



Endüstri 4.0 kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi: GOSB teknopark firmaları üzerine uygulama

Adetermination of industry 4.0 critical success factors: Implementation on GOSB technopark companies

Başak Ocak¹



M. Şahin Gök²



1 Tezli YL Öğrencisi, Gebze Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Anabilim Dalı, Türkiye, e-mail: basak.ocak@hotmail.com

2 Doç. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi, Türkiye, e-mail: sahingok@gtu.edu.tr

ÖZ

18. yüzyılda başlayarak devam eden sanayi devrimleri üretimlerin yapısını, ülke ekonomilerini ve toplumları etkilemiştir. Henüz hayatımıza yeni girmiş olmasına rağmen Endüstri 4.0, bilginin hızla yayıldığı günümüz ortamında ülkelerin rekabet edilebilirliği için oldukça önem arz etmektedir. Ancak yapılan literatür incelemesinde ülkelerin rekabetinde bu denli önemli rol oynayan Endüstri 4.0'ın kritik başarı faktörlerinin neler olabileceğine dair yapılan çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında Endüstri 4.0 sürecinde kritik başarı faktörlerine yönelik odak grup çalışması yöntemi ile GOSB Teknopark Firmaları üzerinde araştırma gerçekleştirilmiş ve gerek işletmeler gerekse de devletler düzeyinde atılması gereken adımlar belirtilerek yol haritası sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Endüstri 4.0, Başarı Faktörleri, Odak Grup Çalışması, Teknopark

JEL kodları: M10, O14, L52, L89

ABSTRACT

Industrial revolutions, which started in the 18th century, affected the structure of production, country economies and societies. Although it has just entered our lives, Industry 4.0 is very important for the competitiveness of countries in today's environment where information is spreading rapidly. However, in the literature review, it has been determined that there are limited studies on what the critical success factors of Industry 4.0, which plays such an important role in the competition of countries, could be. Within the scope of this study, research was carried out on GOSB Technopark Firms with the focus group study method on critical success factors in the Industry 4.0 process, and the road map was presented by stating the steps to be taken at both the enterprises and the state level.

Keywords: Industry 4.0, Success Factors, Focus Group Discussion, Technopark

JEL codes: M10, O14, L52, L89

Citation: Ocak, B. & Gök, M. Ş., Endüstri 4.0 kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi: gosb teknopark firmaları üzerine uygulama. *Holistic Economics*. 2022; 1(1): 21-30. DOI: 10.55094/hoec.1.1.03



1. GİRİŞ

Sanayi devrimlerine bir bütün olarak baktığımızda her devrimin kendine has gelişmelerinin ve etkilerinin bir sonraki devrime zemin hazırladığını görmekteyiz. Temelinde insan ihtiyaç ve eklentilerinin bir sonucu olarak teknolojiye yaşanan tüm gelişmeler bugün bilgiyi hızla yayılabilir hale getirmiş ve bunun bir etkisi olarak ortaya çıkan küreselleşme, ülkeler arası rekabet ortamını doğurmuştur. İşletmeler içerisinde buldukları bu rekabet ortamında varlıklarını devam ettirebilmek için ise kaynaklarını etkin ve verimli kullanmalı, üretim hatalarını azaltmalı ve müşterilerinin beklenti ve isteklerini yakından takip etmelidir. Günümüzde ise rekabet ortamında geride kalmak istemeyen ülkeler, sanayileşme hızına ve üretim süreçlerinde yaşanan gelişmelere ayak uydurmak için üretim süreçlerini Endüstri 4.0'a adapte etmektedir (Ünlü ve Atik, 2018).

İlk kez 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarında dile getirilen "Endüstri 4.0" kavramı, internetin üretimde daha fazla kullanılmasıyla bugüne kadar hep ayrı düşünülmüş olan teknolojik yeniliklerin, değişen tüketici ihtiyaçlarına anlık cevap verebilen üretim yapılarının ortaya çıkması ve tüm üretim süreçlerin birbirleri ile sürekli iletişim halinde olması şeklinde ifade edilmektedir (Kagermann vd., 2013).

Tüketiciler açısından yaşanan değişim rüzgârı, işletmeler açısından girdi maliyetlerinin azaltılarak daha etkin ve verimli ürün/hizmet süreçlerinin ön plana çıkıyor olması göz önüne alındığında işletmeler için Endüstri 4.0 süreci kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Oysaki TÜBİTAK'ın 2016 yılında 1000 özel sektör kuruluşuyla yapmış olduğu çalışma, sanayimizin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğunu göstermektedir (TÜBİTAK, 2016). Makro düzlemde ülkemizin 2023 hedefleri başta olmak üzere belirlemiş olduğu tüm hedefleri gerçekleştirebilmesi, gelişmekte olan ülkeler içerisindeki yerini hızla gelişmiş ülkeler seviyesine çıkarabilmesi mikro düzlemde ise işletmelerin verimli, etkin ve tüketici beklentilerine anlık cevap verebilen bir ürün/hizmet modeline kavuşabilmesi için Endüstri

4.0 uygulamalarına daha fazla önem verilmesi ve ileri teknoloji sektörlerini geliştirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda da ülkemizin Endüstri 4.0'a yönelik atmış olduğu adımların doğru ve eksiksiz olabilmesi için Endüstri 4.0 başarı faktörlerinin ülkemiz dinamiklerine bağlı olarak belirlenmesi çok önemlidir.

Bu çalışma kapsamında GOSB Teknopark'ta faaliyet gösteren 30 firma yöneticisi ile odak grup yöntemi kullanılarak Endüstri 4.0'ın başarı sürecinde rol oynayan kritik faktörler belirlenmiş olup hem işletmeler hem de kamu politikaları açısından yol gösterici öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Sanayi Devrimleri

Tarih boyunca insanoğlu sürekli değişim ve dönüşüm içerisinde yer almış, hayatını devam ettirebilmek için ekonomik kaygılar ile birtakım faaliyetler yürütmüştür (Başer, 2011). Toplayıcılık – avcılık dönemlerinde sadece "tüketim" yaklaşımındayken tarımın gelişmesi ve yaşam tarzı haline gelmesi ile birlikte "üretim" in bir parçası haline gelmiştir. Yıllar içerisinde değişen beklenti ve ihtiyaçlar ise üretim yapılarının değişmesini tetiklemiştir. İlk sanayi devriminin gerçekleştiği 18. yüzyıldan günümüze kadar teknolojiye yaşanan gelişmeler toplumların ve ülkelerin bakış açısını zenginleştirerek ekonomik ve sosyal alanlarda da önemli değişimleri beraberinde getirmiştir. Bu değişikliklerin üretim süreçlerine olan etkileri ise "sanayi devrimi" olarak nitelendirilmektedir.

İlk olarak İngiltere'de görülen 1. Sanayi Devrimi, James Watt tarafından geliştirilen ilk buhar makinesinin icadı ile ortaya çıkmış ve 18. yüzyılın sonları ile 19. yüzyılın ilk yarısı arasında yaklaşık yüz yıl etkili olmuştur. İlk kez İngiltere'de ortaya çıkmasına rağmen etkileri sadece İngiltere'de değil tüm dünyada görülmüştür (Başer, 2011). Ancak 1. Sanayi Devri ile birlikte sanayi ve üretimde yaşanan gelişmelerin ilk olarak İngiltere'de doğmuş olması İngiltere'yi 19. yüzyılın en güçlü ülkesi haline getirmiştir (Turan, 2018). Önceleri aile ortamlarında, küçük gruplar halinde el emeğine dayalı yapılan üretim, 1. Sanayi Devri ile birlikte makineye dayalı üretimi artırmış ve sonucunda

üretim süresi kısalmış; üretim miktarını ise artırmıştır (Akbaba, 2018). 1. Sanayi Devri'nde buhar gücünün hem üretimde hem de demir yollarında kullanılması ile üretimin sınırları ülkeler arası boyutlara genişlemiş ve üretim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler yeni bir sanayi devrimine zemin hazırlamıştır.

1. Sanayi Devrimi ile üretimde kullanılan buhar gücü 19.yüzyılın sonlarında yerini elektriğe bırakmış ve elektriğin üretimde kullanılmasıyla beraber İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya yeni devrimin yani 2. Sanayi Devriminin etkisi altına girmiştir (Koçak ve Diyadin, 2018). Elektriğin üretimde kullanılması ile üretim hızının artması seri üretimi ve montajı mümkün hale getirmiştir (Alçın, 2016). Bu dönemin ilk örneğini ise Henry Ford, sahibi olduğu otomobil fabrikasında seri üretim tekniğini kullanarak göstermiştir. Montajlama sayesinde otomobilin tüm parçaları çalışanların önüne gelerek üretim hızı artmış bu da satış fiyatlarının azalmasına katkı sağlamıştır (Turan, 2018). Elektriğin yanı sıra petrol ve doğalgazın yine bu dönem kullanılmaya başlanması otomobil ve uçak üretimine de olanak tanımıştır. Böylece hava yolu taşımacılığının temelleri de bu dönemde atılmaya başlamıştır. Teknoloji Devri olarak da bilinen 2. Sanayi Devrimi ilk olarak seri üretimle karşılaştığımız ve buna bağlı olarak üretim kapasitesinin büyük oranda artış gösterdiği bir dönemdir. Bu dönemin 1. Sanayi Devrinden farkı üretim teknolojilerinin gelişmesi ve üretim kapasitesinde yaşanan gelişmeler olmuştur (Koca, 2020).

Daha sonra, 1914 yılında başlayan I. Dünya Savaşı, 1929 yılında özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa'yı etkisi altına almasına rağmen tüm dünyayı olumsuz etkileyen Büyük Buhran'ın yaşanması ve devamında II. Dünya Savaşı'nın patlak vermesi en çok sanayiye vurmuş, ilk iki sanayi devriminde yaşanan teknolojik gelişmeler II. Dünya Savaşı'nın sonuna kadar aynı kalmış ve sanayide yeni bir gelişme yaşanmamıştır (Akbaba, 2018). Ekonomi olumsuz etkilenmiş, halk yoksullaşmıştır. Ülkelerin kendilerini toparlaması ve yeni gelişmelerin yaşanması 1945 yılından sonra olmuş ve bu tarihten sonra dijital teknolojilerde yaşanan gelişmeler ile 3. Sanayi

Devrinin temelleri atılmıştır. İkinci Sanayi Devri ile seri üretime geçilmesi ve sanayileşmenin hız kazanması ürünlerin ve/veya üretimin kontrol ve takip sorununu beraberinde getirmiştir ve bu da 3.Sanayi Devrimine zemin hazırlamıştır (Genç, 2018).

20. yüzyılda başlayan 3.Sanayi Devrimi, üretim süreçlerinde otomasyonun kullanılması ve teknolojiye yaşanan dijital gelişmeler ile karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik gelişmeler dolayısıyla "Dijital Devrim" ile adlandırılan bu dönemde ilk kez kişisel bilgisayarlar ve internet hayatımıza girmiştir (Schwab, 2017). Üçüncü Sanayi Devrimi sadece üretimde etkili olmamış; yenilenebilir enerji ve nükleer enerji hayatımıza girmiştir (Arslan ve Demirağ, 2017). İnternet kullanımı ile birlikte haberleşme anlık hale gelmiş ve iletişim hızlı ve kolay gerçekleşmeye başlamıştır (Ünlü ve Atik, 2018). Tüm bunlar bilginin daha kolay yayılmasını sağlamış ve bu da küreselleşmenin hızını artırmıştır. Yeni pazarların varlığı bu dönemde ülkeler için yeni pazarlara girmenin önünü açmıştır (Schwab, 2017). Küreselleşme ile ülkeler arası sınırların ortadan kalkması rekabet ortamını beraberinde getirmiştir. İnternetin kullanımı ve dijital gelişmelerin yaşanması Endüstri 4.0 sürecinin hayatımıza girişini de kolaylaştırmıştır.

2.2. Endüstri 4.0

Dördüncü Sanayi Devrimi bir diğer adıyla Endüstri 4.0 ilk olarak 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuarı'nda Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech) Başkanı Henning Kagermann tarafından dile getirilmiştir (Koçak ve Diyadin, 2018). Endüstri 4.0, nesnelerin interneti, büyük veri, sosyal medya, bulut bilişim, sensörler, yapay zeka, robotik gibi teknolojilerin internet ortamında ağ üzerinde bir araya gelerek, insan gücünden bağımsız bir şekilde üretimin gerçekleştirilmesi ve son kullanıcıya iletilmesi süreçlerini kapsamaktadır (Fuchs, 2018). Yani Endüstri 4.0 tedarikten ürünün kullanıcıya ulaştırılmasına değin geçen tüm üretim süreçlerini kapsayan değerler zinciri ve yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Hermenn vd., 2015). Değerlerler zinciri ise, siber-fiziksel sistemler ile nesnelerin interneti ve hizmetlerin internetinin birleştiği birbirine bağlı sistemlerin

oluşturduğu kolektif bir yapıdır (Özkan vd., 2018).

Siber Fiziksel Sistemler, insan faktörünü devre dışı bırakarak internet ortamındaki makinelerin birbirleri ile iletişimini sağlamaktadır (Davutoğlu, 2020). Bu iletişim de Büyük Veri (Big Data) olarak adlandırılan sensörler ve makinelerden gelen devasa verilerin devamlı üretilmesi ve siber-fiziksel sistemler tarafından işlenmesi ve yönetilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu da akıllı fabrika kavramını beraberinde getirmektedir (Schwab, 2017). Akıllı fabrikaların ortaya çıkmasını sağlayan Siber Fiziksel Sistemler ile akıllı makineler, depolama sistemleri ve üretim tesislerinin birbirini kontrol edebilmesi, eylem ve hareketlerini tetikleyebilmesini sağlamaktadır (Kagermann vd., 2013). Yani gerçek zamandan alınan anlık büyük veriler toplanmakta ve analiz edilmektedir. Analiz edilen veriler makinelerin birbirleri ile olan haberleşmesini sağlamaktadır. Böylece bir üretim için en optimal kararlar siber-fiziksel sistemler sayesinde alınmaktadır (Lee vd., 2015).

Nesnelerin İnterneti, bir ağ aracılığıyla makinelerden alınan verilerin farklı makine ve sistemlere aktarılmasıdır. Tedarik süreci, üretimin planlaması gibi üretimin her aşamasında gerçek zamanlı problemlerle karşılaşmaktadır. Tüm bu problemlerle başa çıkılması aşamasında üretime dahil edilecek cihaz, sensör, makinelerden toplanan verilerin işlendiği bir ağ sistemlerine yani nesnelerin internetine ihtiyaç duyulmaktadır (Anbalagan vd., 2020).

Hizmetlerin İnterneti ise, internet ortamında hizmetlerin kullanıcılara ulaştırılması ve iki yönlü bilgi ve veri akışının sağlandığı sistemler olarak tanımlanmaktadır (Hermann vd., 2015). Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti, fabrikaları akıllı bir ortama dönüştüren tüm üretim sürecini içeren ağlar oluşturmayı mümkün kılmaktadır (Kagermann vd., 2013).

Endüstri 4.0 insan zekası ile makedeki hatasız, hızlı ve verimli çalışabilme özelliklerini birleştiren bir sistem olarak hayatımıza girmiş durumdadır ve üretimde, sanayide ve insan hayatı üzerinde pek çok etkileri bulunmaktadır (Özkan vd., 2018).

Son dönemlerde dijital ve teknolojiye yaşanan gelişmeler ile kullanım alanımıza giren pek çok yenilik sayesinde insan hayatını pratikleştirdiğini ve işlerimizi tamamlarken zaman ve maliyet tasarrufu sunduğu gözlemlenmiştir (Schwab, 2017). Siber-fiziksel sistemler sayesinde üretim süreci ürün ya da hizmetin fikir aşamasından tüketiciye ulaştığı ana kadar izlenebilir olduğu için üretimde yaşanan aksaklık ya da hatalar erken tespit edilmektedir. Bu da maliyetlerin azalmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca süreç içerisinde kaynak eksikliği erken fark edilerek üretim durmadan devam etmektedir ve böylece üretim hızı ve kalitesi artmaktadır (Koçak ve Diyadin, 2018).

ACATECH tarafından yayınlanan Sanayi 4.0 raporunda Endüstri 4.0'ın avantajları arasında, tüketicilerin özel ihtiyaçlarını anlık olarak karşılamaya odaklı olduğu için esnek bir üretim modeli sunduğundan bahsedilmiştir (Kagermann vd., 2013). Üretim sürecinde gerekli verilerin depolanması ve analiz edilmesi karar verme süreçlerinde optimizasyon sağlamaktadır. Endüstri 4.0, verileri depolayıp işleyebilen ve süreçleri bir bütün olarak görmemizi sağlayabilen bir sistemdir (Koçak ve Diyadin, 2018). Dolayısıyla uçtan uca mühendisliğe olanak sağlamaktadır (Kagermann vd., 2013). Robotlar ve akıllı makinelerin üretime katılması çalışanların rutin işlerini azaltarak daha yaratıcı ve nitelikli faaliyetlere odaklanmalarını sağlamıştır. Bu da daha nitelikli istihdama olanak tanımaktadır (Kagermann vd., 2013). Robotların üretimde devreye girmesi ile birlikte hata paylarının azalması ve üretimde verimliliğin sağlanması enerjisi tasarrufu sağlamak ve İnovasyon hızı artmaktadır (Bartodziej, 2017). Tüm bu etkiler, ülkelerin rekabet edilebilirliğini artırarak daha yüksek katma değere sahip ürünlerin üretilmesini sağlamıştır (TÜSİAD, 2016).

Endüstri 4.0 ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında Endüstri 4.0'ın kavramsal çerçevesi, yarattığı fırsatlar ve etkileri ile ilgili pek çok çalışmaya yer verilmiştir (Kagermann vd., 2013; Schwab, 2017; Fusch, 2018; Stock ve Seliger, 2016; Alçın, 2016; Crnjac vd., 2017; Zhong vd., 2017). Akademik çalışmalara

ek olarak; TÜBİTAK (2016), yayınladığı “Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası” isimli raporunda Endüstri 4.0’ı ülkemize etkileri ve beklentileri yönünden ele almış ve mevcut durum analizi yaparak teknolojik yol haritası çizmiştir. TÜSİAD ve The Boston Consulting Group (2017), “Türkiye’nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği” raporunda Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye’nin mevcut durumunu ve ihtiyaçlarını, sanayideki dijital dönüşüm seviyesini ele almıştır.

Literatürdeki Endüstri 4.0’ın başarı faktörlerine ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde ise ilgili çalışmaların sınırlı sayıda kaldığı gözlemlenmiştir. Koçak ve Diyardin (2018) Endüstri 4.0 başarı faktörlerini Dematel yöntemi ile analiz etmiş, Özmen ve diğerleri (2019) Endüstri 4.0 sürecindeki başarı faktörünü örgütsel ve bireysel düzeyde ele alarak öneriler sunmuştur. Öte yandan Schumacher vd., (2018) çalışmasında üretim işletmeleri için, Mittal vd., (2018) ise çalışmasında mevcut literatüre dayanarak KOBİ’lere yönelik Endüstri 4.0 olgunluk modeli sunmuştur. Pacchini vd., (2019) Schumacher vd. (2018) ve Mittal vd. (2018) çalışmasına ek olarak çalışmasında, bir işletmenin Endüstri 4.0 hazırlık seviyesini, olgunluk modelinden ziyade 8 teknoloji hazırlık seviyesi (Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri, Bulut Bilişim, Siber-Fiziksel Sistemler, İşbirlikçi Robotlar, Katmanlı Üretim, Artırılmış Gerçeklik, Yapay Zeka) ile değerlendirmiştir.

Literatür incelemesinde Endüstri 4.0’ın başarı faktörlerine ilişkin çeşitli öneriler olmasına karşın Dijital Dönüşüm çalışmaları yürüten firmalara hizmet veren ve Endüstri 4.0 uygulamalarını yakinen uygulayan Ar-Ge firmalarına yönelik nitel bir çalışma yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda önceki çalışmalarda belirlenmiş olan kritik başarı faktörleri odak grup çalışması yöntemiyle GOSB Teknopark firmaları incelenmiştir.

3. VERİ VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında öncelikle 2010 – 2019 yılları arasındaki literatür Prequest, Science Direct ve Emerald veritabanlarıncı incelenmiş ve Endüstri 4.0 için önceki çalışmalarda

belirlenmiş olan başarı faktörlerinden 6 tanesi seçilmiştir. Endüstri 4.0 sürecinde başarı faktörleri; akıllı fabrikalar, büyük veri yönetimi, nitelikli iş gücü, siber güvenlik, siber fiziksel sistemler ve enformasyon sistem ve teknolojileri olarak belirlenmiştir (Koçak ve Diyardin, 2018; Kagermann vd., 2013). Seçilen başarı faktörlerinin önceliklendirilmesinin yapılması amacıyla GOSB Teknopark bünyesinde yer alan ve Endüstri 4.0 çalışmaları yürüten işletmelerden uzman görüşleri alınmıştır.

Endüstri 4.0 sürecinde kritik başarı faktörlerinin belirlenmesinde kalitatif araştırma yöntemi olan odak grup çalışmasından yararlanılmıştır. Odak grup çalışması, sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan nitel veri toplama yöntemidir (Kamberelis ve Dimitriadis, 2005). Öncesinde belirlenen araştırma soruları ile bir moderatör tarafından planlı bir şekilde yönetilen ve genellikle 8-10 kişilik odak gruplardan oluşan bu metot, kısa sürede daha fazla bilgiye ulaşması bakımından önemli görülmektedir (Işık ve Semerci, 2019). Odak grup çalışmasında yer alan katılımcılar birbirilerinin cevaplarından yola çıkarak kendi görüşlerini yapılandırabilmekte ve bu da grup etkileşimi sağlayarak çalışmanın verimini artırmaktadır (Çokluk vd., 2011). Derinlemesine veri elde edilmesini sağladığı için bu çalışmada odak grup çalışmasından faydalanılmıştır (Çokluk, 2011).

Belirlenen 6 faktör ışığında sorular hazırlanarak odak grup çalışmaları, Gebze Organize Sanayi Bölgesi başta olmak üzere büyük ölçekli sanayi firmalarının dijital dönüşüm süreçlerinde çözüm sağlayan ve Endüstri 4.0 sürecine hakim 30 teknoloji firmasının üst düzey yöneticilerinin katıldığı görüşmelerle gerçekleştirilmiştir. GOSB Teknopark, Gebze Organize Sanayi Bölgesinde yer alması sebebiyle Türkiye’de kurulan ilk sanayi teknoparkıdır. Yapısı ve bulunduğu lokasyon itibarıyla de sanayi-sanayi işbirliği faaliyetleri yoğun gerçekleştirilmekte ve teknopark bünyesinde yer alan firmalar orta ve büyük ölçekli sanayi firmaları ile birebir çalışmaktadır. Aynı zamanda Ticaret Bakanlığı desteği ile teknopark firmalarının yer aldığı robotik & otomasyon kümelenmesi bulunmaktadır. Dijital dönüşüm yetkinliği ile öne çıkması sebebiyle,

örneklem GOSB Teknopark firmaları olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Odak Grup Moderatörlüğünü ise Gebze Teknik Üniversitesi Araştırma Görevlisi Tuğkan Arıcı üstlenmiştir. Odak grup çalışması kapsamında sorular sorular ve soruların kaynakları Tablo 1' de gösterilmektedir.

4. BULGULAR

Odak grup çalışması kapsamında, Endüstri 4.0 sürecinde başarı faktörlerini anlamaya yönelik katılımcılara yöneltilen sorular ışığında oturumlarda elde edilen bulgular aşağıda paylaşılmaktadır.

Katılımcılar en önemli faktörün Siber Güvenlik olduğunu belirtmişlerdir. IoT dönüşümü ile birlikte veri kaybı ve siber güvenlik sorunlarının büyük risk oluşturduğu katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Özellikle sanayide siber saldırıların üretimi durduracak kadar tehlikeli bir boyutta olduğunu belirten katılımcılar, riski en aza indirecek güvenlik önlemlerinin alınması gerektiğini düşünmektedirler.

Bir diğer önemli faktör ise İş Gücü olarak ifade edilmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte insan gücünün yerini makine ve robotların alması ile işsizliğin artacağı öngörülmüş, mavi yakalı çalışanların işsizlikle daha ağırlıklı bir şekilde karşı karşıya kalacakken beyaz yakalı çalışan sayısının artacağı belirtilmiştir. Bu durumun da nitelikli iş gücüne olan ihtiyacın artırdığı ifade edilmiştir.

Gerek mevcut çalışanlar gerek potansiyel iş gücü üzerinde eğitim seviyesinin artırılması gerektiği düşünülmektedir. Ülkemizde verinin işlenmesi, veri güvenliğinin sağlanması, Endüstri 4.0 süreçlerinde stratejilerin oluşturulması, enformasyon sistem ve teknolojilerin kullanılması gibi kritik öneme sahip alanlarda eğitilmiş iş gücünün eksik olduğu belirtilmiş ve bu anlamda üniversitedeki eğitimlerin geride kaldığı tüm katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Öte yandan, işsizlik kaygısı ile karşı karşıya kalan çalışanlarda Endüstri 4.0'a karşı bir direnç oluştuğu belirtilerek, işletmelerin dönüşüm süreçlerinin de engellendiği ifade edilmiştir. Katılımcılar, bu yüzden geliştirdikleri teknoloji ve çözümleri anlatabilecekleri ilgili kişilere ulaşamadıklarını ve bunun da ülkenin Endüstri 4.0'a geçişini zorlaştıran bir etki yarattığını ifade etmişlerdir.

Katılımcılar tarafından vurgulanan bir diğer faktör ise veri yönetimi ile ilgili olmuştur. Endüstri 4.0 ile birlikte her işletmenin veri üretmeye başladığını ve aslında dijital dönüşümün getirdiği en önemli fırsatın da önceden prosedür gereği tutulan verilerin artık değerlendirilmeye başlanması olduğu belirtilmiştir. Veri yönetiminin üretimin her sürecine yön verdiğini dolayısıyla veriyi işleyebilme ve analiz edebilmenin ve ayrıca veri üretimini sağlayan teknolojilere sahip olmanın işletmeler açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.

Tablo 1. Odak Grup Çalışma Soruları

#	Odak Grup Çalışma Soruları	Kaynak
1	Üretim sektörünün mevcut durumuna bakıldığında dijital dönüşüm için atılması gereken adımlar sizce nelerdir?	(Çakmak, 2018)
2	Türkiye'de dijitalleşmenin tam anlamıyla uygulanamamasındaki sebep/sebepler sizce neler olabilir?	(Çakmak, 2018)
3	Dijital dönüşüm ile birlikte sanayi/firmaları ne gibi riskler bekliyor olabilir?	(Kamber ve Bolatan, 2019)
4	Hükümet tarafından dijital dönüşüme ne gibi destekler sağlanmalıdır?	(Metin, 2019)
5	Sizce Endüstri 4.0 sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli olan adımlar, süreçler ya da gereksinimler neler olabilir?	(Çakmak, 2018)
6	Sürecin Endüstri 4.0 çerçevesinde şirketlere uygulanmasında her şirkete özel uyum ve entegrasyon adımlarının atılmasını doğru buluyor musunuz?	(TÜSİAD,2017)
7	Türkiye'de sanayileşme ve üretimin dijitalleşmesi konusunda son dönemde ne tür gelişmeler yaşanıyor?	(Çakmak, 2018)
8	Dijitalleşme ile birlikte ülkemizde en çok neler değişecek?	(Çakmak, 2018)
9	Türkiye'de Endüstri 4.0 işçi haklarını ve iş korumasını nasıl etkileyecek? Bunlar mavi yakalı çalışanları nasıl etkileyecek? Onlar için ne tür avantajlar ve dezavantajlar olacak?	(Çakmak, 2018)
10	Sizce dijital dönüşümün sağlanması için şirketlerde organizasyonel değişiklikler sağlanmalı mıdır? Öyleyse neler olabilir? (Dijital dönüşümden oluşan bir strateji departmanı gibi)	(TÜSİAD,2017)
11	Dijital gelişimi yavaşlatan unsurlar neler olabilir? (Strateji eksikliği, veri güvenliği, yol haritasının olmaması, yetkinlik sorunu vb.)	(TÜSİAD2017)

Endüstri 4.0'a başarılı bir şekilde uyum sağlayabilmede ülkemizdeki yasal düzenlemelerin de önemli olduğu ifade edilmiştir. Katılımcılar, ülkemizde risk almaktan uzak bir devlet politikasının yürütüldüğü ve bu nedenle ilgili kararların hızlı alınmamasının gerek dijital dönüşümü gerekse de Start Up'ların oluşması ve büyümesini olumsuz etkilediğini düşünmektedirler. Yasal düzenlemelerin gereken esneklikte olmasının dijital dönüşümde etkili olduğuna dikkat çekilmiştir. Yasal düzenlemeler ile birlikte işletmelerin "kurumsallık" seviyesinin dönüşüm sürecinde önemli faktör olduğu da belirtilmiştir. Rekabet ortamında geride kalmamak için Endüstri 4.0'ı doğru algılayabilmek ve doğru stratejiler geliştirilmesi gerektiğini ifade eden katılımcılar, bunun da işletmelerin kurumsallığıyla bağlantılı olduğunu savunmaktadırlar.

Endüstri 4.0 sürecinde başarı faktörlerini belirlemeye yönelik soruların yöneltildiği çalışmada katılımcılar tarafından ele alınan bir diğer konu da ekosistemde yer alan kurumların işbirliği içerisinde yer alma motivasyonları üzerine olmuştur. Özellikle büyük ölçekli işletmelerin yani ana sanayinin tüm süreci kendi içlerinde yürütmeleri yerine KOBİ ya da start-up ölçeğindeki firmalarla çözüm ortaklığı içerisinde yer almalarının dönüşüm sürecine olumlu katkı vereceği ifade edilmiştir.

Oturumda yer alan katılımcılar Endüstri 4.0'a geçiş maliyetlerinin her işletme için aynı olmadığını belirtmişlerdir. Özellikle küçük ölçekli işletmelerin geçiş maliyetinin çok daha yüksek olacağı ve dönüşüm sürecinde geride kalmalarının çok olası olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, katılımcılar, genellikle işletmelerin Endüstri 4.0'ı doğru algılamadıklarını sadece yazılım ve teknolojiyi kullanmak olarak düşündüklerini ancak süreç iyileştirmeyi göz ardı ettiklerini belirtmişlerdir. Strateji eksikliğinin dönüşümü başarısız kılaacağı vurgulanmıştır.

Ekosistemin bir diğer önemli aktörü olan üniversitelerin de sanayi ile olan işbirliğinde çekimser kaldıkları ek olarak ifade edilmiştir.

5. SONUÇ

Endüstri 4.0 sürecini sanayiye ve üretime başarılı

bir şekilde adapte edebilmede kritik faktörlerin neler olabileceğini araştırmak üzere yürütülen odak grup çalışmasında ana sorun olan "Endüstri 4.0 sürecinde kritik başarı faktörleri nelerdir?" sorusuna yönelik yöneltilen alt araştırma soruları ile Endüstri 4.0'daki mevcut durumumuz ve atılması gereken adımlar sorgulanmıştır. İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş süresine katkı sunan 30 teknoloji sağlayıcı firma ile gerçekleştirilmiş olan çalışmada Endüstri 4.0'ın uygulanamamasındaki engeller ve bu engellerin aşılabilmesi için işletme ve devlet düzeyinde atılması gereken adımlar sorgulanarak Endüstri 4.0 sürecini uygulamak isteyen firmalar için öneriler sunulması hedeflenmiştir.

Gerçekleştirilen odak grup çalışması öncesinde belirlenen 6 başarı faktöründen nitelikli iş gücü, siber güvenlik ve veri yönetiminin analizde en önemli faktörler olduğu katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Başta belirlenen kritik faktörlere ek olarak ise katılımcılar uygun bir strateji oluşturulmasının da önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Gerçekleştirilen odak grup çalışması neticesinde, Endüstri 4.0'ın henüz sanayide tam anlamıyla uygulanmadığı ve çalışanlar tarafından bir dirençle karşılaşıldığı vurgulanmıştır. Bu alanda karşılaşılan direncin işsizlik kaygısı ile bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Kariyer planlamasının yapıldığı işletmelerde bu direncin minimum düzeyde olduğu ve çalışanlarda farkındalık seviyesininde yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Yine dijital dönüşüm ile birlikte verilerin dijital ortamda tutulması ve işlenmesi ile birlikte siber güvenlik riskinin ortaya çıktığı ve doğabilecek güvenlik sorunlarına nitelikli personeller ile önlem alınması gerektiği gözlemlenmektedir. Dolayısıyla "nitelikli personel" in dijital dönüşümün önemli bir parçası olarak görülmesi ve nitelikli personel gereksiniminin karşılanması için eğitim planlanmalarının devlet düzeyinde yapılandırılması gerektiği savunulmuştur. Eğitim seviyesinin daha nitelikli hale gelebilmesi için üniversitelerdeki eğitim sisteminin daha proje odaklı bir yere dönüşmesi gerektiği; kâğıt üzerinden değil de sistem üzerinden gitmesi gerektiği savunulmaktadır. Üniversite öğrencilerinin sanayi firmalarına düzenli bir

şekilde giderek yazılım, Ar-Ge ve inovasyon süreçlerini yakından takip etmelerinin eğitim kalitesini artıracığı için dönüşüm sürecine de katkı sağlayacağı ifade edilmiştir.

Odak grup çalışmasında ortaya konan bir diğer konu ise dönüşüme ayak uydurmak isteyen işletmelerde süreçlerin farklılık gösterdiği; üretilen ürün ve/veya hizmetin teknoloji seviyesi, işletme ölçeği gibi unsurların Endüstri 4.0 uyum sürecine etki ettiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, Endüstri 4.0 süreci kurumlar bazında değerlendirilmeli ve oluşturulacak strateji ve yol haritaları sektörel, işletme ölçeği ve üretilen ürün ve/veya hizmetin teknoloji seviyesi gibi unsurlar dikkate alınarak çıkartılmalıdır. Endüstri 4.0 sürecinde stratejik planların oluşturulması; süreç içerisinde atılması gereken adımların belirlenmesini, bu adımlara bağlı hazırlık yapılmasını ve doğabilecek risklerin öngörülerek tedbir alınması açısından oldukça önemlidir. Bir işletmede stratejik plana bağlı kalınması ise dönüşüm süreci ile ilgili stratejiler belirlenirken karar mekanizmasına işletme yönetimi ile birlikte tüm çalışanların katılması ile mümkün olmaktadır ve çalışanların Endüstri 4.0'a karşı gösterdikleri "direnc" faktörünün ortadan kalkması açısından da önem arz etmektedir. Bu bakımdan her işletme dönüşüm sürecinde çalışanlarını yalnız bırakmamalı ve karar mekanizmasına dahil etmelidir.

Ayrıca, dönüşüm sürecine giren işletmelerin organizasyonel yapılarında strateji departmanı gibi dönüşüm sürecini yönetecek ve yönlendirecek bir birimin kurulmasının da sürecin yönetilmesinde etkili ve gerekli olduğu gözlemlenmektedir. Böylece dijital dönüşüme katkı sağlayan firmaların sanayide doğru muhatap bulmaları da sağlanmış olacaktır.

Odak grup çalışmasının bir diğer sonucu çokuluslu ve kurumsal şirketlerin potansiyel işbirlikleri yaratmalarının ve bu ortamın devlet ile desteklenmesi gerektiği yönündedir. Ülkemizde küçük ve orta ölçekli işletmeler Endüstri 2.0 ve 3.0 arasında yer almakta ve kurumsal firmaların ihtiyaçlarına çözümler sunmaktadırlar. Dolayısıyla ana sanayinin iş birliği potansiyeli yaratması habitatını da büyütürken Endüstri 4.0 uyumunu kolaylaştıracaktır. Bu bakımdan

teknoloji transferinin tetiklenmesinde teknopark ve üniversiteler önemli rol oynamalıdır.

Devlet, sanayi, üniversite, teknopark, start-up gibi aktörleri bir araya getirerek teknolojinin yönünü belirlemeli, iş birliği ortamını tetiklemeli ve Endüstri 4.0'ın getireceği riskler ve bu riskleri oluşturarak bu risklerin en aza indirebilmek için aksiyon planları oluşturmalıdır. Son dönemlerde devlet destekleri, ihtiyaca yönelik Ar-Ge ve İnovasyon yapılmasına teşvik etmekte ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Ar-Ge ve ticarileşme potansiyelini artırmaya yönelik bu desteklerin sayısı artırılmalı ve Ar-Ge ve teknoloji firmalarının desteklerden yararlanabilmeleri için başvuru koşullarında istenen dokümantasyon süreçlerinin azaltılması gerekmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0 sürecindeki başarısını engelleyen bir diğer konu ise yasal mevzuatlar noktasında olmuş ve devlet tarafından düzenleme ve değişikliklerin yapılması gerektiği ön plana çıkmıştır.

6. ÖNERİLER

6.1. İşletmeler Düzeyinde Öneriler

Endüstri 4.0 sürecinde başarılı olabilmek için; işletmelerin tüm çalışanları ile bir araya gelerek strateji belirlemeleri, dijital dönüşüm süreci ile ilgilenmek üzere ayrı bir departman oluşturmaları, çalışanlar için kariyer ve eğitim planlamaları yapmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

6.2. Devlet Düzeyinde Öneriler

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında teknoloji transferinin ve sanayi-sanayi, sanayi-üniversite iş birliğinin dijital dönüşüm sürecinde de önemli olduğu vurgulanmıştır. Teknopark ve üniversiteler iş birliği ortamlarını tetiklemeli ve teknoloji transfer ofislerinin başarı ölçütlerinde önemli bir yer tutması gerektiği düşünülmektedir. Endüstri 4.0 süreci ile birlikte nitelikli personele olan gereksinimin artacağı ve bu nedenle doğru eğitim politikalarının oluşturulması gerektiği düşünülmektedir. Etkin bir eğitim politikasının yürütülmesi ile uzun vadeli bir gelişme sağlanacağı ön plana çıkarılmıştır. Endüstri 4.0'ın getireceği riskler ve bu risklerin en aza indirilebilmesi için sanayi,

üniversite, teknopark, start-up gibi aktörlerin devlet tarafından bir araya getirilmesi ve teknolojinin yönünün belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Odak grup çalışmasında dönüşüm sürecinin önündeki bir engel de yasal mevzuatlar yönünde olmuştur dolayısıyla ilgili düzenleme ve değişikliklerin yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada son zamanlarda açılan devlet desteklerinin daha nitelikli bir hal aldığı ve ihtiyaca yönelik Ar-Ge ve İnovasyon yapılmasına teşvik ettiği için kaynakların etkin kullanılmasını sağladığı belirtilerek bu desteklerin sayısının artırılarak başvuru koşullarında istenen dokümantasyon süreçlerinin azaltılması gerektiği de gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

Akbaba, A. İ. (2018). "Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçülmesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma", Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum.

Alçın, S. (2016). "Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0", *Journal of Life Economics*, 3 (8), ss: 19-30.

Anbalagan, A., Morena-Garcia, F. (2020). "An IoT Based Industry 4.0 Architecture for Integration of Design and Manufacturing Systems", *Materials Today: Proceedings*, 46 (17), pp: 7135-7142.

Arslan, Ü. Ç., Yelda, H. D. (2017). "Sanayi Devrimi: Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları", Başkent Üniversitesi Avrupa Birliği ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü, Ankara. Erişim Adresi: https://www.academia.edu/35814711/Sanayi_Devrimi_Sonuçları_ve_Uluslararası_Sisteme_Yansımaları

Bartodziej, C. J. (2017). *The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Başer, N, E. (2011). "I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişiminin Rolü", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi,

İzmir.

Crnjac, M., Veza, I., Banduka, N. (2017). "From Concept to the Introduction of Industry 4.0", *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8 (1), pp: 21-30.

Çakmak, M., (2018), "Impacts of Industry 4.0 On Labour Force and Business Organizations: A Qualitative Analysis of Consultants, Experts and Union's Introspections", İstanbul Bilgi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Örgüt Psikolojisi Anabilim Dalı Örgütsel Davranış Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Davutoğlu, N. (2020). "Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi", *Management and Political Sciences Review*, 2, pp: 176-194.

Fuchs, C. (2018). "Industry 4.0: The Digital German Ideology", *Communication, Capitalism and Critique*, 16 (1), pp: 280-289.

Genç, S. (2018). "Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye", *Sosyoekonomi Dergisi*, 26 (36), ss: 235-243.

Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2016). "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review", *Technische Universität Dortmund Working Paper*, Paper No: 01/2015.

Işık, E., Semerci, Ç. (2019). "Eğitim Alanı Nitel Araştırmalarında Veri Üçgenlemesi Olarak Odak Grup Görüşmesi, Bireysel Görüşme ve Gözlem", *Turkish Journal of Educational Studies*", 6 (3), ss: 53-66.

Kagermann, H.,Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industry 4.0. Working Group*.

Kamber, E., Bolatan, G.İ.S. (2019). "Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (30), ss: 836-847.

Kamberelis, G., Dimitriadis, G. (2005). *Focus Groups: Strategic Articulations of Pedagogy, Politics, and Inquiry*. Editör: Denzin, N.K., Lincoln, Y.S. The Sage Handbook of Qualitative Research. 3rd Edition. SAGE Publication. pp: 887-906.

Koca, D. (2020). "Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İş Gücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları", *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10 (16), ss: 4530-4558

Koçak, A., Diyadin, A. (2018). "Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Ege Akademik Bakış*

Dergisi, 18 (1), ss: 107-120.

Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.A. (2015). "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems", *Manufacturing Letters*, 3, pp: 18-23.

Metin, S. (2019). "İşletmelerin Dijital Dönüşüm (Endüstri 4.0) Farkındalık ve Algı Düzeyinin Değerlendirilmesi: Elazığ OSB Örneği", Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Elazığ.

Mittal, S., Khan, M, A., Romero, D., Wuest, T. (2018). "A Critical Review of Smart Manufacturing & Industry 4.0 Maturity Models: Implications for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)", *Journal of Manufacturing Systems*, 49, pp:194-214.

Özkan, M., Al, A., Yavuz, S. (2018). "Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi Endüstri Devriminin Etkileri ve Türkiye", *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 1, ss: 1-30.

Özmen, T.Ö.N., Eriş, E.D., Özer, S.P., Zerey, H. (2019). "Endüstri 4.0'a Bütüncül Bir Yaklaşım: Örnek Olay Analizi ve Stratejik Yol Haritası", *İşletme Fakültesi Dergisi*, 20 (2), ss: 499-520.

Pacchini, A.P.T., Lucato, W.C., Facchini, F. (2019). "The Degree of Readiness for the Implementation of Industry 4.0", *Computers in Industry*, 113, pp: 103-125.

Schumacher, A., Nemeth, T., Sihn, W. (2018). "Roadmapping towards Industrial Digitalization Based on an Industry 4.0 Maturity Model For Manufacturing Enterprises", *12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, 79, pp: 409-414.

Schwab, K. (2017). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. İstanbul: Optimist.

Stock, T., Seliger, G. (2016). "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0", *Procedia CIRP*, 40, pp: 536-541.

Turan, K. (2018), "Dördüncü Sanayi Devriminin Uluslararası İlişkilere Sosyoekonomik Etkileri", *Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı Uluslararası İlişkiler Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.

TÜBİTAK (2016). *Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*. TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Ankara. Erişim Adresi: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf

TÜSİAD. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği*

İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi. Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576. İstanbul. Erişim Adresi: <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8671-turkiyenin-sanayi-40-donusumu>

TÜSİAD. (2017). *Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği*. Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12 – 589. İstanbul. Erişim Adresi: <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijital-donusum-yetkinligi>

Ünlü, F., Atik, H. (2018). "Türkiye'de İşletmelerin Endüstri 4.0'a Geçiş Performansı: Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırmalı Ampirik Analiz", *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 17 (2), ss: 431-463.

Zhong, R.Y., Xu, X., Klotz, E., Newman, S.T. (2017). "Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review", *Engineering* 3, pp: 616-630.