

Endüstri 4.0 ile İletişimin Yeni Yol Haritası

HAFTA XI

ENDÜSTRİ 4.0

Giriş

Endüstri 4.0 literatürde çok kullanılan bir kavram olmasına rağmen herkes tarafından kabul gören bir tanımı yoktur. Detaylı bir literatür taraması sonucunda Endüstri 4.0'ı tanımlayan Hermann vd. (2015:11)'ne göre, Endüstri 4.0 organizasyonların değer zincirinde kullanılan teknolojilerin genel adıdır. Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımıza giren akıllı fabrikalarda siber fiziksel sistemler fiziksel süreçleri izler, fiziki dünyanın sanal bir kopyasını oluşturur ve merkezi olmayan kararlar verirler. Nesnelerin interneti (IoT) teknolojisi ile siber fiziksel sistemler birbirleri ile ve *insanlarla gerçek zamanlı iletişim kurar ve birlikte çalışır*. Hizmetlerin interneti (Internet of Services) sayesinde hem firma içi hem de çapraz örgütsel hizmetler sağlanır ve paydaşlar tarafından kullanılır.

Endüstriyel internet makine, ürün, insan ve sistemlerin birbiri ile *gerçek-zamanlı* bir şekilde *iletişim* halinde olması, birbirine veri aktarması ve bu verilerin anında analiz edilerek süreçlerin sürekli optimize edilmesine zemin hazırlar. Endüstriyel internet dijital dönüşümün en temel unsuru olan nesnelerin interneti ve her an devasa miktarda üretilmekte olan büyük veriyi endüstriyel süreçleri optimize etmek amacıyla işleme kabiliyetine olan ihtiyaca binaen ortaya çıkmıştır (IIoT, 2018; Boyes vd., 2018: 3).

Otonom robotlar sadece kendisine yüklenen fonksiyonları yerine getiren ve belirli işleri yapan robotlar değil, insan hareketlerini izleyerek öğrenebilen ve insanlarla güvenli bir şekilde çalışabilen, iş birliği yapan ve *iletişim* kuran robotlardır (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018c: 334).

Otonom robotların pek çok alanda kullanılmaya başlanması üretimde maliyetlerin düşmesi, kalitede iyileşme, yönetim kolaylığı, uzun ömürlü istihdam, tehlikeli ortam veya uygunsuz hava koşullarında çalışabilme gibi faydalar sağlamaktadır (Gür vd., 2017: 93).

Dikey entegrasyon şirketlerin kendi içindeki birimlerin birbiri ile *gerçek-zamanlı iletişim* halinde olmasını tarif ederken, yatay entegrasyon müşteri, üretici ve diğer paydaşların birbiri ile ve değer zincirindeki farklı üreticiler arasındaki veri aktarımı için kullanılır (Kagermann vd., 2013: 20; Wang vd., 2016). Yatay ve dikey entegrasyon ürün, müşteri, makine ve farklı üreticiler arasında üretim ve tüketim süreçleri boyunca sensörler vasıtasıyla sürekli bir veri aktarımını mümkün kılar.

Dijitalleşmenin Yol Haritası

Önümüzdeki 10 yıllık süreç için hazırlanan Dijital Türkiye Yol Haritası altı bileşenden oluşur. Bu bileşenler insan, teknoloji, altyapı, tedarikçiler, kullanıcılar ve yönetişimdir (BSTB, 2018a).

İnsan

Dijitalleşme yol haritasının ilk bileşeni olan insan dijitalleşen bir toplumda hem süreci yöneten hem de süreçten etkilenen taraf olarak merkezi bir konumdadır. Türkiye’de, dünyadaki pek çok ülkede olduğu gibi, yeni sanayi devrimi için gerekli donanıma sahip insan kaynağı yeterli seviyede değildir. Bu sebeple ihtiyaç duyulan nitelikli işgücünün yetiştirilmesi ve mevcut çalışan yetkinliklerinin bu dönüşüme adapte edilmesine yönelik eğitimler dijital dönüşüm için kilit bir rol oynamaktadır. Sanayide dijital dönüşümle birlikte birçok meslek yok olacak, diğer yandan IT/IoT çözüm mimarı, robot koordinatörü, 3 boyutlu yazıcı mühendisliği gibi yeni meslekler ortaya çıkacaktır (Eğer, 2018). Bu sebeple dijital teknolojiler ve bunların uygulama alanları bilgi ve becerisine sahip işgücünü yetiştirmek ve ilerleyen yıllarda ortaya çıkacak olan farklı nitelik ve beceriye sahip çalışan ihtiyacını karşılamaya yönelik alt yapıyı oluşturmak gereklidir (Kagermann vd., 2013). Dijitalleşme artık tek bir kuşak içinde dahi hızla gerçekleşmektedir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan dijital yeteneklerin altyapısının temel eğitim, mesleki eğitim ve yükseköğrenimle birlikte geliştirilmesi, ayrıca dijital yetenekleri sürekli geliştiren bir öğrenme mekanizması kurulması gereklidir.

İnsan

Dijital teknoloji kullanıcıları ve geliştiricilerine olan ihtiyaç kadar, eğitimcilerine olan ihtiyaç da oldukça yüksektedir. Nitelikli işgücünün yetiştirilmesine yönelik gerekli altyapının oluşturulması için çocuklara küçük yaşlardan itibaren kodlama eğitimi verilmelidir. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programlarını bu ihtiyaçları karşılamaya yönelik olarak değiştirmeye hazırlansa da bu değişikliklerin sonucu ancak orta ve uzun vadede görülebilir. Mevcut niteliksiz ve az nitelikli işgücünün işlerini kaybetmemesi için gerekli yetkinlikleri kazanması ve bir eğitim sürecine dahil edilmesi de dijitalleşme sürecinde istihdam kaybı yaşanmaması için gereklidir. Türkiye’de bu eğitimlerin üniversite bünyelerindeki sürekli eğitim merkezleri, dijitalleştirilmiş teknik kolejler ve meslek yüksekokullarında yapılması planlanmaktadır (BSTB, 2018a: 131).

İnsan

Nitelikli işgücü oluşturmanın yanısıra, dijital dönüşüm konusunda toplumdaki farkındalık seviyesini artırmak da yol haritasının insan bileşeni için önemlidir. Genelde işletmelerin dijitalleşme konusundaki bilgi seviyesinin sadece haberdar olmak ile sınırlı kaldığı düşünülduğünde (TÜSİAD-BCG, 2017: 14), derinlemesine bilgi birikimi için farkındalığın artması ve yaygınlaşması gereklidir. Dijital dönüşüm gibi zorlu ve masraflı bir süreç ancak yüksek farkındalık ve paydaşlar arası işbirliği ile başarıya ulaşabilir.

Teknoloji

Dijital Türkiye Yol Haritasında Türkiye'nin teknoloji altyapısının teknoloji araştırmalarını destekleyecek seviyede güçlü olması ve her türlü işbirliği için uygun bir seviyede olması planlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için dijitalleşme konusunda Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve dijital teknoloji uygulamalarının geliştirilmesi bir eylem alanı olarak belirlenmiştir. Bu bileşende öne çıkan husus teknolojinin alanının hem yatay hem dikey olarak çok geniş olduğudur, teknolojinin pek çok alanında belirli bir seviyede yetkinliğe sahip olmak kolay olsa da her alanda lider olmak gerçekleştirmesi zor bir plandır. Bu sebeple stratejik seçimler yaparak odak sektörler belirlemek ve sonrasında her bir odak sektör için yol haritası oluşturmak gereklidir (BSTB, 2018b).

Teknoloji

Dijital teknolojileri geliştirmekle birlikte mevcut teknolojinin değer zinciri içinde kullanılmasını sağlamak da imalat sektörünün dijitalleşmesi için hayati öneme sahiptir. Hlihazırda üretilen teknolojilerin sanayiye nasıl aktarılacağı tam bir netlik kazanmasa da bu aktarımı yapmaya yönelik merkezlerin kurulması planlanmaktadır (BSTB, 2018a: 134).

Altyapı (Veri İletişim Altyapısı)

Gerçek zamanlı verinin iletimi, depolanması, analiz ve rapor edilebilmesi için veri altyapısının güçlü ve sağlam olması gereklidir. Bu sebeple öncelikle fiziki altyapı ihtiyaçları karşılayacak seviyede olmalıdır (Yıldırım, 2018: 10). Fiziki altyapı ile birlikte iletişim ve veri güvenliği standartlarının geliştirilmesi de dijitalleşmede başarı ve sürdürülebilirlik için önemlidir. Avrupa ülkelerinde sanayide dijitalleşmede veri güvenliği çok önemli bir mesele olarak görülürken ülkemizde özellikle KOBİ'lerde bu konudaki farkındalık çok düşük seviyede kalmış ve önemi henüz anlaşılamamıştır. Ülkemizde yapılan araştırmalarda yetersiz altyapıya rağmen KOBİ'ler bu konuda eksiklikleri olduğunu dile getirmemişlerdir (TÜSİAD-BCG, 2017: 54).

Altyapı (Veri İletişim Altyapısı)

Dijitalleşme için hayati öneme sahip diğer bir altyapı bileşeni de veri iletim standartlarının oluşturulmasıdır. Sanayide dijitalleşmenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için veri iletimi ve diğer tüm altyapı standartlarının belirlenmesi, ve siber fiziksel sistemlerin bu standartlara uygun olarak inşa edilmesi gereklidir. Böylece kullanıcılar sisteme sorunsuzca entegre olup dijitalleşme sürecine dahil olabilirler. Altyapı bileşeninin son halkası ise endüstriyel yazılımların bulut teknolojileri ile buluşup endüstriyel bulutun oluşturulmasıdır. Böylelikle, özellikle KOBİ'ler yüksek miktarlarda bilgi depolama yatırımları yapmadan dijital teknolojilere erişim imkanı elde etmiş olacaklardır (BSTB, 2018a: 143).

Tedarikçiler

Türkiye’de dijital dönüşüm sürecinin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için dijital teknoloji üreten firmaların desteklenmesi, hem sayılarının artması hem de kalite olarak iyileşmelerine imkân tanınması gereklidir. Böylece Türkiye’de dijital dönüşümle ortaya çıkacak olan ürün ve hizmet ihtiyacı karşılanmış olacak, aynı zamanda da küresel ölçekte söz sahibi olan firma sayısı artacaktır. Bu hedef doğrultusunda yerli teknoloji üreten firmaların envanteri çıkarılacak, teknoloji edinim ve geliştirme olanakları zenginleştirilecektir (BSTB, 2018a: 147). Dijital teknoloji ürün ve hizmetlerinin Türkiye’de üretilmesi dışa bağımlılığı azaltıp imalat sanayindeki dijital dönüşümün sürdürülebilirliğini sağlayacak, cari açığın azalmasına ve ülkemizin küresel dijital dönüşüm pazarlarından daha çok pay almasına yol açacaktır.

Kullanıcılar

İmalat sanayinde dijital dönüşümün gerçekleşmesi için sanayicilerin desteklenmesi gerekmektedir. Bu destek, finansal ve teknik danışmanlık verilerek dijital dönüşüm yatırımlarının teşvik edilmesi anlamına gelir. Türkiye'nin teknoloji tedarikçisi şirketleri dijital dönüşüm konusunda karşılaştıkları ikinci büyük engel olarak finansmana erişimi belirtir (TÜSİAD-BCG, 2017: 51). Türkiye'de dijitalleşme sürecinde yatırımların yapılabilmesi için finansal kaynaklara erişimin kolaylaştırılması gereklidir. Ayrıca imalat sanayi işletmelerinin dijital dönüşüm konusundaki bilgi eksikliklerini gidermek amacıyla dijital dönüşüm merkezleri kurulması planlanmaktadır. KOBİ'ler için dijital dönüşüm pilot destek programı geliştirilecek, bu pilot programlardan elde edilen geri dönüşlere göre nihai dijital dönüşüm programları uygulamaya konulacaktır. Pilot uygulamalara başlanacak ilk il Gaziantep olarak belirlenmiştir (Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu, 2018).

Yönetişim

Bu bileşen ile Türkiye imalat sanayinin dijital dönüşüm sürecini yönlendirecek ve paydaşlar arasında koordinasyonu sağlayacak etkin bir yönetim yapısının kurulması hedeflenmektedir (BSTB, 2018a: 156). Yukarıda belirtilen beş bileşen kapsamında hayata geçirilecek projelerin kurumsal bir çatı altında organize edilmesi gereklidir. Bu amaç doğrultusunda ülkemizde kurulmuş olan Dijital Dönüşüm Platformu, kamu sektörü, özel sektör ve sivil kuruluşların birlikte aynı hedef için çalıştığı güzel bir örnektir. Kısa vadede bu platformun kurumsallaştırılması planlanmaktadır. İmalat sanayi dijital dönüşümü birçok bakanlık, kamu kurum ve kuruluşları ile STK'ları ilgilendirdiği için sürecin her aşamasında tüm kurumların katılımı sürecin verimliliği ve başarısı için çok önemlidir (BSTB, 2018a: 157).

Yönetişim

Dijital dönüşüm yol haritasının 4. ve 5. bileşenleri olan tedarikçiler ve kullanıcıların ayrı ayrı desteklenmesi şüphesiz onları bu sürece hazırlamayı hedeflemektedir. Ancak bu iki grubun birlikte çalışmasını sağlamak, birlikte iş yapma kültürünü geliştirmek Türkiye’de teknoloji ekosisteminin gelişmesi ve sürdürülebilirliği için çok önemlidir. Bu sebeple, yönetim bileşeninin eylem alanı Dijital Türkiye Yol Haritası’nda belirtildiği gibi sadece sanayide dijital dönüşüm platformunun kurumsallaşması olmamalı, tüm ekosistemin başarılı bir şekilde yönetilmesi ve bunun için alınması gereken tedbirleri de içermelidir.

Almanya'nın Endüstri 4.0 Yolculuğunda Sekiz Anahtar Alanı

Standardizasyon ve Referans Mimari

Kagermann vd. (2013: 39) standartların teknik olarak tanımlanması ve uygulanmasını 'referans mimari' olarak adlandırır. Sistemler sistemi olarak tarif edilen Endüstri 4.0'ın hayata geçirilmesi için ürün, hizmet ve süreçlerin tamamının standartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Üretim süreçlerinde tüm paydaşlara ortak bir çerçeve sunan referans mimari ve Endüstri 4.0 terminolojisinin belirlenmesi ve kavramların herkes tarafından kabul gören ortak tanımlarının yapılması dijital dönüşümün gerçekleşmesi için çok önemlidir. Ayrıca, ülke içinde kabul gören standartlar, referans mimari ve ortak terminoloji belirlendikten sonra bunların küresel düzlemde birbiri ile denkleştirilmesi gerekecektir (BMWİ, 2017: 5). Bu denkleştirme hâlihazırda globalleşmiş olan üretim ve tüketim zincirlerinin bir gerekliliğidir. Alman şirketlerine göre Endüstri 4.0 devrimi hayata geçirilirken karşılaşılabilecek en büyük problem standartlaşma olacaktır (VDMA, 2013: 6).

Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi

Sanayide dijital dönüşüm ile birlikte ürün ve hizmetler kişiye özel olarak üretilecek, üretim ve lojistik süreçleri daha dinamik olacaktır. Bu durum süreç yönetiminde karmaşıklığın artması anlamına gelmektedir. Kagermann vd. (2013: 6) bu karmaşıklığın iyi bir modelleme ile aşılabileceğini savunur. Modelleme, süreçlerin planlanmasını ve anlaşılmasını kolaylaştıracak, aynı zamanda manuel faaliyetlerin otomasyonunu mümkün hale getirerek fiziksel dünyada yapılması gereken işlerin dijital ortamda da yapılmasına olanak sağlayacaktır. Ancak, modelleme yüksek uzmanlık gerektiren bir alandır. KOBİ'lerin bu konuya kaynak ayırması zor olacağı için modelleme konusunda şirketlere devlet tarafından teknik ve finansal destek verilmesi gerekir.

Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı

Her tür nesne, insan ve sistemden sensörler aracılığıyla toplanan verinin anında işleneceği ve üretim süreçlerinin bu gerçek zamanlı veriyi kullanacağı yeni dönemin can damarı geniş kapsamlı, güvenli ve yüksek kalite bir internet ağıdır. Önceleri nesnelerin (internet of things) ve her şeyin (internet of everything) interneti olarak tanımlanan bu kavram daha sonra 'endüstriyel internet' olarak kullanılmaya başlanmış (Industrial Internet Concoortium, 2018) ve öncelikle firmaların, daha sonra da evlerin ve tüm ülkenin kesintisiz internet alt yapısının kurulması dördüncü sanayi devriminin en birincil şartı olmuştur. Ayrıca, üretim ağlarının sadece ülke sınırları içinde kalmadığını düşünürsek, beraber iş yapılan ülkelerde de kesintisiz ve yüksek kalite internet ağı olması gereklidir (Kagermann vd., 2013: 6).

Emniyet ve Güvenlik

Alman Standartlaşma Yol Haritası (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016: 6) rn ve üretim tesislerinin evre ve insanlar için herhangi bir tehlike arz etmemesini emniyet (safety), şirketlerin sahip oldukları veri ve işletmeye özel bilginin izinsiz erişim ve kötüye kullanma durumuna karşı korunmasını ise güvenlik (security) olarak tanımlamaktadır. Günümüzde fabrikalar ve üretimden kaynaklı zararlardan evre ve insanları korumaya yönelik pek çok kanun ve yönetmelik vardır. Ancak, sanayide dijitalleşme sonucunda gittikçe daha çok önem kazanacak olan veri güvenliği meselesi üzerinde henüz çok çalışılmamış ve kurallar, kanunlar tanımlanmamıştır. Sanayide dijital dönüşüm süreci hızlandıkça şirket ve kişiler yepyeni güvenlik sorunları ile karşılaşacaktır (TÜSİAD-BCG, 2016: 28). Almanya bu konuda henüz sistem baştan tasarlanırken hukuki alt yapının da oluşturulması gerektiğini düşünmekte ve bu konuda çalışmalar yapmaktadır (BMWİ, 2018a).

İş Organizasyonu ve Tasarımı

Sanayide dijital dönüşümle birlikte hayatımıza giren akıllı fabrikalarda çalışan rolleri önemli ölçüde değişecektir. Gerçek-zamanlı veri akışından kaynaklı değişiklikler çalışanlar üzerindeki kontrolü artıracak, iş içeriği, süreçler ve iş ortamı büyük bir dönüşüm geçirecektir. Bu nedenle Alman Standartlaşma Yol Haritası işletme içindeki organizasyona sosyo-teknik bir yaklaşım getirilmesini, çalışanların iş dizaynına katılımını artıracak ve hayat boyu öğrenmeyi sistematik hale getirecek projeler geliştirilmesini önerir (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016: 6).

İş Organizasyonu ve Tasarımı

4. Sanayi devrimine kadar çalışanlar kendi işlerini kendileri yönetirken, dijital devrimle birlikte robotlarla birlikte çalışmaya başlayacaklar, zaman zaman kişisel tecrübeleri ile sanal dünyanın kendilerinden beklentileri arasında tereddüt yaşayacaklardır (Kagermann vd., 2013: 53). Bunun sonucunda çalışanların makine ve robotlar karşısında kontrol kaybı hissine kapılmaları, işe ve iş yerine karşı yabancılaşmaları beklenebilir (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018b). Diğer yandan, sanayide dijitalleşme ile birlikte az nitelikli iş gücüne olan talep azalacak ve çalışanların yeni beceriler edinmesi zorunlu hale gelecektir (Gür vd., 2017). İş yaşamı ve çalışanların hayatında yaşanacak bu değişikliklerin göz önüne alınarak gerekli önlemlerin bir an önce hayata geçirilmesi dijital dönüşümün toplumun tüm kesimlerinde kabul görmesini kolaylaştıracaktır.

Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim

Sanayide dijital dönüşüm ile birlikte işyerleri ve üretim süreçleri günümüzde olduğu gibi sadece fiziksel dünya ile sınırlı kalmayıp, gerçek dünya ve sanal dünyanın bir birleşimi olacaktır. Ayrıca, bu ortamda insan-insan etkileşimi kadar insan-robot etkileşimi de söz konusu olacaktır. Çalışanların bu yeni ortama uyum sağlaması ancak bu dönüşüme inanmaları ve onun gereklilikleri doğrultusunda kendilerini geliştirmeleri ile mümkün olabilir (Kagermann vd., 2013: 53). Almanya bu gereksinimi karşılamak için, eğitimciler ve imalat sektörünü bir araya getiren, işletme ve yüksek ğretim kurumları arasında ortaklıklar kuran, niversite ve mesleki eğitime ek olarak, işe yerleştirme ve ileri aşama çalışma kurslarını uygulamaya koyan bir yaklaşım izlemektedir (German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0, 2016).

Düzenleyici Çerçeve

Büyük veri, sensörler ve robotların üretim süreçlerinde ve hayatımızda büyük bir yer kaplayacağı düşünüldüğünde mevcut düzenleyici çerçevenin karşılaşılabilecek yeni sorunları çözmekte yetersiz kalacağı çok açıktır. BCG (Boston Consulting Group)'nin 2016 yılında Amerikan ve Alman şirketlerle yaptığı anket sonuçlarına göre veri güvenliği dijitalleşen dünyanın ikinci en büyük sorunu olacaktır (TÜSİAD-BCG, 2017: 53). Bu konuda gerekli olan kanuni düzenlemeler dijital sistemler henüz tasarlama aşamasındayken yapılmalıdır. Böylelikle hem ilerleyen zamanlarda karşılaşılabilecek problemler azaltılabilir hem de mevcut kanunların yaşanan sorunları çözemeyerek yaptırım eksikliği sorunu yaşamalarının önüne geçilebilir (Nuroğlu ve Nuroğlu, 2018b: 1402).

Düzenleyici Çerçeve

Almanya, sadece kendi içinde veri güvenliği standartlarının iyileştirilmesini yeterli bulmaz, aynı zamanda birlikte iş yaptığı ülkelerdeki standartların da aynı seviyeye getirilmesini gerekli görür (BMWİ, 2018a: 12), çünkü AB normlarına göre veri koruma standartları düşük ülkelerle veri paylaşımı sınırlı tutulmaktadır (Kagermann vd., 2013: 60). Bu noktada, AB ülkeleri ile çok yoğun iş yapan Türkiye gibi ülkelerin şimdiden bu konuda gerekli önlemleri almaları ve sıkı veri güvenliği tedbirleri uygulamaları gelecekte iş ve pazar kaybı yaşamamaları için gereklidir. Ayrıca hukuki düzenlemelerin sadece sorun çözme odaklı değil inovasyonu destekler nitelikte olması, bir yandan şirketlerin sır denilebilecek bilgilerini korurken diğer yandan da yatay ve dikey entegrasyonun gerektirdiği ölçüde veri aktarımını mümkün kılması önemlidir (Kagermann vd., 2013: 58).

Kaynak Verimliliği

Üretim ve tüketim süreçlerinde kaynakların verimli kullanılması üretim maliyetleri ve etkinlik açısından önemlidir. En büyük hammadde ve enerji tüketicisi olan imalat sanayi bir yandan çevreyi korumak, diğer yandan da üretimde ihtiyaç duyulan hammadde ve enerjinin arz güvenliğini sürdürülebilir kılmak zorundadır. Bu noktada daha etkin ve verimli üretim sözü veren dijital dönüşümle birlikte gelen karanlık akıllı fabrikalar, daha az insan ve daha az maliyet anlamına gelen yeni iş tasarımları enerji tüketimini asgari seviyeye indirecektir (Kagermann vd., 2013: 62).

Türkiye ve Almanya'nın Dijital Dönüşüm Yol Haritalarının Temel Bileşenleri

Tablo 1: Türkiye ve Almanya'nın Dijital Dönüşüm Yol Haritalarının Temel Bileşenleri

Dijital Türkiye Yol Haritasının 6 Temel Bileşeni	Alman Standartlaşma Yol Haritasının 8 Anahtar Alanı
1- İnsan	1- Standardizasyon ve Referans Mimari
2- Teknoloji	2- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi
3- Altyapı	3- Kapsamlı Geniş Bantlı Altyapı
4- Tedarikçiler	4- Güvenlik ve Emniyet
5- Kullanıcılar	5- İş Organizasyonu ve Tasarımı
6- Yönetişim	6- Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim
	7- Düzenleyici Çerçeve
	8- Kaynak Verimliliği

Kaynak: BSTB (2018a: 120); German Standardisation Roadmap for Industrie 4.0 (2016).

Endüstri 4.0 Uygulamalarında Sıklıkla Karşılaşılan Sorunlar

Tablo : Alman Şirketlerin Endüstri 4.0'ı Hayata Geçirme Aşamasında Sıklıkla Karşılaştıkları Problemler ve Bu Sorunların Alman Standartlaştırma Yol Haritası ile İlişkilendirilmesi

Endüstri 4.0 Uygulamalarında Karşılaşılan Problemler	Problemin Anahtar Alan ile İlişkisi
Dijital dönüşümün çalışanlar, bölüm şefleri ve müşteriler tarafından kabul görmemesi	- İş Organizasyonu ve Tasarımı - Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim
Veri sorunları	- Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı - Emniyet ve Güvenlik
Firma içinde koordinasyon sorunları	- İş Organizasyonu ve Tasarımı - Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi
Mevcut yapının Endüstri 4.0 uygulamalarını zorlaştırması	- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi - İş Organizasyonu ve Tasarımı - Düzenleyici Çerçeve
Tanımlanmamış standartlar	- Standardizasyon ve Referans Mimari
Aynı işin farklı katmanlarda yapılmasından kaynaklı ara yüz problemleri	- Karmaşık Sistemlerin Yönetilmesi - İş Organizasyonu ve Tasarımı
Yetersiz kapasite	- Kapsamlı Geniş Bantlı Alt Yapı - Düzenleyici Çerçeve - Eğitim ve Sürekli Mesleki Gelişim

Kaynak: Industry of Things (2018) ve Kagermann vd. (2013) kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Geliştirilmesi Gereken Alanlar

Tablo : Türkiye'deki Teknoloji Şirketleri Ekosisteminde Geliştirilmesi Gereken Alanlar

Teknoloji Ekosisteminde Geliştirilmesi Gereken Alan	Sorunun Dijital Türkiye Yol Haritasında İlişkili Olduğu Bileşen
1- Kullanıcı ve tedarikçilerin birlikte iş yapma kültürü	- Kullanıcılar - Tedarikçiler - Yönetişim
2- Teknoloji ve yönetim konularında danışmanlık imkânları	- Teknoloji - Yönetişim - İnsan
3- Kullanıcıların finansmana erişim imkanları	- Kullanıcılar - Altyapı - Teknoloji
4- Kullanıcıların değer zincirindeki diğer oyuncularla iş birliği yapabilme kültürü	- Kullanıcılar - Yönetişim - Tedarikçiler - İnsan

Kaynak: BSTB (2018a) kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Kaynakça

- NUROĞLU, E., & NUROĞLU, H. H. (2018). TÜRKİYE VE ALMANYA'NIN SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ: YOL HARİTALARI VE ŞİRKETLERİN KARŞILAŞTIRMASI. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1537-1560.

Kaynakça

- NUROĞLU, E., & NUROĞLU, H. H. (2018). TÜRKİYE VE ALMANYA'NIN SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜ: YOL HARİTALARI VE ŞİRKETLERİN KARŞILAŞTIRMASI. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1537-1560.