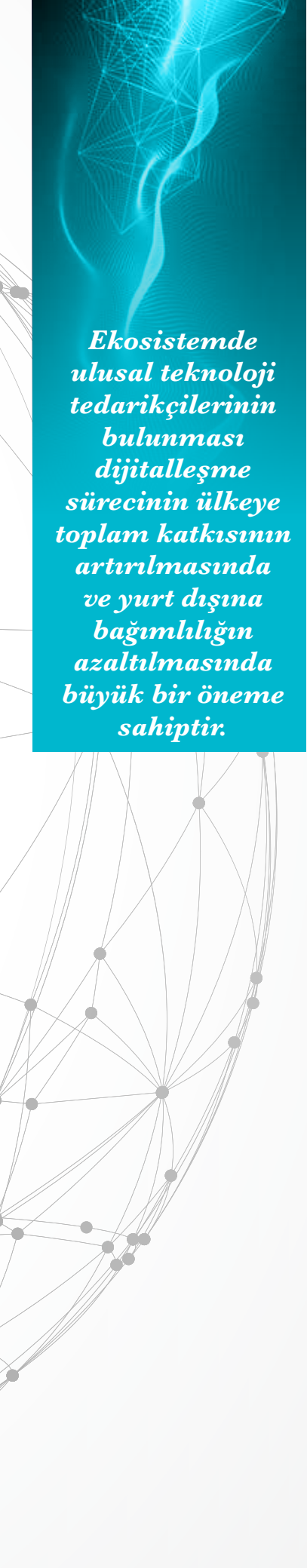
yaşamamak için müşterilerle bağ kurmada dijitalleşmenin sunduğu imkânlardan faydalanılması oldukça önemlidir.

Ankete katılan işletmelerin Ar-Ge merkezi olan büyük şirketler olduğu dikkate alındığında, anket sonuçlarının Türkiye'deki şirketlerin dijitalleşme seviyesinde üst sınırı tanımladığı, geri kalan şirketlerin dijitalleşme seviyesinin ankete katılan işletmelere göre daha geride olabileceği değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, bir taraftan dijitalleşmede önde gitmesi beklenen anketin örneklem grubunda dijital uygulamaların yaygınlaştırılması sağlanırken, diğer taraftan da bunlar dışındaki işletmelere yönelik farkındalık artırıcı çalışmaların yürütülmesi imalat sanayindeki dijitalleşme sürecini hızlandırıcı etki yapacaktır.

3.3.2. Teknoloji Tedarikçileri

Ekosistemin bir diğer önemli paydaşı olan teknoloji tedarikçileri sanayi işletmelerinin (kullanıcıların) dijitalleşme yolundaki uygulama ve çözüm ihtiyaçlarını karşılar ve kullanıcıların dijital teknolojiler

Rekabetçilik açısından müşteriye özel ürünlerin geliştirilmesi, tüm değer süreçlerinde olumlu müşteri deneyimi yaşatılması gibi eğilimlerin gerisinde kalıp kayıp yaşamamak için müşterilerle bağ kurmada dijitalleşmenin sunduğu imkânlardan faydalanılması oldukça önemlidir.



***Ekosistemde
ulusal teknoloji
tedarikçilerinin
bulunması
dijitalleşme
sürecinin ülkeye
toplam katkısının
artırılmasında
ve yurt dışına
bağımlılığın
azaltılmasında
büyük bir öneme
sahiptir.***

hakkında bilgilendirilmesini sağlar. Ekosistemde ulusal teknoloji tedarikçilerinin bulunması ise dijitalleşme sürecinin ülkeye toplam katkısının artırılmasında ve yurt dışına bağımlılığın azaltılmasında büyük bir öneme sahiptir.

Dolayısıyla, teknoloji tedarikçilerinin varlığı dijital dönüşüm sürecinin başlatılması ve ilerletilmesi için olmazsa olmaz bir unsurken, ulusal tedarikçilerin bulunması ve güçlü olması dönüşüm sürecinin ekonomiye katkısını artırmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak açısından göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir.

Dijital dönüşüm yol haritası hazırlık çalışmaları kapsamında yapılan

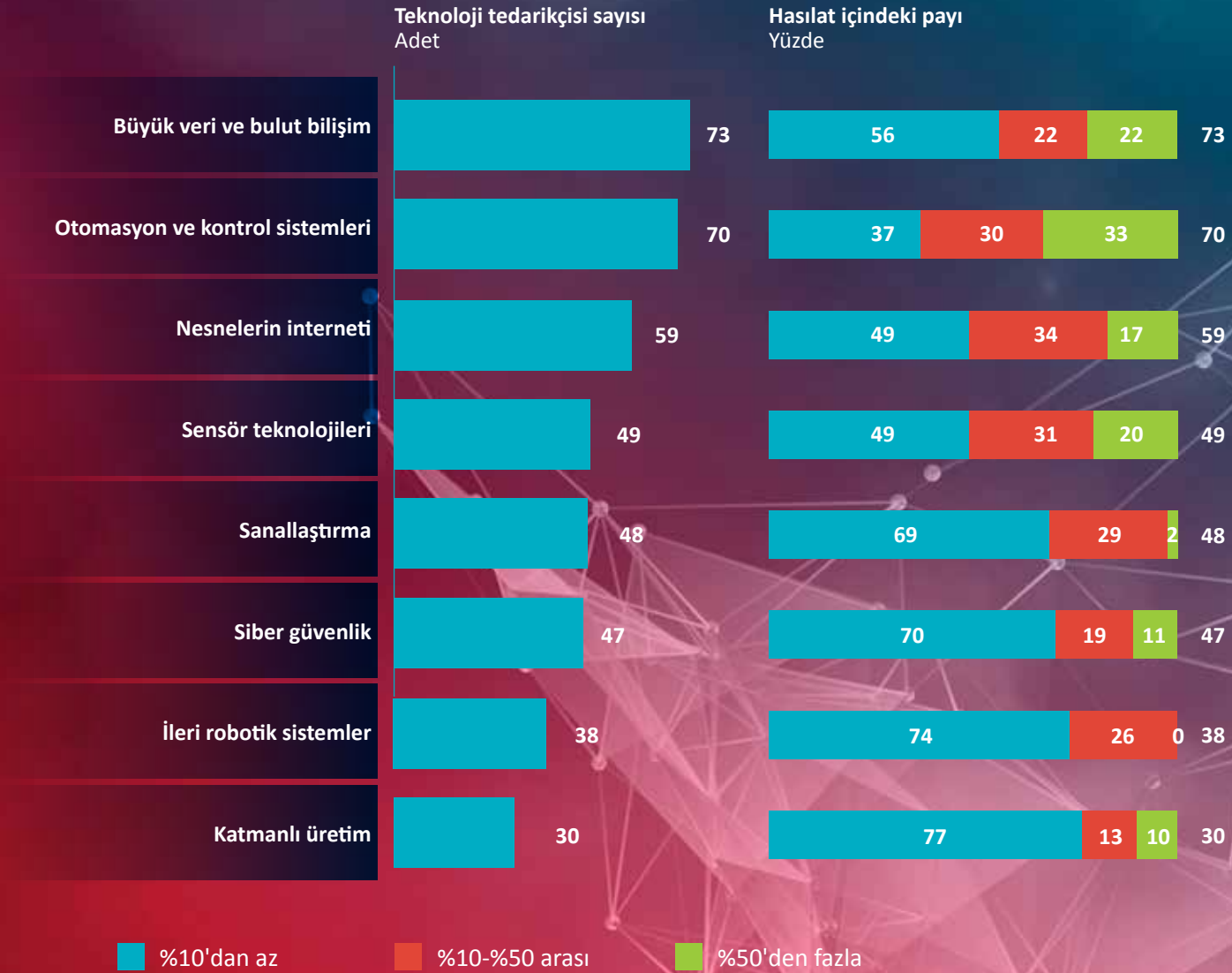
anket çalışmasına cevap veren 106 işletme kendisini teknoloji tedarikçisi olarak tanımlamıştır. Bu işletmelerin %14'ü büyük, %18'i orta, %39'u küçük ve geri kalan %29'u mikro ölçekli işletme sınıfına girmektedir.

Teknoloji tedarikçilerinin hangi dijital teknoloji alanlarında faaliyet gösterdiklerini anlayabilmek için ankete katılan işletmelere Şekil 21'de sıralanan sekiz teknoloji alanının hangilerinde faaliyet gösterdikleri sorulmuştur. Ankete cevap veren işletmeler arasında büyük veri, bulut bilişim (73 adet) ile otomasyon ve kontrol sistemleri (70 adet) konusunda faaliyet gösterenler çoğunluktadır.



Şekil 21. Teknoloji tedarikçilerinin faaliyet gösterdikleri teknoloji alanları

Dijital teknolojilerden hangileri şirketiniz tarafından ürün veya hizmet olarak sunulmaktadır? (hasılatteki paylarını işaretleyiniz)





İşletmelerin büyük kısmının aynı anda birkaç teknoloji alanıyla ilgili ürün ve/veya hizmet sağladığı anlaşılmaktadır.

İşletmelere hizmet verdikleri alanlardaki cirolarının dağılımı da sorulmuştur. Bu soruya verilen yanıtlarda eğer bir teknoloji alanı işletme cirosunun %50'sinden fazlasını oluştuyorsa o teknoloji alanı işletmenin ana ürünü/ hizmeti olarak kabul edilmiştir. Örneğin, bulut bilişim ve büyük veri konularında hizmet veren 73 işletmenin 16'sı (%22'si) cirosunun %50'den fazlasını bu teknoloji alanındaki ürün ve hizmet sunumundan elde etmektedir. Bu noktada anket sorularına verilen cevaplardan işletmelerin büyük kısmının aynı anda birkaç teknoloji alanıyla ilgili ürün ve/veya hizmet sağladığı anlaşılmaktadır.

3.3.2.1. Teknoloji tedarikçilerinin yaşadıkları sorunlar

Teknoloji tedarikçilerine yaşadıkları en büyük sorunlar sorulduğunda aşağıdaki şekilde de görülebileceği üzere ilk üç sıraya müşterileri ile ilgili hususlar yerleşmiştir.⁹ Teknoloji tedarikçileri müşterilerinin dijital teknoloji ve uygulamaların fayda-maliyet analizlerini yapamadıklarını, bu teknolojileri ve uygulamaları

yeterince tanımadıklarını ve dijitalleşmeye yeterince önem vermediklerini düşünmektedir. Yeterli finansman bulamama dördüncü, devletin dijitalleşmeyi yeterince teşvik etmemesi ise beşinci en önemli sorun alanı olarak ifade edilmiştir (Şekil 22). Bu soruya verilen nitel cevaplarda ise özellikle büyük sanayi işletmelerinin kendilerini ispatlamış yabancı teknoloji tedarikçilerinin hazır çözümlerini tercih ettikleri gibi önemli saptamalarda da bulunulmuştur.

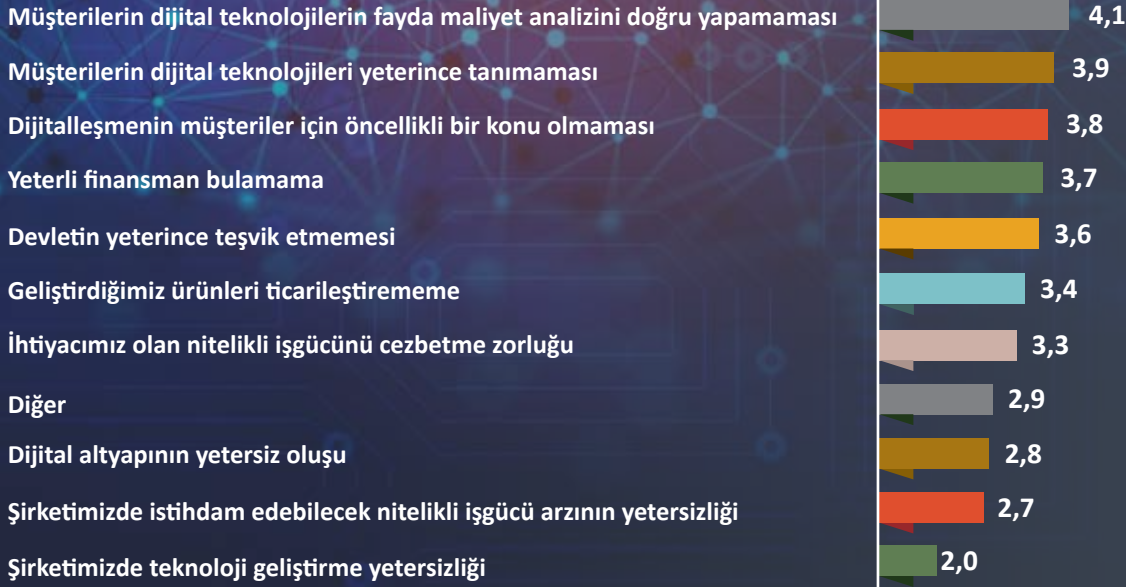
⁹ Bu soru kapsamında teknoloji tedarikçilerinden önceden belirlenmiş 10 sorunun önem seviyesini 5'li ölçekte (5 çok önemli) olacak şekilde değerlendirmeleri talep edilmiştir.



Şekil 22. Dijital teknoloji tedarikçilerinin en büyük sorunları

Dijital teknoloji/ürün/hizmet sağlayıcısı olarak yaşadığınız en büyük sorunlar hangileridir?

Önem Derecesi
Puan (5 en önemli)



3.3.2.2. Teknoloji edinim yöntemleri
Teknoloji tedarikçileri dijital teknolojileri çok farklı yöntemlerle edinebilirler. Anket kapsamında işletmelere teknoloji geliştirmek veya elde etmek için kullandıkları yöntemler sorulmuş ve fiili durum ile ideal durumu karşılaştırmaları istenmiştir.

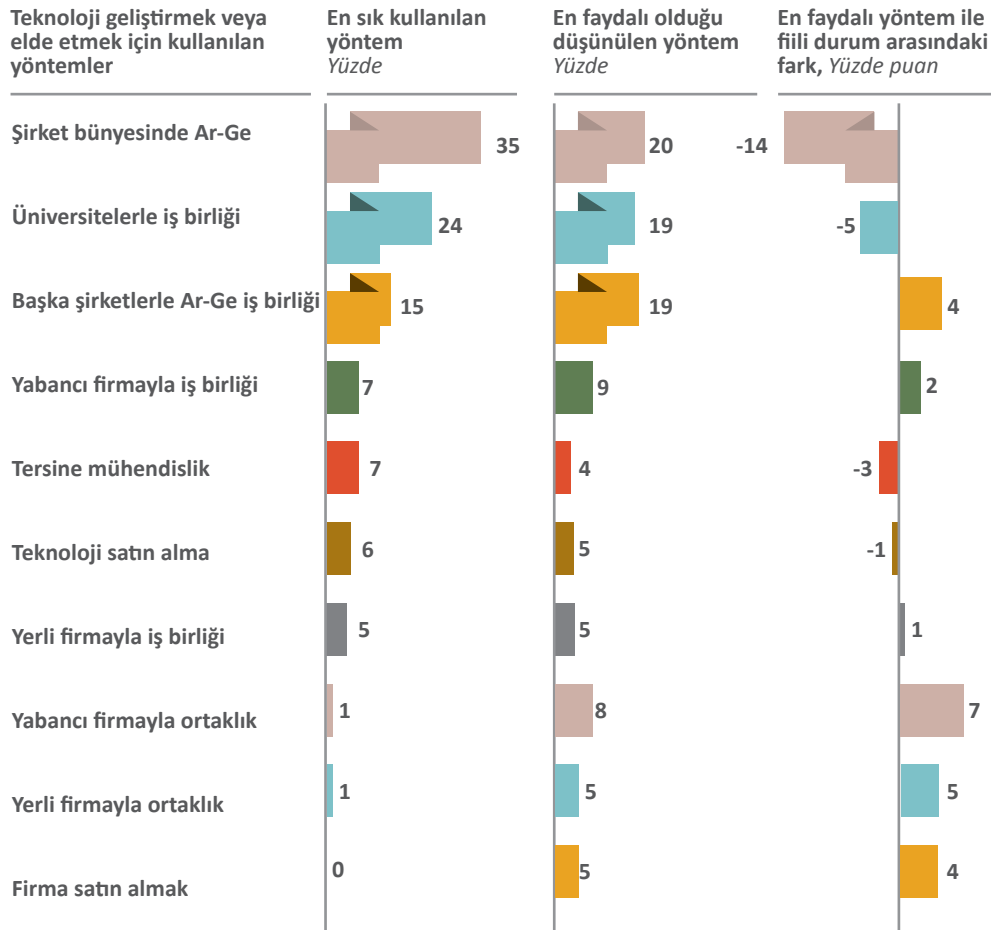
Verilen cevaplara göre şirket

bünyesinde yapılan Ar-Ge projeleri en sık kullanılan yöntemdir (%35), bu yöntemi üniversitelerle işbirlikleri (%24) ve başka şirketlerle (%15) işbirlikleri takip etmektedir (Şekil 23). Teknoloji tedarikçileri, şirket bünyesinde yapılan Ar-Ge oranının ideal durumun çok ötesinde olduğunu, Ar-Ge işbirlikleri dâhil ortaklıklar yoluyla teknoloji ediniminin

artırılabilirliğini düşünmektedir. Teknoloji edinimi yöntemleriyle ilgili anket sorularına verilen cevaplar, teknoloji tedarikçilerimizin

yerli veya yabancı şirketlerle farklı şekillerde yapılabilecek iş birliklerinin artırılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Şekil 23. Teknoloji edinim yöntemleri





3.3.2.3. Kullanılan finansman yöntemleri

Teknoloji tedarikçilerine teknoloji geliştirme ve ticarileştirme faaliyetlerini nasıl finanse ettiklerinin analiz edilebilmesi amacıyla, anketi yanıtlayan işletmelere beş finansman yöntemi sunulmuş ve hangi finansman yöntemleriyle en fazla fon temin ettikleri sorulmuştur. Soruya cevap veren 105 işletmenin %84'ü iki, geri kalanı bir finansman yöntemi kullandıklarını ifade etmiştir.

Verilen cevaplara göre,

- *Öz sermaye:* İşletmelerin %90'ı teknoloji geliştirme ve ticarileştirme faaliyetleri için öz kaynaklarını kullanmaktadır. Büyük, orta ve küçük ölçekli işletmelerin %93-95'i öz kaynaklarını kullanmakta, bu oran mikro işletmelerde %77'ye gerilemektedir.
- *Devlet destekleri:* Teknoloji tedarikçilerinin ortalamada %61'i devlet desteklerinden faydalandıklarını ifade etmiştir. Ancak, devlet destekleriyle finansman noktasında büyük işletmeler ile KOBİ'ler arasında ciddi bir ayrışma tespit edilmiştir. Büyük işletmelerin %87'si devlet

desteği kullandıklarını ifade ederken, bu oran orta ölçekli işletmelerde %68'e, küçük ve mikro ölçekli işletmelerde ise %55 civarına gerilemiştir.

- *Banka kredileri:* İşletmelerin %25'i teknoloji geliştirme ve ticarileştirme faaliyetleri için banka kredisi kullandıklarını ifade etmiştir. Kredilerin ise büyük kısmı (%80) kısa vadeli kredilerden oluşmaktadır.
- *Yatırım sermayesi:* Teknoloji tedarikçilerinin ortalamada %19'u özel sermaye, girişim sermayesi gibi yatırım sermayelerini kullanma olanağı bulduklarını ifade etmiştir. Yatırım sermayesi kullanan işletmelerin %84'ü mikro, gerisi küçük ölçeklidir; orta ve büyük ölçekli işletmeler arasında yatırım sermayesi kullandığını ifade eden bir tedarikçi olmamıştır.

Hatırlanacağı gibi teknoloji tedarikçilerinden en önemli sorunlarını ifade etmeleri talep edildiğinde, yeterli finansmana erişim ilk dört sorun arasında yer almıştır. Finansman yöntemleriyle ilgili sorulan soru da bunu

Teknoloji tedarikçilerimizin yatırım sermayesi ve uzun vadeli kredilere erişiminin artırılması gerekmektedir.

**Teknoloji
tedarikçisi
işletmelerimiz
teknoloji
kullanıcıları ile
daha yakından
çalışmaya
büyük önem
vermektedirler.**

teyit etmektedir. Teknoloji tedarikçilerimizin yatırım sermayesi ve uzun vadeli kredilere erişiminin artırılması gerekmektedir.

3.3.2.4. Tedarikçilerin öncelikleri

Teknoloji tedarikçisi olan işletmelere içinde bulundukları ekosistemde öncelikli olarak geliştirilmesi gerektiğini düşündükleri dört alan sorulduğunda, tedarikçilerin %50'sinden fazlası aşağıdaki dört konuyu öncelik olarak ifade etmiştir:

- *Dijitalleşme konusunda bilinçli bir müşteri kitlesinin varlığı:* Daha önce de ifade edildiği gibi teknoloji tedarikçileri imalat sanayi işletmelerinin dijital teknolojiler konusunda yeterince bilgi sahibi olmadıklarını düşünmekte ve bunu önemli bir sorun olarak addetmektedir.

- *Finansman imkânları:* Tedarikçilerin kullandıkları finansman yöntemleriyle ilgili soruya verilen cevapların da gösterdiği gibi teknoloji işletmelerimizin büyük kısmının faaliyetlerini öz kaynaklarıyla, devlet destekleriyle veya kısa vadeli kredilerle finanse etmektedir. Bu kapsamda finansman imkânlarının güçlendirilmesi yönünde bir öncelik oluşması şaşırtıcı değildir.
- *İş birliğine açık bir müşteri kitlesinin varlığı:* Teknoloji tedarikçisi işletmelerimiz teknoloji kullanıcıları ile daha yakından çalışmaya büyük önem vermektedirler. Teknoloji tedarikçisi işletmelerin müşterilerle iş birliğine açık olmaları, bu sayede bir kültürün oluşmasıyla teknoloji





kullanıcılarının bilgi ve bilinç seviyesinin artacağına yönelik beklentileri ile açıklanabilir.

Diğer taraftan, ankete cevap veren işletmelerin büyük kısmının yerli olması ve dijital teknoloji kullanıcılarının yetkinliği yüksek yabancı işletmelerle çalışma eğilimleri, teknoloji tedarikçilerinin kendilerini potansiyel müşterilerine daha iyi anlatma yönünde talep ve ihtiyaçları olduğunu da göstermektedir.

- *Devlet destekleri:* Ankete cevap veren teknoloji tedarikçilerinin ortalamada %61'i devlet desteklerinden faydalıyor olmasına rağmen, devlet desteklerinin ilk dört öncelikten birisi olarak ifade edilmesi, kamu otoritesine devlet desteklerinin çeşitlendirilmesi ve artırılması yönünde bir çağrı olarak yorumlanabilir.

3.3.2.5. Kullanıcıların gözüyle teknoloji tedarikçileri

Anket çalışması kapsamında kullanıcıların teknoloji tedarikçileri hakkındaki değerlendirmelerini öğrenebilmek amacıyla kullanıcılardan altı teknoloji

alanında¹⁰ beş unsur¹¹ üzerinden tedarikçilere not vermeleri (10 üzerinden) talep edilmiştir.

Ankete katılan imalat sanayi işletmeleri genel olarak ulusal dijital teknoloji tedarikçilerini yetersiz görmektedir. Şekil 24'te görüleceği üzere hiçbir alanda tedarikçilerin aldığı not 10 üzerinden 6'yı geçememiştir.

- Kullanıcılar açısından, tedarikçilerin fiyat uygunluğu en düşük değerlendirilen unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Fiyat uygunluğu açısından kullanıcılar tedarikçilere 10 üzerinden ortalamada 4,6 puan vermiştir. Katmanlı üretim ve endüstriyel robotların fiyat uygunluğu 4,2 ile tüm teknoloji alanları içinde en düşük seviyededir.
- Katmanlı üretim en zayıf görünen dijital ürün/hizmet alanıdır. Bu teknoloji alanında çözüm üretebilme becerisi ve hizmet çeşitliliği açısından hiçbir unsur 10 üzerinden ortalamada 5 puanın üzerinde çıkamamıştır.

¹⁰ Veri analizi (büyük veri, ileri analitik vb.); otomasyon sağlayan çözümler, optimizasyon sağlayan çözümler, katmanlı üretim (3 boyutlu yazıcılar vb.), endüstriyel robotlar ve yazılım, bilgi işlem

¹¹ Çözüm üretebilme becerisi, iş devamlılığı riski, fiyat uygunluğu, kalite yeterliliği ve hizmet çeşitliliği

Kullanıcılar tarafından en yeterli görünen alan yazılım ve bilgi işlem olarak ortaya çıkmaktadır.

- Kullanıcılar tarafından en yeterli görünen alan ise yazılım ve bilgi işlem olarak ortaya çıkmaktadır. Burada tedarikçilerin çözüm üretebilme yetkinliği, kalitesi ve hizmet çeşitliliği ile ilgili değerlendirmeler 10 üzerinden 6-7 puan aralığındadır.
- Değerlendirme unsurları tedarikçilerin “çözüm üretebilme becerisi” ortalamada

5,7 gibi düşük bir seviyede değerlendiriliyor olsa da diğer değerlendirme unsurlarına göre daha iyi durumdadır. Burada yazılım ve bilgi işlem teknoloji alanlarında faaliyet gösteren teknoloji tedarikçilerinin çözüm üretebilme becerisinin genel ortalamaya önemli bir katkı yaptığı da not edilmelidir.

Şekil 24. Kullanıcıların gözüyle tedarikçiler

Türkiye'de faaliyet gösteren dijital teknoloji ve uygulama tedarikçilerinin durumu hakkındaki değerlendirmelerinize uygun seçenekleri işaretleyiniz

Dijital ürün/hizmet alanı	Kullanıcıların tedarikçilere verdiği puanların ortalaması, Puan, 10 üzerinden					Ortalama
	Çözüm üretebilme becerisi	Fiyat uygunluğu	Kalite Yeterliliği	İş devamlılığı riski	Hizmet çeşitliliği	
Veri analizi (büyük veri, ileri analitik vb.)	5,3	4,3	5,1	5,3	5,1	5,0
Otomasyon sağlayan çözümler	5,8	4,7	5,4	5,7	5,3	5,3
Optimizasyon sağlayan çözümler	5,1	4,5	5,1	5,2	4,9	5,0
Katmanlı üretim (3 boyutlu yazıcılar vb.)	5,3	4,3	5,0	4,9	5,0	4,9
Endüstriyel robotlar	5,8	4,3	5,6	5,4	5,4	5,3
Yazılım, bilgi işlem	6,6	5,4	5,9	5,6	6,0	5,9
Ortalama	5,7	4,6	5,3	5,3	5,3	



Özet olarak, yapılan değerlendirmeler kullanıcıların teknoloji tedarikçilerini yeterli görmediğine işaret etmektedir. Bu durum tedarikçilerin farklı konulardaki değerlendirmeleri ile bir arada ele alındığında birkaç hususun dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kullanıcılar tarafından yapılan değerlendirmelerde fiyat uygunluğu en düşük puanı almıştır. Kullanıcılara dijitalleşmenin önündeki engeller sorulduğunda maliyet konusu yine ön sıralarda yer aldığı için buradaki değerlendirmede de fiyat uygunluğunun düşük çıkması şaşırtıcı değildir. Ancak tedarikçiler, kullanıcıların dijital teknolojilerin fayda-maliyet analizlerini doğru bir şekilde yapamadıklarını düşünmektedir. Ülkemizdeki işgücü maliyetlerinin dijitalleşmede lider konumdaki ülkelerin büyük kısmına göre düşük olması, bazı teknolojilerin fayda maliyet analizi açısından düşünüldüğünde mantıklı olmayacağı dikkate alınmalıdır.

3.3.3. Şirket Yapısı ve Kültür

Dijitalleşme sadece dijital teknolojileri kullanmaktan ibaret değildir. Dijitalleşme için gereken kurumsal kabiliyet ve yeteneklerin

geliştirilmesi şirketlerin kurumsal yapılarında, insan kaynaklarında ve iş yapma kültürlerinde de dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Ancak birçok şirket kaynakların yetersizliği, dijital yeteneklerin eksikliği veya farklı önceliklerin devrede olması gibi nedenlerle dijitalleşme sürecine yeterli önemi verememektedir. İşletmenin dijital stratejisinin genel stratejinin önemli bir bileşeni olması ve dijitalleşmeye yönelik hedef ve aksiyonların şirket üst yönetimi tarafından yakından takip edilmesi dijitalleşme sürecini hızlandırıcı rol oynamaktadır. Dijitalleşme, aynı zamanda, veri ve analizin karar süreçlerinde çok daha etkili olduğu bir kültürün oluşmasına yol açmaktadır.

Dijitalleşmede işletmelerin *daha fazla risk alan, deneme-yanılma uygulamalarına izin veren, esnek örgütlenmeye sahip* bir yapıya dönüşmesi önemlidir. İşletmeler dijital teknolojilerin sağladığı birlikte çalışabilirlik imkânlarını kullanarak klasik hiyerarşik örgütlenmelerden uzaklaşmakta, daha esnek ve takım çalışmasına dayalı iş ortamlarını oluşturmaktadır. Hatta bu tür esnek yapılanmalar şirket içerisinde birbirinden bağımsız çalışan

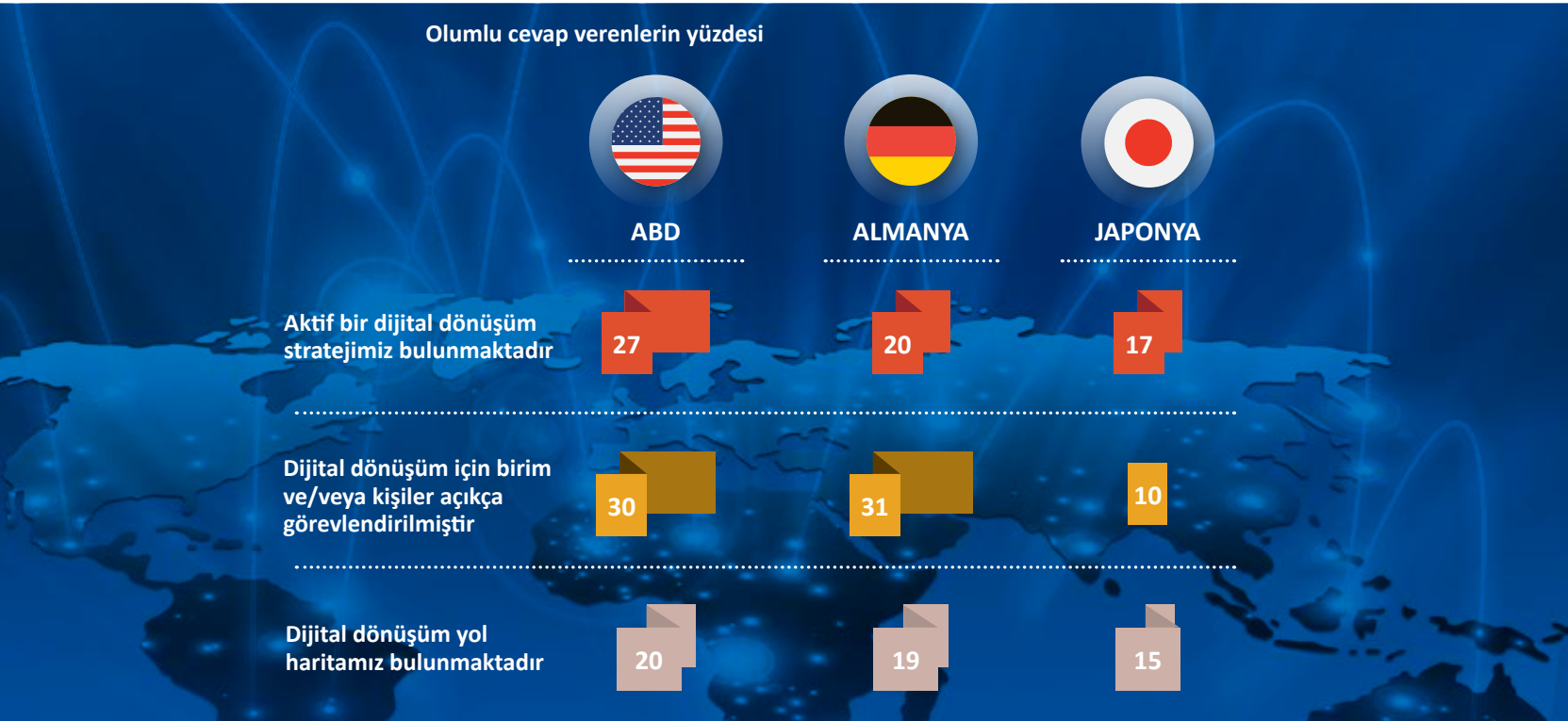
Dijitalleşme için gereken kurumsal kabiliyet ve yeteneklerin geliştirilmesi şirketlerin kurumsal yapılarında, insan kaynaklarında ve iş yapma kültürlerinde de dönüşümü zorunlu kılmaktadır.

girişim gruplarının oluşmasına da müsaade etmektedir. Örneğin, Haier girişimciliğin teşvik edilmesine dayalı yenilikçi bir “Mikro-org + destek platformunu” hayata geçirerek özgün bir dijitalleşme örneği ortaya koymuştur [63].

Şubat 2016’da yayınlanan bir raporda, ABD, Almanya ve Japonya’da en az 50 çalışanı olan 300 şirketle (her ülke için 100’er şirket) gerçekleştirilen bir

ankete göre, katılımcı şirketlerin %89’u dijitalleşmenin operasyonel etkinliklerini artıracığına inanmakta, %60’ı dijitalleşmeye iyi hazırlandıklarını düşünmektedir. Buna karşın dijitalleşme konusunda strateji, yol haritası ve açık görevlendirme yapmış şirketlerin oranı görece düşüktür. Örneğin, Almanya’daki işletmelerin sadece %20’sinin dijitalleşme konusunda aktif bir stratejisi ve yol haritası bulunmaktadır (Şekil 25) [64].

Şekil 25. Lider ülkelerdeki durum



Kaynak: McKinsey & Company



İmalat sanayinde dijital dönüşüm yol haritasının hazırlanmasına yönelik yapılan anket çalışması dijital dönüşümün Türkiye’de de şirketlerin stratejilerine girmeye başlamış olduğuna ve üst yönetimde en çok konuşulan konuların arasına girmeyi başardığına dair emareler içermektedir. Ancak, dijital dönüşüme yönelik uygulama adımlarının fiiliyata geçirilmesinde aynı performans henüz gösterilememiştir. Nitekim anket sonuçlarına göre, sanayi

işletmelerinin %37’si dijitalleşme stratejisi belirlemiş olmakla beraber, işletmelerin sadece %24’ü dijitalleşme hedefleri için bütçe tahsis etmiş ve %16’sı dijitalleşme konusunda performans ölçütleri belirlemiştir. Ankete yanıt veren işletmelerin önemli bir kısmının Ar-Ge merkezi olan büyük işletme olduğu dikkate alındığında imalat sanayinin geneli için çok daha düşük oranlardan bahsedilebileceği açıktır (Şekil 26).

Şekil 26. İmalat sanayi işletmelerinde (kullanıcılar) dijitalleşmeye yönelik strateji ve yapı

Dijital dönüşüm strateji seviyesinde yer bulmaya başlamış, henüz uygulama adımlarına yeterince yansımamıştır.

n = 144

Strateji ve planlama	Plana bağlanmış açık bir dijitalleşme stratejisi olanlar	%37
	Dijitalleşme hedefleri için tahsis edilmiş ayrı bir bütçesi olanlar	%24
	Teknoloji yol haritasında dijitalleşme konusu yer alanlar	%40
	Üst yönetimin en çok zaman ayırdığı ilk 5 konudan biri dijitalleşme olanlar	%26
Uygulama	Dijitalleşme hedeflerine yönelik performans kriterleri belirlemiş olanlar	%16
	Dijitalleşmeden sorumlu, diğer birimleri destekleyen ayrı bir birim/yapısı olanlar	%13
	Özellikle dijitalleşmeden sorumlu üst düzey bir yönetici atamış olanlar	%9
Adım atmayan	Dijitalleşmeyle ilgili yukarıdakilere benzer herhangi bir adım atmamış olanlar	%25



Devlet, dijital dönüşüm ile ilgili ulusal öncelikleri, stratejileri ve politikaları belirleyen, ekosistem paydaşlarını harekete geçiren, onlara yol gösteren ve iş birliği içinde çalışmalarını sağlayan en temel paydaştır.

Diğer taraftan ankete katılan işletmelerin dijital dönüşüm strateji, bütçe ve hedefleri bir arada ele alındığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- Dijitalleşmeye yönelik stratejisi, ayrı bir bütçesi ve performans hedefleri olan işletmelerin toplam içindeki payları %6'dır.
- Dijitalleşmeye yönelik stratejisi ve ayrı bir bütçesi olan ancak performans hedefleri belirlememiş işletmelerin toplam içindeki payları %6'dır.
- Dijitalleşmeye yönelik bütçesi ve performans hedefleri olan ancak strateji belirlememiş işletmelerin toplam içindeki payları %4'tür.
- Dijitalleşmeye yönelik stratejisi ve performans hedefleri olan ancak dijital dönüşüm için ayrı bir bütçe tahsis etmemiş işletmelerin toplam içindeki payları %2'dir.

Bu itibarla, dijital dönüşümün başarıyla gerçekleşebilmesi için gerekli olan yönetim, strateji ve organizasyon dönüşümünde kullanıcıların henüz hazır olmadığı görülmektedir.

3.3.4. Ekosistem

İmalat sanayi işletmelerinin içinde bulundukları ekosistem, dijital

dönüşüm çabalarının başarıya ulaşması açısından büyük bir öneme sahiptir. Söz konusu ekosistem devlet, kullanıcılar (sanayi işletmeleri), teknoloji tedarikçileri, eğitim kurumları (üniversiteler, araştırma enstitüleri), yatırımcılar (finans kurumları dâhil) ve işletmelerin değer zincirinde yer alan diğer şirketler gibi paydaşlardan oluşmaktadır. Bu paydaşların rollerini iş birliği ve eşgüdüm içinde yerine getirmesi dönüşümü tetikleyen kilit unsurlardan biridir.

Devlet, dijital dönüşüm ile ilgili ulusal öncelikleri, stratejileri ve politikaları belirleyen, ekosistem paydaşlarını harekete geçiren, onlara yol gösteren ve iş birliği içinde çalışmalarını sağlayan en temel paydaştır.

- Devlet bu fonksiyonlarını icra ederken çoğu kez ekosistemin diğer paydaşlarına mali destek ve teşvik de sağlayarak yatırımcı ve finansör haline de gelebilmektedir.
- Devletin en temel rollerinden birisi de dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan mevzuat ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu kapsamda, elektronik işlemlerin kolaylaştırılması (örneğin,



makinelar arası sözleşmeler, elektronik ödemeler vb.), kişisel bilgilerin ve fikri mülkiyet haklarının korunması gibi konularda gerekli mevzuat düzenlemelerini yapar ve ekosistemin elverişli bir düzenleyici çerçevede faaliyet göstermesini sağlar.

- Devlet aynı zamanda dijital dönüşümü kolaylaştıracak fiziki ve fikri yatırımları yapar ve veri iletişim gibi alanlarda standartların geliştirilmesini sağlar.

İmalat sanayi işletmeleri dijital teknolojileri ve uygulamaları değer zincirleri başta olmak üzere faaliyetlerine adapte eder ve yeni iş modelleri geliştirerek dijital dönüşümü gerçekleştirir. İmalat sanayi işletmeleri homojen bir grup değildir. Buna göre;

- Büyük işletmelerin ve KOBİ'lerin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaç ve öncelikleri farklılık gösterebilir,
- Diğer taraftan, dijital dönüşüm ile ilgili öncelik ve ihtiyaçlar sektörden sektöre de farklılık gösterecektir,
- Birçok sanayi işletmesi diğer sanayi ve hizmet işletmeleri ile alım-satım ilişkisi içindedir.

Dolayısıyla sanayi işletmelerinin dijitalleşme seviyeleri kendi yatırımlarına ek olarak alım-satım ilişkisi içinde oldukları işletmelerin dijitalleşme seviyesinden de etkilenmektedir,

- İmalat sanayi işletmeleri pazara erişirken farklı satış kanallarını (B2B, B2C, B2G) kullanırlar. Bazı işletmeler sadece diğer işletmelere satış yaparken, diğerleri doğrudan tüketicilere erişebilir. İmalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm süreçleri kullandıkları satış kanallarına göre de farklılık göstermektedir.

Teknoloji tedarikçileri ise kullanıcılar için dijital teknoloji, uygulama ve çözümleri geliştirir; bu tür teknolojileri kullanıcı şirketlere farklı modeller altında sunar ve gerektiği durumlarda entegrasyonunu yapar. Tedarikçiler, teknoloji ve çözüm üretmeye ek olarak, kullanıcı şirketleri dijital teknoloji ve uygulamalar hakkında bilgilendirmekte, hatta eğitmektedir. Kullanıcıların farklı sektörlerde ve farklı koşullarda faaliyet göstermeleri, kimi zaman kendilerine has çözümleri de gerektirmektedir. Bu bakımdan, bu iki paydaşın bir araya gelmesi, iş birliği içinde birlikte

Tedarikçiler, teknoloji ve çözüm üretmeye ek olarak, kullanıcı şirketleri dijital teknoloji ve uygulamalar hakkında bilgilendirmekte, hatta eğitmektedir.

***Dijitalleşmenin
finansman
ayağını devlet
desteklerinin
yanında mali
kuruluşlar ve
yatırımcılar
oluşturmaktadır.***

çözümler geliştirebilmesi oldukça önemlidir.¹²

Kullanıcı ve tedarikçilerin, Ar-Ge ve nitelikli insan gücü konusundaki tedarikçisi de farklı seviyelerde eğitim veren *eğitim kurumları, enstitü ve araştırma merkezleridir*. Bu kuruluşların yetkinlik ve etkinliği fazla olursa, teknik bilgi ve nitelikli işgücü ihtiyacı daha rahat ve verimli bir şekilde karşılanacak, bu konularda yurt dışına bağımlılık azalacaktır. Tarafların birbirlerinin ihtiyaçlarını ve yetkinliklerini bilmesi, bu ihtiyaçları karşılayacak şekilde kendilerini konumlandırması, çözüm geliştirme sürecine hem teorik hem de pratik bilginin dâhil edilmesi şirketler ile üniversite ve enstitüler arasındaki işbirliklerine bağlı olacaktır.

Dijitalleşmenin finansman ayağını devlet desteklerinin yanında *mali kuruluşlar* (bankalar) ve *yatırımcılar* (özel sermaye, girişim sermayesi, varlık fonu vb.) oluşturmaktadır. Yeterli finansmanın olmaması dijitalleşme sürecinin yavaşlamasına neden olacaktır. Dijitalleşmenin gerektirdiği yatırımların tamamen

öz kaynakla yapılabilmesi her şirket için (özellikle de KOBİ'ler için) mümkün değildir. Kurumsal veya finansal yatırımcılar, gelecek potansiyeli olan işletmelere kaynak aktarma eğiliminde olduğundan, dijitalleşmenin de önemli verimlilik artışları sağlaması beklendiğinden, yatırımcıların dijitalleşme yatırımlarının gelecek potansiyeli olan işletmeler olduğuna ve bu yatırımlara kaynak aktarmaya ikna edilmesi çok önemlidir.

Bu doğrultuda, imalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritasının hazırlanmasına yönelik saha çalışmaları kapsamında yapılan ankette katılımcılara ekosistemin geliştirilmesi gereken alanları hakkındaki düşünceleri sorulmuş, ardından da kamudan öncelikli beklentilerini ifade etmeleri talep edilmiştir. Her iki açıdan da katılımcılara dokuz seçenek verilmiş ve önceliklerini anlayabilmek adına en fazla dört seçeneğin işaretlenmesine izin verilmiştir.¹³

Şekil 27'de dijital teknoloji kullanıcılarının ve tedarikçilerinin ekosistemde gelişmesi gereken

¹² Teknoloji tedarikçileri robotik sistemler, 3 boyutlu yazıcı üreten imalat sanayi işletmeleri olabildiği gibi ileri analitik, makine öğrenmesi, nesnelerin interneti gibi yazılım tabanlı işletmeler de olabilir.

¹³ Önceden belirlenmiş seçeneklere ek olarak katılımcılara “diğer” başlığı altında görüş ve önerilerini iletme olanağı da sağlanmıştır.



alanlardaki önceliklere yönelik düşünceleri özetlenmektedir.

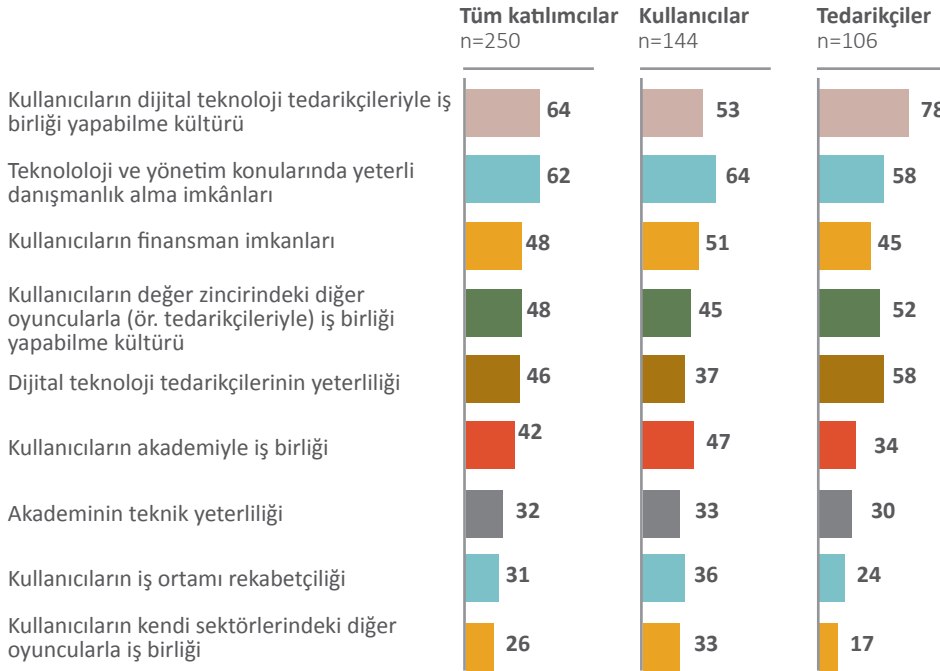
- Ankete katılan işletmelerin verdikleri yanıtlar iki konuyu öncelikli olmaları nedeniyle diğerlerinden ayrı bir noktaya konumlandırmaktadır: Kullanıcıların dijital teknoloji tedarikçileriyle iş birliği yapması ve teknoloji ile yönetim konularında danışmanlık hizmetinin alınması. Ankete katılan işletmelerin %60'ından

fazlası bu iki konuyu dört öncelikten birisi olarak nitelendirmiştir.

- Takip eden dört konu ise katılımcıların %40-%50'si tarafından öncelik olarak değerlendirilmektedir: kullanıcıların finansman imkânları, kullanıcıların değer zincirinin diğer oyuncularıyla (tedarikçi vb.) iş birliği yapması, dijital teknoloji tedarikçilerinin yeterliliği ve kullanıcıların akademiyle iş birliği.

Şekil 27. Ekosistemde öncelikli görülen konular

En öncelikli 4 alandan biri olarak seçim yapanların toplama oranı, yüzde



İçinde bulunduğunuz ekosistemde, şirketinizin dijitalleşmesi bakımından öncelikli olarak geliştirilmesi gerektiğini düşündüğünüz 4 alan hangisidir?





**Devletin,
yatırımcıların
ve finans
kuruluşlarının
dijitalleşme
yatırımlarına
kaynak
aktarmalarını
sağlayacak
mekanizmalar
ekosistemde
geliştirilmesi
gereken bir
noktadır.**

Kullanıcıların tedarikçilerle iş birliği yapabilme kültürünün geliştirilmesi tüm katılımcılar arasında en fazla oyu alan konu olmuştur. Her beş teknoloji tedarikçisinden dördü, imalat sanayi işletmelerinin ise yarısından fazlası (%53) bu konuyu dört öncelikten birisi olarak değerlendirmektedir. Ankette sorulan diğer bir soru ise tedarikçilerin neden bu konuya özel bir önem atfettiğini öğrenmeye yöneliktir. Şöyle ki tedarikçilere imalat sanayinin dijitalleşmesi önündeki en önemli engellerin ne olduğu sorulduğunda “*kullanıcıların dijital teknolojilerin fayda ve maliyetlerini doğru analiz edememesi*” ilk sırada yer almıştır.¹⁴ Örneğin, kalıp çıkarma maliyetini sadece kalıp çıkaran işletmeye yapılan ödemeden ibaret gören bir imalat sanayi işletmesinin katmanlı üretim teknolojilerinin getireceği katkıyı gerçekçi bir şekilde sayısallaştırmasının mümkün olmadığı düşünülmektedir. Dolayısıyla, tedarikçilerin, dijital teknolojiler hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını düşündükleri kullanıcılarla bir araya gelmeyi,

¹⁴ Teknoloji tedarikçilerinin %70'i kullanıcıların dijital teknolojilerin fayda ve maliyetlerini doğru analiz edememesini önemli veya çok önemli bir engel olarak nitelendirmiş, sonuç olarak bu konuya verilen önem seviyesi 5 üzerinden 3,9 olmuştur.

onlara dijitalleşme teknoloji ve çözümlerini tanıtmayı çok önemsedikleri anlaşılmaktadır.

Teknoloji ve yönetim konularında danışmanlık hizmeti almak ise katılımcıların en fazla önem verdiği ikinci konudur. Hem kullanıcıların hem de tedarikçilerin yarısından fazlası teknoloji ve yönetim danışmanlığına erişimi en öncelikli dört gelişme alanından birisi olarak değerlendirmektedir. Bu konu Almanya’da da özellikle KOBİ’lerin dijital dönüşümü için bir öncelik alanı olarak belirlenmiş olup, “Dijital Ol” programı kapsamında işletmelerin akredite danışmanlık firmalarından hizmet alımları kamu tarafından desteklenmektedir [31].

Anket sorularına verilen yanıtlar incelendiğinde *kullanıcıların dijital dönüşüm yolculuklarına yönelik finansman imkânlarının geliştirilmesi* üçüncü öncelik alanı olarak ortaya çıkmıştır. Finansman ihtiyacı anketin diğer sorularında da ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla, devletin, yatırımcıların ve finans kuruluşlarının dijitalleşme yatırımlarına kaynak aktarmalarını sağlayacak mekanizmalar ekosistemde geliştirilmesi gereken bir noktadır.



İmalat sanayi işletmelerinin geleneksel tedarikçileri gibi ekosistemin diğer paydaşlarıyla daha fazla iş birliği yapmaları da bir öncelik olarak ortaya çıkmıştır. Buradan katılımcıların imalat sanayi sektörlerindeki değer zincirlerinde sadece bir işletmenin dijitalleşmesinin yeterli olmadığını düşündükleri sonucuna varılabilir. İmalat sanayi işletmeleri yatay ve dikey bağlantıları ile ele alınmalıdır. Tedarikçileri veya müşterileri yeterince dijitalleşmemiş olan bir imalat sanayi işletmesi dijital dönüşümün tüm katkılarından faydalanamayacak, gelişimi kendi içindeki dönüşüm olanaklarının sağlayacağı etki ile sınırlı kalacaktır.

Katılımcıların ekosistemde geliştirilmesi gereken konulara verdikleri öncelikler incelendiğinde *dijital teknoloji tedarikçilerinin yeterliliği* hususunun 5'inci sırada geldiği görülecektir. Kullanıcıların %37'si tedarikçilerin yeterliliğinin geliştirilmesini bir öncelik alanı olarak görmekteyken, tedarikçilerin yaklaşık %60'ı kendi yeterliliklerinin geliştirilmesini öncelik olarak görmektedir. Ankete yanıt veren imalat sanayi işletmelerinin önemli bir kısmının büyük işletme olması sebebiyle, güçlü yabancı dijital

teknoloji tedarikçilerine erişimi bulunmaktadır. Bu nedenle de kullanıcıların tedarikçiler ile ilgili değerlendirmelerinin yetkinliği güçlü teknoloji tedarikçilerini temel alıyor olması olasıdır.

Anket sonuçlarına göre *üniversitelerle iş birliğinin artırılması* altıncı, *üniversitelerin yetkinliklerinin güçlendirilmesi* ise yedinci öncelik alanıdır. İki konunun da ilk dört öncelik arasına girmemiş olması işletmelerimizin teknoloji kullanımı veya teknoloji geliştirilmesi konularında üniversitelerden çok büyük bir beklentisi olmadığı veya ne bekleyeceğini bilmemeleri şeklinde yorumlanabilir. Anket sorularına verilen cevaplar işletmelerimizin dijitalleşme konusunda yeterli bilgiye sahip olmamasını ana sorun alanlarından birisi olarak ortaya çıkarmaktadır. Dijitalleşme konusunda yeterli bilgiye sahip olunmaması en önemli sorunlar arasında çıkarken, üniversitelerle daha fazla iş birliği yapılmasına eşit derecede önem verilmemesi, işletmelerimizin akademiye bilgi kaynağı olarak görmemeleri şeklinde yorumlanabilir. Benzer bir şekilde işletmelerimizin önemli bir kısmı (%91) hâlihazırda dijitalleşme ihtiyaçlarının belirlenmesinde ve

Hem kullanıcıların hem de tedarikçilerin yarısından fazlası teknoloji ve yönetim danışmanlığına erişimi en öncelikli dört gelişme alanından birisi olarak değerlendirmektedir.

**Dijital dönüşüm
destek
programının
tasarlanması
ve uygulanması
önemli bir ihtiyaç
olarak ortaya
çıkmuştur.**

dijital çözümlerin üretilmesinde işletme dışı kaynakları kullandıklarını belirtmiştir.¹⁵ Dolayısıyla, işletmelerimizin dijital teknolojilerin kullanımında işletme dışı kaynaklara yöneliminin bu kadar güçlü olduğu bir ortamda dâhil üniversitelerle iş birliğinin artırılmasını bir öncelik olarak görmemesi, işletmelerimizin üniversitelerden beklentilerinin düşük olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Ankete katılan işletmelerin devletten beklentileri incelendiğinde kullanıcıların ve tedarikçilerin beklentileri arasında bazı ayrışmalar olduğu gibi fikir birliği olan alanlar da gözlemlenmektedir.

İmalat sanayi işletmelerinin %81'i devletin *kullanıcıların dijital dönüşüm yolundaki yatırımlarını desteklemesi* gerektiğini ifade ederken, teknoloji tedarikçilerinin de yarıdan fazlası (%57) aynı yönde fikir beyan etmiştir. Bu şekilde kamunun kullanıcıların dijital dönüşüm yatırımlarını desteklemesi hem kullanıcılardan hem de tedarikçilerden %50'nin

üzerinde oy alan tek öncelik alanı olmuştur. Dolayısıyla, dijital dönüşüm destek programının tasarlanması ve uygulanması önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 28).

Devletin dijitalleşme konusunda kendi uygulama ve yatırımlarını artırarak bizzat talep oluşturması ve örnek olması tüm katılımcılar arasında ikinci en yüksek oyu alan öncelik alanıdır.

Bu konuya teknoloji tedarikçileri daha büyük bir önem vermekle beraber, devletin talep oluşturması kullanıcıların da en çok önem atfettiği dört alandan birisidir.

Teknoloji tedarikçileri bu konuya devletin kendilerine doğrudan mali destek sağlamasından daha büyük önem vermektedir. Uluslararası uygulamalar incelendiğinde devletin geleneksel kamu alımlarına ek olarak dijital ihtiyaçlarına yönelik talep oluşturduğu da görülmektedir [65].

İşletmelerin ve toplumun farkındalığının artırılması ankete katılan işletmelerden

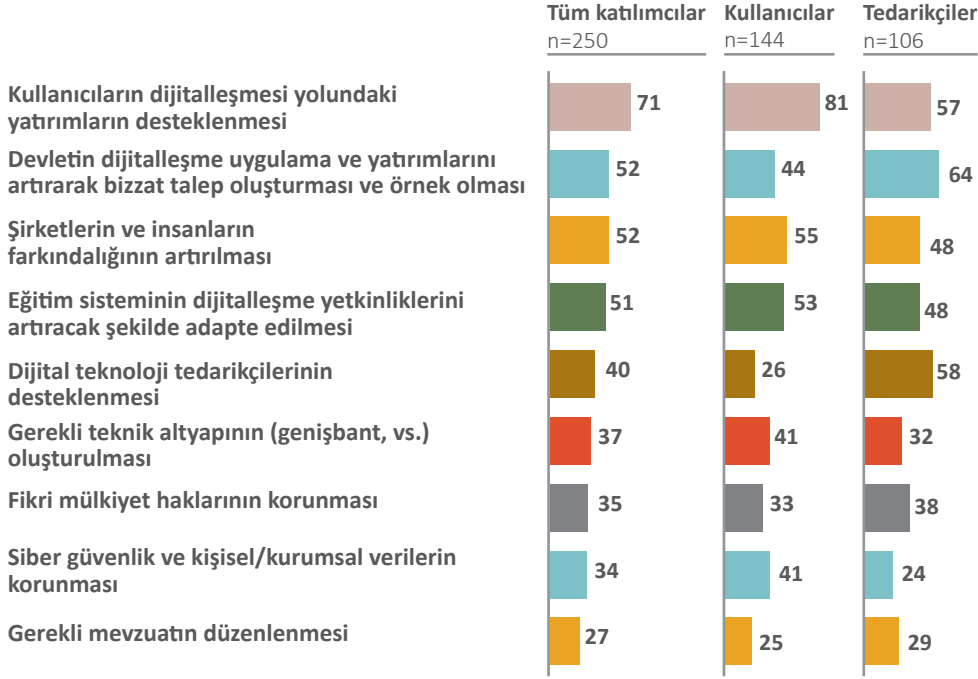
en fazla oyu alan üçüncü öncelik alanıdır (%52). Dolayısıyla, başta imalat sanayi işletmeleri olmak üzere dijitalleşme konusunda

¹⁵ Ankette sanayi işletmelerine dijital teknolojilerin üretim, tasarım ve entegrasyonu amacıyla ihtiyaç belirlenmesine ve çözümlerin uygulanmasına yönelik işletme dışından destek alıp almadıkları sorulmuştur. Bu soruya işletmelerin sadece %9'u tüm süreçleri işletme içindeki yetkinliklerle yapabildikleri şeklinde cevap vermiştir.



Şekil 28. Dijitalleşme konusunda devletten beklentiler

En öncelikli 4 alandan biri olarak seçim yapanların toplama oranı, yüzde



Dijitalleşme yolunda devletin adım atması gerektiğini düşündüğünüz en öncelikli 4 konuyu işaretleyiniz.



genel farkındalık seviyesini yükselterek, dijital dönüşüm konusunda daha bilinçli hareket edilmesini sağlayacak program ve altyapıların oluşturulması özel önem taşımaktadır. Diğer ülke uygulamalarına bakıldığında kamu otoritesinin üniversiteler, iş dünyası ve sivil toplumla iş birliği içinde hareket ederek kurduğu dijital dönüşüm merkezleri, dijital mükemmeliyet merkezleri gibi

yapıların bu konuda önemli roller üstlendiğini söylemek mümkündür. Dijital dönüşüm konusunda bilgi veren çevrimiçi portaller ve eğitim programları da çözüm alanının parçaları olarak değerlendirilmelidir. Burada, kullanıcıları ekosistemin teknik ayağı olan teknoloji tedarikçileri ile bir araya getirecek, bilgi paylaşımı sağlayacak platform ve mekanizmalar üzerinde çalışılması önemlidir.



**Ülke
incelemelerinin
de gösterdiği gibi
eğitim sisteminin
dijitalleşme
yetkinliklerini
artıracak şekilde
adapte edilmesi
dijital dönüşüm
konusunda iddiası
olan tüm ülkeler
için bir öncelik
alanıdır.**

Ülke incelemelerinin de gösterdiği gibi *eğitim sisteminin dijitalleşme yetkinliklerini artıracak şekilde adapte edilmesi* dijital dönüşüm konusunda iddiası olan tüm ülkeler için bir öncelik alanıdır. Ankete verilen yanıtlar Türkiye’de de dijital dönüşümün gerektirdiği insan kaynağının oluşturulmasında devletten beklentinin büyük olduğunu göstermiştir. Kullanıcı ve tedarikçiler, eğitim sisteminin bir bütün olarak işgücünün dijital yetkinliklerini artıracak şekilde geliştirilmesini devlete düşen öncelikli bir rol olarak görmektedir.

Kullanıcı işletmeler genel olarak nitelikli işgücü arzının yeterli olmaması, nitelikli işgücünün imalat sanayinde çalışmak istememesi ve bunları imalat sanayine çekecek cazibenin yaratılamaması nedenleriyle dijital yetkinliklere sahip işgücü temininde sorun yaşadıklarını belirtmiştir. Dijital işgücünü çekmekte yaşanan sıkıntılara ek olarak, mevcut işgücünün dijital çözüm geliştirme becerisi de genel olarak düşük görülmektedir (Şekil 29).

Devletin adım atması gereken alanlar arasında *teknik altyapının güçlendirilmesi, siber güvenlik önlemlerinin*

alınması ve fikri mülkiyet haklarının korunması gibi hususlar ikincil öncelik olarak görülmektedir. Bu konuların son derece önemli olmasına rağmen ikincil öncelik olarak görülmesi sanayimizin henüz dijitalleşme yolculuğunun çok başlarında olması, bu alanlardaki ihtiyacın fazla hissedilmemesiyle açıklanabilir. Dijitalleşme uygulamaları arttıkça, bu alanlardaki ihtiyaçlar daha belirgin hale gelebilecek, farkındalık gibi konuların önüne geçebilecektir. Altyapı sorunları arasında hâlihazırda en önde görülmeyen genişbant erişim kapasitesinin de dijital uygulamaların gerektirdiği bilgi paylaşma ve işleme ihtiyacı arttıkça daha önemli hale gelebileceği değerlendirilmektedir.

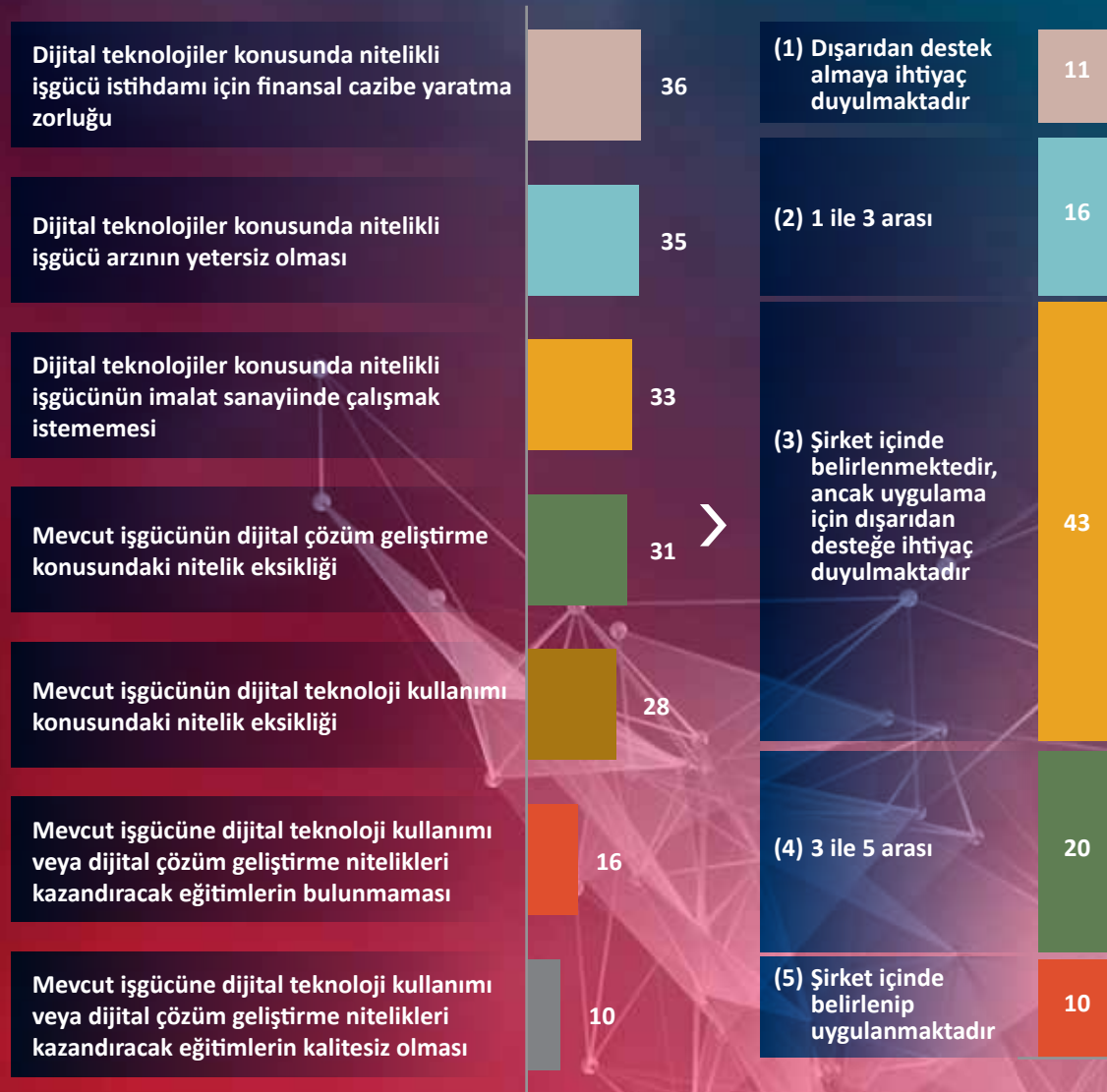
Devletin bunlara ilave olarak, dijitalleşmenin gerektirdiği ve zaman geçtikçe artan şekilde hissedilecek ilgili *mevzuat ihtiyacını karşılaması* da çok önemlidir. Anket sonuçlarına göre bu husus da henüz ihtiyacı tam olarak hissedilmeyen konular arasına girmiştir. Mevzuatın hızla değişen dijital teknoloji ve uygulamaları yakalayabilmesi ve bunların önünde engel olmaması için ihtiyaçlar belirlenerek gerekli mevzuat değişikliği yapılacaktır.



Şekil 29. Kullanıcıların nitelikli işgücünde yaşadıkları sorunlar

Dijitalleşme kapsamında, insan kaynakları ile ilgili şirketinizde hangi konu veya konularda problemler yaşanmaktadır? Yüzde, n=108 (dijital işgücüne ihtiyacım yok diyenler değerlendirme dışı tutulmuştur)

İşgücünün dijitalleşme çözümlerini belirleme ve uygulama kabiliyetiyle ilgili olarak hangisi şirketinize daha çok uymaktadır? Yüzde, n=131





***Dijital dönüşümün
önümüzdeki
dönemde tüm
sektörlerde
gerçekleşeceği
öngörülmektedir.
Ancak yaratacağı
değer, imalat hattı
tipi ve benzeri
nedenlerle bu
dönüşümün
hızı sektörler
arasında farklılık
gösterecektir.***

3.4. Odak Sektörler

Dijital dönüşümün önümüzdeki dönemde tüm sektörlerde gerçekleşeceği öngörülmektedir. Ancak yaratacağı değer, imalat hattı tipi ve benzeri nedenlerle bu dönüşümün hızı sektörler arasında farklılık gösterecektir. Özellikle üretim kapasiteleri, müşteri istekleri ve dünya pazarındaki rekabet güçleri göz önüne alındığında tüketici elektroniği, otomotiv, makine imalat, sağlık, lojistik gibi sektörlerde dijitalleşmenin dönüştürücü etkisi yüksek olacaktır.

İmalat sanayinin stratejik önceliklerinin sektörel ve tematik bir bakış açısıyla değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Tematik önceliklerden birisi olan dijitalleşmenin ülkemiz imalat sanayinde başarılı bir şekilde uygulanması ve kısa vadede bu dönüşümden faydalanılabilmesi için Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada, ülkemiz için potansiyeli yüksek olan sektörlerin belirlenmesi amacıyla küresel ve ulusal analiz parametrelerini yansıtan “Sektör Önceliklendirme

Modeli” oluşturulmuş ve bu model üzerinden farklı senaryolar çalıştırılarak odak sektörlerle yönelik tespitler yapılmıştır.

Önceliklendirme modeli oluşturulurken ilk olarak imalat sanayi sektörlerinin küresel büyüme hızları ile imalat sanayine etki eden küresel eğilimler analiz edilerek, ülkemiz için potansiyeli yüksek olan sektörler ile sanayi stratejisinde öncelikle ele alınması gereken temalara yönelik hipotezler geliştirilmiştir. Ardından ulusal dinamiklere odaklanılarak, imalat sanayine yönelik ulusal düzeyde çıkarımlar yapılmıştır. Bu çıkarımlar yapılırken sektörlerin iç pazar ve ana dış pazarlardan oluşan hedef pazarlardaki büyüme potansiyelleri ve ulusal sanayi hedeflerine katkıları değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, sektörlerin geliştirilmesine yönelik yerli üretimin nispi büyüklüğü ile verimlilik ve ölçek farkı analizleri üzerinden sektörel fizibilite değerlendirmeleri yapılmıştır. Son olarak da yapılan tüm analizler ve çalışmalar birlikte değerlendirilerek ülkemiz için potansiyeli en fazla olacak sektörlerin ve bu



sektörleri destekleyecek temaların belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Oluşturulan önceliklendirme modeli sonucuna göre; Ülkemizin önümüzdeki dönemde odaklanacağı sektörler *Kımya ve ilaç, motorlu kara taşıtları, makine ve teçhizat, yarı iletkenler ve elektronik ile gıda ve içecek ürünleri* olarak belirlenmiştir.

Buna göre önümüzdeki 10 yıl içinde [66];

- katma değerin 143 milyar dolardan 293 milyar dolara ulaşacağı, bu 150 milyar dolarlık katma değer artışının yarısından fazlasının bu odak sektörlerden gelebileceği, bu kapsamda en yüksek katma değer artışının kimya ve ilaç sektöründen (24 milyar dolar) geleceği,
- ihracatın 135 milyar dolardan 338 milyar dolara ulaşacağı, bu artışın yaklaşık 135 milyar dolarlık kısmının bu odak sektörlerden gelebileceği, bu kapsamda ihracat artışına en fazla katkı yapacak sektörün yaklaşık 40 milyar dolar ile makine ve teçhizat sektörü olacağı,

- ihracatta yüksek teknoloji sektörlerinin payının %3 seviyesinden %15'e çıkarılacağı,
- imalat sanayi toplam istihdamının 4,4 milyon kişiden 8,3 milyon kişiye yükselebileceği, bu kapsamda bu odak sektörlerin 2,1 milyon ilave istihdam oluşturabileceği ve toplam istihdam artışının %54'ünün bu odak sektörlerden gelebileceği öngörülmektedir.

Bu doğrultuda, yukarıda adı geçen odak sektörlerde gerçekleştirilecek öncü projeler, dijitalleşmeyi de kapsayacak şekilde uygulamaya konulacaktır. Bu sayede, dijitalleşme sürecine de katkı sağlanacaktır. Odak sektörler dışındaki sektörlerin de desteklenmesine devam edilecek, ancak odak sektörlerle özellikle dijitalleşme sürecinde kamu kaynaklarından nispi olarak daha fazla pay ayrılacaktır.

Odak sektörlerde gerçekleştirilecek öncü projeler, dijitalleşmeyi de kapsayacak şekilde uygulamaya konulacaktır.

4

Yol Haritası

Yol haritasının uzun vadeli (6-10 yıl) vizyonu ülkemizin imalat sanayinin küresel değer havuzlarından daha fazla pay alması ve seçili teknoloji alanlarında bölgesel veya küresel lider olmasıdır.



İmalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritası kısa, orta ve uzun vade olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada (1-2 yıl) imalat sanayinin dijital dönüşümüne ivme kazandıracak somut adımların atılması ve dönüşüm sürecini tetikleyecek fikri ve fiziki altyapının oluşturulması hedeflenmektedir. İkinci aşamanın (3-5 yıl) amacı ise yetkinliklerimizin ve altyapımızın daha da güçlendirilerek dijitalleşme yolculuğunda bizden önde olan ülkelerle aramızdaki açığın kapatılmasıdır. Yol haritasının uzun vadeli (6-10 yıl) vizyonu ise ülkemizin imalat sanayinin küresel değer havuzlarından daha fazla pay alması ve seçili teknoloji alanlarında bölgesel veya küresel lider olmasıdır. Bu kapsamda, dijital dönüşüm yolculuğunda sanayimizin dijital teknolojilerin kullanımını artıracak önlemlere ek olarak, ülkemizin dijital teknolojileri geliştirmesi ve üretmesi de öncelikli bir hedef olarak öne çıkmıştır.

Yol haritası 6 bileşenden oluşmaktadır:

1. *İnsan - Eğitim altyapısının geliştirilmesi ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi:*
İmalat sanayindeki işletmelerin

dijital teknolojiler, bunların potansiyel uygulama alanları ve katkıları konusunda bilgi ve bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. Aynı zamanda, imalat sanayi dijitalleştikçe farklı nitelik ve becerilere sahip işgücüne ihtiyaç duyulacaktır. İlkokuldan başlamak üzere temel, mesleki ve yükseköğrenimin her seviyesinde ve iş hayatında dijital yeteneklerin geliştirilmesine yönelik uygulama ağırlığı olan eğitimler, ihtiyaç duyulan nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve mevcut işgücünün yetkinliklerinin geliştirilmesi için gereklidir.

2. *Teknoloji - Teknoloji ve yenilik kapasitesinin geliştirilmesi:* Dijital teknoloji araştırmalarında güçlü yetkinliklere sahip, küresel ve ulusal işbirlikleri gelişmiş bir teknoloji altyapısı oluşturulması amaçlanmaktadır.
3. *Altyapı - Veri iletişim altyapısının güçlendirilmesi:* Dijital dönüşümün sağlanabilmesi için ülkemizin güçlü bir iletişim altyapısına sahip olması gerekmektedir. Bu altyapı; fiziki yatırımların yapılmasına ek olarak veri iletişim standartlarının ve veri

İmalat sanayinin dijital dönüşümü yol haritası kısa, orta ve uzun vade olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

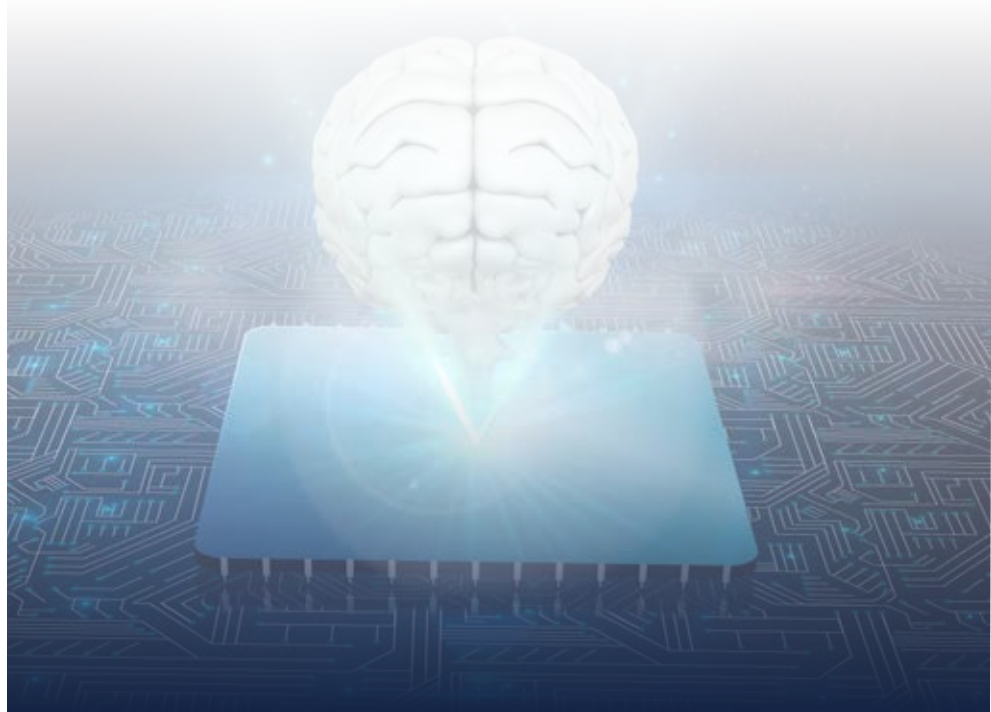
güvenliğinin geliştirilmesini de gerektirmektedir.

4. *Tedarikçiler - Ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesi:* Dijital dönüşüm sürecinin sürdürülebilirliği açısından dijital teknoloji ürün ve hizmetlerini geliştiren işletmelerin nitelik ve niceliklerinin artırılması gerekmektedir.
5. *Kullanıcılar - Kullanıcıların dijital dönüşümünün desteklenmesi:* İmalat sanayinde dijital dönüşümün

sağlanabilmesi için teknoloji kullanıcılarının dijital dönüşüm süreçlerinin desteklenmesi gerekmektedir.

6. *Yönetişim - Kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi:* İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin ve etkili bir yönetim yapısının oluşturulması hedeflenmektedir.

Yol haritası bileşenleri aşağıdaki şekilde özetlenmektedir (Şekil 30).





Şekil 30. Yol haritası bileşenleri



Aşağıda her bir bileşen kapsamındaki eylem alanları açıklanmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. İmalat Sanayinde Dijital Dönüşüm Yol Haritası Bileşen ve Eylem Alanları

	BİLEŞENLER	EYLEM ALANLARI
1	İnsan - Eğitim altyapısının geliştirilmesi ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi 	Nitelikli işgücü - Dijital teknoloji kullanıcılarının yetiştirilmesi - Dijital teknoloji geliştiricilerinin yetiştirilmesi - Eğitimcilere dijital yetkinliklerin kazandırılması - Dijital yetkinliklere sahip işgücünün sanayi ile buluşturulması Farkındalık - Dijital dönüşüm farkındalığının artırılması ve yaygınlaştırılması - Dijital dönüşüm paydaşları arasında iş birliğinin geliştirilmesi
2	Teknoloji - Teknoloji ve Yenilik kapasitesinin geliştirilmesi 	- Dijital teknolojilere yönelik Ar-Ge altyapılarının geliştirilmesi - Dijital teknoloji uygulamalarının geliştirilmesi
3	Altyapı - Veri iletişim altyapısının güçlendirilmesi 	- Veri iletişim hızının artırılması - Veri iletişim standartlarının geliştirilmesi - Endüstriyel siber güvenliğin ve veri güvenliğinin sağlanması - Veri merkezlerine olan endüstriyel talebin artırılması
4	Tedarikçiler - Ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesi 	- Yerli dijital teknoloji firmalarının envanterinin çıkarılması - Teknoloji edinim ve geliştirme imkânlarının güçlendirilmesi - Ulusal tedarikçilerin ürün ve hizmetlerinin müşteriye erişiminin desteklenmesi - Uzun vadeli finansmana erişimin sağlanması
5	Kullanıcılar - Kullanıcıların dijital dönüşümünün desteklenmesi 	Dijital dönüşüm yatırımlarının desteklenmesi
6	Yönetişim - Kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi 	Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaştırılması



Bileşen 1 - İNSAN



Yukarıda listelenen bileşen ve eylem alanları kapsamında atılacak somut adımlarla sanayimizin dijital dönüşümüne yönelik kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerin yakalanması amaçlanmaktadır.

4.1. Bileşen 1 - İnsan: Eğitim Altyapısının Geliştirilmesi ve Nitelikli İşgücünün Yetiştirilmesi

Yol haritasının birinci bileşeninin ana amacı imalat sanayimizin ihtiyaç duyacağı yetkinliklere sahip nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve dijital dönüşüm farkındalığının artırılmasıdır. Eğitim altyapısının geliştirilmesi ve nitelikli işgücünün yetiştirilmesi bileşeninde atılacak adımlar nitelikli işgücü ve farkındalık olmak üzere iki başlık altında ele alınmaktadır.

4.1.1. Nitelikli işgücü

İmalat sanayinin dijitalleşmesinin oluşturduğu yeni iş ortamı dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilecek beceri ve yetkinliklere sahip bir işgücü gerektirecektir. Örneğin, büyük veri ve analitik teknolojilerinin gelişmesiyle veri bilimcisi, veri çevirmeni gibi meslekler önem kazanmaya ve bu konularda eğitim, beceri ve tecrübesi

olan işgücü daha fazla talep görmeye başlamıştır.¹⁶ Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu tarafından hazırlanan raporda önümüzdeki yıllarda en fazla ihtiyaç duyulacak 10 meslek Tablo 5'te sıralanmıştır [16].

	Endüstriyel veri uzmanı
	Robot koordinatörü
	IT/IoT çözüm mimarı
	Endüstriyel bilgisayar mühendisi
	Bulut hesaplama uzmanı
	Veri güvenliği uzmanı
	Şebeke geliştirme mühendisi
	3 boyutlu yazıcı mühendisi
	Endüstriyel kullanıcı ara yüzü tasarımcısı
	Giyilebilir teknoloji tasarımcısı

Tablo 5. Geleceğin meslekleri

Kaynak: SDDP Eğitim Çalışma Grubu, 2017

Bu bağlamda önümüzdeki dönemde ortaya çıkacak olan bu mesleklere

¹⁶ Almanya'nın Dijital 2025 Strateji Belgesi'nde 2014 yılında AB'de 500 binin üzerinde veri uzmanı arandığı ve AB'deki veri uzmanı ihtiyacının 2025 yılında 3,5 milyona erişeceği ifade edilmektedir.

İmalat sanayinin dijitalleşmesinin oluşturduğu yeni iş ortamı dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilecek beceri ve yetkinliklere sahip bir işgücü gerektirecektir.



Bileşen 1 - İNSAN

Dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilen ve bu teknolojileri geliştirebilen insan kaynağının yetiştirilmesine yönelik olarak önlemler alınacaktır

talebin artması ile nitelikli işgücüne ihtiyaç duyulacaktır. Yapılan *dijitalleşme anketi* sonuçları da bu ihtiyacı destekler niteliktedir. Anket sonuçlarına göre işletmelerin nitelikli işgücü istihdam edememesi dijitalleşmenin önündeki en büyük engeller arasında sayılmış ve eğitim sisteminin dijitalleşme yetkinliklerini artıracak şekilde adapte edilmesi devletten katkı beklenen öncelikli alanlar arasında sıralanmıştır.

İhtiyaç duyulacak nitelikli işgücünün yetiştirilmesinde eğitim altyapısı büyük öneme sahiptir. Dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilen ve bu teknolojileri geliştirebilen insan kaynağının yetiştirilmesine yönelik olarak alınacak önlemler, Milli Eğitim Bakanlığı ile koordinasyon halinde milli eğitim sisteminde yapılacak düzenlemeler kapsamında gerçekleştirilecektir.

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu raporunda okul öncesi çağda kodlama-algoritma (sıralı düzen) mantığı oluşturan eğitim programları, sembolik komutlara dayalı kodlama eğitimi verilmesi gibi birçok öneri getirilmektedir. Anılan raporda, gelişmiş ülkelerde algoritmik düşünme, bilgisayar kodlama eğitimlerinin, ilkokul

seviyesinde verilmeye başlandığı, Estonya, Finlandiya, İngiltere gibi ülkelerin, kodlamayı okuma yazma gibi bir beceri olarak ele alıp, bu konudaki eğitimleri ilkokul birinci sınıftan itibaren verdikleri ifade edilmektedir [16]. Nitekim Milli Eğitim Bakanlığı tarafından güncellenen öğretim programlarında kodlama eğitimi ilköğretimde beşinci ve altıncı sınıflarda bilişim teknolojileri ve yazılım dersinin içinde, ortaöğretimde ise bilgisayar bilimi dersinin içinde yer almaktadır [67], [68].

Konuyla ilgili çalışmaların başlatılmış olması ve ilköğretimden başlamak üzere tüm öğretim seviyelerinde müfredatın dijital dönüşümün gereksinimleri çerçevesinde güncellenmesi önemli adımlar olmakla birlikte, bu tür önlemlerin etkisi orta ve uzun vadede görülecektir. Ancak kısa vadede etkili olacak bazı önlemlerin alınması da mümkündür.

Bu amaçla belirlenmiş olan dört eylem alanı: dijital teknoloji kullanıcılarının yetiştirilmesi, dijital teknoloji geliştiricilerinin yetiştirilmesi, eğitimcilere dijital yetkinliklerin kazandırılması, dijital yetkinliklere sahip işgücünün sanayi ile buluşturulması olarak belirlenmiştir.



Bileşen 1 - İNSAN



Dijital Teknoloji Kullanıcılarının Yetiştirilmesi

Bilindiği gibi kas gücüne dayalı, sadece temel düzeyde beceri gerektiren meslekleri icra eden ve çoğu kez niteliksiz ve yarı nitelikli işgücü olarak nitelendirilen işçilerin otomasyon sistemlerinin yaygınlaşmasıyla işlerini kaybetmeye başlayacakları öngörülmektedir. Bu nedenle, başta niteliksiz ve yarı nitelikli olmak üzere mevcut işgücüne dijital yetkinliklerin kazandırılmasında fayda bulunmaktadır.

Bu konuda meslek liselerinde, meslek yüksekokullarında ve üniversitelerde (özellikle sürekli eğitim merkezleri) yaygınlaştırılabilir pilot programların hayata geçirilmesi kısa vadede etki sağlayacaktır. Orta ve uzun vadede ise pilot programların uygulanmasından elde edilen derslerle ülke çapında daha geniş ölçekli dönüşüm programlarının başlatılması gerekmektedir. Aşağıdaki eylemler ile dijital teknoloji kullanıcılarının yetiştirilmesi sağlanacaktır.

- *Sürekli eğitim merkezleri dijital yetkinlikler sertifikası programı:* Sanayide dijitalleşme konusunda işgücü niteliğine yönelik ihtiyaç analizleri yapılacaktır.

Üniversiteler bünyesinde sürekli eğitim merkezleri üzerinden dijital dönüşüm konusunda çalışanlara eğitimler verilecek ve sanayinin ihtiyaçları doğrultusunda sertifikalı eğitim programları geliştirilecektir. Eğitim maliyetleri ile sertifikalı personelin SGK primlerinin bir kısmının devlet tarafından desteklenmesine yönelik çalışma yürütülecektir.

- *Dijitalleştirilmiş teknik kolejler ve meslek yüksekokulları pilot programı:* Bu program ile dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilecek işgücünün yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Teknik kolejlerin ve meslek yüksekokullarının müfredatında daha fazla oranda dijital teknoloji derslerine ve ders içeriklerinde dijital teknoloji uygulamalarına yer verilmesine yönelik çalışmalar Milli Eğitim Bakanlığı ile koordinasyon halinde yürütülecektir. Bu okullara sınavla girilebilecek, öğrencilerine burslar sunulacak ve bulundukları bölgelerdeki işletmelerde uzun dönemli staj imkânları sağlanacaktır. YÖK ve Milli Eğitim Bakanlığı ile iş birliği içinde temel ve yükseköğrenimle, mesleki eğitimde dijitalleşmeyle

Üniversiteler bünyesinde sürekli eğitim merkezleri üzerinden dijital dönüşüm konusunda çalışanlara eğitimler verilecek ve sanayinin ihtiyaçları doğrultusunda sertifikalı eğitim programları geliştirilecektir.



Bileşen 1 - İNSAN

**Dijital teknoloji
geliştiren
işgücünün
yetiştirilmesi
imalat
sanayinin dijital
dönüşümünün
sürdürülebilirliği
açısından
son derecede
önemlidir.**

birlikte oluşan içerik ve yöntem güncellemesi ile ilave ders ihtiyacı için bu dersleri verecek eğitimcilerin envanteri çıkarılacak, tespit edilen eksikliklerin giderilmesi için eğitimcilerin istihdamı ve eğitimine yönelik planlama yapılacaktır.

- *Müfredat takip ve tavsiye kurulu:* Hızla değişen dijital/teknoloji dünyasında eğitim ihtiyaç takip ve önerilerinin sürekli bir şekilde yapılmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Üniversite ve sanayinin de desteği alınarak müfredata içerik tavsiyeleri geliştirilecektir. Bunun için üniversite ve sanayi temsilcilerinden oluşan bir kurul oluşturulacaktır. YÖK ve Milli Eğitim Bakanlığı ile iş birliği içinde yurtdışı ve yurtiçi müfredatın incelenerek müfredat tavsiye raporu hazırlanacaktır. Kurul, sanayinin işgücü ihtiyacını ve teknolojiadaki gelişmeleri dikkate alarak çalışmalarına sürekli bir şekilde devam edecektir.

Dijital Teknoloji Geliştiricilerinin Yetiştirilmesi

Dijital teknoloji geliştiren işgücünün yetiştirilmesi imalat sanayinin dijital

dönüşümünün sürdürülebilirliği açısından son derecede önemlidir. YÖK ve üniversitelerle iş birliği içinde hareket edilerek, dijital teknoloji ve çözüm geliştiricilerinin yetiştirilmesi için üniversitelerde *Endüstriyel Danışma Kurullarının* oluşturulması, bu konuda sanayinin ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran adımların hızlı bir şekilde atılmasını sağlayacaktır. Anılan kurullar, imalat sanayinin dijital dönüşümü açısından öncelikli olarak belirlenecek teknoloji alanlarına yönelik üniversitelere yeni dersler tasarlanması ve/veya hâlihazırda verilmekte olan derslerin içeriklerinin güncellenmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca, dijital teknoloji geliştiren işletmelerde mühendislik öğrencilerine yönelik uzun vadeli (3 aydan fazla) staj projelerini teşvik etmek üzere program geliştirilecek, dijital teknolojiler konusunda yüksek lisans ve doktora çalışmalarına destek olunacak ve dijital dönüşüm merkezlerinde dijital teknolojilerle ilgili uygulamalı eğitimler verilecektir.

Üniversiteler ve STK'larla sanayinin dijital dönüşümüne yönelik entegre pilot program:

Dijital teknolojiler ve uygulamalarına yönelik üniversitelerin tematik



Bileşen 1 - İNSAN



araştırma merkezlerinin yurtdışındaki muadilleriyle iş birliği içinde, işletmelerin bu alandaki ihtiyaçlarını da dikkate alarak ortak eğitim/araştırma programları oluşturmalarını teşvik eden bir destek programı tasarlanacak ve hayata geçirilecektir.

Eğitimcilere Dijital Yetkinliklerin Kazandırılması

Ülke örnekleri incelemelerinde de belirtildiği gibi dijital dönüşümde lider olan ülkelerde (Örneğin, ABD ve İngiltere) eğitimcilere dijital dönüşümün gerektirdiği yetkinliklerin kazandırılmasıyla ilgili programlar başlatılmış bulunmaktadır. Eğitimcilerin eğitimine yönelik gerekli planlamaların yapılması gerektiği Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu Eğitim Çalışma Grubu tarafından da tespit edilmiş ve öğretimin her seviyesinde eğitimcilerin eğitilmesi yönünde öneriler geliştirilmiştir [16]. Bu ve benzeri önlemlerin ivedilikle alınarak öğretmenlerin dijital dönüşümün gerektirdiği yetkinlikleri kazanmalarına destek olunmasında büyük fayda bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi bu tür önlemler etkilerini orta ve uzun vadede gösterecektir.

İmalat sanayinin dijital dönüşüm yol haritasında ise konunun kısa vadede etki oluşturacak olan teknik ve mesleki eğitim ile sürekli eğitim boyutları üzerinde durulmaktadır.

Bu kapsamda pilot olarak seçilecek meslek liseleri ve yüksekokulları ile üniversitelerde bütünleşik bir program başlatılarak bir taraftan eğitim kurumlarının dijital dönüşüm konusundaki altyapıları güçlendirilecek, eşzamanlı bir şekilde de pilot okullardaki öğretmenler eğitilecektir. Bu programın pilot aşamasının bir öğrenme süreci olarak tasarlanmasıyla, süreç boyunca elde edilen bulgular programın ülke çapında yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacaktır.

Bununla birlikte sürekli eğitim programları için imalat sanayi işletmelerinin ihtiyaç ve öncelikleri belirlenerek, bir öğretmen havuzu oluşturulması ve işletmelerin işletme içi eğitimlerde bu havuzdaki yetkin öğretmenlerden hizmet almasının sağlanması faydalı olabilecektir.

Dijital Yetkinliklere Sahip İşgücünün Sanayi ile Buluşturulması

Dijital yetkinliklere sahip işgücü imalat sanayinin yanında perakende, bankacılık, sigorta,

İmalat sanayinin dijital dönüşüm yol haritasında kısa vadede etki oluşturacak olan teknik ve mesleki eğitim ile sürekli eğitim boyutları üzerinde durulmaktadır.



Bileşen 1 - İNSAN

Dijital teknoloji ürün ve hizmet tedarikçileriyle kullanıcıları arasındaki etkileşimin güçlendirilmesi özellikle kullanıcıların farkındalıklarının artırılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

lojistik, enerji gibi birçok sektör tarafından da talep edilmektedir. Dijitalleşme anketi sonuçları, imalat sanayi işletmelerinin dijital yetkinliklere sahip nitelikli işgücünü sanayiye çekmekte zorlandıklarını göstermiştir. Dijital yetkinliklere sahip işgücü arzı ve talebi dengelenmedikçe bu konuda kalıcı bir çözüm üretilmesi kolay gözükmemektedir.

Bu konuda alınabilecek önlemler arasında imalat sanayinde çalışan dijital işgücüne yönelik bazı teşvik ve destekler yer almaktadır. Bu konuda bir ekonomik etki analizi yapılarak, dijital işgücünü sanayiye çekecek teşviklerin nasıl bir sonuç doğuracağını incelenmesinde fayda bulunmaktadır.

Diğer taraftan, sanayi işletmelerinin nitelikli işgücünü sanayiye çekmek için insan kaynakları uygulamaları hakkında bilgilendirilmeleri ile iş ortamının ve çalışma şartlarının iyileştirilmesine yönelik desteklenmeleri fayda sağlayacaktır.

4.1.2. Farkındalık

Yapılan çalışmalar, ülkemizdeki sanayi işletmelerinin genel anlamda dijital dönüşüm kavramından haberdar olmakla birlikte, büyük

kısımının dijital dönüşümün gerekliliği ve potansiyel getirileri konusunda yeterli bilgi birikimi ve tecrübeye sahip olmadıklarını göstermektedir [55], [56], [66], [69]. Dijital teknoloji ürün ve hizmet tedarikçileriyle kullanıcıları arasındaki etkileşimin güçlendirilmesi özellikle kullanıcıların farkındalıklarının artırılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Bu kapsamda kısa vadede işletmelerin dijital dönüşüm yolculuklarını tasarlayabilmelerine destek olacak altyapı kurulacak, dijital dönüşüm hakkındaki temel unsurlar hakkında doğru bilgilere ulaşmasını temin edecek işbirlikleri kurulacak ve eğitimcilerin eğitimi dâhil olmak üzere yetkinlik geliştirmeye yönelik farklı önlemler alınacaktır. Orta ve uzun vadede ise bu altyapının kurumsallaştırılması ve güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

Dijital Dönüşüm Farkındalığının Artırılması ve Yaygınlaştırılması

İmalat sanayinde dijital dönüşüm konusunda özellikle STK'ların liderliğinde veya STK'larla iş birliği içinde seminer benzeri birçok organizasyon yapılmaktadır. Bugüne



Bileşen 1 - İNSAN



kadar yapılan organizasyonlar dijital dönüşüm konusundaki genel farkındalığın artmasına katkı sağlamıştır. Diğer taraftan, dijital teknoloji tedarikçilerinin pazarlama ve tanıtım faaliyetleri de belirli teknoloji alanlarında işletmelerin farkındalığının artmasını sağlamaktadır.

İmalat sanayinde dijital dönüşüm sürecinin ivmelenmesi için işletmelerin dijital teknolojiler konusunda genel farkındalıklarının olması yeterli değildir. İşletmelerin dijital dönüşüm yolculuğuna başlama kararlarını alabilmesi için dijital teknolojiler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları, kendi işletmelerindeki kullanım alanlarını tanımlayabilmeleri ve fayda/maliyet analizlerini yapabilmeleri gerekmektedir.

Aşağıdaki eylemler iyi uygulamaların tanıtılması ve yaygınlaşmasına destek olacaktır.

- *İmalatta dijitalleşme farkındalık artırma programı:* Dijital dönüşüme giriş eğitimleri, sanayi işletmelerinin dijital dönüşümün temel kavramlarını doğru bir şekilde öğrenebilmeleri için verilecek “dijital dönüşüme giriş”

mahiyetindeki eğitimler olarak da tanımlanabilir.

- ✓ Eğitimler STK’lar, üniversiteler ve kalkınma ajanslarıyla iş birliği içinde verilerek eğitimlerin yerelde sürdürülebilir bir şekilde sunulması sağlanacaktır. Bu amaçla paydaş kurumların uzman ve çalışanlarına yönelik eğitimcilerin eğitimi gibi kapasite geliştirme programlarının uygulanmasında da fayda görülmektedir.
- ✓ Eğitimler bir program dâhilinde, hedef kitlenin sektörel ihtiyaçlarına özelleştirilmiş içerikle sunulacaktır. Diğer taraftan, büyük işletmeler ile KOBİ’lerin dijital dönüşüm sürecindeki ihtiyaçları farklılık gösterecektir. Dolayısıyla, içerik belirli noktalarda işletme büyüklüğüne göre özelleştirilecektir.
- ✓ Sanayicilerin kolay bir şekilde anlayabileceği, iyi uygulama örneklerinin ve yerli dijital çözümlerin yer aldığı bir eğitim içeriği hazırlanacaktır. Ulusal teknoloji tedarikçilerinin

İşletmelerin dijital dönüşüm yolculuğuna başlama kararlarını alabilmesi için dijital teknolojiler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları, kendi işletmelerindeki kullanım alanlarını tanımlayabilmeleri ve faydalı maliyet analizlerini yapabilmeleri gerekmektedir.



Bileşen 1 - İNSAN

de etkinliklerde yer alması sağlanacaktır.

- *Çevrimiçi dijital dönüşüm örnek uygulama kütüphanesi:* Dijital dönüşüm kütüphanesi portalinin oluşturulması ve kapsam ve işlevselliğinin artırılması işletmelerin dijital dönüşüm yolculuğuna ilişkin kararlarını daha sağlıklı bir şekilde almalarına yardımcı olacaktır. Aşağıda portale ilişkin bazı modüller sunulmaktadır:
 - ✓ *Kullanım senaryoları kütüphanesi:* İşletmelerin sektörlerinde ve firma değer zincirlerinde dijital teknolojilerin nasıl kullanıldığını örneklerle gösteren ve mümkün olduğu durumlarda fayda ve maliyetleri hakkında veri içeren vaka analizleri kütüphanesi.
 - ✓ *Dijital dönüşüm olgunluk seviyesi:* İşletmelerin dijital dönüşüm için ne kadar hazır olduklarını internet üzerinden doldurabilecekleri anket formuyla değerlendirmelerinin sağlanması ve değerlendirme sonuçlarına göre işletmelere öneriler sunulması.
 - ✓ *Sanal dijital dönüşüm merkezi:*

İnternet üzerinden sanal gerçeklik gibi teknolojileri kullanarak işletmelerin dijital dönüşüm konusunda eğitimler almasının sağlanması ve simülasyonlarla dijital dönüşümü deneyimlemeleri.

- ✓ *Dijital dönüşüm teknolojileri pazarı:* Teknoloji tedarikçisi işletmelerin ürünlerini ve çözümlerini sergileyebilecekleri çevrimiçi bir ortam oluşturulması.
- ✓ *Açık inovasyon platformu:* Açık inovasyon platformu kurularak özellikle büyük işletmelerin dijital dönüşüm ile ilgili çözümlere daha geniş bir paydaş kitlesi üzerinden ulaşmasının sağlanması.

Dijital Dönüşüm Paydaşları Arasında İş Birliğinin Geliştirilmesi

İmalat sanayinde dijital dönüşümün sürdürülebilir bir şekilde ilerletilebilmesi için ekosistemde yer alan tüm paydaşların dijital dönüşüm farkındalıklarına ek olarak, paydaşların birbirlerinin mevcut durum ve ihtiyaçları konusundaki farkındalıkları artırılacaktır.

Dijital dönüşüm kütüphanesi portalinin oluşturulması ve kapsam ve işlevselliğinin artırılması işletmelerin dijital dönüşüm yolculuğuna ilişkin kararlarını daha sağlıklı bir şekilde almalarına yardımcı olacaktır.



Bileşen 1 - İNSAN



Bu kapsamda yol haritası kapsamındaki eylemlerin dijital dönüşüm paydaşları arasındaki iş birliğini geliştirmek amacıyla tasarlanması ve hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Örneğin, dijital dönüşüm merkezlerinde verilecek deneyimsel eğitimlerde imalat sanayi işletmelerinin eğitimlerin bir kısmını ulusal tedarikçilerden almaları sağlanacaktır. Dijital dönüşüm destek programı kapsamında ise imalat sanayi işletmelerimizin giderek artan nispette ulusal tedarikçilerden ürün/hizmet alımını kolaylaştıracak teşviklerin oluşturulması amaçlanmaktadır. Ayrıca, imalat sanayi firmalarına yönelik düzenlenecek farkındalık artırma seminerlerinde sunulacak vaka çalışmalarının daha fazla oranda kısmının ulusal tedarikçiler tarafından sağlanan çözümleri içermesi öngörülmektedir.

Tüm bunlara ek olarak, kullanıcılar ve teknoloji tedarikçileri arasındaki etkileşimin güçlendirilmesine yönelik platform ve organizasyonlara da

ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla, *imalat sanayinde dijital dönüşüm ulusal fuarları* düzenlenmesinde fayda bulunmaktadır. Bu tür fuarlar, işletmelerin dijital dönüşüm konusundaki farkındalıklarının artmasına destek olacak, ayrıca özellikle yerli ve küçük ölçekli teknoloji işletmelerinin potansiyel müşterileri ile buluşabilecekleri bir ortam oluşturacaktır.

Dijital dönüşüm merkezlerinde verilecek deneyimsel eğitimlerde imalat sanayi işletmelerinin eğitimlerin bir kısmını ulusal tedarikçilerden almaları sağlanacaktır.



Bileşen 1 - İNSAN

Şekil 31. Bileşen 1 Hedefleri

EĞİTİM ALTYAPISI GELİŞTİRİLECEK VE NİTELİKLİ İŞGÜCÜ YETİŞTİRİLECEK

NE YAPACAĞIZ...

- Sürekli eğitim merkezlerinde ve tematik teknik kolejlerde dijital **teknoloji kullanıcıları** yetiştirilecek
- Üniversitelerimizde dijital **teknoloji geliştiricileri** yetiştiren programlar çoğaltılacak
- Eğitimin her kademesinde **eğitimcilere dijital yetkinlikler** kazandırılacak
- **Dijital teknoloji alanlarında doktora öğrenimi** desteklenecek
- Özel teşvikler ve desteklerle dijital yetkinliklere sahip **işgücü sanayi ile buluşturulacak**
- **Dijital dönüşüm farkındalığı** artırılacak ve kullanımı yaygınlaştırılacak
- **Dijital dönüşüm paydaşları** arasında işbirliği geliştirilecek

NE OLACAK...

- 100** Dijital teknoloji eğitimi veren **tematik teknik kolej**
- 400** Tematik meslek liselerinde **dijital teknoloji eğitmeni**
- 100 bin** Dijital teknoloji eğitimi almış meslek lisesi mezunu
- 5 bin** Dijital teknoloji alanlarında **doktoralı mezun**
- 30 bin** Dijital teknoloji alanlarında **doktora öğrenimi gören öğrenci sayısı**
- 50** Dijitalleşme konusunda eğitim veren **sürekli eğitim merkezi**
- 10 bin** **Farkındalık programına** katılmış sanayi işletmesi
- 300 bin** İmalat sanayinde **dijital yetkinlik kazandırılmış nitelikli işgücü**





Bileşen 2 - TEKNOLOJİ



4.2. Bileşen 2 - Teknoloji: Teknoloji ve Yenilik Kapasitesinin Geliştirilmesi

Yol haritasının ikinci bileşeninin ana amacı dijital teknoloji araştırmalarında güçlü yetkinliklere sahip, küresel ve ulusal işbirlikleri gelişmiş bir teknoloji altyapısı oluşturulmasıdır.

Üniversite ve kamu araştırma merkezlerine ülkemiz sanayinin dijital dönüşüm yolculuğunda önemli roller düşmektedir. Dijitalleşme anketi sonuçları, teknoloji firmalarının teknoloji firmalarının teknoloji elde etme kanalları arasında üniversiteler ile yürütülen Ar-Ge projelerinin, şirket bünyesinde yürütülen Ar-Ge projelerinden sonra ikinci sırada geldiğini göstermektedir. Diğer taraftan, ülkemizde üniversite-sanayi iş birliği konusunda yaşanan genel sıkıntılar dijital teknolojiler konusundaki iş birliklerinde de gözlemlenmektedir.

İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinin gerektirdiği yenilik, verimlilik ve dijital olgunluk kapasitelerinin artırılmasında TGB'ler ve OSB'ler kritik arayüzler olacaktır. TGB'ler başta olmak üzere, belirli teknoloji kümelerinin

yurt dışında önemli teknoloji merkezleriyle entegrasyonları, mevcut yapıların teknoloji ve yenilik kapasitelerinin geliştirilmesi önemli katkı sağlayacaktır.

Bu bileşen ülkemizin dijital teknoloji altyapısı konusunda ilki araştırma ve geliştirme, ikincisi de uygulamaya (yenilik) yönelik iki eylem alanını içermektedir.

Dijital Teknolojilere Yönelik Ar-Ge Altyapılarının Geliştirilmesi

Daha önce de belirtildiği gibi dijital teknolojiler çok geniş bir alana yayılmış durumdadır. Her teknoloji alanı bir taraftan dikey şekilde derinleşmekte, diğer taraftan da diğer teknolojilerle etkileşim içinde kombinasyonel şekilde ilerlemektedir. Her teknoloji alanında belirli düzeyde bir yetkinliğe sahip olmak önemlidir. Ancak tüm teknoloji alanlarında lider olmak mümkün olmayabilir. Örneğin, İngiltere Sanayi Stratejisi net bir şekilde yapay zekâ teknolojisinde küresel lider olmayı hedeflemektedir.

Bu çerçevede aşağıdaki önlemlerin alınmasında fayda bulunmaktadır:

- Bir taraftan imalat sanayinin dijital dönüşüm ihtiyaç ve

Yol haritasının ikinci bileşeninin ana amacı dijital teknoloji araştırmalarında güçlü yetkinliklere sahip, küresel ve ulusal işbirlikleri gelişmiş bir teknoloji altyapısı oluşturulmasıdır.



Bileşen 2 - TEKNOLOJİ

Dijital teknolojilerin geliştirilmesine ek olarak var olan teknolojilerin firmalarda, firma gruplarında ve/veya değer zincirlerinde uygulanması da imalat sanayinin dijitalleşmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

- öncelikleri, diğer taraftan da küresel yönelimler ve ulusal Ar-Ge yetkinlikleri dikkate alınarak *odaklanılacak teknoloji alanları* hakkında stratejik seçimler yapılması.¹⁷
- Yapılacak stratejik seçimler çerçevesinde belirlenecek *her bir alan için teknoloji yol haritası* oluşturulması ve oluşturulacak teknoloji yol haritaları üzerinde kamu, sivil toplum, sanayi ve akademinin uzlaşısı sağlanmasını takiben yol haritalarının bütçeli eylem planlarına dönüştürülmesi.
 - ✓ Teknolojinin sanayide kullanım alanları, sanayimiz açısından önemi (ileriye dönük perspektifle) ve sanayimiz tarafından teknolojinin benimsenmesinde yaşanan zorluklar (yetkinlik, maliyet, altyapı vb.)
 - ✓ Teknolojinin tarihi gelişimi ve önümüzdeki dönemde beklenen seyri (aşılması gereken zorluklar vb.)
 - ✓ Ülkemizdeki yetkinlik seviyesinin referans ülkelerle karşılaştırılması ve yetkinlik açıklarının belirlenmesi
- ✓ Yetkinlik açıklarının kapatılması için izlenilmesi gereken yöntemler (uluslararası işbirlikleri dâhil) ve maliyetleri
- Teknoloji yol haritaları doğrultusunda yeni *araştırma merkezleri* kurulması ve/veya mevcut araştırma merkezlerinin odaklarının seçili teknoloji alanlarına yoğunlaşacak şekilde güncellenmesi ve bu altyapıların güçlendirilmesi.
- Teknoloji yol haritaları doğrultusunda güdümlü ve çağrılı destek programlarının tasarlanması ve uygulanması.

Dijital Teknoloji Uygulamalarının Geliştirilmesi

Dijital teknolojilerin geliştirilmesine ek olarak var olan teknolojilerin firmalarda, firma gruplarında ve/veya değer zincirlerinde uygulanması da imalat sanayinin dijitalleşmesinde önemli bir rol oynayacaktır. İmalat sanayinin dijitalleşmesi konusunda yapılan ülke incelemelerinde “yenilik (inovasyon) merkezleri”, “mükemmeliyet merkezleri” gibi yapıların farklı programlar ve isimler altında işletmelerin uygulamaya dönük ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli roller üstlendiği, bazı

¹⁷ TÜBİTAK tarafından geliştirilmiş ve ilk taslağı yayımlanmış olan “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Yol Haritası” (27.12.2016 tarihli) bu konuda atılmış önemli bir adımdır.



Bileşen 2 - TEKNOLOJİ



ülkelerde ise bu tür yapıların bir ağ olarak faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁸

Ülkemizde teknoloji transfer ofisleri gibi isimler altında faaliyet gösteren yapılar bulunmakta ve teknoloji transfer ofisleri de yukarıda açıklanan kapsama giren işler yapmaktadır. Ancak, burada sözü edilen yapılar önemli ölçüde teknoloji altyapısına ve çok disiplinli mühendislik projelerini yürütebilecek insan kaynağına sahiptir.

Bu çerçevede, Türkiye’de de imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandırmak ve dönüşüm yolculuğunu sürdürülebilir kılmak üzere *mükemmeliyet merkezleri* gibi yapıların kurulmasında fayda bulunmaktadır.

Yurtdışındaki uygulamalar incelendiğinde bu tür merkezlerin kamu finansmanı ile kurulduğu ve işletildiği görülmektedir. Bu tür merkezlerin kurulmasına yönelik olarak yapılacak çalışmalarda sanayiye yönelik ihtiyaç analizlerine ek olarak talebin güçlü olacağı

sektörlere ve/veya teknoloji alanlarına yönelik merkezlerin kurulumuna öncelik verilecektir.

Türkiye’de de imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandırmak ve dönüşüm yolculuğunu sürdürülebilir kılmak üzere mükemmeliyet merkezleri gibi yapıların kurulmasında fayda bulunmaktadır.

¹⁸ Örneğin, Catapult Programı (İngiltere) ve NMMI (ABD)



Bileşen 2 - TEKNOLOJİ

Şekil 32. Bileşen 2 Hedefleri

TEKNOLOJİ VE YENİLİK KAPASİTESİ GELİŞTİRİLECEK

NE YAPACAĞIZ...

- Odak teknoloji alanlarına (bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ, otonom robotlar vb.) yönelik **teknoloji yol haritaları** hazırlayacağız
- **Uygulamalı Ar-Ge stratejisi** hazırlayacağız
- Girişimcilerimizin yenilikçi fikirlerini pazara sunmak için **dijital girişimcilik destek programı** başlatacağız
- Odak teknoloji alanlarında **uygulamalı araştırma merkezleri** kuracağız
- **Dijital Teknolojiler Programı** başlatacağız

NE OLACAK...

- 50** Öncelikli teknolojilere odaklanmış uygulamalı **araştırma merkezi**
- 60 bin** Öncelikli teknolojilerde ihtisaslaşmış Ar-Ge personeli
- 2.500** Ar-Ge merkezlerinde uygulanan dijital yenilik projesi sayısı
- 250** Dijital teknoloji alanlarında tescil edilen patent sayısı



Bileşen 3 - ALTYAPI



4.3. Bileşen 3 - Altyapı: Veri İletişim Altyapısının Güçlendirilmesi

Yol haritasının üçüncü bileşeninin ana amacı dijital dönüşüm sürecinde imalat sanayimizin ihtiyaç duyacağı veri iletişim altyapısının güçlendirilmesidir.

İmalat sanayinin dijitalleşmesi ile birlikte ürün ve süreç optimizasyonunun sağlanması, kestirimci bakımın gerçekleştirilmesi, tedarik zincirinin uçtan uca birbirine bağlanması gibi süreçlerde verinin iletimi, depolanması, analiz edilmesi ve raporlanması büyük bir önem kazanacaktır. Örneğin, 2015 yılında yayımlanan bir çalışmada 6,4 milyar cihazın birbiriyle konuştuğu ifade edilmekte, bu sayının 2020 yılında 20,1 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir [70]. Diğer bir çalışmada ise 2013 yılında toplam internete bağlı nesnelerden 4 zetabayt¹⁹ veri üretildiği, 2020 yılı itibarıyla ise 44 zetabayt veri üretileceği öngörülmektedir [71]. Bu gelişmelerin sonucunda sanayinin

tam anlamıyla dijitalleşmesi, özellikle nesnelerin interneti, bulut bilişim gibi teknolojileri üzerinden internetin yoğun bir şekilde kullanımıyla mümkün olacaktır. Bu çerçevede, veri iletişim (internet) altyapısının yaygınlığı, kalitesi ve hızı dijital dönüşüm açısından kritik önem taşımaktadır.

Yol haritası kapsamında veri iletişim altyapısının güçlendirilmesine yönelik eylem alanları kısa vadede veri iletişim hızının artırılması, veri iletişim standartlarının geliştirilmesi ile orta ve uzun vadede endüstriyel siber güvenliğin ve veri güvenliğinin sağlanması ve veri merkezlerine olan endüstriyel talebin artırılması olarak belirlenmiştir.

Veri İletişim Hızının Artırılması

Türkiye’de veri iletişim altyapısının geliştirilmesine ve güçlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yüksek Planlama Kurulu’nun 11.12.2017 tarihli ve 2017/44 sayılı kararı ile Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından hazırlanan “Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-

İmalat sanayinin dijitalleşmesi ile birlikte ürün ve süreç optimizasyonunun sağlanması, kestirimci bakımın gerçekleştirilmesi, tedarik zincirinin uçtan uca birbirine bağlanması gibi süreçlerde verinin iletimi, depolanması, analiz edilmesi ve raporlanması büyük bir önem kazanacaktır.

¹⁹ 1 Zetabayt = 1 Milyon Gigabayt



Bileşen 3 - ALTYAPI

Veri iletişim altyapısının internet erişim hızlarını artıracak şekilde güçlendirilmesi Türkiye için önem arz etmektedir.

2020)” onaylanmış ve ülkemizin genişbant hedefleri ve bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için alınması planlanan önlemler ortaya konulmuştur. Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı temelde ülke genelinde genişbant altyapısının oluşturulmasını, fiber erişimin sağlanmasını, bağlantı kapasitesinin ve hızının geliştirilmesini, rekabete dayalı ve pazar gereklerine uygun gelişmenin sağlanmasını ve internet hizmetleri ve uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlayarak talebin artırılmasını amaçlamaktadır. Bu amaçlara ulaşılması imalat sanayinin dijital dönüşüm yolculuğunun daha etkin ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini de sağlayacaktır.

Bu eylem alanına yönelik olarak Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı ile uyumlu bir şekilde başta planlı sanayi bölgelerinde olmak üzere sanayi işletmelerinin internet erişim hızlarının artırılmasına ve internet erişim birim maliyetlerinin düşürülmesine öncelik verilecektir (Tablo 6).

Tablo 6. Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020) Genişbant Hedefleri

	2016	2020	2023
Sabit genişbant abone yoğunluğu (%)	13,2	20	30
Mobil genişbant abone yoğunluğu (%)	64,8	80	100
İnternet kullanım oranı (%)	61,2	70	80
En az 100 Mbit/sn genişbant erişim sağlanabilecek hane oranı (%)	32	50	100
En az 1 Gbit/sn genişbant erişim sağlanabilecek hane oranı (%)	-	-	20

Kaynak: Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020)

2017 yılının ilk çeyreğine yönelik olarak Türkiye’nin ortalama internet erişim hızının saniyede 7,6 megabit olduğu ifade edilmektedir. Dolayısıyla, veri iletişim altyapısının internet erişim hızlarını artıracak şekilde güçlendirilmesi Türkiye için önem arz etmektedir (Şekil 33).



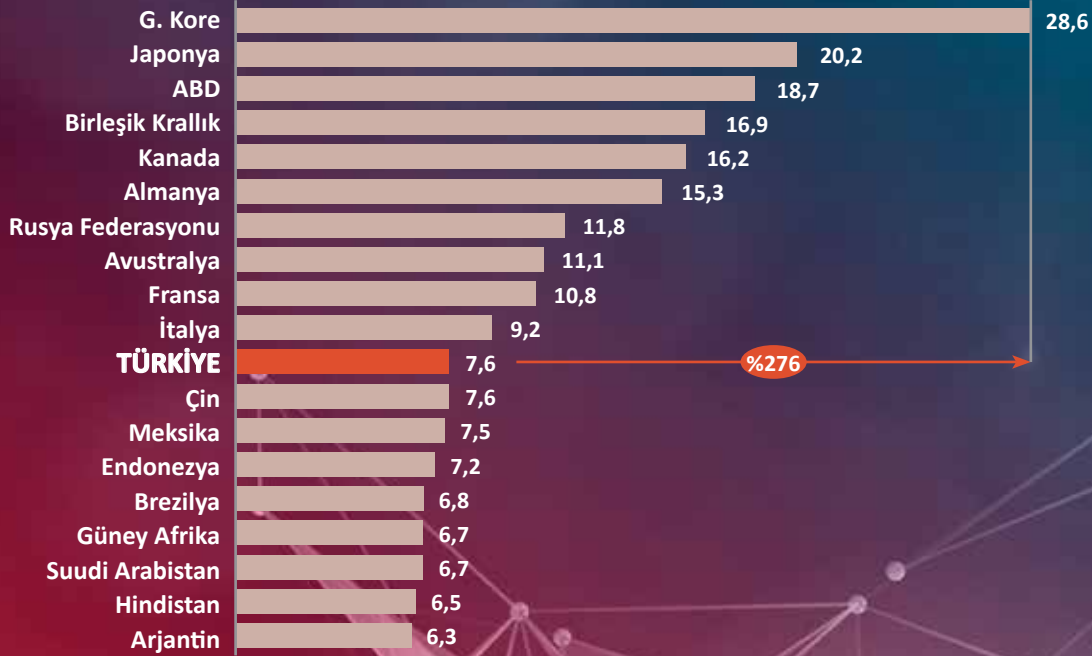
Bileşen 3 - ALTYAPI



Şekil 33. Ortalama internet erişim hızları

Türkiye internet erişim hızı açısından G20 ülkeleri arasında orta sıralarda yer almaktadır

Ortalama İnternet Erişim Hızı (IPv4)
Mbps, Çeyrek 1, 2017



KAYNAK: Akamai, State of the Internet Raporu

Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı, imalat sanayinin dijitalleşmesi sürecine katkı sağlayacak başlıkları da ön plana çıkarmaktadır. Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında hayata geçirilecek projeler ve gerçekleştirilecek faaliyetler ile sektörde vergi ve mali yükümlülüklerin azaltılması, altyapı kurulumunun kolaylaştırılması, makinalar arası iletişimin

yaygınlaştırılması, veri merkezlerinin desteklenmesi, akıllı kent ve ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi, 5G Ar-Ge ve standartlarının yürütülmesi, sektörde yerli ve milli üretimin desteklenmesi amaçlanmaktadır.

İmalat sanayinin dijital dönüşüm yol haritası kapsamında veri iletişim altyapısının güçlendirilmesine yönelik çalışmalar Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem



Bileşen 3 - ALTYAPI

İmalat sanayinin dijitalleşmesi farklı sistemlerin birbiriyle iletişim ve etkileşim içinde olması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu sistemlerin birbiriyle sağlıklı bir şekilde haberleşmesini sağlayacak arayüzlere ve referans mimarisine yönelik uluslararası norm ve standartların geliştirilmesi gerekmektedir.

Planı ile koordineli bir şekilde yürütülmekte ve başta planlı sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren sanayi işletmelerimiz olmak üzere tüm sanayi işletmelerimiz ile TGB'lerin veri iletişim altyapılarının güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu sayede imalat sanayinin dijital dönüşümü Türkiye'nin ulusal genişbant stratejisinin uygulanmasına ve hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayacaktır.

Veri İletişim Standartlarının Geliştirilmesi

İmalat sanayinin dijitalleşmesi farklı sistemlerin birbiriyle iletişim ve etkileşim içinde olması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu sistemlerin birbiriyle sağlıklı bir şekilde haberleşmesini sağlayacak arayüzlere ve referans mimarisine yönelik uluslararası norm ve standartların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecine liderlik etmeyi hedefleyen Almanya [72] ve Hollanda [73] gibi birçok ülke iş birliği yapmış veya kendi yol haritalarını hazırlamıştır.

Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı'nda "5G ve Ötesi Ar-Ge ve Standart Çalışmalarının Yürütülmesi" eylemi altında 5G

standartlarının geliştirilmesi ile ilgili uluslararası platformlardaki Ar-Ge çalışmalarının yakından takip edileceği ve bu çalışmalara ülkemiz adına katılım sağlanmasının teşvik edileceği ifade edilmektedir. 5G hakkındaki standartların oluşturulmasına yönelik sürece aktif katılım sağlanması imalat sanayinin dijital dönüşümü açısından da kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte norm ve standartların oluşturulmasına yönelik aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilecektir.

- İlgili kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerin katılımıyla imalat sanayinin dijitalleşmesi sürecinde referans mimari, normlar ve standartlar konusunda çalışacak daimi bir komitenin kurulması ve yol haritası hazırlanması,
- Referans mimari, norm ve standartlar konusundaki uluslararası gelişmelerin yakından takip edilmesi, bu konuda uluslararası iş birlikleri yapılması ve uluslararası çalışmalara etkin katılım sağlanması,
- Standardizasyon konusunda hizmet verecek uzmanların yetkinliklerinin geliştirilmesi için eğitim programları düzenlenmesi ve/veya belirlenecek uzmanların



Bileşen 3 - ALTYAPI



bu konularda verilen eğitimlere katılımının sağlanması,

- Referans mimari, norm ve standartlara yönelik araştırma, geliştirme ve test hizmetleri verebilecek *yetkinlik merkezi*, *laboratuvar ve araştırma altyapılarının* oluşturulması.

Endüstriyel Siber Güvenliğin Sağlanması

Dijitalleşme anketi sonuçlarına göre imalat sanayi işletmelerinin dijitalleşme konusundaki en büyük endişeleri veri güvenliğinin sağlanamaması ve siber riskler olarak öne çıkmıştır. Nitekim Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi (2016-2019)²⁰ hazırlık çalışmalarında;

- Araştırma, geliştirme ve üretim yapan kurum ve kuruluşların (özel firmalar, araştırma kurumları ve savunma sanayi) ticari sırlarını ve bilgi birikimini elde etmeye yönelik hedef odaklı saldırılar sonucunda hassas veya ticari değere sahip bilgilerin saldırganların eline geçmesi, ifşa olması, değiştirilmesi veya yok edilmesi,
- Küçük ve orta ölçekli sanayi, ticaret ve hizmet sektöründeki kuruluşların faaliyetlerinin

bilişim sistemlerindeki güvenlik önlemlerinin eksikliğinden veya kullanıcı hatalarından dolayı kesintiye uğraması, hassas veya ticari değere sahip bilgilerin saldırganların eline geçmesi, ifşa olması, değiştirilmesi veya yok edilmesi

maddeleri sanayimizi yakından ilgilendiren bazı siber riskler olarak ortaya çıkmıştır.

Bununla birlikte sanayimizin dijitalleşme süreci hızlandıkça siber saldırıların ülkemiz ekonomisi üzerinde oluşturacağı riskler de artacaktır. Bu risklerin daha iyi yönetilmesi için aşağıdaki çalışmalar yapılacaktır:

- İmalat sanayi işletmelerimizin siber güvenlik ve riskler konusundaki mevcut durumlarının tespit edilmesi amacıyla yol haritası kapsamında yapılacak tanılama çalışmalarına ve dijital dönüşüm portalinde yer alacak öz değerlendirme formuna siber riskler ve güvenlik ile ilgili değerlendirme unsurlarının eklenmesi,
- Sanayi işletmelerinin (özellikle KOBİ'ler) siber güvenlik konusunda farkındalık ve yetkinliklerinin artırılması,

Sanayimizin dijitalleşme süreci hızlandıkça siber saldırıların ülkemiz ekonomisi üzerinde oluşturacağı riskler de artacaktır.

²⁰ UDHB, Haberleşme Genel Müdürlüğü



Bileşen 3 - ALTYAPI

Veri merkezlerine ve veri merkezlerinin altyapısıyla verilebilecek hizmetlere olan talebin artırılması gerekmektedir.

- ✓ Fabrika ve tedarik zincirlerinde risklerin, risk seviyelerinin ve etkilerinin analiz edilerek, koruyucu güvenlik önlemlerinin alınması,
 - ✓ Dijitalleştirilen süreçlerin sürekli olarak takip edilmesi, tüm sistem güvenliğinin uçtan uca periyodik olarak test edilmesi, risklerin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi,
 - ✓ İşletmelerde siber güvenlik konusunda çalışan uzman kişilerin bulunmasının teşvik edilmesi, bununla ilgili Türkiye'ye özel bir sertifikasyon programı oluşturulması,
 - ✓ Siber saldırıların veya siber risklerin gerçekleşmesi durumunda zarar gören iş süreçlerinin nasıl ayağa kaldırılacağı da dâhil olmak üzere siber dayanıklılık stratejilerinin belirlenmesi.
- Sanayi işletmelerinin siber güvenlik konusunda yapacağı yatırım ve harcamaların da artacağı göz önünde bulundurularak özellikle siber güvenlik alanında ürün (yazılım) ve hizmet sağlayan ulusal işletmelerin desteklenmesi,
 - İmalat sanayi işletmelerimizin siber güvenlik konusundaki

öncelik ve ihtiyaçlarının ulusal politika ve stratejilere güçlü bir şekilde entegre edilmesidir.

Veri Merkezlerine Olan Endüstriyel Talebin Artırılması

Genişbant arzının ve talebinin oluşturulması, Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı'nın stratejik amaçları arasında yer almaktadır.²¹ Bu Plan'da "Veri merkezlerinin geliştirilmesinin, maliyetlerinin azaltılmasının, yerli içeriğin yurt içinde tutularak güvenlik ve hizmet kalitesi performanslarının artırılmasının sağlanması amacıyla küresel içerik sağlayıcıları dâhil uluslararası çapta büyük veri merkezlerinin ülkemizde kurulmasının destekleneceği" ifade edilmektedir. Bu hedeflere ulaşılması için veri merkezlerine ve veri merkezlerinin altyapısıyla verilebilecek hizmetlere olan talebin artırılması gerekmektedir.

İmalat sanayi işletmelerinin bu talebin oluşmasında ve artmasında önemli bir rol oynayabileceği açıktır. Sanayi işletmelerinden gelecek talebin hane halkından gelecek talebe göre daha nitelikli olması nedeniyle, sanayi işletmeleri tarafından talep oluşturma'nın ulusal

²¹ UDHB, Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020), Stratejik Amaç 3



Bileşen 3 - ALTYAPI



genişbant stratejisinin hedeflerine ulaşmasında da etkili olacağı beklenmektedir.

Bu açıdan “hizmet olarak yazılımın

(SaaS)” fırsatlarına ek olarak “hizmet olarak platformun (PaaS)” ve “hizmet olarak altyapının (IaaS)” belirlenmesi önem taşımaktadır (Şekil 34).

Şekil 34. Endüstriyel Bulut

Endüstriyel yazılımların bulut teknolojileri ile buluşması sonucunda "Endüstriyel Bulut" oluşmaktadır



KAYNAK: McKinsey & Company



Bileşen 3 - ALTYAPI

Özellikle KOBİ niteliğindeki sanayi işletmelerinin bilgi teknolojileri konusunda büyük sabit sermaye yatırımları yapmadan dijital teknolojilere erişimlerini sağlayarak genişbant hizmetlerine ve veri merkezlerine talebi artıracak modeller geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Özellikle KOBİ niteliğindeki sanayi işletmelerinin bilgi teknolojileri konusunda büyük sabit sermaye yatırımları yapmadan dijital teknolojilere erişimlerini sağlayarak genişbant hizmetlerine ve veri merkezlerine talebi artıracak modeller geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu tür modeller bir taraftan sanayi işletmelerinin özellikle yazılım bazlı dijital teknolojilere daha uygun maliyetlerle erişmelerini sağlarken, diğer taraftan ulusal yazılım tedarikçileri için bulut tabanlı platform mimarisinin farklı seviyelerde çözümler geliştirmesinin de önünü açacaktır.

Bu kapsamda bulut bilişim sistemlerinin kullanımının desteklenmesi ve dijital varlıklarda ölçek ekonomisiyle verimlilik ve esnekliğin sağlanmasına yönelik olarak;

- Kullanıcıların veri saklama ve işleme ihtiyaçlarını yerli bulut teknolojiler üzerinden gidermeleri amacıyla ilgili paydaşlarla bir araya gelerek farklı alternatiflerin fizibilitesinin yapılması,
- Veri saklama ve işlemeye yönelik hizmet sağlayıcılarının kapasite ve potansiyellerinin tespit edilmesi ile KOBİ'ler için daha ucuza

hizmet sunabilecekleri alternatif modellerin değerlendirilmesi,

- Seçilen model üzerinden yerli hizmet sağlayıcılarının ve kullanıcı işletmelerinin ne tür teşviklerle destekleneceği belirlenecektir.

Fizibiliteye dayalı bu araştırma çalışmalar farklı düzeylerde yapılacaktır. Bunlar;

- Ulusal düzey: Ulusal ölçekteki veri saklama altyapısına, dijital uygulama motoru ve kullanıcı ara yüzleri eklenerek işletmelere ucuz ve gelişmiş dijital uygulama hizmeti verilmesi,
- Bölgesel/sektörel düzey: OSB'ler, sektör STK'ları gibi çatılar altında gerçek zamanlı veri saklama, paylaşma ve/veya dijital uygulama gerçekleştirme imkânı veren ortak sanal alanlar kurulması,
- Büyük tedarik zincirleri düzeyi: Büyük işletmelerin tedarikçilerinin dijital dönüşümlerini sağlamaları konusunda teknik ve finansal olarak desteklenmesi.



Bileşen 3 - ALTYAPI



Şekil 35. Bileşen 3 Hedefleri

VERİ İLETİŞİM ALTYAPISI GÜÇLENDİRİLECEK

NE YAPACAĞIZ...

- Sanayicilerimizin ve teknoloji geliştiren firmalarımızın **yüksek hızlı internete erişmelerini sağlayacağız**
- Veri iletişim standartlarıyla ilgili **uluslararası çalışmalara entegre olacağız**, standartların yaygınlaşmasına destek olacağız
- **Endüstriyel siber güvenliğin sağlanması** konusunda önlemler alacağız
- **İlk ulusal endüstriyel bulut platformunu** kuracağız, veri merkezlerine yönelik endüstriyel talebin artmasını sağlayacağız

NE OLACAK...

%100

Sanayi bölgesinde yer alan işletmeler gigabit/sn düzeyinde erişim hızına sahip olacak

%100

Teknoloji Geliştirme Bölgemiz gigabit/sn düzeyinde erişim hızına sahip olacak

%50+

Bulut teknolojisi kullanan sanayi işletmelerimiz arasından ulusal endüstriyel platformunu kullananların oranı artırılacak

%100

İşletmelerimizin tamamı siber güvenlik önlemlerini almış olacak
5G mobil haberleşme teknolojileri yurtdışından gelecek





Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

4.4. Bileşen 4 - Tedarikçiler: Ulusal Teknoloji Tedarikçilerinin Desteklenmesi

Yol haritasının dördüncü bileşeninin ana amacı ulusal teknoloji tedarikçilerinin yetkinliklerinin geliştirilerek, ülkemizdeki imalat sanayinin dijital dönüşüm ihtiyaçlarını ve talebini karşılayacak, hatta seçili teknoloji alanlarında küresel pazarlarda söz sahibi olabilecek, dünya devi ulusal teknoloji tedarikçilerinin oluşmasının sağlanmasıdır.

Türkiye'nin dijital teknoloji ürün ve hizmetlerini geliştiren rekabetçi işletmelere sahip olması imalat sanayinin dijital dönüşümünün sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Kritik teknolojilerin yerli imkânlarla geliştirilip üretilmesi, bir taraftan dışa bağımlılığın azaltılmasını, diğer taraftan da imalat sanayinin dijital dönüşümünün oluşturacağı küresel değerden ülkemizin daha fazla pay almasını sağlayacaktır.

Dijital dönüşümün gerektirdiği teknolojilerde dışa bağımlı olmak dijital dönüşümün sürdürülebilirliğini ülkemiz açısından riske sokacağı gibi, dijital dönüşümün yaratacağı etkiden alacağımız payı da azaltacaktır.

Bu nedenle, ulusal dijital teknoloji tedarikçilerinin geliştirilmesi her ülke için olduğu gibi Türkiye için de bir öncelik olmalıdır. Ancak, dijital teknolojilerin tamamını sadece ulusal kaynaklarla üretebilmek, hiçbir ülke için mümkün olmadığı gibi, Türkiye için de gerçekleştirilmesi oldukça güç bir amaç olacaktır. Dolayısıyla, imalat sanayinin dijital dönüşümünde Türkiye'de faaliyet gösteren yabancı sermayeli firmaların da hem nitelikli talep oluşturma hem de Türkiye'deki teknoloji ekosistemini geliştirme ve derinleştirme konusunda önemli roller üstlenebileceği dikkate alınmalıdır. Ayrıca, şu an Türkiye'de imalat faaliyetinde bulunmayan veya çok düşük ölçekli imalat yapan uluslararası teknoloji tedarikçilerinin Türkiye'ye çekilmesi de ulusal teknoloji ve yenilik ekosistemini güçlendirip imalat sanayinin dijital dönüşümüne ivme kazandıracaktır. Bu nedenle, imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinde kısa/orta vadede uluslararası teknoloji tedarikçilerinin bilgi birikimi ve deneyimlerinden faydalanılması gerekmektedir.

Uluslararası dijital teknoloji tedarikçilerinin yatırım ve faaliyetleri incelendiğinde ülkemizin bu konuda ivedilikle somut adımlar atması gerekmektedir. Örneğin, CNC makineleri ve robotik konusunda

Kritik teknolojilerin yerli imkânlarla geliştirilip üretilmesi, bir taraftan dışa bağımlılığın azaltılmasını, diğer taraftan da imalat sanayinin dijital dönüşümünün oluşturacağı küresel değerden ülkemizin daha fazla pay almasını sağlayacaktır.



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

dünya liderleri arasında yer alan Fanuc'ın 2017 yılındaki net satışları yaklaşık 4,8 milyar dolar düzeyinde gerçekleşmiş olup, Fanuc aynı yıl yaklaşık 400 milyon dolar Ar-Ge yatırımı yapmıştır [74]. Endüstriyel robotlar alanında diğer bir dünya devi olan KUKA'nın 2016 yılında Ar-Ge harcaması ise yaklaşık 130 milyon avro olarak gerçekleşmiştir [75]. Eklemeli imalat konusunda liderler arasında yer alan Stratasys firması ise 2016 yılında yaklaşık 100 milyon dolar Ar-Ge harcaması yapmıştır [76]. Bir diğer teknoloji devi olan Huawei 2016 yılında yaklaşık 75,1 milyar dolar cirosunun yaklaşık %15'i kadar Ar-Ge harcaması yaptığını raporlamıştır [77]. Bosch 2017 yılında Bosch Yapay Zekâ Merkezi'ni kurmuş olup, 2021 yılına kadar bu projeye 300 milyon avro yatırım yapmayı planlamaktadır [78].

KUKA tarafından KUKA kolejleri adı altında yürütülmekte olan uygulama ise dijital teknoloji işletmelerinin ürünlerini pazarla buluşturma, satış sonrası hizmet sağlama gibi konularda yaptıkları yatırımların seviyesi açısından önemli bir göstergedir [79].

Tüm dünyada teknoloji tedarikçilerine yapılan yatırımlar giderek artmaktadır. Örneğin,

bir çalışmaya göre yapay zekâ konusundaki en gözde 100 yeni girişimin 11,7 milyar dolar yatırım aldığı ifade edilmektedir [80]. Yapay zekâ konusundaki yatırımların bir kısmı girişim sermayesi ve özel sermaye yatırımcılarından geliyor olmakla beraber büyük şirketler de yeni girişimleri satın alarak yapay zekâ konusundaki yetkinliklerini güçlendirmektedir. Örneğin teknoloji devi Google 2014 yılında İngiltere'de kurulmuş olan Deepmind firmasını yaklaşık 650 milyon dolar karşılığında satın almıştır [81]. Bu örneklerden anlaşılabilirce üzere teknoloji tedarikçilerinin yaptıkları yatırımlar çok ciddi seviyelere ulaşmıştır.

Küresel gelişmeler de dikkate alınarak ulusal teknoloji tedarikçilerine doğrudan veya dolaylı olmak üzere farklı şekillerde destek mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir. Dolaylı destekler arasında yol haritasının farklı bileşenleri altında ele alınmış olan üniversiteler ve kamu araştırma merkezlerindeki araştırma ve geliştirme altyapılarının güçlendirilmesi, nitelikli işgücü temininin kolaylaştırılması gibi hususlar yer almaktadır. Bunlara ek olarak, doğrudan teknoloji tedarikçilerine yönelik

İmalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinde kısa orta vadede uluslararası teknoloji tedarikçilerinin bilgi birikimi ve deneyimlerinden faydalanılması gerekmektedir.

Tüm dünyada teknoloji tedarikçilerine yapılan yatırımlar giderek artmaktadır.



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

Yol haritası kapsamında ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesine yönelik yerli dijital teknoloji tedarikçilerinin envanterinin çıkarılması, teknoloji edinim ve geliştirme imkânlarının güçlendirilmesi, ürün ve hizmetlerinin müşteriye erişiminin desteklenmesi ve uzun vadeli finansmana erişimin sağlanması olmak üzere dört eylem alanı belirlenmiştir.

alınabilecek çeşitli önlemler de bulunmaktadır. Örneğin dijital teknoloji tedarikçileri tarafından yapılan araştırma, geliştirme ve ticarileştirme faaliyetlerinin finansmanı sağlanacak ve bu işletmelerin finansman kaynaklarına erişimi kolaylaştırılacaktır. Ayrıca, dijital teknoloji geliştiren işletmeler (tedarikçiler) ile dijital teknolojileri kullanan işletmeler (imalat sanayi işletmeleri) arasında etkileşim ve iş birliğinin güçlendirilmesi ve kamunun alım gücünün dijital teknoloji tedarikçileri için kaldıraç olarak kullanılması temin edilecektir.

Yol haritası kapsamında ulusal teknoloji tedarikçilerinin desteklenmesine yönelik yerli dijital teknoloji tedarikçilerinin envanterinin çıkarılması, teknoloji edinim ve geliştirme imkânlarının güçlendirilmesi, ürün ve hizmetlerinin müşteriye erişiminin desteklenmesi ve uzun vadeli finansmana erişimin sağlanması olmak üzere dört eylem alanı belirlenmiştir. Bu eylem alanları kapsamındaki faaliyetlerin

planlanması ve uygulanmasında, mümkün olduğu durumlarda, Sanayi İş birliği Programı ve Yerlileştirme Yürütme Kurulu kapsamında yapılacak çalışmalarla eşgüdüm sağlanacaktır.

Yerli Dijital Teknoloji Tedarikçilerinin Envanterinin Çıkarılması

Bu eylem alanı kapsamında dijital teknoloji tedarikçisi firmalarımızın daha iyi desteklenebilmesi ve başta imalat sanayi işletmelerimiz nezdinde olmak üzere bilinirlik ve görünürlüklerinin artırılması amacıyla bir envanter çalışması yapılması öngörülmektedir. Anılan envanter çalışması ile bir taraftan teknoloji tedarikçilerimizin teknolojik yetkinliklerinin daha iyi anlaşılması, diğer taraftan da ürün, hizmet ve çözüm portföylerinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Envanter çalışmasının yapılması, teknoloji tedarikçilerimizin yol haritasının diğer eylem alanlarında yer alan proje ve faaliyetlerden daha etkin bir şekilde faydalanmasını da sağlayacaktır.



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

Teknoloji Edinim ve Geliştirme İmkânlarının Güçlendirilmesi

Bu eylem alanı kapsamında hâlihazırda ülkemizde teknoloji geliştirilmesi için verilen destekleri tamamlayıcı şekilde dijital teknoloji edinim ve geliştirme destek programı tasarlanacak ve uygulamaya geçirilecektir.

Dijital teknolojiler çok geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Dijital teknoloji geliştirme konusunda öncelikler belirlenmeden bir destek programı uygulanması Türkiye'nin rekabet halinde olduğu ülkelere nazaran kısıtlı olan kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını engelleyecektir. Dolayısıyla ulusal tedarikçilerimizin teknoloji edinimi ve geliştirme imkânlarının güçlendirilmesi için odaklı bir yaklaşım benimsenmesi oldukça önemlidir.

Odak teknolojilerin belirlenmesi sürecinde TÜBİTAK tarafından genel bir teknoloji yol haritası hazırlanması ve yetkinliklerin haritalanması çalışmalarına başlanmış bulunmaktadır. Dijital teknoloji edinim ve geliştirme destek programının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için teknolojik önceliklerin ve yetkinlik

seviyelerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların tamamlanması, odak teknolojilerin belirlenmesi ve odak teknolojilere özel teknoloji gelişim yol haritalarının hazırlanması gerekmektedir.

Yurtdışındaki örnekler de dikkate alınarak ulusal teknoloji tedarikçilerinin uygulamalı Ar-Ge aşaması çeşitli şekillerde desteklenecektir:

- *Uygulamalı Ar-Ge'ye odaklanmış yenilik merkezleri (Mükemmelliyet merkezleri):* Türkiye'deki mevcut araştırma merkezlerinin, uygulamalı Ar-Ge konusunda ihtisaslaşmış, güçlü teknik ve teknolojik altyapıya sahip merkezler olarak daha etkin hale getirilmesine ve sayılarının artırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. İngiltere'de *Catapult Programı* kapsamında kurulan Yüksek Değerli İmalat Ağı [82] dâhil olmak üzere yenilik merkezleri [83] ile ABD'de İmalatta İnovasyon Ulusal Ağı Programı kapsamında kurulmuş ve sayıları 13'e ulaşmış olan merkezler işletmelerin uygulamalı Ar-Ge aşamasına destek olmaktadır [40]. Yurt dışındaki uygulamalar incelendiğinde bu tür merkezlerin genellikle

Ulusal tedarikçilerimizin teknoloji edinimi ve geliştirme imkânlarının güçlendirilmesi için odaklı bir yaklaşım benimsenmesi oldukça önemlidir.



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

Yeni uygulamalı araştırma ve geliştirme merkezleri açılmasına ek olarak, üniversitelerimizdeki mevcut araştırma altyapılarından da faydalanılacaktır.

üniversitelerle ve/veya kamu araştırma merkezleriyle iş birliği içinde kurulduğu görülmektedir. Dolayısıyla, yeni uygulamalı araştırma ve geliştirme merkezleri açılmasına ek olarak, üniversitelerimizdeki mevcut araştırma altyapılarından da faydalanılacaktır.

- *Uygulamalı Ar-Ge aşamasını destekleyen hibe programları:* Başta AB ülkeleri olmak üzere birçok ülkede temel Ar-Ge'nin ötesine giden ve işletmelerin uygulamalı Ar-Ge yaparak ürünlerini piyasaya yakınlaştırmalarını sağlayan programlar uygulanmaktadır. Türkiye'de bu tür destekler TÜBİTAK tarafından sağlanmaktadır. Dolayısıyla, teknoloji tedarikçilerinin dijital dönüşüm teknolojilerine yönelik Ar-Ge faaliyetlerinin TÜBİTAK destek programları kapsamında ele alınarak bu desteklerin tasarlanması ve uygulanması sürecinde uygulamalı Ar-Ge'ye odaklanmış merkezlerle iş birliği yapılacaktır.

Bunlara ek olarak, açık inovasyon platformlarının da dijital dönüşüm sürecine ve özellikle de işletmelerimizin teknoloji edinim ve geliştirme imkânlarına erişimlerinde önemli rol oynayabileceğinden

hareketle açık inovasyon yaklaşımına dayalı çalışmalar ve girişimlerin desteklenmesi öngörülmektedir.

Ulusal Tedarikçilerin Ürün ve Hizmetlerinin Müşteriye Erişiminin Desteklenmesi

Ürün ve hizmetlerin müşteriye ulaştırılması, üretim değer zincirinin temel aşamalarından biridir.

Yol haritası kapsamında yapılan çalışmalar, işletmelerin bu anlamda desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dijital teknoloji işletmelerinin ürün ve hizmetlerinin müşteriye ulaştırılması konusunda yaşadıkları sıkıntılara yönelik olarak aşağıdaki önlemlerin alınması gerektiği görülmektedir:

- *Tedarikçi-kullanıcı iş birliği platformlarının oluşturulması:* Birinci bileşen altında da bahsedildiği gibi teknoloji tedarikçileri ve kullanıcılarını bir araya getirecek platformlar kurulması ve kurulmasının desteklenmesi ile etkili bir tedarikçi-kullanıcı iş birliği ortamı oluşturulacaktır.
- *Kamunun dijital çözüm ihtiyaçlarının ulusal tedarikçilerden temini:* Kamunun ihtiyaç duyduğu alanlarda ulusal teknoloji tedarikçilerine yönelik talep oluşturulacaktır. E-devlet,



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

sağlık, eğitim, ulaşım, akıllı şehir ve savunma sektörleri, ulusal teknoloji tedarikçi ekosisteminin gelişimi açısından oldukça büyük bir potansiyele sahiptir.

Uzun Vadeli Finansmana Erişimin Sağlanması

Dijitalleşme anketi sonuçları, ulusal teknoloji tedarikçilerinin faaliyetlerinin büyük kısmını öz kaynaklarıyla, kamudan aldıkları hibelerle ve kısa vadeli banka kredileri ile finanse ettiklerini göstermektedir. İşletmelerin yeterli sermaye birikimi olmadan uzun vadeli teknoloji geliştirme projelerini öz kaynaklarıyla finanse etmeleri oldukça zordur. Hibeler finansman konusunda kaldıraç etkisi oluşturabilecek kapasiteye sahiptir ancak sürdürülebilir bir finansman yöntemi değildir. Kısa vadeli banka kredilerinin geri ödemesi yapılan yatırımdan sağlanması muhtemel gelirler ile karşılanamamakta, işletmeler teknoloji geliştirme faaliyetlerinin mali faydasını görmeden aldıkları kredileri ödemek zorunda kalmaktadır.

Bu çerçevede aşağıda ifade edilen eylemler hayata geçirilecektir.

- *Finansal mekanizmaların geliştirilmesi:* Tedarikçi işletmelerin teknoloji geliştirme faaliyetlerinin *proje*

finansmanı yaklaşımıyla Kalkınma Bankası gibi üzerinden finanse edilmesini mümkün kılacak finansal mekanizmaların geliştirilmesi sağlanacaktır.

- *Kredi garanti mekanizmalarından faydalanılması:* Teknoloji geliştiren işletmelerin *kredi garanti* mekanizmalarından daha etkin bir şekilde faydalanmalarını sağlayarak finansman maliyetlerinin düşürülmesi ve finansal kaynaklara erişim imkânlarının artırılması sağlanacaktır.
- *Dijital teknoloji girişim sermayesi fonu:* Yeni kurulmuş olan teknoloji işletmelerinin büyümesinde girişim sermayesi önemli bir rol oynamakla beraber, ülkemizdeki girişim sermayesi piyasası henüz arzu edilen büyüklük ve derinliğe ulaşmamıştır. Fonların fonu bünyesinde dijital teknoloji girişimciliklerine yönelik bir veya birkaç *dijital teknoloji girişim sermayesi fonu* (alt fon) kurulması ve yatırımcıdan talep göreceği yeni enstrüman ve araçlar oluşturulması dijital teknoloji girişimcilerimizin uzun vadeli finansmana erişimlerini kolaylaştıracak ve sayısını artıracaktır.

Kamunun ihtiyaç duyduğu alanlarda ulusal teknoloji tedarikçilerine yönelik talep oluşturulacaktır.

Teknoloji geliştiren işletmelerin kredi garanti mekanizmalarından daha etkin bir şekilde faydalanmalarını sağlayarak finansman maliyetlerinin düşürülmesi ve finansal kaynaklara erişim imkânlarının artırılması sağlanacaktır.



Bileşen 4 - TEDARİKÇİLER

Şekil 36. Bileşen 4 Hedefleri

TEKNOLOJİ TEDARİKÇİLERİ DESTEKLENECEK

NE YAPACAĞIZ...

- Yerli **dijital teknoloji firmalarının envanteri** çıkarılacak
- **Teknoloji edinim ve geliştirme** imkânları güçlendirilecek
- Yerli tedarikçilerin ürün ve hizmetlerinin **müşteriye erişimi** desteklenecek
- **Uzun vadeli finansman** (kredi, sermaye yatırımları vb.) daha erişilir hale getirilecek

NE OLACAK...

1.000

Orta ve büyük dijital teknoloji tedarikçisi

\$1 milyar

Teknoloji firmalarımızın sermaye yatırımı almasını sağlayacağız

10

Dijital teknoloji mükemmeliyet merkezi

Her Yıl

Düzenleyeceğimiz fuarlarla teknoloji firmalarımız sanayicilerimizle buluşacak





Bileşen 5 - KULLANICILAR



4.5. Bileşen 5 - Kullanıcılar: Kullanıcıların Dijital Dönüşümünün Desteklenmesi

Yol haritasının beşinci bileşeninin ana amacı imalat sanayimizin dijital dönüşüm sürecinde kullanıcı işletmelerin desteklenmesidir.

Dijital dönüşüm süreci imalat sanayi işletmelerinin (kullanıcıların) belirli yatırımlar yapmasını gerektirmektedir. İmalat sanayinde dijital dönüşüm yol haritası hazırlık çalışmaları kapsamında yapılan analizler, ekosistemde yer alan paydaşların dijital dönüşüm sürecinde kamudan destek beklediğini açık bir şekilde ortaya koymuştur.

Söz konusu analizler neticesinde imalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm için ihtiyaç duydukları yatırımların yapılmasında kamudan beklentilere ilişkin öne çıkan başlıklar *yatırım ve finansman maliyetlerinin düşürülmesi* olarak belirlenmiştir.

İşletmelerin yatırım maliyetleri kamunun vereceği desteklerle ve ortak kullanıma yönelik altyapıların oluşturulmasıyla düşürülebilir. Ülkemizde işletmelerin makine, donanım ve yazılım yatırımlarına yönelik kısmî hibe desteği mekanizmaları bulunmaktadır (Teknolojik Ürün Yatırım Destek

Programı, KOSGEB destekleri, Kalkınma Ajansları destekleri vb.). İşletmelerin kendi mali kaynaklarıyla edinmeleri güç olan bazı dijital teknolojileri daha düşük maliyetlerle ve modellerle (abonelik, kullandıkça öde vb.) kullanmaları sağlanacaktır. Ayrıca, ülkemizde işletmelerin ortak kullanımları için atölye ve laboratuvar yatırımlarına yönelik destek programları da uygulanmaktadır (örneğin, KOSGEB tarafından uygulanmakta olan İş Birliği Güçbirliği Destek Programı [84]).

İşletmelerin dijital dönüşüm finansman maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla dijital dönüşümüne yönelik kredilerin daha uygun koşullarda sağlandığı finansman mekanizmaları (kredi garanti fonu (KGF), faiz desteği, uzun dönemli finansman vb.) geliştirilecek ve uygulanacaktır. Ülkemizde bu amaçla geliştirilmiş mekanizmalar da bulunmakta ve kullanılmaktadır. Bu kapsamda işletmelerin dijital dönüşüm yatırımları mevcut ve yeni geliştirilecek mekanizmalarla desteklenecektir.

Dijital Dönüşüm Yatırımlarının Desteklenmesi

Kısa vadede imalat sanayi dijital dönüşüm destek programının

İşletmelerin dijital dönüşüm finansman maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla dijital dönüşümüne yönelik kredilerin daha uygun koşullarda sağlandığı finansman mekanizmaları geliştirilecek ve uygulanacaktır.



Bileşen 5 - KULLANICILAR

tasarlanması ve pilot ölçekte uygulanması, orta ve uzun vadede ise programın ülke geneline yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Programın tasarlanması aşamasında benzer destek programlarından farklı olarak aşağıdaki hususlar dikkate alınacaktır.

Aşağıdaki eylemler işletmelerin dijital dönüşüm yatırım süreçlerine destek olacaktır.

Dijital dönüşüm merkezleri: İmalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm konusunda deneyimsel eğitim ve danışmanlık hizmetleri alabileceği dijital dönüşüm merkezleri kurulacaktır. Dijital dönüşüm merkezleri dijital dönüşüm yolculuğuna çıkma kararı almış işletmelerin bu süreci ilerletmelerine ve etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olacak merkezler olarak tasarlanacaktır.

Merkezlerde deneyimsel eğitimlerin verilecek olması her bir merkezde gerçek bir üretim ortamı oluşturulması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu merkezlerden faydalananak işletmeler dijital dönüşüm sürecinin teorisini ve uygulamasını gerçek bir üretim ortamında deneyimleyerek öğrenme olanağı bulacaktır. Bu tür merkezlerde deneyimsel eğitimlere ek olarak danışmanlık hizmetleri de verilecektir.

Yol haritasında dijital dönüşüm sürecinde farklı roller üstlenecek ve bu sürece değişik şekillerde katkı sağlayacak araştırma merkezi, mükemmeliyet merkezi gibi yapılar da yer almaktadır. Dijital dönüşüm merkezleri bu yapılardan farklı bir işleve sahiptir, ancak farklı yapıların aynı çatı altında faaliyet göstermesinde bir engel bulunmamaktadır. İyi bir tasarım farklı amaçlarla kurulacak merkezlerin arasındaki sinerjilerden faydalanılmasını da sağlayacaktır.

Dijital dönüşüm destek programı: İmalat sanayindeki işletmelerin (özellikle KOBİ'ler) dijital dönüşüm süreci bir program çerçevesinde desteklenerek başta odak sektörler olmak üzere imalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşümünün sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla; dijital dönüşüm pilot destek programının geliştirilmesi, geliştirilen pilot programın işletmelerde uygulanması, elde edilen geri dönüşler doğrultusunda yapılacak düzenlemelerle nihai dijital dönüşüm destek programının tasarlanması ve uygulanması şeklinde bir süreç izlenecektir.

Söz konusu destek programı iyi performansı özendirecek ve ödüllendirecek bir sistem çerçevesinde tasarlanacak ve

İmalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm konusunda deneyimsel eğitim ve danışmanlık hizmetleri alabileceği dijital dönüşüm merkezleri kurulacaktır.



Bileşen 5 - KULLANICILAR



uygulanacaktır. İmalat sanayi işletmelerinin dijitalleşme yatırımlarının devlet tarafından vergi indirimleri veya finansal araçlarla (örneğin KGF) desteklenmesine yönelik fizibilite çalışması yapılacak ve desteklerde ulusal tedarikçilerden yapılan alımlara öncelik verilmesine (yerli işletmelerle ortaklık yapmak isteyen yabancı işletmelere vergi avantajları sağlanacaktır.) yönelik önlemler alınacaktır.

Program tasarımı sektörlerin kendine has özellikleri de dikkate alınacaktır. Bu yaklaşım ile program kapsamında sağlanacak finansal desteğin etkisinin artacağı öngörülmektedir. Örneğin, OEM'lerin kritik rol oynadığı sektörlerde (otomotiv, elektrikli ev aletleri, makine vb.) değer zinciri üzerinden (kümelenme benzeri) bir tasarım yapılması faydalı olabilecektir. Kümelenme modeli destek programı ile ulusal ve uluslararası orijinal ürün üreticileri, tedarikçiler, ulusal teknoloji sağlayan şirketler, mükemmeliyet merkezleri, üniversiteler, danışmanlık firmaları, büyük işletmeler ile küçük işletmeler arasındaki dijital etkileşimin güçlendirilmesi sağlanacaktır. Kullanıcılar desteklenirken, çalışmada öne çıkan sektörlerle (makine ve teçhizat gibi) ve bu sektörlerin en çok gelişme ihtiyacı

duyduğu alanlara (örneğin, makine ve teçhizat sektörü için üretim, ürün geliştirme ve satış sonrası hizmetler aşamalarına) öncelik verilmesi desteklerin etki ve verimliliğini artıracaktır.

KOBİ niteliğindeki kullanıcıların aldığı danışmanlık hizmetlerine ilişkin KOSGEB desteklerinin belirli bir tutarının dijital teknoloji uygulama ve adaptasyonuna yönelik danışmanlıklara tahsis edilmesi (Dijital dönüşüm, bir teknoloji yatırımından ziyade bir süreç olarak değerlendirilerek ilk aşamada destek programına alınacak işletmelerin bir yol haritası hazırlamalarını gerektirmektedir. Bu süreçte işletmelerin dışarıdan sağlayacakları eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin desteklenmesine yönelik mekanizmalar geliştirilecektir.) sağlanacaktır.

Destek programı kapsamında imalat sanayi işletmelerinin beklentisi olan alanlar tespit edilerek, bu sayede iç pazar talebinin en güçlü olacağı alanlar belirlenecektir. Bu alanlar belirlendikten sonra ulusal dijital teknoloji ürün ve hizmetleri sunan tedarikçi işletmelerin daha doğru bir şekilde yönlendirilmesi ve desteklenmesi mümkün olacaktır.

Kümelenme modeli destek programı ile ulusal ve uluslararası orijinal ürün üreticileri, tedarikçiler, ulusal teknoloji sağlayan şirketler, mükemmeliyet merkezleri, üniversiteler, danışmanlık firmaları, büyük işletmeler ile küçük işletmeler arasındaki dijital etkileşimin güçlendirilmesi sağlanacaktır.



Bileşen 5 - KULLANICILAR

Şekil 37. Bileşen 5 Hedefleri

DİJİTAL TEKNOLOJİ KULLANICILARI DESTEKLENECEK

NE YAPACAĞIZ...

- **Dijital dönüşüm merkezleri** açacağız
- KOBİ'lerin dijital dönüşümlerine destek olacak **danışmanları yetiştireceğiz**
- **Dijital dönüşüm destek programı** ile imalat sanayi işletmelerimizin dijitalleşme yolculuklarını kolaylaştıracaktır
- Dijital dönüşüm pilot uygulamasına **Gaziantep** ilimizden başlayacağız

NE OLACAK...

10 Dijital dönüşüm merkezi açılacak

7.000 İmalat sanayii işletmesi dijital dönüşüm merkezlerinden faydalanacak

2.500 İmalat sanayii işletmesi yüksek dijital olgunluğa erişecek

500 İmalat sanayinde dijital dönüşüm danışmanı yetiştireceğiz

81 İlde dijital dönüşüm bilgi merkezi oluşturacağız



Bileşen 6 - YÖNETİŞİM



4.6. Bileşen 6 - Yönetişim: Kurumsal Yönetişimin Güçlendirilmesi

Yol haritasının altıncı bileşeninin ana amacı imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin ve etkili bir yönetim yapısının oluşturulmasıdır.

Ülke uygulamalarına yönelik incelemelerde de görüldüğü gibi ülkelerin imalat sanayinin dijital dönüşümü sürecini yönetme şekilleri farklılıklar göstermekte, idari yapılar ve iş yapış (iş birliği dâhil) kültürleri kurulan yönetim yapıları üzerinde belirleyici etkiye sahip olmaktadır. Ancak, iyi uygulama olarak değerlendirilebilecek yönetim örneklerinde kamu, sivil toplum, üniversiteler ve sanayinin farklı platformlarda bir araya geldiğini söylemek mümkündür.

İmalat sanayinin dijitalleşmesi ekonomik ve sosyal hayatın genelindeki dijital dönüşüm sürecinden ayrı düşünülemez. Örneğin, ulusal genişbant ağının yaygınlaşması imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini de olumlu etkileyecek, diğer taraftan imalat sanayinin dijitalleşmesi genişbant kapasitesine ve genişbant üzerinden

verilen dijital hizmetlere olan talebi artıracaktır. Tarım sektörünün dijitalleşmesi tarım sektörünün verimliliğini artıracak gibi bu sektöre yönelik dijital teknolojilerdeki (hassas tarım vb.) ilerleme imalat sanayinin dijitalleşmesi konusundaki yetkinlik ve bilgi birikiminin gelişmesine de katkı sağlayacaktır. Nitekim ABD ve Almanya’da imalat sanayinin dijital dönüşümü konusunda oluşturulan yönetim yapılarında Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı muadili bakanlık ve bakanlıklara ek olarak tarım, enerji, sağlık, haberleşme gibi bakanlıklar da yer almaktadır. Almanya federal düzeyde işlev görececek bir Dijital Ajans kurma yönünde bir strateji ortaya koymuştur [30].

Türkiye’de imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinin kamu ve sivil toplum iş birliği içinde ilerletilmesine yönelik olarak kurulmuş olan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu ülkemiz için önemli bir adımdır. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı liderliğinde TOBB, TİM, TÜSİAD, MÜSİAD, YASED ve TTGV’nin bir arada olduğu ilgili paydaşları kapsayıcı bir yapıya sahiptir. Platform bu yapısıyla Almanya’daki Endüstri

Türkiye’de imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecinin kamu ve sivil toplum iş birliği içinde ilerletilmesine yönelik olarak kurulmuş olan Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu ülkemiz için önemli bir adımdır.



Bileşen 6 - YÖNETİŞİM

**İmalat Sanayinin
Dijital Dönüşümü
Yol Haritası
kapsamında kısa
vadede Sanayide
Dijital Dönüşüm
Platformu'nun
kurumsallaşmasına
yönelik adımlar
atılması
gerekmektedir.**

4.0 Platformu'na benzerlik göstermektedir.

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun Kurumsallaştırılması

İmalat Sanayinin Dijital Dönüşümü Yol Haritası kapsamında kısa vadede Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaşmasına yönelik adımlar atılması gerekmektedir. Örneğin, Almanya'daki Endüstri 4.0 Platformu kuruluşundan kısa bir süre sonra profesyonel bir proje yönetim ofisi kurmuş ve Platform bünyesinde gerçekleştirilen projelerin yönetim ve koordinasyonu konusunda bu birimi görevlendirmiştir. Hâlihazırda, Platform açısından benzer bir işlevi Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü yürütmektedir. Yeniden tasarım seçeneklerinin de değerlendirilmesi gereken bu süreçte, imalat sanayinin dijital dönüşümünde farklı kamu kurumlarının farklı katkılarının olabileceği ve farklı sorumluluklar üstlenebileceği de göz önünde tutulmaktadır.

İmalat sanayinin dijital dönüşümü süreci sadece bir bakanlık ya da STK'ları ilgilendirmemekte, konunun kapsamı gereği birçok bakanlık, kamu kurum ve kuruluşu da bu dönüşüm sürecinde aktif rol alarak katkı sağlamalıdır. Bu nedenle imalat sanayinin dijital

dönüşümü sürecinde atılması planlanan tüm adımlarda ilgili tüm kurum ve kuruluşların koordineli bir şekilde hareket etmesi kullanılan kaynaklardan en yüksek seviyede faydalanılması ve hedeflere ulaşılması açısından oldukça önemlidir.

Yukarıda beş bileşen kapsamında önerilen faaliyetlerin hayata geçmesi durumunda dijital dönüşüm merkezleri, yenilik merkezleri gibi farklı yapılar kurulmuş olacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi farklı bileşenler altında kapsanmış olsa da yol haritası operasyonel bir plana dönüştürüldüğünde birçok inisiyatif arasında eşgüdüm sağlanması gerekecektir. Dolayısıyla, Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaşmasına yönelik önlemler alınacaktır.

Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaşması çalışmaları çerçevesinde farklı kurum ve kuruluşların çalışma alanlarına giren konularda ise (örneğin eğitim müfredatı) daimi çalışma gruplarının (komite, kurul vb.) hayata geçirilmesi önemlidir.

KURUMSAL YÖNETİŞİM GÜÇLENDİRİLECEK

NE YAPACAĞIZ...	BİLEŞENLER	PAYDAŞLAR
- Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu kurumsallaştırılacak - Bakanlar Kurulu kararı alınacak	 İNSAN	
- Platform içinde daimi komiteler kurulacak - Dijital müfredat takip ve tavsiye komitesi - Veri iletişim standartları komitesi - Odak dijital teknolojiler komitesi	 TEKNOLOJİ	
	 ALTYAPI	
	 KULLANICILAR	
	 TEDARİKÇİLER	
	 YÖNETİŞİM	



5

Sonuç ve Değerlendirme

İmalat sanayinin dijital dönüşümü yeni bir sanayi devrimi niteliğinde olup, getirdiği fırsatın büyüklüğü nedeniyle, sadece ülkemiz için değil gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ekonomi için de kritik bir öneme sahiptir.



İmalat sanayimizin daha fazla katma değer oluşturmaya ülkemizin en önemli politika öncelikleri arasında yer almasına rağmen [85], imalat sanayinin gayrisafi yurtiçi hâsılamız içindeki payı 1998-2017 yılları arasında 4,8 puan azalarak %17,5'e gerilemiştir [86]. İmalat sanayinin dijital dönüşümü, imalat sanayimizin ürettiği katma değer artırılması açısından çok önemli bir fırsat sunmaktadır.

İmalat sanayinin dijital dönüşümü yeni bir sanayi devrimi niteliğinde olup, getirdiği fırsatın büyüklüğü nedeniyle, sadece ülkemiz için değil gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ekonomi için de kritik bir öneme sahiptir. Bundan önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi, dijital dönüşüm sürecinin imalat sanayinin dinamik ve işleyişini ciddi bir şekilde dönüştürmesi, küresel değer zincirlerini yeniden yapılandırması beklenmektedir. Bu nedenle, ABD, Almanya, Japonya, Çin, Güney Kore, İngiltere gibi birçok ülke imalat sanayilerinin dijital dönüşümlerine özel bir önem vermekte ve imalat sanayilerinin dijital dönüşümlerini hızlandıracak politika ve stratejiler izlemekte, bu

konuya önemli miktarda kaynak ayırmaktadır.

İmalat sanayinin dijital dönüşümü son yıllarda ülkemizde de sıkça konuşulur ve tartışılır hale gelmiş, farklı kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları tarafından işletmelerimizin bu konudaki farkındalıklarının artırılması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış, imalat sanayinin dijital dönüşümüne verilen önem farklı platformlarda ele alınmıştır. Bugün itibarıyla sanayi işletmelerimizin önemli bir kısmının dijital dönüşüm sürecinden haberdar olduğunu söylemek mümkündür. Hatta öncü firmalarımız üretim süreçlerini dijitalleştirme konusunda ilk adımlarını atmış bulunmaktadır. Dolayısıyla, imalat sanayimizin dijital dönüşüm yolculuğuna başladığını söylemek mümkün olmakla beraber, sanayimizin daha yolun başında olduğu da açıktır.

Yapılan çalışmalar ve incelemeler imalat sanayinin dijital dönüşümünün uzun soluklu bir yolculuk olarak görülmesini ve çok boyutlu bir stratejik çerçeve kapsamında ele alınması gerektiğini göstermektedir. İmalat Sanayinin Dijital Dönüşüm Yol Haritası bu

İmalat sanayinin dijital dönüşümü, imalat sanayimizin ürettiği katma değer artırılması açısından çok önemli bir fırsat sunmaktadır.

***Eğitim altyapısı
ve nitelikli işgücü
dijital dönüşümün
en önemli
unsurları arasında
yer almaktadır.***

bakış açısıyla ele alınmış olup, altı bileşen kapsamında atılacak somut adımlarla ülkemizi dijital dönüşüm konusunda bölgesel ve küresel lider haline getirecek bir vizyon doğrultusunda hazırlanmıştır.

Eğitim altyapısı ve nitelikli işgücü dijital dönüşümün en önemli unsurları arasında yer almaktadır. İmalat sanayi dijitalleştikçe farklı nitelik ve becerilere sahip işgücüne ihtiyaç duyulacaktır. Dijital dönüşüm sürecinde iş yapış şekilleri yeniden biçimlenmekte ve nitelikli iş gücü faktörü daha fazla öne çıkmaktadır. Dijital dönüşümün gerektirdiği niteliklere sahip iş gücünün bu nitelikleri kazanması için gerekli eğitimler ile bu eğitimlerin gerçekleştirileceği ortamların yeniden tasarlanması zorunlu hale gelmiştir.

İlköğretim seviyesinden başlamak üzere temel, mesleki ve yüksek eğitimin her seviyesinde ve iş hayatında dijital yeteneklerin geliştirilmesine yönelik eğitimler ve programlar sağlanarak işletmelerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek yetkinlikteki işgücünün yetiştirilmesi sağlanacaktır. Dijitalleşme ile birlikte imalat sanayinde özellikle kas

gücüne dayalı birçok işin robotlar tarafından yapılacağı ve insanlara daha çok nitelik gerektiren işlerde ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir. İş gücünün daha çok üretim süreçlerinin ve bu süreçlerde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi, tasarlanması, programlanması ve optimizasyonu gibi nitelik gerektiren ve kas gücünden ziyade beyin gücünün ön plana çıkacağı alanlarda çalışması bekleneneğinden mevcut iş gücünün niteliklerinin artırılması ve yeni yetiştirilecek iş gücünün bu alanlarda çalışabilecek niteliklere sahip olması önem arz etmektedir. Bu konuda teknik ve mesleki eğitim niteliğinin artırılması, üniversitelerde dijital teknolojilere yönelik yeni programların geliştirilmesi ve uygulanması sağlanarak iş gücünün dijital çağın gerekliliklerini karşılayacak bir şekilde yetişmesi sağlanacaktır.

Diğer taraftan dijital dönüşüm sürecinin doğru ve etkili bir şekilde yürüyebilmesi için işletmelerin dijital teknolojiler ve bu teknolojiler ile sağlanacak potansiyel katkılar konusunda bilgi ve bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. İşletmelerin farkındalık düzeylerinin artması ile dijital dönüşüm



süreçlerinin de belli bir strateji ile ve bu strateji kapsamında ayrılmış olan uygun bir bütçe ile gerçekleşmesi sağlanabilecektir. İşletmelerin farkındalık düzeylerinin artırılabilmesi iyi uygulama örneklerinin tanıtılması ve bu uygulamaların yaygınlaştırılması, paydaşlar arasındaki işbirliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Dijital teknoloji araştırmalarında güçlü yetkinliklere sahip, küresel ve ulusal işbirlikleri gelişmiş bir teknoloji altyapısı oluşturulması için teknoloji ve yenilik kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, imalat sanayinin dijital dönüşümünü hızlandırmak ve dönüşüm yolculuğunu sürdürülebilir kılmak üzere mükemmeliyet merkezi benzeri gibi yapıların kurulması, teknoloji yol haritaları doğrultusunda yeni araştırma merkezlerinin kurulması ve/veya mevcut araştırma merkezlerinin odaklarının seçili teknoloji alanlarına yoğunlaşacak şekilde güncellenmesi ve bu altyapıların güçlendirilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilecektir.

Gerekli ve yeterli veri iletişim altyapısı olmadan dijital dönüşümü başarılı bir şekilde gerçekleştirmek mümkün olmayacaktır. Bu nedenle

veri iletişim altyapısının dijital dönüşüm sürecinin gerektirdiği kapasiteye çıkarılması, bu altyapıya yönelik mevzuat ve standartların geliştirilmesi ve veri iletişim altyapısının güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Dijital dönüşüm yol haritasında Ulusal Genişbant Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2020) ile uyumlu bir şekilde başta planlı sanayi bölgelerinde olmak üzere sanayi işletmelerinin internet erişim hızlarının artırılmasına ve internet erişim birim maliyetlerinin düşürülmesine yönelik eylemlere öncelik verilmiştir. Diğer taraftan üretim aşamasında ortaya çıkan verilerin saklanması, depolanması ve analizine yönelik gerekli standardizasyon ve mevzuat çalışmaları yapılarak dijital dönüşüm için gerekli ortam sağlanacaktır. Ayrıca tüm bu verilerin yurt içinde güvenli bir şekilde depolanmasını ve kullanılmasını mümkün kılacak şekilde bulut altyapısının geliştirilmesi ve kullanılmasına yönelik faaliyetler yürütülecektir.

Dijital dönüşümün en kritik konularından biri de bu dönüşümü sağlayacak teknolojilerin kullanılması ve yerli imkânlarla üretilmesidir. Kullanıcıların

Dijital dönüşümün en kritik konularından biri de bu dönüşümü sağlayacak teknolojilerin kullanılması ve yerli imkânlarla üretilmesidir.

***Ülkemizin
rekabet gücünün
arttırılması
amacıyla
tüm dünyada
yaşanmakta olan
dijital dönüşümün
fırsatlarından
azami derecede
faydalanılması
için hazırlanan
bu yol haritası
tüm paydaşlarla
eşgüdüm içinde
yürütölerek imalat
sanayimizin
dijital dönüşümü
sağlanacaktır.***

ve tedarikçilerin yapacakları yatırımların desteklenmesine yönelik programlar yol haritasının diğer bileşenleri çerçevesinde alınacak önlemler kapsamında bütüncül bir anlayışla değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, kısa vadede imalat sanayi dijital dönüşüm destek programının tasarlanması ve pilot ölçekte uygulanması, orta ve uzun vadede ise programın ülke geneline yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Destek programında kullanıcıların ve tedarikçilerin yatırımlarının vergi indirimleri veya finansal araçlarla desteklenmesi tasarlanmıştır. Kümelenme modeli bir destek programı ile ulusal ve uluslararası orijinal ürün üreticileri, tedarikçiler, ulusal teknoloji sağlayan şirketler, mükemmeliyet merkezleri, üniversiteler, danışmanlık firmaları, büyük işletmeler ile küçük işletmeler arasındaki dijital etkileşimin güçlendirilmesi sağlanacaktır.

Ülkemizin rekabet gücünün artırılması amacıyla tüm dünyada yaşanmakta olan dijital dönüşümün fırsatlarından azami derecede faydalanılması için hazırlanan bu yol haritası tüm paydaşlarla eşgüdüm içinde yürütölerek imalat sanayimizin dijital dönüşümü

sağlanacaktır. Bu süreç kuşkusuz imalat sanayi ekosisteminin doğrudan ve dolaylı tüm paydaşları arasında güçlü bir iletişimin ve kusursuz bir koordinasyonun sağlanmasını gerektirmektedir. Bu çerçevede, kurumsal yönetişimin güçlendirilmesi bileşeninin ana amacı imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin ve etkili bir yönetişim yapısının oluşturulmasıdır. Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu'nun kurumsallaştırılması çalışmaları çerçevesinde farklı kurum ve kuruluşların çalışma alanlarına giren belirli konularda (örneğin, eğitim müfredatı) çalışma gruplarının (komite, kurul vb.) sürekliliği sağlanacaktır.



KAYNAKÇA

- [1] Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, Sanayide Dijital Teknolojiler Çalışma Grubu, «Birinci Dönem Çalışma Raporu,» Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, 2017.
- [2] Japonya Hükümeti Kabine Ofisi, «Society 5.0,» http://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html.
- [3] Avrupa Komisyonu, «Digital Single Market,» 23 Ocak 2015. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/creating-digital-society>.
- [4] World Economic Forum, «\$100 Trillion by 2025: the Digital Dividend for Society and Business,» 22 Ocak 2016. <https://www.weforum.org/press/2016/01/100-trillion-by-2025-the-digital-dividend-for-society-and-business/>.
- [5] McKinsey Global Institute, «The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype,» McKinsey & Company, -, 2015.
- [6] McKinsey & Company, «The global forces inspiring a new narrative,» *McKinsey Quarterly*, no. 2, pp. 32-52, 2017.
- [7] Gartner, «IT Glossary,» Gartner, <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data>.
- [8] Gartner, «IT Glossary,» Gartner, <https://www.gartner.com/it-glossary/advanced-analytics/>.
- [9] Gartner, «IT Glossary,» Gartner, <https://www.gartner.com/it-glossary/cloud-computing/>.
- [10] Gartner, «IT Glossary,» Gartner, <https://www.gartner.com/it-glossary/artificial-intelligence/>.
- [11] TÜBİTAK, BİLGEM, UAKAE, «Blokzincir Teknolojileri,» <http://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/bc-calistay/blok-zincir.html>.
- [12] Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, İleri Üretim Teknolojileri Çalışma Grubu, «Birinci Dönem Çalışma Raporu,» Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, 2017.
- [13] McKinsey Global Institute, «Harnessing automation for a future that works,» McKinsey & Company, 2017.
- [14] McKinsey Global Institute, «Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation,» McKinsey & Company, 2017.
- [15] McKinsey Global Institute, «What the future of work will mean for jobs, skills, and wages,» McKinsey & Company, 2017.
- [16] Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu, Eğitim Çalışma Grubu, «Yol Haritası Raporu – Sürüm.02,» 2017.
- [17] World Economic Forum, «The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.,» World Economic Forum, Cologny, Switzerland, 2016.

- [18] The Kiel Institute for the World Economy, «The Effects of Digitalization on Gender Equality,» Berlin, 2017.
- [19] McKinsey Global Institute, «Can productivity save the day in an aging world?,» McKinsey & Company, -, 2015.
- [20] McKinsey Digital, «Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector,» McKinsey & Company, 2015.
- [21] UNIDO, «Industry 4.0: The opportunities behind the challenge,» December 2017.
- [22] European Parliament, *Industry 4.0: Digitalisation for Productivity and Growth*, September 2015.
- [23] US National Science and Technology Council, «Advanced Manufacturing: A Snapshot of Priority Technology Areas Across the Federal Government,» US National Science and Technology Council, Washington DC, 2016.
- [24] US National Science and Technology Council, «National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan,» Ekim 2016. https://www.nitrd.gov/PUBS/national_ai_rd_strategic_plan.pdf.
- [25] Pulse by Maeil Business News Korea, «S. Korea to ramp up investment in R&D for Industry 4.0 technologies,» <http://pulsenews.co.kr/view.php?sc=30800028&year=2018&no=166873>.
- [26] Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, «IV. Sanayi Devrimi Ülke İncelemeleri* Fransa, Hindistan, Hollanda, İspanya,» *Anahtar*, no. 348, Aralık 2017.
- [27] «Smart Industry,» Smartindustry.nl.
- [28] OECD, «Transformative Technologies and Jobs of the Future, OECD, Background Report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting,» 2018.
- [29] The Government of Japan, «Realizing Society 5.0,» https://www.japan.go.jp/abonomics/_userdata/abonomics/pdf/society_5.0.pdf.
- [30] Almanya Ekonomik İşler ve Enerji Federal Bakanlığı, «DE.Digital,» 2017. <http://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/EN/Strategy/strategy.html>.
- [31] Almanya Ekonomik İşler ve Enerji Federal Bakanlığı, 2017. Go Digital: <http://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-digital/go-digital.html>.
- [32] Almanya Ekonomik İşler ve Enerji Federal Bakanlığı, 2017. <http://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/go-Inno/go-inno.html>.
- [33] Industrie 4.0 Platform, «International,» <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/InPractice/International/international.html>.
- [34] İngiltere İş, Enerji ve Sanayi Bakanlığı, «The UK's Industrial Strategy,» Birleşik Krallık İş, Enerji ve Sanayi Bakanlığı, Londra, 2017.
- [35] Innovate UK, «Innovation loans: what they are and how to apply,» 08 Kasım 2017. <https://www.gov.uk/guidance/innovation-loans-what-they-are-and-how-to-apply>.



- [36] Manufacturing USA, «Program Details,» <https://www.manufacturingusa.com/pages/program-details>.
- [37] US Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology, «Report to the President on Capturing Domestic Competitive Advantage in Advanced Manufacturing,» Washington DC, 2012.
- [38] US Executive Office of the President, National Science and Technology Council Advanced Manufacturing National Program Office, «National Network for Manufacturing Innovation: A Preliminary Design,» Washington DC, 2013.
- [39] US Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology, «Accelerating U.S. Advanced Manufacturing AMP2.0 Steering Committee Report,» Washington DC, 2014.
- [40] US Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Advanced Manufacturing National Program Office, «The National Network for Manufacturing Innovation,» Washington DC, 2016.
- [41] Manufacturing USA, «Institutes,» 2017. <https://www.manufacturingusa.com/institutes>.
- [42] Manufacturing USA, «Manufacturing USA Annual Report 2016,» US Department of Commerce, Washington DC, 2017.
- [43] Industrial Internet Consortium, «Industrial Internet Consortium,» <http://www.iiconsortium.org/>.
- [44] Industrial Internet Consortium, «Industrial Internet Consortium > Membership,» <http://www.iiconsortium.org/members.htm>.
- [45] M. Maginer, «China's economy is walking a tightrope,» *Wall Street Journal*, 07 06 2016.
- [46] US Chamber of Commerce, «Made in China 2025,» 2017.
- [47] Reuters, «Beijing to build \$2 billion AI research park: Xinhua,» Reuters, 03 Ocak 2018. <https://www.reuters.com/article/us-china-artificial-intelligence/beijing-to-build-2-billion-ai-research-park-xinhua-idUSKBN1ES0B8>.
- [48] McKinsey Global Institute, «Digital China: Powering the economy to global competitiveness,» McKinsey & Company, -, 2017.
- [49] European Commission Directorate-General for Communication, «Digital Agenda for Europe,» Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014.
- [50] European Commission, «Shaping the Digital Single Market,» 25 Mart 2015. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/shaping-digital-single-market>.
- [51] European Commission, «Communication – Connectivity for a Competitive Digital Single Market - Towards a European Gigabit Society,» Eylül 2016. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-connectivity-competitive-digital-single-market-towards-european-gigabit-society>.
- [52] European Commission, «Digitising European Industry,» 18 Eylül 2015. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digitising-european-industry>.

- [53] Deloitte, «2016 Global Manufacturing Competitiveness Index,» 2016.
- [54] T.C. Kalkınma Bakanlığı, «Onbirinci Kalkınma Planı (2019 – 2023) Girişimcilik, KOBİ’ler, Esnaf ve Sanatkarlar ÖİK Raporu,» 2018 (Basılmamış).
- [55] TÜBİTAK, «Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası,» 2016.
- [56] T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, «Türkiye Verimlilik Gelişim Haritası,» 2018.
- [57] Peugeot, *The Flux Named Winner of the Peugeot Design Contest*, Paris: Peugeot, 2007.
- [58] 3Dprint.com, «A View Inside Ford’s 3D Printing Lab,» 3Dprint.com, 06 Haziran 2014. <https://3dprint.com/5318/ford-3d-printing/>.
- [59] Ford Motor Company, «Ford Tests Large-Scale 3D Printing With Light-Weighting And Personalization In Mind,» Ford Motor Company, 06 Mart 2017. <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2017/03/06/ford-tests-large-scale-3d-printing.html>.
- [60] E. Kim, «Business Insider,» 15 Haziran 2016. <http://www.businessinsider.com/kiva-robots-save-money-for-amazon-2016-6>.
- [61] MEMEX - Measuring Manufacturing Excellence, «The Internet of Everything,» 26 Eylül 2014. <http://www.memexoe.com/the-internet-of-everything/>.
- [62] Secomea, «HAAS-MEINCKE,» <https://www.secomea.com/reference/haas-meincke/>.
- [63] P. Hinssen, «Innovating On The Edge Of Chaos -- Getting To Haier Ground,» *Forbes*, 2 Mart 2017.
- [64] McKinsey Digital, «Industry 4.0 after the initial hype: Where manufacturers are finding value and how they can best capture it,» McKinsey & Company, 2016.
- [65] U.S. General Services Administration, «challenge.gov,».
- [66] Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, «Stratejik Öncelikler Raporu,» 2017 (Basılmamış).
- [67] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, «Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı,» T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2018.
- [68] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, «Bilgisayar Bilimi Dersi,» T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2018.
- [69] TÜSİAD - BCG, «Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği,» TÜSİAD, İstanbul, 2017.
- [70] Gartner, «Gartner Says 6.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015,» Gartner, 10 Kasım 2015. <https://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>.
- [71] EMC, «The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things,» EMC Digital Universe with Research & Analysis by IDC, Nisan 2014. <https://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/executive-summary.htm>.
- [72] DIN e.V, «German Standardization Roadmap Version 2.0,» DIN e.V, Frankfurt, 2016.



- [73] FME, TNO, the Ministry of Economic Affairs, VNO-NCW, the Chamber of Commerce and the Netherlands ICT, «Standardization Action Agenda,» FME, TNO, the Ministry of Economic Affairs, VNO-NCW, the Chamber of Commerce and the Netherlands ICT, 2016.
- [74] Fanuc, «Annual Reports, Annual Report 2017,» http://www.fanuc.co.jp/en/ir/annualreport/pdf/annualreport2017_e.pdf.
- [75] KUKA Robotics, «Annual Report 2016,» <https://www.kuka.com/-/media/kuka-corporate/documents/ir/reports-and-presentations/annual-report/kuka-annual-report-2016.pdf>.
- [76] Stratasy, «Investor Relations, 2016 Annual Report,» <http://investors.stratasy.com/static-files/27bd3b52-d12a-407f-814a-cd3d57ee9434>.
- [77] Huawei Investment & Holding Co., Ltd., «Annual Report 2016,» http://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/annual-report/AnnualReport2016_en.pdf?la=en.
- [78] Bosch, «Artificial intelligence: 300 million euros for new center,» Bosch, 27 Ocak 2017. <http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/artificial-intelligence-300-million-euros-for-new-center-87250.html>.
- [79] KUKA, «KUKA Colleges worldwide,» <https://www.kuka.com/en-de/services/kuka-college/college-finder>.
- [80] CB Insights , «AI 100: The Artificial Intelligence Startups Redefining Industries,» 12 Aralık 2017. <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-top-startups/>.
- [81] the Guardian, «Google buys UK artificial intelligence startup Deepmind for £400m,» 27 Ocak 2014. <https://www.theguardian.com/technology/2014/jan/27/google-acquires-uk-artificial-intelligence-startup-deepmind>.
- [82] High Value Manufacturing Catapult, «Catapult HVM,» <https://hvm.catapult.org.uk/>.
- [83] Innovate UK, «Catapult Focus,» <https://hvm.catapult.org.uk/technologies/technology-manufacturing-readiness/>.
- [84] KOSGEB, «İşbirliği Güçbirliği Destek Programı,» <http://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/1228/isbirligi-gucbirligi-destek-programi>.
- [85] T.C. Kalkınma Bakanlığı, «Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018),» T.C. Kalkınma Bakanlığı, Ankara , 2013.
- [86] TÜİK, «Üretim Yöntemi İle GSYH, Gayrisafi yurtiçi hasıla, iktisadi faaliyet kollarına (A21) göre cari fiyatlarla (değer, pay, değişim oranı),» TÜİK, Ankara, 2017.

Notlar

[illegible]



Notlar

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Notlar

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.