

**TÜSİAD**

**BCG**

THE BOSTON CONSULTING GROUP

# Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği



TÜSİAD

TÜRKİYE'NİN  
SANAYİ  
4. DEVRİMİ



# Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği



**Aralık 2017**

**Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12 - 589**

© 2017, TÜSİAD

*Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü,  
4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK uyarınca,  
kullanılmazdan önce hak sahibinden 52. Maddeye uygun  
yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak,  
çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak,  
kiralananmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak,  
telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik  
yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.*

ISBN: 978-605-165-024-1

Editörler: Dr. Nurşen Numanoğlu, F. Hazal İnce

Kapak Tasarımı: Marjinal Porter Novelli

Dizgi ve Sayfa Uygulama: Kamber Ertem

Grafik Tasarım:

SİS MATBAACILIK PROM. TANITIM HİZ. TİC. LTD. ŞTİ.  
Eğitim Mah. Poyraz Sok. No:1/14 Kadıköy - İSTANBUL  
Tel: (0216) 450 46 38 Basım CB Basımevi: (0212) 612 65 22

# ÖNSÖZ

*TÜSİAD, özel sektörü temsil eden sanayici ve işadamları tarafından 1971 yılında, Anayasamızın ve Dernekler Kanunu'nun ilgili hükümlerine uygun olarak kurulmuş, kamu yararına çalışan bir dernek olup gönüllü bir sivil toplum örgütüdür.*

*TÜSİAD, insan hakları evrensel ilkelerinin, düşünce, inanç ve girişim özgürlüklerinin, laik hukuk devletinin, katılımcı demokrasi anlayışının, liberal ekonominin, rekabetçi piyasa ekonomisinin kurum ve kurallarının ve sürdürülebilir çevre dengesinin benimsendiği bir toplumsal düzenin oluşmasına ve gelişmesine katkı sağlamayı amaçlar. TÜSİAD, Atatürk'ün öngördüğü hedef ve ilkeler doğrultusunda, Türkiye'nin çağdaş uygarlık düzeyini yakalama ve aşma anlayışı içinde, kadın-erkek eşitliğini, siyaset, ekonomi ve eğitim açısından gözetilen iş insanlarının toplumun öncü ve girişimci bir grubu olduğu inancıyla, yukarıda sunulan ana gayenin gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla çalışmalar gerçekleştirir.*

*TÜSİAD, kamu yararına çalışan Türk iş dünyasının temsil örgütü olarak, girişimcilerin evrensel iş ahlakı ilkelerine uygun faaliyet göstermesi yönünde çaba sarf eder; küreselleşme sürecinde Türk rekabet gücünün ve toplumsal refahın, istihdamın, verimliliğin, yenilikçilik kapasitesinin ve eğitimin kapsam ve kalitesinin sürekli artırılması yoluyla yükseltilmesini esas alır.*

*TÜSİAD, toplumsal barış ve uzlaşmanın sürdürüldüğü bir ortamda, ülkemizin ekonomik ve sosyal kalkınmasında bölgesel ve sektörel potansiyelleri en iyi şekilde değerlendirerek ulusal ekonomik politikaların oluşturulmasına katkıda bulunur. Türkiye'nin küresel rekabet düzeyinde tanıtımına katkıda bulunur, Avrupa Birliği (AB) üyeliği sürecini desteklemek üzere uluslararası siyasal, ekonomik, sosyal ve kültürel ilişki, iletişim, temsil ve işbirliği ağlarının geliştirilmesi için çalışmalar yapar. Uluslararası entegrasyonu ve etkileşimi, bölgesel ve yerel gelişmeyi hızlandırmak için araştırma yapar, görüş oluşturur, projeler geliştirir ve bu kapsamda etkinlikler düzenler.*

*TÜSİAD, Türk iş dünyası adına, bu çerçevede oluşan görüş ve önerilerini Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'ne, hükümete, diğer devletlere, uluslararası kuruluşlara ve kamuoyuna doğrudan ya da dolaylı olarak basın ve diğer araçlar aracılığı ile ileterek, yukarıdaki amaçlar doğrultusunda düşünce ve hareket birliği oluşturmayı hedefler.*

*TÜSİAD, misyonu doğrultusunda ve faaliyetleri çerçevesinde, ülke gündeminde bulunan konularla ilgili görüşlerini bilimsel çalışmalarla destekleyerek kamuoyuna duyurur ve bu görüşlerden hareketle kamuoyunda tartışma platformlarının oluşmasını sağlar.*

*Türkiye, ekonomi ve sanayinin kurallarını yeniden yazabilecek bir dijital dönüşümün eşliğindedir. Bu dönüşüm, otomasyon ve dijitalleşmenin ötesinde bir gelişimi ifade etmektedir. Sanayide dijital dönüşüm, değer zincirinin bütün adımlarının birbiri ile gerçek zamanlı ve sürekli iletişim içinde olması ile hayat bulacaktır. Ürünlerin yaşam döngüleri boyunca birbirleriyle ve üretim sistemleriyle iletişimde olduğu bağlantılı ekosistemler, geleneksel değer zincirlerinin yerini alacaktır.*

*Günümüzde ülkeler, sanayide dijital dönüşümün önemini kavramış olup bu dönüşümü gerçekleştirebilmek için yapılması gerekenlere odaklanmış durumdadır. Geline noktada, Türkiye’de de bu dönüşümün gerekliliği ve getireceği avantajlar konusunda farkındalık oldukça yüksektir.*

*2015 yılından bu yana sanayide dijital dönüşüm konusunda çalışmalarını kararlılıkla ve aktif olarak sürdüren TÜSİAD, sanayide dijital dönüşümü bir Türkiye projesi olarak görmektedir. Bu süreçte, ülkemizin sanayide dijital dönüşüm yetkinliğinin belirlenmesi, hangi teknolojilerde rekabet gücümüzün yüksek olduğunun analiz edilmesi ve yeni ya da geliştirilmiş modeller için kaldıraç etkisine sahip alanların belirlenmesi kritik unsurlar olarak değerlendirilmekte ve tüm aktörlerin katılımını gerektirmektedir.*

*The Boston Consulting Group’un içerik ortağı olduğu bu çalışma, Türkiye’nin sanayide dijital dönüşüm yetkinliğini hem teknoloji üreticileri hem de teknoloji kullanıcıları ile gerçekleştirilen kapsamlı araştırmalar doğrultusunda ölçerek, eksiklikleri ve odaklanılması gereken noktaları tespit etme hedefindedir. Raporunda, sanayide dijital dönüşümün Türkiye’de başarıyla gerçekleştirilmesi için sürdürülebilir bir ekosistem yaratılması bağlamında özel sektör, kamu ve diğer paydaşlara düşen görev ve sorumluluklar da tanımlanmaktadır.*

*Sanayide dijital dönüşüm konusundaki çalışmaların en sağlıklı çerçevede yürütülmesi aşamasında değerli fikirlerini paylaşan Koç Holding CEO’su Sayın Levent Çakıroğlu’na, Eczacıbaşı Holding Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Sayın Erdal Karamercan’a ve Borusan Holding CEO’su Sayın Agah Uğur’a minnettarız. Bu Rapor’un hazırlanmasını, anket çalışmalarına katılarak mümkün kılan teknoloji kullanıcısı ve teknoloji tedarikçisi şirketlere müteşekkirimiz. Rapor’un yazımında görüş ve değerlendirmelerini esirgemeyen TÜSİAD Sanayide Dönüşüm Çalışma Grubu Başkan Yardımcıları Levent Kızıltan ve Lütfi Yenel’e, TÜSİAD Sanayide Dönüşüm Çalışma Grubu’nun değerli üyelerine ve TÜSİAD Sanayide Dönüşüm Çalışma Grubu Başkanı Oğuzhan Öztürk ve ekibine teşekkürlerimizi sunarız.*

*Bu rapor, TÜSİAD Sanayi Politikaları Yuvarlak Masası lideri Sayın Mehmet Bahadır Balkır’ın yönlendirmesi ve içerik ortağı The Boston Consulting Group (BCG) İstanbul Ofisi Ortakları ve Yönetici Ortağı Aykan Gökbulut, BCG Kıdemli Danışmanı Cem Mehmet Ülgen, BCG Danışmanları Emre Vural ve Emrecan Ataoğlu tarafından yürütülen çalışmalar neticesinde hazırlanmıştır. Raporun yayına hazırlanma sürecinde TÜSİAD Genel Sekreter Yardımcısı Dr. Nurşen Numanoğlu ve Uzman F. Hazal İnce tarafından katkı sağlanmıştır.*

**Aralık 2017**

# ÖZGEÇMİŞ

## **Aykan Gökbulut**

### ***Yönetici ortak, BCG İstanbul***

Aykan Gökbulut, 2005 yılında The Boston Consulting Group Viyana ofisine katılmıştır ve halen BCG İstanbul ofisinde Yönetici Ortak olarak görev yapmaktadır. BCG'ye katılmadan önce 8 sene boyunca otomotiv sektöründe yönetici olarak çalışmıştır. Sanayi, tüketici ürünleri ve perakende sektörlerinde tecrübesi olan Gökbulut, BCG Türkiye Sanayi Ürünleri Grubu'na liderlik etmektedir.

Gökbulut, INSEAD'dan MBA derecesine, Viyana Teknoloji Üniversitesi'nden Elektrik Elektronik Mühendisliği alanında lisans ve yüksek lisans derecelerine sahiptir.

## **Cem Mehmet Ülgen**

### ***Kıdemli Danışman, BCG İstanbul***

Cem Mehmet Ülgen, The Boston Consulting Group İstanbul ofisine 2016 yılında danışman olarak katılmıştır. BCG'ye katılmadan önce 7 sene boyunca çeşitli uluslararası danışmanlık firmalarında danışman ve proje yöneticisi olarak görev almıştır.

Ülgen, Koç Üniversitesi'nden Endüstri Mühendisliği alanında lisans derecesine sahiptir.

## **Emre Vural**

### ***Danışman, BCG İstanbul***

Emre Vural, The Boston Consulting Group İstanbul ofisine 2015 yılında danışman olarak katılmıştır. Daha önce sağlık ve ilaç sektörlerinde uzmanlaşmış bir danışmanlık firmasının New York ofisinde 5 sene boyunca danışman ve proje yöneticisi olarak görev almıştır.

Vural, Columbia Üniversitesi'nden Ekonomi alanında lisans derecesine sahiptir.

## **Emrecaan Ataoglu**

### ***Danışman, BCG İstanbul***

Emrecaan Ataoglu, The Boston Consulting Group İstanbul ofisine 2017 yılında danışman olarak katılmıştır. BCG'ye katılmadan önce 2 sene boyunca uluslararası bir hızlı tüketim ürünleri firmasında tedarik zinciri yönetimi üzerine çalışmıştır.

Ataoglu, Bilkent Üniversitesi'nden Endüstri Mühendisliği alanında lisans ve Ekonomi alanında yan dal derecesine sahiptir.





## İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti.....	13
Executive Summary .....	17
Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışması.....	21
Dijital Dönüşüm Yarışmasında Türkiye'nin Mevcut Durumu ve İhtiyaçları ....	29
Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışmasında Öncü Ülkelerin Durumu.....	29
Türkiye'nin Başlangıç Noktası ve İhtiyaçları.....	31
Türkiye'nin Mevcut Durumu ve Yetkinlikleri .....	36
Teknoloji Kullanıcısı Şirketlerin Mevcut Durumu .....	37
Teknoloji Tedarikçisi Şirketlerin Mevcut Durumu .....	49
Türkiye'nin Yarışmadaki Durumu ile İlgili Tespitler ve Çözüm Önerileri .....	53
Engellerin Üstesinden Gelmek.....	53
Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yol Haritası için Öneriler .....	56
Sonuç: Ekosistemi Sürdürülebilir Kılmak .....	65
Ekler .....	71



## ŞEKİLLER

Şekil 1: Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışının Temel Unsurları.....	21
Şekil 2: Sanayide Dijital Dönüşüm Teknolojileri .....	27
Şekil 3: Ürünlerde Katma Değer .....	34
Şekil 4: Yetkinlik Ölçümünde Odaklanılan Ana Noktalar .....	37
Şekil 5: Sanayide Dijital Dönüşüm 23 Değerlendirme Başlığı .....	44
Şekil 6: Sanayide Dijital Dönüşüm Engellerinin Öneme Göre Karşılaştırılması.....	53
Şekil 7: Türkiye'nin Yol Haritası.....	57
Şekil 8: Özel Sektörün Dijital Dönüşüm Öncesinde Sorması Gereken Sorular .....	59
Şekil 9: İnovasyon Döngüsü .....	59
Şekil 10: Dönüşümün Yaygınlaşmasında Paydaşlara Düşen Roller.....	69

## GRAFİKLER

Grafik 1: Gelecekte Hangi Niteliklere İhtiyaç Olacak? .....	25
Grafik 2: Şirketiniz Sanayide Dijital Dönüşüm Uygulamalarına Ne Kadar Hazır?.....	30
Grafik 3: Şirketiniz Son Bir Senede Ne Kadar İlerleme Kaydetti?.....	31
Grafik 4: Ülkelerin Gelir Grupları.....	33
Grafik 5: Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı & Ar-Ge Harcamasının GSYH'ye oranı-2015 .....	34
Grafik 6: Türkiye'deki KOBİ'lere Dair Temel Göstergeler (2014) .....	35
Grafik 7: Sanayide Dijital Dönüşüm Farkındalık Seviyesi .....	38
Grafik 8: Dijital Teknolojiler En Çok Hangi Alanda Fayda Sağlayacak?.....	39
Grafik 9: Otomasyon Teknolojileri Kullanım Oranları .....	40
Grafik 10: Üretimde Mükemmellik Prensipleri .....	41
Grafik 11: Şirket Ölçeğine Göre Üretimde Mükemmellik Prensipleri .....	42
Grafik 12: Dijital Teknoloji Kullanma Seviyeleri.....	43
Grafik 13: Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği.....	45
Grafik 14: Şirket Ölçeğine Göre Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği .....	48
Grafik 15: Sanayide Dijital Dönüşüm'ün Önündeki En Büyük Engeller Nelerdir? .....	49
Grafik 16: Dijital Teknolojilerde Yerli Tedarikçi Yüzdesi .....	50
Grafik 17: Teknoloji Tedarikçisi Şirketlerde İhracat Oranları .....	51
Grafik 18: Teknoloji Tedarikçilerinin Karşılaştığı En Büyük Zorluklar Nelerdir?.....	52
Grafik 19: Türkiye'de Hangi Teknolojilere Odaklanılması Gerekli?.....	55
Grafik 20: Dijital Teknoloji Matrisi .....	63



# YÖNETİCİ ÖZETİ

## ***Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışı***

Sanayide oyunun kurallarının yeniden yazıldığı bir paradigma değişimi yaşanmaktadır. Yaşanan bu değişim, ülkelerin bir dijital dönüşüm yarışına girmesine sebep olmaktadır. Yeni oyunun kuralları 4 temel unsur etrafında şekillenmektedir: *Müşteri Talepleri ve Kitlesele Özelleştirme; Verinin Değeri ve Yeni İş Modelleri; Kaynak Kısıtları ve Sürdürülebilirlik ve Yatırıma ve Nitelikli İşgücüne Geçiş.* Dijitalleşme ise itici güç görevini üstlenerek sanayide dönüşümün merkezinde yer almaktadır.

Dijital teknolojiler şirketler tarafından operasyonel iyileştirmelerin yanı sıra değişen müşteri taleplerine cevap vermek için de kullanılabilir. Büyük veri analizleri müşterilerin taleplerinin çok daha kapsamlı olarak anlaşılmasını sağlamakta, eklemeli üretim gibi teknolojiler şirketlerin kitlesele olarak özelleştirilmiş ürünler üretmesine olanak sağlamaktadır. Daha verimli ve daha az atık üreten üretim süreçleri döngüsel ekonomiyi destekleyerek sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Dijital teknolojiler yalnızca üretimin değil; işlerin, iş yapış biçimlerinin ve insan kaynağının da dönüşmesine neden olmaktadır. Verilerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ise veri güvenliği konusunu şirketlerin gündemine taşımaktadır.

Sanayide dijital dönüşümü mümkün kılan 11 teknoloji\* (Bakınız Şekil 2) son yıllarda giderek ucuzlanmış ve daha önce hiç olmadığı kadar ulaşılabilir hale gelmiştir. Dönüşümü mümkün kılan teknolojilerin birbirleriyle bağlantılı olarak oluşturduğu siber-fiziksel sistemler, sanayide dijital dönüşümün temelinde yer almaktadır.

Entegre ve tam otomasyona sahip akıllı sistemlerin yaygınlaşması, makine-makine ve makine-insan etkileşiminin yanı sıra nitelikli iş gücüne olan ihtiyacı da artırmaktadır. Bu durum yalnızca sanayide dijital dönüşümün getirdiği yeniliklere ayak uydurabilecek nitelikli işgücünün yetiştirilmesi anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda mevcut işgücünün dördüncü sanayi devriminin gerektirdiği niteliklere sahip olabilmesi için çeşitli eğitim programlarıyla yeniden eğitilmesini ve özellikle karar verici pozisyonundakilerin dönüşüm anlayışı ve stratejisine sahip olmalarını zorunlu hale getirmektedir. Entegre sistemler aynı zamanda ağ ve enerji altyapısının sürekli olarak geliştirilmesine gerek duymaktadır.

## ***Dijital Dönüşüm Yarışında Türkiye'nin Mevcut Durumu ve İhtiyaçları***

Sanayide dijital dönüşüm yarışını önde götüren batılı ülkelerin bu yolculukta önemli bir yol kat ettikleri görülmektedir. Dijital dönüşüm ile üretimin yeniden batılı ülkelere kayacağı düşünülmese de rağmen, Çin öngörülü davranarak dijital dönüşüme liderlik eden ülkelerden biri olmuştur. Ülkemizin gerek yüksek teknolojili ürün ihracatının gerekse Ar-Ge yatırımlarının GSYH'ye oranı göz önüne alındığında, sanayide dijital dönüşüm yarışında öncü olan ülkelere yetişebilmek için kat etmesi gereken uzun bir yol olduğu görülmektedir.

Sanayide dijital dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için Türkiye'de teknoloji kullanan şirketlerin dijital dönüşüm yetkinlik seviyelerinin ölçülmesi, teknoloji tedarikçisi şirketlerin yetkinlik alanlarının belirlenmesi, eksiklerinin saptanması ve odaklanması gereken noktaların

\* *Simülasyon, Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler, Sensörler, Artırılmış Gerçeklik, Endüstriyel İnternet, Robot ve Otomasyon, Eklemeli Üretim, Yatay/Dikey Entegrasyon, Büyük Veri ve Analizleri, Siber Güvenlik ve Bulut*

belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaca hizmet etmek üzere 108 teknoloji kullanıcısı ve 110 teknoloji tedarikçisi şirket ile kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Teknoloji kullanıcısı şirketlerin yetkinlik seviyeleri *Operasyonel İyileştirme, Performans Yönetimi, Çalışan Katılımı* ve *Temel Bileşenler* başlıklarında yer alan 118 anket sorusu ile 23 uygulama alanında değerlendirilmiştir.

Araştırma sonuçlarından beş temel bulgu ortaya çıkmıştır:

- Şirketlerin büyük çoğunluğu sanayide dijital dönüşüm konusunda bilgi ve ilgi seviyelerinin yüksek olduğunu belirtirken, dönüşüme hazır olduğunu düşünen şirketlerin oranı nispeten daha düşüktür.
- Türkiye’de sanayi şirketlerinin dijital dönüşüm uygulama alanlarında henüz pilot projeleri gerçekleştirme (44/100) aşamasında olduğu görülmektedir.
- Şirketlerin özellikle *Strateji ve Yol Haritası* ile *Yönetişim* yetkinliklerinin düşük olduğu görülmektedir.
- Şirketlerin yetkinlik seviyelerinin sektörlere göre farklılaşmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, büyük ölçekteki şirketlerin (yıllık 250 milyon TL’den fazla geliri olan şirketler) sanayide dijital dönüşüm yetkinlik seviyeleri (50/100) küçük ölçekli şirketlere (33/100) nazaran daha yüksektir.
- Şirketler, dijital dönüşümün önündeki en büyük engellerin yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırımın geri dönüş belirsizliği olduğunu belirtmektedir.

### ***Türkiye’nin Yarıştaki Durumu ile İlgili Tespitler ve Çözüm Önerileri***

Araştırma bulgularına göre;

- Sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelerden farklı olarak Türkiye’deki şirketler yatırım öncesi ve planlama dönemindedirler.
- Teknoloji kullanıcısı şirketler yerli tedarikçilerin olmadığını/bulunamadığını belirtirken teknoloji tedarikçisi şirketlerin talep düşüklüğünü önemli bir problem olarak göstermesi teknolojinin arz ve talebi arasında bir kopukluk olduğunu göstermektedir.

Şirketlerin dijital dönüşüm konusunda stratejilerini belirlemeden yatırım kararları almaları ve kısıtlı kaynaklarını bu kararlara harcamaları, şirketlerin kaynaklarının boşa gitmesine neden olabilmektedir. Bu sebeple, Türkiye’nin bu yarışta kalıcı olması için üç adımdan oluşan kapsayıcı bir yol haritasına göre hareket etmesi kritik öneme sahiptir:

- Yatırımları hedefe göre yönlendirmek
- Geleceği bugünden şekillendirmek
- Değeri Türkiye’de yaratmak

## ***Yatırımları hedefe göre yönlendirmek***

Yatırım kararları alınmadan önce strateji, yol haritası oluşturma ve yönetim yetkinliklerinin geliştirilmesi ve teknoloji yatırımı kararlarının belirlenen strateji doğrultusunda alınması gerekmektedir.

Yatırımları hedefe göre yönlendirmek için şirketler **dijital stratejilerini belirlemeli** ve sanayide dijital dönüşüm yol haritasını bu doğrultuda şekillendirmelidir. Teknolojiler içerisinden **kolay erişilebilen, hızlı uygulanabilen ve kar üzerinde en yüksek etkisi olan yatırımları önceliklendirmelidir**. Yaratılan ek karı, yeni yatırımların finansmanına yönlendirerek şirket içinde bir “**inovasyon döngüsü**” oluşturmalı ve yatırımların sürekliliğini sağlamalıdır.

İlgili kamu kurumları, şirketleri dijital dönüşüm yolculuklarında desteklemek için öncelikli olarak etkinleştirici ve hızlandırıcı mekanizmaları ve programları oluşturmaktadır. Bu doğrultuda kamu, sanayide dijital dönüşümü hızlandırmak için çeşitli “ivmelendirme” programlarıyla dönüşüm yolculuğunda gerek duyulacak rehberlik ve danışmanlık hizmetlerini almaları için şirketleri teşvik etmelidir.

## ***Geleceği bugünden şekillendirmek***

Yatırımların sürdürülebilir olmasını sağlamak için gelecekte karşılaşılabilecek nitelikli insan kaynağı, veri güvenliği ve teknoloji altyapısı gibi potansiyel kısıtlar bugünden tespit edilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

Henüz sanayide dijital dönüşüm yolculuğunun başında olan Türkiye'nin dönüşüm yarışında hızlandıkça karşılaşılabileceği problemlerin önceden saptanması ve gerekli önlemlerin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, **nitelikli iş gücünün oluşturulması, veri güvenliği, gerekli bağlantı standartlarının tanımlanması, teknolojik altyapının kurulması ve sanayide dijital dönüşüm ekosisteminin oluşturulması** büyük önem taşımaktadır.

Dijital dönüşümü gerçekleştirecek olan sistemlerin etkin biçimde yönetilebilmesi için şirketlerin daha yetkin bir işgücüne sahip olması gerekmektedir. İşgücüne yeni katılan insanların yetiştirilmesinin ve mevcut çalışanların yeniden eğitime tabi tutulmasının alacağı zaman düşünüldüğünde, kamunun proaktif davranarak **işgücü konusunda stratejik ve uzun dönemli plan** yapması, **kapsamlı insan kaynağı politikaları** oluşturması bu kısıtın önceden giderilmesine yardımcı olacaktır.

## ***Değeri Türkiye’de yaratmak***

Yerli teknoloji tedarikçileri ve çözüm ortaklarının sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda daha çok yer almalarının sağlanması ve geliştirilen inovasyon ekosistemiyle desteklenmesi gerekmektedir.

Yerli teknoloji tedarikçisi şirketlerin büyük oranda finansal olarak yurtiçi pazara bağımlı olduğu düşünüldüğünde, yerli tedarikçilerin başarılı bir şekilde kurumsallaşmalarını tamamlamaları ekosistemde daha güçlü olmalarını sağlayacaktır. Tedarikçi ve kullanıcı şirketler arasındaki iletişim kopukluğunu giderecek mekanizmaların geliştirilmesi atılacak ilk adımlar olarak tanımlanmaktadır.

Türkiye'deki inovasyon ekosisteminin geliştirilmesi ve sürdürülebilir kılınması için kamu, özel sektör, akademi ve tüm paydaşlar arasında etkili işbirlikleri tesis edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda atılması gereken öncelikli adımlar aşağıda derlenmektedir:

- Kamunun üzerine düşen görev **Türkiye için odaklanılması gereken teknolojileri belirleyerek şirketleri ve yatırımları bu alanlara yönlendirmek için gerekli teşvik mekanizmalarını oluşturmaktır**. Bu sayede güçlenen yerli şampiyonlar küresel rekabetçiliğini de artırarak bir marka olma potansiyellerini artıracaktır.
- Yerli tedarikçilerin gelirlerinin önemli kısmının (%70) yurt içi pazardan elde edildiği, buna rağmen teknoloji kullanıcısı şirketlerin yerli tedarikçiler yerine yabancı teknoloji tedarikçisi şirketleri tercih ettikleri göz önünde bulundurulduğunda, **yerli teknoloji tedarikçisi şirketlerle teknoloji kullanıcısı şirketlerin bir araya geleceği bir mekanizmanın** önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Teknoloji kullanıcısı şirketler ile tedarikçileri bir araya getirebilecek bir aracı portal sayesinde kopukluklar giderilerek sistem akışı hızlandırılmalıdır.
- **Risk sermayesi sektöründe yapılacak düzenlemelerle** Türkiye'de gerekli finansmana erişimin artırılması, teknoloji tedarikçilerinin gelişim hızlarını artıracaktır.
- Akademi ile sanayinin arasında bir köprü görevi görebilecek, Singapur, Japonya ve Almanya gibi sanayide dijital dönüşüm konusunda yol kat etmiş ülkelerde başarılı örnekleri bulunan bir **yüksek teknoloji enstitüsünün** kurulması, sürdürülebilir bir inovasyon ekosistemin yaratılmasını mümkün kılacaktır.
- Teknoloji kullanıcısı ana sanayi şirketlerine hem tedarik sanayiye hem de teknoloji tedarikçilerini geliştirmeleri konusunda önemli görevler düşmektedir. Araştırma sonuçlarına göre büyük ölçekli şirketlerle küçük ölçekli şirketler arasında yetkinlik farklarının kayda değer olması, **KOBİ'lerin dijital dönüşüm yetkinliklerinin geliştirilmesinin** önemini daha da artırmaktadır. Ana sanayi şirketlerinin standartları belirleyerek tedarik sanayiye dönüşüme teşvik etmesi, tedarik sanayinin dijital dönüşüm uygulama seviyelerinin artmasını sağlayabilir.

Özetle, Türkiye'de öncelikli olarak şirketlerin strateji ve yönetim yetkinliklerinin geliştirilmesi ve yapılan **yatırımların belirlenen stratejik hedeflere göre önceliklendirilmesi** gerekmektedir. Teknoloji kullanıcısı şirketlerin stratejik yatırımlar konusunda yetkinliklerinin artırıldığı, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda çıkabilecek olan yeni ihtiyaçlara yönelik (örneğin: nitelikli çalışan ihtiyacı, veri güvenliği, bağlantı standartları ve ağ altyapısı) önlemlerin alındığı, şirketler ile yerli ve yabancı tedarikçiler arasında köprü kuran yapıların oluşturulduğu bir ekosistemin kurulması oldukça önemlidir. Bütün bunların gerçekleşmesiyle, Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüm yarışına öncülük eden ülkeler arasında yer alması kolaylaşacaktır. Bu doğrultuda oluşturulacak politikaların ana sanayi ve büyük şirketler ile ekonomimizde çok önemli yeri olan KOBİ'leri de bütünsel olarak kapsamasının yanında şirketlerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesi kritik önem taşımaktadır.



# EXECUTIVE SUMMARY

## ***Digital Transformation Race in the Industry***

There is a paradigm shift in the industry where the rules of the game are rewritten. This change causes the countries to enter a digital transformation race. The rules of the new game are shaped around 4 main elements: *Changing Customer Demand and Mass Customization*, *Value of Data and New Business Models*, *Resource Scarcity and Sustainability* and *Transition to Investment and Qualified Labor*. Digitalization stands at the center of industrial transformation by taking on the task of driving force.

Companies can utilize digital technologies with the aim of responding to changing customer needs as well as operational improvements. Big data analysis provides a much broader understanding of customer requests, and technologies such as additive manufacturing allow companies to create mass production processes with the flexibility of individual customization. Creating more efficient production processes with less waste also contributes circular economy by ensuring sustainability. Widely used digital technologies do not only transform production processes, but also change business models and transform human capital.

Eleven technologies\* (See *Figure 2*) that enable digital transformation have become cheaper in recent years and become more accessible than ever before. Connected cyber-physical systems are standing at the core of digital transformation by providing operational improvements in different industries.

The widespread use of integrated and fully automated intelligent systems increases the need for qualified workforce. It also creates more space for machine-to-machine and machine-to-human interaction. Therefore, future labor force should be trained in accordance with the required skills. Moreover, organizations must offer focused and continuous trainings to retrain the current workforce so that they can have the qualifications required by the fourth industrial revolution. Especially, decision makers must have the mentality to understand the importance of transformation. In addition, network and energy infrastructure should be continuously improved in order to support integrated systems.

## ***Current Competency Level and Requirements of Turkey in the Digital Transformation Race***

The western countries leading the digital transformation race seem to have taken important steps in this journey. Although it is thought that manufacturing power will shift back to western countries as a result of digital transformation, China has become one of the leading countries in digital transformation by acting foresight. Given the fact that our country's high-tech product exports and R&D expenditure, it seems to be a long way to go to catch up with the pioneering countries in the digital transformation race.

It is essential to measure digital transformation competence of companies in Turkey to distinguish areas of improvement and the points to focus. To this end, BCG and TUSIAD has conducted an extensive research with 108 companies and 110 technology suppliers.

\* *Simulation, Artificial Intelligence and Smart Systems, Sensors, Augmented Reality, Industrial IoT, Robots and Automation, Additive Manufacturing, Vertical/Horizontal Integration, Big Data and Analytics, Cybersecurity and Cloud*

Companies' competence levels were evaluated in 23 dimension with 118 questionnaires in *Operational Improvement, Performance Management, People Involvement* and *I4.0 Foundation*.

Five main findings emerged from the research results:

- While the vast majority of companies indicate a high level of information and interest in Digital Transformation in the industry, the percentage of companies that think that their company is ready for transformation is relatively low
- According to the results of the research, companies in Turkey are still at the level of pilot projects in terms of digital transformation
- It is seen that the competencies of companies in *Strategy and Roadmap* and *Governance* are low.
- It is observed that the competence levels of the companies do not differ according to the sectors. On the other hand, large companies (companies with annual revenues of more than 250 million Turkish lira) have higher digital transformation competence levels (50/100) than smaller companies (33/100)
- Companies state that the biggest challenges against digital transformation are the high investment costs and the uncertainty of return on investment

### ***Findings and Suggestions on Turkey's Current Position in the Race***

According to research findings,

- Unlike the developed countries, companies in Turkey are still in pre-investment and planning period in terms of the obstacles encountered in the digital transformation journey
- Technology companies indicate that there is no domestic suppliers, while technology suppliers indicate that demand is a major problem for companies, indicating that technology is a disconnect between supply and demand

Companies should set the digital transformation strategy before the investment decisions. Spending limited resources on investments without strategy contains the risk of wasting resources. For this reason, it is critical for Turkey to move in accordance with an inclusive road map consisting of three steps in order to be permanent in this race:

- Steering investments in line with strategic targets
- Shaping the future
- Ensuring value created is maintained in Turkey

### ***Steering investments in line with strategic targets***

Before making investment decisions, strategy, roadmap development and governance competencies should be developed and technology investment decisions must be taken in line with the determined strategy.

To ensure investments are steered in accordance with strategic targets companies should firstly develop digital strategy and shape digital transformation roadmap in line with the strategy. Secondly, prioritize investments that are accessible, fast-to-implement, and have the highest impact on profits. Finally, create an “innovation cycle” within the company by directing additional profit generated to fund new investments and ensure the continuity of investments.

Government should create activator and accelerator mechanisms and programs primarily to support companies on digital transformation journeys. To this end, government should encourage companies to take the guidance and consulting services, they need in the transformation journey with “acceleration” programs aimed at supporting digital transformation to accelerate digital transformation.

### ***Shaping the future***

In order to ensure that investments are sustainable, areas that may create constraints such as qualified human resources, data security and technology infrastructure that may be encountered in the future are identified and necessary precautions should be taken.

Companies in Turkey are at the beginning of their digital transformation journey. Thus, it is crucial to overcome investment challenges, establish qualified workforce, ensure data security, define the necessary network connection standards, establish required infrastructure and form the digital transformation ecosystem. In addition, problems that companies would face in the following years should be identified and necessary legislative arrangements should be made.

Companies need to have a more competent workforce in order to effectively manage the systems that will carry out the digital transformation. Given the fact that training new employees and retraining existing staff takes significant amount of time, proactively creating human capital policies will allow companies to prevent the problem with ease. In addition, government institutions should primarily provide the guidance and consultancy services that companies require to realize digital transformation.

### ***Ensuring value created is maintained in Turkey***

Domestic technology suppliers and solution partners should be encouraged to take a greater part in the digital transformation journey and be supported by the innovation ecosystem.

Research shows that companies prefer foreign suppliers instead of domestic suppliers. Non-existence / unavailability of domestic suppliers and the fact that domestic suppliers do not have the demanded quality and standards are the reasons why companies prefer foreign technology suppliers. According to the research, most of the technology suppliers in Turkey financially rely on domestic market. To address this issue, domestic suppliers must be developed in order to strengthen the ecosystem. Eliminating the gap between companies and suppliers should be the first step to be taken.

Establishing effective cooperation between the public, private sector, academia and all stakeholders is crucial for the development and sustainability of the innovation ecosystem in Turkey. Important steps to be taken in this context are summarized below:

- Government should identify the technologies that should be focused on and establish incentive mechanisms for companies to attract investment to these fields. As a result, they will have the chance to increase their global competitiveness, boost export levels, and become a global brand in the field
- Since a significant portion of domestic suppliers' revenues (70%) is derived from domestic markets, the need for developing a portal to bring companies and suppliers becomes significantly important
- Creating necessary regulations to support venture capital sector will increase accessibility of financing in Turkey. As a result, it will increase the development pace of technology suppliers
- Establishing a high-tech institute, which has successful examples in countries such as Singapore, Japan and Germany. This institute will enable the creation of a sustainable innovation ecosystem by serving as a bridge between the academy and the industry
- Research shows that there is a significant difference between the competency levels of large and small companies. This increases the importance of the steps taken towards SMEs. Large industrial companies have a major role in the development of both subsidiary industries and technology suppliers. Large companies can encourage their suppliers to realize digital transformation by setting procurement standards.

In summary, it is necessary to overcome challenges against the investments and establish a sustainable ecosystem. In addition, it is essential to consider SMEs – which constitute a large portion of the value added and employment in Turkey – while developing these policies. Turkey has the opportunity to become one of the leading countries if it can establish an ecosystem in which companies can increase their competencies in strategic investments, create institutes which act as bridge between companies and suppliers and measures are being taken in the future for problems that may be encountered .

In summary, it is necessary to prioritize the companies' strategy and governance competencies. Investments should be prioritized according to the determined strategies. Creating an ecosystem in which the competencies of technology companies are enhanced, measures are taken to address the new requirements that can occur in the journey of digital transformation (i.e.: qualified employee needs, data security, connectivity standards and network infrastructure), establishing bridges between companies and suppliers is very important. As a result, it will be easier for Turkey to be one of the leading countries in the digital transformation race. Developed policies should be both comprehensive for large corporations and SMEs and customized according to specific company necessities.

# SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM YARIŞI

***Daha hızlı, daha esnek, daha kaliteli ve daha ucuz; hepsi bir arada!***

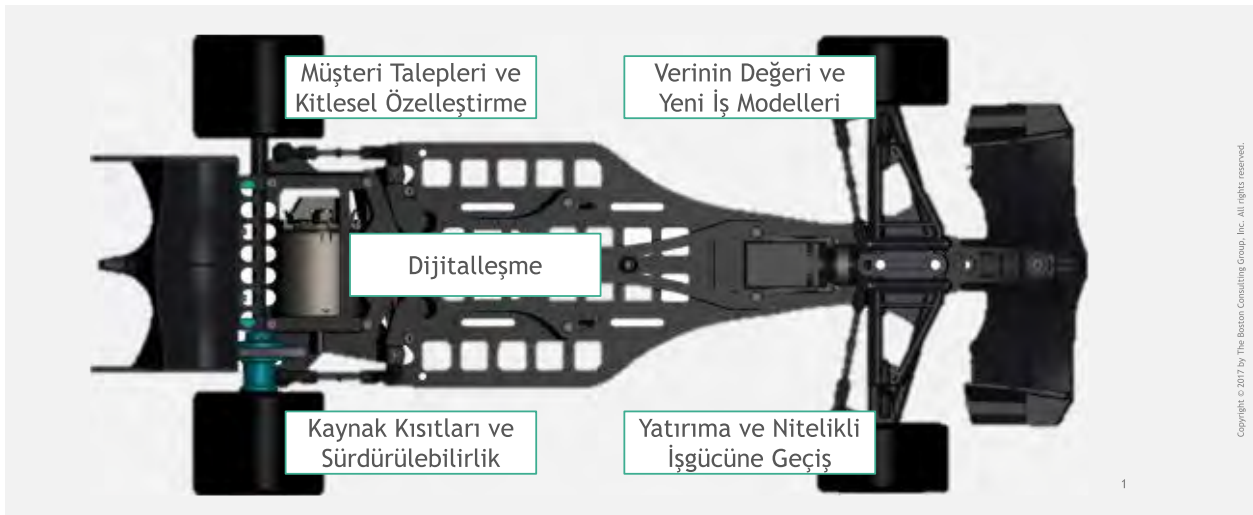
Bütün bu hedefler 10-20 yıl öncesinin sanayisinde en çözülemez dengeler olarak karşımızdayken, günümüzde gittikçe artan biçimde rekabetçiliğin merkezine oturmuş durumdadır. Bunun sonucunda yaşanan paradigma değişimiyle, sanayide oyunun kurallarının yeniden yazıldığını gözlemlemekteyiz. Her önemli değişimde olduğu gibi bu değişimde de kazananlar ve kaybedenler olacaktır. Bu sebeple, sanayi sektörünün küresel bir “sanayide dönüşüm” yarışıyla karşı karşıya olduğunu net bir şekilde söyleyebiliriz.

Öncelikle bu paradigma değişiminin sanayide ne şekilde gözlemlendiğiyle başlamak gerekir. Sanayide, yeni oyunun kurallarının dört temel unsur etrafında şekillendiğini görmekteyiz:

- Değişen müşteri talepleri ve kitlesel özelleştirme
- Değerin üründen veriye, öğrenmeye ve bunun çevresinde yeni iş modellerine kayması
- Kaynak kısıtları ve sürdürülebilirlik beklentileri ve
- Değerin iş gücünden yatırıma, kas gücüyle yapılan işten kalifiye işlere kayması.

“Dijitalleşmenin” ise sanayide dönüşümün merkezinde yer alan bir itici güç / motor görevi üstlendiğini görebiliriz.

**Şekil 1: Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışının Temel Unsurları**



Kaynak: BCG

Yukarıda saydığımız dört temel unsuru yarıştaki aracın alacağı yolu ve yönünü belirleyen tekerlekler, dijitalleşmeyi de hızlanmanın merkezi niteliğindeki motor olarak görürsek, basitleştirilmiş bir model ile sanayide dijital dönüşüme yeni bir gözle bakabiliriz.

## **Değişen Müşteri Talepleri ve Kitlesele Özelleştirme**

Henry Ford'un "Müşteriler, siyah olmak kaydıyla istediği otomobil rengini seçebilir." demesinin üzerinden geçen 100 yılda, ürünlerin müşterilerin istekleri doğrultusunda özelleştirilmesi konusunda ciddi bir yol kat edilmiş, bu sayede üretim süreçleri kitlesele özelleştirme trendine cevap verebilecek seviyeye gelmiştir.

Sanayide dijital dönüşüm, üretimi şekillendirmekle sınırlı kalmayıp, yeni iş modellerinin geliştirilmesini de mümkün kılmaktadır. Modüler üretim hatlarına sahip akıllı fabrikalar ve eklemeli üretim teknikleri üreticilerin kitlesele özelleştirmeyi daha hızlı ve daha az maliyetle yapabilmesini sağlamaktadır.

Örneğin, Eklemeli Üretim teknolojilerini ürün geliştirme süreçlerinde kullanan spor giyim üreticisi New Balance, aynı zamanda profesyonel sporcuların ayak yapılarına göre kişiselleştirilmiş ayakkabılar üretmektedir. Şirketler ayrıca yeni teknolojileri kullanarak müşteri tercihlerini anlık olarak üretime iletebilmektedir. Hatta Daimler'e göre müşterilerin yakın gelecekte, boya atölyesine giden yolda dahi araçlarının renginde değişiklik yapması mümkün olabilecektir.

Son yıllarda, sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinin giderek daha kolay ulaşılabilir hale gelmesi şirketlerin döngüsel ekonomi, kişiselleştirme ve *omni-channel* (tam kanal) stratejisi gibi müşteri alışkanlıklarında köklü değişikliklere yol açabilen birçok trende ayak uydurabilmesini de mümkün kılmaktadır.

Sanayide dijital dönüşüm ile daha şeffaf hale gelen tedarik zinciri, müşterilere farklı değer önerileri sunulmasına imkan sağlamaktadır. Örneğin Adidas, müşterilerine ister fiziksel bir mağazadan ister internet üzerinden ürün satın alma imkanı veren *omni-channel* (tam kanal) stratejisi uygulayabilmektedir. Bunu ürünlerin değer zinciri boyunca otomatik olarak takip edilmesini mümkün kılan radyo frekansı ile tanımlama (RFID) ve mağazada stok olmadığı durumlarda bile mağaza içinde alışveriş yapılmasına imkan sağlayan "sonsuz koridor" teknolojileri sayesinde yapabilmektedir.

## Değerin Üründen Veriye, Öğrenmeye ve Bunun Çevresinde Yeni İş Modellerine Kayması

Şirketler, Endüstriyel İnternet ve Büyük Veri Analizleri sayesinde, müşterilerin ürünlerini nasıl kullandıklarına dair topladıkları verileri ürün tasarımlarını, üretim süreçlerini ve ürünlerini iyileştirmek için kullanmaktadır. Örneğin, elektrikli otomobil üreticisi Tesla, araçlarındaki dahili mobil internet bağlantısı sayesinde hız, batarya kullanımı ve kat edilen mesafeler hakkında gerçek zamanlı veriler toplayabilmekte; bu verilerin analizi doğrultusunda öğrenen sistemler oluşturmakta ve yazılım güncellemesi yapabilmektedir. Bu yeni iş modeli sayesinde Tesla, müşterilerine yeni özellikler sunmanın yanı sıra rakiplerine karşı avantaj sağlamaktadır.

Sanayide dijital dönüşümle gelen ve bileşenlerinin birbiriyle ve dış dünyayla bağlantılı olarak çalışmasını gerektiren siber-fiziksel sistemler sayesinde şeffaf ve entegre değer zincirlerine sahip olacak şirketler, dış dünyayla geçmişte hiç olmadığı yoğunlukta veri alışverişinde bulunmak durumunda kalacaktır. Bu durum, üretilen büyük hacimli verilerin korunması için gerekli adımların atılmasını gerekli kılacak ve veri güvenliği konusunu şirketlerin gündemine taşıyacaktır.

*Blockchain* teknolojisi Satoshi Nakamoto adlı bir kriptografi uzmanı tarafından ilk kez 2008 yılında gündeme getirilmiştir. Verilerin geleneksel veri tabanlarında olduğundan farklı olarak, merkezi bir konum yerine ağa bağlı olan tüm üyelerde saklanmasını sağlayan *blockchain* teknolojisi, bu kayıtların değiştirilebilmesini matematiksel olarak imkansıza yakın hale getirerek güvenliği en yüksek seviyeye çıkarabilmektedir.

İlk olarak Bitcoin ve Ethereum gibi kripto paraların altyapısında kullanılan *blockchain* teknolojisinin potansiyel kullanım alanları finansal servislerle sınırlı kalmayacaktır. Bu teknolojinin yakın bir gelecekte veri ve işlem kayıtlarının güvenliği konusunda da yaygın olarak kullanılacağı öngörülmektedir.

## Kaynak Kısıtları ve Sürdürülebilirlik

Günümüzde insanlar geçmişe göre çok daha fazla enerji tüketmekte, dünya nüfusu her geçen gün artmakta ve orta sınıfın yükselişi talep artışını tetiklemektedir. Bu durum, sahip olduğumuz kısıtlı kaynakları daha verimli ve daha az atık üretecek şekilde kullanmamızı zorunlu hale getirmektedir. Tüm bunların ortak sonucu olarak şirketlerin döngüsel ekonomiye geçiş yapması kaçınılmaz hale gelmektedir.

Sanayide dijital dönüşüm teknolojileriyle ürünlerin yaşam döngüsü belirgin bir şekilde uzatılarak döngüsel ekonomi de desteklenmektedir. Bu şekilde atıklar

azaltılıp kaynak kullanımı asgari seviyeye indirilerek veya insan hatasıyla oluşabilecek fireler azaltılarak kaynak verimliliği de artırılmaktadır. Örneğin, BMW, Rolls-Royce Phantom modelindeki 10.000'den fazla parçanın seri üretim sürecinde eklemeli üretim teknolojilerini kullanarak parçaların ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca yedek parçaların, üç boyutlu baskı teknolojisiyle isteğe bağlı olarak üretilmesi sayesinde bakım süresi kısaltılmaktadır. Vestel ise beyaz eşya üretim hatlarında, her model için farklı kalıp kullanmak yerine üç boyutlu yazıcılarda ürettikleri fiyktür parçalarını robot sistemlerinde kullanarak kesme, bükme, sarma ve boyama işlemlerini otonom hale getirmiştir. Vestel bu sayede kullanılan kalıp çeşidi sayısını 10'da birine indirmiştir.

## **Değerin İş Gücünden Yatırıma; Kas Gücüyle Yapılan İşten Kalifiye İşlere Kayması**

Sanayide dijital dönüşüm uygulamalarının diğer ülkelerde gelişmesi sebebiyle Türkiye'nin üzerindeki rekabet baskısının daha da artması beklenmektedir (Bakınız TÜSİAD-BCG "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0" Raporu). Türkiye gerekli dijital dönüşüm yatırımlarını gerçekleştirmediği takdirde küresel pazarda rekabetçiliğini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalacaktır. Rekabetçilikte yaşanacak olası bir zayıflama ise ekonomide daralma ve işsizlik artışı risklerini de beraberinde getirecektir.

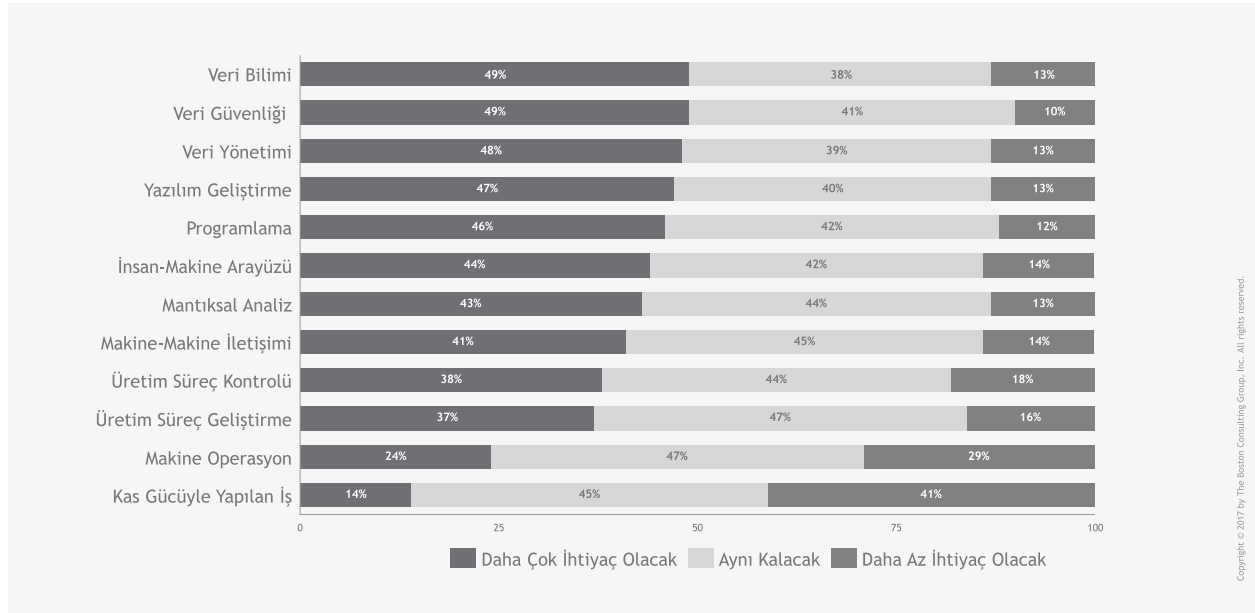
Sanayide dijital dönüşüm, geçmişteki endüstriyel devrimlerde olduğu gibi, tekrarlayan işlerde çalışan insanların yerini makinelerle bırakmasına sebep olmakta; büyük veri analizlerinden faydalanan, birbirleriyle entegre ve tam otomasyona sahip akıllı sistemleri yaygınlaştırarak bir yandan makine-makine ve makine-insan etkileşimini, diğer yandan da nitelikli iş gücüne olan ihtiyacı artırmaktadır.

BCG tarafından İngiltere, Almanya ve Fransa'daki şirketlerle gerçekleştirilen araştırma, şirketlerin gelecekte veri bilimi (%49), yazılım geliştirme (%48) ve programlama (%46) gibi niteliklere daha çok ihtiyaç duyacağını; makine operasyonları ve kas gücüyle yapılan işlere duyulan gereksinimin ise azalacağını göstermektedir.

Bu noktada nitelikli insan kaynağının, dijital dönüşümle birlikte değişen ihtiyaçlara uyum sağlayacak şekilde hazırlanması gerekmektedir. Süreç boyunca insan kaynağının niteliğini artırma yönünde yapılan tüm çalışmaların mutlak ve nitelikli iş gücü artışında tetikleyici olması beklenmektedir. Bunun yanı sıra, mevcut iş gücünün yetkinliklerinin geliştirilmesi için uzun vadeli ve stratejik istihdam politikasını hayata geçirmek büyük önem taşımaktadır.



## Grafik 1: Gelecekte Hangi Niteliklere İhtiyaç Olacak?



**Kaynak:** BCG

Dijital dönüşümün getireceği nitelikli iş gücü ihtiyacını karşılamak için, hem iş gücüne yeni katılacak kişilerin ihtiyaç duyulacak yeni niteliklere uygun olarak yetiştirilmesi, hem de mevcut iş gücünün geliştirilmesi gerekmektedir. Düşük yetkinliğe sahip iş gücünün yeniden eğitime tabi tutularak dijital teknolojilere hazır hale getirilmesi istihdamda dönüşümün en önemli gereksinimlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Özellikle makine-makine ve makine-insan operasyonlarını yürütecek ve denetleyecek çalışanların farklı fonksiyonlarda çalışabilecek şekilde eğitilmesi iş gücünün daha esnek olmasını sağlayacaktır.

Karar vericilerin dönüşümün gerçekleştirilmesi konusundaki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, orta ve üst yönetim seviyesinde yer alan çalışanların dönüşümünün hayati önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Sanayide dijital dönüşüm sonucunda yaşanacak paradigma değişimi, özellikle karar verici pozisyonlarda bulunan çalışanların sahip olması gereken yetkinliklerin de değişmesine sebep olacaktır. Hızlı biçimde bütün inovasyon taleplerine cevap verebilmek için şirketin bütün fonksiyonlarında dijitalleşme anlayışının benimsenmiş olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, ilk olarak departman yöneticilerinin kendi disiplinlerinde sahip oldukları becerilerin yanı sıra teknoloji projelerine katkıda bulunmalarını sağlayacak yetkinliklere ve bilgi birikimine de sahip olmaları gerekecektir.

Sanayide dijital dönüşüm, detaylı operasyon tecrübesine sahip kıdemli yöneticiler ile teknolojik yetkinliği yüksek Y ve Z kuşakları arasında verimli bir işbirliği de gerektirmektedir. Bu noktada kuşaklar arasındaki yetkinlik farkının giderilmesi kritik

bir öneme sahip olacaktır. Öte yandan, nitelikli iş gücü arzını yeterli seviyede tutmak için beyin göçüne de engel olunması gerekmektedir.

## Sanayide Dönüşümün Motoru “Dijitalleşme” Değişimi Tetikliyor Ve Hızlandırıyor. Peki, Neden Şimdi?

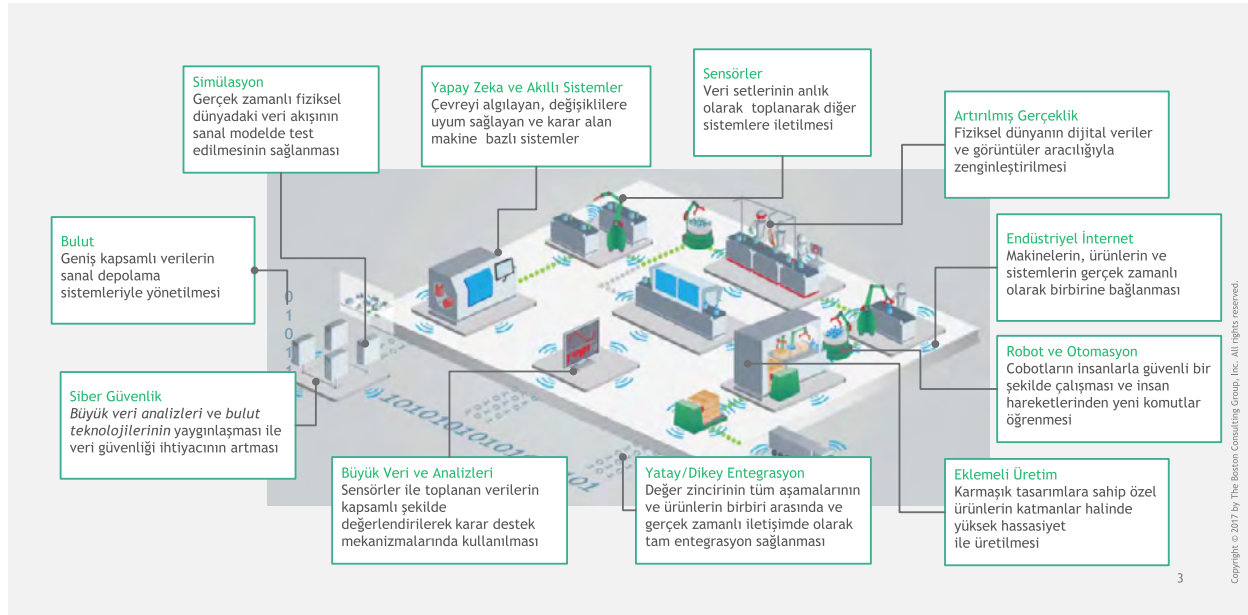
Teknolojiler son yıllarda giderek daha fazla demokratikleşmiş, geçmişte hiç olmadığı kadar kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir duruma gelmiştir. Dijital dönüşümün alt yapısını oluşturan sensörler, işlemciler ve benzeri bileşenler yıllar içerisinde giderek küçülmüş ve ucuzlamıştır. Sensör maliyetleri beş yıl öncesine göre yaklaşık yarı yarıya düşerken bulut altyapısı maliyetleri beş yıl öncesinin 20’de birine, bilgisayar işlemcisi maliyetleri ise 50’de birine inmiştir.



Bunun yanı sıra, gelişen internet ve sensör teknolojileri sayesinde daha önce hiç olmadığı kadar fazla veri üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde sahip olduğumuz verilerin %90'ı sadece son iki yılda üretilmiştir. Bu verileri depolamanın maliyeti giderek düşerken, veri analizi için kullanılan işlemci gücü de giderek artmaktadır.

Teknolojilerin son yıllarda giderek daha fazla demokratikleşmesi sayesinde sanayide dijital dönüşüm teknolojileri, şirketler tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2). Sanayide dijital dönüşümü mümkün kılan 11 dijital teknolojinin entegre biçimde çalışması geleceğin fabrikalarının ve değer zincirinin de temelini oluşturmaktadır.

## Şekil 2: Sanayide Dijital Dönüşüm Teknolojileri



Kaynak: BCG

Neticede erişilebilir hale gelen dijital teknolojileri farklı uygulama alanlarında kullanan şirketler hem imalat süreçlerinde iyileşme sağlamakta hem de yeni iş modelleri geliştirebilmektedir. Şirketler tesis yapısı ve üretim süreçlerinde gerçekleştirdikleri iyileştirmeler sayesinde üretkenliği artırabilmektedir.

### Operasyon iyileştirme örnekleri

Arçelik tarafından geliştirilen sistem sayesinde üretim süreçlerinde kullanılan yardımcı robotlar, herhangi bir programlama diline ihtiyaç duymadan mobil platformlar üzerinden ses ya da yazılı komutlar ile programlanabilmektedir. Operatörler mobil cihazlar üzerinden gönderdikleri komutlar ile robotu öğrenme moduna ya da otomatik moda çalışmaya yönlendirebilmektedir.

Dijital teknolojiler sayesinde çalışan yetkinlikleri de geliştirilebilmektedir. Örneğin Mercedes-Benz, çalışanlarının gerçekçi bir ortamda eğitim almasını sağlamak için eğitimlerinde montaj hattının üç boyutlu dijital modelini içeren simülasyonlar kullanmaktadır.

Bosch ise yakıt enjektörü üretim verilerini gerçek zamanlı olarak analiz edebilen bir yazılım geliştirmiştir. Bu yazılım, süreç içerisinde yaşanan sapmaları ilgili operatörlere otomatik olarak ileterek süreçlerin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Ekol Lojistik, geliştirdiği yatay entegrasyon sayesinde müşterilerin üretim planlarında oluşan değişiklikleri anlık olarak platforma aktarabilmektedir. Bu platform sayesinde üretim tesisinin ihtiyaç duyduğu ambalaj malzeme adetlerinin belirlenmesi; tedarikçilerle anlık olarak paylaşılması ve yurtiçi taşımacılık filosuna ait araçların sahadaki uygunluk durumlarına istinaden en uygun atamanın hızlıca yapılarak aracın tedarik noktasına yönlendirilmesi eşzamanlı olarak yapılabilmektedir.

Değer zincirinin her aşamasında yer alan gelişmiş sensörler sayesinde her saniye terabaytlarca veri toplanabilmektedir. Veri analizlerini girdi olarak kullanan yapay zeka sistemleri kendi kendine karar verebilen akıllı sistemlerin kurulmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan gömülü sistemlerin aksine, bağımsız sistemlerin birbiriyle sürekli olarak etkileştiği bir ağ olarak tanımlanan siber-fiziksel sistemler sanayide dijital dönüşümün temelinde yer almaktadır. Sürekli devam eden teknolojik gelişmeler sayesinde siber-fiziksel sistemlerin kullanım alanları da genişleyecek ve çeşitlenecektir.

Siber-fiziksel sistemlerin sanayideki en önemli yansıması ise “akıllı fabrika” uygulamalarıdır. Akıllı fabrikalar, bünyesinde bulunan siber-fiziksel sistemler sayesinde gerçek zamanlı hareket ederek adaptif ve öngörülü kararlar verebilmektedir. Akıllı fabrika uygulamalarının ilk örnekleri havacılık, otomotiv, kimya, enerji ve ulaşım gibi sanayi kollarında görülmektedir.

# DİJİTAL DÖNÜŞÜM YARIŞINDA TÜRKİYE’NİN MEVCUT DURUMU VE İHTİYAÇLARI

Sanayide dijital dönüşüm yarışındaki durumun tespitini, yarışın devamında sağlıklı ilerlemenin ön koşulu olarak görmek gerekmektedir. Bu sebeple Türkiye’de mevcut durumun analizi için yaptığımız çalışmada üç önemli girdiyi göz önünde bulundurduk:

- Dünyadaki öncü ülkelerin sanayide dijital dönüşüm yarışındaki konumları
- Türkiye sanayisinin yarıştaki başlangıç noktası ve ihtiyaçları
- Türkiye’nin sanayide dijital dönüşüm yarışında şu anda bulunduğu nokta ve sahip olduğu yetkinlikler

## Sanayide Dijital Dönüşüm Yarışında Öncü Ülkelerin Durumu

Dünya genelinde şirketler, sürdürülebilir başarının sanayide dijital dönüşüm kapsamında yer alan yeni dijital teknolojileri benimseyebilmekle ilişkili olduğunu gittikçe daha iyi anlamaktadır. Rekabet gücü yüksek ekonomilerdeki sanayi şirketlerinin bu yeni teknolojilere ne derece hızlı adapte olabildiğini ölçebilmek için BCG tarafından Almanya, ABD, Çin, Fransa ve İngiltere’deki bazı firmaların üst düzey yöneticilerinin dahil olduğu bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

### Çin Yarışta Liderliği Kovalıyor

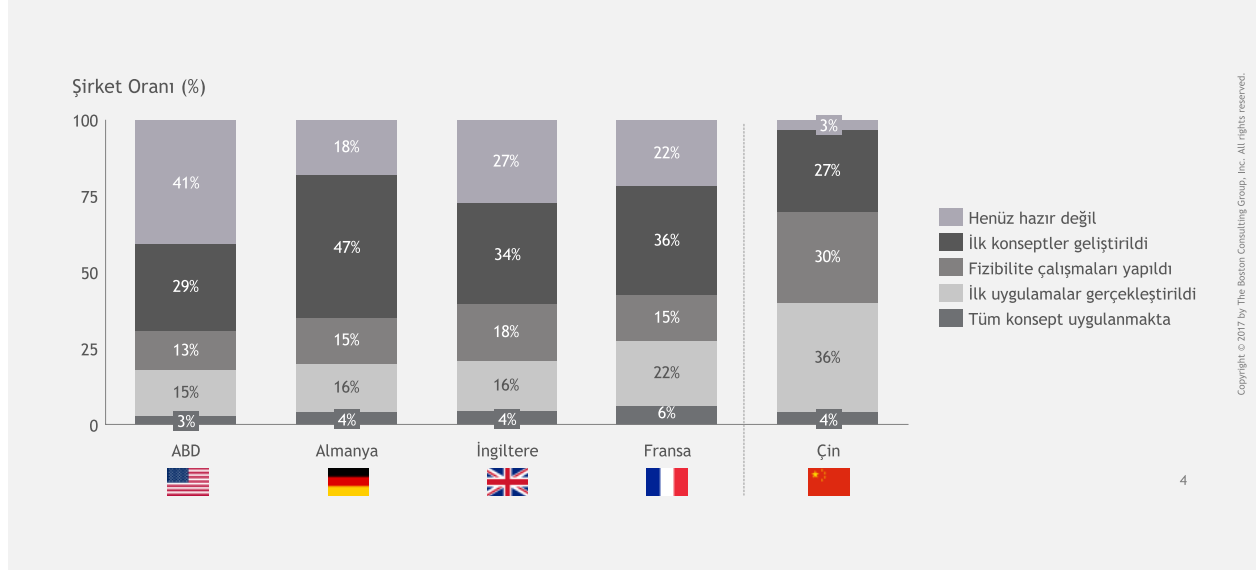
2016 itibariyle, araştırmanın gerçekleştirildiği beş ülkenin de sanayide dijital dönüşüm adına önemli ilerlemeler kaydettiği görülmektedir. Ancak Çin menşeli şirketlerin, dijital teknolojileri yakın gelecekte hayata geçirmeye daha hazırlıklı olduğu anlaşılmaktadır (Grafik 2). Araştırmaya katılan Çin menşeli şirketlerin sadece %3’ü dijital dönüşüme hazır olmadığını belirtmektedir.

20. yüzyılın ikinci yarısında Batılı ülkelerdeki iş gücü maliyetlerinde yaşanan artış sebebiyle Doğulu ülkelere kayan üretimin, Batılı ülkeler tarafından kalifiye iş gücü ve dijital teknolojilere yapılan yatırım sayesinde tekrar Batıya döneceği düşünülmektedir. Buna rağmen, ucuz iş gücü sayesinde yarattığı maliyet avantajıyla dünyanın en büyük ekonomilerinden biri haline gelen Çin, günümüzde dijital dönüşüme liderlik eden ülkelerin başında gelmektedir.

Çin, küresel değer zincirinde sahip olduğu payı korumak ve daha da artırmak için öngörülü davranarak sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmek amacıyla önemli

adımlar atmaktadır. Bu da, kişi başı milli geliri sebebiyle Batılı ülkelerden ayrılan ve hala orta gelirli ülke grubunda yer alan Çin'in, ucuz iş gücü sayesinde kazandığı küresel rekabetçiliği korumak için sanayide dijital dönüşümü başarıyla uygulaması gerekliliğini kavradığını göstermektedir. Batılı ülkelerin üretimi tekrar kendilerine çekebilmek için kullandıkları dijital dönüşümü kendi yararına çevirerek dönüşüme öncülük eden ülkelerden biri olan Çin, Türkiye için de örnek alınması gereken bir ülke konumundadır.

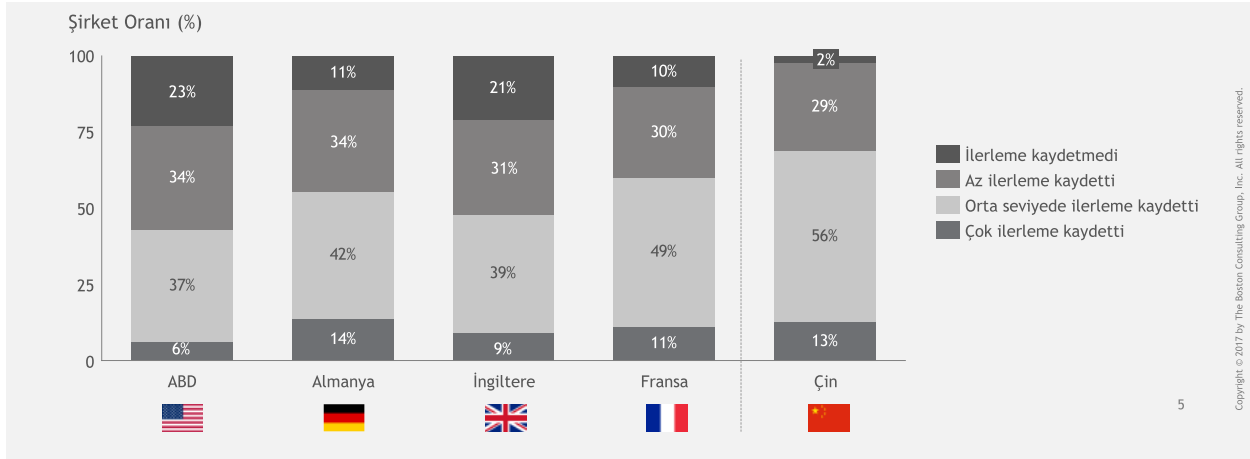
## Grafik 2: Şirketiniz Sanayide Dijital Dönüşüm Uygulamalarına Ne Kadar Hazır?



Kaynak: BCG Anketi (312 Alman, 315 Amerikan, 322 Fransız, 322 İngiliz ve 258 Çin firması ile gerçekleştirilmiştir)

Öte yandan, şirketlerin çoğunluğu son bir sene içerisinde sanayide dijital dönüşüm konusunda yol kat ettiğini belirtmiş olsa da, sadece %10'u kayda değer seviyede ilerleme kaydedebildiğini ifade etmektedir. Bu bulgu sanayide dijital dönüşüm sürecinin uzun soluklu bir yolculuk olduğunun önemli bir göstergesidir (Grafik 3).

### Grafik 3: Şirketiniz Son Bir Sene Ne Kadar İlerleme Kaydetti?



Kaynak: BCG Anketi (312 Alman, 315 Amerikan, 322 Fransız, 322 İngiliz ve 258 Çin firması ile gerçekleştirilmiştir)

Araştırmaya katılan şirketlere sanayide dijital dönüşüm teknolojilerini uygulama seviyeleri sorulduğunda, ülkeler arası farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, tüm şirketlerin yaklaşık %60'ı sanayide dijital dönüşüm uygulamalarını gelecek beş sene içerisinde uygulamayı planladıklarını belirtmektedir. Araştırma bulguları, sanayide dijital dönüşüm farkındalığının yüksek olduğuna işaret etmekle birlikte bu sürecin uzun vadeli planlama gerektiren ve şirketlerin yetkinlik seviyelerine göre şekillenen bir yolculuk olduğunu göstermektedir.

## Türkiye'nin Başlangıç Noktası ve İhtiyaçları

**Türkiye, Ar-Ge yatırımları ve özgün fikri mülkiyet konularında yapılacak iyileştirmelerle, yüksek katma değerli üretime geçerek küresel rekabetçiliğini koruyabilecektir.**

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanan Sanayi Stratejisi Belgesi'nde Türkiye'nin sanayi stratejisinin vizyonu "orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerde Afro-Avrasya'nın tasarım ve üretim üssü olmak"<sup>1</sup> şeklinde tanımlanmıştır. Bu doğrultuda, sanayide yüksek katma değerli üretimin geliştirilmesi, kaynakların etkin kullanıldığı rekabetçi bir sanayi yapısına dönüşümün sağlanması ve nitelikli iş gücüne sahip sanayinin geliştirilmesi hedeflenmiştir<sup>2</sup>.

İmalat Sanayiinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda da belirtildiği üzere, Türkiye'de iş gücünün tarımdan sanayi ve hizmet sektörüne geçiş yapması, 1960'larda başlayan ekonomik büyümede kritik bir rol oynamıştır. Türkiye günümüzde, düşük ve orta teknolojiye dayalı imalat sanayinin desteğiyle orta-üst gelirli bir ülke haline gelmiştir.<sup>3</sup>

1-2 Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi 2015-2018. T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, [www.sanayi.gov.tr/DokumanGetHandler.aspx?dokumanId=e9f6e3f2-f8ab-4fd1-9d65-22d553867dc1](http://www.sanayi.gov.tr/DokumanGetHandler.aspx?dokumanId=e9f6e3f2-f8ab-4fd1-9d65-22d553867dc1).

3 İmalat Sanayiinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2014, T.C. Kalkınma Bakanlığı, <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/zel%20ihtisas%20Komisyonu%20Raporlar/Attachments/247/İmalat%20Sanayiinde%20Dönüşüm%20Özel%20İhtisas%20Komisyonu%20Raporu.pdf>

## **Küresel Rekabet ve Türkiye**

Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından hazırlanan 2017-2018 Küresel Rekabet Raporu'na göre Türkiye, 137 ülke arasında 53'üncü sırada bulunmaktadır.

Türkiye, iş ortamında sağlanan eşitlik, işgücünün hızlı bir şekilde ve düşük maliyetle ekonomik aktiviteler arasında kayabilme esnekliği ve çalışanlara sağlanan teşvikler gibi faktörlerin göz önünde bulundurulduğu **İş Gücü Piyasası Verimliliği** sıralamasında ise 127'inci sırada yer almıştır. İş gücü verimliliğine etki eden kritik faktörlerden biri olan kadınların iş gücüne katılımında ise 123'üncü sırada yer alması dikkat edilmesi gereken bir konu olarak öne çıkmaktadır.

Yurt içi yatırım ve doğrudan yabancı yatırım için kritik önem taşıyan

finansman erişimi, sermaye piyasaları ve finansal kuruluşlarının mali istikrarı gibi konularda yetkinliklerin değerlendirildiği **Finansal Piyasaların Gelişmişliği** sıralamasında Türkiye, 80'inci sırada yer alırken bu endeksin alt başlığı olan Risk Sermayesine Erişim konusunda ise 82'inci sırada yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'de girişimcilerin ürün ve hizmetleri için gerekli olan finansal kaynağa yurt dışındaki rakiplere göre daha zor erişebildiklerini göstermektedir.

Türkiye, yeni ürünler geliştirerek rekabet avantajı yaratma yetkinliğini gösteren **İnovasyon** endeksinde 69'uncu sırada yer alırken, endeksin alt başlığı olan Bilimsel **Araştırma Enstitülerinin Kalitesi** sıralamasında 100'üncü sırada yer almıştır. Bu sonuç, Türkiye'nin bilimsel araştırma süreçleri konusunda gelişim alanları olduğuna işaret etmektedir.

Türkiye, imalat sanayinde belirtilen hedeflere ulaşamazsa küresel rekabetçilik sıralarında geriye düşmekle birlikte orta gelir grubundaki ülkeler arasından sıyrılamama riskiyle de karşı karşıya kalmaktadır. Bu sebeple, Türkiye'de yapısal problemlerin saptanması ve bu problemlere yönelik çözümlerin geliştirilmesi elzemdir.

## **Ekonomik Kalkınma Değerlendirmelerine Göre Türkiye**

Dünya Ekonomik Forumu (WEF), ülkeleri ekonomik kalkınma aşamalarına göre üç ana grupta sınıflandırmaktadır.

**Üretim Faktörü Temelli Ülkeler:** Niteliksiz iş gücü ve/veya doğal kaynaklara dayalı ekonomik büyüme kaydeden ülkeler (kişi başına düşen GSYH'si 2.000 ABD dolarının altında olan ülkeler)

**Verimlilik Temelli Ülkeler:** Üretim süreçlerinde verimlilik ve kalite artışına

odaklanan ve bu doğrultuda ekonomik büyüme kaydeden ülkeler (kişi başına düşen GSYH'si 3.000 ile 9.000 ABD doları arasında olan ülkeler)

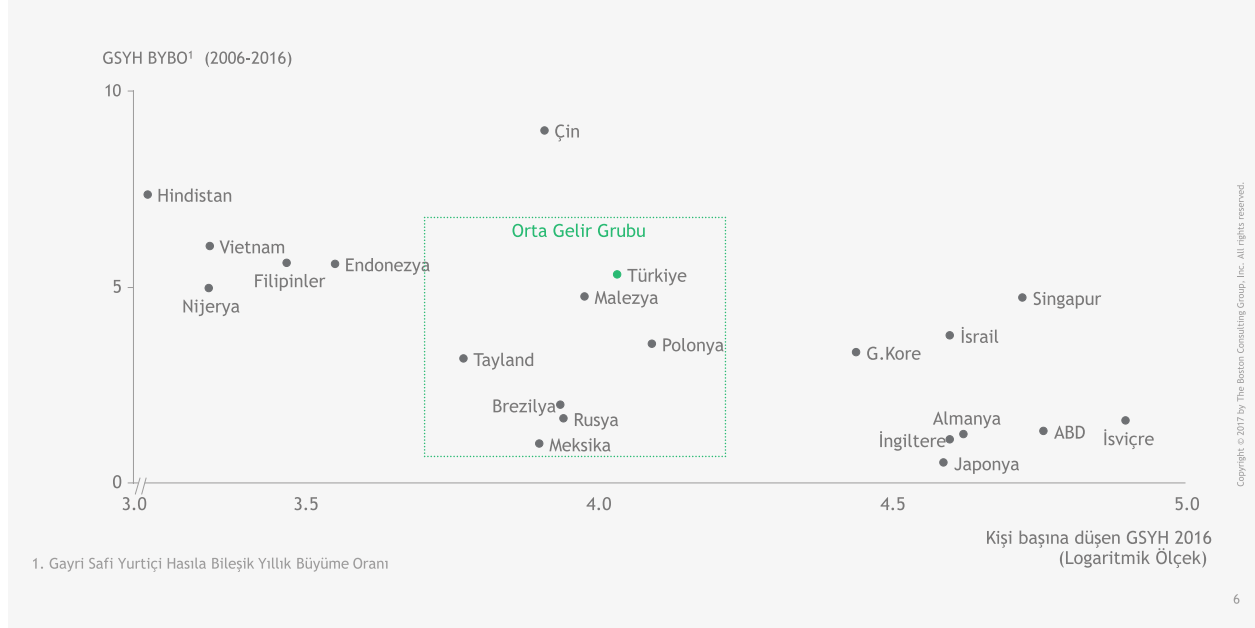
**İnovasyon Temelli Ülkeler:** İleri üretim teknikleriyle yeni ve farklı katma değerli üretime dayalı büyüme kaydeden ülkeler (kişi başına düşen GSYH'si 17.000 ABD dolarının üstünde olan ülkeler)

Türkiye'nin günümüzde, verimlilik temelli yapıdan (2) inovasyon temelli yapıya (3) geçiş aşamasında olduğu görülmektedir.



Japonya, Güney Kore ve Singapur) bu gelişiminde imalat sanayilerindeki yüksek katma değerli üretime doğru olan dönüşüm önemli rol oynamıştır (Grafik 4). Türkiye, içinde bulunduğu orta gelir grubu ülkelere göre görece daha yüksek ekonomik büyüme oranına sahip olmasına rağmen, henüz yüksek gelir grubunda yer alan bir ülke haline gelememiştir.

**Grafik 4: Ülkelerin Gelir Grupları**



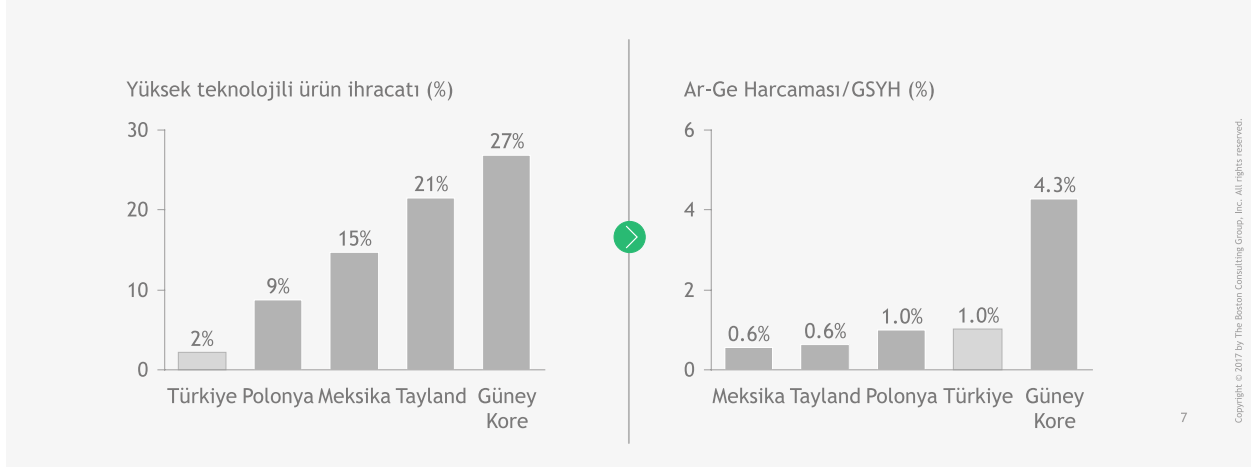
**Kaynak:** Worldbank, OECD

Yüksek teknoloji ürün ihracatı ülkelerin imalat sanayilerindeki gelişmişlik seviyesini yansıtan önemli bir gösterge olarak görülmektedir. Örneğin, 1980 yılında kişi başına düşen GSYH değeri Türkiye ile aynı seviyede olan, 2016 yılındaki kişi başına düşen milli geliri ise Türkiye'nin üç katına çıkan Güney Kore'de yüksek teknoloji ürünler ihracatı içinde oldukça yüksek bir paya sahiptir. Dünya Bankası verilerine göre, 2015 yılında Güney Kore'nin yüksek teknoloji ürün ihracatının milli gelire oranı %27 iken Türkiye'de bu oran %2 seviyesinde kalmıştır.

Öte yandan, kişi başına düşen milli gelir seviyesi Türkiye'ye yakın olan Tayland'da bu oranın %21, Meksika'da ise %15 olduğu görülmektedir. Meksika, Polonya ve Tayland'ın yüksek teknoloji ürün ihracatı görece yüksek olmasına rağmen bu ülkeler de Türkiye gibi orta gelirli ülkeler arasında yer almaktadır. Güney Kore'yi orta gelir grubundaki bu ülkelerden ayıran en önemli göstergelerden biri Ar-Ge harcamalarıdır (Grafik 5). Güney Kore'de Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranı %4,3 iken bu oran Türkiye'de %1,0'dır. Orta gelir tuzağından çıkmak için ülkelerin yüksek teknoloji ürün ihraç etmesinin yanında, bu ürünlerin değer zinciri içinde sahip oldukları payın önemi ortaya çıkmaktadır. Bu noktada, katma değerli üretim yetkinliği, Güney Kore'yi diğer ülkelerden ayırmaktadır.

Türkiye Ar-Ge yatırımları ve özgün fikri mülkiyet üretiminde istenen seviyeye geldiği takdirde yüksek katma değerli bir yapıya geçilebilecektir. Bunun sonucunda yüksek gelirli ülkelerle rekabet etme potansiyeli artan Türkiye ekonomisi, sürdürülebilir bir büyüme sağlayarak orta-gelir tuzağından kurtulabilecektir.

**Grafik 5: Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı & Ar-Ge Harcamasının GSYH'ye oranı (2015)**



*Kaynak: Worldbank*

Özellikle Türkiye gibi doğal kaynakları zengin olmayan ülkelerin katma değeri yüksek ürünler üretmesi ülke ekonomisi açısından kritik önem taşımaktadır. Türkiye'nin dijital dönüşümü gerçekleştirebilmesi şirketlerin yüksek katma değerli üretime geçmesini ve ülkenin orta gelir tuzağından çıkmasını sağlayacaktır.

Katma değer artırılabilmesi için iki yöntem bulunmaktadır (Şekil 3). Bu yöntemlerden ilki, ürün fiyatları değiştirilmeden ürünlerin dönüşüm maliyetinin düşürülmesidir. Diğer yöntem ise ürünlerin farklılaştırılarak marka değerinin yükseltilmesidir. Ürünlerin markalaşması ancak yoğun ve ticari değeri yüksek Ar-Ge faaliyetleri sayesinde mümkün olabilmektedir. Sonuç olarak, sürdürülebilir bir katma değer artışı yakalamak için ticarileştirilebilir Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir.

**Şekil 3: Ürünlerde Katma Değer**



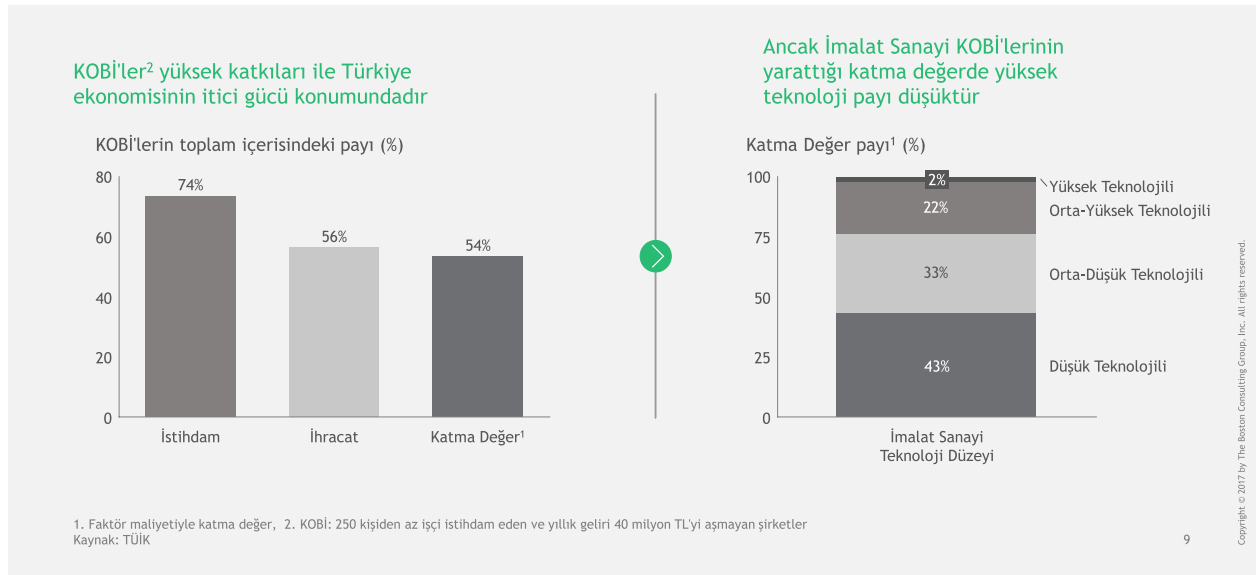
*Kaynak: BCG*

Ar-Ge harcamalarının performans ölçütü olarak nitelendirilebilecek patent performansı katma değerli ürünler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Türkiye’de son yıllarda yapılan patent başvurusu sayılarına bakıldığında, gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin de oldukça gerisinde kaldığı görülmektedir. Katma değeri yüksek bir ekonomiye dönüşmek için alınan patentlerin artırılmasının yanı sıra patentlerin ticarileştirilebilmesi için de gerekli adımların atılması gerekmektedir.

***Türkiye’nin orta gelir tuzağından çıkıp küresel rekabetçiliğini artırabilmesi için KOBİ’lerin sanayide dijital dönüşümün öncelikli hedefi olarak belirlenmesi kritik önem taşımaktadır.***

Türkiye’nin orta gelir tuzağından kurtulabilmesi için, KOBİ’lerin uluslararası rekabetçiliğinin artırılması ve ekonomik büyümeye katkısının yükseltilmesi de oldukça kritiktir. Türkiye’deki KOBİ’lerin istihdam, ihracat ve faktör maliyetiyle katma değer payları, ülke ekonomisi için taşıdıkları önemi açıkça ortaya koymaktadır (Grafik 6).

**Grafik 6: Türkiye’deki KOBİ’lere Dair Temel Göstergeler (2014)**



**Kaynak: TÜİK**

İmalat sanayi KOBİ’lerinin yarattığı katma değer içerisinde orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürün oranının %24 olduğu görülmektedir. KOBİ’lerin dönüşümü gerçekleştirebilmesi ancak düşük teknoloji üretiminden yüksek teknoloji üretime geçiş ile mümkün olabilecektir. Bu amaçla KOBİ’lerin inovasyon kapasitelerinin artırılması stratejik bir önceliktir.

Türkiye Ar-Ge yatırımları ve özgün fikri mülkiyet üretiminde istenen seviyeye geldiği takdirde yüksek katma değerli bir yapıya geçilebilecektir. Bunun sonucunda yüksek gelirli ülkelerle rekabet etme potansiyeli artan Türkiye ekonomisi, sürdürülebilir bir büyüme sağlayarak orta-gelir tuzağından kurtulabilecektir.

## **Türkiye'nin Mevcut Durumu ve Yetkinlikleri**

Katma değeri yüksek üretimi mümkün kılacak teknolojik dönüşümü sağlamak için hem dijital teknolojileri üretim ekosistemine ve tüm değer zincirine entegre etmek hem de bu teknolojileri Türkiye'de üretmek büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, Türkiye'deki teknoloji üreticisi ve teknoloji kullanıcısı şirketlerin yetkinlik seviyesinin ölçülmesi, bu şirketlerin eksikliklerinin saptanması ve odaklanılması gereken noktaların belirlenmesi mevcut durumun analizi bağlamında büyük önem taşımaktadır. Bu amaca hizmet etmek üzere, teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi şirketlerle bu rapor çerçevesinde kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'de sanayide dijital dönüşüm yetkinliğini ölçmek amacıyla iki temel unsura odaklanılmıştır:

- Dijital dönüşüme ihtiyaç duyan teknoloji kullanıcısı sanayi şirketlerinin mevcut durumu
- Dönüşümü mümkün kılacak teknoloji tedarikçisi ekosisteminin mevcut durumu

Dijital dönüşüme ihtiyaç duyan sanayi şirketlerini analiz ederken beş ana noktaya odaklanılmıştır:

- Şirketlerin farkındalık seviyesi
- Şirketlerin fayda beklentileri
- Dönüşümün ön koşulları;
  - o Sanayide dijital dönüşüm altyapısı
  - o Üretimde mükemmellik prensipleri
  - o Teknoloji kullanma seviyeleri
- Değer yaratmaya yönelik uygulama alanlarını hayata geçirme oranları
- Sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller

Teknoloji tedarikçisi şirketlerin mevcut durumunu analiz etmek için ise özellikle iki ana unsur üzerine odaklanılmıştır:

- Teknoloji tedarikçisi ekosistemi;
  - o Yerli teknoloji tedarikçisi derinliği
  - o Yerli teknoloji tedarikçisi şirketlerin ihracat oranları
- Teknoloji sağlayıcıları ve çözüm üreticilerinin karşılaştıkları engeller

## Şekil 4: Yetkinlik Ölçümünde Odaklanılan Ana Noktalar



### Teknoloji Kullanıcısı Şirketlerin Mevcut Durumu

Araştırma, imalat sanayinde 10 farklı sektörde faaliyet gösteren 108 şirket ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma içeriğinde şirketlerin Operasyon İyileştirme, Performans Yönetimi, Çalışan Katılımı ve Temel Bileşenler başlıkları altında 23 uygulama alanı bulunmaktadır. Değerlendirme başlıklarının her biri için yetkinlik seviyesinin ölçülmesini sağlayan 118 soru, gelişmişlik düzeylerine göre başlangıç ve ileri seviye olarak sınıflandırılmıştır. Bunun yanında, araştırmanın içinde üretimde mükemmellik yetkinliğini ölçmeye yönelik anket ve Türkiye'ye özel değerlendirme soruları da yer almaktadır. Araştırma sayesinde Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüm yetkinlik seviyesiyle birlikte dijital teknolojilerin yaygınlaşma seviyeleri, dönüşümün önündeki engeller ve arz talep farklılıklarının ölçülmesi hedeflenmiştir.

### Farkındalık Seviyesi

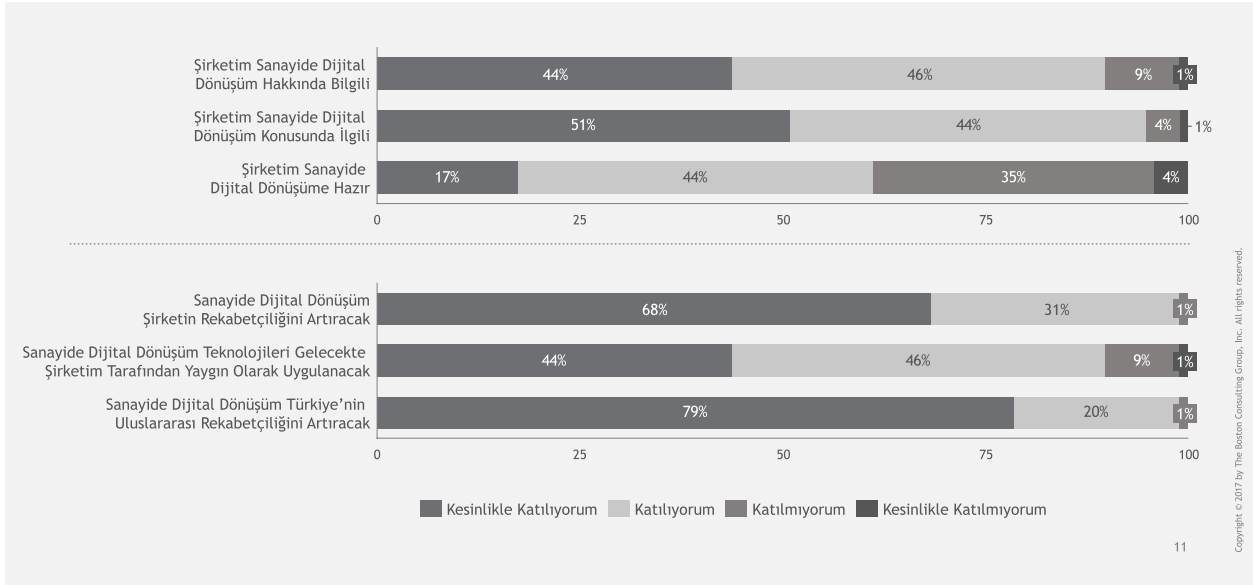
***Şirketler, sanayide dijital dönüşümün rekabetçilik açısından taşıdığı önemin farkındadır.***

2016 yılında BCG ve TÜSİAD tarafından hazırlanan "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0" raporunda, şirketlerin %77'si sanayide dijital dönüşüm hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtirken 2017 yılında yapılan araştırmada bu oran %90'a yükselmiştir (Grafik 7).

2017 yılı araştırmasına göre, şirketlerin %95'i sanayide dijital dönüşüm konusuna ilgi gösterdiklerini belirtmektedir. Sanayide dijital dönüşüm konusunda geçtiğimiz bir

yılda kaydedilen bilgi ve farkındalık seviyelerindeki artış umut vericidir. Öte yandan, şirketlerin farkındalık seviyeleri yüksek olmakla birlikte, katılımcıların sadece %61'i şirketlerinin bu dönüşüme hazır olduğunu düşünmektedir. Bu durum, şirketlerin bilgi ve ilgi seviyeleri yükseldikçe sanayide dijital dönüşüm yolculuğunun zorluklarını da fark ettikleri şeklinde yorumlanabilir.

**Grafik 7: Sanayide Dijital Dönüşüm Farkındalık Seviyesi**



**Kaynak: BCG Anketi**

Araştırma sonuçları, şirketlerin bu dönüşümle beraber gelecek değişimlerin de farkında olduklarını göstermektedir. Şirketler, sanayide dijital dönüşüm için gerekli teknolojileri gelecekte yaygın olarak kullanacaklarını ve bu dönüşümün şirketlerinin rekabetçiliğini artıracaklarını düşünmektedir. Katılımcıların neredeyse tamamı (%99) bu teknolojilerin Türkiye'nin küresel rekabetçiliğini de artıracaklarına inanmaktadır. Bu noktada, dönüşümü gerçekleştiremeyen şirketlerin rekabetçiliklerini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalırken; dönüşümü gerçekleştiren şirketlerin hem yerel hem de küresel pazarda daha rekabetçi konuma geleceği öngörülmektedir.

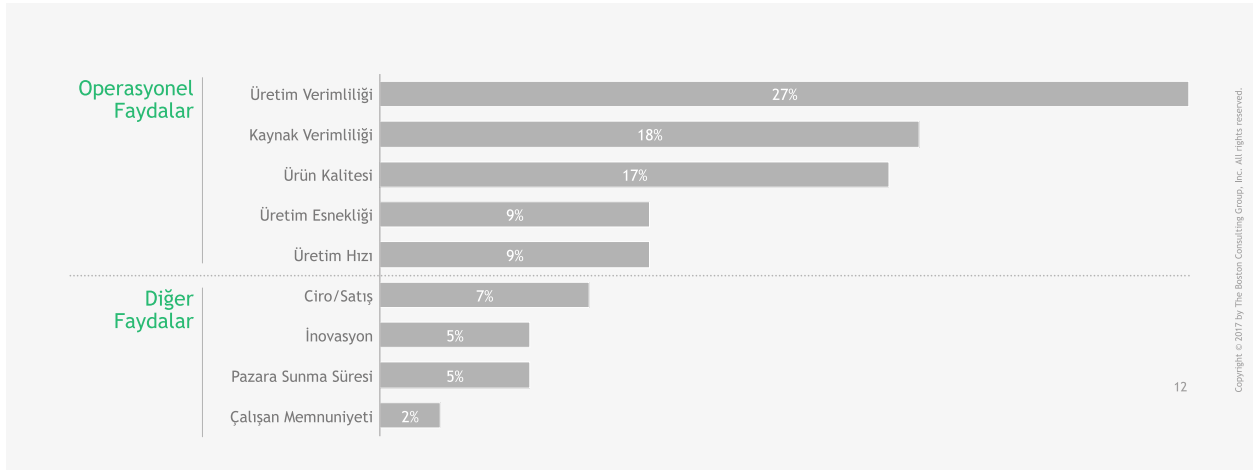
## Fayda Beklentileri

***Şirketlerin bilgi ve ilgi seviyeleri artsa da sanayide dijital dönüşümün potansiyel avantajlarını net olarak anlamadıkları görülmektedir.***

Türkiye'de şirketler sanayide dijital dönüşümün getireceği en yüksek faydayı üretim ve kaynak verimliliği ile ürün kalitesinde yaşanacak iyileşmeler sayesinde sağlamayı beklemektedir. Şirketler, operasyon verimliliği konusundaki faydaları, ciro/satış artışı,

pazara sunma süresinde iyileştirme ve çalışan memnuniyeti gibi konuların çok üstünde tutmaktadır (Grafik 8). Bu durum, şirketlerin konu hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtmelerine rağmen sanayide dijital dönüşümün sunduğu operasyonel nitelikte olmayan fırsatlara kapsamlı olarak hakim olmadıklarını göstermektedir. Şirketlerin sahip olduğu farkındalığı geliştirmek için hem şirket yönetimi tarafından hem de kamu tarafından atılacak olan adımlar farkındalık seviyesini istenen seviyeye yükselterek Türkiye'nin dijital dönüşüm yarışında hız kazanmasını sağlayacaktır.

### Grafik 8: Dijital Teknolojiler En Çok Hangi Alanda Fayda Sağlayacak?



Kaynak:BCG Anketi, n=108

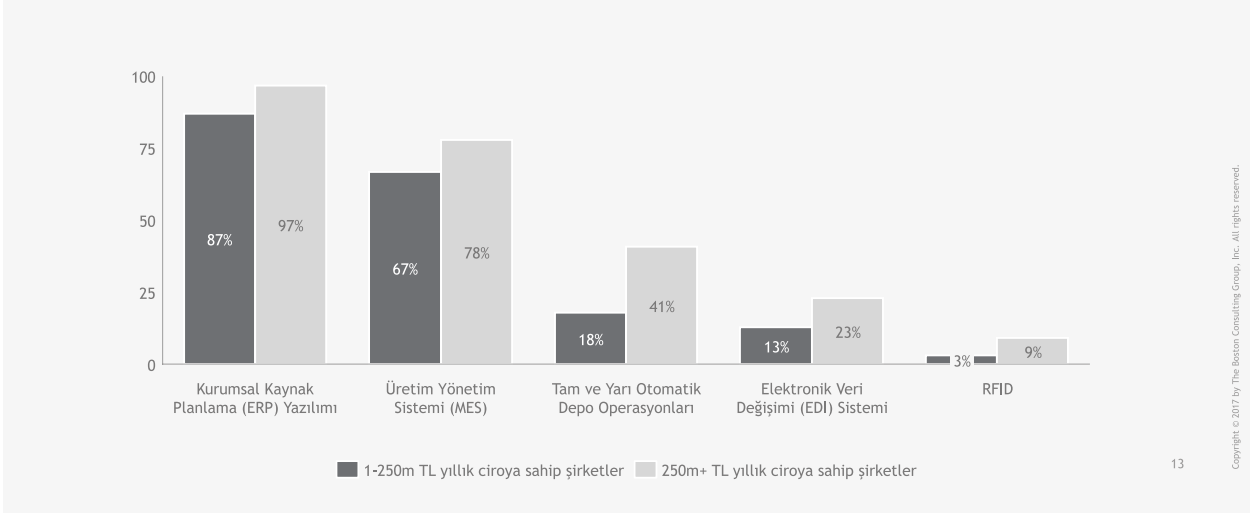
## Dijital Dönüşümün Ön Koşulları

### Sanayide Dijital Dönüşüm Altyapısı

**Şirketlerin, sanayide dijital dönüşümün bir ön koşulu olarak yalnız üretim prensiplerini uygulamaları ve yüksek otomasyonlu üretim süreçlerine sahip olmaları gerekmektedir.**

Araştırma bulgularına göre şirketlerin çoğunluğunun, kurumsal kaynak planlama yazılımları ve üretim yönetim sistemlerini kullandıkları görülmektedir (Grafik 9). Bu durum, şirketlerin süreç otomasyonuna önem verdiklerini göstermektedir. Büyük Veri Analizleri, Yatay/Dikey Entegrasyon ve Bulut gibi teknolojilerin uygulamalarının otomasyon sistemleri üzerine kurulması gerekliliği değerlendirildiğinde bu sistemlerin halihazırda kullanılıyor olması önemli bir potansiyelin ipuçlarını vermektedir.

**Grafik 9: Otomasyon Teknolojileri Kullanım Oranları**



*Kaynak: BCG Anketi, n=108*

Şirketlerin otomasyon teknolojilerini uygulama seviyelerinde farklılıklar olmasının yanı sıra kullanım oranlarının şirket büyüklüklerine göre farklılaştığı da göze çarpmaktadır. Büyük şirketlerin (yıllık cirosu 250 milyon TL üzeri olan şirketler) %41'i tam ve yarı otomatik depo operasyonlarına sahipken küçük şirketlerde bu oranın %18 olduğu görülmektedir. RFID teknolojisinin kullanım oranının ise oldukça düşük olduğu; bu teknolojinin büyük şirketlerin %9'u, küçük şirketlerin ise yalnızca %3'ü tarafından kullanıldığı görülmektedir. Bu durum özellikle küçük şirketlerin uygulama seviyelerinde ciddi gelişim alanları olduğunu göstermektedir.

### **Üretimde Mükemmellik**

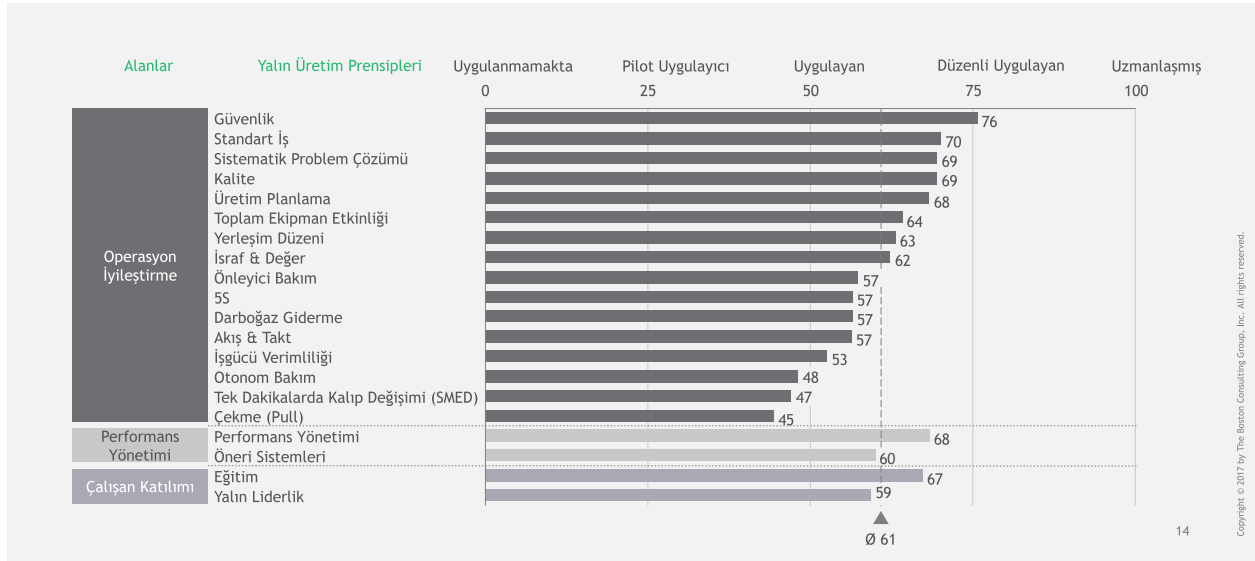
***Sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmenin ön koşulu olan üretimde mükemmellik (yalın) prensipleri bağlamında büyük ve küçük ölçekli şirketler arasında bazı farklılıklar göze çarpmaktadır.***

Şirketlerin yalın üretim prensiplerini uygulama seviyeleri üretimde mükemmellik yetkinlik seviyelerinin ölçülmesini sağlamaktadır. Yalın üretim prensiplerine sahip olan şirketler, üretim süreçlerini sürekli olarak iyileştirme anlayışına sahiptir. Prensiplerin düzenli olarak uygulanması süreçlerdeki gelişim alanlarının ve darboğazları çözebilecek olan uygulamaların net bir şekilde saptanmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede, üretimde mükemmellik konusunda uzmanlaşmış şirketler dijital dönüşümü kolaylıkla gerçekleştirebilmektedir.

Sanayide dijital dönüşüm teknolojileri daha az atık üreten akıllı fabrikalar, entegre şeffaf tedarik zincirleri, büyük veri analizleriyle gerçek zamanlı olarak kontrol edilebilen üretim süreçleri gibi gelişmeler sayesinde üretimde mükemmellik prensiplerini desteklemektedir.



**Grafik 10: Üretimde Mükemmellik Prensipleri**



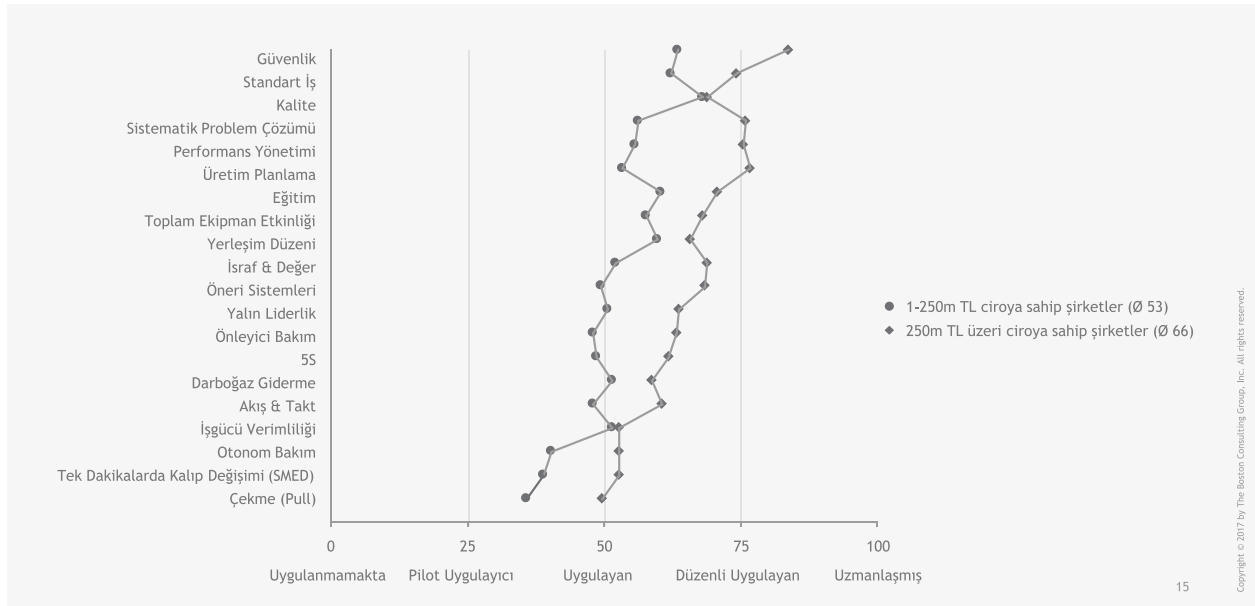
*Kaynak: BCG Anketi, n=108*

Şirketlerin yalın üretim prensiplerindeki yetkinlikleri 20 başlık altında ek bir araştırma ile ölçülmüştür (Grafik 10). Yapılan değerlendirme sonucunda üç konuda özellikle gelişme alanı olduğu görülmektedir:

- Değer zincirindeki bütün süreçlerin müşterinin talebine göre planlanmaya başlanması olarak tanımlanan Çekme (Pull) prensibi
- Üretim sırasında kalıp değişimi ve ayar zamanını kısaltma olarak tanımlanan Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED)
- Üretim hattı operatörlerinin sistematik olarak bakım işlemlerini gerçekleştirdiği Otonom Bakım

Öte yandan, büyük ve küçük şirketlerin üretimde mükemmellik prensiplerinin uygulama seviyelerinde farklılıklar olduğu görülmektedir (Grafik 11). Üretimde mükemmellik prensiplerinde özellikle sistematik problem çözme, üretim planlama ve güvenlik konularında büyük ölçekli şirketlerin küçük şirketlere kıyasla daha yüksek operasyonel hazırlığa sahip oldukları görülmektedir.

**Grafik 11: Şirket Ölçeğine Göre Üretimde Mükemmellik Prensipleri**



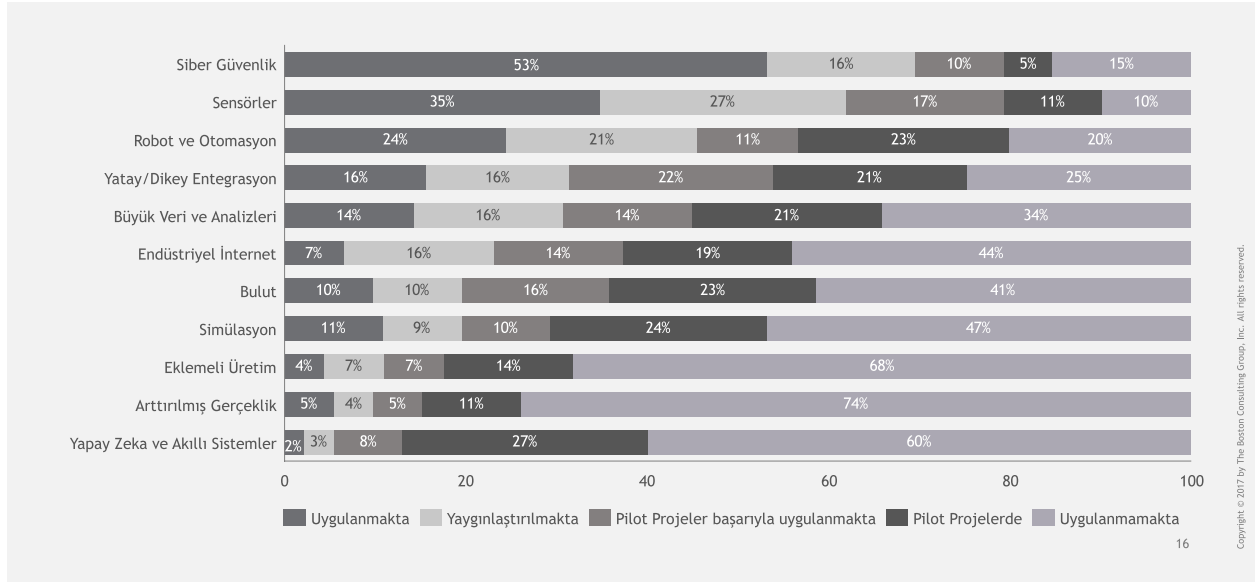
Kaynak: BCG Anketi, n=108

### **Teknoloji Kullanma Seviyesi**

***Araştırmaya katılan şirketler sanayide dijital dönüşümün rekabeti artıracakını düşünse de şirketlerin teknoloji kullanma seviyelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.***

Araştırmaya katılan şirketlerin yarısından fazlası Siber Güvenlik ve Sensör teknolojilerini yaygın olarak kullandıklarını belirtmektedir (Grafik 12). Eklemeli Üretim, Artırılmış Gerçeklik, Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler teknolojilerinde ise tam tersi bir durum gözlemlenmektedir. Katılımcıların yalnızca %2'si Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler teknolojilerini başarıyla uyguladıklarını belirtmektedir. Kullanma seviyelerinin düşük olduğu teknolojilerin büyük kısmında pilot projelerin başlatılmış olması, önümüzdeki yıllar için umut vericidir.

**Grafik 12: Dijital Teknoloji Kullanma Seviyeleri**



*Kaynak: BCG Anketi, n=108*

Sanayide dijital dönüşüm yolculuğunun henüz başında olan Türkiye için teknoloji kullanma seviyelerinin hızlıca geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu noktada şirketlerin salt dijital teknolojilere doğrudan yatırım yapma yaklaşımı yerine en çok faydayı sağlayacakları dijital teknoloji uygulama alanlarına (en çok değeri yaratacak çözümlere) yatırım yapması gerekmektedir. Şirketler sanayide dijital dönüşüm konusundaki farkındalık seviyeleri yükseldikçe ihtiyaçlarını net biçimde belirleyerek doğru teknoloji yatırım kararlarını verebilecek olgunluğa gelecektir.

## Uygulama Alanları

Şirketlerin kendilerine yardımcı olabilecek uygulama örneklerini belirlemek için öncelikle sanayide dijital dönüşüm yetkinlik seviyelerini öğrenmeleri şarttır. BCG ve TÜSİAD tarafından gerçekleştirilen araştırma ile şirketlerin yetkinlik seviyeleri, 23 değerlendirme başlığı altındaki uygulama örneklerine dair sorular sayesinde ölçülmüştür. 23 değerlendirme başlığı dört ana başlık altında toplanmaktadır: Operasyonel İyileştirme, Performans Yönetimi, Çalışan Katılımı ve Temel Bileşenler.

## Şekil 5: Sanayide Dijital Dönüşüm 23 Değerlendirme Başlığı



Kaynak: BCG Operations

### Operasyonel İyileştirme

Şirketler, Operasyonel İyileştirme başlığının altında bulunan uygulama alanları sayesinde üretim süreçlerinde esneklik, üretkenlik, kalite ve hız gibi alanlarda iyileştirmeler yapabilmektedir. Operasyonel alanlarda yapılan iyileştirmeler üretim süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirerek maliyetleri düşürmekte ve müşterilere daha hızlı cevap verilebilmesini sağlamaktadır.

### Performans Yönetimi

Şirketlerin yapılması gereken iyileştirmeleri saptayabilmesi için baştan sona bütün üretim aşamalarının performans ölçümünün yapılması kritik öneme sahiptir. Performans ölçümleri yalnız üretim ekipmanları değil çalışanlar için de yapılmalıdır. Entegre ve bağlantılı olarak çalışan üretim sistemlerinin sürekli ve gerçek zamanlı olarak performanslarının takip edilmesi gelişim alanlarının saptanmasını sağlayarak sürekli gelişimi kolaylaştırmaktadır.

### Çalışan Katılımı

Dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için yapılması gerekenlerin başında mevcut insan kaynağının dönüştürülmesi gelmektedir. Dijital teknolojiler, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ve eş zamanlı takip edilmesinin yanı sıra çalışanların bu süreçlere daha verimli biçimde katılmasını da sağlamaktadır. Çalışan Katılımı başlığının altında bulunan

uygulama alanları makine-insan operasyonlarını daha verimli hale getirmektedir. Öte yandan, sanal eğitim uygulamaları sayesinde çalışanların işe uyum süreleri de kısaltılabilmektedir.

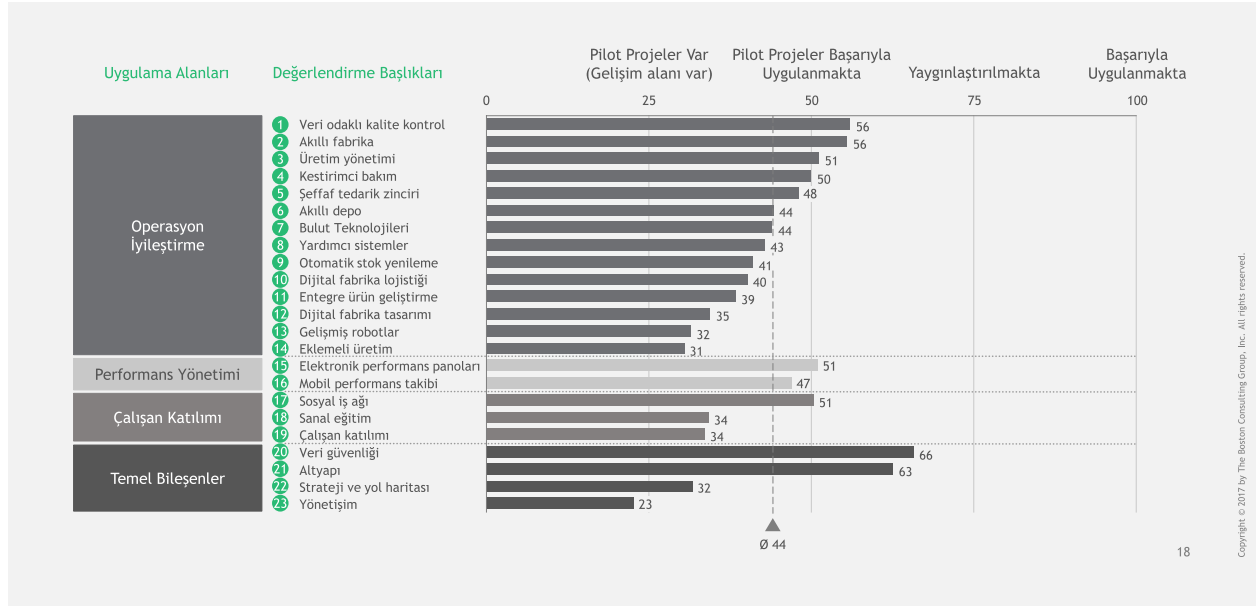
### **Temel Bileşenler**

Şirketlerin dijital dönüşümü gerçekleştirebilmesi için öncelikle doğru stratejinin belirlenmesi ve bu doğrultuda yol haritasının çıkartılması gerekmektedir. Dönüşümü gerçekleştirebilmek ve uygulama alanlarını yaygınlaştırmak için gerekli yönetim prensiplerinin oluşturulması kritik önem taşımaktadır.

### **Araştırma sonuçlarına göre Türkiye’de sanayi şirketleri dijital teknoloji uygulamaları açısından henüz pilot proje seviyesindedir.**

Araştırmaya katılanların yarısından fazlası (%61) şirketlerinin sanayide dijital dönüşüme hazır olduğunu belirtse de şirketlerin dijital dönüşüm yetkinlik seviyelerinin henüz düşük olduğu görülmektedir. Araştırma sonucunda Türkiye’de sanayi şirketlerinin dijital teknoloji uygulamaları açısından henüz pilot proje seviyesinde oldukları görülmektedir (Grafik 13).

**Grafik 13: Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği**



Kaynak: BCG Anketi, n=108

Yetkinlik değerlendirme başlıklarının altında bulunan araştırma sorularının bir kısmı şirketlerin sanayide dijital dönüşüm yolculuğunun henüz başında hayata geçirmeleri gereken, diğer kısmı ise yolculuğun daha ileri aşamalarında tecrübe edecekleri uygulama başlıkları olarak sınıflandırılmıştır. 23 değerlendirme başlığı altındaki sorular arasında oluşturulan bu hiyerarşi ile araştırmaya katılan şirketlerin dijital dönüşüm yolculuğunun hangi evresinde olduğu daha sağlıklı bir şekilde saptanabilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, şirketler sanayide dijital dönüşümün başında hayata geçirilmesi gereken uygulama başlıklarında (51/100) seviyesindeyken, yolculuğun tamamına dair uygulama başlıklarında (44/100) seviyesindedirler. Bu noktada, şirketlerin başlangıç seviyesi olarak görülen bazı uygulama alanlarında dahi gelişim alanları olduğu görülmektedir. Örneğin, Dijital Fabrika Lojistiği uygulama alanı olarak tanımlanan AGV'ler (otomatik yönlendirmeli araç) yolculuğun başlangıç aşamasındaki bir uygulama alanı olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmada, kullanılırsa değer katacağına inanılmasına rağmen oldukça az sayıda şirket tarafından kullanıldıkları saptanmıştır. Bunun yanında, üretim kalitesini sensörler sayesinde denetleyerek gerçek zamanlı raporlama yapabilen ve yine başlangıç uygulama alanı olarak nitelendirilen Gelişmiş Robot uygulamalarının da yaygın olarak kullanılmadıkları görülmektedir.

Ankette odaklanılan dört ana başlık değerlendirildiğinde araştırmaya göre, *Operasyonel İyileştirme* konusunda şirketlerin seri üretim yeteneklerini artıran uygulama alanlarındaki projelerin yaygınlaştırılmakta olduğu görülmektedir. Şirketlerin Akıllı Fabrika ve Üretim Yönetimi alanlarında yüksek yetkinliğe sahip olmasının yanında Eklemeli Üretim ve Gelişmiş Robotlar alanında yetkinliğin düşük olduğu görülmektedir. Örneğin, araştırma ürün prototiplerinin oluşturulmasında üç boyutlu yazıcıların ve ürün değişimlerinde hızlı değişiklikler yapılmasını sağlayan Gelişmiş Robotların kullanımının yalnızca pilot projeler seviyesinde olduğunu göstermektedir. Bu durum, şirketlerin yüksek otomasyona sahip olmalarına rağmen üretimde esneklik sağlayarak kitlesel kişiselleştirmeyi mümkün kılan uygulamalar konusunda eksik olduğuna işaret etmektedir.

Araştırma, *Performans Yönetimi* alanında ciddi adımlar atılmış olmasına rağmen, özellikle Mobil Performans Takibi alanında gelişim alanı olduğunu göstermektedir. Performans Yönetimi uygulamalarının yetkin biçimde gerçekleştirilmesinin diğer uygulama alanlarının da başarısını artırması öngörülmektedir.

Araştırmaya göre, *Çalışan Katılımı* konusunda şirketlerin yalnızca sosyal iş ağı alanındaki uygulamaları yaygınlaştırdığı görülmektedir. Personel eğitim programlarında dijital dönüşüm ile ilgili modülleri bulunduran şirketlerin oldukça az olduğu ve yeni işe alınan üretim ve lojistik personelleri için dijital eğitim uygulamalarında yalnızca pilot proje seviyesinde bulunduğu görülmektedir. İşgücünün eğitim olanaklarının artırılması makine-insan operasyonlarının iyileştirilmesinin yanında dijital dönüşümün daha hızlı gerçekleştirilmesini de sağlayacaktır.

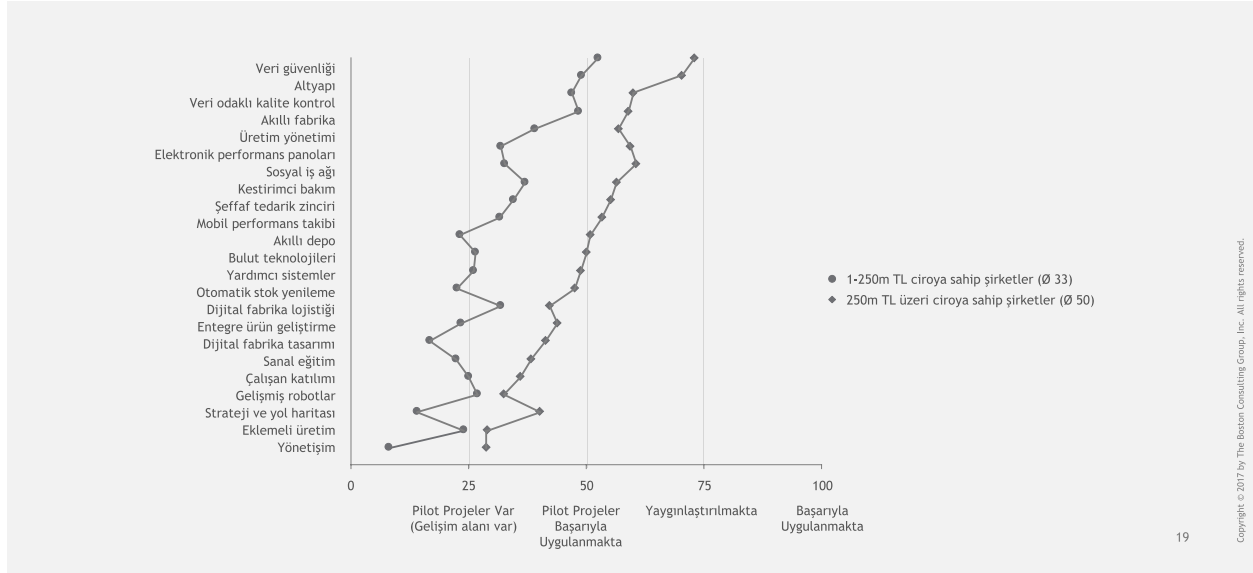
Sanayide dijital dönüşümün bazını oluşturan *Temel Bileşenler* başlığında ise araştırmaya katılan şirketlerin **Yönetişim ve Strateji yetkinlik seviyelerinin oldukça düşük olması**, özellikle dikkat çekmekte ve Türkiye’de sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda önümüzdeki en önemli ve ivedi çözülmesi gereken meselelerden bir tanesi olarak ön plana çıkmaktadır. Yolculuğun başında yer alan ve kısıtlı kaynakların doğru hedeflere yönltilmesinin merkezindeki bu yetkinlikler başarı ve başarısızlığın arasındaki farkın tartışmasız belirleyicisi niteliğindedirler. Bahsi geçen temel niteliğindeki bu yetkinliklerin ve uygulamaların desteklenmesi için şirketler, kamu ve tüm paydaşlara çok önemli sorumluluklar düşmektedir.

Öte yandan, sanayide dijital dönüşüm *Temel Bileşenler* başlığı altındaki diğer uygulama alanlarında şirketlerin yetkinliklerinin görece olarak yüksek olduğu görülmektedir. Şirketlerin altyapı konusundaki yetkinlikleri, dönüşüm teknolojilerini sistemlere kolayca entegre etmelerine olanak sağlamaktadır. Fakat gelecekte ihtiyaç duyulabilecek bağlantı standartları ve ağ altyapısının göz önünde bulundurulması ve bu doğrultuda gerekli geliştirmelerin yapılması gerekmektedir.

Araştırma sonuçları veri güvenliğinin şirketlerin en yüksek yetkinliğe sahip olduğu alan olduğunu göstermektedir. Veri güvenliği alanında verilen cevaplar şirketlerin kurumsal veri güvenliği konusunda yetkinlik seviyesinin yüksek olduğunu gösterirken, üretim süreçlerine ilişkin veri güvenliği uygulamalarında henüz pilot projelerin uygulanmakta olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında, şirketlerin gerekli veri koruma standartları konusunda da gelişim alanları olduğu görülmektedir.

23 uygulama başlığı altındaki yetkinlik seviyesi şirketlerin yer aldıkları sektörlere göre dikkat çeken bir farklılık göstermezken, ölçeklerine göre kıyaslandığında büyük ölçekli firmaların (yıllık cirosu 250 milyon TL üzeri olan şirketler) yetkinlik seviyelerinin (50/100) küçük ölçekli şirketlere (33/100) göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Grafik 14). Bu bulgudan hareketle, sanayide dijital dönüşümün gerçekleştirilmesi adına alınacak olan aksiyonların şirket ölçeklerine göre özelleştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Küçük ölçekli şirketlerde özellikle stratejik yön belirleme ve profesyonelleşmiş yönetim gibi temel ve kilit yaklaşımlarda eksiklikler göze çarpmaktadır.

## Grafik 14: Şirket Ölçeğine Göre Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği



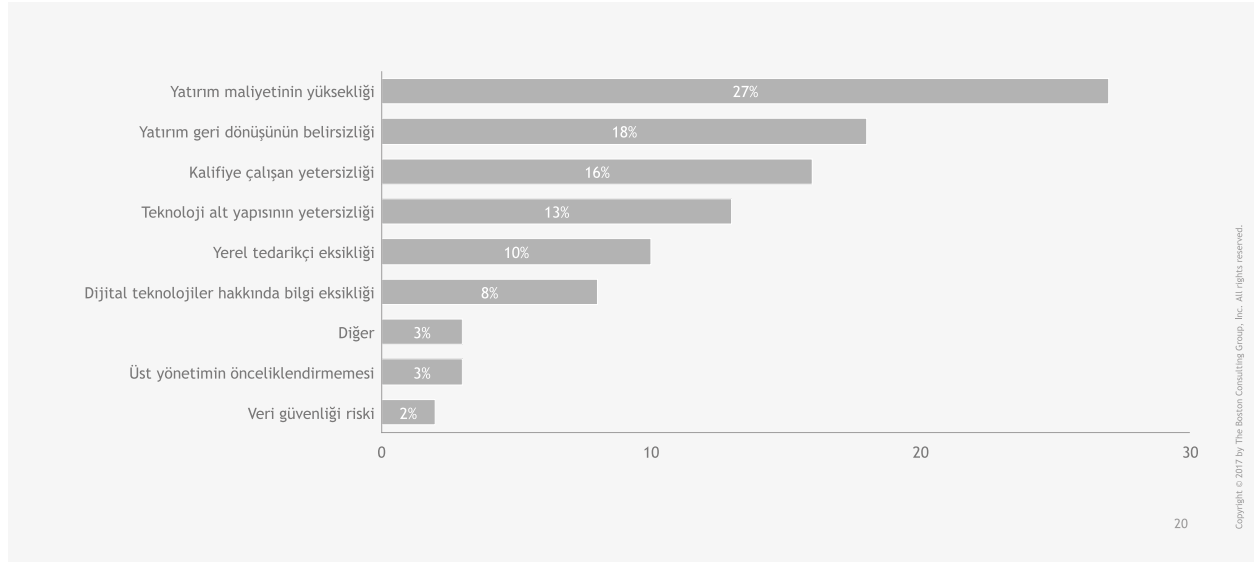
Kaynak: BCG Anketi, n=108

## Sanayide Dijital Dönüşüm Yolculuğunda Karşılaşılan Engeller

Çalışmaya katılan teknoloji kullanıcısı şirketlere dijital dönüşümün önündeki en büyük engeller sorulduğunda yatırım maliyetinin yüksekliği (%27) ve yatırım geri dönüşünün belirsizliği (%18) gibi kısıtlar ön plana çıkmaktadır (Grafik 15). Çoğunlukla yatırım bağlamında değerlendirilmekte olan engeller Türkiye sanayisinin dijital teknolojilerin kullanımı açısından henüz başlangıç aşamasında olduğuna işaret etmektedir. Bu durum şirketlerin dijital teknoloji yatırımlarına ağırlıklı olarak maliyet bakış açısıyla yaklaştıklarını ve yatırımların öngörülebilirliği konusunda çekinceleri olduğunu göstermektedir. Hem büyük hem de küçük şirketlerde en önemli engel olarak görülen alanların yatırım odaklı olmasının yanında engel teşkil eden alanların sektörler arasında da farklılaşmaması, şirketlerin sektörlerinden ve büyük ya da küçük ölçekli olmalarından bağımsız olarak bu problemlerle karşılaştıklarını göstermektedir.



## Grafik 15: Sanayide Dijital Dönüşümün Önündeki En Büyük Engeller Nelerdir?



Kaynak: BCG Anketi, n=108

Türkiye sanayisinin belirttiği engellerin önem sıralaması ve bir önceki bölümde bahsedilen yetkinlik düzeyinin pilot aşamasının çok ötesine geçmemiş olması, gerekli yatırımları harekete geçirme aşamasında yavaş kalınmış olma riskinin ve yarışta hızlanma ihtiyacının bir ön habercisi niteliğindedir.

## Teknoloji Tedarikçisi Şirketlerin Mevcut Durumu

Dijital teknoloji ürün ve/veya hizmetlerini sunan teknoloji tedarikçisi 500'den fazla şirketin bilgileri toplanarak kapsamlı bir tedarikçi veri tabanı oluşturulmuştur. Araştırma, tedarikçi veri tabanında yer alan 110 şirket ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çıktıları arasında şirketlerin verdikleri hizmetler, karşılaştıkları zorluklar ve ihracat bilgileri ile birlikte Türkiye için sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda öncelikli olduğu düşünülen teknolojiler yer almaktadır.

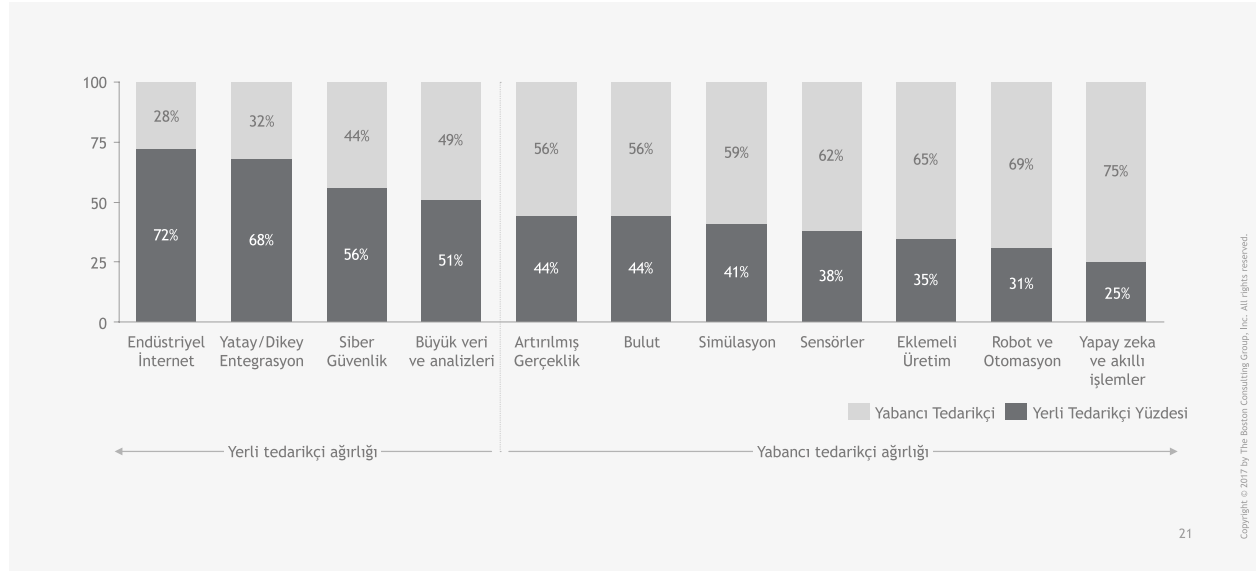
## Teknoloji Tedarikçisi Ekosistemi

### Yerli teknoloji tedarikçisi derinliği

Yerli tedarikçilerin yarısından fazlası (%52) karşılaştıkları en büyük zorluklardan biri olarak talep azlığını göstermektedir. Diğer bir deyişle, yerli tedarikçiler Türkiye'deki teknoloji kullanıcısı şirketlerin dijital teknolojilere taleplerinin yeterli düzeyde olmadığını düşünmektedir. Öte yandan, teknoloji kullanıcısı şirketler arasında yapılan araştırmaya göre sanayide dijital dönüşüm teknolojilerini kullanan şirketler Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler, Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik gibi gelişmiş teknolojilerin yanı sıra Robot ve Otomasyon, Sensörler ve Eklemeli Üretim gibi donanım odaklı teknolojilerde de

yabancı tedarikçileri tercih ettiklerini belirtmektedir (Grafik 16). Dolayısıyla, teknoloji tedarikçisi şirketlerin engel olarak gördüğü talep sıkıntısı gelişmiş teknolojiler ve donanım odaklı teknoloji başlıklarında anlamlıdır.

**Grafik 16: Dijital Teknolojilerde Yerli Tedarikçi Yüzdesi**



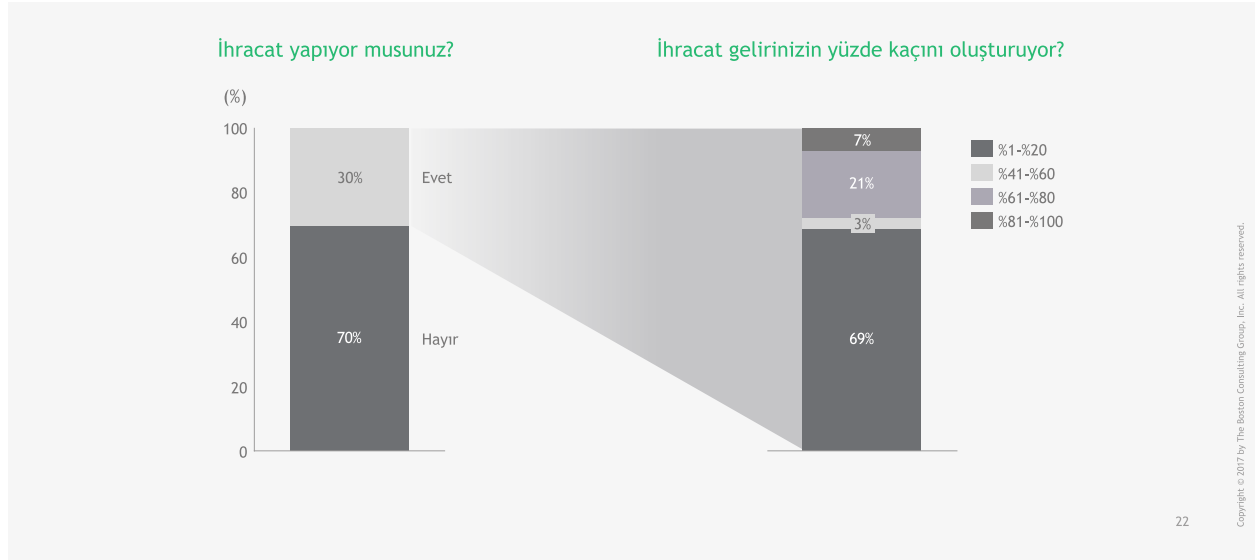
*Kaynak: BCG Anketi, n=108*

Bununla birlikte, yazılım yoğunluklu teknolojiler olan Endüstriyel İnternet, Yatay/Dikey Entegrasyon ve Siber Güvenlik gibi alanlarda yerli tedarikçilerin ağırlıklı olarak tercih edildikleri göze çarpmaktadır. Bu durum, yerli tedarikçilerin yazılım konusundaki yetkinliklerinin daha yüksek olduğuna ve yerli talebe hizmet sağlayabildiklerine işaret etmektedir.

### ***Türkiye'deki teknoloji tedarikçisi şirketlerin ihracat oranları***

Araştırmaya göre teknoloji tedarikçisi şirketlerin %30'u ihracat yapmaktadır. İhracat yapan şirketlerin ise yalnızca çok küçük bir kısmı (%7) yaptıkları ihracatın gelirine oranını %81-%100 bandında göstermektedir (Grafik 17). Diğer bir deyişle, Türkiye'deki teknoloji üreticisi şirketlerin hem ihracat hem de ihracattan elde edilen kazanç oranı düşük seyretmektedir. Bu da teknoloji üreticisi şirketlerin gelirlerinin yatırım konusunda daha atıl gözükken yerel pazara bağımlı olduğunu göstermektedir.

## Grafik 17: Teknoloji Tedarikçisi Şirketlerde İhracat Oranları



Kaynak: BCG Anketi, n=108

Türkiye'deki teknoloji üreticisi şirketlerin finansal açıdan yerli pazara yüksek ölçüde bağımlı olmasına rağmen, birçok sanayide dijital dönüşüm teknolojisinde yerli tedarikçi yerine yabancı tedarikçilerin tercih edilmesi, yerli teknoloji kullanıcısıyla yerli tedarikçi arasında iletişimsel kopukluk olduğunu göstermektedir. Bu durum, teknoloji kullanıcısı ve yerli tedarikçi arasında kurulacak mekanizmaların gerekliliğine işaret etmektedir. Kurulacak bu mekanizmalarla, Türkiye'de özellikle yerli teknoloji tedarikçilerinin yetkin olduğu yazılım alanında ve Endüstriyel İnternet, Yatay/Dikey Entegrasyon ve Siber Güvenlik dışındaki diğer teknoloji başlıklarında tercih edilme oranlarının artırılması mümkün olabilecektir.

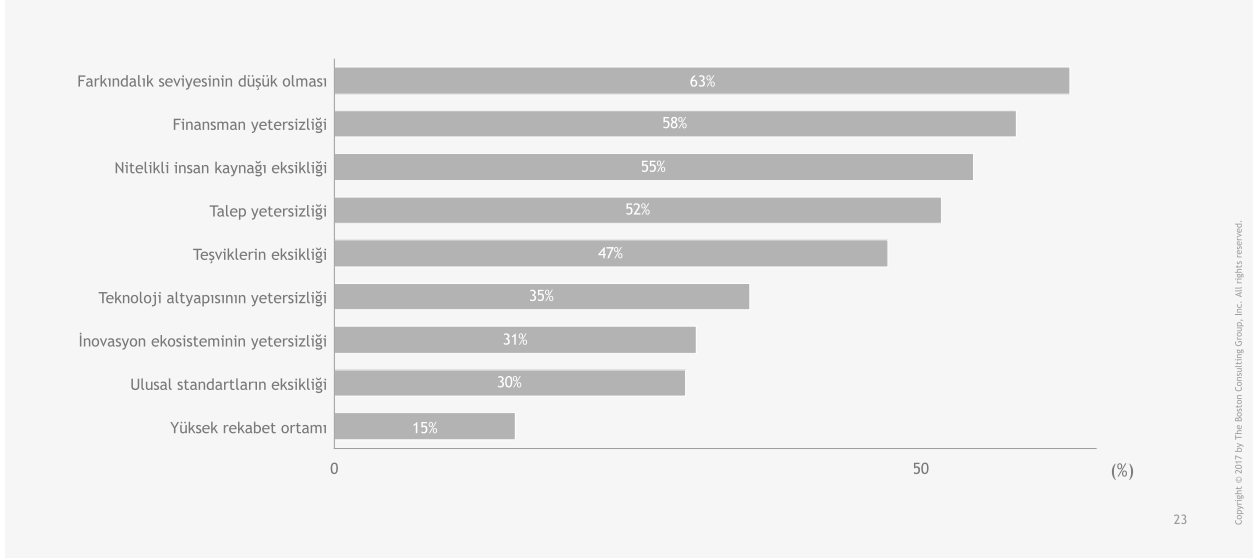
Yerli teknoloji tedarikçilerimizin ihtiyaç duydukları talep artışıyla deneyim ve ölçek kazanarak, önce yerli piyasada daha da rekabetçi olabilme ve daha sonrada uluslararası piyasalarda rekabetçi olabilme adımlarında ilerlemesi hem teknoloji tedarikçileri hem de sanayi şirketleri için yerli sektörlerin gelişmesinde önemli fırsatları ve ihtiyaçları işaretlemektedir.

### Teknoloji sağlayıcısı ve çözüm üreticisi şirketlerin karşılaştıkları engeller

Ankete katılan teknoloji tedarikçisi şirketlerin karşılaştıklarını belirttikleri en büyük engeller, tedarikçi ekosisteminin sorunlarını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Türkiye'de teknoloji üreticisi şirketler karşılaştıkları en büyük zorluğu sanayide dijital dönüşüm konusunda farkındalık seviyesinin düşük olması olarak göstermektedirler (Grafik 18). Teknoloji tedarikçisi şirketler farkındalığın düşük olmasını takiben finansmana erişimle ilgili sorunları ve teşviklerin yetersizliğini karşılaştıkları diğer zorluklar olarak

göstermektedir. Bu durum, tedarikçi ekosisteminin yapılacak yasal düzenlemeler ve teşvik mekanizmalarıyla kamu tarafından desteklenmesi gerekliliğini göstermektedir. Bunların yanı sıra, teknoloji kullanıcısı şirketlere paralel olarak teknoloji tedarikçisi şirketler de kalifiye çalışan bulma konusunda sıkıntı yaşadıklarını belirtmektedir.

### **Grafik 18: Teknoloji Tedarikçilerinin Karşılaştığı En Büyük Zorluklar Nelerdir?**



**Kaynak: BCG Anketi, n=110**

# TÜRKİYE’NİN YARIŞTAKİ DURUMU İLE İLGİLİ TESPİTLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi şirketlerle yapılan araştırmadan iki temel bulgu ortaya çıkmıştır:

- Türkiye’deki şirketlerin, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelerden farklı olarak halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğu görülmektedir.
- Sanayide dijital dönüşüm yarışında Türkiye’nin daha hızlı yol alması için gerekli olan teknoloji tedarikçileri ile şirketler arasındaki kopukluk ayrıca dikkat çekmektedir.

Türkiye’nin sanayide dijital dönüşüm yarışında hızlanması için sunulan çözüm önerileri bu bulgular üzerinden geliştirilmiştir.

## Engellerin Üstesinden Gelmek

Sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda Türkiye’nin önünde olan ülkelerde dijital dönüşüm sürecindeki en büyük engeller nitelikli çalışan ve veri güvenliği eksikliği olarak gösterilmektedir. Hem nitelikli iş gücü hem de veri güvenliği unsurları sanayide dijital dönüşümün temel unsurları olarak tanımlanmaktadır.

### Şekil 6: Sanayide Dijital Dönüşüm Engellerinin Öneme Göre Karşılaştırılması



Kaynak: BCG

Türkiye’de dijital dönüşüm yolculuğuna başlayan şirketler ise engel teşkil eden faktörleri büyük oranda yatırım perspektifinden değerlendirmektedir. Daha önce saptandığı gibi sanayide dijital dönüşümün temel bileşenleri olarak görülen Strateji ve Yol Haritası ile Yönetişim konularında şirketlerimiz yetkinliklerini düşük olarak değerlendirmektedir. Bu sebeple, sanayide dijital dönüşüm için ayırdıkları kısıtlı kaynağın yanında bu kaynakların da verimsiz ve yanlış projelerde kullanılması riskiyle karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle, şirket bazında stratejik yol haritalarının belirlenmesi ve bu yol haritalarına uygun fayda/maliyet oranı en yüksek uygulama alanlarının önceliklendirilmesi önemle ele alınması gereken unsurlar olmalıdır.

Gelişmiş ülkelerde bir numaralı engel olarak görülen kalifiye çalışan yetersizliği ise Türkiye’de yatırım maliyetleri ve yatırımın geri dönüş belirsizliğinden sonra gelmektedir. Dijital teknolojilerin etrafında şekillenen yeni üretim sistemlerinin etkin biçimde yönetilebilmesi için şirketlerin daha yetkin bir iş gücüne sahip olması gerekmektedir. Bu sebeple, mevcut iş gücüne değer yaratan ek yetkinliklerin kazandırılması için uzun vadeli eğitim programlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Farklı disiplinlerde uzman iş gücüne talebin artması nitelikli iş gücü için yeni istihdam fırsatları da yaratacaktır. Eğitim programlarının oluşturulması, yaygınlaştırılması ve çalışanların yetiştirilmesinin alacağı zaman düşünüldüğünde proaktif planlama yapmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Bu durumun önceden fark edilmesi, Türkiye’nin iyi planlama yaparak problemi büyümeden engellemesine imkan verecektir.

Sanayide dijital dönüşüm uygulama alanları sistemlerin dış dünyayla bağlantılı biçimde çalışmasını gerektirmektedir. Sistemlerin yatay ve dikey olarak entegre çalışabilmesi için bağlantı standartlarının belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bağlantılı sistemleri desteklemek için özellikle sanayi bölgelerine yüksek hızlı internet altyapısının kurulması ve gelişen teknolojiler doğrultusunda sürekli olarak geliştirilmesi elzemdir.

Çarpıcı bir diğer farklılık gelişmiş ülkelerde büyük öncelikle belirtilen veri güvenliği riski temasının Türkiye sanayisi tarafından belirtilen engeller arasında ilk 5’e girememiş olmasıdır. Yetkinlik araştırmasında saptanan, şirketlerimizin veri güvenliği konusunda kendi yetkinliklerini yüksek olarak değerlendirmeleriyle birleştirdiğimizde, dijital dönüşümün ilerleyen aşamalarında şirketlerimizin karşılaşacağı yeni engeller olacağı ve bu konularda önceden hazırlıklı olmak gerekliliği sonuçları değerlendirilebilir.

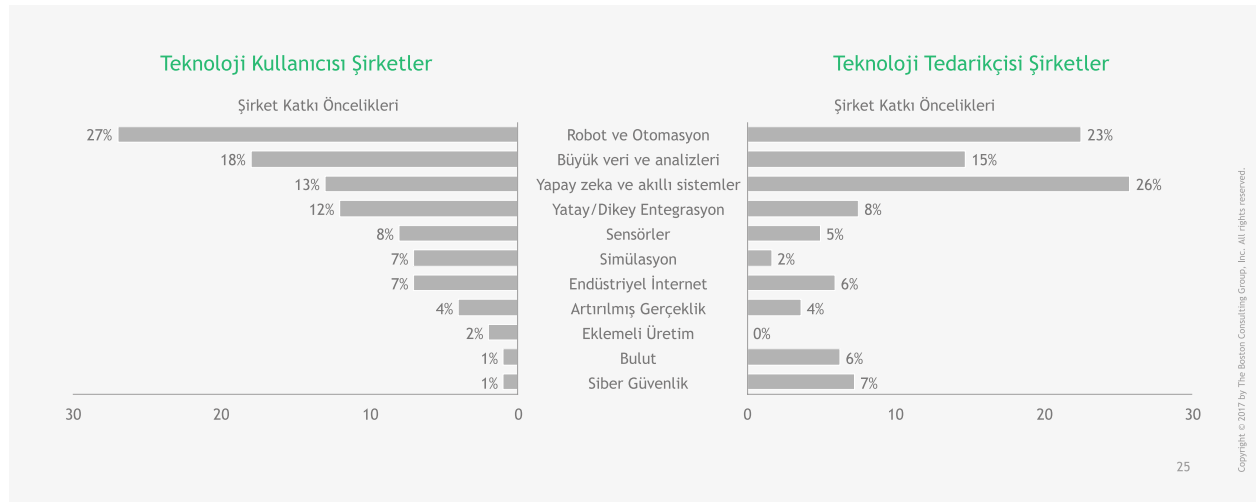
Büyük resimde, Türkiye’deki şirketlerin, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelere farklı olarak halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğu görülmektedir.

## Dijital Teknolojilerde Arz Ve Talebin Buluşması İhtiyacı

Sanayide dijital dönüşümün temelinde yer alan 11 dijital teknolojiyle mümkün olan uygulama örnekleri, şirketlerin üretim süreçlerindeki problemleri çeşitli çözümler sunmaktadır. Fakat şirketlerin yetkinliklerinde farklılıklar olabileceği gibi şirketlerin önceliklendirdiği dijital teknolojiler konusunda da farklılıklar olabilmektedir.

Araştırmaya katılan teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi şirketlere Türkiye’de odaklanılması gerektiğini düşündükleri teknolojiler sorulduğunda büyük çoğunluğu Robot ve Otomasyon, Büyük Veri ve Analizleri ve Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler yanıtını vermiştir (Grafik 19).

**Grafik 19: Türkiye’de Hangi Teknolojilere Odaklanılması Gerekliyor?**



*Kaynak: BCG Anketi, n=108 Teknoloji Kullanıcısı Şirket, n=110 Teknoloji Tedarikçisi Şirket*

Öncelikli olarak odaklanılması gereken teknolojiler açısından, teknoloji tedarikçisi şirketlerle gerçekleştirilen araştırmadan çıkan cevaplar, teknoloji kullanıcısı şirketlerin tercihleriyle benzerlik göstermektedir. Bu durum, şirketlerin ilk olarak otomasyon konusunda yetkinliklerinin artırdıktan sonra diğer teknolojilere yatırım yapmayı planladığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, Robot ve Otomasyon uygulama seviyeleri, diğer teknolojilerin adaptasyon hızlarını da etkileyecek bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Tedarikçiler ve kullanıcılar önceliklendirdikleri teknolojiler bağlamında benzer tercihlere sahip olmalarına rağmen, araştırmaya göre teknoloji kullanıcıları yerli tedarikçiler yerine yabancı tedarikçileri tercih etmektedirler. Yerli tedarikçiler yerine yabancı tedarikçilerin tercih edilmesinin sebepleri olarak yerli tedarikçilerin olmaması/bulunamaması ve yerli tedarikçilerin talep edilen kalite ve standartlara sahip olmaması

gibi konular ön plana çıkmaktadır. Diğer taraftan da yerli tedarikçiler yeterli arzı bulamama engeli ile karşı karşıyadır.

Bu aşamada, yerli tedarikçilerin başarılı bir şekilde kurumsallaşmalarını, ölçeklenmelerini ve yetkinlik setlerini artırmalarını sağlamanın yanında ekosistemde daha görünür ve ulaşılır olmalarını sağlayacak mekanizmaların geliştirilmesi atılacak ilk adımlar olarak ön plana çıkmaktadır.

Dijital teknoloji tedarikçi ekosistemleri “startup” dünyası ve bu dünyanın gelişmesi ile birlikte beslenen yapılardır ve bu yapılar uzun dönemler sonucu gelişip kritik bir büyüklüğe ve derinliğe sahip olabilirler. Bu sebeple inovasyon desteği, risk sermayesi ve girişimcilik konularında atılması gereken adımlar önceliklendirilmelidir.

## **Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yol Haritası için Öneriler**

Araştırmaya göre dönüşüme hazır olmadığını düşünen şirketlerin aynı zamanda yönetim ve strateji yetkinliklerinde de yolun başında olmaları, teknoloji yatırım süreçlerini verimsizleştirerek bir yatırım darboğazı oluşmasına sebep olmaktadır. Bu noktada, Türkiye’nin üç adımdan oluşan kapsayıcı bir yol haritasına göre hareket etmesi elzemdir.

- Türkiye’de öncelikle, şirketlerin önündeki engellerin belirlenerek yatırımlara yaşam suyu olacak hamleler yapılması gerekmektedir. Bu sayede, önü açılan yatırım süreçlerinin hızlandırılması mümkün olacaktır
- Ardından atılması gereken adım, teknoloji uygulama seviyesi arttıkça karşılaşılabilecek sorunları şimdiden saptayarak önlemine almak ve yatırımların sürdürülebilir olmasını sağlamak için geleceğe yatırım yapmak olmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için insan kaynağı ihtiyacının öngörülmesi ve gelecekte karşılaşılabilecek veri güvenliği, bağlantı standartları ve ağ altyapısı gibi engellerin de tahlil edilmesi gerekmektedir
- Son olarak, Türkiye’deki inovasyon ekosisteminin geliştirilmesi ve sanayide dijital dönüşümün gerçekleştirilmesiyle yaratılan değer Türkiye’de kalması sağlanmalıdır.

Bunların yanında, dijital dönüşümü gerçekleştirebilmek için atılması gereken adımlar oluşturulacak programlar ve mekanizmalar ile desteklenmelidir.



## Şekil 7: Türkiye'nin Yol Haritası



Bütün yol haritası unsurlarının desteklenmesi için sürdürülebilir bir ekosistemin yaratılması son derece önemlidir. Bu doğrultuda özel sektörün, kamunun ve diğer paydaşların üzerine düşen önemli roller de bu çalışma kapsamında tanımlanmaktadır.

### Yatırımları Hedefe Yönlendirmek

Şirketler, küresel ölçekte rekabetçi kalabilmek için daha da karmaşıklaşan teknolojiler konusunda yetkinlik kazanma baskısını üzerlerinde her geçen gün daha fazla hissedecektir. Yeni nesil teknolojilerin faydalarını değerlendirebilmek ve sağlıklı yatırım kararları vermek için gereken yetkinlik çitası da aynı hızda yükselecektir. Var olan durumun uzun vadede devam etmesi halinde, şirketler gerekli yatırımları zamanında yapamadıkları için küresel yarıştan kopma ya da yanlış yatırımlar yaparak rekabetçiliklerini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalacaktır.

Türkiye'de sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilebilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte yılda ortalama yaklaşık 15 milyar TL ve üzeri yatırım yapılması gerekliliği göz önünde bulundurulduğunda<sup>4</sup>, dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde en önemli aktörlerden birinin yatırım kararlarını veren şirketler olacağı ortaya çıkmaktadır. Teknoloji değişim hızının her gün arttığı bir gelecekte şirketlerin sürekli inovasyon başarısıyla öne çıkabilmek için atması gereken bazı adımlar vardır:

<sup>4</sup> Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0, 2016, BCG - TÜSİAD.

1. Şirketler, dijital stratejilerini belirlemeli ve sanayide dijital dönüşüm yol haritasını bu doğrultuda şekillendirmelidir.

Araştırma sonuçlarına göre, şirketlerin oldukça küçük bir kısmının sanayide dijital dönüşüm stratejilerini belirlediği ve bu doğrultuda sorumlu yöneticiler için performans göstergeleri tanımlandığı görülmektedir. Stratejik hedefleri net olarak belirlenmemiş şirketler, diğer uygulama alanlarındaki yetkinlik seviyesini geliştirme süreçlerinde de problemler ile karşılaşmaktadır.

Dönüşümü hayata geçirebilmenin ana unsurları olarak iki temel nokta öne çıkmaktadır:

- Dönüşümün sorumluluğu en üst yönetime ait olmalıdır.
- Dönüşüm, süreçlerin dijital teknolojiler ile geliştirilmesinin yanında yeni iş modellerini ve yetkinlik geliştirme vizyonunu da kapsamalıdır.
- Dönüşüm aynı zamanda, iş yapış şekillerinin ve şirket kültürlerinin yeniden yapılandırılmasını; çevik (agile) çalışma biçimlerinin hayata geçirilmesini ve çok daha geniş ekosistemler ile çalışabilmeyi gerektirmektedir.

Dönüşüm yolculuğuna çıkmış olan şirketler, yıllar sürececek bir maratona başladıklarının farkına varmalı ve sürdürülebilir olmalarını sağlayacak stratejik bakış açısına sahip olmalıdır. Rekabet gücünü uzun vadeli korumak isteyen her şirket gibi Türkiye'deki şirketler de yolculuklarındaki fırsat ve engelleri öngörmeli, olası senaryolara hazırlanmalı ve stratejik yaklaşımlarını sanayide dijital dönüşümün etkilerini düşünerek oluşturmalıdır. Doğru yatırımları saptamak ve yatırımların geri dönüşünü kestirebilmek için gerekli ilk adım mevcut durum analizi yapılarak risklerin ve fırsatların değerlendirilmesi ve bu doğrultuda stratejik hedeflerin belirlenmesi olmalıdır.

Şirketler, sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmek için öncelikli olarak 3 soruya cevap aramalıdır:

- Neden dönüşmeliyim?
- Dönüşüm için neler yapmalıyım?
- Dönüşümü nasıl gerçekleştirebilirim?

Şirketler, öncelikli olarak dönüşüm ihtiyaçlarını belirlemeli ve stratejilerini bu doğrultuda geliştirmelidir. Mevcut durum analizi ile belirlenen gelişim alanları oluşturulan stratejiye paralel olarak önceliklendirilmelidir. Şirketler dijital dönüşüm yolculuğuna ancak bu adımlardan sonra sağlıklı olarak başlayabileceklerdir.

## Şekil 8: Özel Sektörün Dijital Dönüşüm Öncesinde Sorması Gereken Sorular



2. Şirketler, teknolojiler içerisinde kolay erişilebilen, hızlı uygulanabilen ve kar üzerinde en yüksek etkisi olan yatırımları önceliklendirmelidir.

Şirketlerin, en çok fayda sağlayabilecek yatırımları belirlemek için teknoloji uygulama örneklerini incelemesi ve yapılabilecek olan yatırımları şirket ihtiyaçlarına göre önceliklendirmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, yatırım yapılmak istenen teknolojilerin pilot projeler uygulanarak test edilmesi, şirketlerin uygulamalar için fayda/maliyet analizleri yapmasına olanak verecektir. Bir çok ülkede (Örneğin Singapur, Almanya, Fransa) olduğu gibi, şirketler teknoloji enstitüleri bünyesinde ya da sektörel veya bölgesel olarak kurulan model fabrikalarda yer alan demo merkezleri sayesinde dijital teknoloji uygulama örneklerini inceleme ve faydalarını görme fırsatı bulabilmektedir.

3. Şirketler, yaratılan ek karı yeni yatırımların finansmanına yönlendirerek şirket içinde bir “inovasyon döngüsü” oluşturmalı ve yatırımların sürekliliğini sağlamalıdır.

## Şekil 9: İnovasyon Döngüsü



Stratejik yönünü en iyi şekilde planlamış şirketlerin bile teknolojik gelişmelerin hızlandığı gelecekte yerlerini koruyabilmek için stratejik planlamadan fazlasını yapmaları gerekecektir. Rakiplerin yeni teknolojileri kullanarak birbirinden ayrılmaya çalıştığı bu yarışta oyuncuların kalıcı olmalarını belirleyen en önemli faktör doğru teknolojilere yatırım yaparak sürekli inovasyon yapma konusundaki başarı seviyeleri olacaktır.

Şirketlerin stratejilerine uygun ve fayda/maliyet oranı en yüksek teknoloji uygulamaları hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmaları sanayide dijital dönüşüm projelerinin finansmanını da kolaylaştıracaktır. Teknoloji şirketlerinin yaptığı yatırımların arkasında stratejik bir yaklaşım ve fayda/maliyet odaklı bir değerlendirme olması, proje finansmanı sağlayacak kurumların risklerini azaltarak kredi değerlendirmelerinde pozitif bir etki yaratacaktır.

### **Geleceği Bugünden Şekillendirmek**

Şirketler dijital dönüşüm yolculuğunda ilerledikçe karşılaştıkları engeller de değişecektir. Bu doğrultuda, bugünden önlem alınması gerektiğini öngördüğümüz iki ana unsur bulunmaktadır:

- Mevcut insan kaynağının dönüşüme hazırlanması, konu hakkında uzman iş gücünün Türkiye'ye çekilmesi ve var olan insan kaynağının korunması
- Şirketlerin veri toplama ve değerlendirme stratejisine sahip olması ve gelecekte ihtiyaç duyulacak olan ağ altyapısı, bağlantı standartları ve veri güvenliği sistemlerine bugünden yatırım yapması

#### **Kalifiye Çalışan Eksikliği Gelişmiş Ülkelerde de Ön Planda**

BCG'nin 2016 yılında Amerikan ve Alman şirketler ile gerçekleştirdiği araştırma, şirketlerin sanayide dijital dönüşüme engel teşkil ettiğini düşündükleri en önemli faktörleri ortaya koymuştur. Şirketler kalifiye çalışan yetersizliğini dijital dönüşümün önündeki en kritik engel olarak görmektedir.

Öte yandan, Yatay/Dikey ve Büyük Veri Analizleri gibi dijital teknolojilerin uygulamaları, depolanacak ve işlenecek olan verilerin güvenliği konusunu şirketlerin gündemine getirmektedir. Araştırmaya katılan şirketlerin veri güvenliği riskini, sanayide dijital dönüşümün önündeki ikinci büyük engel olarak tanımlaması veri güvenliği konusunda farkındalığın oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Dönüşüm yolculuğuna başlamış ülkelerde bir numaralı engel olarak kalifiye çalışan yetersizliğinin gösterilmesi, Türkiye'nin de dönüşüm konusunda yol kat ettikçe kalifiye çalışanlara daha fazla ihtiyaç duyacağı anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda, **mevcut insan kaynağının sanayide dijital dönüşüme hazır hale getirilmesi** şirketlerin ele alması gereken en temel konulardan bir diğeri olarak görülmektedir. Yalnızca imalat süreçlerinden sorumlu iş gücünün değil, pazarlama, satış ve finans fonksiyonlarında çalışan kişilerin de teknolojik olarak yetkin hale getirilmesi, sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmiş tam entegre sistemlere sahip bir şirket için kritik öneme sahiptir.

**Yurtdışından transfer edilebilecek insan kaynağı**, teknoloji uygulama alanları hakkındaki uzmanlığı da beraberinde getirmektedir. Şirketlerin teknoloji yatırımlarının yanında konu hakkında uzman kişileri transfer etmesi, şirket içerisinde var olan insan kaynağının gelişmesini de hızlandırmaktadır.

Türkiye'de gelecekte karşılaşılabilecek diğer engellerin saptanarak gerekli önlemlerin alınması kritik önem taşımaktadır. Türkiye, veri yoğunluğu yüksek dijital teknolojiler konusunda henüz pilot uygulama aşamasında olmasına rağmen adaptasyon hızı yüksektir. Günümüzde az sayıda şirketin stratejisi içerisinde bulunan **veri toplama ve değerlendirme** stratejisi, gelecekte yaygın bir uygulama haline gelecektir. Veri analizlerinden yaratılabilen katma değer her geçen gün artmasıyla, veriye sahip olmanın önemi de artmaktadır. İmalat süreçlerinde yer alan akıllı sistemlere girdi olarak kullanılacak veriler, belirlenen strateji sayesinde büyük yatırımlara gerek olmadan toplanabilecektir. Bu sebeple, veri toplama ve değerlendirme perspektifinin dijital dönüşüm stratejisinin merkezine yerleştirilmesi gerekmektedir. Şirketler, veri stratejisini bugünden oluşturarak gelecekte kendilerini ürettikleri ürün, taleplere cevap verme hızı gibi alanlarda farklılaştırmak için veri yetkinliğini kullanabileceklerdir. Yatay/Dikey Entegrasyon, Bulut ve Büyük Veri Analizleri gibi teknolojilerin uygulama seviyelerinin yükselmesi ile şirketler veri güvenliği kaygısını gündemlerine taşımaktadır. Bunun yanında, dönüşüm yolculuğuna başlamış olan ülkelerin veri güvenliği kaygısı, dijital teknolojiler için veri güvenliği ve veri gizliliği konularında net bir yasal düzenlemenin gerekliliğine işaret etmektedir.

Şirketlerin günümüzde teknoloji altyapısı konusunda yetkinlik seviyelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Gelişen teknolojiler şirketlerin her geçen gün daha yüksek standartların yanı sıra daha sağlam internet ve enerji altyapısına ihtiyaç duymasına sebep olacaktır. Teknoloji yatırımları yapılırken gelecekte ihtiyaç duyulabilecek olan bağlantı standartlarına göre adım atmak satın alınan sistemlerin daha uzun süre verimli olarak kullanılabilmesini mümkün kılacaktır.

## Değeri Türkiye’de yaratmak

Sanayide dijital dönüşüm ile yaratılan değerin Türkiye’de kalmasını sağlamak için atılması gereken öncelikli iki adım bulunmaktadır:

- Doğru teknolojilere yatırım yapılmasıyla tedarikçi ekosisteminin geliştirmesi
- Şirketlerin dönüşüm yolculuklarında oluşturulacak olan bir sanayide dijital dönüşüm rehberi ile desteklenmesi

Teknolojilerin yaygınlaşması, Şirketlerin ihtiyaçlarının yazılım ve veri analitiği konularına kaymasına sebep olmaktadır. Geliştirmek için yüksek sermayeli yatırımlar gerektiren donanım teknolojilerinin yanında, pazara giriş bariyerleri görece daha düşük olan ve daha kısa sürede sanayide dijital dönüşüm yetkinliğinin artmasına olanak sağlayan yazılım teknolojilerinin yaygınlığı her geçen gün artmaktadır.

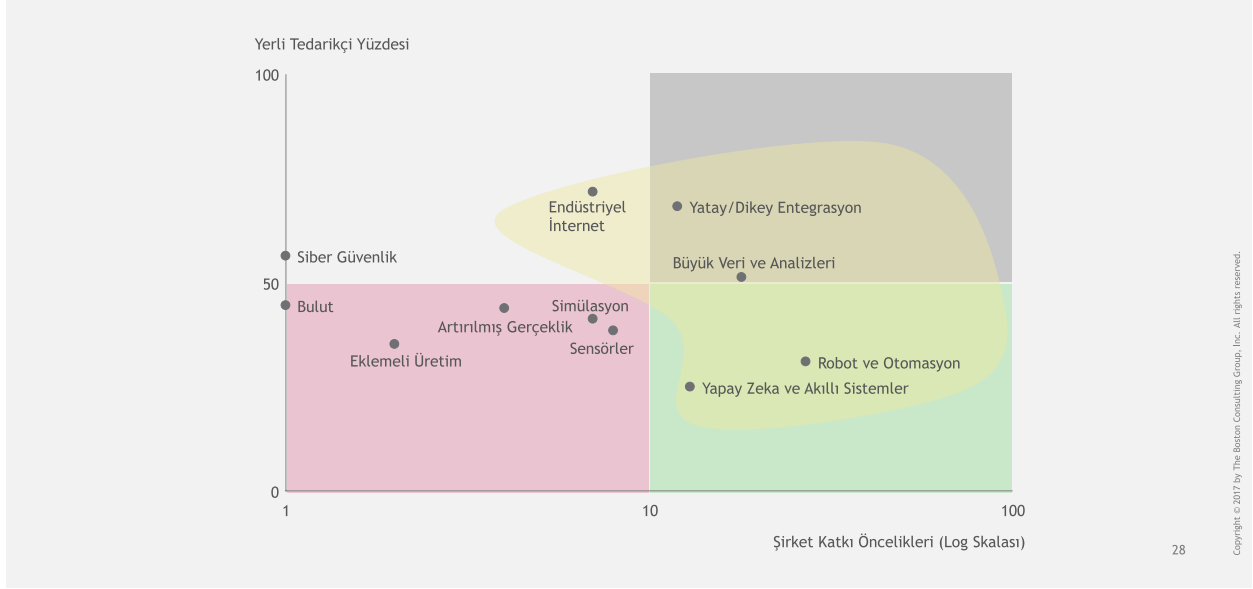
Yerli tedarikçi yetkinlikleri, teknoloji kullanıcısı Şirketlerin ncelikleri ve teknoloji pazarına giriş zorlukları göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’de odaklanılması gereken üç teknoloji bulunmaktadır:

- Yatay/Dikey Entegrasyon
- Büyük Veri Analizleri
- Endüstriyel İnternet

Sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinde yerli tedarikçi oranının yüksek olması tedarikçilerin bu teknolojilerde güçlü olduğuna işaret etmektedir. Yatay/Dikey Entegrasyon, Büyük Veri Analizleri ve Endüstriyel İnternet teknolojileri Şirketler tarafından en çok katkı sağlayacak teknolojiler arasında görülmelerinin yanı sıra araştırmaya katılan Şirketler ağırlıklı olarak bu teknolojilerin ürün ve hizmetlerini yerli tedarikçilerden karşıladıklarını belirtmektedir.

Aynı zamanda katkı beklentisi yüksek olan ancak yerli tedarikçiler tarafından sağlanamayan iki teknoloji bulunmaktadır. Bunlardan daha çok katkı sağlaması beklenen teknoloji Robot ve Otomasyon olmasına rağmen, bu teknolojileri geliştirmek yüksek sermayeli yatırım gerektirmektedir. Diğer teknoloji olan Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler ise yazılım ağırlıklı olması sebebiyle giriş bariyeri görece daha düşük fakat gelecekte veri tabanlı ekonomilerin merkezine oturan bir yetkinlik olarak ön plana çıkmaktadır. Yerli tedarikçiler Yapay Zeka ve Akıllı Sistemler konusunda henüz yeterli yetkinliğe sahip olmamalarına rağmen, bu konulardaki yetkinlik seviyelerini daha düşük sermaye yatırımları ile daha kısa sürede artırma imkanına sahiptir.

**Grafik 20: Dijital Teknoloji Matrisi**



*Kaynak: BCG Anketi, n=108 Teknoloji Kullanıcısı Şirket, n=110 Teknoloji Tedarikçisi Şirket*

Sanayide dijital dönüşüm, teknolojilerin tekil olarak kullanılmasından ziyade farklı teknolojilerin bir arada kullanıldığı uygulama alanları sayesinde gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin, üretim sistemlerinin tam olarak entegre çalışabilmesi için Yatay/Dikey Entegrasyon teknolojilerinin yanında verilerin depolanması ve anlık olarak erişilebilmesi için Bulut sistemlerine ihtiyaç duyulmakta, verilerin korunması için de gerekli Siber Güvenlik yazılımlarının kullanılması gerekmektedir.

Özetle, şirket ölçeğinin ve yatırımlarının önüne geçen veri ve veriden değer yaratma ile ilgili tüm adımlar önceliklendirilmelidir.

Bu doğrultuda, Türkiye’de sanayide dijital dönüşümün gerçekleştirebilmesi için KOBİ’ler öncelikli olmak üzere, bütün şirketlerin desteklenmesi gerekmektedir. Özel sektör, kamu ve akademi işbirliği ile oluşturulacak sanayide dijital dönüşüm rehberi, destek mekanizmaları ve araçları (“*toolkit*”) şirketlerin sanayide dijital dönüşümünü etkinleştirici ve hızlandırıcı etkiye sahip olacaktır.





## **SONUÇ: EKOSİSTEMİ SÜRDÜRÜLEBİLİR KILMAK**

Sanayinin dijital dönüşümü mutlaka paydaşlarla birlikte oluşturulacak bir ekosistem içerisinde başarıyla gerçekleştirilebilecek bir dönüşümdür. Bu ekosistem çerçevesinde şirketler, kamu ve akademi başta olmak üzere tüm paydaşlara önemli roller düşmektedir. Sanayinin dijital dönüşümü sürdürülebilir bir ekosistemle ve tüm paydaşların aktif olarak rol oynayabileceği bir sanayide dijital dönüşüm seferberliğiyle mümkün olabilecektir.

### **Kamuya Düşen Görevler**

***Kamu, şirketlere öncelikli olarak dijital dönüşümü gerçekleştirmek için ihtiyaç duydukları rehberlik ve danışmanlık hizmetlerini sağlamalıdır.***

Araştırma sonuçları şirketlerin Strateji ve Yol Haritası alanındaki yetkinlik seviyelerinin düşük olduğunu ve dijital dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için net bir rehberliğe ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu sebeple, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda kamuya düşen en önemli görev, şirketlerin dijital dönüşüm stratejisi ve yol haritasını geliştirmeleri için gerekli programları oluşturmak olmalıdır. Örneğin, Singapur'da teknoloji enstitüleri, danışmanlık firmaları, girişimciler ve teknoloji sağlayıcı ekosistemlerin birleştirildiği model fabrika ve bunun yanında şirketlere bu ekosistemlerden faydalanma imkanı sunmak için oluşturulan dijital dönüşüm ivmelenme programları kurgulanmaktadır.

Kamu, sanayide dijital dönüşümü hızlandırmak için “Turquality” benzeri dijital dönüşüme desteğe uyarlanmış “ivmelendirme” programlarıyla şirketleri dönüşüm yolculuğunda gerek duyacakları rehberlik ve danışmanlık hizmetlerini almaları için teşvik etmelidir.

***Kamu kurumları, vergi düzenlemeleri ve teşvik mekanizmalarıyla dijital dönüşüm yatırımlarını cazip hale getirmelidir.***

Yatırım darboğazının giderilebilmesi için kamunun elinde iki önemli politika alanı bulunmaktadır; vergi indirimleri ve teşvik mekanizmaları. Vergi indirimleri ve teşvik mekanizmaları ekosistemi geliştirecek şekilde oluşturulmazsa şirketler rekabetçiliklerini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu noktada, teşviklerin şirketlerin performansları temel alınarak dağıtılması ve şirketleri küresel rekabetçiliğe odaklanmaya teşvik edecek gerekli mekanizmaların kurulması kritik öneme sahiptir.

Dijital dönüşümü gerçekleştirmek amacıyla yüksek teknoloji ürünlerine yatırım yapan şirketleri desteklemek için gerekli teşvik mekanizmalarının ve vergi sistemlerinin kurulması sayesinde sektörün yatırım maliyetleri düşürülebilmektedir. Vergi indirimleri

ve teşvikler çeşitli şekillerde verilebilmektedir. Örneğin İtalya’da devlet, şirketlerin dönüşümünü desteklemek amacıyla yüksek teknoloji ekipmanlarda %250’ye kadar amortisman oranı sunmaktadır. Bunun yanında, “Nuova Sabatini”<sup>5</sup> programı kapsamında dijital teknoloji yatırımı yapmak için alınan banka kredilerinin faizinin bir kısmı kamu tarafından karşılanmaktadır.

***Dijital dönüşümle birlikte daha fazla ihtiyaç duyulacak nitelikli iş gücünü sağlamak için kamu tarafından kapsamlı insan kaynağı politikaları oluşturulmalıdır.***

**Mevcut insan kaynağının dönüşüme hazır hale getirilmesi** için kamunun nitelik seviyesi gözetmeden bütün iş gücünü yeniden eğitim programlarına tabi tutarak gerekli dönüşümü hızlandırması gerekmektedir. Örneğin, Singapur’da kamu tarafından kurulan SkillsFuture oluşumu ile çalışanlara özel hazırlanmış eğitim programları sunulmaktadır. SkillsFuture sayesinde çalışanlara gelecekte daha fazla ihtiyaç duyulacak becerileri kazandırarak iş gücünün dönüştürülmesi amaçlanmaktadır.

**Yurtiçinde yetişen insan kaynağını** gelecek için planlamak, sanayide dijital dönüşüme hazır bir iş gücü yetiştirmek için en önemli hedef olmalıdır. Bu doğrultuda üniversitelerde yalnızca mühendislik eğitimi alan kişilerin değil, bütün alanlarda öğrenim gören öğrencilerin müfredatlarına ve yüksek lisans programlarına, gelecekte daha çok ihtiyaç duyulacak olan veri bilimi ve yazılım derslerinin dahil edilmesi ve katılımının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, sanayide dijital dönüşüm teknolojileri ve uygulama alanlarındaki yüksek lisans ya da doktora programlarına verilecek teşvikler çalışan gelişimini destekleyerek nitelikli iş gücünü korumaya yardımcı olacaktır.

**Yurtdışından transfer edilebilecek insan kaynağı,** teknoloji uygulama alanları hakkında sahip oldukları uzmanlığı da beraberinde getirmektedir. Şirketlerin, yurtdışındaki nitelikli iş gücünü kendine çekebilmesi için oluşturulacak teşvikler ve vergi avantajlarıyla desteklenebilmesi gerekmektedir. Güney Kore’de bunu sağlamak amacıyla yabancı teknoloji eksperlerine ve Ar-Ge merkezlerinde istihdam edilen yabancı çalışanlara gelir vergisi indirimi sağlanmaktadır. Öte yandan, tersine beyin göçü programları ile yurtdışında bulunan nitelikli iş gücünün ülkeye dönmesi sağlanmalıdır.

---

5 “*Industria 4.0*” *Italy’s National Plan For Industry. Ministry of Economic Development, [http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/BOOKLET\\_EN-red.pdf](http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/BOOKLET_EN-red.pdf)*

***İlerleyen yıllarda şirketlerin karşılaşacağı problemler saptanmalı, bu doğrultuda gerekli hukuki düzenlemeler ve yatırımlar yapılmalıdır.***

Sanayide dijital dönüşüm teknolojileri hızlı ve etkin biçimde çalışan bilgi iletişim altyapısının yanı sıra yüksek hızlı geniş bant ve kablosuz internet altyapılarına da ihtiyaç duymaktadır. Özellikle sanayi bölgelerinde internet altyapısının sürekli olarak geliştirilmesi şirketlerin dönüşüm süreçlerinin hızlanmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda, kamu yüksek hızlı geniş bant internet kullanımını yaygınlaştırmayı amaçlamalıdır. Örneğin, İtalya'da 2020 yılına kadar şirketlerin tamamının en az 30 Mbps, yarısının da en az 100 Mbps internet erişimine sahip olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, telekomünikasyon şirketleri karlı olmayan bölgelere dahi fiberoptik internet altyapısının kurulması için kamu tarafından teşvik edilmektedir.

Bunun yanında, dönüşüm yolculuğuna başlamış olan ülkelerin veri güvenliği kaygısı dijital teknolojiler için veri güvenliği ve veri gizliliği konusunda net bir hukuki düzenlemenin gerekliliğine işaret etmektedir.

## **Kamu, Özel Sektör ve Akademi İşbirliklerine Düşen Görevler**

***Risk sermayesi için gerekli hukuki altyapı kamu tarafından oluşturulmalı, risk sermayesi fonları kurularak teknoloji tedarikçisi şirketlere yapılan yatırımlar artırılmalıdır.***

Proje finansmanının rahatlamasıyla hareketlenecek olan yerli tedarikçi ekosistemi yatırımcıların daha çok dikkatini çekecektir. Ancak ekosistemin büyüme hızını belirleyen faktör, risk sermayesi fonlarının kurulmasını kolaylaştıracak hukuki düzenlemelerin kamu tarafından hayata geçirilmesi olacaktır. Bunun yanında yatırımların doğru alanlara yönlendirilmesini sağlayacak devlet teşvikleri, ekosistemin kısa sürede ayağa kaldırılmasında kilit rol oynayacaktır.

***Türkiye'de sanayi ile akademi arasında köprü görevi görebilecek, fikri mülkiyeti ticarileştirmeyi amaçlayan bir yüksek teknoloji enstitüsü kurulmalıdır.***

Üretilen fikri mülkiyetlerin ticarileştirilmesi yapılan Ar-Ge yatırımlarının sanayiye olan katkısını artıracaktır. Akademi tarafından üretilen patentleri, araştırmaları ticari olarak kullanılacak ürünlere dönüştüren ve gelirini bu ürünleri sanayi kuruluşlarına tedarik ederek kazanan rekabetçi bir enstitü, sürdürülebilir bir inovasyon ekosistemi yaratılmasına katkı sağlayacaktır. Akademi ile sanayinin arasında bir köprü görevi görebilecek Singapur, Japonya ve Almanya gibi sanayide dijital dönüşüm konusunda yol kat etmiş olan ülkelerde başarılı örnekleri bulunan bir yüksek teknoloji enstitüsü kamu, özel sektör ve akademi arasında işbirliği içerisinde kurulmalıdır.

***Şirketler tarafından akademi ile işbirliği içerisinde kurulacak Ar-Ge ve inovasyon merkezleri kamu tarafından teşvik edilmelidir.***

Şirketlerin teknoloji açısından cazibe yaratacak Ar-Ge veya inovasyon merkezleri kurması varolan insan kaynağı, potansiyel insan kaynağı ve yurtdışından transfer edilebilecek insan kaynağı açısından önemli olacaktır. Yurt dışından transfer edilecek insan kaynağı için teşvik mekanizmaları oluşturulması ve yapılacak yatırımlar konusunda şirketlerin desteklenmesi kritik öneme sahiptir.

***Mevcut iş gücünün korunması ve geliştirilmesi için üniversiteler ile sanayi arasındaki işbirliği artırılmalıdır.***

Var olan nitelikli iş gücünün korunması da en az nitelikli çalışanların yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan iş gücüne katılması kadar önemli görülmektedir. Nitelikli iş gücünün yurtiçinde tutulması ancak çalışan memnuniyetinin sağlanmasıyla mümkün olabilmektedir. Geçici görevlendirme (Örneğin, secondment, exchange programları) ve yarı-zamanlı yüksek lisans programları sayesinde nitelikli iş gücünün gelişmesi sağlanabilirken aynı zamanda çalışan memnuniyeti de yükseltilebilmektedir.

***Odaklanması gereken teknolojiler belirlenmeli, yaratılan değer Türkiye'de kalması için tedarikçi ekosistemi desteklenmelidir.***

Bu noktada, kamunun üzerine düşen görev Türkiye için odaklanması gereken teknolojileri belirleyerek şirketleri ve yatırımları bu alanlara yönlendirmek için gerekli teşvik mekanizmalarını oluşturmaktır. Bu durumun sonucu olarak, yerel pazarda yerli tedarikçilerin kullanım seviyeleri artacak, bu sayede güçlenen yerli şampiyonlar küresel rekabetçiliğini de artırarak ihracat seviyelerini yükseltecek ve yazılım alanında küresel bir marka olma imkanına sahip olacaktır.

## Şekil 10: Dönüşümün Yaygınlaşmasında Paydaşlara Düşen Roller



**Türkiye sanayide dijital dönüşüm yarışındaki pozisyonunu değiştirebilmek için önemli bir fırsata sahiptir.** Bu fırsatın değerlendirilebilmesi için bir an önce harekete geçilmesi, saptanan ihtiyaçların kapsamlı olarak ele alınması ve kamu kurumları ile paydaşlar arasında işbirliğinin tesis edilmesi gerekmektedir. Kamu tarafından desteklenen ve sağlıklı işleyen bir ekosistemin kurulması ve gerekli yatırımların önünün açılmasıyla Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüme liderlik eden ülkeler arasında yer alması mümkün olacaktır. Teknoloji kullanıcısı şirketlerin stratejik yatırımlar konusunda yetkinliğinin artırıldığı, kullanıcı ve tedarikçiler arasında köprü kuran kurumların oluşturulduğu ve finansmana erişimin kolaylaştırıldığı bir ekosistem kurulması sonucunda Türkiye dünyada dijital dönüşüm yolculuğunda örnek gösterilen ülkeler arasında yerini alacaktır. Bu doğrultuda oluşturulacak politikaların ana sanayi ve büyük şirketler ile ekonomimizde çok önemli yeri olan KOBİ'leri de bütünsel olarak kapsamasının yanında şirketlerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesi kritik önem taşımaktadır.



# EKLER

## Operasyon İyileştirme (1/3)

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
1	 Akıllı fabrika	Üretimde kullanılan makinelerin sensörler ve akıllı araçlar yardımıyla siber sistem üzerinden entegrasyonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Makinanın bozulması halinde sistemin otomatik olarak rapor hazırlayıp akıllı telefon uygulaması ya da SMS yoluyla makina sorumlusuna iletmesi</li> <li>Kalıp değişimi ve ayar zamanının ölçülmesi, benchmarklarla karşılaştırılması ve deviasyon olması durumunda kök neden analizi yapılması</li> </ul>
2	 Üretim Yönetimi	Bilgi teknolojileri altyapısı üzerinden üretim ve planlama araçlarını entegre ederek, üretim planlama süreçlerinde gerçek zamanlı üretim verilerinden ve büyük veri analizlerinden yararlanılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim verilerinin dijital olarak üretim planlama araçlarına girilmesini sağlayarak planlama sürecini hızlandırılması</li> <li>Üretim müdürü anlık verileri tablet üzerinden görüntüleyerek üretim hattı üzerindeki kapasite boşluklarını takip edebilir ve bu bilgileri kullanarak verimliliği arttıracak değişiklikler yapabilir</li> </ul>
3	 Gelişmiş robotlar	Sensör sistemleri ile desteklenmiş akıllı robotların ya da İnsanlarla işbirliği içinde çalışan robotların ("cobot") kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robotların yoğun halindeki üretim parçalarını akıllı kameralardan yararlanarak ayrıştırması ve kutulaması</li> <li>Üretim hattında yüksek hassasiyet gerektiren işlemlerin yardımcı robotlarla yapılmasıyla üretim kalitesinin artırılması</li> </ul>
4	 Yardımcı sistemler	Çalışanların üretim süreciyle ilgili bilgilere daha hızlı ve etkili bir şekilde ulaşmasını sağlayarak verimliliği arttıran optik veya akustik temelli akıllı sistemler kullanılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Makine operatörleri ya da montaj çalışanlarının artırılmış gerçeklik gözlükleri sayesinde üretecekleri ürünle ilgili bilgilerini görüntülemesi</li> <li>NFC ve QR coding teknolojileri sayesinde çalışanların üretim hattında herhangi bir lokasyonda üretim yapabilmek için gerekli bilgilere anında ulaşabilmesi</li> </ul>
5	 Eklemeli (3D) üretim	Belli bir malzemeden (örn plastik veya sıvı reçine) yapılan katmanların 3D yazıcılarla üst üste eklenmesiyle yapılan üretim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim makinelerinin yedek parçalarının, üretim kalıplarının, ara mamullerin ve prototiplerin, fabrikanın kendi 3D yazıcıları tarafından ihtiyaç anında ucuz ve hızlı bir şekilde üretilebilmesi</li> </ul>

Kaynak BCG

## Operasyon İyileştirme (2/3)

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
6	 Dijital fabrika tasarımı	Gerçek zamanlı üretim verileri üzerinden dijital ortamda simülasyon ve optimizasyon egzersizleri yaparak fabrika tasarımını ve üretim verimliliğini iyileştirmek	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enerji kullanım simülasyonu yaparak gaz, elektrik ya da benzin sarfiyatını minimuma indirmek</li> <li>Değişik üretim hattı varyasyonlarının dijital ortamda simülasyonunu yaparak olası güvenlik risklerinin önceden saptanması ve kazaların engellenmesi</li> </ul>
7	 Bulut temelli endüstriyel hizmetler	Üretim hattında ki bilgilerin bulut üzerinden paylaşılması ve bulut tabanlı yazılım hizmetlerinin / uygulamalarının üretimde kullanılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Farklı fabrikaların üretim performans bilgilerinin bulut üzerinden toplanması ve bechmark, optimizasyon, "en iyi uygulamalar" gibi araştırmaların yapılması</li> <li>Merkezi bir üretim dokümanları (planlar, 3D modeller, mesai kartları) kütüphanesi kurulması ve farklı noktalardan hızlı erişiminin sağlanması</li> </ul>
8	 Otomatik stok yenileme	Sensör sistemleri depolarda uygulayarak otomatik olarak stok yenilemesi yapılmasını sağlamak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretimde kullanılan bir parçanın kritik stok seviyesine düşmesi akabinde otomatik olarak tedarikçiye sipariş gönderilmesi</li> <li>Akıllı kameralarla donatılmış robotların depo ve üretim hattındaki mamullerin resimli ve rakamlandırılmış envanterini oluşturması</li> </ul>
9	 Dijital fabrika lojistiği	Lojistik süreçlerinden toplanan verilerin yazılım programlarıyla harmanlanması ve çıktıları kullanarak lojistik süreçlerinin merkezi olarak optimize edilmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ürün toplama, taşıma ve paketlenme gibi sipariş hazırlama işlemlerinin otomatik olarak depodaki robotlar tarafından yapılması</li> <li>Merkezi sistem üzerinden yönetilen forkliftlerin rotalarının optimize edilmesi ve forkliftlerdeki cihazlar üzerinden rotalarını görüntülemesi</li> </ul>
10	 Akıllı depo	Akıllı depo teknolojilerinin uygulanması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depo çalışanlarının artırılmış gerçeklik gözlükleriyle ya da barkod okuyabilen eldivenlerle donatılarak verimliliğinin artırılması</li> <li>Büyük veri analizleri ile optimal stok oranı bulunması ve maliyetinin düşürülmesi</li> </ul>

Kaynak BCG

### Operasyon İyileştirme (3/3)

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
11	<b>Şeffaf tedarik zinciri</b>	Birden fazla kurumsal kaynak planlama (ERP) sisteminin tedarik zinciri boyunca yatay entegrasyonu sayesinde uçtan uca görünürlük sağlanması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tedarik zincirindeki her parçanın anlık konumunun uçtan uca görüntülenebilmesi için şirket ve tedarikçi planlama sistemlerinin dikey entegrasyonu</li> <li>Büyük veri analizleri, makro ekonomik tahminler ve geçmişe yönelik fiyat analizlerinden yararlanarak satın alma maliyetlerinin düşürülmesi</li> </ul>
12	<b>Kestirimci bakım</b>	Üretim süreçleri ve arıza verileri arasındaki ilişkileri anlayan algoritmalar üretmek gelecekte oluşabilecek arızaların engellenmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim araçındaki titreşim paternlerinin ölçümüne bağlı olarak makinede oluşabilecek mil hatasının öngörülmesi</li> <li>Arıza teşhis programlarıyla donatılmış makinenin üzerindeki sensörden aldığı bilgileri takip ederek, belli eşiklerin geçilmesi durumunda (basınç kaybı, gaz kaçağı vb.) bulut sistemi üzerinden bakım talebi iletilmesi</li> </ul>
13	<b>Veri odaklı kalite kontrol</b>	Üretim ve kalite verilerini aktif olarak analizi ederek üretim kalitesinin artırılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim hattı iç kontrollerinden ve üretim sonunda yapılan kalite testinden alınan sonuçların ilişkilendirilmesi</li> <li>Kamera ve sensörler kullanarak mamul kalite kontrol verimliliğinin artırılması ve israf oranının düşürülmesi</li> </ul>
14	<b>Entegre ürün geliştirme</b>	Üretim hattı ve ürün yaşam döngüsü arasında iki yönlü bilgi akışı sağlamak ve bilgileri tek kaynaktan toplamak ("Single source of truth" / "Gerçeğin Tek Kaynağı")	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yeni ürün tasarımlarının üretilmeye başlamasından önce dijital ortamda simülasyonunu yaparak prototip maliyetlerinin düşürülmesi</li> <li>CAT / JT 3D modellerini 3D yazıcılara uyarlayarak prototip hazırlama ve test süreçlerini hızlandırmak</li> </ul>

Kaynak BCG

### Performans Yönetimi

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
15	<b>Mobil ve gerçek zamanlı performans takibi</b>	Üretim hattından gelen gerçek zamanlı verileri kullanarak üretim durumunun mobil cihazlardan takip edilebilmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim müdürünün planlanan ve gerçekleşen üretim rakamları arasındaki farkları cep telefonu üzerinden görüntüleyebilmesi</li> <li>Çalışanın kendi performansını canlı olarak özel bir rapor üzerinden görüntüleyebilmesi ve gerekli kararları daha doğru ve hızlı alabilmesi</li> </ul>
16	<b>Elektronik performans panoları</b>	Dikey entegrasyon ile toplanan üretim performans verilerinin gerçek zamanlı olarak görüntülenmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üretim hattı toplam ekipman etkinliğinin gerçek zamanlı olarak görüntülenmesi ve görselleştirilmesi</li> <li>Üretim hattı performansının ekonomik etkisinin canlı olarak operatörleriyle paylaşılması ve ödüllendirmeye ilişkilendirilmesi</li> </ul>

### Çalışan Katılımı

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
17	<b>Sanal eğitim</b>	Sanal eğitim deneyimleri için interaktif sanal ortamlar sunulması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehlikeli ortamlarda çalışan makinelerin temel eğitiminin dijital ortamda ve artırılmış gerçeklik gözlükleriyle yapılması</li> <li>Çalışanların tehlikeli çalışma ortamlarında sergilemesi gereken davranışları simüle ederek sanal ortamda öğreten programlar</li> </ul>
18	<b>Sosyal iş ağı</b>	İş ortamında sosyal medya teknolojilerinden faydalanılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Şirket içinde bilgi akışının, şirket içi iletişimin kişiselleştirilmiş profillerle ulaşılan ortak bir platform üzerinden sağlanması</li> </ul>
19	<b>Çalışan katılımı</b>	Çalışanlar için dijital dönüşüm inisiyatiflerinde daha aktif rol almalarını sağlayacak aktiviteler ve dijital dönüşüm hakkında eğitimler düzenlenmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çalışanların dijital dönüşüm teknolojilerini tecrübe etmelerini sağlayacak tedarikçi demo günleri ya da tedarikçiler tarafından düzenlenen eğitimler</li> <li>Çalışma istasyonlarının çalışan kartını okuyarak operatörü tanıması ve istasyonun yüksekliği, ışık seviyesi, gösterilen iş planlarını özelleştirmesi</li> </ul>

Kaynak BCG



## Temel Bileşenler

	Modül	Tanım	Kullanım Örnekleri
20	 <b>Strateji ve yol haritası</b>	Kapsamlı olarak tanımlanmış ve hedefleri ölçülebilen aşamalardan oluşan bir yol haritası içeren stratejik plan hazırlanması	<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretimden robot teknolojiye geçiş için, 5 senelik bir takvime yayılmış ve içinde "pilot", "değerlendirme" ve "bütün fabrikaya yayılım" gibi adımlarından oluşan bir yol haritası hazırlanması</li></ul>
21	 <b>Yönetişim</b>	Dijital dönüşümün sağlanması için yapılan organizasyonel değişiklikler Dijital dönüşüm seviyesini ölçmek ve geliştirmek için gerekli performans kriterinin belirlenmesi ve ölçülmesi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Şirkette dijital dönüşümden sorumlu bir strateji departmanı kurulması ve dijital dönüşümün şirket içi dijitalleşme seviyesinin düzenli olarak ölçülmesi</li><li>• Strateji departmanı tarafından dijitalleşmeyi hızlandıracak inisiyatifler hazırlanması ve şirket içinde uygulanması</li></ul>
22	 <b>Altyapı</b>	Uygulanan teknolojilerin çalışmasını sağlayacak BT sistemlerinin ve altyapısının hazırlanması Gerekli organizasyonel birimlerin ve hizmetlerin hayata geçirilmesi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretim hattının altına fiber optik kablo döşenmesi ve yüksek hızlı internetin bütün fabrikada ulaşılabilir olması</li><li>• Veri bilimi ve analitiği departmanı kurulması</li><li>• Şirket içinde kullanılan zeki cihazlar üzerinde uzmanlaşmış servis ve bakım ünitesi kurulması</li></ul>
23	 <b>Veri güvenliği</b>	Dijital sistemlerin sürekli ve etkili çalışabilmesi için güvenlik açıklıklarının incelenmesi ve güvenlik mekanizmalarının kurulması	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kişiselleştirilmiş kimlik kartı ve şifre gerektiren güçlü kimlik doğrulama çözümleri</li><li>• Disaster-recovery süreçlerinin oluşturulması.</li></ul>

Kaynak: BCG



**TU SIAD**

**BCG**

THE BOSTON CONSULTING GROUP



ISBN: 978-605-165-024-1