

# ENDÜSTRİ DEVRİMİNDE DÖRDÜNCÜ DALGA VE EĞİTİM: TÜRKİYE DÖRDÜNCÜ DALGA ENDÜSTRİ DEVRİMİNE HAZIR MI?


ERDİNÇ YAZICI - HİDİR DÜZKAYA

*Gazi Üniversitesi*

*Gönderim Tarihi:03.08.2016*


*Kabul Tarihi:28.08.2016*

**Öz:** Modern toplumların temelindeki en önemli kurumlardan birisi endüstriyel dönüşümlerdir. Bu tarihsel dönüşümün başlangıcı, 18. yüzyılın ortasında buhar makinesinin icadıdır. Enerji kaynağı olarak elektrik ve petrolün kullanılması ve seri üretime geçilmesi sonrası, ikinci endüstriyel dönüşüm dalgası başlamıştır. Üçüncü endüstriye dönüşüm dalgası ise, programlanabilir elektronik makinelerin üretim teknolojisine uygulanması ile tetiklenmiştir. Günümüzde dördüncü endüstriyel değişim dalgasının ilk örneklerine şahit olunmaktadır. Bu dönüşüm sadece üretim teknolojisini değiştirmemekte, toplumu, ekonomiyi ve eğitimi de değiştirmektedir. Bu çalışma endüstriyel dönüşümlerin toplumsal kurumlara etkisini, dördüncü endüstriyel devrimi ve Türkiye'nin mevcut durumunu incelemektedir. Almanya ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde başlayan dördüncü endüstriyel dalga, tüm küresel pazarı etkileme potansiyeli taşımaktadır. Bu sürecin anlaşılması, Türkiye'nin küresel rekabet gücünü koruyabilmesi ve ekonomik büyüme için hayati önemdedir. Bu çerçevede, Türkiye'nin mevcut endüstriyel ve eğitim altyapısı incelenmekte ve önerilerde bulunmaktadır.

 **Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Kalkınma, Endüstriyel Dönüşüm, Eğitimi.

## FOUR WAVES IN INDUSTRIAL REVOLUTION AND EDUCATION: IS TURKEY READY FOR FOUR WAVES IN INDUSTRIAL REVOLUTION?

**Abstract:** One of the most important institutions in society are the basis of modern industrial transformation. This is the beginning of a historical transformation, invention of the steam engine in the middle of the 18th century. After the transition to the use of electricity and oil as an energy source and mass production, the second wave of industrial transformation began. The third wave of industrial transformation was triggered by the implementation of programmable electronic machine manufacturing technology. Today is witnessing the first example of the fourth wave of industrial change. This transformation is not only changing the production technology, social, economic and education systems are also change. In this study examines the effect of the industrial transformation of social institutions, fourth industrial revolution and the current situation of Turkey. The fourth wave began in the advanced industrial countries such as Germany and the United States increasingly has the potential to affect the entire global market. The understanding of this process, it is vital to be able to protect Turkey's economic growth and global competitiveness. In this context, Turkey's current industrial and educational infrastructure are being examined and made recommendations.

 **Keywords:** Industry 4.0, Development, Industrial Transformation, Education.

 **Atf için/cite as:**

Yazıcı, E., ve Düzkaaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama [Journal of Education and Humanities: Theory and Practice]*, 7 (13), 49-88.

## GİRİŞ

Bilginin merkezi dönüştürme aracı olarak gücünü ve toplumsal konumunu gittikçe arttırdığı günümüzde, toplumlar zorunlu bir dönüşüm dalgasının nesnesi haline gelmektedir. Polanyi'nin teknolojik devrim için kullandığı ve sanayi devriminin yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulayan “ondokuzuncu yüzyıl uygarlığı çöktü” metaforu (Polanyi, 2013), günümüzde yaşanan değişimler ışığında yirminci yüzyıl uygarlığının da çökmenin eşiğinde olduğu şartlar için yeniden kullanılabilir.

18. yüzyılın ikinci yarısında makinelerin üretim aracı olarak kullanılması ile başlayan birinci endüstri devrimi üretimin makineleşmesini, üretim araçlarında kullanılan enerjinin değişmesi sonucu makinelerin üretim kapasitelerinin artması ve seri üretime geçilmesi sonucu tanımlanan ikinci endüstri devrimi üretimin serileşmesini, bilgisayar teknolojilerinin ve otomasyonun temel düzeyde kullanılması sonucu ortaya çıkan üçüncü endüstri devrimi ise üretimin sayısallaşmasını sağladı (Kent, 2016). Günümüzde karşımıza çıkan ve internet başta olmak üzere makineler arası iletişimin sağlanabildiği iletişim araçları vasıtasıyla makinelerin akıllı ve kendi kendini yöneten üretim tesislerini koordine etmesi ile tanımlanan dördüncü endüstri devrimi ise akıllı üretim kavramı temelinde şekillenmektedir (Baysal, 2015).

Üretim ilişkilerinde ortaya çıkan söz konusu değişimler, tarihsel olarak toplumları da değiştiren potansiyeli taşımaktadır. Genel çerçevede baktığımızda avcı toplayıcı topluluklardan hayvanların evcilleştirilmesi ve tarım faaliyetlerinin yapılması sonrası yerleşik hayata geçilmesi, ilk toplumsal dönüşümü ve şehirleşme ile başlayan bir devletleşme sürecini tetiklemiştir. İlk örneklerini Mısır ve Sümer uygarlıkları ile gördüğümüz tarım imparatorlukları, yeni bir üretim ilişki modelinin keşfedildiği birinci endüstri devrimine kadar varlıklarını devam ettirmiştir. Bu endüstri devrimi sonrası sınıflara dayalı, makinelerin üretim faaliyetine katıldığı, fabrikaların hayatın merkezine yerleştiği, işçi sınıfının ve sınıf bilincinin geliştiği yeni bir üretim ve referans sistemi çerçevesinde yeni bir toplum ortaya çıkmıştır. Büyük dönüşüm olarak da adlandırılacak bu değişimler teknolojik, iktisadi, sosyal ve kültürel değişimlerin yanı sıra toplumun sınıfsal yapısını da değiştirmiştir (Yazıcı, 2010). Bu endüstri devriminin iş bölümü temelinde şekillendirdiği toplumsal sınıflar arasındaki mücadele, yeni bir siyasal ve kültürel toplumun ortaya çıkmasını sağladı. Üretimin çeşitlenmesi ve verimliliğinin artmasını sağlayan seri üretim ile tanımla-

nabilecek ikinci endüstri devrimi sonrası, teknolojik yeniliklerin üretim ve toplumsal hayata girmesi ile birlikte yüksek verimliliğe, ürün ve hizmete daha kolay ulaşılmasına, üretimin farklı coğrafyalara yayılmasına ve toplumlar arası ilişkilerin gelişmesine dayanan üçüncü endüstriyel devrim beraberinde küreselleşme olgusu ile birlikte geldi. Post-modern kavramı ile tanımlanan günümüz üretim ilişkileri küresel rekabete uygun, yeni teknolojilerin kullanıldığı, derin/dikey uzmanlaşmaya dayanan yeni iş ve çalışma kavramları çerçevesinde örgütlenmektedir (Yazıcı, 2010).

Üretim ilişkilerinin ve üretim araçlarının değişmesi sonrası bilgi temelinde gerçekleşen yeni endüstri devrimi gün geçtikçe varlığını daha güçlü hissettirmesine rağmen, Alvin Toffler'ın tabiriyle birinci ve ikinci dalga güçlerini savunan taraflarının itirazları da devam etmektedir (Toffler, 2008). Teknolojik gelişmeleri kabul etmeyen, antik el sanatlarına dönüşü savunan birinci dalga güçlerinin görüşleri romantik bir çabayı aşmaktadır. Teknolojiyi sorumsuzca savunan ve verimliliği merkezi kavram olarak görerek üretimi arttırma dışında bir amaca odaklanmayan modern paradigmaya bağlı ikinci dalga güçleri ise karşılaşılan değişime karşı cevap vermekte yetersiz kalmaktadır. Bu aşırı uçların karşısında ise, sayıları gittikçe artan ve klasik ekonomik üretim modelinin teknolojik gelişmeler vasıtasıyla değişmesini sağlayan bilgi toplumu/üçüncü dalga güçleri bulunmaktadır. Değişime ve artan çeşitliliğe odaklı bu yeni kültür, yeni doğa, evrim ve ilerleme görüşünü, yeni ve daha zengin zaman ve alan kavramlarını, bütünleşmeciliğin ve indirgemeciliğin füzyonunu yeni bir nedensellikte birleştirmeye çalışmaktadır (Toffler, 2008).

Birçok üretim tarzının bir arada yaşadığı günümüz toplumu, maddi sabit sermayeye odaklanan modern kapitalizm yerine “*insan sermaye*”, “*bilgi sermaye*” ya da “*zekâ sermaye*” olarak adlandırılan yeni bir sermayenin önemini gittikçe arttırdığı post modern üretim ilişkileri çerçevesinde yeniden şekillenmektedir. Adam Smith'ten bu yana değer kaynağı olarak sabit sermayenin ve fiziksel emeğin merkezinde yer aldığı modern paradigma, ürün biriminin zaman birimi ile çarpıldığı ve maddenin değerini belirleyen klasik ölçü birimi yerine maddesiz emeğin üretimde hakim unsura dönüşmesi ile birlikte geçerliliğini yitirmektedir (Gorz, 2011:11). Sabit sermaye yerine bilginin merkezde olduğu yeni bir üretim ilişkisinin belirlenmesi, klasik kapitalizm olgusunun değişmesine neden olmaktadır.

Hangi endüstri alanında olursak olalım teknolojik yenilikler ile bir araya gelen bilginin kullanılması sonucu ortaya çıkan dijitalleşme, şirket-

lerin geleceği için bir tercihten ziyade mecburiyete dönüşmektedir. Bu dönüşüm içerisinde yeni iş modelleri ortaya çıkmakta, klasik paradigmaya bağlı yerleşik kuruluşlar bozulmakta, üretim, tüketim, ulaşım ve seviyat sistemleri yeniden biçimlenmektedir. Üretim ilişkilerinin yanı sıra, toplumsal cephede de kendimizi ifade etme, bilgilendirme ve eğlendirme tarzlarımız da yeni bir paradigma değişimi gündemdedir. Bu değişim esnasında, üretim artışına dayanan ve doğayı insanın kullandığı bir araç olarak gören yaklaşım yerini doğal çevrenin yeniden canlandırılması ve korunması yönünde yeni bir algıya bırakmaktadır (Schwab, 2016).

Bu çerçevede Endüstri 4.0 ile talepten ürün/hizmet geliştirmeye, hammaddenin tedarik edilmesinden üretime, üretimden ürünün pazara ulaştırılmasına kadar olan bütün süreç insan, makine ve bilgi teknolojilerinin birbirine bağlı olduğu, karar mekanizmasının çoğu zaman makinelere bırakılarak özerkleştiği ve müşterinin bireysel tercihlerinin üretimin her aşamasında etkileyebildiği bir mükemmelliği hedeflemektedir (TOBB, 2016). Bu hedef doğrultusunda bilgi teknolojileri ve endüstride yaşanan değişim olgusu, temel eğitimden mesleki eğitime kadar tüm eğitim olgusunu değişime zorlamaktadır.

Eğitim sistemindeki değişime neden olan şartlar arasında bilgi patlaması, bilginin doğasına ilişkin felsefi görüşlerin çeşitlenmesi, düşünme mekanizmasının yeni sınırlarının keşfedilmesi, öğrenci ve eğitimci davranışlarının farklılaşması, değer sisteminin değişmesi, toplumsal kesimlerin beklentilerin değişmesi, işgücünün doğasının değişmesi ve yeni üretim teknolojileri ile paralel yeni ürün yelpazesinin oldukça hızlı değişmesi gibi olgular bulunmaktadır (Özdemir, 2011). Bilginin merkezde olduğu dördüncü endüstri dalgası ile birlikte üretim ilişkilerinde meydana gelen söz konusu değişimler, öğrenim ilişkilerinde de bu süreçlerle uyumlu değişimleri gerekli kılmaktadır. Eğitim programlarının söz konusu yeninden yapılandırılma sürecinde serbest piyasa ekonomisi, bilgi üretimi ve yönetimi, girişimcilik, esneklik, risk yönetimi gibi bilgi, beceri ve yeteneklere sahip bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (Özdemir, 2011).

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi öncülüğünde başlayan ve gün geçtikçe toplumsal, ekonomik ve siyasal ilişkileri daha da çok etkileyen yeni bir endüstri çağının eşiğinde durulmaktadır. Daha önceki endüstriyel devrimleri çağdaşlarına göre oldukça geç ve sorunlu bir şekilde yakalayan Türkiye'nin, yeni devrimsel süreci daha yakından incelemesi ve bu devrimin getirdiği yeniliklere uyum sağlaması bir zorunluluk olarak

karşımızda durmaktadır. Bu amaç çerçevesinde şekillendirilen elinizdeki çalışma sırasıyla endüstri olgusunun tarihsel dönüşümler üzerindeki etkisini, endüstriyel gelişmenin amacı ve eğitim ile olan ilişkisini, dördüncü endüstriyel dalga'nın nitelikleri ve yeni endüstriyel dalga gelişirken Türk endüstri ve eğitim sistemini irdeleyen alt bölümleri içermektedir.

## **I. BİR SÜREKLİ DEVRİM OLGUSU OLARAK ENDÜSTRİ OLGUSU**

### **A. Toplumsal Dönüşümler ve Endüstriyel Dönüşümler**

İnsanlık tarihi üretim ilişkilerinin değiştiği her dönem sonrasında bir önceki döneme ait görüşlerin, düşüncelerin, kültürün ve toplumsal yapının değişimine sahne olmuştur. Göçebe topluluklar halinde avcı/toplayıcı olarak yaşamlarına devam eden ilk insan topluluklarından tarım toplumlarına, birinci endüstri devriminden bilişim çağına her değişim dalgası beraberinde toplumsal dönüşümleri de kaçınılmaz olarak getirmiştir.

Toplumsal değişimler bilim ve teknolojideki gelişmeler, demografik değişimler, aile kurumundaki değişimler, ekonomik yapı, doğal çevre, siyasal yapı, eğitim, demokratik gelişmeler, ideolojiler ve ülkeler arasındaki mücadele ve savaşlar başta olmak üzere birçok sebebin sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir (Özdemir, 2011). Toplumsal değişimleri tetikleyen söz konusu sebeplerin ağırlıkları, bu sebeplere maruz kalan toplumların mevcut durumuna bağlı olarak değişmektedir. Çalışma kapsamının endüstriyel dönüşümlerin toplumsal dönüşümlere etkisi ile sınırlı olması nedeniyle, toplumsal dönüşümlere neden olan diğer sebeplerin etkilerine değinilmeyecektir.

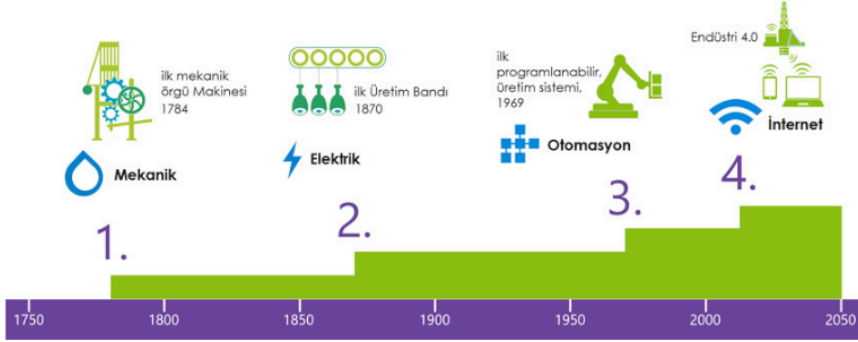
Birinci endüstri devrimin ortaya çıktığı 18. yüzyılın ortalarına kadar hüküm süren tarım toplumu, oldukça statik bir yapı taşımaktaydı. Bu toplumlarda güç monarşik liderler ve dini yapılar özelinde toplanıyordu. Belirli kurallara bağlı sınıfsal yapı, değişim parametrelerin yetersizliği nedeniyle yüzyıllarca değişmemiş ve tarımsal üretim ile örgütlenmiş büyük imparatorluklar özelinde teşkilatlanmıştı (Toffler, 2008). Bu toplumsal örgütlenme biçimi sanayi toplumu sonrası ekonomik, teknolojik ve bilimsel alanlarda olduğu kadar sosyal ve siyasal alanlarda da büyük değişim ve dönüşümlere maruz kalmıştır (Özdemir, 2011). Buhar makinesinin icadı ve üretimde makineleşmenin yoğunlaşması ile başlayan bu dönüşüm dalgası, çalışma kavramını toplumsal ilişkilerin merkezine konumlandır-

mıştır. Birinci endüstriyel devrimin gerçekleştiği söz konusu dönemde toplumlar iş bölümü çerçevesinde yeniden şekillenmiş ve katı kurallara bağlı sınıflar yerine bireylerin üretim ilişkilerine bağlı olarak toplumsal konumlarını belirledikleri yeni ve daha geçirgen toplumsal ilişkiler biçimini ortaya çıkmıştır (Yazıcı, 2010). Bu dönem içerisinde toprağa, tarıma ve insan gücüne dayalı ekonomiler, makineleşme ve seri üretimle şekillenen yeni bir ekonomi yapısına dönüşmüştür. Makineler sayesinde üretim büyük boyutlarda yapılmaya başlanmış ve çeşitlenmiştir. Bu durum tarım toplumlarını oluşturan sınıfsal yapıyı parçalamış ve sermaye gücünü elinde bulunduran yeni bir sınıfın, yani burjuvaların, ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sermaye gücünü elinde bulunduran söz konusu girişimciler, fabrikaların kurulmasına öncülük ederek yeni bir yaşam tarzının toplumun merkezine oturmasına neden olmuştur. Teknolojik gelişmelerin tetiklediği söz konusu değişim, toplumsal ilişkiler bütünü de değiştirerek, şehirleşmenin gittikçe yaygınlaşmasını ve sanayi işçilerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Kent, 2016). Birinci endüstriyel devrim sonrası geniş ailelerin çekirdek ailelere evrilmesi, zaman kavramının toplumsal ilişkilerin merkezine oturması ve bireylerin kişiliklerin ön plana çıkması gibi toplumsal değişimler gerçekleşmiştir (Çeliktaş vd., 2015).

Endüstriyel üretimin toplumsal hayatının merkezine oturması sonrası, toplamda dört farklı endüstriyel dönüşümden söz etmek mümkündür. Bu endüstriyel dönüşümlerin ilki, yani birinci endüstriyel dalga 1763 yılında James Watt'ın İskoçya'da buharla çalışan ilk makineyi icat etmesi ile başlamıştır. Bir yıl sonra Edmund Cartwright'ın mekanik dokuma tezgâhını icat etmesiyle makineleşme üretimin bir parçası haline gelmiş ve Birleşik Krallık başlayan bu süreç Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya başta olmak üzere bütün dünyaya kısa süre içerisinde yayılmıştır (Çeliktaş vd., 2015). Makineleşmenin merkezde olduğu bu endüstriyel devrimi, 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren elektriğin ve montaj hatlarının üretime katılması ile başlayan seri üretimin merkezde olduğu ikinci sanayi devrimi izlemiştir (Schwab, 2016). Mekanik ve endüstriyel teknolojilerin gelişmesi sonucu dijital teknolojinin üretim araçlarında kullanılmaya başlanması ve programlanabilir makinelerin ortaya çıkması 1970'li yılların başından itibaren yeni bir endüstriyel devrimin doğmasına neden olmuştur. Bu endüstri devrimi, üretimin otomasyonunu ve sayısallaşmasını sağlamıştır (SIEMENS, 2015; Taghizadeh ve Keser, 2015). Üretimde

sayısallaşma sonucu bilgisayar teknolojileri hızla gelişmiş, çok eksenli imalat robotları devreye girmiş ve 1990'lı yıllardan itibaren internet altyapısının yaygınlaşması sonrası dördüncü endüstri devrim başlamıştır, bkz. Şekil 1.

Şekil 1. Sanayi Devriminin dört aşaması



**Kaynak:** Seyrek, A.G. (2015), web: <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-uygulama-icin-yol-haritasi/>

Dördüncü endüstriyel devrim, yeni bir yaşam tarzını da beraberinde getirmektedir. Klasik sanayi toplumunu oluşturan temel değerler yerini çeşitli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı, işçilerin merkezde olduğu fabrikalar yerine akıllı fabrikaların yaygınlaştığı, aile yapısının değiştiği, elektronik ev olarak adlandırılan yeni bir yaşam alanının toplumsal hayatın merkezine oturduğu, eğitim kurumlarının ve eğitim tekniklerinin değiştiği yeni bir değerler sistemine bırakmaktadır. Bu süreç içerisinde standartlaşma, senkronizasyon, merkezi yönetim birimleri ve enerji, para ve gücün tek elde toplandığı üretim ilişkileri yeniden tartışılmaktadır (Toffler, 2008). Bilgi toplumu olarak da adlandırılan ve sınırlarının yeni yeni çizilmeye başladığı söz konusu toplum yapısı içerisinde üretim sektörü giderek akıllı makinelere terk edilmekte ve hizmetler sektörü toplumsal yaşamın merkezine oturmaktadır. Kol gücü veya enerji kaynaklarına hakimiyet çerçevesinde şekillenen toplumsal yapı değişmekte, gücünü bilgiden alan yetenekli uzmanlar etrafında gelişen yeni bir toplumsal ilişki bütünü ortaya çıkmaktadır.

## B. İktisadi Dönüşümler ve Endüstri

Endüstriyel devrim öncesi toplumlarda üretici ve tüketici arasındaki ayırım kesin çizgilerle ayrılmamıştı. Kişilerin kendi ihtiyaçlarını temin etmek için yaptıkları üretim sonucu ortaya çıkan üretim fazlası toprak sahipleri, soylular veya yöneticilerden oluşan küçük bir elit kesim tarafından kullanılmaktaydı. Endüstriyel devrim sonrası üretimin artması ve üreticilerle tüketicilerin tanımlanması modern iktisat biliminin ortaya çıkmasını sağladığı gibi, günümüze kadar devam eden iktisadi tartışmaların da temelini atmıştır.

Buhar makinesinin icadı ile başlayan birinci endüstriyel devrim, toprağa, tarıma ve insan gücüne dayalı ekonomik sistem yerine makineleşme ve seri üretimle şekillenen yeni bir ekonomik modele geçilmesini sağladı. Makineleşme sonrası üretimin miktarının ve çeşitliliğinin artması, bu ürünlerin satışına odaklanan bir ticari hayatın gelişmesine ve sermaye birikiminin ortaya çıkmasına neden oldu. Sermaye birikimini elinde bulduran yeni girişimci kesim, sahip olduğu teknolojik ve üretim altyapısını geliştirerek fabrikaların kurulmasına öncülük etti. Bu üretim tesislerinin hammaddeye ulaşabilmek ve ticari bağlantılarını geliştirebilmek için şehirlerde toplanması, kentlerin nüfusunu arttırdığı gibi üretici ve tüketicilerin birbirinden ayrıldığı yeni bir ekonomik sistemi ortaya çıkardı (SIEMENS, 2015). Bu sanayi toplumunun kendisine has özellikleri arasında işletmenin aileden ayrılması, iş bölümü, sermaye birikimi, iktisadi hesaplama, işçi toplanması bulunmaktadır (Aron, 1997).

Sanayi toplumunun ortaya çıkması ile birlikte modern iktisat bilimi gelişti. Adam Smith'in "Ulusların Zenginliğinin Nedenleri Üzerine Araştırmaları"nı yayınladığı bu dönemde, zenginleşme tutkusunun mahkûm edildiği bir toplumdan, zenginleşmenin tutku haline geldiği yeni bir topluma dönüşüm gerçekleşmekteydi. Endüstri devriminin etkisi ile emek bir mübadele aracı haline dönüştüğü gibi, emek ve hammadde ücretlendirilebilecek metalar olarak tanımlanmaya başladı (Meda, 2012). Üretim boyutlarındaki artış, yeni bir toplumsal düzenin inşa edilmesi ve emeğin bir meta haline gelmesi sonrası 19. yüzyılın ilk yarısında ekonomik liberalizm, ilerleme ve gelişme için vazgeçilmez bir olgu olarak tanımlanmaya başladı (Polanyi, 2013). Fakat girişimcilerin gittikçe güçlenmesi ve işçilerin üretimin bir nesnesi olarak görülmesi neticesinde toplumsal sorunların ortaya çıkması liberalizm olgusunun tartışılması ve işçi haklarını arayan örgütlerin gelişmesi sonrası yüzyılın sonuna doğru sos-



yalist eğilimlerin gittikçe güçlenmesi sonuçlarını doğurdu (Meda, 2012). Sosyal korumanın talep edilmesi, liberalizmin ile üreticiler lehine gelişen tek taraflı haksız ilişkinin yıkılması anlamına geliyordu. İktisadi ilişki biçimindeki bu adaletsizliğin ortadan kaldırılması amacıyla sosyal yasalar, çalışma yasaları, işsizlik sigortası, işçi sendikalarının örgütlenme hakkı, emeğin hareketliliği ve temel ücretlerin belirlenmesine dayanan sosyal refah devletinin ortaya çıkması yeni bir iktisadi ilişki biçimini şekillendirdi (Polanyi, 2013). İki dünya savaşı ve ekonomik krizler sonrası yeni iktisadi mekanizma liberalizmin merkezinde yer alan ABD başta olmak üzere tüm gelişmiş ülkeler tarafından kabul edildi.

Fakat sosyal refah devleti uygulamalarının gelişmiş ülkelerde üretim yapan sermaye sahipleri üzerinde kaldırılamaz maddi yükümlülüklere neden olması ve özellikle üçüncü endüstriyel devrim sonrası üretimin gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelere kaydırılmasına izin veren teknolojilerin ortaya çıkması sonrası üretim bölgeleri dünya üzerinde yer değiştirmeye başladı. Gelişmiş ülkelerdeki üretimin diğer bölgelere kayması, üretim üzerindeki devlet tekellerinin ortadan kalkması ile birleşince sosyal refah devletinin krizi ile karşılaşıldı (Bauman, 2014). Bu krizi aşmak için 1980'lerde üçüncü yol olarak tanımlanan yeni bir ekonomik ve toplumsal ilişki modeli İngiltere merkezli geliştirilmeye çalışılsa da, gelişmiş ülkeler için istenilen sonucun elde edilebildiği ciddi bir tartışma konusudur (Giddens, 2000).

Aron tarafından tanımlanan üretim faktörlerinin seyyalyeti olgusu (1997), 21. yüzyılın ortasından itibaren girişimciler tarafından üretim maliyetlerinin daha düşük olduğu ülkelere yatırım yapılması yönündeki düşüncenin temelini teşkil etmektedir. Bu süreçte gelişmiş ülkeler ellerindeki finansal kaynakları ve bilgi birikimlerini az gelişmiş ülkelere aktarırken, az gelişmiş ülkeler de ellerindeki hammadde ve emek piyasasını söz konusu girişimcilere sundular. Daha fazla üretimin daha az maliyetle üretilmesi amacını taşıyan kapitalizm olgusu, bu sayede küreselleşmenin tetikleyicisi oldu. Böylece Brezilya, Arjantin, Türkiye, Hindistan, Endonezya, Tayvan, Tayland ve özellikle de Çin gibi ülkeler elde ettikleri finansal gücü kullanarak endüstriyel gelişime fırsatı buldu. Bu sürecin neticesinde, gelişmiş ekonomilere sahip olan endüstriyel güçler üretim rekabetindeki üstünlüklerini büyük bir hızla Çin, Hindistan ve Brezilya'nın öncülük ettiği yükselen ekonomilere kaptırır hale geldi (SIEMENS, 2015; Adıgüzel, 2011).

Gelişmiş ülkeler rekabet güçlerini kaybetmesi, sosyal harcamaların yaşlanan nüfus ile birlikte gittikçe büyümesi gerçeği ile karşılaştıkça yeni bir endüstriyel yaklaşıma gün geçtikçe daha çok ihtiyaç duymaktadır. ABD ve Almanya'nın öncülük ettiği dördüncü endüstri devrim, daha fazla üretim yapabilmek için emek piyasasının büyümesine ihtiyaç duymayan akıllı fabrikaların kurulması sonrası gelişmiş ülkelerin kaybettikleri rekabet güçlerini yeniden elde etmeleri için bir fırsat olarak görünmektedir.

### C. İnsan Tipi, Eğitim ve Endüstri

Birinci endüstri devrimi toplumsal ve iktisadi yapıyı değiştirdiği gibi, bu toplumsal yapı içerisinde yaşayan insan tipini de önemli ölçüde değiştirmiş ve yeni koşullara uyum sağlayabilecek bireyin ortaya çıkabilmesi için yeni eğitim politikalarına yoğunlaşmıştır. Makineleşmenin yaygınlaşması tarımsal üretim ile karşılaştırıldığında ciddi bir üretim artışı sağlamanın yanı sıra, iş bölümü sonucu bir araya gelen ve üretim için bir diğerine ihtiyaç duyan yeni bir kültür ve toplumsal ilişkisinin doğmasını sağlamıştır.

Sanayi öncesi toplumlarda doğal cemaat yapılarının etkin olduğu görülmektedir. Gücünü Tanrısal otoriteden alan bu yapılar siyaset, eğitim ve hukuk kuralları üzerinde etkinliğini Ortaçağ boyunca sürdürmeyi başarmıştır. Endüstri toplumlarının ortaya çıkması ile birlikte, bu toplumsal ilişkiler bütünü parçalanmış ve birey merkezli yeni bir toplumsal düzen gelişmiştir. 18. yüzyıl boyunca, bireyin hak ve sorumluluklarını belirleyen ilkeleri bulmak için ekonomi ve politika kullanılmıştır. İş bölümü çerçevesinde organize olan bu yeni toplum içerisinde birey, piyasaya sunduğu emek karşılığında elde ettiği statü ile kendini yeniden inşa etmeyi başarmıştır (Meda, 2012). Birinci endüstriyel devrim sonrası yeni insan tipi, kabilenin, klanın veya toplumun bir parçası olarak görülmek yerine özgür, bağımsız ve başkalarından ayrı bir birey olarak ele alınıyordu. Herkes kendi çabalarıyla mal sahibi olabilir, para biriktirebilir, zengin olabilir, alışveriş yapabilir, iflasa gidebilir veya servet kazanabilirdi. Yine, herkes istediği dini seçebilir, bir hükümdarı tatmin etmek yerine kendi mutluluğu için çalışabilirdi (Toffler, 2008). İnsan hakları, özgürlük, adalet ve eşitlik gibi kavramların yaygınlaşması sonrası bireyler yeni bir kişilik kazanmaya, kendine inanmaya ve toplumsal hayatın merkezinde kendi benliğini konumlandırmaya başlamıştır. Bu sürecin doğal sonucu olarak geleneksel bağımlılık ilişkileri ortadan kalkmıştır.

Bireyin kendi kendini yeniden keşfetmesi olarak da adlandırılabilir. Bu süreç, tarımsal toplumlarda sadece seçkin bir kesimin eğitilmesine dayanan eğitim politikalarının da değişmesine neden olmuştur. Yeni eğitim politikaları makinelerin daha etkin kullanıldığı, fabrikaların sayısının günbegün arttığı yeni endüstriyel ilişkiler sistemine uyum sağlayacak şekilde nitelikli çalışanların sayısının artırılmasına odaklanmıştır (Balay, 2004).

Sanayi toplumunda eğitim, nesnel bilgi üzerinde temellenerek üretimi arttıracak bilginin kullanılmasını ve yayılması amacını taşımıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen yeni kitlesel eğitim, okuma-yazma oranının geliştirilmesi yerine üretim esnasında doğru hesap yapmayı ve ulusal bir bilincin yayılması ekseninde örgütlenmiştir. Endüstri toplumunun ihtiyaç duyduğu hukuk, tıp, ilahiyat, mühendislik, siyasal bilgiler ve iktisat gibi yeni alanlar açılarak, eğitim faaliyetleri bu alanlarda yoğunlaşmıştır. Yeni eğitim politikaları üretim ilişkilerinin ihtiyaçlarını karşılamaya yoğunlaştığı için, bireye yönelik eğitim hedefleri geri planda tutulmuştur. Dolayısıyla bu toplum tipinde düşünen, sorgulayan bireyler yetiştirmek yerine işi yanlışsız yapan, bilgileri depolayan ve onları yaşamda nerede kullanacağını bilemeyen bireyler yetiştirilmiştir (Özdemir, 2011).

Üretimin merkeze konulduğu toplumsal ilişkiler düzeninin, endüstriyel devrimin getirdiği yenilikler ve bireysel hak talepleri ile değişmesi yeni bir toplum yarattığı gibi yeni bir birey tipinin ve eğitim politikasının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Teknolojik gelişmelerin yenden şekillendirdiği ilişkiler bütünü “kabul et ve birlikte yaşa” ile “reddet ve onsuz yaşa” arasındaki ikili bir tercih olarak görmek yerine, değişimin yönünü, hızını ve getirdiklerini anlamamız gerekmektedir (Schwab, 2016). Küreselleşme olarak da adlandırılan bu yeni süreç, dünya ölçeğinde ekonomik, siyasal ve kültürel bütünleşmeyi fikirler, görüşler, pratikler ve teknolojinin küresel düzeyde kullanılması ile gerçekleştiren, sermaye dolaşımının evrenselleşmesini, ulus-devlet sınırlarını aşan yeni ilişki ve etkileşim biçimlerini, dünyanın küçülmesini, serbest rekabeti, pazarın büyümesini ve ulusal çıkarların bazı durumlarda göz ardı edilmesini kapsamaktadır (Balay, 2004).

Küresel seviyede gerçekleşen bu değişim bireyin toplum içerisindeki yerini ve eğitim politikalarını da önemli ölçüde değiştirmektedir. Bilgi sistemlerindeki gelişmeler, eğitim ve öğretimi okulla sınırlı olmaktan çıkarmakta ve ömür boyu eğitim kavramını gündeme getirmektedir.

Teknolojik gelişmeler sonrası örgün eğitim yerine uzaktan eğitim giderek daha artmakta ve ev ya da işyerleri yeni eğitim birimlerine dönüşmektedir. Endüstriyel gelişimler yeni bir insan tipine gereksinim duymakta ve bu insanların eğitimi için bilişim teknolojileri kullanılarak yeni bir eğitim politikasının geliştirilmesi için zemin oluşturmaktadır. Bu aşamada dikkat çekici bir diğer husus ise, neo-liberal politikalar çerçevesinde örgütlenen ve kamusal otoriteden bağımsız, sermaye sahiplerinin kontrolünde özel eğitim birimlerinin gün geçtikçe daha da yaygınlaşmasıdır (Özdemir, 2011).

Yeni bir endüstriyel dalganın eşliğinde, bireylerin sahip olduğu özellikler ve beklentiler de değişmektedir. Dördüncü dalga toplumunda birey çekirdek aile yapısı dışında yeni aile yapılarında yaşamaya başlamakta, evlerde daha fazla zaman geçirmekte, çocukların yetiştirilmesinde daha fazla sorumluluk almakta, iş dünyasında ikinci dalga toplumlara özgü senkronizasyon, merkezi yapılar ve uzmanlaşma gibi kavramları bireysel olarak yeniden ele almakta, tüketici ve üretici ayrımında bir taraf seçmekten ziyade hem üretim hem de tüketimin parçası olarak hareket etmekte ve interaktif iletişim araçlarını kullanarak küresel değer sistemine daha fazla entegre olmaktadır. Toffler'ın ifadesiyle (2008), evrimin son halkası olmak yerine, evrimin tasarımcısı olmayı tercih etmektedir.

## II. KALKINMA, EĞİTİM VE ENDÜSTRİYEL DÖNÜŞÜM

### A. Endüstriyel Gelişmenin Hedefi: İktisadi Büyüme, Kalkınma ve Refah

Sürekli bir değişim olgusu olarak endüstri kavramının, toplumsal, iktisadi, bireysel ve eğitim gibi olgular üzerine oldukça çarpıcı etkileri olmakla birlikte, endüstriyel gelişimin ana amacının üretimin artırılması ve daha verimli hale getirilmesine yoğunlaştığı tarihi bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır. Bu çerçevede endüstriyel gelişme öncelikle iktisadi büyümeyi, kalkınmayı ve hem toplumsal hem de bireysel refahı arttırmayı amaçlamaktadır.

Endüstriyel dönüşümlerin gerçekleştiği her çağda iktisadi öncelikler de değişmektedir. Merkantilist dönemde zenginlik kıymetli madenlerin elde edilmesi ile eş tutulurken, üretimin makineleşmesi ve seri üretim ile birlikte zenginlik olgusu liberal düşüncelerle birlikte anılıyordu. Üçüncü Sanayi devrimi ise, üretim ve fiyatlar arasındaki denge üzerinden büyüme

kavramına yoğunlaşmaktaydı (Aron, 1997). Yeni bir endüstri dalgasının eşliğinde, endüstriyel devrimin amacı da değişmekte ve bireysel taleplerin doğanın sınırlılıkları ile kısıtlandığı, emeğin yerini bilginin aldığı verimliliğin ve refahın sürdürülebilmesi gibi olgulara odaklanmaktadır.

Yeni bir üretim sürecine geçmek, bir önceki çağa ait sorunların çözümlenebilmesi için fırsatlar da sunmaktadır. Feodal ve tarıma dayalı toplumsal düzenin katı sınıfsal yapısına sıkışmış toplumsal sorunları çözebilmek, ancak üretim ilişkilerinde yeni bir modelin kabul edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Buna karşın, birinci endüstriyel devrimin sözleşme ve hareket özgürlüğü çerçevesinde yarattığı serbest piyasanın neden olduğu insan hakları sorunlarının çözümlenebilmesi ise yeni bir orta sınıfın ortaya çıkması ve sınıflar arasındaki üretim ilişkilerine ait kurallarının uluslararası zeminde kabul edilmesiyle çözümlenebilmiştir. Üçüncü endüstriyel devrim ise, üretim süreçlerinde azalan karlılık ve gelişmiş ülkelerdeki toplumsal doyumu getirdiği sorunları çözebilmek için teknolojik yeniliklerin de kullanılmasına ve emeğin küreselleşmesine yoğunlaşmıştır (Toffler, 2008). Yeni endüstriyel devrim ise, bilişim teknolojilerini makinelerin otomasyonu ile birleştirilerek akıllı fabrikaların geliştirilmesine odaklanırken, gelişmiş ülkelerin azalan rekabet gücünü yeniden kazanmalarını ve büyümelerini amaçlamaktadır.

Bu çerçevede modernite, insana kendisini dönüştürme gücü verirken, dönüşümü de ekonomik gelişme ile bireyin kendini yeniden inşasında bir araç olarak kullanmaktadır. Modernleşme ve modern toplumun oluşumu, bilimsel bilginin ve daha ileri bir örgütlenme tarzının ürünüdür (Yazıcı, 2012). Modernleşme ile birlikte tanımlanan yeni toplumsal yapı, üretime ve iktisadi gelişmeye yoğunlaşmakta ve azamileştirme ilkesi çerçevesinde iktisadi gelişmeyi temel kavram olarak almaktadır. Bu toplumda iktisadın işlevi, ancak mübadelenin bağ oluşturabildiği bir toplumsal birliği sağlamak olduğundan, servet unsuru olarak kabul edilen şey, ticari ve maddi mübadeledir; dolayısıyla, mübadelenin ve üretimin artışı, toplumun hedefi olarak görülmektedir (Meda, 2012).

Günümüzde teknolojik gelişmelerin endüstriyel üretime yansımaları ile başlayan yeni değişim dalgası, kendisinden önceki endüstriyel gelişim dalgalarında olduğu gibi üretimde artışı ve verimliliği amaçlamanın yanı sıra bireye ait tatminin sadece daha fazla tüketerek mümkün olacağına dair inancı da tartışmaya açmaktadır. Bu birbiri ile çatışan iki farklı ilkenin uyumlu hale getirilmesi, önümüzdeki endüstriyel devrimin en önemli sorunsalı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dördüncü endüstri devrimi ile yaşanan süreç teknoloji, sermaye ve işgücünü birbirinden ayrılmaz olgulara dönüştürmektedir. Teknoloji, bilgi içeriği ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması açısından hem sosyal hem de ekonomik bir süreci tetiklemektedir. Üretim teknolojilerindeki bu gelişmeler, üretimde nitelik ve niceliğin artmasını, rekabet üstünlüğünün ve karlılığın artarak toplumsal refah düzeyinin yükselmesini sağlayan değişimleri içerisinde barındırmaktadır (Çelikleş vd., 2015). Bu değişim gerçekleşirken daha önceki endüstriyel dalgaların anahtar kavramları ve kurumlarında da değişiklikler gözlemlenmektedir. Yeni endüstriyel dalganın getirdiği değişim olguları arasında merkezi ve büyük enerji tesisleri yerine küçük enerji santrallerinin kurulması, tarımsal üretimin ve çeşitliliğin artması, azamileştirmenin bir sonucu olarak kurulan devasa tesislerin yerine elektronik yeniliklere yoğunlaşan daha küçük tesislerin kurulması ve klasik ulaşım altyapısı yerine iletişim altyapısına yatırım yapılması gibi politikalar bulunmaktadır (Toffler, 2008).

Yeni bir endüstriyel devrimin eşliğinde politika üreticileri hala birinci endüstri devriminin temel kavramları olan üretimde büyüme ve verimlilik gibi olgulara yoğunlaşmaktadır. Fakat bu yeni uygarlık, sadece kazanç elde etmek veya daha fazla ürün üretmek yerine, üretim ilişkilerini daha da karmaşık hale getiren ekolojik, ahlaki, politik, ırksal, cinsel ve sosyal sorunların da çözümüne katkıda bulunma sorumluluğunu üzerinde taşımaktadır (Toffler, 2008).

## **B. Endüstriyel Gelişme ve Kalkınma için Vazgeçilmez Araç: Eğitim**

Toplumsal yapının en temel kurumlarından birisi olan eğitim, endüstriyel dönüşümleri ortaya çıkaran ve bu dönüşümlerden etkilenen bir kurum olarak modern insanlık tarihini değiştirmeye ve dönüştürmeye devam etmektedir. Endüstriyel dönüşümlerle eğitim arasındaki ilişki çalışmanın ilk bölümünün son kısmında tarihsel bir çerçeve üzerinden ayrıntılarıyla irdelendiği için, bu kısım altında eğitim kurumunun endüstriyel dönüşümlerle ilişkisi dördüncü endüstriyel devrim özelinde incelenmektedir.

Modern toplumların ortaya çıkmasına neden olan sebeplerin tetikleyici kurumlarından biri olan eğitim, toplumsal kurumlardan ve üretim ilişkilerinden etkilendiği gibi, onları etkileyerek de gelişmektedir. Bu

çerçevede eğitim olgusu, yaşanan endüstriyel devrimlerin sonuçlarından etkilenecek dönüşmekte ve endüstriyel dönüşümün ihtiyacı olan kurumsal yapının oluşması yönünde etkin bir sorumluluk üstlenmektedir (Özdemir, 2011).

Sanayi toplumlarında üretim ilişkileri iş bölümü ve uzmanlaşmaya ihtiyaç duydukça, eğitim kurumu da kitlesel eğitimi ön plana çıkararak standartlaşmış eğitim programları geliştirme yönünde kendisini yeninden düzenlemiştir (Dikkaya ve Özyakışır, 2006). Fiziksel doğanın toplumsal amaçlar doğrultusunda dönüştürülmesini sağlayan emek, karşı karşıya olduğu sorunları çözmek için nedenselliğe dayanan bilimsel üretime ihtiyaç duymuş ve bu ilişki gittikçe daha da güçlenerek günümüze kadar bu iki kurumu birbirine bağlamıştır (Yazıcı, 2010).

Enformatik yüzyıl ya da bilgi çağı olarak tanımlanan günümüzdeki endüstriyel dönüşüm dalgası bilginin üretim için temel kaynak olduğu, bilgi üretimi ve iletişiminin yaygınlaştığı, bilgi üretimi ve dağıtımında çalışanların çoğunlukta olduğu, sürekli öğrenme ve bilgilenme yolunda değişmeyi ve teknolojik gelişmenin kaçınılmaz olduğu yeni bir üretim ilişkisini ifade etmektedir (Balay, 2004). Yeni endüstriyel toplumda bilginin söz konusu merkezi rolü, eğitim kurumunu endüstriyel gelişme ve kalkınma için vazgeçilmez konuma yerleştirmektedir.

Bilgiye dayanan yeni bir toplumsal ilişki ve üretim teknolojisi gelişirken, bu dönüşüme cevap vermek için eğitim kurumunun da klasik sanayi toplumlarını oluşturan altyapısını değiştirmesi ve yeni toplumun ihtiyaçları doğrultusunda dönüşmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm çerçevesinde yeni eğitim politikalarının sahip olması gereken özellikler arasında aşağıdaki unsurlar ön plana çıkmaktadır:

- Eğitim politikaları bilişim teknolojilerinin değişimine uygun eğitim programlarını geliştirmeli,
- Bireylerin karşılaştıkları sorunları değerlendirebilmesi, özgür düşünebilmesi, tartışabilmesi ve araştırabilmesi için gerekli eğitim ortamı hazırlanmalı,
- Teknolojik gelişmelerdeki hız dikkate alınarak, eğitim süreçleri sadece belirli bir eğitim dönemi ile sınırlandırılmamalı ve yetişkinlerin de sürekli bir eğitim sürecine tabi olmaları sağlanmalı,

- Ezbere dayalı ve dönüşümü algılamaktan uzak temel bilgiler vermek yerine, konuları ve olayları derinlemesine anlamayı ve araştırmayı esas almalı,
- Eğitim kurumlarında verilen bilgilerin karşılaşılan tüm sorunları çözmek için yeterli seviye olmadığını anlattığı gibi, öğrenmeyi öğrenen bireylerin sayısını arttırmaya çabalamalı ve
- Eğitimde sadece sözel ve sayısal zekayı geliştirmek yerine, görsel, kinestetik, ritmik ve benlik gelişimini de içine alan çok yönlü zihin gelişimi hedeflemelidir (Balay, 2004:67).

Karşı karşıya olduğumuz endüstriyel devrimin ihtiyaç duyduğu kriterler ölçüğünde eğitim süreçleri yeniden ele alınmalıdır. Sanayi toplumu eğitim modelinden bilgi toplumu eğitim modeline geçerken değişmesi gereken gruplar arasında öğretmenler, öğrenciler ve yöneticiler, olgular arasında ise öğrenme yöntemi, öğrenme şekli, eğitim programları ve başarı ölçütü gibi unsurlar bulunmaktadır.

Dördüncü dalga eğitim modeline uygun politikalar geliştirilirken, sanayi toplumlarında eğitimin merkezinde yer alan kitlesel ve standart eğitim politikaları gün geçtikçe daha fazla sorgulanmaktadır (Toffler, 2008). Yukarıda da ifade edilen parametreler çerçevesinde gelişen ve git-tikçe daha da kurumsallaşan eğitim kurumu içerisinde öğrenci yeteneklerine odaklanarak bireyin taleplerini ve ihtiyaçlarını önceleyen bireysel eğitim politikalarının tasarlanması oldukça değerlidir.

### **III. ENDÜSTRİYEL DEVRİMDE DÖRDÜNCÜ DALGA**

#### **A. Dördüncü Dalgayı Yaratan Yeni Dinamikler**

Endüstriyel dönüşümler tarihsel olarak incelendiğinde bir endüstri çağından diğere geçişte en önemli unsur, teknolojik gelişmelerin tetiklediği yeni üretim biçimlerinin daha verimli üretimi piyasaya sunmasıdır. Fakat toplumsal düzlemde bir dönüşümün sadece bir olguya bağlanması çoğu zaman eksik kalmaktadır. Bu çerçevede günümüzde ayak seslerini duymaya başladığımız dördüncü endüstri devrimini ortaya çıkaran sebepler arasında üretimdeki verimliliğin artmasının yanı sıra rekabet gücünün tetiklediği doğu ve batı ekonomileri arasındaki ilişki, esnek üretimin yaygınlaşması ve ürünün pazara çıkış süresinin kısalması gibi unsurlar da öne çıkmaktadır.



İkinci ve üçüncü endüstriyel çağın üretim ilişkilerine hâkim olduğu günümüz ekonomilerinde, işgücünün yapısı ile kısıtlamalar yeni bir endüstriyel çağın doğmasına neden olmaktadır. Bu kısıtlamalar arasında işgücü maliyetlerinin artması, yatırım maliyetlerini karşılama sürelerinin uzaması, nitelikli işgücünün sınırlılığı, ekosistemin bozulması ve işgücünün imalat sektörü yerine hizmet sektörüne kayması gibi nedenler bulunmaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2016).

Yeni bir endüstriyel çağın ortaya çıkmasının bir diğer nedeni, bireyselleşmenin doğal sonucu olarak kişiselleşmiş ürünlere olan talebin her geçen gün artmasıdır. Fordist üretim modelinin en temel özelliklerinden biri olan tek bir işe odaklanmış makinelerin seri üretimle, standart ve çok sayıda ürün üretmesi bireysel talepleri karşılama noktasında yetersiz kalmaktadır. Bu sorunu aşabilmek için üretim aracı olan makinelerin birden fazla ürünü üretebilecek kapasiteye sahip olması, farklı modlarda çalışabilmesi ve kalibrasyon süreçlerinin kısılmasını sağlayan esnek üretimin yeni teknolojik gelişmeleri kullanarak geliştirilmesi gerekmektedir. Esnek üretim süreçlerinin verimliliklerinin artırılabilmesi, bilgisayar ve haberleşme teknolojilerindeki yeni fırsatların kullanılmasına bağlıdır (SIEMENS, 2015).

Büyük ölçekli üretim yapabilen klasik üretim sistemlerinin üretkenliği artırma yönündeki stratejileri yaşanan değişimlere cevap verme konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu çerçevede dördüncü endüstri devrimi, müşteriden tedarikçi ağına tüm süreci kapsayan bütünleşik bir çözüm sunmaktadır. Üretimin geleceğini artık sadece üretkenlik artışı ile sınırlandırmak mümkün değildir. Yeni üretim ilişkileri, sanayi tesisinde nitelikli işgücüne duyulan talebi azaltarak esnek üretimin yaygınlaşmasını sağlayan büyük veri, nesnelere interneti, robot ve otomasyon teknolojilerini kullanan akıllı fabrikaların gücünü gün geçtikçe arttırmaktadır. Değişen tüketici davranışları ve özelleşen ürünlere olan talep bir işletmenin başarısının yalnızca yüksek üretkenlikle ölçülmesini engellemektedir. Artık başarı, özelleşen ve farklılaşan ürünleri aynı imalat sürecinde üretmeyi zorunlu kılmaktadır (EKOIQ, 2014).

Günümüzde yaşanan dönüşümün ilk ayak sesleri, enerji ve işgücü maliyetlerinin giderek yükseldiği 1970'li yıllar boyunca ABD, Japonya ve Batı Avrupa ülkelerinin bilgi teknolojilerine yönelmesiyle duyuldu. Bu süreç boyunca büyük ölçekli enerji kullanan kitle üretim sektörleri yerine yüksek teknolojiye dayanan mikro elektronik gibi sektörler ön plana çıktı.

Yeni endüstriler, çok büyük ölçüde hammadde ve emeğin üretim sürecindeki ağırlığını azaltarak bilginin önemini ön plana çıkardı. Hammadde kaynaklarının daha az kullanılmasına rağmen üretim kapasitelerindeki artış bilgi teknolojilerinin ağırlığını gün geçtikçe arttırdı. Bu çerçevede yeni dünya düzeni, ağırlıklı olarak bilginin kesintisiz, hızlı ve uluslararası ölçekte entegre ağlar üzerinde dolaşım ve paylaşımının ekonomik değer yaratması üzerine kuruldu (Çeliktaş vd., 2015).

Üretim teknolojilerinde bu gelişmelere rağmen, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin küreselleşmenin getirdiği fırsatları ve ucuz işgücü altyapısını kullanarak küresel ekonomik sistemdeki konumlarını her geçen gün geliştirmeleri gelişmekte olan ülkeleri yeni arayışlara itmektedir. ABD ve Almanya'nın öncülüğünü yaptığı dördüncü endüstri devrimi bu sorunu çözmeyi amaçlamanın yanı sıra, yukarıda ifade edilen yeni üretim taleplerini de karşılamayı amaçlamaktadır. Almanya'nın Endüstri 4.0'ın gerekliliği için öne sürdüğü yüksek rekabet gücü, esnek üretim, özel üretim, inovatif iş modelleri ve esnek çalışma bu ihtiyaçları karşılamayı hedeflemektedir (Yılmaz, 2014). Almanya bu amaç doğrultusunda Uzakdoğu'ya kaptırdığı rekabetçi sanayi yapısını geri kazanmak için 2020 yılına kadar Sanayi 4.0'a her yıl 20 milyar dolar düzeyinde bir altyapı yatırımı yapmayı planlamaktadır (KAYSO, 2015).

Bilgi teknolojileri kullanılarak yeni üretim modellerinin geliştirilmesi sürecinde yaşanan gelişmeleri tarihsel olarak anlamak bu aşamada değerli olacaktır. Söz konusu değişimin başladığı 1990'lı yıllar ürünlerde dijitalleşme, süreç otomasyonu ve çevrimiçi iş modelleri ile şekillenirken, 2000'li yıllarda bu yeniliklere ilk dijital çözümler ve izole uygulamalar, seçilmiş dijital ve otomatik süreçler, dijital müşteri arayüzü ve çok kanallı erişim ile katkıda bulunulmuş ve günümüzde dijital ürün ve servisler, dikey ve yatay entegrasyonlar ve tedarik zincirlerinde dijital operasyonlar, yeni iş modelleri ve veri analizinin kullanımı ile Endüstri 4.0'ın temel altyapısı kurulmuştur (Baysal, 2015).

Dördüncü endüstri devrimini ortaya çıkaran dinamiklerin anlaşılabilmesi, önümüzdeki yüzyılı etkileyecek teknolojik, ekonomik ve toplumsal yeni paradigmanın çözümlenmesini ve politikalar üretilebilmesini sağlayacaktır. Küresel rekabet zincirinin bir parçası olarak devam edebilmek ve toplumsal refahı arttırabilmek ancak ve ancak bilgi ve teknolojiye daha fazla odaklanarak, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürdürülebilmesi ile mümkündür.

## B. Dördüncü Dalganın Getirdikleri

Dördüncü endüstriyel devrim, kendisinden önceki endüstriyel devrimlerden oldukça farklı yaklaşımları içerisinde barındırmaktadır. Mevcut sanayi altyapısının yapay zekâ ve makineler arası iletişim teknolojileri ile donatılmasını amaçlayan bu devrimsel süreç, akıllı makineler vasıtasıyla emekten soyutlanmış yeni bir üretim stratejini hedeflemektedir. Bu çerçevede Endüstri 4.0'ın temel hedefleri arasında ekonomik büyüme, istihdam ve sosyal istikrar, kalıcı değer üretimi, iş güvenliği, daha fazla verimlilik ve yüksek yaşam standardı ön plana çıkmaktadır.

Endüstri 4.0'ın temel teknolojik altyapısı bilişim çağının başladığı 1970'li yıllara kadar uzanmakla birlikte, kavram ilk defa 2011 yılında Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır. Almanya'nın konu ile ilgili çalışmaları 2012 yılında Endüstri 4.0 Çalışma Grubu'nun kurulması ile başlamış ve bu endüstriyel dönüşümün başarıya ulaşabilmesi için sekiz önemli konunun gerçekleştirilmesi gerektiği çalışma grubunun 2013 yılındaki nihai raporu ile şekillendirilmiştir. Bu raporda belirtilen konular arasında referans donanım mimarisinin belirlenmesi ve standardizasyon, karmaşık sistemlerin yönetilebilmesi, kapsamlı ve yüksek hızlı bir haberleşme altyapısının endüstriye sağlanması, emniyet ve güvenlik, çalışma organizasyonu ve tasarım, eğitim ve profesyonel gelişimin devamlılığı, mevcut mevzuatın uyarlanması ve kaynakların verimli kullanılması bulunmaktadır (Çelikleş vd., 2015).

Endüstri 4.0'ı oluşturan ve gelecek yüzyıla yön vermesi beklenen kavramlar arasında 3D Yazıcılar, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Fabrikalar, Siber-Fiziksel Sistemler, Büyük Veri, Otonom Robotlar, Simülasyon, Sistem Entegrasyonu, Bulut Bilişim Sistemi ve Arttırılmış Gerçeklik bulunmaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2016; EBSO, 2015; SIEMENS, 2015).

Dördüncü endüstriyel devrim, üreticilerden son tüketiciye kadar değer zincirine bağlı tüm bileşenlerin gerçek zamanlı olarak birbirine entegrasyonunu hedeflemektedir. İnsanların, nesnelerin ve sistemlerin birbirine bağlanmasını da içeren bu süreç, şirketlerin hem kendi içlerinde hem de birbirleri arasında dinamik bir ilişki geliştirmesini ve gerçek zamanlı bir optimizasyon ile daha yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Üretim ağını oluşturan tüm unsurlar birbirleriyle internet teknolojilerini kullanılarak iletişim kurmakta ve gerçek dünya devasa bir bilgi sistemi haline dönüşmektedir (Taghizadeh ve Keser, 2015). Bu teknolojik altyapının kullanılması imalat sektörünü daha verimli hale

getirmekte, kalite ve esnekliği arttırmak için sistemleri birbirine entegre etmekte ve veri analiz programlarını kullanarak rekabet ortamında avantaj sağlamaktadır.

Endüstri 4.0'ın uygulanması sonrası ortaya çıkacak değişimler genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler ile daha karmaşık ve akıllı ürünlerin üretilmesi,
- Kitlesel üretim yerine bireylerin isteklerine bağlı özel üretime geçilmesi,
- Üretim tesisi ve ürünlerle gerçek zamanlı olarak veri ve bilgi alış-verişi,
- Hammadde ve kaynak tüketimi optimize edilerek, verimliliğin artırılması ve alternatif enerji kaynaklarının kullanılması,
- Akıllı makinelerin/robotların üretim süreçlerinde etkinliğin artması,
- İmalat sektöründeki işgücü gereksiniminin azalması,
- Üretimdeki hata payının minimuma indirgenmesi,
- İş sağlığı ve güvenliğinin gelişmesi,
- Esnek çalışma saatleri,
- 3D yazıcıların kullanılması ile bireysel ihtiyaçların basit üretim süreçleri ile ev ortamında gerçekleştirilebilmesi,
- Endüstri 4.0'a uyum sağlayan firmaların küresel pazar payının büyümesi,
- Üretim ve tüketimin sanal dünya ile daha fazla iç içe geçmesidir (EBSO, 2015).

Yeni endüstriyel üretim teknolojilerine geçilmesi sonrası verimliliğin 5 yıl içerisinde %18 oranında artması beklenmektedir (Baysal, 2015). Bunu gerçekleştirmek için en önemli koşullardan biri olan iletişim teknolojisindeki gelişmenin katlanarak devam edeceği ve 2020'li yıllarda yaklaşık 50 milyar cihazın internete bağlı olarak çalışacağı tahmin edilmektedir (Ege, 2014). Öngörülere göre endüstriyel satışlarda ilk etapta yıllık %2-3 oranında bir artış yaşanacaktır. Endüstri 4.0'ın öncüsü konu-

mundaki Almanya özelinde bakıldığında yıllık 30 milyar Euro, Avrupa genelinde ise 100 milyar Euro ciro artışı yaşanacağı hesaplanmaktadır (Şimşek, 2016).

Endüstriyel devrimin bu avantajlarının yanı sıra, uygulanabilirliği ve sonuçları üzerine bazı çekinceler de dile getirilmektedir. Bu çekincelerden ilki işgücü piyasasının daralması ve küresel ölçekte işsizlik oranlarının artmasıdır. Daha önceki endüstriyel devrimlerin başlangıcında da benzer çekinceler olmasına rağmen, her endüstriyel devrimin kendi üretim ilişkisine bağlı olarak yeni istihdam pazarları yaratması bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılmasını gerekli kılmaktadır. Fakat endüstriyel devrimin mavi yakalılarının sayısını azaltacağı ve nitelikli işgücüne talebi arttıracığı genel kabul görmektedir (Aybars, 2016; Taghizadeh ve Keser, 2015). Endüstriyel devrimin uygulanması yönündeki çekinceler ise, fabrikaların otomasyonu ve akıllı makinelerin tüm üretim sürecini kontrol edebilmesi yönünde gerekli teknolojik altyapıya sahip olunup olunmadığı özelinde toplanmaktadır (TOBB, 2016; EKOIQ, 2014). Dördüncü endüstriyel devrimin uygulanması aşamasında gerekli teknolojik altyapının bulunup bulunmadığı yönündeki eleştiriler kısa vadede geçerliliği devam ettirmekle birlikte, gelişmiş ülkelerin Endüstri 4.0'ın yaygınlaşması amacıyla verdikleri Ar-Ge destekleri ve bilişim teknolojilerindeki çalışmalar söz konusu sorunun eninde sonunda çözümlenebileceğinin ipuçlarını vermektedir.

Bilişim teknolojilerine bağlı olarak gelişen yeni endüstriyel devrimin getirdikleri arasında müşterilerin bireysel isteklerine karşılık verilebilmesi, esneklik, karar verme süreçlerinin optimize edilmesi, kaynak üretkenliği ve veriminin artırılması, yeni hizmetlerin doğurduğu fırsatlarla değer yaratılabilmesi, işyerindeki çalışma ilişkilerinin esnekleşmesi, iş ile hayat arasında denge kurulması ve rekabetçi ekonomik sistemde var olabilme bulunmaktadır. Bu devrimsel yenilikler, yeni bir endüstriyel çağın eşliğinde durulduğunu açıkça göstermektedir.

### **C. Dördüncü Dalga İhmal Edilebilir Mi?**

Üretim teknolojilerinde ilk örnekleri görülmeye başlayan dördüncü endüstriyel devrimin, bilgi ve internet teknolojilerinin sınırlılıklarını kısa sürede aşarak yakın gelecekte üretim ilişkilerinin merkezine oturması beklenmektedir. Akıllı makinelerin birbiri ile haberleşmesine ve tüketici-

nin istekleri doğrultusunda bireyselleşmiş ürünlere odaklanarak yeni bir üretim modelinin geliştirilmesini esas alan söz konusu süreç esneklik, verimlilik, ekosistemle uyumlu üretim, akıllı fabrikalar ve tüketicinin üretim süreçlerine etki edebilmesi gibi birçok yenilikçi unsuru içermektedir.

10-20 yıl içerisinde üretimde hâkim model olması beklenen dördüncü sanayi devrimi, uygulanabilirlik ve kaynak dağılımı etkinliğine sahip, bilgi mühendisliği ile şekillendirilmiş akıllı fabrikaların tesisini hedeflemektedir (KAYSO, 2015). Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanan makinelerin “akıllanması” prensibiyle çalışan bu fabrikalar, malzeme seçimi ve tedariki süreçlerini basitleştirmekte ve kısaltmakta, bireysel üretimin gerçekleşmesini sağlamakta, bir makineyi üretim aşamasında birden fazla görev alacak şekilde programlayabilmekte, üretimin talep ile eşzamanlı gerçekleşmesini sağlayarak stok maliyetlerini azaltmakta ve enerji harcamalarını optimize ederek verimliliği arttırmaktadır. Fakat dördüncü sanayi devrimi sadece akıllı makineler ve fabrikalarla açılanabilecek bir dönüşümün çok daha ötesindedir. Gen diziliminden, nanoteknolojiye, yenilenebilir enerjilerden kuantum bilgi işleme kadar bir dizi alanda eşzamanlı atılım dalgaları yaşanmaktadır. Dördüncü sanayi devrimini önceki devrimlerden temelde farklı kılan işte bu teknolojilerin iç içe geçip kaynaşması ve fiziksel, dijital ve biyolojik alanlarda karşılıklı etkileşimidir (Schwab, 2016).

Endüstri 4.0’ın üretim platformlarını dönüştürmesinin üç temel faydası bulunmaktadır. Bu avantajlardan ilki yüksek maliyet verimliliği, üretim hızının artırılması ve esneklik, kalite ve düşük fire oranı, ileri teknoloji platformları, know-how ve yüksek nitelikli insan kaynağının tetiklediği küresel rekabet gücünün artmasıdır. Ortaya çıkan verimlilik ve yetkinlik üreticilerin küresel sistemdeki konumlarını güçlendirmekte ve yüksek katma değerli ürünlerden alınan küresel piyasa büyümektedir. Üretim sistemlerinde kullanılan bilgi teknolojileri geliştikçe çalışanların da yetkinlikleri artmakta ve işgücü profili gelişmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016).

Endüstriyel dönüşümün etkileri genellikle dört ana başlık altında toplanmaktadır; verimlilik, büyüme, yatırım ve istihdam. Verimlilik açısından, önümüzdeki on yıl içerisinde pek çok şirket yeni endüstriyel dönüşüme uyum sağlayacak ve hammadde giderleri hariç üretim maliyetleri %15-25 aralığında düşecektir. Bireysel tüketim taleplerinin karşıla-

nabilmesi ve tüketicilerin internet teknolojileri ile bu ürünlere daha kolay ulaşabilmesi, tüketimi ve dolayısıyla büyümeyi destekleyecektir. Endüstri 4.0'ın öncülüğü yapan ülkelerden biri olarak Almanya'da ciro artışının, GSYİH'yı %1 arttırması ve yıllık ortalama 30 milyar dolarlık büyüme getirmesi beklenmektedir. Endüstri 4.0'a uyum sağlayabilecek teknik ve fiziki altyapının kurulabilmesi için, üreticilerin cirolarının %1-1.5'inin yatırıma aktarmaları gerektiği yönünde tahminler bulunmaktadır. Akıllı fabrikalarda makineleşmenin artması ile imalat sektöründeki istihdamın büyümesi ve küresel düzeyde işsizliğin artması yönünde kaygılar olsa da, Endüstri 4.0 sayesinde üretim sektöründe %6-10'luk istihdam artışı öngörülmektedir (EBSO, 2015).

Dördüncü endüstriyel devrim ile ilgili çalışmalar hala temel düzeyde de olsa, yukarıda genel hatları ile ifade edilen etkilerin Türkiye özelinde de incelenmesi dönüşümün getirdikleri anlamak açısından yararlı olacaktır. Endüstri 4.0'ın Türkiye'ye başarılı bir şekilde uygulanabilmesi durumunda hammadde giderleri hariç verimliliğin %5-15 seviyesinde artması ve bunun da 50 milyar TL'lik bir kazanca neden olması beklenmektedir. Küresel değer zincire entegre olunması ve rekabet avantajları kazanması ile birlikte, sanayi üretiminde yaklaşık %3 seviyesinde bir üretim artışı hedeflenmektedir. Bu büyüme Türkiye GSYİH'sinde %1 ve üzeri bir ek büyüme ve 150-200 milyar TL düzeyinde ek gelir anlamına gelmektedir. Sanayi 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte –günümüz fiyatları ve ekonomik büyüklüğü baz alındığında– yılda yaklaşık 10-15 milyar TL (üreticilerin gelirlerinin yaklaşık %1-1,5'i) yatırım yapılması gerektiği tahmin edilmektedir. Yeni endüstriyel devrimin doğal sonucu olarak vasıfsız işgücü piyasası teknolojik gelişmelerle giderek daralırken, nitelikli işgücü piyasasındaki talep artacaktır (TÜSİAD ve BCG, 2016).

Yukarıdaki tahminlerden de rahatlıkla görülebileceği gibi Endüstri 4.0, ekonomik büyüme, istihdam, sosyal istikrar, kalıcı değer, iş güvenliği ve daha fazla verimlilik ekseninde örgütlenerken bireylerin ve toplumların yaşam standartlarını geliştirme fırsatları sunmaktadır (Ersoy, 2016). Bu üretim modelinin uygulanabilirliğinde teknik problemler, nitelikli işgücü piyasasındaki açık ve yönetim süreçlerinin yeniden organize edilmesi gibi sorunlar bulunmasına rağmen, Endüstri 4.0'ın araçları arasında gösterilen 3D yazıcılar, dijital planlama ve izleme ve uzaktan eğitim sistemleri gibi öncül teknolojiler her geçen gün hayatımıza daha fazla girmektedir. En-

düstriyel dönüşümüm verimlilik, büyüme, yatırım ve istihdam süreçlerine etkileri üzerine yapılan tahminler, küresel rekabet sisteminde var olabilmek için söz konusu dönüşüme uyum sağlamayı üreticilerin tercihine bırakmamakta, bir zorunluluğa dönüştürmektedir.

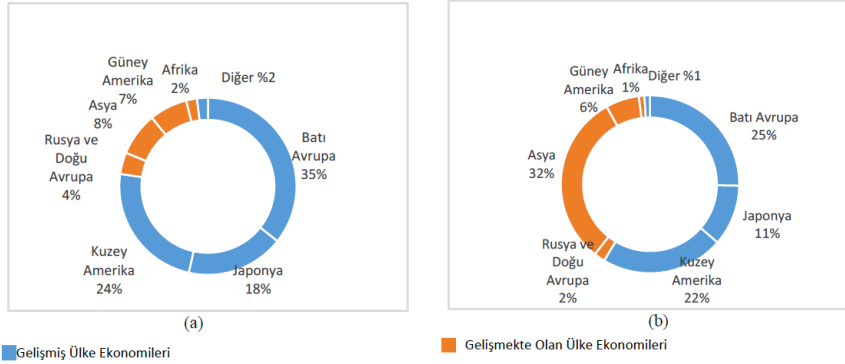
#### **D. Dördüncü Dalga Karşısında Dünya Endüstrisi**

Dördüncü endüstriyel devrimin dünya ekonomisine etkisini anlamak için, karşı karşıya olunan değişim dalgasının teknolojik ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişimlerin doğal sonucu olduğunu kabul etmek gerekmektedir. Teknolojik gelişmelerin doğal sonucu olarak üretim araçlarının ve dolayısıyla da üretim ilişkilerinin değişmesi, Endüstri 4.0 adı altında ilk defa 2011 yılında kullanılsa da, smart reduction, smart manufacturing ve smart factory gibi kavramlarla Avrupa, Çin ve ABD üretim piyasasında uzun süredir tartışılmaktadır (Yılmaz, 2014).

Bir endüstrinin dördüncü kuşak endüstriyel dalğanın getirdiği yeniliklere uyum sağlayabilmesi için makine ve aksamalarında liderliğe, enformasyon teknolojilerinde uzmanlığı ve bu iki teknolojik yeterliliği bir araya getirebilecek nitelikli insan gücüne ihtiyacı vardır. Bu nitelikler çerçevesinde incelendiğinde Almanya, ABD, Çin ve Japonya başta olmak üzere gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin küçük bir azınlığı dışında hiçbir ülkenin yeterli altyapıya sahip olmadığı rahatça görülebilmektedir (Yılmaz, 2014). Gelişmiş ülke hükümetlerinin Endüstri 4.0'ı finanse ederek geliştirilme çabası arkasında gelişmiş ülkelerin küresel rekabet gücünü kaybetmesi ve nüfusun gittikçe yaşlanması gibi sebepler bulunmaktadır. Ülkelerin 1991-2011 yılları arasında küresel imalat katma değerine verdikleri katkı göz önüne alındığında, üretimin gelişmiş ülkelere kayışı açıkça görülmektedir, bkz. Şekil 2. 1991 yılında Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya dışındaki ülkelerin küresel imalata katılımı %21 seviyesiyle sınırlıyken, 2011 yılı itibarıyla bu oran %41 seviyesine çıkmıştır. Ülkeler bazında bu rakamlar incelendiğinde Çin ve Brezilya'da üretim işlerinin sayısı sırasıyla %39 ve %23 artarken, Almanya'da %5, Fransa'da %20 ve Birleşik Krallık'ta %29 oranında azalmıştır (Çelikleş vd., 2015).



Şekil 2. Küresel imalat katma değerinin değişimi, 1991-2011



**Kaynak:** Çelikaş, M.S., Sonlu, G., Özgel, S. ve Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi*, 56(662), 24-34.

Geleneksel sanayileşmiş ülkelerin küresel ekonomik sistemde üretim katma değer endeksinde yaşadığı bu düşüş üç ana faktöre dayanmaktadır. Bunlar sırasıyla gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerin ekonomide yüksek oranlı verimlilik artışı elde etmeleri, yeni üretim bölgelerine yakın pazar paylarının kaybedilmesi ve emek maliyetlerinin artması nedeniyle lojistik, tesis yönetimi, bakım ve farklı profesyonel hizmetleri kendi kaynaklarından tedarik etme yoluna gitmeleridir. Bu tedarik süreci, üretim teknolojilerinin ülke dışındaki üretim tesislerine yönelmesine ve giderek küresel bilinçle yönetilen ulus-üstü şirketlerin doğmasına neden olmaktadır (Çelikaş vd., 2015). Gelişmiş ülkelerin ekonomilerini tehdit eden bu ekonomik dönüşüm, ülkelerin ellerinde olan bilgi ve yüksek teknoloji üretim altyapısını kullanarak yeni bir endüstriyel değişim dalgasını geliştirme yönünde ülkeleri tetiklemektedir.

Gelecekteki küresel pazardan daha fazla yararlanabilmek isteyen ve yeni endüstriyel devrim için gerekli altyapıya sahip olan ülkeler, farklı politikalarla Endüstri 4.0'ın geliştirilmesi için özel sektöre kaynak aktarmakta ve Ar-Ge faaliyetlerini desteklemektedir. Avrupa'da Almanya başta olmak üzere Finlandiya gibi gelişmiş ülkelerin 2020 yılının sonuna kadar yaklaşık 140 milyar Euro'luk eğitim desteği vermesi beklenmektedir (EBSO, 2015; SIEMENS, 2015). Almanya gibi hızla yaşlanan kıta Avrupa'sı ülkeleri için akıllı fabrikaların fiziksel emeğin sorumluluğunu üstleneceği yeni ekonomi modeli hayati bir önem taşımaktadır (Kagermann, Wahlster ve Helbig, 2013).

Avrupa'daki gelişmiş ülkeler dışında Japonya, Güney Kore ve Amerika da yeni endüstriyel devrimde söz sahibi olabilmek için politikalar geliştirmektedir. Amerika, ulusal bir araştırma enstitüsü ve şirketler ağı kurulmasının fonlanması için 1 milyar dolara yakın bir bütçe ayırmayı planlamaktadır (Çelikleş vd., 2015). Fakat gelişmiş ülkelerin söz konusu girişimlerine karşı yeterli teknolojik ve fiziki altyapıya sahip gelişmekte olan ülkeler de tepkisiz kalmamaktadır. Çin'in *Akıllı Fabrika 1.0* projesini hayata geçirmesi, bu çerçevede Endüstri 4.0 girişimine karşı ciddi bir cevap niteliği taşımaktadır (EKOIQ, 2014).

Endüstri 4.0 kavramı ilk defa 2011 yılında ortaya atılsa da, günümüzdeki gelişmeler konunun dünya ekonomisine yön veren güçler tarafından dikkatle takip edildiğini göstermektedir. Davos'ta her yıl geleneksel olarak düzenlenen ve küresel ekonomik ilişkilere yön veren Dünya Ekonomik Forumu'nun 2016 yılı gündeminin Endüstri 4.0 olması konuya ilgiyi daha da arttıracaktır.

## IV. ENDÜSTRİDE DÖRDÜNCÜ DALGA VE TÜRKİYE

### A. Bugünkü Türkiye'de Endüstri

Türkiye endüstriyel üretimin büyüklüğü ve gelişimi hakkında ayrıntılı analizler yapılması konunun kapsamını aşacağı için, ekonomideki endüstriyel üretimin genel bir çerçevesi çizilecek ve dördüncü endüstriyel devrimin uygulanabilmesi için gelişmekte olan ülkelerde hayati önemde olan Ar-Ge faaliyetlerinin güncel durumu üzerine bir değerlendirme yapılacaktır.

Türkiye, coğrafi konumunun getirdiği lojistik avantajı esnek ve düşük maliyetli üretim yapabilmesini sağlayan görece düşük işgücü maliyetleri ile birleştirerek, küresel değer zincirinde rekabetçi ülkelere birisi olarak konumunu korumaktadır, bkz. Şekil 3 (TÜSİAD ve BCG, 2016).

Şekil 3. Küresel Üretim Maliyet Endeksi, 2014.



**Kaynak:** TÜSİAD ve BCG (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*. İstanbul: TÜSİAD.

Türkiye’de üretim istatistikleri incelendiğinde, ekonomide genellikle orta veya düşük seviyede teknoloji kullanıldığı, düşük katma değerli ürünler üretildiği ve bu durumun ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği görülmektedir (Adıgüzel, 2011b). Son dönemde yaşanan küresel ve bölgesel krizlerden ciddi ekonomik zarar görmeden çıkan ve büyümesini devam ettirebilen Türkiye, yeni endüstriyel devrim sonrası küresel rekabetteki yerini kaybetmemesini sağlayacak politikalar geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır. Düşük katma değerli ve genellikle ikinci endüstri devriminin üretim modelleri kullanılarak üretim yapılması, Türkiye’yi orta gelir ya da orta teknoloji tuzağı olarak adlandırılan ekonomik bir aralığa hapsedmektedir. Türkiye’nin bu durumdan kurtularak, yüksek gelir grubunda yer alan ülkeler arasına girebilmesi için ürün hizmet ve kalitesini arttırması, yatırım ortamını iyileştirmesi, Ar-Ge ve inovasyon çalışmaları ile yüksek katma değerli, ileri teknoloji ürün ve hizmetleri üretmesi ve ihraç etmesi gerekmektedir (EKOIQ,2014).

Türkiye ekonomisinde orta gelir tuzağını aşabilmek ve yeni endüstriyel dalgaya cevap verebilmek için Ar-Ge yatırımları ve çalışmaları oldukça değerlidir. Dördüncü endüstriyel devrim ancak ve ancak makine ve bilişim teknolojileri altyapısının kurulmasına ve bu iki teknolojiyi bir

araya getirebilecek nitelikli işgücünün yetiştirilmesine bağı olarak gelişebilmektedir. Bu nitelik ve yeterliliklerin her birisi için de, Ar-Ge ve yenilikçi üretim faaliyetlerinin desteklendiğı organizasyonlar kurulmalıdır.

Ar-Ge genel olarak bilgi ve teknolojiyi kullanarak yeni ürünlerin oluşturulması, geliştirilmesi ve yeni üretim tekniklerinin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ar-Ge harcamaları üretime, hizmete, iş dünyasına, ihracata, milli gelire, eğitime, yönetime ve diplomasiye yansıyan çok yönlü bir kavramdır. Dördüncü endüstriyel devrim için gelişmiş ülkelerin sundukları fonlardan da anlaşılabilceğı gibi, Ar-Ge harcamaları ülkelerin gelişmişlik düzeylerini gösteren olgulardan birisine dönüşmektedir. TÜBİTAK'ın *Ulusal Yenilik Sistemi* adı altında duyurduğu hedefler arasında Ar-Ge harcamalarının GSYH'nın en az %3'ü olması gibi iddialı hedefler olsa da, geçtiğimiz on yıl içerisinde bu harcamalar %0.53 seviyesinden ancak %0.92 seviyesine çıkarılabılmıştır. Ar-Ge personeli olarak tam zamanlı olarak çalışan kişilerin sayısı ise 300 bin hedefinin oldukça gerisinde 80 bin kişiyle sınırlı kalmıştır (Çelikleş vd., 2015).

Türkiye'nin 2023 yılında dünyanın ilk 10 ekonomisinde yer alması için yılda ortalama %8.5 oranında büyümesi gerekmektedir (Ersoy, 2016). Türkiye, küresel ve bölgesel bir güç haline gelebilmesi için, yeni üretim teknolojilerini endüstriyel sistemine entegre edecek bilgi, teknoloji ve nitelikli işgücü açığını kapatmalıdır. Dördüncü endüstriyel devrimin klasik üretim ilişkileri üzerindeki baskıyı her geçen gün arttırması, Türkiye gibi orta ve düşük maliyetli basit teknolojiler kullanarak üretim yapan ülkeleri tehdit etmektedir. Bu sorunu aşabilmek için, Türkiye'nin endüstriyel sorunları anlaşılmalı ve bilgi teknolojilerindeki yeniliklere odaklanan bütünleşik bir Ar-Ge ve eğitim politikası geliştirilmelidir.

## **B. Türkiye'de Endüstriyel Dönüşüm Sorunları**

Türkiye endüstrisinde klasik sanayileşme döneminin üretim tesisleri kullanılmakta ve teknoloji yoğun üretim yerine emek yoğun üretim ulusal ve küresel piyasaya sunulmaktadır. Dördüncü endüstriyel devrimin uygulamalarının küresel pazarlarda ürünlere dönüştürülerek pazarlanması ve giderek bilgi yoğun üretimin ekonomik hayatın merkezine doğru yerleşmesi, Türkiye'yi endüstriyel sorunlarını tartışmaya ve yeni politikalar üretmeye zorlamaktadır.

Türkiye ekonomisi, Endüstri 4.0'ı uygulayabilmek için belirli sorunlarla karşı karşıyadır. Bu sorunlar arasında üreticilerin muhatap oldukları yeni sürecin farkında olmamaları, gelişmiş ülkelere ait küresel pazarlarla entegrasyonun bulunmaması, yetişmiş insan gücünün sınırlılığı ve bilgi teknolojilerinin getirdiği yeniliklere cevap verebilecek hukuki alt yapının yetersizliği gibi durumlar bulunmaktadır (KAYSO, 2015). Türkiye'nin yaşanan değişime karşı duyarsız kalarak mevcut durumunu koruma ve sürdürülebilir bir ekonomik büyüme şansı da bulunmamaktadır. Çünkü Türkiye ekonomisi ihracatın ithalata yüksek bağımlılığı, yüksek katma değerli ürünlerin toplam üretim içerisindeki düşük payı, sınırlı nitelikli işgücü ve çalışanların işten ayrılma hızının yüksek olması gibi yapısal sorunlarla boğuşmaktadır (TÜSİAD ve BCG, 2016). Bu yapısal sorunlar arasında yüksek katma değerli teknoloji ürünlerinin üretim ve ihracat içerisinde payının düşük olması, Türkiye ekonomisinin dördüncü endüstriyel devrime ne kadar hazır olduğunu göstermesi açısından oldukça değerlidir. 2014 verilerine göre ihracatta ileri teknoloji ürünlerinin oranı sadece %3.4'te kalmaktadır. Küresel pazarlarda Türkiye'nin ekonomik rakipleri olarak algılanabilecek gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ihracat oranlarında bu değer %15-45 bandında değiştiği görülmektedir (EBSO, 2015).

Türkiye hem makine ithalatçısı hem de makine üreticisidir. İthal edilen makineler genellikle bilgisayar kontrollü/akıllı makineler olmasına rağmen, üreticiler bu cihazların yeteneklerinden nitelikli işgücü olmadığı için yararlanamamaktadır. Bu sürecin doğal sonucu olarak kendi ürettiğimiz makineler, bilgisayar ile kontrol edilemeyen, ikinci endüstri çağının kitlesel üretimine uygun ucuz üretim araçlarının ötesine geçememektedir (TOBB, 2016).

Makine ve üretim altyapısında mevcut sorunların yanı sıra, Endüstri 4.0'ı bir diğer ön koşulu internete bağlı bilgi teknolojileri konusunda da yeterli aşama kaydedilememiştir. En temel seviyede bilgisayar teknolojilerine ulaşım istatistikleri incelendiğinde, 2014 yılı itibarıyla yüz kişi başına internet bağlantısı olarak tanımlanan yayılım oranında Türkiye OECD ülkelerine göre oldukça gerilerde kalmaktadır. Bu rakamlara göre, sabit internet kullanarak internete erişenlerin oranı Türkiye'de %12, OECD ülkelerinde %28 seviyesindeyken, mobil internet aracılığıyla bu oranlar sırasıyla %42 ve %82 seviyelerine çıkmaktadır (Köksal, 2016).

Türkiye'nin bu rakamlar ışığında Endüstri 4.0'ın getirdiği yeniliklere entegre olma şansı ancak ve ancak tüm paydaşların ortak ve planlı hareketiyle mümkün olabilir (Aybars, 2016). Aksi takdirde küresel maliyet ekseninde görölen rekabet avantajının kaybedilmesi durumunda, Türkiye ekonomisi ciddi sorunlar yaşayacaktır. Türkiye'nin karşı karşıya olduğu endüstriyel dönüşüm dalgasına uyum sağlayabilmesi için devlet ve sanayi kuruluşlarının işbirliğiyle, farkındalığın artırılması, stratejik vizyon ve yol haritasının zaman kaybetmeden oluşturulması gerekmektedir. Bu aşamayı takiben, Türkiye'nin ekonomik altyapısına ve yeteneklerine uygun, küresel pazara ürün sunabilecek hedef sektörler belirlenmeli ve bu sektörlerle teşvik ve destek programları uygulanmalıdır. Küresel ekonomik sistemin parçası olan çok uluslu şirketler, Türkiye'de faaliyetlerini arttırmaları ve deneyimlerini paylaşmaları için teşvik edilmelidir. Ayrıca nitelikli işgücü piyasasını ortaya çıkarabilmek ve teknolojik yenilikleri takip edebilmek için eğitim, kurs ve seminerler organize edilmeli ve Ar-Ge çalışmalarına yoğunlaşılmalıdır.

### **C. Endüstri için Gerekli İnsan Kaynağının Yetiştirilmesi Bakımından Eğitim**

Endüstriyel devrimlerin gelişmesini sağlayan temel kurumlardan birisi olan eğitim, yeni üretim biçimlerinin ihtiyaç duyduğu bilgi ve insan tipini geliştirebilmek için tarihsel süreçte endüstriyel devrimlerle birlikte dönüşmüştür. Endüstriyel dönüşümlere uyum sağlayabilecek insan tipini ve yeni gereksinimleri karşılayan dönüşmüş eğitim kurumları, gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelere doğru bilginin ve yeni yaşam biçiminin aktarılması için bir araç olarak kullanılmış ve modern toplumlarda küreselleşmesinin önemli taşıyıcılarından birisi olmuştur.

Sanayi toplumuna göre oldukça farklı parametreler üzerinde gelişen bilgi toplumu, yeni temel teknolojilerin gelişimiyle bilgi sektörünün, bilgi üretiminin, bilgi sermayesinin ve nitelikli insan faktörünün önem kazandığı, eğitimin sürekliliğinin ön plana çıktığı, iletişim teknolojileri, bilgi otoyolları, elektronik ticaret gibi yeni gelişmeler ile toplumu ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal açıdan sanayi toplumunun ötesine taşıyan bir gelişme aşamasıdır (Özdemir, 2011). Endüstriyel gelişme ile karşılıklı bir ilişkinin sonucu olarak ortaya çıkan bilgi toplumu, eğitim programında da yeni yaklaşımları beraberinde getirmektedir. UNESCO tarafından hazırlanan bir raporda, bilgi toplumlarında eğitimin dayandığı temel olgular

arasında bilmek için öğrenme, yapmak için öğrenme, beraber yaşamayı öğrenme ve birey olmayı öğrenme kıstasları bulunmaktadır (Aslan, 2004; Dağlı, 2007). Bu ilkeler sanayi toplumlarını oluşturan kitlesel ve sadece üretim odaklı eğitim anlayışının değiştiğini ve eğitimin merkezine *öğrenme* kavramının oturduğunu göstermektedir.

Bilgi toplumunun ihtiyaçlarına karşılık vermek için eğitim sistemi, yeni teknolojilere ve endüstriyel devrime uyum sağlayabilecek nitelikli işgücünü yetiştirilmelidir. Endüstri 4.0'da çalışanlar bilişim yetkinliğine sahip, akıllı makineleri kontrol edebilen ve yönetebilen, üretim teknolojilerinden çıkan verileri analiz edebilen otomasyondan satış-pazarlamaya kadar birçok alanda yeni yeteneklere sahip olmalıdır (TOBB, 2016; TÜSİAD ve BCG, 2016). Geleceğin dünyasında mavi yakalılarının sayısının giderek azalacağı ve yaratıcı ve liderlik özelliklerine sahip yeni bir beyaz yakalı sınıfın ortaya çıkacağı öngörülmektedir (EBSO, 2015).

Bilgi toplumuna yön veren yeni sınıflar arasında, bilişim ve iletişim sektörüne hâkimiyete bağlı olarak bir konumlanma gerçekleşecektir. Siber fiziksel sistemlere doğru gidişte sensorları, gömülü sistem tasarımlarını ve haberleşmeyi sağlayan arayüzleri tasarlayan yazılım uzmanları Endüstri 4.0'ın önemli bir parçasını oluşturacaktır. Donanıma dayalı üretim süreçleri, günümüzde olduğu gibi gelişmiş ülkelerde kalmaya devam etse de, gelişmekte olan ülkeler yazılım süreçlerini kontrol eden küçük boyutlu ve esnek şirketlerin varlığı ile küresel rekabet zincirinde var olmaya devam edebilecektir (KAYSO, 2015).

Dördüncü endüstri devrimine uyum sağlayacak bireyleri yetiştirme sorumluluğunu üstlenen eğitim modelleri, statik değil dinamik olma ön koşulunu sağlamalıdır (Çelikleş vd., 2015). Yeni eğitim politikaları sadece kamusal idareye bağlı eğitim kurumları ile yönetilmemeli, liberal toplumsal ilişkilerin bir sonucu olarak eğitim hayatında sorumluluk alan özel eğitim kurumlarının da eğitim stratejisi çerçevesinde politikalar geliştirmesine özen gösterilmeli ve Ar-Ge çalışmaları başta olmak üzere bilişim teknolojileri ile ilgili eğitim vermesini teşvik etmek için her iki oluşum da desteklenmelidir (Dikkaya ve Özyakışır, 2006; SIEMENS, 2015).

Klasik sanayi toplumunu oluşturan işçi sınıfının ortadan kalkması, bireyleri hizmet sektörüne yönlendirerek toplumsal ilişkiler bütününe değiştirecektir. Bu çerçevede eğitim sistemi sadece işgücünün teknik altyapısına yoğunlaşmak yerine, toplumsal değişime ayak uydurabilecek

normları da belirlemeye özen gösterecektir. Öğrenme kavramı okulla veya belirli bir zaman dilimi ile sınırlandırılmayacak, coğrafi ve kültürel sınırlar öğrenmeden engelleyici olmaktan çıkacaktır (Balay, 2004). Eğitim politikaları, kültürel bir araç olarak dördüncü endüstri devrimin kurumsal altyapısının da yayılmasında önemli sorumluluk alacaktır. Avrupa Birliğı ülkeleri arasındaki ERASMUS programı, Mevlana ve Farabi gibi ulusal ve uluslararası öğrenci değışim projeleri küresel ölçekli eğitim altyapısını kuran örneklerden sadece bir kaçıdır (Dağlı, 2007; Balay, 2004).

Endüstri 4.0'ın bilgi teknolojileri ve enformatik altyapı ile olan ilişkisi nedeniyle, mesleki ve teknik eğitim oldukça önem kazanmaktadır. Teknolojideki değışim hızı dikkate alındığında, eğitim politikalarını bireylerin yaşamında belirli bir döneme sıkıştırma anlayışı yerini ömür boyu öğrenme konseptine bırakmaktadır. Bu sorumluluk çerçevesinde emekli olmuş yetişkinler de dâhil olmak üzere, kişiler ihtiyaçları ve ilgileri doğrultusunda yetişkin eğitim programlarına katılabilmeli ve bu programların zenginleşmesi için teşvikler arttırılmalıdır (Çetin, 2015).

Dördüncü endüstriyel devrimin ihtiyaç duyduğu insan tipini yetiştirebilmek için, üniversitelerin eğitim programlarının güncellenmesi, gen bilimleri alanında çok-disiplinli programların arttırılması, bilişim teknolojileri, inovasyon ve girişimciliğın güçlendirilmesine yönelik programların yürütülen çalışmalar daha da arttırılmalıdır (EBSO, 2015). Ayrıca üniversiteler başta olmak üzere eğitim kurumları, uluslararası standartları takip ettiği gibi, belirli konularda uzmanlaşarak Ar-Ge faaliyetlerinde aktif rol almalıdır (SIEMENS, 2015).

Bu çerçevede eğitim politikalarındaki ana eğilim, sanayi toplumunun kitlesel ve statik eğitim modelinin terk edilerek öğrenmeyi öğrenen bireylerin bir ömür boyunca sürekli kendini geliştirerek bireysel yetenek ve amaçlarına uygun biçimde esnek bir eğitimi örgün ve elektronik ortamda alabilmesini amaçlamaktadır.

#### **D. Türk Eğitim Sistemi Dördüncü Dalga Endüstrisine Ne Kadar Hazır?**

Eğitim politikaları ile endüstriyel dönüşümler arasındaki yakın ilişki, çalışmanın daha önceki kısımlarında ayrıntılarıyla irdelenmiştir. Türkiye'nin dördüncü endüstri devriminin eşliğinde dururken, endüstriyel altyapı ve nitelikli insan gücü özelinde karşılaştığı sorunlar dikkate



alındığında eğitim sisteminin eksiklerinin belirlenmesi ve bu eksikleri giderebilecek politikaların geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu çerçevede öncelikle Türk eğitim sisteminin mevcut durumu anlaşılmalı çalışılacak, bilgi toplumunun ihtiyaçları doğrultusunda nasıl müdahaleler edildiği ve neler yapılması gerektiği üzerine bir değerlendirme yapılacaktır.

Türk Eğitim Sistemi ve bu sistemin ön gördüğü bürokratik yapıyı 14.06.1973 tarih ve 1739 sayılı “Millî Eğitim Temel Kanunu” belirlemektedir. Kanun kapsamında genç kuşakların ulusal ve evrensel belirli hedefler doğrultusunda yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Ulusal boyutta, “*Atatürk inkılâp ve ilkelerine ve Anayasada ifadesini bulan Atatürk milliyetçiliğine bağlı; Türk Milletinin, milli, ahlaki, insani, manevi ve kültürel değerlerini benimseyen, koruyan ve geliştiren; ailesini, vatanını, milletini seven ve daima yüceltmeye çalışan; insan haklarına ve anayasanın başlangıcındaki temel ilkelere dayanan demokratik, laik, sosyal hukuk devleti olan Türkiye Cumhuriyeti’ne karşı görev ve sorumluluklarını bilen ve bunları davranış haline getiren yurttaşlar olarak yetiştirmek*” amaçlanmıştır. Evrensel boyutta ise, “*beden, zihin, ahlak, ruh ve duygu bakımlarından dengeli ve sağlıklı şekilde gelişmiş bir kişiliğe ve karaktere, hür ve bilimsel düşünce gücüne, geniş bir dünya görüşüne sahip, insan haklarına saygılı, kişilik ve teşebbüse değer veren; topluma karşı sorumluluk duyan; yapıcı, yaratıcı, ve verimli kişiler (...) ile onların kendilerini mutlu kılacak ve toplumun mutluluğuna katkıda bulunacak ve bir meslek sahibi olmalarını sağlamak*” temel amaçlar arasında yer alır (Dağlı, 2007).

Bu iki boyutlu yaklaşım yeni yetişen genç nesillerin hem manevi ve kültürel değerlerin şekillendirdiği ulusal bir bilince, hem de hür ve bilimsel düşünme gücünü kullanabilecek evrensel bir bilince sahip olmasını amaçlanmaktadır. Fakat ikinci dalga endüstri toplumlarının ürünü olan bu eğitim politikası yaklaşımı, küreselleşme olgusundan oldukça zarar görmüş ve günümüzde kitlesel eğitimin tartışılmaya başladığı yeni eğitim paradigması karşısında yeniden değerlendirilmeye ihtiyaç duymaktadır.

OECD tarafından kendisine bağlı ülkeler arasında periyodik olarak yapılan pisa testinin 2012 yılı sonuçları incelendiğinde Türkiye fen, matematik ve okuma yeterliliği testinde sırasıyla 43, 44 ve 42. sırada yer almaktadır (OECD, 2012; EBSO, 2015). Türkiye küresel ekonomik sistem içerisinde uzun yıllardan bu yana ilk yirmide yer almasına rağmen, bu sonuçların elde ediliyor olması eğitim programlarındaki ciddi bir sorunu ifade etmektedir. Türk eğitim sistemindeki işleyiş ve öngörülen hedeflerin

istenilen düzey ve kalitede olmaması iki temel nedene dayanmaktadır: eğitimin bürokratik yönetimi ve sosyo-kültürel yapı (Dağlı, 2007).

Türk eğitim sistemi ikinci endüstriyel devrimin, yani sanayi toplumunun ihtiyaçlarını karşılamak üzere örgütlenmiş bir eğitim modeline sahiptir. Dördüncü dalga endüstriyel devrimin teknik altyapısını ve nitelikli işgücünü tesis edebilmek için, bu eğitim modelinin terk edilerek bilgi toplumu eğitim modeline geçilmelidir. Bu iki eğitim modeli arasındaki farklar ve politika üretilmesi gerekli olan alanlar Tablo 1’de yer almaktadır.

Dördüncü endüstriyel devrimin eğitim programı bilgiyi temel alan eğitimi, düşünme, tartışma ve araştırma ortamının sunulmasını, ömür boyu eğitimi, öğrenmenin öğretilmesini, bireyin analiz ve sentez yapabilmesi, sorun çözme ve iletişim kurabilmesini, mesleki değerler yanı sıra etik değerlere de sahip olmasını, sosyal hayata yönelik sorumluluk alabilmesini ve disiplinler arası çözümler bulabilen entelektüel bir esnekliği elde etmesini amaçlamaktadır. Bu hedeflere ulaşabilmek için öncelikle bilgi topluma uygun bir eğitim modeli kabul edilmeli, sonrasında da bu eğitim modeliyle uyumlu politikalar geliştirilmelidir.

**Tablo 1.** Değişen Eğitim Modeli

Ölçütler	Sanayi Toplumu Eğitim Modeli	Bilgi Toplumu Eğitim Modeli
Öğretmenin Rolü	Herşeyi bilen öğretmen, bilgi aktarıcı, alanında uzman	Yönlendirici, yol gösterici öğretmen
Öğrencinin Rolü	Dinleyici, edilgen, bireysel çalışma	Aktif, işbirliğine dayalı takım çalışması
Yöneticinin Rolü	Yönetim lideri	Öğretim-yönetim lideri
Öğrenme Yöntemi	Sınıfta öğrenme	Kişisel araştırma
Öğrenme Şekli	Bireysel çalışmayla öğrenme	Takım çalışmasıyla öğrenme
Eğitim Programları	Standart eğitim programları	Değişken eğitim programları
İşgören Geliştirme	Hizmet-içi eğitim	Örgütsel öğrenme
Başarı Ölçütü	Ezberlenmiş bilgi aktarımının esas alınması	Kavramları çok boyutlu olarak tanımlayabilme

**Kaynak:** Balay, R. (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 61-82.

Türk eğitim sistemi üzerine söz konusu eleştiriler olmakla birlikte, uluslararası öğrenci hareketliliğinin bir parçası olarak Socrates/Erasmus, Leonardo da Vinci ve Gençlik programları vasıtasıyla öğrencilerin farklı ülkeleri ve kültürleri tanınması yönünde teşvik edici çalışmaları oldukça değerlidir (Dağlı, 2007). Bunun yanı sıra eğitimdeki standartlaşmayı sağlamak amacıyla YÖK bünyesinde çalışan bir akademik değerlendirme kurulunun üniversitelerin eğitim fakültelerini değerlendirerek akredite etme çalışmalarının yürütülmesi, eğitim kalitesini artırma potansiyeli taşımaktadır (Çetin, 2015:9). Fakat bu ve benzeri çalışmalar, Tablo 1’de ifade edilen sanayi toplumu eğitim modelinden bilgi toplumu eğitim modeline geçişte ihtiyaç duyulan değişim unsurlarının tamamını sağlamada yetersiz kalmaktadır.

Türkiye’nin gelecek on yıl içerisinde hâkim üretim modeli haline dönüşecek dördüncü endüstriyel dalgaya uyum sağlaması, ekonomik büyümeyi ve istihdamı önemli ölçüde arttıracaktır. Endüstri 4.0’ın uygulanması ile her yıl ekonomik büyümeye ek %2-3’lük bir büyüme katkısı sunulursa, bunun istihdamda %5’lik bir mutlak artışa neden olacağı düşünülmektedir (TÜSİAD ve BCG, 2016). İstihdam edilecek yeni çalışanların dördüncü endüstriyel devrimin beklentilerini karşılayabilecek yeterlilikte olabilmesi için, Türk eğitim sistemi hızlı bir şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.

## SONUÇ

İnsanlık tarihinin doğal gelişimi, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sunduğu fırsatlardan yararlanarak yeni bir endüstriyel dalgayı toplumların karşısına çıkarmaktadır. Modern toplumların ortaya çıkmasını sağlayan kas gücüne dayalı emek kavramı üretim aşamasından çekilirken, ortaya çıkan boşluk yapay zekâ, makineler arası iletişim, makine otomasyonu ve internet teknolojilerini kullanarak kendi kendine karar verebilen akıllı makineler tarafından doldurulmaktadır. Yeni toplumsal düzen içerisinde insanlar kas gücü yerine, entelektüel birikimleri ile kendi konumlarını belirlemektedir.

Almanya başta olmak üzere gelişmiş ülkelerin öncülüğünde uygulama pratiklerinin yapıldığı ve Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edildiği Endüstri 4.0; kaynak tüketimi azaltılması, enerji verimliliği, üretimde verimlilik, artan emek giderlerinin azaltılması ve toplumların yaşlanmasının üretimi etkilememesi gibi bir çok avantajı beraberinde getirmektedir. Makinelerin akıllı hale getirilmesi ve bu endüstriyel devrime uygun nitelikli işgücü piyasasının oluşturulması konusunda sorunlar olsa da, teknolojik gelişmeler ve hükümetler tarafından verilen destekler sürecin gerçekleşme tarihini öne doğru çekmektedir.

Türkiye endüstride yaşanan bu devrimsel değişmeyi yakalayabilmek için üretim teknolojilerinden pazarlamaya, eğitimden Ar-Ge faaliyetlerine kadar birçok alanı içeren ciddi politikalar geliştirmek zorundadır. Bu amaçla 14 Ocak 2016 tarihinde tanıtım toplantısı yapılan yeni Ar-Ge Reform Paketi, oldukça değerli fırsatlar sunmasına rağmen, gelişmiş ekonomilerin Ar-Ge faaliyetlerine yaptığı teşvik ve destekler ile kıyaslandığında oldukça yetersiz kalmaktadır (TÜBİTAK, 2016).

Türkiye'nin ekonomik ve eğitim altyapısının incelendiği bölümler ışığında, söz konusu alanlarda yapılan düzenleme ve politik önerilerin değişim yönünde faydalı sonuçlar vermekle birlikte, birbiri ile ilişkili genel bir program çerçevesinde örgütlenmediği görülebilmektedir. Bu tablo ışığında, Türkiye'nin karşı karşıya olduğu endüstriyel dönüşüme uyum sağlayabilmesi için izlemesi gereken temel bir strateji öncelikle belirlenmelidir. Endüstriyel dönüşümün gerekliliği politika yapıcılar, üreticiler ve toplum tarafından kabul edilmeli, çözüm arayışlarında ortak bir akıl

ortaya konulmasına özen gösterilmelidir. Bu evreyi takiben, endüstriyel yeniliklerin uygulanabileceği sektörler belirlenmeli ve tüm ekonomik sistemi değiştirmek yerine bu sektörlerle odaklanılmalıdır. Söz konusu sektörlerin ihtiyacı olan bilgi, teknoloji ve nitelikli insan altyapısını sunması için eğitim sistemi bilgi teknolojileri eğitim modeline göre yeniden yapılandırılmalıdır. Bu müdahalelerin her biri ayrıntılı olarak değerlendirmeli, bu değerlendirme sonucunda gerekli ve ihtiyaç duyulan alt politikaların geliştirilmesine özen gösterilmelidir. Çalışma kapsamında Türk eğitim sisteminin dördüncü endüstriyel devrim karşısında karşılaştığı sorunlar irdelenmekte ve sorunlara yönelik çözüm önerileri dördüncü bölüm içerisinde sunulmaktadır.

Dördüncü endüstriyel devrimi, Türkiye ekonomisini hem olumlu hem de olumsuz yönde etkileme potansiyeli taşımaktadır. Eğer Türkiye endüstriyel ve eğitim altyapısını bilgi işlem ve iletişim teknolojileri çerçevesinde dönüştürmeyi başaramazsa, gelişmiş ülkelerde üretim verimliliğinin artması ile birlikte küresel rekabet gücünü kaybetme tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır. Eğer ikinci yol, yani çağın ihtiyaç duyduğu bilgi toplumunun yapılandırılması başarılırsa, ekonomide artan verimlilik, büyüme, istihdam ve yatırım ile birlikte Türkiye ekonomisi hedeflerine ulaşacaktır.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, M. (2011a). Uluslararası Rekabet Gücü: Belirli Faktörler ve Ölçülmesi, Türkiye Bağlamında Bir Değerlendirme. 1. Baskı, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Adıgüzel, M. (2011b). Türkiye Ekonomisi ve Stratejik Dönüşüm. 1. Baskı, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Aron, R. (1997). Sanayi Toplumu (Çev.:E. Gürsoy). 2. Baskı, İstanbul, Dergâh Yayınları.
- Aslan, K. (2004). Küreselleşmenin Eğitim Boyutu. *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 1-5.
- Aybars, H. (2016). Dijital Evrim ile Endüstri 4.0. *BTHaber Dergisi*, 1076, 17-24.
- Balay, R. (2004). Küreselleşme, Bilgi Toplumu ve Eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 61-82.
- Bauman, Z. (2014). Modernite, Kapitalizm, Sosyalizm: Küresel Çağda Sosyal Adaletsizlik (Çev.:F. Doruk Ergün). 2. Baskı, İstanbul: Say Yayınları.
- Baysal, İ. (2015). Endüstri 4.0. PWC Türkiye. Web: <https://www.okul.pwc.com.tr/images/uploadfile/content/635863141496551266.pdf> adresinden 15/06/2016 tarihinde alınmıştır.
- Çelikaş, M.S., Sonlu, G., Özgel, S. ve Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Mühendis ve Makine Dergisi*, 56(662), 24-34.
- Çetin, O.U. (2015). Küreselleşmenin Eğitimin Farklı Boyutları Üzerindeki Etkileri. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-19.
- Dağlı, A. (2007). Küreselleşme Karşısında Türk Eğitim Sistemi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 1-19.
- Dikkaya, M. ve Özyakışır, D. (2006). Küreselleşme ve Bilgi Toplumu: Eğitimin Küreselleşmesi ve Neo-Liberal Politikaların Etkisi. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 3(9), 151-172.
- Ege Bölgesi Sanayi Odası (2015). *Sanayi 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek!* İzmir: Ege Bölgesi Sanayi Odası.
- Ege, B. (2014). 4. Endüstri Devrimi Kapıda Mı? *Bilim ve Teknik Dergisi*, 558, 27-29.
- EKOIQ (2014). "Akıllı" Yeni Dünya: Dördüncü Sanayi Devrimi. EKOIQ Dergisi Özel Eki, Aralık 2014.
- Ersoy, A.R. (2016). Endüstri 4.0 Sürecinde Neredeyiz? *Endüstri 4.0 Platformu*, 14 Mart 2016. Web: <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-surecinde-neredeyiz/> adresinden 26 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.
- Giddens, A. (2000). Üçüncü Yol: Sosyal Demokrasinin Yeniden Doğuşu (Çev. Mehmet Özyay). 1. Baskı, İstanbul: Birey Yayıncılık.

- Gorz, A. (2011). Maddesiz: Bilgi, Değer ve Sermaye (Çev. Işık Ergüden). 1. Baskı, İstanbul: Ayrıntı Yayıncılık.
- Kagermann, H. Wahlster, W ve Helbig, J. (2013). *Alman İmalat Endüstrisinin Geleceğini Güvence Altına Almak: Stratejik Girişim Industrie 4.0'ın Uygulamaya Konulması için Tavsiyeler*. Industrie 4.0 Çalışma Grubu Son Raporu.
- KAYSO (2015). *Sanayi 4.0: Akıllı Üretim Geliyor*. Kayseri Sanayi Odası Bilgi Dergisi, 107, 36-45.
- Kent, E. (2016). Endüstrinin Gelişimine Bakış. *Endüstri 4.0 Platformu*, 19 Mart 2016. Web: <http://www.endustri40.com/endustrinin-gelisimine-bakis/> adresinden 27 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.
- Köksal, E. (2016). İnternet Olmadan Endüstri 4.0 Olmaz! *Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 457, 40-41.
- Meda, D. (2012). Emek: Kaybolma Yolunda Bir Değer Mi? (Çev.: Işık Ergüden). 2. Baskı, İstanbul: İletişim Yayınları
- OECD (2012). PISA 2012 Results in Focus: What 15-Year-Olds Know and What They Can Do With What They Know. Web: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf> adresinden 2 Eylül 2016 tarihinde alınmıştır.
- Özdemir, S.M. (2011). Toplumsal Değişme ve Küreselleşme Bağlamında Eğitim ve Eğitim Programları: Kavramsal Bir Çözümleme. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 85-110.
- Polanyi, K. (2013). Büyük Dönüşüm: Çağımızın Siyasal ve Ekonomik Kökenleri (Çev.: Ayşe Buğra). 10. Baskı, İstanbul: İletişim Yayınları.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Optimist Yayınları.
- Seyrek, A.G. (2015). Endüstri 4.0 için Yol Haritası. *Endüstri 4.0 Platformu*, 31 Aralık 2015. Web: <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-uygulama-icin-yol-haritasi/> adresinden 22 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.
- SIEMENS (2015). *Endüstri 4.0 Yolunda*. Siemens Türkiye.
- Şimşek, T. (2016). Endüstri 4.0 ile Geleceğe Bakış ve Beklentiler. *Endüstri 4.0 Platformu*, 16 Mart 2016. Web: <http://www.endustri40.com/endustri-4-0-ile-gelecege-bakis-ve-beklentiler/> adresinden 20 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.
- Taghizadeh, K. ve Keser, G. (2015). Dördüncü Sanayi Devrimi: Yarının Fabrikaları Neye Benziyor? *Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği Dergisi*, 84, 68-70.
- Toffler, A. (2008). *Üçüncü Dalga* (Çev. Selim Yeniçeri). 1. Baskı, İstanbul: Koridor Yayıncılık.
- TÜBİTAK (2016). Ar-Ge Reform Paketi Tanıtım Toplantısı Yapıldı. *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Merkezi*, 14 Ocak 2016. Web: <https://www.tubitak.gov.tr/tr/haber/ar-ge-reform-paketi-tanitim-programi-yapildi> adresinden 24 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.

- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (2016). Akıllı Fabrikalar Geliyor. *TOBB Ekonomik Forum Dergisi*, 259, 16-27.
- TÜSİAD ve BCG (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi*. İstanbul: TÜSİAD.
- Yazıcı, E (2010). Dönüşen İş Kültürü: İlkçağdan Sanayi Ötesi Topluma. 1. Baskı, Ankara: A-Kitap Yayınları.
- Yılmaz, A. (2014). Almanya ve Endüstri 4.0. *Moment Dergisi*, 70.

*İletişim:*

*Erdirinç Yazıcı*

E-posta: [erdincy@gazi.edu.tr](mailto:erdincy@gazi.edu.tr)