



BİLGİSAYARLI OTOMASYON VE TÜRKİYE'DE İŞGÜCÜ PIYASASININ GELECEĞİ

Son dönemde bilgisayara dayalı iş teknolojileri hızla gelişiyor, işverenlerin çalışanlardan bekledikleri yetenekler de bu bağlamda yeniden şekilleniyor. Özellikle rutin ve kodlanabilir görevler içeren işler daha ekonomik ve hızlı bir şekilde bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebiliyor. Yapay zeka ve robotik alanlarındaki gelişmeler ile bu sürecin önümüzdeki dönemde daha da hızlanması bekleniyor. Bu teknolojik değişim, teknolojiyi kullanarak değer üretebilen, doğru yeteneklere sahip çalışanların daha etkin çalışmasını sağlayarak, onların yeteneklerini tamamlayıcı bir işlev görebilir. Ancak, madalyonun diğer tarafında ise işgücünün bu yeni dönemde artık ihtiyaç duyulmayan, mevcut durumda rutin görevlere yönelik yeteneklere sahip bölümüne göreli bir talep düşüşü riski var. Örneğin, Oxford Üniversitesi'nden Carl Benedikt Frey ve Michael A. Osborne 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada, önümüzdeki 50 yıl içinde Amerika'daki işlerin yüzde 47'sinin yüksek ihtimalle bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebileceğini öngörüyor.² Frey ve Osborne'un çok ses getiren bu çalışması, sonradan birçok başka ülke için de yapıldı. Örneğin İngiltere'de önümüzdeki yıllarda bilgisayar tarafından gerçekleştirilebilecek meslekler işgücünün yüzde 35'ine, Japonya'da ise yüzde 49'una tekabül ediyor.³

Frey ve Osborne, yaratıcılık gerektiren, rutin olmayan işlerin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilme olasılığının daha düşük olduğunu, ancak özellikle taşımacılık ve lojistik, satış gibi rutin işlerin görece fazla olduğu meslek alanlarının daha yüksek risk altında olduğunu belirtiyorlar. Ayrıca meslek için gereken eğitim düzeyi ve ortalama ücret arttıkça, işin bilgisayarlar tarafından yapılabilme ihtimali azalıyor. Türkiye'nin mevcut istihdam yapısına baktığımızda ise bilgisayarların Türkiye'nin mevcut istihdam yapısındaki mesleklerin önemli bir kısmını yapabileceğine dair göstergeler bulunuyor. Bunlardan ilki, Türkiye'de yenilikçi sınıfın istihdamdaki payının oldukça düşük olması. 2014 yılında yaptığımız çalışmada, Türkiye'de çok geniş bir şekilde

¹ <http://www.tepav.org.tr/tr/ekibimiz/s/1249/Efsan+Nas+Ozen>

² Frey, C., & Osborne, M. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Oxford Martin School Working Paper*.

³ The Economist, 'Automation and anxiety: Will smarter machines cause mass unemployment?' 25 Haziran 2016 <http://www.economist.com/news/special-report/21700758-will-smarter-machines-cause-mass-unemployment-automation-and-anxiety>

tanımlanmış hali ile yenilikçi sınıfın istihdamın ancak yüzde 13.7'sini, bilim insanları ve asıl yaratıcı düşünme ve fikir üretme faaliyetlerini gerçekleştiren yapısal yenilikçi çekirdeğin ise istihdamın yalnızca yüzde 4.8'ini oluşturduğunu hesaplamıştık.⁴ Bu hesaplamalar göre Türkiye, ancak Amerika Birleşik Devletleri'nin 20. yüzyıl başındaki performansına benzer bir durumda gibi görünüyor. Dolayısıyla Frey ve Osborne'un bahsettiği yaratıcı işleri Türkiye'de istihdamın ancak küçük bir kısmının gerçekleştirdiğini görüyoruz. Diğer taraftan, büyük bir kısmı daha yüksek ihtimalle bilgisayarlar tarafından yapılabilecek olan hizmet sektörü Türkiye'deki işlerin yüzde 50'sinden fazlasını temsil ediyor.⁵ Bu iki nedenle işlerin bilgisayarlar tarafından yapılabilirliği arttıkça, Türkiye'de istihdamın yapısında da önemli değişiklikler görme ihtimalimiz yüksek gibi görünüyor.

Diğer yandan, Ocak 2017'de McKinsey Global Institute tarafından yayımlanan çalışma, gelecekte mesleklerin ancak yüzde 5'inin tamamen bilgisayarlar tarafından yapılabileceğini; ancak yüzde 60'ının en az yüzde 30 oranında bilgisayar tarafından tamamlanabilir aktiviteler içerdiğini gösteriyor.⁶ Başka bir ifadeyle, McKinsey Global Institute çalışması bilgisayarlı otomasyonun mesleklerin ortadan kaybolmasına yol açmaktan çok, mesleklerin günlük işlerini yeniden yapılandıracağını ve bu nedenle de yeni yeteneklere ihtiyaç duyulacağını savunuyor.

Bu çalışmada, Frey ve Osborne'un çalışmasını esas alarak Türkiye'deki mesleklerin ne kadarının gelecekte bilgisayarlar tarafından yapılabileceğini ortaya çıkarmayı amaçlıyoruz. Bu oranı ortaya çıkardıktan sonra ise, çalışanların eğitim durumu, cinsiyet, yaş ve bölgesel dağılımına göre mesleklerinin ne kadar risk altında olduğunu inceleyeceğiz. Son olarak ise, Türkiye özelinde bilgisayarlı otomasyonun ortaya çıkarabileceği mesleki dönüşüme ilişkin bazı önerileri sıralayacağız.

Türkiye'de mesleklerin ne kadarı bilgisayarlı otomasyonla yapılabilecek?

Bu çalışmada Frey ve Osborne tarafından hesaplanan mesleğin bilgisayarlar tarafından yapılabilme olasılıklarını kullanıyoruz, ancak bu olasılıkları kullanabilmek için öncelikle Türkiye istihdam veri sınıflandırmasına uygun hale getirmek gerekiyor. Ayrıca Frey ve Osborne'un kullandığı meslek kodları, TÜİK tarafından sağlanan meslek kodlarına göre meslekleri çok daha detaylı olarak veriyor; dolayısıyla verilerin sınıflamasını uyumlu hale getirdikten sonra mesleklere göre bilgisayarlaşma olasılıklarını toplulaştırmak da gerekiyor (yönteme ilişkin detaylar için bkz. EK 2). Bu toplulaştırma sırasında daha detaylı olan meslek kodları için olasılıkların ortalamalarını alıyoruz, bu nedenle TÜİK tarafından sağlanan meslek kodlarına göre bulduğumuz olasılıklar o meslek grupları için ancak *olasılıkların ortalamasını* ifade ediyor.⁷

Bu aşamaları tamamladıktan sonra, Türkiye'deki meslek gruplarının ne kadarının işlerinin bilgisayarlar tarafından yapılabileceğini yaklaşık olarak hesaplamış oluyoruz (Detaylı tablo EK 1'de yer almaktadır). TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi verilerini kullanarak yaptığımız hesaplamaya göre Türkiye'deki işlerin **yüzde 59'u** yüksek ihtimalle gelecekte bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebilecek gibi görünüyor. Yüksek risk altındaki meslekler özellikle büro

⁴ Nas Özen, Efsan. 2014. Türkiye'nin Yenilikçi Sınıfı: Yenilikçi Sınıf ve Bölgesel Gelişme ile İlişkisi. TEPAV Politika Notu No. 201408. [http://www.tepav.org.tr/upload/files/1394361997-](http://www.tepav.org.tr/upload/files/1394361997-4.Turkiye_nin_Yenilikci_Sinifi_1_Yenilikci_Sinif_ve_Bolgesel_Gelisme_ile_Iliskisi.pdf)

[4.Turkiye nin Yenilikci Sinifi 1 Yenilikci Sinif ve Bolgesel Gelişme ile İlişkisi.pdf](http://www.tepav.org.tr/upload/files/1394361997-4.Turkiye_nin_Yenilikci_Sinifi_1_Yenilikci_Sinif_ve_Bolgesel_Gelisme_ile_Iliskisi.pdf)

⁵ Kaynak: TÜİK İşgücü İstatistikleri

⁶ McKinsey Global Institute. 2017. A Future That Works: Automation, Employment, And Productivity. Ocak 2017 <http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>

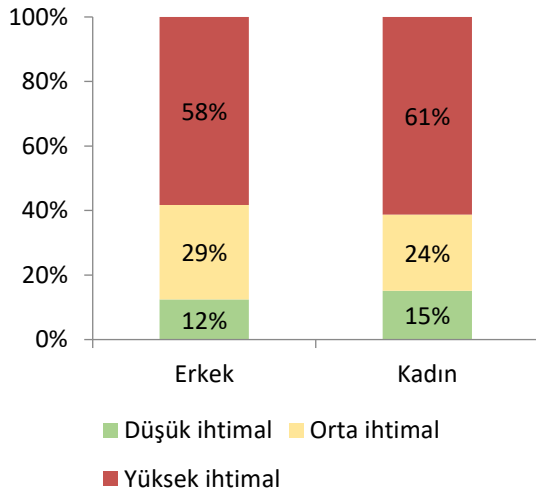
⁷ Dönüştürme sırasında kategoriler arasında oluşabilen uyumsuzluk nedeniyle yeni kategorilerdeki olasılıkların hesaplanmasında bir hata payı vardır. Bu kısımdaki yöntemin detayları ve hesaplamaların zayıf yönleri için bkz. EK 2

elemanları, nitelsiz tarım çalışanları, montajcılar ve satış hizmeti veren elemanlar iken, sağlık, bilim, teknoloji alanlarında çalışan profesyoneller, eğitim sektörü çalışanları ve yöneticilerin büyük bir kısmında mesleklerin bilgisayarlar tarafından yapılma olasılığı düşük.

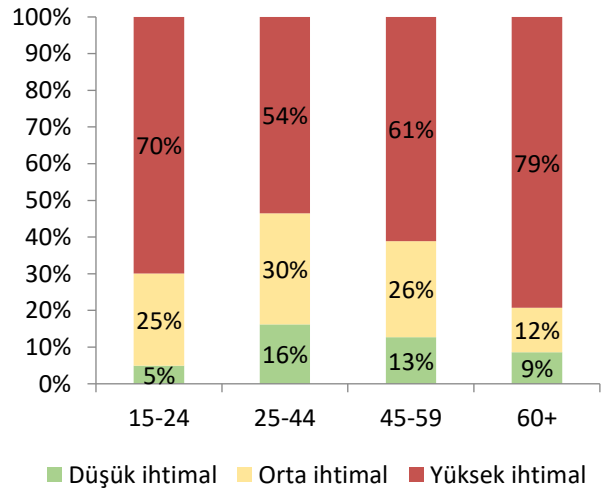
Bu yüksek oran, bilgisayarlı otomasyonun yaygınlaşması ile birlikte Türkiye işgücü piyasasında çok ciddi bir dönüşümün görülebileceğini gösteriyor. Diğer taraftan, McKinsey Global Institute tarafından yazıldığı gibi mesleklerin tamamının değil, mesleklerin her biri içindeki aktivitelerin bilgisayarlı otomasyon tarafından yapılması da mümkün. Bu açıdan bakıldığında ise, McKinsey Global Institute hesaplamaları Türkiye’de mesleklerin aktivitelerinin **yüzde 50’sinin** bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilme potansiyeli olduğunu gösteriyor.⁸ Diğer bir deyişle, bilgisayarlı otomasyon önümüzdeki dönemde bir çalışanın işyerinde gerçekleştirdiği aktivitelerin ortalama olarak yarısını onun yerine gerçekleştirebilme potansiyeline sahip.

Mesleklerin dönüşümüne ilişkin politika belirlemek için, dönüşümden en çok kimlerin etkileneceği konusunda bilgi faydalı olabilir. Yine TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi verilerini kullanarak cinsiyet, yaş grubu, eğitim durumu ve coğrafi dağılım gibi özelliklere bakmak daha detaylı bilgi edinmek konusuna yardımcı olabilir. Verilere göre Türkiye’nin çalışan kadın ve erkeklerinin meslekleri benzer oranda risk altında gibi görünüyor (Şekil 1). Çalışmalar Türkiye’de işgücü piyasasının hemen her alanında kadınların daha dezavantajlı konumda olduğunu gösteriyor. Ancak bilgisayarlı otomasyon tarafından gerçekleştirilmesi yüksek ihtimal dahilinde olan mesleklerde cinsiyet dağılımı açısından önemli bir fark olmadığını, çalışan erkeklerin yüzde 58’inin, kadınların ise yüzde 61’inin yüksek risk altında olduğunu görüyoruz. Yaş gruplarına baktığımızda ise, özellikle genç veya orta yaş üzeri çalışanların daha yüksek risk altında olduğunu görüyoruz: 15-24 yaş arasında çalışan gençlerin yüzde 70’i, 60 ve üzeri yaşta çalışanların ise yüzde 79’unun meslekleri gelecekte bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilebilecek işler gibi görünüyor (Şekil 2). Genç yetişkinlerin içinde bulunduğu 25-44 yaş arası çalışanlar ise yaş grupları arasında yüksek risk oranının en az olduğu kesim olarak dikkat çekiyor.

Şekil 1: Türkiye’de çalışanların cinsiyetlerine göre mesleklerinin bilgisayarlar tarafından yapılma ihtimali dağılımı (%)



Şekil 2: Türkiye’de çalışanların yaş gruplarına göre mesleklerinin bilgisayarlar tarafından yapılma ihtimali dağılımı (%)



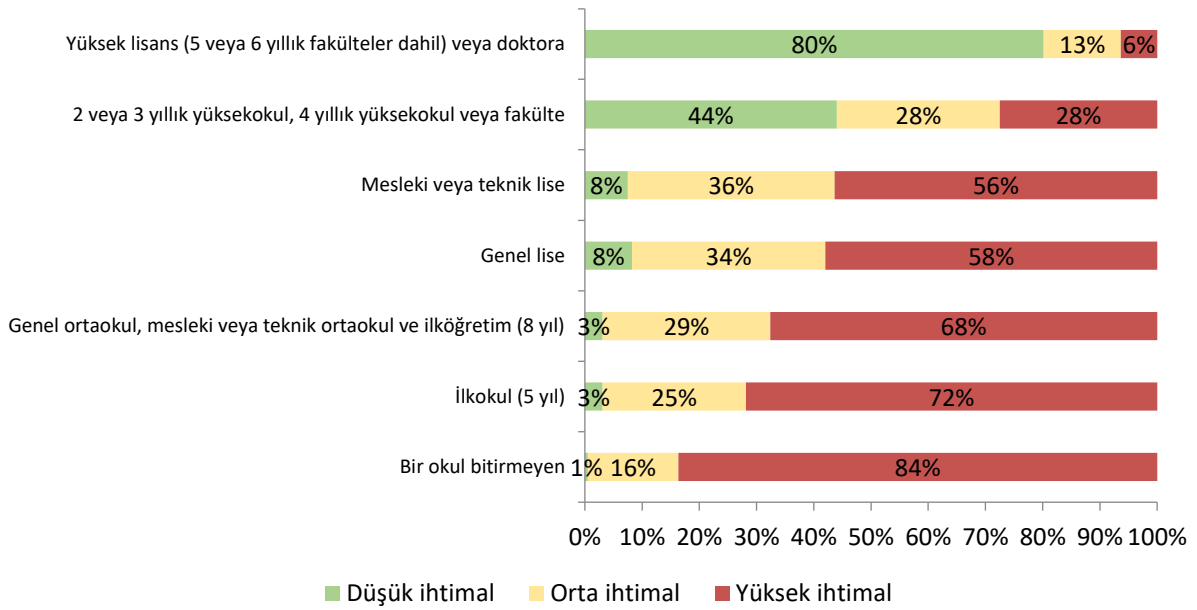
Kaynak: TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi, TEPAV hesaplamaları

⁸ McKinsey Global Institute çalışmasının interaktif veri gösterimi için:

<http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans>

Kullandığımız değişkenler arasında en önemlisi kuşkusuz eğitim düzeyi: Çalışanlar arasında bir okul bitirmeyenlerin yüzde 84'ünün meslekleri yüksek risk altında iken, en az iki yıllık üniversite mezunlarında yüzde 28'e, yüksek lisans ve doktora mezunlarında bu oran yalnızca yüzde 6'ya düşüyor (Şekil 3). Eğitim durumu konusunda dikkat çeken bir başka nokta ise, meslek lisesi ve genel lise mezunları arasında dikkate değer bir fark olmaması. Diğer bir deyişle, meslek lisesi mezunları genel lise mezunlarına benzer profillerde mesleklerde çalışıyor gibi görünüyorlar. Bu durum, aslında bilgisayarlı otomasyonla birlikte etkin çalışma kapasitesi daha hızlı artacak olan teknik alanlarda meslek lisesi mezunlarının büyük ölçüde yer almıyor olduğunu da gösteriyor. Çünkü hesaplamanın niteliği gereği, meslek lisesi mezunları bu meslek alanlarında çalışıyor olsalardı yüksek risk altındaki çalışanların oranı genel lise mezunlarına kıyasla daha düşük olurdu.

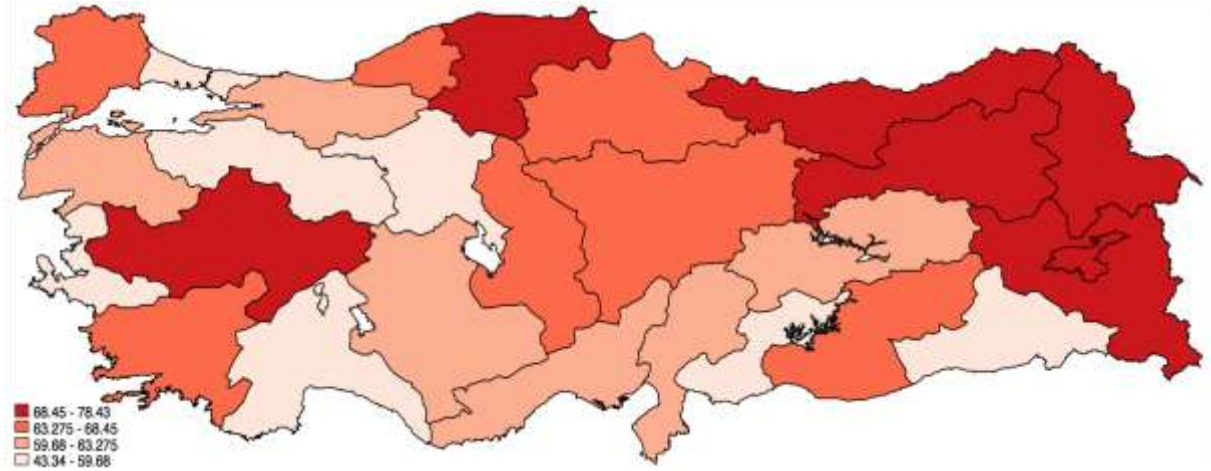
Şekil 3: Türkiye’de çalışanların mezun oldukları eğitim durumuna göre mesleklerinin bilgisayarlar tarafından yapılma ihtimali



Kaynak: TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi, TEPAV hesaplamaları

Son olarak, yüksek risk grubunun bölgesel dağılımına bakıyoruz. TÜİK Hanehalkı İşgücü Anketi bölgesel verileri en detaylı İBBS-2 bölgesel kırılımında veriyor, bu nedenle verilere il bazında değil, İBBS-2 bölgeleri bazında bakmamız mümkün olabiliyor. Verilere göre Ankara (yüzde 43) ve İstanbul (yüzde 49), çalışanlarının mesleklerinin bilgisayarlı otomasyon tarafından yapılabilme oranının en düşük olduğu bölgeler iken, Kars, Ağrı, Iğdır, Ardahan bölgesi (yüzde 78) ile Van, Muş, Bitlis, Hakkari bölgesi (yüzde 73) yüksek risk grubunun çalışanlar arasında en yüksek olduğu bölgeler olarak öne çıkıyor (Şekil 4). Bölgesel olarak bakıldığında özellikle Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleri yüksek risk altında gibi görünüyor. Dikkat çeken bir diğer nokta ise, Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak bölgesinde çalışanların yüzde 70'inin mesleklerinin yüksek ihtimalle bilgisayarlar tarafından yapılabilir olması.

Şekil 4: Bölgelere göre çalışanlar arasında meslekleri bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilme ihtimali yüksek olanların oranı



Kaynak: TÜİK 2015 Hanehalkı İşgücü Anketi, TEPAV hesaplamaları

Tartışma: Bilgisayarlı otomasyon Türkiye işgücü piyasası için ne anlama geliyor, ne yapmak lazım?

İşlerin bilgisayarlar tarafından daha hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilmesi, işgücü piyasaları ve istihdam yapısında önemli değişikliklere yol açacak gibi görünüyor. Yukarıda bahsedilen oranlar ise, bilgisayar teknolojilerinin işlerin yapılmasında kullanımının Türkiye işgücü piyasasında önemli etkileri olabileceğini gösteriyor: Bilgisayarlı otomasyon tarafından yapılabilecek mesleklerin istihdamdaki payına bakıldığında, işlerin yapımındaki kullanılan teknoloji seviyesinin eşitlendiği noktada, Türkiye'deki istihdam yapısında beklenen etki, ilk kısımda örnekleri verilen Amerika, İngiltere ve Japonya'da beklenen etkiden çok daha büyük olacak gibi görünüyor. Bu bahsettiğimiz etkinin, yalnızca işlerin bilgisayarlar tarafından yapılabilirliğinin artmasına bağlı sonuçlar olduğunu, yeni sanayi devriminin diğer alanlarının ortaya çıkarabileceği başka etkilerin hesaba katılmadığını da ekleyelim. Bu nedenle işgücü piyasasındaki etki aslında burada ortaya çıkan etkiden daha yüksek olabilir.

Ancak bu teknolojik dönüşüm, birçok faktöre dayanıyor. McKinsey Global Institute raporu, bugünkü işlerin yarısının 2055'e kadar bilgisayarlar tarafından yapılabileceğini söylüyor; ancak bu dönüşüm çeşitli faktörlere bağlı olarak daha erken veya daha geç gerçekleşebilir. Bu faktörlerden ilki, teknolojinin çeşitli ve özel durumlarda kullanılabilmesi için esnek bir hale getirilmesi. Yapılan işin her durumda bilgisayarların çalışması için uygun hale getirilmesi gerekiyor. Diğer bir faktör, işi bilgisayarlı otomasyon vasıtasıyla yapmanın maliyeti: Aynı işin insanlar tarafından yapılması, işgücü maliyetinin düşük olduğu veya insanların daha etkin çalıştığı durumlarda, bilgisayarlar tarafından yapılmasına kıyasla daha maliyet-etkin olabiliyor. Bu maliyetler işgücü piyasası düzeyinde ayrıca işgücü arz ve talep dinamikleri tarafından da belirlenebilir. Bu iki faktör bilgisayarlı otomasyon lehine sağlandığında ve özel sektör bilgisayarlı üretimi insan istihdamına tercih etmeye başladığında dahi, bilgisayarlı otomasyonun istihdamın önemli kısmının yaptığı işleri onların yerine yapabilmesi için kamu tarafından gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi ve bu dönüşüm için siyasi irade gösterilmesi gerekiyor. Bu faktörler, bir süre daha insanların mesleklerini bildiğimiz anlamda sürdürmelerini sağlayabilir gibi görünüyor.

Ancak yeni teknolojilerin istihdam yapısını değiştirmeye başladığı noktada, tüm meslek gruplarında işgücünden beklenen yeteneklerde büyük bir dönüşüm görülmesi bekleniyor. Aslında bu dönüşümü şimdiden görmek mümkün: 2015 yılında yayımlanan bir analize göre 1980-2012 arasındaki dönemde ücret getirisini en yüksek oranda artıran yetenek seti sosyal yetenekler oldu.⁹ Bu bulgu, önceki dönemle kıyaslandığında daha da şaşırtıcı hale geliyor; çünkü 1960-1988 yılları arasındaki dönemde değeri en çok yükselen yetenekler rutin olmayan analitik ve interaktif yeteneklerdi.¹⁰ Bu dönüşüm, işlerin yapılış şeklinin teknolojiyle birlikte evrilmesinden kaynaklanıyor. Örneğin, ABD'de 1980'ler ve sonrasında ATM'lerin yaygınlaştırılmasının banka şubesi çalışanlarına olan talebi düşüreceği endişesi gerçekleşmemiş; aksine şube maliyetleri düştüğü için daha fazla şube açılmış ve toplam çalışan sayısı artmıştı.¹¹ Ancak para çekme hizmetinin makineler tarafından verilmesi banka şubelerinin işlevini, örneğin uzun dönemli iletişime dayanan müşteri ilişkileri yönetimi gibi işleri içerecek şekilde yeniden tanımladı. Bu yeni işlev, banka şubesi çalışanları için makineler tarafından sağlanamayacak iletişime dayalı yetenek ihtiyacının artmasına neden oldu.

Frey ve Osborne mesleklerin bilgisayarlı otomasyon tarafından gerçekleştirilebilme olasılıklarını belirlerken makine öğrenimi ve yapay zeka alanında çalışan mühendislerden oluşan bir grupta birlikte, bilgisayarlar tarafından yapılması mümkün görünmeyen üç temel yetenek kümesi olduğunu ortaya çıkarıyorlar:

1. Bilgisayarlara göre yapılandırılmamış, karmaşık bir ortamdaki işlerin bilgisayarlar tarafından algılanması insanlara göre çok daha güç. Örneğin, havaalanları ve depolar büyük makinelerin kolaylıkla hareket etmesi ve aradıkları nesneyi bulmaları için uygun iken, evlerde nesneler belli bir sistematığa göre dizilmediğinden makinelerin evlerde dolaşarak çalışmasını sağlayacak teknolojiye dair sorunlar mevcut.
2. Yaratıcı işler, henüz akla gelmemiş fikirlerin bilgisayarlar kodlanması mümkün olmadığından, sanat gibi alanlarda makinelerin çalışması zor olabilir. Örneğin bir makine sanat eseri yaratabilir; ancak neyin sanat olduğunu kendisine kodlayacak bir insana ihtiyacı vardır. Dolayısıyla bunu kodlayacak bir insan olmadan yaratıcı işi doğrudan kendi başına gerçekleştiremez.
3. Müzakere, ikna, ve bakım gibi insanlara özgü sosyal ve duygusal yeteneklerin bilgisayarlar tarafından sergilenmesi mümkün olmuyor. Güncel teknoloji, bilgisayarların duyguları anlamasını sağlama alanında kısıtlı kalıyor.

McKinsey Global Institute ise, bilgisayarlı otomasyonun üretkenliği artıracağını ve yaşlanan nüfusla birlikte çalışabilir yaştakilere yönelik işgücü talebinin de artacağını ifade ediyor. Ancak teknolojik dönüşümle birlikte iş modelleri ve işin organizasyonu değişeceğinden, işgücünden beklenen yeteneklerin de değişmesi bekleniyor: özellikle teknoloji ile yakın çalışabilecek yüksek yetenekler ile, bilgisayarların sahip olmadığı sosyal yeteneklere yönelik talebin artması bekleniyor. Düşük yetenekli çalışanların ise üretkenliğinin artabileceği, ancak işin büyük kısmının bilgisayarlı otomasyon ile yapılabilmesi nedeniyle ücret baskısı altında kalabilecekleri belirtiliyor.

⁹ Deming, D. J. (2015). The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. *NBER Working Paper*.

¹⁰ Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(November), 1279–1333.

¹¹ Bessen J. (2015). Toil and Technology. *Finance and Development*, 52(1), 17–19.

Tüm bu bulgular, hemen yakın zamanda olmasa bile, istihdam yapısı ve aranan niteliklerde büyük bir değişimin bizi beklediğini, ve dönüşümün aslında başladığını gösteriyor. Bu değişimin gerektirdiği yetenek dönüşümünü sağlamak için değişimin gerçekleşmesini beklemek, geç kalmak demektir. Çünkü yetenek dönüşümünü sağlamanın en önemli ve etkin politika aracı olan eğitimin işgücü yetenek havuzunda yarattığı etkiyi görmek için en az yirmi yıl gerekiyor.¹² Dolayısıyla yarının işgücü yeteneklerini sağlamlaştırmak için bugünden öğrenci yeteneklerine güçlü bir yatırım yapmak gerekiyor.

Hızla değişen işgücü yetenek beklentileri altında sonuçlarını uzun dönemde görebildiğimiz eğitim politikasını tasarlamak kolay bir iş olmasa da, bazı öncelikler açık ve net bir şekilde ortaya çıkıyor. Bunlardan ilki, makinelerle iletişim kurabilecek ve onları daha etkin kullanabilecek bir işgücü için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki temel yeteneklerin geliştirilmesi. Ayrıca, eğitim politikasının çıktı olarak üç temel yeteneği ele alması hem bugün gereken yeteneklere sahip, hem de gelecekte ihtiyaç duyulacak yetenekleri öğrenmek için yeterince esnek bir işgücü potansiyeli için gerekiyor:

1. **Yaratıcı ve bilişsel/analitik yetenekler:** Önceliklendirme, anlama, planlama, karşılaştırma, bağlantılar kurma, yaratıcı fikir üretme ve sorun çözme gibi yetenekler bu kapsama giriyor. Geleneksel eğitim sistemleri içinde bu yetenek kiti doğrudan öğretilmeyip, ancak matematik ve fen bilgisi gibi sayısal dersler içinde gizli bir araç olarak bulunuyor. Günümüzde ise birçok ülkede doğrudan düşünme algoritmasına yönelik eğitim sağlayan politika müdahalelerinin yanı sıra, bir konu etrafında bu yetenekleri geliştiren programlar da bulunuyor.
2. **Öğrenmeyi destekleyici sosyal yetenekler:** Bu tip yetenekler, çalışkanlık, sorumluluk, azim ve kararlılık gibi öğrenmeyi hızlandırıcı ve sürekli hale gelmesini sağlayıcı araçlardır. Öğrenmeyi destekleyici sosyal-duygusal yeteneklerin önemi daha çok son yıllarda yapılan çalışmalarda ortaya çıktı: Çocukların sosyal-duygusal yetenek düzeylerini iş hayatına girmeden önce ölçerek iş başarısı ile ilişkilendiren çalışmalar, bilişsel yetenekler ile sosyal-duygusal yeteneklerin hemen hemen aynı oranda etkili olduğunu gösteriyor.¹³
3. **İletişim yetenekleri:** Bu yetenekler bilgileri etkin bir biçimde öğrenebilmeyi, aktarabilmeyi ve tartışabilmeyi sağlıyor. Bu gruptaki yetenekler hem etkin iletişim kurabilme, dışadönük tavır gibi sosyal-duygusal yetenekleri, hem de yeniliklerden anında, Türkçe'ye çevrilmesini beklemeden haberdar olabilmek ve dünya ile iletişim kurabilmek için İngilizce yetenekleridir.

Bu çalışma Türkiye'de bilgisayarlı otomasyon potansiyeli gerçekleştiği durumda işgücünde beklenen etkileri yaklaşık olarak ortaya çıkarmayı hedeflemişti. Bu noktadan daha ileriye giderek eğitim, işgücü ve sanayi sektörünü birlikte düşünebilen bütüncül politika önerileri ortaya çıkarabilmek için ise hem Türkiye'de işgücü ve öğrencilerin beklenen ve gerçekleşen yeterlilik düzeylerini, hem de sanayinin dönüşüm potansiyelini ve ihtiyaçlarını birlikte ele alan daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

¹² Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2011). How much do educational outcomes matter in OECD countries?. *Economic Policy*, 26(67), 427–491.

¹³ Bu konuda son yıllardaki bulguların kapsamlı bir özeti için: Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Economics*, 19(4), 451–464.

EK 1: Bilgisayar tarafından gerçekleştirilebilme olasılıklarına göre meslekler ve bu mesleklerin Türkiye’de istihdamdaki payları

Ris k	ISC O 08 kod u	Meslek grubu	Mesleğin bilgisayarlı otomasyon la yapılma olasılığı	İstihdamda ki pay (2015)
Yüksek: İstihdamın %59'u	43	Sayısal işlemler yapan ve malzeme kayıtları tutan büro elemanları	94%	2.50%
	41	Genel büro elemanları ile klavye kullanan büro elemanları	94%	2.20%
	95	Cadde ve sokaklarda satış ve hizmet işlerinde çalışanlar	94%	0.50%
	82	Montajcılar	90%	0.50%
	92	Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörlerinde nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	88%	4.70%
	94	Yiyecek hazırlama yardımcıları	86%	1.40%
	81	Sabit tesis ve makine operatörleri	84%	3.70%
	44	Diğer büro hizmetlerinde çalışan elemanlar	84%	0.80%
	63	Kendi geçimine yönelik çiftçiler, balıkçılar, avcılar ve toplayıcılar	80%	0.20%
	52	Satış hizmetleri veren elemanlar	79%	9.10%
	96	Çöpçüler, atık toplayıcılar ve diğer nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	78%	0.90%
	62	Pazara yönelik nitelikli ormancılık, su ürünleri ve avcılık çalışanları	74%	0.10%
	72	Metal işleme, makine ve ilgili işlerde çalışan sanatkarlar	73%	3.40%
	42	Müşteri hizmetlerinde çalışan elemanlar	72%	1.40%
	61	Pazara yönelik nitelikli tarım çalışanları	71%	15.60%
	93	Madencilik, inşaat, imalat ve ulaştırma sektörlerinde nitelik gerektirmeyen işlerde çalışanlar	71%	4.80%
	71	İnşaat ve ilgili işlerde çalışan sanatkarlar (elektrikçiler hariç)	71%	4.00%
	75	Gıda işleme, ağaç işleri, giyim eşyası ve diğer sanatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar	71%	3.60%
Orta: İstihdamın %28'i	83	Sürücüler ve hareketli makine ve teçhizat operatörleri	64%	4.90%
	91	Temizlikçiler ve yardımcılar	64%	3.20%
	73	El sanatları ve basım ile ilgili işlerde çalışanlar	62%	1.30%
	35	Bilgi ve iletişim teknisyenleri	58%	0.30%
	74	Elektrik ve elektronik işlerde çalışan sanatkarlar	55%	1.40%
	33	İş ve idare ile ilgili yardımcı profesyonel meslek mensupları	53%	2.30%
	31	Bilim ve mühendislik ile ilgili yardımcı profesyonel meslek mensupları	49%	1.60%
	51	Kişisel hizmetler veren elemanlar	48%	4.80%
	53	Kişisel bakım hizmetleri veren elemanlar	44%	1.80%
	54	Koruma hizmetleri veren elemanlar	40%	2.90%
	32	Yardımcı sağlık profesyonelleri	38%	0.70%

	34	Hukuk, sosyal, kültür ve benzeri alanlar ile ilgili yardımcı profesyonel meslek mensupları	37%	0.60%
	24	İş ve yönetim ile ilgili profesyonel meslek mensupları	34%	1.60%
Düşük: İstihdamın %13'ü	12	Ticari ve idari müdürler	20%	1.00%
	26	Hukuk, sosyal ve kültür ile ilgili profesyonel meslek mensupları	17%	1.20%
	14	Ağırlama, perakende ve diğer hizmet müdürleri	14%	1.80%
	21	Bilim ve mühendislik alanlarındaki profesyonel meslek mensupları	12%	1.40%
	13	Üretim ve uzmanlaşmış hizmet müdürleri	10%	1.90%
	25	Bilgi ve iletişim teknolojisi ile ilgili profesyonel meslek mensupları	10%	0.30%
	11	Başkanlar, üst düzey yöneticiler ve kanun yapıcılar	9%	0.60%
	23	Eğitim ile ilgili profesyonel meslek mensupları	8%	3.80%
	22	Sağlık profesyonelleri	4%	1.40%

EK 2: Yöntem

a. Frey ve Osborne (2013) yöntem özeti

Frey ve Osborne, ünlü Autor ve diğ. (2003)¹⁴ çalışmasının iki temel varsayımından yola çıkıyorlar:

1. Bilgisayarlar rutin olmayan işlere kıyasla rutin işlerde insanların yerine daha kolay çalışabilir,
2. Yapılan rutin işlerin yoğunluğu arttıkça rutin olmayan girdilerin marjinal üretkenliği artar.

Ancak Frey ve Osborne, gelişen teknoloji ile birlikte rutin olmayan işlerin de bir kısmının, teknolojinin el verdiği ölçüde, bilgisayarlar tarafından yapılabileceğini varsayıyorlar. Bu teknolojik kısıtları ise Oxford Üniversitesi'nde mühendislerle düzenledikleri toplantılar vasıtasıyla ortaya çıkarıyorlar. Bu kısıtları kullanarak çeşitli meslek grupları için işin bilgisayar tarafından yapılabilme olasılığını hesaplıyorlar. Bunu yaparken, meslekler için yapılan işi kategorize eden O*NET verilerini kullanıyorlar ve her bir meslek için yapılan işin bilgisayarlı otomasyonla yapılıp yapılamayacağına göre sınıflandırıyorlar. Bazı işler için ise Oxford Üniversitesi'ndeki mühendislerle birlikte 70 kadar işin otomasyonla yapılabilirliğini inceliyorlar.

b. Türkiye için hesaplama yöntemi

Frey ve Osborne (2013) tarafından kullanılan ABD verisi 6 basamaklı 2010 SOC meslek kodlarına dayanıyor. TÜİK Hanehalkı İşgücü Anketi'nde ise meslek kodları ISCO 08 sınıflandırmasına göre veriliyor. Dolayısıyla Frey ve Osborne tarafından oluşturulan olasılıkları kullanabilmek için meslek sınıflandırmasını 6 basamaklı 2010 SOC'tan 4 basamaklı ISCO 08'e dönüştürmek gerekiyor. Bu süreçte US Bureau of Labor Statistics

¹⁴ Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). a.g.e.

tarafından verilen dönüşüm tablosunu kullanıyoruz ve her bir 2010 SOC koduna ilgili ISCO 08 kodunu atıyoruz.¹⁵ Bu işlem sonucunda, Frey ve Osborne tarafından oluşturulan olasılıkları ISCO 08 meslek sınıflandırmasında elde etmiş oluyoruz. Ancak bazı durumlarda iki farklı 2010 SOC kodu aynı ISCO 08 koduna dönüştürülebilir. Bu durumlarda o ISCO 08 kodunun olasılığını, kendisine tekabül eden iki 2010 SOC koduna göre olasılığın ortalamasını alarak hesaplıyoruz.

Buna ek olarak, TÜİK tarafından sağlanan ISCO 08 kodları 2 basamak detayında veriliyor. TÜİK Hanehalkı İşgücü Anketi ile oluşturduğumuz olasılıkları birleştirebilmek için, olasılıkların dağılımını 4 basamaklı ISCO 08'den 2 basamaklı ISCO 08'e toplulaştırmak gerekiyor. Bu süreçte de 2 basamaklı ISCO 08 kodlarına bağlı olan 4 basamaklı ISCO 08 kodlarının ortalamalarını alarak ilerliyoruz. Dolayısıyla Frey ve Osborne'un hesaplamış olduğu olasılıkların Türkiye işgücü piyasasında istihdamın ne kadarına tekabül ettiğini hesaplarken iki temel zayıflık ortaya çıkıyor: 6 basamaklı 2010 SOC sınıflandırmasından 4 basamaklı ISCO 08 sınıflandırmasına dönüşüm esnasında kullanılan ortalama alma yaklaşımı, ve 4 basamaklı ISCO 08 kodlarından 2 basamaklı ISCO 08 kodlarına dönüşüm esnasında kullanılan ortalama alma yaklaşımı. Bu iki ortalama da, olasılığın grup içi varyansı büyüdükçe (bkz. Tablo 2) veya aynı meslek grubu içinde bulunan mesleklerin dağılımı daha yanlı hale geldikçe meslek grubunun işi bilgisayarlı otomasyonla yapabilme oranını hatalı temsil edebilir. Elimizde daha detaylı veri bulunmadığı için bu yanlılık riskini ortadan kaldırmak maalesef mümkün olmuyor.

Tablo 1: Toplulaştırılmış ISCO 08 kodlarına göre olasılıkların ortalama ve standart sapması

2 Basamaklı ISCO 08 kodu	Ortalama	Standart sapma
11	0.0881111	0.0937663
12	0.1988625	0.3181131
13	0.1035235	0.1497814
14	0.13965	0.0987648
21	0.1167035	0.1828007
22	0.037175	0.0511643
23	0.077425	0.0859067
24	0.3366636	0.3463132
25	0.1047857	0.1704264
26	0.1684875	0.2364402
31	0.4929492	0.3404171
32	0.3835469	0.345982
33	0.5267054	0.3932567
34	0.370984	0.3629608
35	0.58125	0.3379534
41	0.94	0.0738241
42	0.7160909	0.3172899
43	0.9353846	0.0936852
44	0.8350667	0.2291336
51	0.4819781	0.3750235
52	0.7852105	0.3021943
53	0.4405	0.2621979

¹⁵ <https://www.bls.gov/soc/soccrosswalks.htm>

54	0.4027333	0.3364148
61	0.71	0.1828348
62	0.74	0.1523155
63	0.8	0.0424264
71	0.7065806	0.244118
72	0.728717	0.2576308
73	0.6162381	0.4098204
74	0.5486333	0.3172179
75	0.7126816	0.2819125
81	0.8428947	0.1431718
82	0.89875	0.1017613
83	0.641946	0.3596073
91	0.635	0.1758246
92	0.8833333	0.061101
93	0.7093	0.2395419
94	0.86	0.07
95	0.94	
96	0.7786	0.2528229