



SANAYİ 4.0 BİLGİ NOTU

Ocak 2018

Giriş

Sanayi 4.0, imalat sanayi sistemleri ile ürünlerin tasarımı, üretimi, operasyonu ve hizmetlerinde dijitalleşmeye yönelik hızlı değişime verilen isimdir.

Sanayi 4.0 ifadesi, bu sürecin dünyanın geçirdiği dördüncü sanayi devrimi olacağı anlayışı ile verilmiştir. Birinci sanayi devrimi, 18. Yüzyılda buhar makinelerinin icadı ile gerçekleşmiştir. 19.Yüzyılda üretimde elektriğin kullanılmaya başlanması ve işbölümüne dayalı seri üretime geçilmesi ile ikinci sanayi devrimi yaşanmıştır. 1970'lerde elektronikleşme ve bilgi teknolojileri sayesinde otomasyonda yeni bir seviyeye ulaşılması ile üçüncü sanayi devrimi başlamıştır. Bugün ise dijital teknolojiler ve internet sayesinde akıllı fabrikaların kurulması dördüncü sanayi devriminin temelini oluşturmaktadır.

Daha önceleri, teknoloji insanın kol gücünün uzantısıyken, Sanayi 4.0 ile zihin gücünün uzantısı haline gelmiştir.

Sanayi 4.0, bir dizi yeni ve yenilikçi teknolojik gelişmeyi beraberinde getirmektedir. Bunlar arasında, büyük veri ve analizi, akıllı robotlar, simülasyon, zenginleştirilmiş gerçeklik, yatay/dikey yazılım entegrasyonu, eklemeli üretim (örneğin 3D baskı), nesnelerin interneti (donanıma entegre sensörler ağı), bulut bilişim, siber güvenlik bulunmaktadır.

Üretimin dijitalleşmesi sonucunda gerçekleşecek değişiklikler şu şekilde özetlenebilir:

- Kurulacak akıllı fabrikalar sayesinde üretimde esneklik artacaktır. Üretim sürecinin otomatize edilmesi, ürün hakkındaki verilerin üretim zinciri sırasında aktarılabilmesi ve ayarlanabilir robotların kullanılması gibi yenilikler, üretim yapan makinelerin müşteri taleplerine göre yeniden ayarlanmasına ve isteğe göre özel üretim yapılmasına imkân verecektir. Bu tarz esneklik ayrıca prototip ve yeni ürün üretilmesini kolaylaştıracağı için yenilikçiliği de destekleyecektir.
- Dijital teknolojiler sayesinde üretim hızlanacaktır. Üretim süreçlerinin sanal olarak modellenebilmesi ve veriye dayalı tedarik zinciri kurulabilmesi sayesinde bir ürünün tasarlanıp piyasaya sürülmesi arasında geçen süre kısalmaktadır.
- Sensörler sayesinde üretilen her ürünün kalitesi anında tespit edilerek, üretime anında müdahale edilebilmesi mümkün olacaktır. Dolayısıyla, ürün kalitesinde belirgin bir artış olacaktır.
- Bilginin dijitalleşmesi ile ürün yaratma ve kullanma evrelerindeki sistemlerin entegre olması için bilgi ve iletişim teknolojileri (*information and communication technology – ICT*) yoğun olarak kullanılacaktır. Benzer şekilde, üretimde akıllı robotlar, eklemeli üretim (*additive manufacturing*) aletleri gibi ICT sistemlerinden yararlanılacaktır.

- Kullanılacak yeni tekniklerle imalat sanayide verimliliğin yüzde 20 oranında artması beklenmektedir. Yeni fabrikalar, gece saatlerinde üretime devam eden robotlar yardımıyla üretimlerini artıracaktır.
- Gerek imalat tesisleri gerekse tedarikçi ve dağıtımıcılardaki makine, iş ürünleri, sistem ve insanlar birbirlerine kablosuz ağlar üzerinden bağlanacaktır. Bu bağlantısının hızlı ve etkin şekilde sağlanmasında 5G teknolojisinden yararlanılacaktır.
- Ürün ve hizmet geliştirme süreçleri, anlık olarak müşteriye özel ürün geliştirme ve müşterinin de ürün geliştirme sürecine dâhil olduğu açık yenilikçilik mümkün olacaktır.

Dijital Dönüşüm ve Avrupa

Sanayi 4.0 kavramı Almanya’da ortaya çıkmış ve bu terim ilk olarak, dünyanın en büyük endüstri fuarı “Hannover Fair 2011”de kullanılmıştır. Alman hükümeti aynı yıl, Yüksek Teknoloji 2020 Girişimi kapsamında, Sanayi 4.0 Projesini hayata geçirmiştir. 200 milyon avro bütçe ayrılan Projeye, Almanya’nın endüstriyel imalat alanındaki liderliğini koruyarak, bu kapsamda dijital bir yapısal değişim yaşanması amaçlanmaktadır. Alman Şansölye Angela Merkel, Sanayi 4.0’ı “dijital teknoloji ve internetin konvansiyonel sanayi ile birleştirilmesi sonucu sanayi üretiminin tüm evrelerinin dönüşümü” olarak tarif etmiştir. Alman sanayi devleri BMW, Bosch ve Siemens üretim akışlarında uyguladığı değişiklikler ve stratejileriyle Sanayi 4.0 devrimine öncülük etmektedir.

Örnek 1: *Bosch firması, makineler ve ürünlerin birbirlerinden haberdar olduğu bir üretim akışı üzerine çalışmaktadır. Hamburg'daki Bosch fabrikasında denenen pilot projede, ürünün kendisinin, onu üreten makinenin ve takibini yapan insan faktörünün aynı iletişim dilini konuşması amaçlanmaktadır. Akıllı üretim bandı, gelen ürün türüne göre karar vererek işlem yapabilmektedir. Farklı ürünlerin parçaları, aynı bantta işlem görebilirken, ürünlerin yeni geliştirmelere açık olmaları ve modülerlik sağlanmaktadır. Tüm bu karmaşık iletişim ağıyla oluşan veriler, takibi yapan çalışanların ekranlarına eş zamanlı olarak düşmektedir.*

Örnek 2: *“Smart City” projesi ile yol çalışmalarını ve park alanlarını takip ve optimize ederek veri üreten bir ulaşım ağı oluşturulacaktır. Sanayi 4.0 için bir mobil uygulama örneği olan Smart City, ilk olarak Monaco şehri için kullanılacaktır.*

Avrupa Parlamentosu Araştırma Servisi tarafından 2015 yılında yayımlanan “Üretkenlik ve Büyüme için Dijitalleşme” isimli Rapora göre, Sanayi 4.0 küresel imalatta yüzde 6 ile 8 arasında verimlilik kazancı sağlayacaktır. Girişimin sadece Almanya’da, 10 yıl boyunca Gayrisafı Yurtiçi Hasılda (GDP) yıllık yüzde 1 artış ve 390.000 iş alanı yaratacağı düşünülmektedir.

Komisyon’un 2012 yılında yayımladığı “Büyüme ve Ekonomik İyileşme için Daha Güçlü Avrupa Sanayisi” başlıklı sanayi politikası güncellemesinde, AB genelinde imalat sanayisinin katma değerini 2020 yılına kadar yüzde 20 oranında arttırma hedefi koyulmuştur. Bu kapsamda tanımlanan altı önceliğin üç tanesi (ileri imalat, temel yardımcı teknolojiler ile akıllı “grid”ler ve dijital altyapılar) Sanayi 4.0 kapsamında değerlendirilmektedir.

Komisyon’un 2014 yılında yayımladığı “Avrupa Sanayi Rönesans’ı” başlıklı sanayi politikası güncellemesinde, dijital teknolojilerin (bulut bilişim, büyük veri, sını internet uygulamaları, akıllı fabrikalar, robotlar gibi) Avrupa’nın verimliliğini arttırmak için hayati önem taşıdığı belirtilmiştir.

Dijital Tek Pazar Stratejisi ise, dijital teknolojilerin Tek Pazar'a entegre edilmesi hususuna vurgu yapmaktadır. Avrupa Komisyonu, bu çerçevede 2015 yılında "Avrupa Sanayisini Dijitalleştirme Stratejisi"ni yayımlamıştır.

Komisyon, Eylül 2017'de "Akıllı, Yenilikçi ve Sürdürülebilir Sanayiye Yatırım: AB için Yeni bir Sanayi Politikası Stratejisi"nde, özellikle yeni sanayi çağının, ekonomik, toplumsal ve çevresel dönüşüm doğrultusunda robotlaşma, nesnelerin interneti, yapay zekâ kullanımındaki atılımların rolüne vurgu yapmıştır.

AB ülkeleri gerek AB fonları gerekse ulusal fonlarla Sanayi 4.0 girişimlerini desteklemektedir. 2014-2020 arasında uygulanmakta olan Ufuk 2020 Programının amacı, yenilikçi aksiyonları finanse etmektir. Örneğin, "Geleceğin Fabrikaları" Girişimi, 7. Çerçeve Programı döneminde başlayan ve Ufuk 2020 kapsamında da devam eden 1,5 milyar avro bütçeye sahip önemli bir kamu-özel işbirliği girişimidir. Girişim kapsamında, özellikle Avrupalı KOBİ'lerin küresel rekabet edebilirliğini artırmak amacıyla temel etkinleştirme teknolojilerini (*key enabling technologies*) yoğun kullanmaları hedeflenmektedir. Ayrıca Avrupa Yapısal ve Yatırım Fonu altında, üye devletlerin başta akıllı uzmanlaşma olmak üzere yenilikçiliğe yatırım yapmaları için 100 milyar avro bütçe ayrılmıştır.

Birçok üye ülke ulusal fonlarıyla da Sanayi 4.0'ı desteklemektedirler. Bu kapsamda yürütülen ulusal programlar, Sanayi 4.0 (Almanya), MADE (*Manufacturing Academy of Denmark – Danimarka*), Akıllı Sanayi (*Smart Industry – İsveç*), Sanayi 4.0 (Çekya), Sanayi 4.0 Ulusal Teknoloji Platformu (Macaristan), Sanayi 4.0 (Avusturya), Sanayi Planı 4.0 (İtalya), Sanayi 4.0 (Portekiz), Bağlı Sanayi 4.0 (İspanya), Geleceğin Sanayi Birliği (Fransa), Değişim (*Made Different – Belçika*), Akıllı Sanayi'dir (Hollanda).

Örneğin İtalya, "Geleceğin Fabrikaları" Girişimi'ni desteklemek için ulusal bir proje yürütmüş ve ürünlerin uyarlanması, yeniden ayarlanabilir fabrikalar, yüksek performanslı ve sürdürülebilir iş çevreleri meydana getirecek projeleri desteklemiştir. Benzer şekilde Fransa, "Geleceğin Sanayisi" girişimiyle, özellikle KOBİ'leri hedefleyerek 1 milyar avro ayırmış ve yeni ürün ve hizmetlerin sergileneceği "Teknoloji Vitrinleri" projesini hayata geçirmiştir.

Dünyanın diğer sanayileşmiş ülkeleri de Sanayi 4.0 uygulamalarını desteklemektedirler. İmalat sanayi devi Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya'yı örnek alarak 2013 yılında "İmalatta Yenilikçilik için Ulusal Ağ" (*National Network for Manufacturing Innovation*) Girişimini hayata geçirmiştir. Girişim kapsamında, Amerikalı sanayici, üniversite ve devlet kurumlarının imalat teknolojilerini geliştirmek ve ticarileştirmek amacıyla işbirliği yapmaları hedeflenmiştir. Girişime 10 yıl boyunca yıllık 1 milyar dolar bütçe ayrılmıştır.

Bir diğer sanayi devi Japonya, imalat sanayisinde akıllı uygulamalar konusunda Almanya ve ABD'nin gerisindedir. Bu nedenle Japon Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı, Japon firmaları, özellikle KOBİ'leri, imalatta dijitalleşme konusunda cesaretlendirmektedir. Bakanlık, 28 Nisan 2016 tarihinde Alman Ekonomik İşler ve Enerji Bakanlığı ile yoğun işbirliğine gidilmesi amacıyla bir ortak bildirim imzalamıştır.

Sanayi 4.0'ın Türkiye için Önemi

Türkiye, dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasında yer alsa da inovasyon ve teknoloji alanında daha alt sıralardadır. 2023 hedeflerine ulaşmanın yolu, sanayi üretimi ve ihracatında teknoloji yoğunluğunu artırmaktır.

Boston Consulting Group'un (BCG) TÜSİAD için hazırladığı rapora göre, Sanayi 4.0 Almanya'nın toplam üretim maliyetini yüzde 5-8 azaltarak, 10 yıl içinde 90-150 milyar avro değerinde bir verimlilik kazancı sağlayacaktır. Sadece işletme maliyetlerinde yüzde 20'lik bir düşüş olacağı öngörülmektedir. Küresel Üretim Maliyeti Endeksi'ne göre hâlihazırda Türkiye 98 ortalama birim maliyet ile üretim yaparken, Almanya 121 ortalama birim maliyetle üretim gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, Almanya Sanayi 4.0 teknolojilerini tamamen benimsediği zaman Türkiye'nin, rekabet edebilirliğini artıracak önlemler almadığı takdirde, Almanya'ya kıyasla şu anda sahip olduğu rekabet avantajını kaybetmesi kaçınılmazdır. Bu durum da Türkiye'nin küresel pazar payının düşmesine, işsizliğin artmasına ve işgücü kalitesinin düşmesine yol açacaktır. Dolayısıyla Türkiye yatırımların düşük seyrettiği, düşük katma değerli üretim yapılan bir ekonomik kısır döngüye doğru kayacaktır. Ancak, Sanayi 4.0 kapsamında doğru yatırımlar yapılırsa küresel rekabet gücünde büyük fark yaratacak değişiklikler olacak, bu da küresel değer zincirinden daha fazla pay alarak kaliteli işgücü istihdamında artışa zemin hazırlayacaktır.

Accenture isimli danışmanlık şirketi tarafından, birçok ülkede uygulanmaya başlayan "Accenture Dijitalleşme Endeksi" kapsamında Türkiye'deki farklı sektörlerden 104 şirket ile yapılan araştırmaya göre, Türkiye'nin ortalama dijitalleşme endeksi puanının yüzde 60 olduğu ortaya çıkmıştır. Bu endeks, şirketlerin dijital kabiliyetlerini dijital strateji, dijital hizmetler ve dijital operasyonel yetkinlikler olmak üzere üç boyutta ve 10 kriteri baz alarak ölçmektedir. Bu 10 kriter, şirketlerin dijitalleşme performanslarını, 91 göstergeye göre bir araya getirerek incelemektedir. Bu endekse göre finansal hizmetler sektörü dijitalleşme performansı açısından Türkiye'de lider konumda yer almaktadır. Motorlu kara taşıtlarının imalatı, hizmet faaliyetleri ve perakende ticaret sektörleri de en yüksek performansı gösteren sektörler arasında bulunmaktadır.

TÜSİAD ise Türkiye'deki şirketlerin dijital dönüşüm yetkinlik seviyelerinin ölçülmesi, teknoloji tedarikçisi şirketlerin yetkinlik alanlarının belirlenmesi, eksiklerinin saptanması ve odaklanılması gereken noktaların belirlenmesi amacıyla 108 teknoloji kullanıcısı ve 110 teknoloji tedarikçisi şirket ile kapsamlı bir araştırma gerçekleştirmiştir.

"Türkiye'nin Sanayide Dönüşüm Yetkinliği" adlı raporda paylaşılan sonuçlara göre, "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 aşamasında olduğu görülmektedir. Şirketlerin özellikle strateji ve yol haritası ile yönetim yetkinliklerinin düşük olduğu görülmektedir. Büyük ölçekteki şirketlerin sanayide dijital dönüşüm yetkinlik seviyeleri küçük ölçekli şirketlere nazaran daha yüksektir. Şirketler, dijital dönüşümün önündeki en büyük engellerin yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve yatırımın geri dönüş belirsizliği olduğunu belirtmektedir."

Dijital dönüşüm, Türkiye'nin kalkınma planı ve ekonomi politikaları odağında imalat sanayisinin yüksek katma değerli bir yapıya dönüştürülmesi hedefi açısından önem

taşımaktadır. Bu amaçla Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), Şubat 2016'da 2016/101 sayılı akıllı üretim sistemlerine yönelik çalışmaların yapılması kararı almıştır. Bu karar kapsamında, TÜBİTAK tarafından Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası hazırlanmış ve Dijitalleşme, Etkileşim ve Geleceğin Fabrikaları ana başlıkları altında kritik teknolojiler, stratejik hedefler ve kritik ürünler tespit edilmiştir.

Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) İmalat Sanayiinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Türkiye'nin son dönemde bölgedeki pazarlara açılmada gösterdiği başarıyı imalat sanayinin yapısını dönüştürmede gösteremediğinin altını çizerek, ülkemizin 2023'te yüksek gelirli bir ekonomi olma hedefine ulaşabilmek adına sanayisini dönüştürebilmesi için kamuya düşen rolün giderek daha kritik hale geldiğini vurgulamaktadır.

Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanmış 2018-2020 yılları için Orta Vadeli Program'da sanayinin dijital dönüşümü (katmanlı üretim, robotik, nesnelerin interneti, büyük veri, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin etkin kullanımı ve bunların yerli üretimi) yol haritasının tamamlanması ve büyük OSB'lerde tasarım ve dijital dönüşüm merkezlerinin kurulması hedefleri yer almaktadır. 2018 yılı Programında yer alan 240 ve 241 No'lu Tedbirlere göre, bu hedeflerle ilgili çalışmaların Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda Aralık 2018'de tamamlanmış olması öngörülmektedir. (Tebdir 240: Sanayinin dijital dönüşümü yol haritası tamamlanacaktır. Tebdir 241: Büyük OSB'lerde tasarım ve dijital dönüşüm merkezleri kurulacaktır.)

Öte yandan, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi (2015-2018), Verimlilik Stratejisi ve Eylem Planı (2015-2018) ve Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019) belgelerinde sanayinin dijital dönüşümüne yapılan atıflar dikkat çekmektedir.

Ana amacı "*Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknoloji ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına*" olarak belirlenen Türkiye Sanayi Stratejisi (2015-2018) dönüşümünü hızlandırmak belgesinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve yenilikçiliğe odaklanması belli başlı hedefler olarak öne çıkmaktadır.

Verimlilik Stratejisi (2015-2018) belgesinde ise, "*küresel ölçekte rekabet edebilirliği güçlendirmeye ve dışa bağımlılığı azaltmaya yönelik olarak yenilikçiliğe ve yüksek katma değerli, yüksek teknoloji üretime dayalı bir sanayi yapısının tesis edilmesi*" en temel öncelik olarak belirlenmiştir. Bu hedefe yönelik tespit edilen dört dönüşüm alanından biri, "Firmaların Ar-Ge, yenilik ve verimlilik uygulama kapasitesi"dir. Verimlilik Stratejisinde yer alan 6 No'lu Hedef başta KOBİ'ler olmak üzere firmaların teknolojik donanımlarını, kurumsallaşma, verimlilik uygulama ve Ar-Ge kapasitelerini güçlendirmektir. Bu hedefe yönelik olarak Strateji ekindeki Eylem Planı'nda işletmelerin sanallaştırma, bulut bilişim hizmetleri, açık kaynak kodlu yazılım başta olmak üzere bilgi teknolojilerinden yararlanma düzeylerinin artırılması amacıyla, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı ve TOBB işbirliği ile bilinçlendirme ve yaygınlaştırma çalışmaları yapılması eylemine yer verilmiştir.

Yazılım Sektörü Stratejisi (2017-2019), Türkiye'nin yazılım sektöründe beşeri ve teknik altyapılarında sağlayacağı gelişmelerin, Sanayi 4.0 dönüşümünde rekabet gücü yüksek ekonomiler arasında yer alması açısından oldukça önemli katkılar sağlayacağını

öngörmektedir. Ocak 2017’de Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), Türkiye İhracatçılar Meclis (TİM), Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneđi (TÜSİAD), Müstakil Sanayici ve İş Adamları Derneđi (MÜSİAD), Uluslararası Yatırımcılar Derneđi (YASED) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) gibi kuruluşların katılımı ile Sanayide Dijital Dönüşüm Platformu kurulmuştur. Platform altında, İcra Kurulu, Danışma Kurulu ve her biri ayrı bir kurumun başkanlığında olmak üzere, 6 adet Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Dijital Dönüşüm Platformu tarafından hazırlanan “Türkiye’nin Endüstri 4.0 Yol Haritası Raporu”nun yakın zamanda açıklanması beklenmektedir.

Ayrıca, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü altında "Dördüncü Sanayi Devrimi Dairesi Başkanlığı" kurulmuştur.

Kaynakça

- Accenture Dijitalleşme Endeksi Türkiye Sonuçları: Türkiye’nin En Dijital Şirketleri 2015 http://www.tbv.org.tr/core/uploads/page/document/1100_18031611540.pdf
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2015), *Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi 2015-2018*. <https://www.sanayi.gov.tr/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=e9f6e3f2-f8ab-4fd1-9d65-22d553867dc1>
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2015), *Verimlilik Stratejisi Ve Eylem Planı 2015-2018*. <https://www.sanayi.gov.tr/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=c467a86d-34ca-4c4b-adab-107c30b5ac34>
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2017), *Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2019)* <https://www.sanayi.gov.tr/DokumanGetHandler.ashx?dokumanId=663ce026-f803-4802-9267-73e84dbef61c>
- “Endüstri 4.0’da Türkiye’nin yol haritası yıl sonunda açıklanacak”, Dünya Gazetesi, 24.10.2017.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (Ekim 2015), *Sanayi 4.0 Raporu: Uyum Sağlamayan Kaybedecek*.
- European Commission (2012) *Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery*. Brussels.
- European Commission (2014) *Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: For a European Industrial Renaissance*, Brussels.
- European Parliament Briefing (2015) “*Industry 4.0: Digitalisation for Productivity and Growth*”.
- *Speech by Federal Chancellor Angela Merkel to the OECD Conference*, https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd-merkel-paris_en.html
- Kalkınma Bakanlığı (2014). *Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) İmalat Sanayiinde Dönüşüm Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/zel%20htisas%20Komisyonu%20Raporlar/Attachments/247/%C4%B0malat%20Sanayiinde%20D%C3%B6nüşüm%20Özel%20İhtisas%20Komisyonu%20Raporu.pdf>
- Kalkınma Bakanlığı (Ekim 2017), *2018 Yılı Programı*.

<http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Yaynlar/Attachments/779/2018%20Y%C4%B1%C4%B1%20Program%C4%B1.pdf>

- Kalkınma Bakanlığı (Ekim 2017), *Orta Vadeli Program 2018-2020*.
<http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/OrtaVadeliProgramlar/Attachments/14/Orta%20Vadeli%20Program%202018-2020.pdf>
- TÜSİAD (2016), *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi Raporu*, sf. 7-35.
- "TÜSİAD'dan "Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği" Raporu",
www.haberler.com, 19.12.2017 <https://www.haberler.com/tusiad-dan-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-10364265-haberi/>