

# ENDÜSTRİ 4.0, YENİ İŞ GÜCÜ VE MESLEKİ EĞİTİM

Gürcan Banger

ODTÜ, 1978, Elektrik Yüksek Mühendisi

gbanger@bizobiz.net

**E**ndüstri 4.0, bir dizi yeni ve evrimleşen teknoloji ve disiplin için bir çatı kavramdır. Aynı zamanda Endüstri 4.0, geleceği kavrama, ona hazırlanma, hatta onu kurgulama anlamına gelen bir muhtemel stratejiler demetidir. Teknolojik dönüşüm, Endüstri 4.0'ın dışsal görünümüdür; dolayısıyla özünde yaşamın her alan ve sektöründe dijitalleşmeyi hedef alması gereken bir zihniyet ve kültür değişimidir. Sanayi açısından bakıldığında; Endüstri 4.0, Bilişim-İletişim Teknolojileri (BİT) ile Operasyonel Teknolojilerin (OT) yakınsaması, veri odaklı uygulamalar için kullanılan BİT sistemlerinin süreçleri, olayları ve daha fazlasını izlemek için kullanılan OT sistemleriyle entegrasyonunu ifade eder. Endüstri 4.0'ın üç ana stratejik eksen; 1- Bilgisayar donanım ve yazılımındaki gelişmeler nedeniyle “*akıllılık*”, 2- Ağ ve İnternet teknolojilerindeki gelişmeler nedeniyle “*bağlantılılık*” ve 3- Sensör teknolojilerindeki gelişime bağlı olarak bir olayın gerçekleşmesi ile onun bilgisine erişilmesi arasındaki zamanın çok kısılması nedeniyle “*gerçek zamanlılık*” olarak söylenebilir.

Bu bağlamda “*sayısallama (dijitalizasyon)*”, dijital olmayan bilgilerin dijital bir biçime dönüştürülmesidir. “*Dijitalleşme (dijitalizasyon)*”, dijital teknolojileri ve dijitalleşmiş verileri kullanarak süreçleri iyileştirmek veya daha etkin hale getirmek anlamına gelir. “Dijital dönüşüm” ise dijital olmayan veya manuel süreçleri dijital süreçlerle değiştirerek veya eski dijital teknolojiyi daha yeni dijital teknolojiyle değiştirerek ürünleri, hizmetleri veya işletmeleri dönüştürmek için dijital teknolojinin benimsenmesidir.

Endüstri 4.0 konusunda cevabı merak edilen sorulardan biri, bu dönüşümün iş gücünü nasıl etkileyeceğidir. Bu soruya en kolay cevapların birincisi çalışan becerilerinde önemli değişiklikler ve yenilikler olacaktır. Yeni cihazlar ve ürünler önceliklere göre yapay zekâ ve iletişimlilik gibi iki önemli ve farklı özelliğe sahip olacak. Bunu da

gömülü bilişim donanımı ve yazılımı sağlayacak. Sıklıkla *yeni teknolojilerden* söz etmekle birlikte ‘*yeni olanın*’ da çok hızlı değiştiğini –mevcut olanın başka ‘*yeniler*’ tarafından biteviye ikame edileceğini hatırlamamız gerekir. Dolayısıyla çalışanlar için öngörülen beceriler de Endüstri 4.0'ın gelişim süreci içinde değişime uğrayacak. Bu nedenle Endüstri 4.0 şartlarında çalışan kişilerin kendi kişisel mesleki gelişimlerine yatırım yapmaları gerekecek. Yaşam boyu eğitim artık hemen her çalışan için geçerli bir olgu haline gelmektedir. Eğitim-öğretim sistemi içeriğinin yenilenmesi ile yeni mezunlar Endüstri 4.0'ın dayanağı olan teknolojik bilgi ve becerilerle donanmış olsalar da, iş deneyimi olarak eksiklik hissedebilirler. Eksik olan iş-işletme deneyiminin kazanılması için genç mezunlara –örneğin genç mühendislere daha deneyimlilerle birlikte çalışma imkânı verilebilir. Böylece teknolojik bilgi ile deneyim değiş tokuşu mümkün olacaktır.

Yakın zamana kadar görevleri bilişim-iletişim teknolojisi sistemlerini kurmak ve işler halde tutmak olan teknik personelin bundan sonraki dönemde değer zincirinde ve özellikle ürün geliştirme sürecinde daha etkili görevleri olacak. Dolayısıyla Endüstri 4.0 sürecinde BİT çalışanlarının bir bölümü işletmenin stratejik pozisyonlarında yer alacak. Bir başka deyişle şimdiye kadar operasyonel işlerle görevli olan BİT çalışanları ve kurumsal BİT fonksiyonları operasyonel ve stratejik olmak üzere yeni bir ayrışmaya uğrayacak.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasında tek tip bir model olmayacağı açıktır. Her işletme yeni teknolojilerin kurulumunu ve kullanımını kendi içsel ve dışsal şartlarına uygun şekilde gerçekleştirecek. Yeni sistem, cihaz ve makinelerin gömülü bilişim-iletişim özellikleri ve çok katmanlı Endüstriyel İnternet bağlantıları nedeniyle işletmede daha çok BİT hizmetlerine ihtiyaç duyulacağı kolayca anlaşılabilir. Bu da neden BİT çalışanlarının ve fonksiyonlarının operasyonel ve stratejik olmak



üzere farklılaşacağını açıklar.

Yeni işletmede Endüstri 4.0 yapılanmasının ana omurgasını bilişim, iletişim ve İnternet teknolojileri oluşturmaktadır. Bu nedenle BİT çalışanlarının bir kısmının stratejik rolleri artarken, diğer bölümü bu sistemin fiziksel kurulumu, işleyişi ve sürdürülebilirliği ile görevli olmaya devam edecek. Bu arada sensör mühendisliği özel öneme sahip alanlardan biri olarak öne çıkacak. Bir başka rol farklılaşmasının satışla ilgili olması beklenir. Yeni çağda satışçıların ve satış takımlarının teknik bilgiye olan ihtiyaçları yükselmeye devam edecek. Özellikle Endüstri 4.0 temelli teknolojik sistem ve cihaz satıcılarının söz konusu ürünlerin teknik özelliklerini, kullanım açısından nasıl işlediklerini, veri güvenliğinin ne şekilde sağlandığını ve satış sonrası destek hizmetlerinin neler olduğunu bilip müşteriye tanıtabilmeleri gerekir.

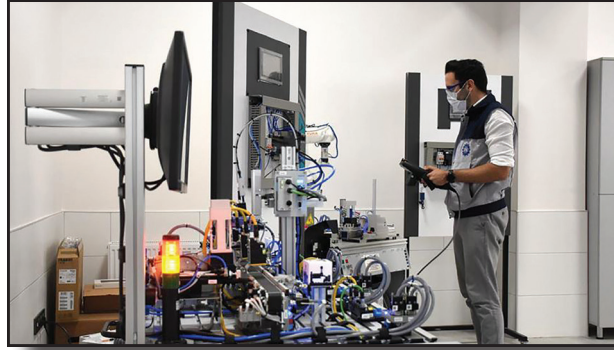
Endüstri 4.0 döneminde iş yapma biçiminin özü takım çalışmasıdır. İşletmede var olan takımlar, farklı disiplinlerden gelen çalışanlar ve dış uzmanlar tarafından oluşturulur. Çalışma takımları tümüyle işletme içinden kişilerle oluştuğu gibi dışarıdan, İnternet üzerinden sanal araçlarla katılan uzmanlardan da meydana getirilebilir. Tümüyle sanal ortamda oluşan çalışma takımları da söz konusu olabilir. Farklı disiplinlerden çalışanların katılımıyla meydana gelen takım örnekleri ürün geliştirme, tasarım, satış ve destek hizmetleri

alanlarında görülebilir. Çoğu zaman takımlar proje veya iş esaslı olup sürecin ilerleyişine ve ihtiyaca göre takımın katılım yapısı değişebilir.

Endüstri 4.0'ın getirdiği, farklılaştıran özelliklerden biri, ürün temelinde yazılımın artan önemidir. Geçmişte ürüne donanım olarak eklenen özellikler artık yazılım ile sağlanabilir hale geldi. Gömülü halde yazılım içeren ürünler yazılımdaki gelişmelerle birlikte daha fonksiyonlu hale gelecek. Yeni teknolojik ürünlerin iki özelliği akıllı (yapay zekâ) ve iletişebilir olmalarıdır. Böylece söz konusu ürünlerin kendi durumları ve konumları ile ilgili verileri, bulut bilişim depoları üzerinden üreticilerle paylaşılabilir hale gelmektedir. Ürün geliştiriciler, tasarımcılar, mühendisler ve üreticiler bulutta depolanmış ürün kaynaklı verileri analiz edip bunlardan yararlanarak ürünün sorunlarını giderme ve ürüne yeni fonksiyonlar ekleme imkânı elde etmekte. Bu durum başta ürün geliştiriciliği ve tasarımcılık olmak üzere pek çok iş alanında yeni iş pozisyonlarına veya mevcutların yenilenmesine

yenilenmesine yol açacak. Bu konu örneğin endüstriyel tasarımcıların dikkate alınmaları gereken bir yeni durum olarak görünmektedir.

Yeni teknolojik çağın şafağında olunan bu dönemde gerek tasarımcı



ve üretici gerekse teknoloji kullanıcılarının kendilerine sormaları gereken soru bu gelişmelerin kendi işlerini ve işletmelerini nasıl etkileyeceğidir. Büyük dönüşümün henüz erken dönemini yaşadığımız bir zaman diliminde teknolojik olarak olup bitenin basit anlamda otomasyon evrimleşmesi olduğunu düşünmek ciddi bir hata olur. Endüstri 4.0 bir vizyondur, dolayısıyla gelecek tasarımı ile ilgili bir yaklaşımdır. Diğer yandan dünya üzerinde pek çok şirket, kuruluş ve kişi bu vizyonu somut yaşama dönüştürmek için yoğun bir çalışma içindedir. Dönüşüm sürecini hafife almak, teknolojiden kurumsal stratejilere, iş modelinden iş gücü becerilerine kadar her alanda daha fazla geri kalmak anlamına gelir.



### Endüstri 4.0 ve Mesleki Eğitim

Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm sürecinin gelişimi, pek çok kurumsal alanda olduğu gibi eğitim ve öğretim süreçlerini de etkileyecek. Özellikle mesleki eğitimde neyin öğretileceği -yani müfredat kadar-, nasıl -yani metodoloji- ve hangi araçlarla -yani eğitim materyali- öğretileceğinin de mevcut duruma göre büyük oranda değişeceğini öngörebiliriz. Diğer yandan eğitim-öğretim süreçlerinin Endüstri 4.0'dan etkilenmesini sadece teknolojik değişime bakarak tek yönlü şekilde ele alamayız; gelişim sürecinde teknolojiler ve onların kullanım biçimleri de etkilenecek ve değişecektir.

Mesleki eğitim, iş olgusunun var olduğu zaman kadar eski bir kurum olmakla birlikte önem kazanması, büyük işletmelerin oluşumuna ve otomasyonun ilk şekillenmeye başladığı yıllara dayanır. İlk tezgâhlar, ardından otomasyon özellikleri ile donatılmış makineler bu konuda eğitim almış becerili operatörler tarafından işletilmekteydi. 20. yüzyılı da içine alan bu dönemde operatörlerin uzun zaman dilimleri için eğitimlerini yenilemeleri gerekmedi. Operatörlerin sorumlu oldukları tezgâhları ve cihazları işlettikleri süre uzadıkça kişisel ustalıkları da arttı. Endüstri 4.0 unsurlarının henüz var olmadığı veya yeterince farkında olunmadığı bu dönemle karşılaştırınca şimdiki durum hayli farklı; gelecekte de farklılaşmaya devam edecek. Bir işletmenin neredeyse tüm fonksiyonlarında pozisyon, görev ve iş tanımları sürekli değişime tabi olacak; buna bağlı olarak mesleki eğitimin de yaşam boyu hale dönüşmesi gerekecek.

### Mesleki Eğitimde Değişim

Endüstri 4.0'ın yaratacağı dalgalanmalar konusunda yeterli duyarlılığa sahip kişi ve kuruluşlar kendilerine, bu dönüşümün mesleki eğitim açısından ne anlama geleceğini sormaya başladılar. Bu konuda ilk gözlem, iş-işletme süreçlerinde

bilişim-iletişim teknolojilerinin artan önemi ve ağırlığı olmaktadır. Dolayısıyla yeni türden bir işletmede her çalışanın pozisyonuna, görevlerine ve iş tanımlarına uygun BİT becerilerine sahip olması gerekecek.

Endüstri 4.0 çatısı altında yer alacak yeni veya yenilenmiş sanayilerde bilişim-iletişim bilgisinin önemi artmaya devam edecek. Bu gelişimin iki boyutu var. Birincisi; işletmenin değer zinciri veri ve enformasyon odaklı hale dönüşeceğinden her çalışanın bilgi teknolojileri konusunda mevcut duruma göre daha donanımlı olması gerekecek. Endüstri 4.0'ı var eden, dayanak teknolojiler çalışanlar için bu gerekliliği doğrulamaktadır. İkinci olarak; bilişim-iletişim teknolojileri ile ilgili fonksiyonlar işletmenin operasyonel işlerinden stratejik alanlarına doğru yer değiştirecek. Bu nedenle bilişim uzmanları mevcut duruma göre daha fazla stratejik görevler üstlenecek. Sonuç olarak; işletme çalışanı Endüstri 4.0 döneminde mesleki eğitiminden başlayarak çok daha fazla BİT donanımlı olmak durumundadır.

Okul içi veya dışı, tam veya kısmi zamanlı, mevcut mesleki eğitim sistemlerinde bilişim-iletişim teknolojilerinin artan etkisini gözlemlemekteyiz. Meslek eğitiminin değişik kademelerinde, alan ve dallarında BİT ile ilgili programlar var. Örneğin elektrik, elektronik, metal işleme, mekatronik veya teknik resim gibi alanlarda bilgisayarın kendisini öğrenme dışında kalan bilişim uygulamaları üzerine mesleki eğitim verilmektedir. Diğer yandan mevcut durumdaki eğitim-öğretim sistemi BİT'e dayalı mesleki eğitim işini '*mümkün olan en düşük seviyede*' ve büyük oranda '*teknolojiden bağımsız*' şekilde gerçekleştirmektedir. Bu durum eğitim misyonunu edinmiş kurum ve kuruluşlarının mesleki eğitim işini kendi şartlarına göre '*ayar etmelerine*' imkân sağlamaktadır. Buna karşılık bu türden bir eğitim sisteminin tümüyle yeni teknolojiler üzerinde yükselen Endüstri 4.0 için yeterli kalite eşliğini aşması mümkün değil. Mevcut mesleki eğitim program ve müfredatlarının Endüstri 4.0'ı var eden teknolojiler ve buna bağlı olarak gerek duyulan yeni beceriler açısından gözden geçirilmesi ve yenilenmesi gerekmektedir. Bu arada örnek olması açısından Endüstri 4.0'ın gerektirdiği belli başlı becerilerin teknoloji kullanımını, bilgi yetkinliği, öğrenme istekliliği, yaratıcı problem çözme, işbirliği, takım çalışması, değişime kolay uyarlama vb. olacağını söyleyebiliriz.

Teknolojilerin biteviye yenilenmesi ile ortaya çıkan değişim ihtiyacı kaçınılmaz biçimde mesleki



eğitimi de etkileyecek. Eğitimin okul dışında da sürmesi gereği, işletmelerin aynı zamanda bir yaşam boyu eğitim kurumu haline gelmelerini gerektirmektedir. Dolayısıyla yeni eğitim modeli sürdürülebilir iş başı eğitimidir. Diğer yandan geleneksel sanai üretimde olduğu gibi Endüstri 4.0 işletmelerinde de arızaların ve çeşitli nedenlerle duruşların en aza indirilmesi birincil hedefler arasındadır. İşletmede yapılacak eğitim üretim akışının kesintisizliği şartını dikkate almak zorundadır. Dolayısıyla işletmede mesleki öğrenme, üretimi kesintiye uğratacak herhangi bir olayı meydana getirmemek üzere başka bir 'alanday' yapılmalıdır. Bunun yollarından biri sanal öğrenme platformları kullanmaktır. Özet olarak; bir işletmenin üretim alanının tasarlanmasında işletme içi, iş başı eğitimi gerekleri de düşünülme zorundadır.

Yeni, ileri teknolojilerden söz edildiğinde üniversite düzeyinde mühendislik dalları kast ediliyor gibi görünüm oluşabilir. Endüstri 4.0 kapsamındaki mesleki eğitim sadece yüksek öğrenimden ibaret olmayıp orta düzeyli eğitim kademesini de çok yakından ilgilendirmektedir. Genelde başta mesleki olmak üzere eğitimin Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm esas alınarak yeniden yapılandırılması gerekir. Bu bağlamda öncelikle Endüstri 4.0'ı eksen alan eğitim sisteminin standartlarının oluşturulması kaçınılmazdır. Hatta Endüstri 4.0'ın eğitim-öğretim sistemine eklemlenmesini misyonu olarak kabul eden paydaşların stratejik işbirliğine ihtiyaç bulunmaktadır.

Uzun vadeli teknolojik ve kurumsal kültürel gelişim açısından şöyle bir soru ile karşılaşabiliriz: *"Henüz Endüstri 4.0'ın hâlâ erken döneminde olduğumuza göre şimdiden mesleki eğitimi yenilemeyi hedeflemeli miyiz?"* Bu soruya kolayca *"Evet"* cevabı verebiliriz. Çünkü yeni yaşam ve iş şartlarını sadece teknoloji değil; aynı zamanda bu teknolojileri geliştirecek, ürüne ve hizmete dönüştürecek ve kullanacak insanlar oluşturacaktır.

### Endüstri 4.0 ve Türkiye

Türkiye ekonomisi açısından Endüstri 4.0'ın uygulanabilmesi aşamasında sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar öncelikle üreticilerin gelişen yeni sürecin farkında olmamaları, gelişmiş ülkelere ait küresel pazarlarla yüksek nitelikli entegrasyonun bulunmaması, yetişmiş insan gücünün sınırlılığı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin getirdiği yeniliklere cevap verebilecek çok yönlü altyapının yetersizliği şeklinde ifade edilebilir.

Türkiye'ye makine parkı açısından bakıldığında



ithalci ve üretici olmak üzere ikili bir yapı gözlenmektedir. İthal edilmiş olan makineler genel olarak bilgisayar denetimli, akıllı makineler olmasına rağmen sanai üreticiler bu cihazların becerilerinden nitelikli işgücü yetersizliği nedeniyle olması gerektiği gibi yararlanamamaktadır. Türkiye'de üretilen makineler ise henüz akıllı ve bağlantılı cihaz niteliğine sahip olmayan, İkinci Endüstri Çağının kitlesel üretimine uygun ucuz üretim araçlarının ötesine geçmemektedir. Bu durumu, işletmelere ve fabrikalara yapılan ziyaretler kolayca doğrulamaktadır.

Türkiye fiziksel makine parkı sorunları dışında Endüstri 4.0'ın şartlarından olan siber fiziksel sistem (SFS), yatay, düşey ve uçtan uca entegrasyon, büyük veriye dayalı karar alma, bulut bilişim vb. gibi İnternet'e bağlı bilgi teknolojileri konusunda da henüz yeterli yol alamamıştır. Eğer yapılan alan çalışmalarına dayalı olarak -ki bunu kişisel gözlemlerim de doğrulamaktadır-, bir versiyon endeksi ile söylemek gerekirse ülkede toplam sanayinin durumu Endüstri 2.5-3.0 arasında bir değere işaret etmektedir.

Türkiye, Endüstri 4.0'a geçiş konusunda çeşitli adımlar atmış olsa da tam anlamıyla hazır olduğunu söylemek zordur. Endüstri 4.0, dijitalleşme ve otomasyonun yoğun olduğu bir endüstriyel dönüşüm sürecidir. Türkiye'nin Endüstri 4.0'a geçişte odaklandığı sektörler arasında otomotiv, savunma, tekstil, enerji ve tarım gibi sektörler bulunmaktadır. Bu sektörlerde olabildiği ölçüde yerli teknolojik altyapının geliştirilmesi ve dijital dönüşümün sağlanması hedeflenmektedir. Endüstri 4.0'a geçiş sürecinin hızlandırılması ve derinleştirilmesi konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Eğitim ve iş gücü yetkinliklerinin geliştirilmesi, ar-ge ve ür-ge faaliyetlerinin yoğunlaştırılması, sanayi sektörlerinin bu sürece daha fazla dâhil edilmesi gibi konular üzerinde odaklanılması gerekmektedir.