

Neden Endüstri 4.0?

Endüstri 4.0'a Neden İhtiyaç Duyuyoruz?

**Kalkınma, İnovasyon, Bilişim Teknolojileri ve Üretim Sistemleri Açısından Bir Durum
Değerlendirmesi**

Haziran 2020

Giriş:

Dünya ekonomisinin gündemini belirleyen çok sayıda akım mevcut. Zaman geçtikçe bu akımların yoğunluğu artmakta, birbirleriyle olan bağlantıları da güçlenmekte. Son dönemlerde dünyanın hangi ülkesinde olursa olsun inovasyon ve girişimcilik alanında yapılanlar gündemi önemli ölçüde belirledi. İnovasyon, kurumların verimliliklerini artırmakta, sürdürülebilir bir karlılık düzeyine ulaşmakta bir araç olarak kullanılmakta, yenilikçi ülkelerde kalkınma yolunda ivme kazandırmakta. 2010'lardan itibaren ise kendisi de bir bakıma inovatif bir değer üretme yöntemi olan dördüncü sanayi devrimi gündemimize çok güçlü ve hızlı bir biçimde girdi. Almanya'nın önderlik ettiği bu akım hakkında neredeyse tüm sistemler; kavramın ne olduğunu; bu yeni iş yapma biçiminin kurumlar, sektörler ve ülkeler için ne anlam taşıdığını ve bu akımdan yararlanmanın yöntemlerini araştırmakta. Evrim veya devrim olarak adlandırılmakla birlikte, yeni üretim sistemleri, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti, dijital üretim gibi ifadeler, yeni üretim paradigmasını adlandırılmakta kullanılan tercihler arasında bulunmakta.

Bize ayrılan bölümde öncelikle Endüstri 4.0 hakkında genel bir tanıtım yapacağız. Ardından Endüstri 4.0'a ilerleme için neden ihtiyaç olduğunu yanıtlamaya çalışacağız. Bu yanıtın arayışında ise değer yaratan yenilik anlamını taşıyan inovasyonla verimlilik arasındaki ilişkiyi, büyük ölçüde bilgi ve iletişim teknolojilerinin parçalarından ve bir bütününden oluşan bilişimin verimlilik ve kalkınma arasındaki ilişkine ışık tutacağız. Dördüncü sanayi devrimini bir inovasyon paradigması olarak görmekteyiz. Son noktada Türkiye'nin inovasyon alanında politika düzeyindeki durumunu analiz eden bir çalışmayı da dikkate alarak bölümü tamamlayacağız.

a. Endüstri 4.0 Hakkında Genel Değerlendirme:

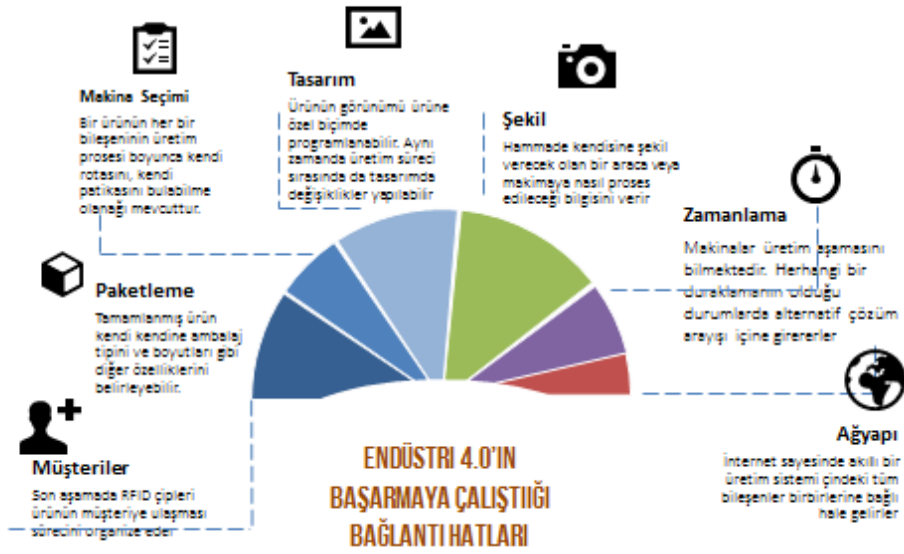
Deutsche Bank tarafından yapılan araştırmaya¹ göre Endüstri 4.0 daha çok büyük ölçekli firmaların ana gündemlerinden biri. Bu gerçeğe birlikte büyük firmaların dikeyde ve yatayda içiçe oldukları KOBİ ölçeğinde kurumların varlığından dolayı, Endüstri 4.0'a uyum süreçlerinde KOBİ'lerin de kendilerini yeni gelişmelere uygun bir biçimde konumlandırmaları gerekiyor. Çünkü değer zinciri içinde çok sayıda KOBİ, büyük ölçekli kurumlara hizmet veriyor.

Endüstri 4.0'a hazırlık süreçlerinde süpervizör düzeyinde kontrol, güvenlik, gizlilik, standartlaşma, yasal çerçeve ve güç ve iletişim ağlarından oluşan altyapı konularında çalışmaların yapılmasını

¹ Deutsche Bank Research, Current Issues, Sector Research, author: Stefan Heng, April 23, 2014.

gereği vurgulanmaktadır. Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalarda anılan teknolojiler ve teknolojilerle ilgili yaklaşımlar arasında büyük veri, bulut bilişim, siber fiziksel sistemler, RFID çipleri, nesnelerin interneti, hizmetlerin interneti, makinadan makinarya iletişim ve SMARTX (bir çok cisimdeki akıllı unsurlar) bulunmaktadır. Endüstri 4.0'ın sunduğu potansiyel, hassas otomasyon sistemlerinin kullanımı ile verimliliğin artırılmasında yatmaktadır.

ENDÜSTRİ 4.0 Neler Getiriyor?



Kaynak: Deutsche Bank Research, 2014

Araştırma, Endüstri 4.0'ın odağında akıllı fabrikanın olduğunu, akıllı fabrikanın da akıllı ürün, akıllı işlemler ve akıllı eylemler bileşenlerinden oluştuğunu açıklamaktadır. Akıllı bir üretim sistemi içinde insan, makina ve kaynaklar arasında doğrudan bir iletişim kurgulanabilmektedir. Akıllı ürünler kendi üretim süreçlerini, gelecekteki uygulamalardan haberdar bir biçimde ortaya koymaktadır. Bu bilgiyle birlikte akıllı ürünler üretim sürecini desteklemekte ve ihtiyaç duyulan kayıt sistemleri ile bir dokümantasyon altyapısı oluşturabilmektedir. Bu nedenle, geleneksel değer zinciri mantığı gözden geçirilecek ve yeni iş modelleri ortaya çıkarılacaktır. Rapor, Endüstri 4.0 yolculuğu sırasında işletmelere aşağıdaki unsurlara **özellikle** dikkat çekmeleri gerektiğini hatırlatmaktadır.

1. Değer zinciri boyunca gerekli süreçlerin dikey bütünleşmesi
2. Değer zinciri üzerindeki bir aşamanın yatay bütünleşmesi
3. Tüm değer zinciri boyunca sondan sona dijital bilgi akışının sağlanması

Bu nedenledir ki, Endüstri 4.0 sadece değer zinciri kavramını kapsamaz. Aksine örgüt yapısından iş modellerine ve ek hizmetlere kadar daha büyük bir oyun alanına sahiptir. Bu özelliğe sahip olabilmek için ise tüm üretim, pazarlama ve lojistik unsurları bilişim teknolojilerinin sunduğu olanaklar ile birbirine bağlar ve tüm kaynakları, üretim faaliyetlerini ve depolama unsurlarını yönetebilecek hale gelir. Yeniden yapılanma bu nedenle enerji dağıtımından ve akıllı güç şebekelerinden; ileri düzeyde mobilite kavramlarını barındırır hale gelir.

Banka raporu teknik taraftaki yapıya dair şu şekilde bir açıklama ortaya koymaktadır: *“kavram teknik tarafta siber- fiziksel sistemleri üretim ve lojistik sistemleri ile bütünleştirmeyi ve üretim süreçlerinde nesnelerin interneti ve hizmetlerin internetini sondan sona (end to end) uygulamayı gerekli kılmaktadır”*..

Raporun öne çıkardığı konulardan bir diğeri ise Endüstri 4.0'ın sunduğu maliyet avantajı. Endüstri 4.0 ile gelen çözümlerin, firmaların maliyet tasarrufu yapmalarına katkıda bulunduğu belirtilmekte. Bu tip avantajların sunulduğu alanlar ise aşağıdaki şekilde özetlenmektedir.

- a. Sermaye maliyetleri: genel kanımız; Endüstri 4.0 çözümleri bir üretim süreci için gerek duyulan sermaye miktarını azaltmaz. Sermaye verimliliğinin artmasına katkıda bulunur. İşgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği üzerinde pozitif bir değer üretir. Bu verimlilik artışı için ise değer zincirinin optimize edilmesi ve üretim sistemlerindeki otomasyonun artırılması kurumlara öneri olarak sunulmaktadır.
- b. Enerji maliyetleri: bir fabrika içinde enerji tüketen birimlerin etkin kullanımı ve akıllı kontrol sistemlerinin getirilmesi ile tahmin edilen düzeyden daha yüksek oranda enerji tasarrufu sağlanabilir.
- c. Personel maliyetleri: yüksek düzeyde otomasyon süreçleri ile çalışan üretim sistemlerinin - sanayi işletmelerinin düşük nitelikli çalışanlarından tasarruf sağlaması olanağı sunmaktadır. Bu arada Endüstri 4.0 ve istihdam konusu çok sık ele alınan bir tartışma odağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın nitelikli işgücüne ihtiyaç duyacağı kesin olmakla birlikte, görece düşük nitelikli işgücünün geleceği, önemli bir soru işareti olarak ele alınmaktadır.²

Maliyetler ve tasarruflar alanında karşı karşıya kalınması olası durumu anlamak üzere etkin bir değerlendirme sistemi yapılandırmak, firmaların Endüstri 4.0 ile elde edilecek maliyet-getiri analizini yapmayı kolaylaştıracaktır. Endüstri 4.0'ın yalın bir biçimde bir tasarruf aracı olarak görülmemeli önerisi getirilmektedir. Yazar, kapsama alanı açısından değerlendirildiğinde Endüstri

² Bu konuda bakınız: OECD Policy Brief on the Future of Work, Automation and Independent Work in a Digital Economy, May 2016.

4.0 kavramının çok sayıda üretim ve hizmet unsuruna dokunabilmekte olduğunu vurgulamaktadır. Alman kuruluş acatech'in³ yaptığı bir analiz örnek olarak verilmekte, Endüstri 4.0'ın gereksinimlerini uygulayan kurumların verimlilik düzeylerini %30 oranında artırabileceğini hesap ettiklerini belirtmektedir. Rapor içinde değinilen 'nedir bu dokunduğu alanlar' sorusuna yanıt aşağıdaki bölümde özetlenmektedir:

- a. Daha fazla esneklik: kısa süreli bir aksaklık durumunda veya kısa sürede talep durumunda gerçekleşen bir değişiklik halinde, üretim süreçlerinin bu değişikliklere esnek bir yapı ile yanıt verebilmesi arzu edilir. Bu esnekliğe sahip bir yapıyı kurmak ise düşünüldüğünden daha güçtür. Endüstri 4.0 sistemi içinde ise firmalara ait üretim hatlarının talebe göre veya değişen durumsallığa bağlı olarak bağımsız bir biçimde düzenleme içine gidebilirler. Bir üretim hattındaki makinalardan birinin arıza yapması durumunda, üretim alternatif bir kanal bularak kendi üretim akışını örgütleyebilmektedir.
- b. Üretim zamanını azaltma: kesintisiz bir biçimde elde edilen veri akışının, hangi coğrafi mekanda olunursa olunsun üretimle ilgili karar verme sistemlerine katkısı mevcuttur. Bunun Endüstri 4.0 kullanıcıları için anlamı, inovasyon için piyasaya sunulacak olan ürünlerin üretim sürelerinin kısalması anlamına gelen bir avantaj olduğu belirtilmektedir.
- c. Endüstri 4.0'ın rekabet gücü üzerine pozitif etki oluşturacak diğer özellikleri arasında, müşterinin ihtiyaçlarına göre daha küçük ölçeklerde üretim yapabilme olanağı bulunmaktadır.

Rapor, Endüstri 4.0'ın henüz gelişme aşamasında olan bir değişim ve gelişim süreci olduğunu, konuyla ilgili olarak piyasa koşullarının henüz emekleme aşamasında olduğunu, böylesine devrim (veya evrim) niteliği taşıyan bir yapısal dönüşüm sürecinde insan kaynağının kilit role sahip olduğunun altını çizmektedir.

b. 'İleri Üretim' Neden Verimliliği Artıracak Bir Güç Olarak Karşımıza Çıkacaktır?

Başlıkta bulunan sorunun yanıtını Boston Consulting Group adlı danışmanlık firmasının hazırladığı bir makaleden alıntılar yaparak yanıtlamaya çalışacağız. Firma yöneticilerinden Harold Sirkin ve Arkadaşları (Sirkin et.al, 2015) tarafından kaleme alınan makaleye göre son bir kaç 10 yıllık dönemi barındıran evrede imalat sektörünün rekabetçi avantaj elde etme çabaları, düşük

³ Acatech: National Academy of Science and Engineering – Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi

işgücü maliyetine sahip coğrafyalarda arandı. Ancak son dönemlerde gözleendiği üzere, gerek Çin özelinde, gerekse de gelişmekte olan ülkeler genelinde ücretler seviyesinde artışların yaşanması, üretim sisteminin yeniden eski bir yöntem olarak kullanıma geldiği **verimlilik artışı** sağlamaya dönük önlemler alınmasına neden oldu. Yazarlara göre imalat sanayinin gelecek dönemlerde ihtiyaç duyacağı verimlilik artışlarında, en büyük hızlandırıcı-katalizör etkiyi **teknolojik ilerleme** sağlayabilecektir.

Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan bu döneme şekil verecek olan etmenler ‘Siber Fiziksel Sistemler’ (Cyber Physical Systems) ve ‘Dinamik Veri Süreçleri’ olarak tanımlanmıştır. Dinamik veri süreci, akıllı makineler kullanmak için çok büyük veri setlerinden yararlanma tekniği olarak ifade edilmektedir. Yakın gelecek için düşünüldüğünde ileri üretim akımı çok sayıda farklı iş kolunda küresel üretimin ekonomisini dönüştürebilecek güce sahiptir.

İleri üretim adı verilen kavram son dönemlerde özellikle inovasyon çalışmalarında sıklıkla anılmaktadır. Kavram çok sayıda farklı bireye ve kuruma farklı anlamlar yüklemektedir. Sirkin et.al (2015) bu kavrama ilişkin tanımı şöyle ortaya koymaktadır: *‘yüksek esnekliğe sahip, kapsamlı boyutlarda ve içerikte veri ile çalışan ve maliyet tasarrufu sağlayan üretim süreçlerinin bütünüdür’*. İleri üretim teknolojilerinin verimlilik artışı amaçlı farklı kullanım yöntemleri olabilir. Bu tip tekniklerin kullanımı müşteri ihtiyaçlarına dönük çözümlerin bulunması için uygun olanaklar sunmaktadır. Tasarım değişiklikleri için üretim hatlarının yeniden organize edilmesi daha rahat biçimde gerçekleşebilmektedir. Yine gündemde çok sık anılan bir avantaj, firmaların hızlı bir biçimde pototip üretimine olanak sağlayarak, ürünün piyasaya çıkış hızını artırabilmeleridir.

Yazarlar, ileri üretim akımlarının 5 adet teknoloji temelli araç kullanarak verimi artırılabilirliğini düşünmektedir. Bunlar;

1. **Kendi Kendini Yönetebilen Robotlar:** belki bu teknolojik araca ‘daha akıllı robotlar’ demek de doğru olabilir. Yeni nesil otomasyon sistemleri bilişim teknolojilerinin sunduğu fırsatlardan yararlanarak kontrol sistemleri ile endüstriyel robotlar arasında bağlantı kurabilmektedir. Yazarlar, sensörler ve standart arayüzlerle donanmış yeni robotik ve otomasyon sistemlerinin emek gücüne duyulan gereksinimi düşürerek kaliteyi artırma ve küçük üretim miktarları için dahi maliyetleri azaltabileceğini savunmaktadır.



Kaynak: <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factories-personalized-workstations.html>



Kaynak: <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factory-the-door-that-recognized-its-body.html>

2. **Bütünleşik Hesaplamalı Malzeme Mühendisliği:** ürünlerin bilgisayar modellerinin yaratılması ve özellikleri ile ilgili simülasyon programlarının uygulamaya geçirilmesi ile birlikte mühendislerin ve tasarımcıların daha nitelikli, daha hızlı ve daha ucuza üretim yapabilme yetenekleri artmaktadır.
3. İleri üretim akımı içinde önerilen 5 araçtan üçüncüsü Dijital Üretim'dir: sanallaştırma teknolojileri tüm üretim sürecinin simüle edilmesine fırsat vererek dijital fabrikaların kurulmasına olanak tanımaktadır. Diğer yararlarının yanı sıra, dijital simülasyon mühendislere fabrikanın düzenlemesini optimize etme olanağı sunarak zaman ve emek tasarrufu sağlamakta, üretim sürecinde hataların belirlenmesinde ve giderilmesinde yardımcı olmaktadır. Tüm montaj hatlarının görece düşük maliyetle farklı mekanlarda kopyalanmasını olanaklı hale getiren teknikler kullanılabilmektedir.



Kaynak: <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software.html>

4. **Endüstriyel İnternet ve Esnek Otomasyon:** üretime ilişkin donanımların birbirlerine bağlanarak birbirleriyle konuşmaları veya iletişim kurabilmeleri ve sensörler tarafından üretilen verilere dayanarak üretimi otomatik olarak ayarlanabilmektedir.
5. **Katmanlı Üretim:** 'additive manufacturing' olarak İngilizce'de kullanılan bu ifadenin 'additive' kelimesini katmanlı olarak çevirdik. Beşinci üretim aracına aynı zamanda üç boyutlu baskı teknolojisi denmektedir. Katmanlı üretim süreçleri dijital modellere dayanarak 3 boyutlu nesnelere üretebilmektedir.



Kaynak: <http://3dprinting.com/>

Bu tip teknik ve teknolojiler bazı sanayi kollarında protip üretebilmek için kullanılmaktadır. Özellikle havacılık, otomotiv parçaları ve temel tüketici maddeleri için.

Yazarlara göre sözü edilen 5 teknolojik çözüm yöntemi bugün için henüz çok yaygın biçimde kullanılmamaktadır. Sanayi üzerinde kısa vadede çok devrimsel bir etki yaratmasını beklemek çok isabetli olmayacaktır. Bu tekniklerin sistem içinde iyice içselleştirilerek önümüzdeki 5-10 yıl içinde emeğin yerini alıp da büyük tasarruflar elde edilmesini de beklemek çok isabetli bir varsayım olmayabilir şeklinde bir beklentinin altı çizilmektedir. Örneğin 3 boyutlu baskı teknolojisi için malzeme biliminde gelişmeler devam etmektedir. Ancak gelecekte üretim sistemi üzerinde mutlaka etki yaratacağını beklemek gerektiği vurgulanmaktadır. Bu beklentinin ne zaman gerçekleşeceğini kestirmek kolay değildir. Yalnız bu alanla ilgili çok sayıda proje gündemdedir. Teknolojinin yayılımı ile ilgili dinamikler oluştuğunda yazarların öngördüğü sistemlerin kullanımının yaygınlaşması kesinlik kazanabilir.

Dünyada genellikle üretim sistemlerinin etkinlik düzeylerini artırdıkları, bu artışta örneğin otomatize hale gelmiş olan; kendi kullandığı araçları-parçaları değiştirebilen, çok yönlü kesme yapabilen, hatta yanlış giden bir şeyler olduğunu robotların ve sensörlerin yardımlarıyla hissebilme yeteneğine sahip olan freze makinaları gibi makinaların rolü olduğu öne sürülmekte. Üretim sistemlerindeki dönüşüm işgücünde de haliyle bir dönüşümü taşımakta, istihdam edilen işgücü sayısında düşüş olurken, toplam üretim maliyeti içindeki işgücü maliyetinde de bir düşüş olduğu öne sürülmekte. İşgücü maliyetlerindeki düşüşün, üretim çalışmalarını işgücünün ucuz olduğu ülkelere taşıyan ülkelerin, imalat sektörünü tekrardan kendi sistemleri içine taşıma eğilimini hızlandırdığı belirtilmekte. Bu yorumda haklılık payını kabul etmekle birlikte, imalat, hizmetler ve tarımdan oluşan ekonomik sistem içinde imalat sektörünü dışarı çıkarmanın ülkelerin rekabet gücü üzerinde yarattığı olumsuz etkinin de bir etken olduğunun altı çizilebilir. ABD’de Obama yönetimi dönemimde başlatılan ve ABD üretim sektörünün rekabet gücünü artırmayı hedefleyen girişim de bu alanda dikkate alınabilecek yönelimler arasındadır.

Üretim için kullanılan malzemelerde de gelişmeler izlendiği belirtilmekte. Örneğin karbon-fiber kompozitler çelikten ve alüminyumdan yapılan dağ bisikletlerinden uçaklara kadar kullanılan malzemelere alternatif olmakta. Bazen yapım aşamasında sadece makinaların rol almadığı, örneğin ilgili bir görev için genetik mühendisliği ile geliştirilmiş mikro-organizmaların kullanıldığı savunulmakta. Geleceğin fabrikalarında daha akıllı yazılımların kullanılacağı, imalatla dijitalleşmenin-sayısallaşmanın, sayısallaşmayı derinlemesine yaşamış olan ofis ekipmanları, telekom endüstrisi, fotoğrafı, müzik, yayın ve film endüstrisinde yaşananlara benzer çok derin bir etki yaratacağı beklenmekte. Ve yaratılacak olan etkinin sadece endüstrinin büyük ölçekli oyuncularında değil, aynı zamanda KOBİ ölçeğindeki firmalar için de fırsatları taşıyacağı dillendirilmekte. İlginç tespitlerden birisi şu: yeni ürünleri geliştirmek ve sunmak eskisine göre

daha kolay ve daha ucuz olabilecek. Sosyal üretim denen bir olgunun da gelişeceği, 3 boyutlu yazıcı ve diğer üretim hizmetlerini sunan topluluklar gelişeceği beklenmekte. Bu gelişemeye bir örnek olarak Fabrication Laboratory-FABLAB örnek olarak verilebilir. Laser kesme makinalarının, 3 boyutlu yazıcılar gibi teknolojilerin 7 gün, 24 saat sunulduğu 130'un üzerinde FABLAB uygulaması dünyada yaygınlaşmakta.

Yaşanan değişimin yeni bir sanayi devrimine dünyayı daha da yakınlaştırdığı savunulmakta. Birinci sanayi devrimi 18. Yüzyılda tekstil sanayinin makinalaşması ile, ikinci devrimin ise ABD'de 20 yüzyılda montaj hatlarındaki gelişmelerle gerçekleştiği belirtilmekte. Üretim sistemleri daha çok sayısallaştıkça, yeni ve büyük bir değişim de yaklaşmakta. Bu değişim ürünlerin daha az sayıda ve daha ekonomik olarak üretimini olanaklı kılacak, daha esnek, daha yeni malzemelerin kullanıldığı, tamamen yeni üretim süreçlerinin yapılabildiği, kolay kullanımlı robotların varolduğu, eşanlı-online olarak yeni ortak üretim hizmetlerinin sunulduğu yapılara evrileceği ortaya atılmakta. Tekerleğin döngüyü neredeyse tamamladığı, toplu üretimden bireysel üretime doğru bir akımın varlığının geldiği öne sürülmekte.

c. Kalkınma ve Verimlilik Konusu ve Bilişim Sektörü Arasındaki İlişki Hakkında Özet Bir Değerlendirme:

Bilişim teknolojilerinin günümüzde iş dünyasını ve iş dünyamızın yanında bir o kadar da sosyal hayatımızı ne denli büyük ölçüde etkilediği kaçınılmaz bir gerçek. Türkiye'nin bu teknolojileri kullanma alanında belirli bir performans gösterdiğini kabul etmek mümkünse de, yeni teknolojilerin özellikle de bilişim teknolojilerinin ülkemizin kurumları tarafından üretilmesi ve daha yaygın kullanılması konusunda yeni ve hızlı adımların atılması gerektiği düşünülmektedir. Bu bölümde yenilikler ve özellikle bilişim teknolojisinin ekonomik kalkınma üzerine etkilerini irdeleyen çalışmalar ışığında Türkiye'nin bu alandaki perspektifine ilişkin görüşlerimizi aktaracağız. Bu bölümü kaleme almaktaki amacımız; neden Endüstri 4.0'e ihtiyaç duyduğumuzu; dijital üretimin omurgası olan bilişim teknolojilerinin kalkınma üzerindeki etkisini analiz ederek anlayabilmektir.

Çalışmayı yaparken bilişim teknolojilerinin kalkınma ve verimlilik üzerinde etkisini analiz eden, beklediğimizden çok daha fazla sayıda akademik çalışma olduğu dikkatimizi çekti. Bu alanda çalışmaların yoğunlaşmasının önemli etmenlerinden birinin ABD'nin 2008 mali krizi öncesindeki ekonomik performansı olduğu düşüncesindeyiz. ABD'nin 1990'larda dünyanın diğer bölümlerinde yaşanan durgunluğa rağmen büyümeyi başarması, enflasyonu düşürebilmesi ve

işsizliği azaltması dikkat çekmiştir. ABD Merkez Bankası Başkanı Alan Greenspan'ın bu gerçekliğin gerekçesi olarak ***bilişim teknolojilerinin verimlilik üzerinde yarattığı etkiyi*** özellikle vurgulaması, bu alana duyulan ilginin yoğunlaşmasına katkıda bulundu.

Bilişim teknolojilerinin ekonomik kalkınma ve verimlilik üzerine etkisine değinmeden önce ekonomik kalkınma hakkında kısa bir tarihi gezinti yapmak faydalı olabilir. Ekonomik kalkınmayla ilgili girdiler 18. Yüzyıl Adam Smith ekolünden beri bir devinim yaşamaktadır. Çıktının-output elde edilmesinde uzunca bir süre teknolojinin “dışsal” bir faktör olduğu kabul edilmiştir. Ancak Nelson ve Winter adlı iki araştırmacının yaklaşımı, işgücü ve sermayenin yanında teknolojinin üretim fonksiyonları içinde “içsel” bir faktör olduğunu ifade etmeleri ile beraber teknolojiye ve teknolojinin ekonomik kalkınmayla olan ilişkisine dair bakış önemli ölçüde değişime uğramıştır.⁴

Nelson ve Winter'in geliştirdiği evrimsel yaklaşımda ekonomik kalkınma için teknik değişimin-technical change rolü olduğu, bunun yanında talep tarafındaki faktörlerin de önemli olduğu savunulmuştur. Bu çerçevede, farklı uzmanlaşma yapılarına giderek ülkelerin yaratabildiği teknik imkânlar ve talebin gelir esnekliği ile farklı bir performans sergilenebileceği ortaya konuldu. Bu okulun ekonomist Joseph Schumpeter'den etkilendiği ve esinlediği görülmektedir. Ekonomik Kalkınmanın Teorisi adlı yapıtında Schumpeter, ekonomik kalkınmayı buluş/yenilik/inovasyon, girişimci ve finansal kaynağa bağlamıştır.

Alman filozof Karl Marx, Das Kapital adlı eserinde mekanik teknolojileri ve makina mühendisliğine bağlı sanayiye kalkınma için dikkate değer bulmuş ve incelemiştir. Tarihçi Arnold Toynbee, 18. Yüzyıl sanayi devrimi hakkında yansıttığı görüşlerinde dört anahtar endüstriden bahsetmiştir. Bunları; tekstil, mühendislik sanayi, kömür üretimi ve gemi yapımı olarak belirlemiş, Toynbee'nin bu yaklaşımı yeni sanayi dallarına ilgiyi daha da yoğunlaştırmıştır. Bu gelişmeye modern büyüme teorisinin babalarından Kuznet önemli ölçüde ışık tutmuştur. Kuznet'e göre; hızlı büyümenin kaynağı yenilikler ve/veya yeni buluşlardır.⁵ Kuznet, sürdürülebilir ve sürekli büyüme için mutlaka eskilerin üzerine yeni buluşların yaratılmasının gerektiğini, buluşlar ve yeniliklerle beraber bir ülkenin ekonomik çıktısının üzerinde yeni endüstrilerin eskilere göre görece öneminin artması gerektiğini savunmuştur.

Aslında bu yaklaşım Joseph Schumpeter tarafından bir sistem haline getirilmiştir. Schumpeter ekonomik dinamiklerin şekillenmesinde Kuznet gibi buluşlara büyük önem vermiştir. Ayrıca,

⁴ Nelson ve Winter, yaklaşık 20 yıl önce “An Evolutionary Theory of Economic Change” adlı eserlerini yayınlamıştır.

⁵ Buluş olgusunu iki aşamalı değerlendirmek doğru olacaktır. İlk aşama İngilizce'de “invention” olarak ifade edilmektedir. Bu ifade henüz ticari başarı kazanmamış olan bir yeniliği ifade eder. İcat olarak Türkçeleştirilir. Ancak önemli olan bu süreci takip eden Türkçe'ye de İngilizce'den geçen inovasyon-innovation'dur. İnovasyon buluşun pazara girerek invention'un innovation haline dönüşmesidir.

girişimcinin nitelikleri, yatırım tutarı ve finansman gibi konuları da ekonomik dinamiklerin őkillenmesinde ön planda tutmuştur.

Ekonomik kalkınmada teknik değişimin önemini vurguladıktan sonra bilişim teknolojilerinin etkilerini irdeleyelim. Bir bütünsel yapı olarak yeni sanayi devrimini de teknik değişim sürecine dahil etmenin olanaklı olduğunu kabul ettiğimizi belirtebiliriz. Bu teknolojilerin ekonomik büyüme üzerine etkilerini inceleyen çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır. Bunlardan en etkili olanlardan biri Freeman ve Perez'in çalışmalarıdır. Bu çalışmalarda büyümenin temel sürükleyicisinin bilişim teknolojileri olduğu savunulmuştur. Büyüme, büyük bir tekno-ekonomik paradigma değişimi ile köklü teknolojik gelişimlere bağlanmıştır. Bu değişim için duyulan gereksinimin boyutları da geniş tutulmuştur. Yeni bir organizasyonel yapılanmaya, işgücü içinde yeni ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde eğitim almış ve tecrübe sahibi olmuş insan kaynağına, yeni bir altyapıya, yeni tüketim alışkanlıklarına ve yeni tip şirketlere ihtiyaç duyulduğu savunulmuştur.

Bazı akademisyenler ise söz edilen çalışmada ve yaklaşık son 15-20 yılı aşkın süredir bu çalışmadan etkilenen diğer çalışmalarda, gerek bilişim gerek diğer yeni teknolojilerde değişimin sosyal ve ekonomik boyutlarının ne denli net yapıldığına dair bir açıklık olmadığına ilişkin değerlendirmeler yapmıştır. Bu görüşlere karşı çıkan ekolün iddiaları çeşitli gerekçelerle mesnetlendirilmiştir. Bunlardan ilki; radikal buluşların ve bu buluşların ekonomik sistem içine entegre olabilmesinin hızla gerekleşmediğidir. Özellikle bu tip teknolojilerin yaygınlaşmasının çok da hızlı ve kolay olamadığı belirtilmektedir. Yeniliklerin mutlaka belirsizlik içerdıği açıklanmaktadır. İkinci tez ise teknolojinin arzu edilen düzeyde yaygınlaşmasının gerçekleşmesi halinde bile ekonomik çıktı-output üzerinde iddia edilen kadar büyük bir etkisinin olmadığı yönündeki kanıdır. Üçüncüsü ise; yeni teknolojilerin üretilmediği ülkeler üzerinde etkisinin ölçümünün pek de mümkün olamamasının, bir genelleme yapmak için engel teşkil ettiğidir.

Buna rağmen, ekonomistler bilişim teknolojilerinin büyüme üzerindeki etkisini analiz etmeye devam etmiştir. 1950'li yıllarda Solow'un geliştirdiği büyüme modeli önemli kavramsal ve teknik bir aydınlanma imkânı sağlamıştır. Solow, ABD ekonomisinin büyümesinin ardındaki itici gücü sadece işgücü ve sermaye girdilerine bağlamamış, yerine kendi ifadesiyle "teknik değişim" adını verdiği teknolojik gelişime odaklanmıştır. Bu sonuç ekonomik büyümenin ölçümlendiği faktörler üzerine bir tartışma yaratmıştır. Ayrıca, örneğin işgücünün niteliklerinde ilerleme gibi ölçülemeyen ve niteleyici-kalitatif büyüklüklerin de araştırılmasına yol açmıştır. Bu durum "büyüme muhasebesi-growth accounting" adı verilen ve işgücünün yeteneklerini, teknik değişimin uzun

dönemli ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin analiz edildiği yeni bir araştırma alanı da doğurmuştur.

Solow'un 1957 yılında ABD ekonomisi üzerinde yaptığı araştırma teknik değişimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini önemli ölçüde ortaya çıkarmıştır. Yeni büyüme teorileri de firmaların yenilik yapma yeteneklerinin teknik değişimde ve kalkınmada rolü olduğuna dair önemli sayılabilecek bulguları sunmuştur. Bu çerçevede, bazı deneysel/gözleme dayalı-ampirik çalışmalar yeni fikir üretiminin ekonomik sistemlerin performansları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışmalardan çıkarılan önemli bir bulgu, ülke düzeyinde uzmanlaşmanın ülke kalkınması üzerinde etkisi olduğudur.

Günümüzde teknik değişimin ekonomik büyümenin en önemli motoru olduğu savunulmaktadır. İlgili diğer çalışmalar özellikle bilişim sektörünün önemli yapısal değişimleri de beraberinde getirdiğini ifade etmektedir. Freeman ve Perez'in çalışmaları bilişim teknolojilerinin yanında biyoteknoloji ve ileri düzeyde gelişmiş materyaller-advanced materials gibi daha çok bilim ve araştırma-geliştirmeye dayalı sektörlerin gelişiminin de kalkınma üzerine etkileri olduğunu belirlemiştir. Özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinin son 25 yıl içindeki gelişimi bu alanlarda geri kalmış ülkelerin stratejik yaklaşımlarını farklılaştırmaları gerektiğini hatırlatmıştır. Öncelikle, 1960'lardan itibaren bazı büyük Avrupa ülkelerinin ABD ile kendilerini konumlandıklarında sahip oldukları statünün önemli ölçüdeki farkı, ulusal şampiyonlar yaratma stratejisini geliştirmelerini teşvik etmiştir. İngiliz ICL, Fransız Bull gibi büyük firmalara yoğun miktarda devlet desteği sağlanmıştır. Özellikle kamunun bilgisayar ve telekomünikasyon sektörü ihtiyaçlarının bu firmalardan tedariki, sektörün bu ülkelerde gelişiminde gözle görülür bir ilerleme etkisi yaratmıştır.

Hemen hemen aynı dönemde Japonya elektronik sektöründe ihracat amaçlı bir atak gerçekleştirmiştir. Japonya'nın bu stratejisi Güney Kore, Hong Kong, Tayvan, Singapur gibi Asya ülkelerinin bu alana odaklanmalarında dayanak teşkil etmiştir. Başlangıçta bu ülkeler bilişim teknolojilerinin dışındaki sektörlerde faaliyet göstermiş olsalar da, 1970'li yıllarda ürün gamlarının içinde önemli bir yer teşkil etmeye başlamıştır. Aynı döneme rastgelen üçüncü bir atılım özellikle Brezilya'dan ve Meksika'dan kaynaklanmaktadır. Bu ülkelerde bilişim sektörüne ithal ikamesi politikaları güderek iç üretim potansiyellerini artırma yönünde atılım yapmaya çalışmışlardır.

Son olarak, bilişim sektöründe aktif olmaya çalışan ülkeler için bazı politika önerileri sunmakta fayda görüyoruz:

1. İhracat politikalarını doğru platforma oturtmaksızın ithal ikamesi politikaları üretmek başarısızlıkla sonuçlanabilir. Diğer taraftan, teknoloji transferini destekleyen ve bilişim sektöründe iç üretim kaynaklarını teşvik etmenin faydaları görülebilir.
2. Bilişim endüstrisinde değişim çok hızlı gerçekleşmektedir. Belirgin bir alanda sahip olunan göreceli rekabet avantajının sürekli bir kalkınmayı sağlama fırsatı düşük düzeyde olabilir. Bu nedenle yenilik yaratabilmenin sürekliliğin sağlayacak politikaların belirlenmesi ve izlenmesi gereklidir.
3. Bilişim endüstrisinin gelişiminde ihracat odaklı üretimle beraber iç pazarın gelişimi, toplu üretim-mass production imkânlarının yaratılıp yaratılmayacağına iyi analiz edilmesi gerekir. İç pazarın ihtiyacı ile beraber, dünya ve iç pazar talepleri arasındaki farklılığın net bir biçimde ayrımlanmamasından kaynaklanan nedenlerle uyumsuz stratejik yaklaşımlar ve zararlar doğabilir. Bu alanda başarılı olmuş ülkelere dikkat edildiğinde bilişim sektöründe olduğu gibi diğer sektörler için de genel ihracat stratejilerinde bir uyum ve sağlıklı yapılanma olduğu gözlenmektedir. Hindistan, Brezilya, Çin gibi büyük ülkelerin kendi iç pazarlarının büyüklüğü ve teknoloji üretim kapasitelerinin yeterli olması nedeniyle kendi bilişim endüstrilerini destekleme imkânları mevcuttur.
4. Şu ana kadar yapılan çalışmaların bazılarının gelişmekte olan ülkelerin uluslararası rekabet arenasına çıkacak özellik ve niteliklerde ürün geliştirme yetenekleri olabildiğine dair güçlü bir kanıt henüz elimizde mevcut değildir. Diğer taraftan, bilişim endüstrisinde farklılaştırılmış ürünlerin genellikle gelişmiş ülkelerde üretilebildiği izlenmektedir. İhracat odaklı stratejinin önündeki en büyük engel de budur. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerin bu sektörde işleri daha da güç olmakta ve yoğun çaba sarfetme gereği ortaya çıkmaktadır.
5. Bilişim sektörünün iç dinamiklerle geliştirilmesine yönelik yorumların yanında, politika belirleyicilerin dikkat etmeleri gereken belirli alanlar mevcuttur: Bu da sektörün dinamiklerini sağlamlaştırıcı tamamlayıcı bilginin yaratılması ve kullanımını şeklinde özetlenebilir. Bilişim endüstrisine verimli kullanım alanları açılması farklı disiplinlerden bilgi birikimine ve bu teknik bilgi birikimi ile yönetim tecrübesinin sentezlenmesine ihtiyaç gösterir. Bir organizasyon içerisinde yeni bir model yaratabilmek bu teknolojilerin kullanımındaki başarı imkânını arttırabilecektir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin bilişim sektörünün elektronik, bilgisayar ve telekomünikasyon komponentlerini kendi kaynaklarıyla ve ülke sınırları içinde üretebilecek insan kaynağı olduğu inancındayız. Sahip olunan bu potansiyeli kinetik enerjiye çevirecek eylemler harekete geçirilmiştir. Ancak çok hızlı ve planlı hareket etmek gerekmektedir. Burada devletin düzenleyici

ve destekleyici rolünün önemli ve yönlendirici olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Ayrıca üniversitede yapılan araştırmaların sadece akademik çevrede kalmaması, işletme dünyasıyla karşılıklı bilgi ve tecrübe paylaşımının yaratabileceği hiçbir zaman kopmayacak kadar sağlam bir ağ sistemi yaratılmalıdır. Bilişim teknolojilerinin kullanımı kadar üretimine yönelik çabaların ülkemizin özellikle bugünlerde ihtiyacı olan işgücü kazanımını ve kalkınmayı destekleyeceği kanaatindeyiz.

d. Ulusal Yenilik – Yenileşim – İnovasyon Kapasitesi

Kitabımızın bu bölümü için hazırlanan içerikte önceden vurgulandığı üzere yeni sanayi devriminin yeni bir inovasyon paradigması olarak düşünülebileceğini vurgulamıştık. Kalkınma ile İnovasyon arasında, İnovasyon ile verimlilik arasında, verimlilik ile bilişim teknolojileri arasında, sonuç olarak da Endüstri 4.0 ile tüm bu kavramlar arasında yoğun bir etkileşim mevcuttur. Bu nedenle, Endüstri 4.0'a duyulan gereksinim için bir ülkenin İnovasyon kapasitesini belirleyen etmenleri anlamının doğruluğuna inanmaktayız. Bu alt bölüm ise bu varsayıma bilimsel gerekçeler ortaya koymak için hazırlanmıştır. Metin içerisinde *inovasyon*, yenileşim, yenilik, yenilikçilik anlamında kullanılmaktadır. İnovasyon Latince kökenli olup, değer yaratan yenilik anlamına gelir.

Ulusal İnovasyon Kapasitesi Nedir?

Özellikle gelişmiş ülkeler irdelendiğinde, rekabet gücünün tanımlayıcı unsurlarının değiştiği gözlenmektedir. Yaklaşık 20 yıl önceki döneme bakıldığında, rekabet gücü için önemli olan temel taşlar arasında; yeniden yapılanmak, düşük maliyetler elde edebilmek ve kaliteyi yükseltmek gibi hedefler sözkonusuydu. 2000'li yılların başından itibaren ***süreklilik arzeden operasyonel iyileştirme*** gereksiniminin artık mutlak bir girdi olarak kabul edilebildiği, çok sayıda ülkede yerleşik işletmelerin en iyi teknolojiyi kullanabilme şanslarının var olduğu kabul edilmekte. Yüksek işgücü maliyetlerinin olduğu, küresel piyasalara geçiş imkânına daha çok sahip olan gelişmiş ülkelerde, standart teknik ve yöntemlerle standart ürünler ortaya koymak rekabet gücünün sürdürülebilmesi için yeterli değildir. Yerine, yeni ürün ve süreçlerin yaratıldığı ve ticarileştirildiği, teknolojiyi rakiplerin yakalayabileceği sınırların ötesine taşıyabilmeyi gerektiren avantajlı konumların yaratılabilmesi önemli hale gelmiştir.

Aşağıdaki bölümde ülkelerin inovasyon kapasitesini ölçmek için Augusto Lopez-Claros tarafından geliştirilen endeks hakkında özet bilgiler bulunmaktadır. Endeksten daha çok bizim odaklanacağımız alanlar; endeksi oluşturan bileşenlerin bir bölümüne ışık tutmaktadır.

- İnovasyon Kapasite Endeksi metodolojik bir araçtır. Bu araç geniş bir yelpazede faktörleri, politikaları, kurumları ve kurumsal değerleri barındırır. Ülkelerin inovasyon kapasitesini analiz edebilmek adına kullanılan endeks içerisinde; ülkelerin kurumsal ortamları, insan sermayesine ilişkin durumları, hukuki ve kanuni koşulları, Ar-Ge için altyapı konumu, bilişim teknolojilerinin ne denli kullanıldığı gibi kıstaslar bulunur.
- Böyle bir tekniğin uygulanmasında ana etken inovasyonun çeşitli boyutlarının üzerinde politika düzeyinde bir diyalog oluşturmak üzere bilgi verici-öğretici bir araç geliştirilmesidir. Metodoloji, ülkelerin kalkınmışlık düzeylerine ve siyasi rejiminin yapısına göre ülkelere özel politika reçetelerinin formüle edilmesine olanak tanıyabilmektedir.

Çalışma boyunca değinilecek olan konuları şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. inovasyonun ekonomik ve sosyal kalkınma bağlamında tarihsel bir değerlendirme; değerlendirmenin özellikle inovasyonun faktör verimliliği üzerindeki etkisini irdeleyecek biçime yapılması..
2. inovasyonun gelişimini destekleyebilecek uygun çevre koşullarının irdelenmesi; ayrıca verimlilik artışı için ne tür adımlara/girişimlere gereksinim duyulduğu ve böylece ekonomik kalkınma için yolun daha belirgin hale getirilmesi..
 - a. Bu bölümde özellikle verimlilik artışı için teknolojinin ve inovasyonun ana motor olma rolüne odaklanma gereği üzerinde durulmakta, ülkelerin kalkınma için ihtiyaç duyulan ana yapı taşlarını (makro ekonomik istikrar, iyi çalışan kurumların varlığı, toplumsal birliğin korunabilmesi için öngörülebilir mekanizmaların oluşturulması) aktarabilme fikri yatmaktadır.

1. İnovasyon: özet bir tarihsel değerlendirme

Claros'un yaptığı çalışmada Landes'in yaptığı çalışmaya işaret edilmiştir. 1998 tarihli çalışmasında David Landes⁶, ortaçağ Avrupası'nda önemli ölçüde işgücü verimliliğini artıran bilimsel yeniliklere ilişkin çeşitli örnekler vermiştir. Bu örneklerden biri gözlüktür. Gözlük, vasıflı işgücünün çalışma süresini uzatmıştır. Gözlükler sadece çalışma süresini uzatmakla kalmamış, aynı zamanda mikrometre gibi ölçme aletlerinin keşfi yönünde cesaret verici adımların atılmasını desteklemiştir. Landes, mekanik saati ortaçağın en büyük mekanik zekâ ürünü başarısı olarak tanımlamakta. Saat, verimlilik düzeyinin artırılabilmesi için özellikle şehir yaşamı içinde bir düzen sağlamıştır. Adam Smith'in görüşlerinde varolan "çalışanların verimli gücü"nü refah ve zenginlik düzeyi üzerinde

⁶ Landes, David. 1998. The Wealth and Poverty of Nations, Little, Brown and Company

doğrudan ilgisi sözkonusudur görüşü, saatin zamanı etkin kullanım olanağı sunabilmesi mekanik saatin taşıdığı önemin bir göstergesi olarak algılanabilir.

Matbaa Çin'liler tarafından 9. yüzyılda icat edilmiştir. Ancak Avrupalı'lar yüzyıllar sonra matbaaya yeni bir yol açmadan önce yoğun bir kullanımla karşılaşmamıştır. Landes'e göre matbaa kullanımının Çin'de ivmelenmemesinin önünde hükümetin matbaayı kullanmak konusundaki girişimlerinde yetersizlik, aynı zamanda Konfüçyus anlayışında oluşan hiyerarşik yapılanma, aykırı fikirlerin ve yeni fikirlerin gelişiminin önünde bir engel oluşturmuştur. Çin'dekinin tersine Avrupa'da yazılı çalışmalara talep sözkonusudur. 1452-1455 yıllarında Gutenberg'in ilk İncil'i basmadan önce dahi önemli miktara ulaşan bir talep olduğu Landes tarafından aktarılmakta. 1501 yılından önce sadece İtalya'da iki milyondan fazla kitabın basıldığı bilinmekte. Diğer kültürlerde ise bu yeni teknolojiyi kabullenmek daha uzun süreler gerektirmiştir. Örneğin Müslüman ülkeler baskı makinasından çıkmış bir Kuran'ın kabul edilmez olduğunu düşünmüşler; basım faaliyetlerini İstanbul'da Yahudilere ve Hristiyanlara bırakmışlardır. Ancak Müslümanlar bu sektörle hiç muhatap olmamıştır. Sözedilen tüm örneklerde olduğu gibi, inovasyonlar yavaşça yaygınlaşmışlar, bazen 10 yıllara ihtiyaç duyulmuş; inovasyonların ülkeler arasında yayılması, insanların öğrenme eğrilerinde (learning curve) ilerleme kaydetmelerine ve yetkinlik kazanmalarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Öğrenme eğrisinde ilerleyebilme ve yetkinlik kazanma ise, uygulamaya-pratik yapmaya ve yeni tekniklerin geliştirilebilmesine bağlıdır (Goldstone, 1996)⁷.

Landes'in araştırmasına göre; tarihte İslam ve Çin kültürü bilimsel ilerlemeler ve inovasyon alanlarında lider rol üstlenmiştir. "1100 yılına kadar geçen 400 yıllık dönemde İslam dünyası bilim ve teknolojiye Avrupa'yı geçmeyi başarmış; Müslüman dünya Avrupa'nın öğretmeni olmuştur" biçiminde bir yorum yapılmıştır. 1100 yılından sonraki dönemde bağınaz kişiler sistem üzerinde daha çok hâkimiyet kurmuş, böylece bilimsel çalışmalar durgunluğa uğramıştır. Müslüman dünyada din ve devlet işlerinin birbirinden ayrılmaması süreci destekleyen bir olgu olarak karşımıza çıkmış; böylece keşif ve buluşların doğal kaynakları kurumuştur.

Çin olayına gelince; Çin matbaayı, kağıdı, (ölçüm aleti) kumpası, barutu, porseleni, ipek kumaşı, kömürün ve kokun demiri ergitmek için kullanımını bulmuşlar, bu da Çin'de teknoloji konusunda büyük bir potansiyelin varlığını kanıtlamıştır. Çin'in bu potansiyelini kullanamaması ve Avrupa'nın gerisine düşmesinin ana nedenleri arasında; fikri mülkiyet hakkında iyi tanımlanmış bir çerçevenin olmaması ve serbest piyasa koşullarının varolmaması şeklinde tanımlanmaktadır. Çin'de devlet her zaman özel sektör kuruluşlarına müdahale etmişler; karlı süreçleri özel sektörün elinden almışlar, fiyatlar üzerinde manipülasyon yapmışlar, rüşvetin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Sinolojist-

⁷ Goldstone, Jack. 1996. "Gender, Work and Culture: Why the Industrial Revolution Came Early to England But Late to China". *Sociological Perspectives* 39 (1 Spring): 1-21

Çin dili ve edebiyatı uzmanı Etienne Balazs, Çin'in teknoloji alanında geri kalmasını totaliter bir kontrol rejiminin varlığına bağlamıştır.

Avrupa'daki potansiyel yenilikçiler ise İslam ülkelerinin ve Çin'in karşı karşıya kaldıkları güçlükleri yaşamamışlar; daha da önemlisi Avrupa serbest girişimci-free enterprise dönemine geçiş yapabilmıştır.

2. İnovasyonu destekleyen unsurlar, politikalar ve kurumsal yapılanma

Artan üretkenlik ve artan ekonomik üretkenlik gibi gelişmelerin açıklamasında önemli unsur olarak karşımıza bir ekonominin mevcut teknolojilerini benimsediği ve bu paralelde o ülkenin endüstrilerinin üretkenliğini ne denli artırabildiğine bağlıdır. Ülkeler makroekonomik ve kurumsal çerçevelerini geliştirdikçe, üretkenliği etkileyen etmenlerin neler olduğuna daha fazla yoğunlaşma sağlanmıştır. Şüphesiz, teknoloji ve inovasyonun üretkenliği artıran etmenler arasında listenin üst sıralarda olduğu görülmektedir. Sonuç olarak; ekonomik çıktı-output sadece sermayenin ve işgücünün bir fonksiyonu olmaktan çıkmış, bilgi ve yeni bilginin elde edilmesi artan önemini ortaya koyabilmıştır.

Bir örnek vermek gerekirse, ABD'nin 1995 yılından bu yana sahip olduğu üretkenlik büyümesi, işletmelerin operasyonlarının ana bileşenlerinin dönüşümünü sağlayabilmek için kullanageldikleri en yeni teknolojilere bağlanmaktadır. Bu sonuç özellikle toptancılık, perakendecilik ve mali hizmetler alanında kendini daha belirgin biçimde göstermiştir. Ar-Ge'ye büyük kaynaklar ayıran firmaların en son bilişim teknolojilerini endüstriye sunarak, toplam sistemin üretkenlik artışına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu tip bir tartışmanın merkezinde bulunan soruları şu şekilde özetlemek mümkündür: inovasyon kapasitesini artırabilmek için bir ülkenin sahip olması gereken ekonomik ve sosyal çevre koşullarının ne tip unsurlara, politikalara ve kurumsal yapılanmaya ihtiyacı vardır; bu unsurların görece önemleri nedir; birbirleriyle nasıl bir etkileşim halinde bulunmaktadırlar; bu unsurları tanımlayabilen ve uygulayabilen ülkeler ne denli başarılıdır... Aşağıdaki bölüm bu etmenleri analiz etmektedir.

Eğitim ve Sosyal Bütünleşme-Dahil Edilme (social inclusion): Toplumsal bütünleşme, bir bireyin daha iyi koşullarda yaşama hakkını elde edebilmesi için bir toplumda/ülkede sunulan eğitim ve sağlık hizmetlerindeki düzenlemelere işaret etmektedir. Eğitim ve kamuoyunun sahip olduğu sağlıklı bir hayat, bir ülkenin ekonomik ve siyasi hayatına katılımı daha etkin kılar. Örneğin, okuma-yazma oranındaki düşüklük ve cehalet, ekonomik faaliyetlere katılımın önünde karşımıza bir bariyer olarak çıkmakta; ayrıca bireylerin teknolojik yenilikleri kullanmaları ve bu yeniliklere ulaşmalarında da engel olmaktadır.

Kurumsal Yapılanma (institutions)⁸: Acemoğlu, Johnson ve Robinson'a (2004)⁹ göre kurumlar demekle; bir toplum içindeki ekonomik ajanların (bireylerin) birbirleriyle etkileşimde bulunduğu koşulları ortaya koyan kurallara; ve bununla beraber etkileşimin oluşabilmesi için gerek duyulan teşviklerin belirlenmesi de kurumlar kelimesine işaret edilmektedir. Kurumsal çerçeve büyümeye ve kalkınmaya önemli bir girdi özelliği taşır. Örneğin mülkiyet haklarının olmadığı bir sistem içinde bireyler ne fiziksel, ne de entelektüel sermayeye dönük bir yatırım iştahı içinde olacaklar veya daha verimli teknolojilerin kullanımından uzak duracaklardır.

Yönetişim: Son birkaç 10 yıllık dönem içinde gelişen tartışma konularından biri ekonomik kalkınmanın hangi bileşenlerden oluştuğu yönünde yapılmaktadır. Bu bileşenlerden birinin kamu yönetiminin rolüyle ilgili olduğu gerçektir. Daha açık bir ifadeyle bir siyasi erkin toplumun kaynaklarının nasıl kullanıldığı/yönettiği pratiği önemlidir. Yönetişim, kalkınma alanında yapılan çalışmaların oluşturduğu toplulukların genel görüşüne göre kalkınma sürecinde kamu yönetiminin kalitesinin ne denli önemli olduğunu, bu bağlamdaki rolünün ne olduğunu anlamaya çalışmaktadır. Yönetişimin ana bileşenleri; hesap verebilirlik, şeffaflık ve adalettir.¹⁰

e. Dünya Bankası Türkiye Ulusal İnovasyon Sistemi Raporu'ndan Özet Notlar:

Gelecek dönemlerde büyümeyi devam ettirebilmek için Türkiye'nin işgücü verimliliğini artırması; ayrıca bilişim teknolojilerinin daha yoğun kullanımının sağlanması, işgücünün bilgi birikiminin artırılması, inovasyonu ön planda tutması gerekmektedir. İnovasyon ve teknolojinin yayılımı (diffusion) rekabet gücünün, büyümenin ve istihdam yaratılmasını güçlendiren verimlilik kazanımlarının elde edilmesinde önemli bir rolü sözkonusudur. İnovasyon ve teknolojik yayılım daha etkin süreçler elde edilmesine ve daha düşük maliyetle üretim yapılmasına yardımcı olur. Böylece genel verimlilik düzeyi de artmış olur. Bir ülkenin ulusal inovasyon sistemi, bu ülkenin inovasyon ve teknoloji yayılımı yeteneğini belirler ve dolaylı olarak işgücü verimliliğini etkileyen bir unsur olarak karşımıza çıkar. Türkiye'de kamu yönetimi inovasyonu desteklemek üzere yeni destek sistemleri geliştirmektedir. Bu desteklerin bir bölümünde ana hedef girişimcilerdir/işletmelerdir. 2023 yılı için belirlenen hedefler arasında

⁸ Kurumsal yapılanma veya kurumlarla aktarılmak istenen şey; formal ve informal olmak üzere iki dayanağa sahiptir. Formal unsurlar arasında anayasa, kanunlar, kurallar bulunmaktadır. İnfomal unsurlar arasında ise davranış biçimleri, (mesleki) ahlak kuralları, gelenekler, adetler, alışkanlıklar, genel olarak kabul edilen düzen olarak ifade edilmektedir (www.seslisozluk.com).

⁹ Acemoğlu, Daron, Simon Johnson and James Robinson. 2004. "Institutions as the Fundamental Cause of Long Run Growth." National Bureau of Economic Research Working Paper 10481.

¹⁰ ÇN: Yönetişim yazınında bileşenlerin ne olduklarına ilişkin farklı yaklaşımlar vardır. Ancak, hesap verebilirlik ve şeffaflık bileşenleri tüm çalışmalarda mutlaka vurgulanmaktadır.

- Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranını %2 düzeyine ulaştırmak
- Özel sektör tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının oranını, toplam Ar-Ge harcamaları içinde %60'a çıkarmak
- Araştırmacı sayısını 80 bine çıkarmak
- İnternet kullanım oranını %60 düzeylerine eriştirmek bulunmaktadır

Bu hedeflerle birlikte geçmiş dönemde bilim ve teknoloji alanındaki harcamaların miktarı arttı. Sadece TÜBİTAK tarafından bilim ve teknoloji faaliyetlerine ayrılan kaynak miktarı 2005 ve 2008 dönemi arasında 1.5 milyar dolar olarak gerçekleşti. Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ye oranı %0.67 oranından %1 düzeyine ıktı. Bu eğilimin devam etmesi olası görünmekte. Gündeme yeni gelen desteklerin ağırlıklı olarak üniversite ve sanayi işbirliğini desteklemesi ve beraberinde yeni ve yenilikçi şirketlerin desteklenmesini hedeflediğı gözlenmektedir. Son 10 yıllık zaman dilimi içinde Teknoloji Geliştirme Bölgelerinin oluşturulması ve fikri mülkiyet haklarına ilişkin rejimin AB normlarına yaklaştırma çalışmaları dikkat çekmektedir.

Uluslararası standartlar gözetildiğinde Türkiye'nin ulusal inovasyon sisteminin gelişmiş özellikler barındırdığı izlenmektedir. Bu gelişmişlikle birlikte halen başedilmesi gereken önemli alanlar olduğı dikkat çekmektedir. Bu alanların neler olduğı incelendiğinde; ağırlıklı olarak Türkiye'nin inovasyon ve teknoloji politikalarının ekonomik büyümenin ve işgücü artışının sağlanması yönündeki politikaları destekleyecek şekilde yapılanması ve şekillendirilmesi gereğı olduğı görülür. Bu amaca dönük çabalar için bilginin verimlilik artışına ve inovasyona dönüşüm süreçlerini iyi algılamak ve yönetmek gereğı ortaya çıkmaktadır. Ar-Ge harcamalarının büyük bir bölümünün kamunun finansmanı ile üniversitelerde ve araştırma ve geliştirme kurumlarında yapıldığı görülmektedir. İstikrarlı bir artış olmasına rağmen, (kamu ve özel sektör firmalarından oluşan) işletmeler, toplam Ar-Ge harcamalarında çok daha büyük pay almaldır.

Dikkati çeken bir konu ise Ar-Ge faaliyetlerinin yabancı sermaye tarafından finansmanı olgusudur. Rakip ülkelerle, örneğın Çin'le karşılaştırıldığında yabancı sermayenin Ar-Ge finansmanında düşük düzeylerde kaynak tahsis ettiğı görülmektedir. İşletmelerin Ar-Ge finansmanında görece düşük düzeyde kalma nedenleri arasında özellikle riske karşı olan tutum ön planda durmaktadır. Buradaki gelişmede bir diğer etken ise kamu sektörünün olası bir *dışarıya itme-crowding out* etkisi yaratma olasılığıdır. Bu olasılığın varlığının ana tetikleyicisi ise araştırmacı sayısındaki düşüklüktür.

Türkiye'nin fikri mülkiyet hakları çerçevesi büyük ölçüde AB gereksinimlerine uygun hale getirilmiştir. Ancak bu konuda atılması gerekli adımlar, özellikle uygulamanın güçlendirilmesi anlamında gereklidir. Burada kanuni düzenlemeler, kanunlarda değişiklikler ve belirli kurumlarda kapasite oluşturma açısından yapılması gereken çalışmalar olduğı izlenmektedir. Kapasite

oluşturma açısından bakıldığında anahtar konumda olan kurumlar arasında Türk Patent Enstitüsü ve fikri mülkiyet mahkemelerinin olduğu görülür. Ayrıca önemli yatırımlar devam ediyor olsa da, kamu, özel sektör ve STK'lar arasındaki işbirliğinin artması için de kurumsal kapasitenin geliştirilmesi yararlı olacaktır. İşletmelerle araştırma kurumları arasındaki işbirliğinin artırılabilmesi için kamu yönetiminin yeni düzenlemeler geliştirdiği görülmektedir. Ancak bu konudaki ilerleme hızının yavaş olduğunun altını çizmek gerekir. Üniversitelerle işletmeler arasındaki işbirliği düzeyindeki düşüklük, Türkiye ulusal inovasyon sisteminin verimlilik düzeyini etkilemektedir.

Ulusal inovasyon sisteminin etkin çalışmasının önündeki bir diğer engelin inovasyonun finansmanı ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır. Risk sermayesi ve iş melekleri sektörünün geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sektörün ilerlemesinin önündeki bir diğer engel ise sektörün hizmetlerine ve ürünlerine olan talep düzeyindeki düşüklüktür. Bazı araştırma çalışmaları ve vaka analizleri-örnek olay analizlerine göre, firmalar düzeyinde inovasyonun, özellikle işgücü yoğun endüstrilerde sınırlı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Brezilya, Tayland, Şili ve Polonya gibi bazı ülkelerle bir kıyaslama yapıldığında, yeni ürün veya iyileştirilmiş ürünler ortaya koyan firmaların yüzdesel oranı Türkiye'de düşüktür. Diğer taraftan, özel sektör Ar-Ge harcamaları sözü edilen rakip ülkelerle karşılaştırıldığında yakınlık arz etmektedir.

KOBİ'ler arasında yapılan vaka çalışmaları sonuçlarına göre firmaların inovasyon kapasiteleri ve teknoloji düzeylerini yükseltmelerinin önündeki engeller arasında işgücünün yetenekleri, finansman kaynaklarına olan erişebilirlik düzeyinde düşüklük ve bilginin transfer edilmesi süreci için sahip olunan birikim düzeyindeki düşüklük sıralanmaktadır. Daha kapsamlı bir analiz için aşağıdaki konuları dikkate almak mümkün olabilir. Stratejik açıdan bakıldığında Türkiye ulusal inovasyon sistemi içindeki kurumların etkileşimleri ve ulusal inovasyon politikasının çerçevesi bağlamında önemli soru işaretleri bulunmaktadır. Bunlar arasında:

- Gerek tarım sektöründe, gerekse de hizmetler sektöründeki istihdam kapasitesi nedeniyle sanayi kesimine ve tarım kesimine tahsis edilen Ar-Ge destekleri arasında bir denge sözkonusu mudur?
- Kamu tarafından tahsis edilen Ar-Ge kaynakları, özel sektörün Ar-Ge harcamaları üzerinde bir dışa itme-crowding out etkisi yaratmakta mı?
- OECD Üyesi ülkelerin ulusal inovasyon sistemleri bünyesinde varolan bazı mekanizmalar, Türkiye için uyarlanabilir mi?

Politika ve kurumsal çerçeve bağlamında daha ileri düzeyde analize ihtiyaç duyulan konular arasında

- Fikri mülkiyet haklarının korunması
- İşletmeler-araştırma kurumları ve üniversiteler arasında işbirliği

– İnovasyonun finansmanı endüstrisi bulunmaktadır.

İşletmeler seviyesinde anket ve araştırma çalışmaları ile birlikte hazırlanacak olan vaka-örnek olay çalışmalarının da inovasyonun ve teknolojik ilerlemenin önündeki engellerin daha net bir biçimde anlaşılabilmesi için yararlı olacaktır. Bu tip çalışmaların yapılması beraberinde gelecekteki kamu politikalarının tasarımı ve uygulanmasında ilerleme sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Aşağıdaki şema, inovasyon ile verimlilik arasındaki etmenleri ve ilişkilerin biçimini ifade etmektedir.

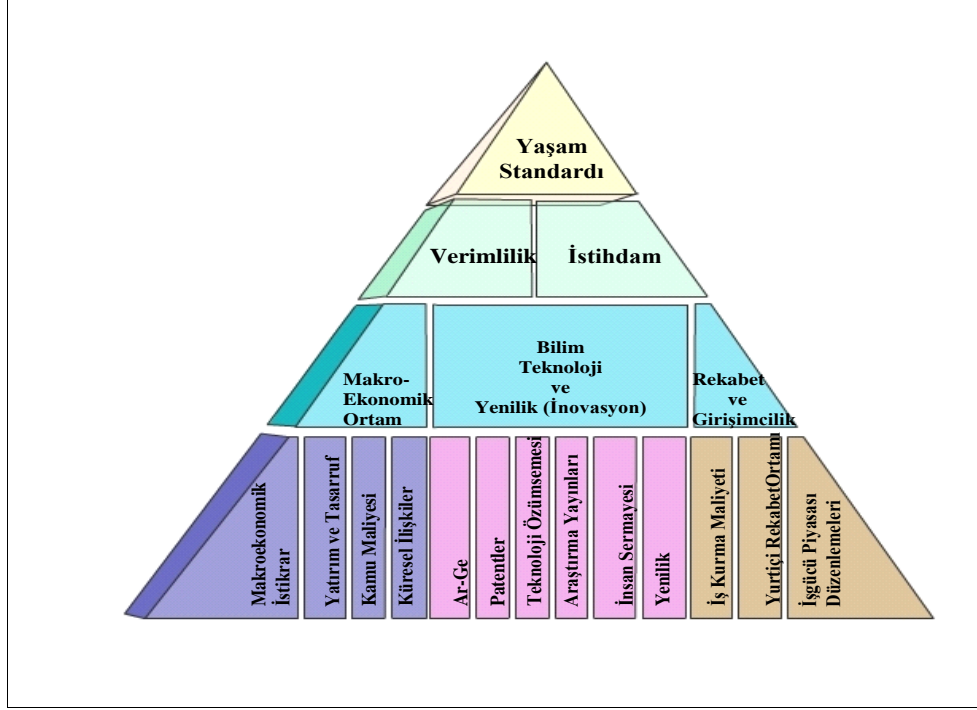


Kaynak: Türkiye Ulusal İnovasyon Sistemi, 2011, Dünya Bankası

Sonuç Yerine:

Aşağıdaki resim rekabet piramidi olarak anılmaktadır. Resimde her ülkenin temel hedefi olan refah düzeyinin artması için hangi etmenlerle arasında ilişki olduğu, bu etmenlerin konumu ortaya çıkarılarak tanımlanmaktadır. Refah düzeyi ile bilim, teknoloji ve inovasyon kapasitesi arasında çok güçlü bir etkileşim vardır. Bu ilişki geçici bir akım veya moda haline gelmiş olan bir tercih olmayıp, bilim felsefesi Thomas Kuhn'un ortaya attığı *paradigma değişimi* söylemiyle uyum içindedir. Makro ekonomik ortam, girişimcilik ve rekabetçilik koşulları, son olarak da bilim-teknoloji ve inovasyon etmenleri ile, refah düzeyinin artmasında itici güç olarak katkıda bulunan verimlilik ve istihdam arasında pozitif ve güçlü bir ilişki (korelasyon) mevcuttur. İşte bu nedenle yeni üretim teknolojilerinin gündeme girmesi, kurumların inovasyon yeteneğine katkıda bulunacak, bu süreç de kaçınılmaz bir biçimde öncelikle verimlilik artışına ve işsizliğe pozitif

yönde değer katacak, dolaylı olarak ülkenin yaşam standardında artış yaşanacaktır. Temel beklenti budur.



Kaynak: TÜSİAD – Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu

Uzun dönemli refaha seviyesine ulaşabilmek ve siyasi istikrarı sağlayabilmek adına Türkiye'nin stratejisi içinde varolan yapıtaşlarından biri; bilgi güdümlü ekonominin¹¹ temel alandaki ilgili teknik ve sosyal değişim gereklerini benimseyecek gayret içinde olmaktır. Bilgi güdümlü ekonominin gerekleri ile yaklaşma yenilik sürecine ilişkin yeni fırsat ve başedilmesi gereken alanları beraberinde ortaya koyacak, Türkiye'nin de bu süreci iyi yönetmesi gerekecektir. Bugün için geçerli olan tabloya baktığımızda, Türkiye'nin bilgi güdümlü ekonomi anlamında atması gereken adımlar sözkonusudur.

Değişen ortam; fırsatlar ve tehditler:

Geçtiğimiz 20 yıl içinde dünya ekonomisi köklü değişimler yaşamıştır. Gelişmeler kendisini yeni ekonomi, bilgi toplumu, öğrenen toplum, bilgi güdümlü ekonomi, son olarak da yeni sanayi devrimi gibi kavramlar üzerine yansıtarak hissettirmiştir. Diğer yandan, 1990'ların sonundaki yeni

¹¹ Bilgi ekonomisi kavramı 1990lı yılların sonlarında Dünya Bankası ve OECD tarafından kullanılmıştır. Bu terim, örgütleri ve vatandaşları ile birlikte mevcut ve yeni üretilen bilginin daha yüksek oranda ekonomik ve sosyal gelişim amacıyla elde edilmesi, yaratılması, yayılması ve yararlanılmasını içeren bir ekonomik düzen kastedilmektedir.

ekonomi diye anılan dönemde dahi, dünyada uzun dönemli verimlilik büyümesini güçlendirecek gelişmelere şahit olunmamıştır. Ölçebildiğimiz kadarıyla verimlilik artışı 1990'lı yıllarda 1980'li yıllarla karşılaştırıldığında daha da düşük orandadır. Hatta 1970'ler 1980'lerden verimlilik artışı anlamında daha da iyi performans sergilendiği bir on yıllık dönem olmuştur (IKED, 2004). Diğer yandan, kolaylıkla ölçülebilir özellikte olmayan bazı gelişmeler izlenmektedir. Örnek verecek olursak; belirli sanayi dallarında hızlı kalite artışları, verimliliğin kolaylıkla ölçülemeyeceği çeşitli ve yeni sanayi dallarının doğması gibi. Gerçekte, bilgi güdümlü ekonomi ile paralel olarak ekonomik performans ve refahı ölçmekte güçlükler artış göstermiş, gelişen yeni durum beraberinde ekonomik performansın, ulusların rekabet gücünün neler olduğuna ilişkin yeni belirleyici faktörleri maskeleyen durumda kalmıştır.

İzlenen önemli değişimler, bilginin yayılım ve kullanımına ilişkin maliyetlerin azalmasıyla beraber hissedilmektedir. Uluslararası ticarete bakıldığında, yüksek bilgi ve teknoloji içeren ürünlere doğru bir yönelmenin varlığını yansıttığı görülmektedir. Benzer gözlemler işletme ve sanayi dalı bazında da takip edilmektedir. Genel bir değerlendirme sonucunda; teknolojinin ve bilgi ve yeteneğin yoğunlaştığı alanların ağırlığının arttığı hissedilmektedir. Bilgi güdümlü ekonominin gelişimi ile beraber ülkeler ve işletmeler için çeşitli fırsatlar doğmaktadır. Özellikle KOBİ'lerin yeni bilgiyi kullanabilmek, bilişim teknolojilerinin sağladığı imkanlardan yararlanarak mevcut ve potansiyel müşteri ve ortaklarıyla uluslararası temas kurmaları için çeşitli imkanlar daha da artmaktadır. Doğal olarak bu fırsatlar için yeni yeteneklere olduğu kadar organizasyonların bünyesinde de değişimlere ihtiyaç duyulmaktadır. İnternette güveni sağlayacak yapılanmaya, herşeyin ötesinde işletmelerin ve bireylerin dünyanın neresinde olursa olsun yenilik üretmeye, ticari olarak itibarı olan fikirlere sahip olmaya gereksinim duyulmaktadır. Ekonomik büyümenin yeni belirleyicileri kendilerini daha fazla miktarda gösterirken, odaklanmanın artık daha çok yeniliğin rolü üzerinde olduğu görülmektedir. Yeni sanayi devrimi ise, tereddüt etmeksizin ***inovasyonda yeni bir paradigma*** olarak değerlendirilebilir.

Kaynaklar:

Acemoğlu, D., Simon, J., Robinson, J. (2004), Institutions as the Fundamental Cause of Long Run Growth. National Bureau of Economic Research Working Paper 10481

Bartzokas, A. (2000), Policy Relevance and Theory Development in Innovation Studies, Institute for New Technologies Discussion Paper Series, #2000,6

Deutsche Bank (2014), Deutsche Bank Research, Current Issues, Sector Research, author: Stefan Heng, April 23, 2014.

Edquist, C. (2001), The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: an account of the state of the art, paper presented at DRUID conference Aalborg, June 12-15, 2001

IKED (2004), Strengthening Innovation and Technology Policies for SME Development in Turkey. Opportunities for Private Sector Development, Glenda Napier, Sylvia Schwaag Serger, Emily Wise Hansson, IKED, Malmö, Sweden, December, 2004

Landes, D. (1998), The Wealth and Poverty of Nations, Little, Brown and Company

Lopez-Claros A., Mata Y., (2009): The Innovation Capacity Index: Factors, Policies, and Institutions Driving Country Innovation, Augusto Lopez-Claros, Yasmina N. Mata, 2009, 2010, http://www.innovationfordevelopmentreport.org/papers/101_LopezClaros_Mata.pdf

Markillie, P. (2012), Third Industrial Revolution, The Economist, April 2012

Metcalfe, J., James, A., (2000), a New view of the Firm, Resources, Technology and Strategy, Edited by Foss, N., and Robertson, P., Routledge, London – New York

Smith, K. (2002), What is the Knowledge Economy, Knowledge Intensity and Distributed Knowledge Bases, Institute for New Technologies Discussion Paper Series, #2002,6

Sirkin et.al (2015): Sirkin H., Zinser M., Rose J., Why Advanced Manufacturing will Boost Productivity?, bcg.perspectives by the Boston Consulting Group, 2015

World Bank (2011). Turkey - Improving Conditions for SME Growth Finance and Innovation. Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12211>
License: CC BY 3.0 IGO.

Web kaynakları:

[http://www.mmsonline.com/cdn/cms/uploadedFiles/WhatisAdditiveManufacturing\(1\).pdf](http://www.mmsonline.com/cdn/cms/uploadedFiles/WhatisAdditiveManufacturing(1).pdf)

<http://www.compete.org/about-us/initiatives/manufacturing>

<http://www.fablabinternational.org>