

ENDÜSTRİ 4.0 VE VERİMLİLİK: TÜRK BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE KEŞFEDİCİ DURUM ÇALIŞMASI

Kübra ŞİMŞEK DEMİRBAĞ¹, Nihan YILDIRIM²

ÖZET

Amaç: Türk beyaz eşya sektörünün önde gelen iki ana üreticisi ve bu üreticilerin tedarikçisi konumundaki bir yan sanayi şirketi için Endüstri 4.0'ın durumunu, uygulama örneklerini, dönüşüm sürecinde elde edilen avantajları/karşılaşılan zorlukları ve Endüstri 4.0'ın verimliliğe etkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır.

Yöntem: Yin (2002, 2017) tarafından önerildiği şekliyle keşfedici durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Kanıtlar ise yarı-yapılandırılmış mülakatlar, doğrudan gözlemler ve şirketlere yönelik online belgelerden elde edilmiştir.

Bulgular: Türk beyaz eşya sektörü şirketleri Endüstri 4.0 dönüşümü için çaba sergilemekte ve dönüşümü zorunluluk olarak algılamaktadır. Şirketler, Endüstri 4.0'a özel bütçe ayırmakta ve en çok veri toplama/analitiğine önem vermektedir. Yapılan yatırımların ise kısa vadede dahi verimliliğe etkisi olumlu olmuştur.

Özgünlük: Mevcut makale, dünyanın en büyük ikinci beyaz eşya üreticisi ve Türkiye'nin en yenilikçi ve en yüksek dijital olgunluğa sahip sektörlerinden biri olan beyaz eşya sektöründe Endüstri 4.0'ın durumunu vaka analiziyle ortaya koyan ilk akademik çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Dördüncü Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0, Sanayi 4.0, Beyaz Eşya, Durum Çalışması.

JEL Kodları: D24, L68, M11, O14, O30.

INDUSTRY 4.0 AND PRODUCTIVITY: EXPLORATORY CASE STUDY IN TURKISH WHITE GOODS INDUSTRY

ABSTRACT

Purpose: It is aimed to reveal the status of Industry 4.0, its implementation examples, the advantages and challenges in the transformation process, and the effect of Industry 4.0 on productivity for two leading manufacturers and one of their suppliers operating in the Turkish white goods industry.

Methodology: The exploratory case study method was used as suggested by Yin (2002, 2017). Evidence was obtained via semi-structured interviews, direct observations, and online documents regarding companies.

Findings: Turkish white goods companies have made significant efforts in the transformation of Industry 4.0 and perceive the transformation as a must. Companies allocate a special budget for Industry 4.0 and attach great importance to data collection/analytics. The investments have a positive effect on productivity even in the short term.

Originality: The current paper is the first academic work that unveils the status of Industry 4.0 in the white goods industry, which is the second-largest white goods manufacturer in the world and one of the most innovative and digitally mature sectors, through a case study.

Keywords: Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0, White Goods, Case Study.

JEL Codes: D24, L68, M11, O14, O30.

¹ Öğr. Gör. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gümüşhane, Türkiye, kubrasimsek@gumushane.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6404-3999 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, yildirimni@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6279-3849.

1. GİRİŞ

Son 250 yılda buhar motoru, elektrik, bilişim sistemleri, otomasyon, nesnelere interneti, siber-fiziksel üretim sistemleri gibi çözümlerin ön plana çıkmasıyla insanlık tarihinde oldukça radikal değişimler meydana gelmiştir. Sanayi devrimleri olarak adlandırılan bu değişimler, üretim süreçlerinde teknolojilerin kullanımıyla verimliliğin artmasına olanak sağlarken, ülkeler ve toplumlar teknolojiye ayak uydurmak ve yeni araç, yöntem ve teknolojileri ne şekilde elde edip kullanacaklarını öğrenmek zorunda kalmışlardır. Son on yıldır ise, dördüncü sanayi devriminin başladığına işaret eden, Avrupa borç krizine bir yanıt olarak doğan ve Almanya'nın sanayileşme, ekonomik korumacılık ve yerli üretim stratejilerine dayalı olan Endüstri 4.0 kavramından bahsedilmektedir (Fırat, 2016; Gür ve diğerleri, 2017: 42, 76-77). Küresel ekonomideki güç dengelerini önemli ölçüde değiştirecek olan Endüstri 4.0, yeni bir tür akıllı, ağ bağlantılı ve çevik değer zinciri oluşturmak için fiziksel nesnelere, insanları, akıllı makineleri, üretim hatlarını ve süreçleri entegre etmek maksadıyla internetin ve gömülü sistemler gibi destekleyici teknolojilerin bir omurga görevi gördüğü son teknolojik gelişmeleri kapsamaktadır (Schumacher ve diğerleri, 2016; Vogel-Heuser ve Jumar, 2019). Fang (2016), kavramı son üç sanayi devriminden daha ileri bir gelişme olarak kabul edilen siber-fiziksel üretim sistemlerine dayalı yeni bir üretim modu olarak tanımlamaktadır. Çoğu araştırmacı tarafından "moda bir sözcük" (Kinzel, 2017; Bär ve diğerleri, 2018; Tvenge ve Martinsen, 2018; Sony ve Naik, 2020; Rupp ve diğerleri, 2021) olduğu söylenen Endüstri 4.0, en genel haliyle, ilk üç devrim boyunca yaratılmış olan siber sistemler ile fiziksel sistemlerin tam entegre hale getirilmesiyle yaratılan ve kendi üretim ve tedarik zincirini planlayabilen akıllı sistemlerin işgücünün yerini alarak üretimin en verimli şekilde yapıldığı karanlık fabrikalara sahip olmayı mümkün kılması için izlenecek strateji ve uygulamalar bütünüdür.

Schwab (2017: 55), Endüstri 4.0'ın gelir, beceri, altyapı ve finans gibi konularda ülkeler arasındaki farkın artmasına mı yoksa azalmasına mı yol açacağını sorgulamaktadır. Bilhassa, Almanya gibi ekonomik yapısı sanayiye dayalı olan gelişmiş ülkelerin Endüstri 4.0 için yol haritaları çizerek harekete geçmeleri, Türkiye gibi teknolojiye dışa bağımlı ve gelişmekte olan ülkeler için büyük risk teşkil etmektedir. Gelişmiş ülkelerle gelişmekte olan ülkelerin arasındaki bahsi geçen farkların azaltılması ülkelerin coğrafya, sanayi yapısı, ekonomik yapı gibi faktörleri dikkate alarak kendi koşullarından sapmadan oluşturacakları özgün stratejilere bağlıdır. Öyleyse, en uygun stratejik yol haritalarını çizerek politikalar geliştirmek için atılması gereken ilk adım dönüşüm yapılacak süreç, birim, organizasyon, sektör, bölge veya ülkelerin mevcut durumunu ortaya çıkarmaktır. Ayrıca, yapılan dönüşümlerden sonra elde edilecek verimlilik kazanımlarında da farklılıklar olması kaçınılmazdır. Dolayısıyla, spesifik örneklerde Endüstri 4.0'ın durumunu, uygulama örneklerini ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim süreçlerinde kullanılması dolayısıyla verimlilikte herhangi bir artış olup olmadığını derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde inceleyerek ortaya çıkarmanın hem literatüre katkı sağlayacağı hem de olumlu pratik etkiler yaratacağı aşikârdır.

Dönüşüm sürecinde durum tespitleri yaparak yol haritaları hazırlamak için öncelik verilmesi gerekenler dijital olgunluğa sahip, teknolojik ve örgütsel yapısı Endüstri 4.0'a geçişe uygun olan lokomotif sektörlerdir. Bu yüzden, mevcut çalışmada, en büyük rakibinin Endüstri 4.0'ın başat tetikleyicisi olan Çin olduğu, dünyanın en büyük ikinci, Avrupa'nın ise birinci beyaz eşya üreticisi konumunda bulunan, beyaz eşya ihracatında dünya lideri üç ülkeden biri, Türkiye'nin en fazla inovasyon yaratan sektörü ve Türkiye'deki en yüksek dijital olgunluk seviyesine sahip ilk üç sektörden biri olan Türk beyaz eşya sektörüne odaklanılmaktadır (Reel Sektör, 2016; TÜBİTAK, 2017; Özden ve diğerleri, 2019; TradeMap, 2020). Söz konusu topyekûn bir dönüşümü ifade eden Endüstri 4.0 olduğundan, mevcut durumu değer zincirinin farklı katmanlarındaki aktörleri bir arada dikkate alarak ortaya koymak daha iyi çıktılar sağlayacaktır. Güncel bir olgu olan Endüstri 4.0'ı gerçek yaşam bağlamında sorgulamak gerektiği için kullanılacak en uygun yöntem ise durum çalışmasıdır (Yin, 2002: 13). Tüm bunlardan hareketle, bu çalışmanın amacı, durum çalışması yönteminden faydalanarak, Türk beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren iki ana üretici şirket ve ana üreticilerin tedarikçisi konumundaki bir yan sanayi şirketinde Endüstri 4.0'ın mevcut durumunu, uygulama örneklerini, dönüşüm sürecinde elde edilen avantajları ve karşılaşılan zorlukları ve Endüstri 4.0'ın verimliliğe etkisini ortaya çıkarmaktır. Anlaşılacağı üzere, bu makale Endüstri 4.0 dönüşümünün durumunu ve etkilerini tespit etme açısından Türkiye'deki en öncelikli sektörlerden beyaz eşya sektörüne odaklanan, dönüşümü değer zincirinin farklı katmanlarındaki tedarikçi ve ana üreticilerin perspektifinden ortaya koyarak gerçek yaşam bağlamında ve derinlemesine şekilde inceleyen ilk akademik çalışma niteliğindedir.

Bir sonraki bölümde sanayi devrimlerinin tarihçesi, Endüstri 4.0 kavramının doğuşu ve Endüstri 4.0 ile verimlilik ilişkisine dayalı literatür araştırması bulunmaktadır. Takip eden bölümler ise sırasıyla çalışmanın yöntemine, bulgularına ve sonuçlarına ayrılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İnsanlık, günümüze kadar dört farklı sanayi devrimine tanıklık etmiştir. İlk Sanayi Devrimi, ücretlerin yüksek, sermaye ve enerji maliyetlerinin düşük olması sebebiyle Büyük Britanya'da ortaya çıkmıştır (Allen,

2009: 135-144). Makineleşme dönemi olarak da bilinen Birinci Sanayi Devrimi'yle birlikte, eski moda aile işletmeleri ve küçük üretim tesisleri yerlerini büyük fabrikalara bırakmıştır. 18. ve 19. yüzyıllar arasındaki bu dönemde üretimde makinelerin yaygınlaşmasında buhar gücü ve kömürün önemli rolü yadsınamaz. Dahası, buhar, kömür ve demirin birlikte kullanılmasıyla demiryolları da gelişmiş ve üretilen ürünleri ve ham maddeleri Avrupa'nın çeşitli yerlerine taşımak ve sanayi devrimini Avrupa'ya yaymak mümkün olmuştur. Böylelikle, dünya, "daha küçük ve daha entegre" bir yer olmaya başlamıştır (Siemens, 2016: 5). Bu dönemde, fabrikalarda çalıştırmak üzere vasıfsız iş gücüne olan ihtiyaç arttığı için kırsalda yaşayan insanlar kentlere göç etmeye başlamışlardır (Siemens, 2016: 5; Özdoğan, 2018: 9).

1870'lerde, elektrikli makinelerin yaygın biçimde kullanılmasıyla birlikte otomasyona geçişin olanaklı hale geldiği İkinci Sanayi Devrimi başlamıştır. Henry Ford'un seri üretim sistemleri, yağ bazlı içten yanmalı motorlar ve elektrik, İkinci Sanayi Devrimi'nin en önemli tetikleyicileridir. Büyük Britanya'nın sanayideki liderliği, seri üretimdeki başarılarından ötürü ABD'ye geçmiştir (Gür ve diğerleri, 2017: 59). Bu dönemde, telefon, radyo, daktilo ve ucuz gazete kâğıdı gibi yenilik ve gelişmeler sayesinde iletişim de hızlanmıştır (Siemens, 2016: 6). 1920'de, ABD tarihinde ilk kez kentlerde yaşayan nüfus kırsalda yaşayan nüfusu geçmiştir.

20. yüzyılın son çeyreğinde ortaya çıkan Üçüncü Sanayi Devrimi ile dünya "düzleşme süreci"ne girmiştir (Friedman, 2005: 8). II. Dünya Savaşı sonrasında elektronik ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle yaratılan Programlanabilir Lojik Kontrolör sayesinde, üretimde otomasyon bir adım ileriye taşınmıştır (Siemens, 2016: 6). Üretimdeki bu ilerlemeler, gelişmiş ülkelerde üretim fazlasına sebep olmuş (Siemens, 2016: 7) ve gelişmiş ülkeler ise çareyi üretim tesislerini ucuz iş gücü, düşük vergi oranları ve sıkı olmayan yasal düzenlemelere sahip gelişmekte olan ülkelere taşımakta bulmuştur (Gür ve diğerleri, 2017: 63). Üçüncü Sanayi Devrimi döneminde, özellikle Japonya tarafından takip edilen sanayileşme stratejileri ve alternatif yönetim yaklaşımları popüler hale gelmiştir. Özetle, toplam kalite yönetimi ya da tam zamanında üretim gibi kavramlar değer kazanırken kas gücü yerine beyin gücünün, standartlaşma yerine esnekliğin, dikey organizasyonlar yerine yatay organizasyonların önemli hale geldiği yönetim yaklaşımları benimsenmeye başlanmıştır (Gür ve diğerleri, 2017: 63).

Bugünkü teknolojik gelişmeler, verimliliğe ciddi katkılar sağlayan üç temel dönemin de (Muhuri ve diğerleri, 2019) geride kalmasına neden olarak dijitalleşme, otomasyon ve bütünleşmiş üretime dayalı yepyeni bir paradigma doğurmuştur (Kagermann ve diğerleri, 2013). Yukarıda bahsedildiği gibi, Üçüncü Sanayi Devrimi boyunca üretim fazlasının ortaya çıkması sebebiyle gelişmiş ülkelerin üretim ve teknik bilgi birikimleri daha az gelişmiş olan ülkelere kaydırılmıştır. Ne var ki, 2008 yılındaki küresel finansal kriz, reel ekonominin önemini bir kez daha göstermiş ve gelişmiş ülkeleri ekonomik korumacılık ve yeniden sanayileşme stratejilerine yönlendirmiştir (Fırat, 2016; Gür ve diğerleri, 2017: 42-49). Refahın Batı'dan Doğu'ya doğru kaymaya başlamasının yaratacağı tehlikenin farkına varan ve gelişmekte olan ülkelerin emek yoğun üretim kapasiteleriyle aynı şekilde mücadele etmeleri mümkün olmayan gelişmiş ülkelerin, sanayisizleşme eğiliminden kurtulmak üzere teknolojik gelişmeleri ön plana çıkarmışlardır (Gür ve diğerleri, 2017: 48-49). Teknolojik gelişmeler, üretim maliyetlerinin azalmasını sağlayarak üretimin tekrardan menşee ülke içerisine çekilmesine olanak tanımıştır (Barbieri ve diğerleri, 2018). Ayrıca, üretimin menşee ülkeye taşınması, müşteri pazarına yakınlaşma ile taşıma maliyetlerinin ve müşterinin ürün için beklediği sürenin azalmasını mümkün kılmıştır (Ford, 2018: 27-28). Sırasıyla, Avrupa, ABD, Japonya ve Güney Kore gibi ülkeler önceki sanayi devrimlerinin başat aktörleriyken, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin tetikleyicilerinin başta Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkeler olduğu söylenebilir (Li ve diğerleri, 2016). Anlaşılacağı üzere, gelişmekte olan ülkelere karşı rekabet gücünü kaybetmeyi göze alamayan gelişmiş ülkeler, yerli üretime geçmeye ve küresel rekabet güçlerini artırmak amacıyla ulusal projelerini hayata geçirmeye başlamışlardır. Örneğin, Eski ABD Başkanı Obama, ABD'nin İleri İmalat Ortaklığı (Advanced Manufacturing Partnership) girişiminin açılış konuşmasında, Amerikan imalatında rönesansın fitilini ateşlemek ve Amerikan üreticilerin dünyayla rekabet etmelerini sağlamak için gereken en ileri araçları geliştirmek amacıyla, özel sektör, üniversiteleri ve hükümeti bir araya gelmeye davet etmiş ve bu kilit yatırımlar sayesinde ABD'nin yerli icat ve üretimler yapan bir ülke olarak kalmasının ve Amerikan işçiler için yüksek kaliteli ve iyi ücretli işler yaratılmasının kritik olduğunu bildirmiştir (Obamawhitehouse, 2011).

Bahsi geçen ulusal girişimlerden bir diğeri ise 2011 yılında Hannover Messe Ticaret Fuarı'nda Federal Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığının "Gelecek Projesi" adı verilen on projesinden biri olarak duyurulan Endüstri 4.0'dır (Almanca: Industrie 4.0) (Ślusarczyk, 2018). 2013 yılında ise Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisinin (acatech) yayımladığı manifesto ile Endüstri 4.0 kavramı için kuramsal bir çerçeve oluşmuştur (Gür ve diğerleri, 2017: 74). Endüstri 4.0 kavramı, yalnızca Almanya'nın ulusal bir projesi olarak değil Dördüncü Sanayi Devrimi'nin başlangıcına işaret eden bir kavram olarak da literatürde kendisine yer bulmuştur. Böylelikle, gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri, sanayicileri ve akademisyenleri tarafından da Dördüncü Sanayi Devrimi'ne yönelik stratejiler kurgulanmış

ve teknoloji yol haritaları hazırlanmıştır. Örneğin Çin, tüm bu gelişmelere "Made in China 2025" girişimi ile karşılık vermiştir (Wübbeke ve diğerleri, 2016).

Geçmiş sanayi devrimleri ortaya çıktıktan ve süreç tamamlandıktan sonra birer devrim olarak tanımlanırken, Dördüncü Sanayi Devrimi süreci Endüstri 4.0 kavramının ortaya atılmasıyla başlamıştır. Henüz hiçbir uygulama yapılmamışken, yaşanacak bir dönemin "sanayi devrimi" olarak zikredilmesi Endüstri 4.0'ın verimliliğe etkisini ölçmeyi elzem hale getirmektedir (Backhaus ve Nadarajah, 2019). Literatürdeki birçok çalışmada, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin, namıdiger Endüstri 4.0'ın da diğer sanayi devrimleri gibi verimliliği artırması beklenmektedir (Kagermann ve diğerleri, 2013; Lasi ve diğerleri, 2014; Davies, 2015; Rüßmann ve diğerleri, 2015; Walendowski ve diğerleri, 2016: 3, 49; Karre ve diğerleri, 2017; Waibel ve diğerleri, 2017; Fonseca, 2018; Tarasov, 2018; Horváth ve Szabó, 2019). Hatta Endüstri 4.0'ın nihai amacının verimliliği artırmak olduğunu vurgulayan çalışmalar da mevcuttur. Hennies ve Raudjärv (2015), Endüstri 4.0'ın sanayi ülkelerinin ürün ve hizmet verimliliğini artırmak amacıyla sonsuz bir yenilik seliyle karakterize edilen bir döneme girildiğini belirten bir kavram olduğunu ileri sürmektedir. Yeni Zelanda (Hamzeh ve diğerleri, 2018), Brezilya (Dalenogare ve diğerleri, 2018), Çin (Li, 2018), Güney Kore (Chung, 2018), Hindistan (Iyer, 2018) ve Malezya (Faheem ve diğerleri, 2018; Backhaus ve Nadarajah, 2019) gibi birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede yapılan çalışmalarda da Endüstri 4.0'ın verimliliğe etkisinin olumlu olduğu ortaya konulmuştur.

Türkiye'de Endüstri 4.0'a ilişkin yapılan çalışmaların genellikle Endüstri 4.0'ın kavramsallaştırılmasına, devrimlerin tarihsel akışına ve kavrama ilişkin trendlere (Aksoy, 2017; Dengiz, 2017; Fırat ve Fırat, 2017; Özsoylu, 2017; Akben ve Avşar, 2018; Bağcı, 2018; Kılıç ve Alkan, 2018; Özdoğan, 2018; Pamuk ve Soysal, 2018; Yıldız, 2018, Kamber ve Bolatan, 2019), Endüstri 4.0 kavramının inovasyon (Bulut ve Akçacı, 2017; Esmer ve Alan, 2019), açık inovasyon (Ovacı, 2017), girişimcilik (Soylu, 2018), sürdürülebilirlik (Toker, 2018), istihdam (Çakır, 2018; Taş, 2018) gibi konularla ilişkisine, dördüncü sanayi devriminin pazarlama (Ertuğrul ve Deniz, 2018), insan kaynakları (Filizöz ve Orhan, 2018; Türkel ve Bozağaç, 2018) ve muhasebe (Demirkan ve Arslan, 2019; Gönen ve Rasgen, 2019) gibi alanlar ve lojistik (Öztemel ve Gürsev, 2018; Saatçioğlu ve diğerleri, 2018; Şekkeli ve Bakan, 2018), turizm (Burak ve Dirican, 2018), otomotiv (Sürmen ve Güler, 2021), mobilya (Öztürk ve Koç, 2017) ve hazır giyim (Yoşumaz ve Özkara, 2019) gibi çeşitli sektörler üzerindeki etkilerine yönelik olduğu görülmektedir. Öte yandan, Türkiye'de Endüstri 4.0'ın mevcut durumunu vaka çalışmalarına dayalı şekilde, ulusal (Koca, 2018), sektörel (Öztemel ve Gürsev, 2018; Saatçioğlu ve diğerleri, 2018) ya da örgütsel (Timurcanday Özmen ve diğerleri, 2019) çapta inceleyerek stratejik yol haritaları çizen çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen Türkiye'nin dijital olgunluk seviyesi en yüksek sektörlerinden biri olan Türk beyaz eşya sektöründeki duruma yönelik herhangi bir durum çalışması bulunmamaktadır.

3. YÖNTEM

3.1. Durum (Vaka) Çalışması Yöntemi

Mevcut makalede vakaları yakından ve derinlemesine anlamak üzere durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir. Yin (2002: 13), durum çalışmasını fenomenle bağlam arasındaki sınırların açıkça belli olmadığı durumlarda, güncel bir olgunun gerçek yaşam bağlamında sorgulandığı ve birden fazla kanıt kaynağının kullanıldığı ampirik bir araştırma yöntemi olarak tanımlamaktadır.

Genel kaniya göre durum çalışmalarını içeren nitel araştırma yöntemleri az sayıda kanıtlarla araştırma yapılan, bilimsellikten uzak yöntemler toplamı iken nicel yöntemler veri ve sonuç odaklı olan bilimsel yöntemlerdir. Ne var ki bu düşünce tamamen zamanın gerisinde kalmıştır (Yin, 2002: 10-11; 2017: 5-6) ve nitel yöntemler veri ve sonuç odaklı olabilirken zaman zaman nicel yöntemlerin yetersiz örneklem büyüklüğü ya da iyi tanımlanmamış değişkenler dolayısıyla bilimsellikten uzaklaşması mümkündür. Bu çalışmada, nitel bir araştırma yöntemi olan durum çalışmasının tercih edilmesinin başlıca nedenlerinden biri, nicel yöntemlerin sosyal ve davranışsal konularda kapsamlı ve derinlemesine bir açıklama sağlamak konusunda yetersiz kalmasıdır. Diğer bir deyişle, bilimsel çalışmalarda nicel yöntemlerin kullanılması, kritik verilerin ortaya çıkarılmasını engelleyebilmektedir (Zainal, 2007). Ayrıca, durum çalışmasında vakaların gerçek dünya bağlamında incelenmesi ve verilerin doğal ortamından toplanması tercih edilmektedir (Bromley, 1986: 23).

Yin (2002: 5), durum çalışmasının hangi şartlar altında bir araştırma yöntemi olarak tercih edilebileceğini göstermek üzere yöntemi deney, anket çalışması, arşiv analizi gibi diğer yöntemlerle kıyaslamıştır. Evvela, çalışma betimleyici ve açıklayıcı sorular içeriyorsa, yani "nasıl" ve "niçin" ile başlayan araştırma soruları mevcutsa, durum çalışması yönteminin tercih edilmesi uygundur. İkincisi, durum çalışmaları, deneylerin aksine, davranışsal olayların kontrolü gerekli değilse kullanılır. Son olarak, güncel konulara odaklanılıyorsa, durum çalışmasının seçilmesi isabetli olacaktır.

Yin (2002: 19; 2017: 7), durum çalışması tasarımını tekli ve çoklu olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Tekli durum çalışmaları kritiklik, aşırılık, açığa çıkarma gücü ya da boyamsallık gibi nedenlerle seçilirken, çoklu durum çalışmaları vakaların tekrarlamasından ötürü seçilebilir (Zainal, 2007; Yin, 2002: 39-55; 2017: 7-9; Aberdeen, 2013). Durum çalışmaları, anketler gibi tek bir veri kaynağıyla sınırlı değildir. Aksine, iyi tasarlanmış durum çalışmaları birden fazla kaynaktan yararlanmalıdır. Toplanan veriler hem nicel hem de nitel olabilir. Durum çalışması yürütülürken en çok kullanılan altı kaynak, doğrudan gözlem, mülakat, arşiv kayıtları, katılımcı gözlem, belgeler ve fiziksel eserlerdir ve genellikle üç veya daha fazla kaynaktan yararlanmak kanıtların çeşitlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Yin, 2002: 83-108; 2017: 10-11). Üstelik farklı kaynaklardan elde edilen bulgular ile tutarlılık kontrolü yapmak da mümkün olmaktadır (Duneier, 1999: 345-347). Toplanan kanıtları yorumlamayla karıştırmak, durum çalışmasının iyi anlaşılmasına işaret eder. Bunun yerine, veri kaynaklarından toplanan kanıtları sistematik bir şekilde ayrı metinler, tablolar ya da şekiller halinde sunduktan sonra yorumlama aşamasına geçilmelidir (Yin, 2017: 14-15).

Yin'e göre (2002: 3; 2017: 27) durum çalışmaları keşfedici, betimleyici ve açıklayıcı olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Stake (1995: 3-4), durum çalışmalarını içsel, araçsal ve kolektif çalışmalar olarak sınıflandırırken McDonough ve McDonough (1997: 207), yorumlayıcı ve değerlendirici yöntemlerden de bahsetmişlerdir.

3.2. Araştırma Tasarımı

Mevcut makalede Yin (2002, 2017) tarafından önerilen durum çalışması metodolojisi dikkate alınmaktadır. Çağdaş bir olgu olan Endüstri 4.0'ın Türk beyaz eşya sektöründeki durumunu kapsamlı ve derin bir biçimde araştırmak ve yorumlamak üzere keşfedici durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir. Şekil 1'de araştırma adımları sunulmaktadır.



Şekil 1. Durum çalışmasının araştırma adımları

Araştırma verileri, yarı-yapılandırılmış mülakatlar, doğrudan gözlemler ve online dokümanlardan elde edilmiştir. Araştırma yöntemi keşfedici durum çalışması olduğundan Endüstri 4.0'a yönelik toplanacak verileri tamamiyle sınırlandırmamak adına yapılandırılmış mülakat formu tercih edilmemiştir. Hazırlanan mülakat sorularının uygunluğu, dördü akademisyen, biri mühendis ve biri yönetici olan altı farklı uzman tarafından kontrol edilmiştir. Mülakat soruları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Yarı-yapılandırılmış mülakat soruları

<i>Araştırma konusu</i>	<i>Mülakat soruları</i>
Endüstri 4.0 bilgi düzeyi	Endüstri 4.0 kavramıyla daha önce karşılaştınız mı? Endüstri 4.0 ne demektir?
Endüstri 4.0 hazırlık düzeyi	Teknoloji yönetimi İstatistiksel süreç kontrolü ve yalın üretim Dijital dönüşüm seviyesi
Endüstri 4.0 yatırımları	Teknolojiyi nasıl yönetiyorsunuz? Teknoloji yönetimine ayrılmış bir departmanınız var mı? Teknoloji yönetimi ile ilgili ne tür çalışmalar yapmaktasınız? İstatistiksel süreç kontrolü yapıyor musunuz? Şirketinizin yalın üretim olgunluk seviyesi nedir? Dijital dönüşümün hangi seviyesinde olduğunuzu düşünüyorsunuz?
Endüstri 4.0 teknolojileri ve dönüşümden etkilenen imalat süreçleri	Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm için ne tür yatırımlar yaptınız? Bütçenizin ne kadarını Endüstri 4.0 yatırımlarına ayırmıştınız? Bu yatırımlar sonucunda olumlu bir geri dönüş sağladınız mı? Dijital dönüşümden hangi üretim süreçleriniz etkilendi? Bu süreçlerde hangi araç ve teknolojiler kullanılmaktadır? Şirketinizin robot/otomasyon, sensörler, büyük veri/veri analitiği, simülasyon, eklemeli üretim, AR/VR, yapay zekâ, nesnelerin interneti, yatay ve dikey entegrasyon ve bulut gibi Endüstri 4.0 araç, yöntem ve teknolojilerine yönelik politikalarınız nelerdir?
İtici güçler	Şirketinizi Endüstri 4.0'a geçiş yapmaya iten sebepler nelerdir? Endüstri 4.0'a geçiş sizce bir zorunluluk mu yoksa tercih midir? Neden?
Avantajlar	Sizce şirketiniz dijital dönüşümden olumlu etkilendi mi? Dönüşümün sağladığı avantajlar nelerdir?
Engeller/Zorluklar	Endüstri 4.0 uygulamalarının önündeki engeller nelerdir?
Verimlilik	Verimliliğinizin bu süreçte ne kadar arttığını düşünüyorsunuz?

Mülakatlar yapılırken ses kayıt cihazı ile toplanan veriler yazılı hale getirilmiş ve şirketler tarafından kayıt dışı bırakılması istenen gizli bilgiler temizlenmiştir. Mülakatların sonrasında şirketlerin üretim tesisleri gezilerek doğrudan gözlemler yapılmış ve şirketlerin web siteleri, online raporları ve şirketlere yönelik internet haberleri gibi online dokümanlar taranmıştır. Toplanan tüm kanıtlar birbirleriyle kıyaslanarak tutarlılık kontrolleri yapılmış ve tutarlı kanıtlar sorulara göre gruplandırılmıştır. Son olarak, kanıtlar literatüre dayalı şekilde yorumlanarak analiz edilmiştir.

3.3. Görüşülen Şirketler ve Kişiler

Mülakatlar, şirketler ve görüşme yapılan kişilere ilişkin bilgiler Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Mülakatlar, ziyaret edilen şirketler ve görüşülen kişilere yönelik bilgiler

<i>Şirket</i>	<i>Tarih</i>	<i>Mülakat Süresi</i> <i>(Kayıt dışı hariç)</i>	<i>Kişi</i>	<i>Görüşülen Kişinin Pozisyonu</i>
X	15 Ocak 2019	01:59:35	A	Şirket Ortağı ve Genel Müdür
Y	16 Ocak 2019	02:41:49	B	Akıllı Üretim Sistemleri ve Robotik Yöneticisi
	17 Ocak 2019	01:40:39	C	Üretim Teknolojileri Kıdemli Uzmanı
Z	30 Mart 2019	03:42:46	D	Teknik Yönetici / Otomasyon ve IT Uzmanı
			E	Otomasyon ve Projeler Geliştirme Müdürü
			F	Makine Tasarım ve Uygulama Uzmanı
			G	Makine Tasarım ve Uygulama Uzmanı
			H	Otomasyon Projeleri Uzmanı
			I	Merkezi Metot Sorumlusu

Şirket X: 25 yıldır faaliyet gösteren şirket, komple yanma sistemleri, bek şapkaları, cezvelik ve kahve makinesi için pişirme haznesi gibi diğer metal parçalar üretmekte ve Avrupa ve diğer kıtalardaki 15 ülkeye ihracat yapmaktadır. Yaklaşık 160 çalışanıyla bir KOBİ olan X, yanma sistemlerinin tüm parçalarını %100 yerli sermaye ile üretebilen ilk ve tek Türk üreticisi konumundadır. 15 Ocak 2019'da şirketin Genel Müdürü (A) ile yaklaşık iki saat süren bir görüşme yapılmıştır.

Şirket Y: 65 yıl önce kurulmuş olan Y'nin dünya çapında 30.000'den fazla çalışanı ve sekiz farklı ülkede 22 üretim tesisi bulunmaktadır. Yaklaşık 150 ülkeye ürün ve hizmet sunan şirket, beyaz eşya, ankastre ürünler, küçük ev aletleri, ısıtma-havalandırma ve iklimlendirme ürünleri, tüketici elektroniği ürünleri ve komponentlerin üretimlerini yapmaktadır. Y, Türkiye'de sektör lideri, Avrupa'da ise toplam satışlarda ikinci

beyaz eşya markasıdır. Mülakat için şirketin hem Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Departmanı hem de çamaşır makinesi üretim tesisi ziyaret edilmiştir. Bu nedenle görüşmeler Tablo 2'de Y1 ve Y2 olarak gruplandırılmıştır. Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Departmanı, üretimde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojilerini araştıran ve en son üretim teknolojilerinin şirket tesislerinde kullanımına yönelik çalışmalar yürüten merkezi bir departman niteliğindedir. Y'nin bu departmanı 16 Ocak 2019 tarihinde ziyaret edilmiş ve Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Yöneticisi (B) ve Üretim Teknolojileri Kıdemli Uzmanı (C) ile görüşülmüştür. Görüşme iki saat 42 dakika sürmüştür. Şirketin çamaşır makinesi tesisinde ise yaklaşık 1900 operatör ve 250 ofis çalışanı bulunmaktadır. Tesiste 17 Ocak 2019'da Teknik Yönetici (D) ile bir saat 40 dakika süren bir mülakat gerçekleştirilmiştir.

Şirket Z: Beyaz eşya, ankastre ürünler, klima ve ısıtıcılar, küçük ev aletleri, mobil cihaz ve tüketici elektroniği kategorilerinde üretim yapan ve 16.000'den fazla çalışanı bulunan Z, 155 farklı ülkeye ürünlerini ihraç etmektedir. Beyaz eşyada, Avrupa'nın ilk beş, Türkiye'nin ise ilk üç üreticisinden biri olan şirket, Avrupa'nın tek yerleşkede üretim yapan en büyük üretim tesislerinden birine sahiptir. 30 Mart 2019'da şirketin Otomasyon ve Projeler Geliştirme Departmanı ziyaret edilmiş ve yaklaşık üç saat 43 dakika süren bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Organizasyon şemasında doğrudan Genel Müdürlük altında olan departman, şirketin yedi fabrikasına merkezi bir departman olarak hizmet vermekte ve Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik projeleri uygulamaktadır. Departman, yatırım, metot ve otomasyon olmak üzere üç birimden oluşmaktadır. Mülakata departmanın beş farklı çalışanı ekip olarak katılım sağlamıştır. Görüşülen kişiler, üç birime de liderlik eden Otomasyon ve Projeler Geliştirme Müdürü (E), otomasyon biriminden iki Makine Tasarım ve Uygulama Uzmanı (F ve G) ve bir Otomasyon Projeleri Uzmanı (H) ile metot biriminden Merkezi Metot Sorumlusudur (I). Mülakattan sonra, araştırmacıya şirketin Endüstri 4.0 projelerini tanıtan bir video izletilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi

Her üç şirketin de Endüstri 4.0 kavramına aşina olduğu ve özellikle son iki yılda Endüstri 4.0 uygulamalarını artırdıkları görülmüştür. X, Y2 ve Z şirketlerinde görüşülen kişiler Endüstri 4.0'ı tanımlarken kavramın teknik boyutuna vurgu yapmışlardır. A, Endüstri 4.0'ı, "şu anda kullandığımız ya da kullanacağımız teknolojilerin birbirleriyle iletişim kurması ve bizim de bu iletişimi izleyebilmemiz" olarak tanımlarken, E'ye göre Endüstri 4.0, "tedarikçilerden müşterilere kadar tüm sürecin otomatize edilerek izlenebilir, birbirine bağlı ve kontrol edilebilir bir hale getirilmesi ve karşılaşılabilecek hataların önceden görülebilmesi"dir. Öte yandan, D, "insan gücüyle yapılan işlerin otomatize edilmesi, otomatik sistemlerden sensörler veya diğer teknolojiler aracılığıyla bilgi toplanması ve toplanan bu bilgilerin ürün kalitesini ve verimliliği artırırken maliyetlerin düşürülmesi amacıyla kullanılması" şeklinde bir tanım yapmıştır. Bu tanımlar, literatürdeki tanımlarla paralellik göstermektedir. Oesterreich ve Teuteberg (2016), Endüstri 4.0'ı "sayısallaştırma, otomasyon ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretimde kullanılmasına ilişkin bir trend" olarak tanımlamaktadır. Şu ana kadar herkes tarafından kabul edilen bir Endüstri 4.0 tanımı olmamasına rağmen (Götz ve Jankowska, 2017; Lu, 2017), her üç şirketin de kavramı teknik bir yaklaşımla tariflendikleri ileri sürülebilir. Öte yandan, kavramın verimlilik ile doğrudan ilişkisine vurgu yapan yalnızca D olmuştur. B'ye göre ise, Endüstri 4.0 "Alman Hükümeti ve Avrupa Birliği tarafından yaratılmış bir marka"dır ve Endüstri 4.0, bütünsel bir kalkınma stratejisi ve kapsamlı sosyoekonomik, politik ve teknolojik bir kavram olması hasebiyle teknik boyutu ön plana çıkaran tanımlar yetersiz kalmaktadır. Nitekim birçok raporda ve akademik araştırmada da Endüstri 4.0 bir marka olarak anılmaktadır (Glas ve Kleeman, 2016; Huchler, 2017; Bıba, 2018; Germany Trade and Invest, 2018; Kheyfets ve Chernova, 2019). Benzer bir bulgu olarak, Endüstri 4.0'ın tedarik yönetimi üzerindeki etkilerine ilişkin bir çalışmada mülakat uygulanan iki katılımcı kavramın bir "marka ve moda sözcük" olduğunu ileri sürmüştür (Glas ve Kleeman, 2016).

Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Yöneticisi olan B, Endüstri 4.0'ın yaratılmasının yalnızca gelişmiş ülkelere değil gelişmekte olan ülkelere de fayda sağlayacağı inancındadır. Çünkü kavram, gelişmekte olan ülkeleri sanayileşmiş ve gelişmiş ülkelere teknolojik açıdan bağımlı olmanın artık oldukça riskli bir durum haline geldiğini fark ederek yerli üretime odaklanmaya itmektedir. Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatının bir raporunda, şayet teknolojik öğrenme ve inovasyona değer vererek teknolojik değişimlere ayak uydururlarsa, Endüstri 4.0'ın gelişmekte olan ülkeler için de bir fırsat yaratacağı vurgulanmaktadır (UNIDO, 2018). Bir başka makalede, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin yarattığı fırsat sayesinde, gelişmekte olan ülkelerin yükselen teknolojileri benimserlerse gelişim aşamalarını hızla atlayıp gelişmiş ülkelerle rekabet etmelerinin mümkün olduğu belirtilmektedir (Manda ve Ben Dhaou, 2019).

4.2. Endüstri 4.0 Hazırlık Düzeyi

Birtakım sorular ile şirketlerin Endüstri 4.0 dönüşümüne ne derece hazır olduğu ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. İlk soru şirketlerin teknolojiyi nasıl yönettiğine ilişkindir. Bir KOBİ olan X'in teknoloji yönetimine ayrılmış bir departmanı bulunmamakta, ancak şirket, Endüstri 4.0 çözümleri üreten kardeş şirketinden destek almaktadır. Ayrıca, teknolojik gelişmeleri takip etmek için Türkiye, Avrupa, ABD ve Çin gibi ülkelerde düzenlenen fuarlara katılım sağlamaktadır. Endüstri 4.0 kavramının ilk kez Hannover Messe Ticaret Fuarı'nda ortaya atıldığı düşünüldüğünde (Safar ve diğerleri, 2018), teknolojik gündemi takip etmek için fuar katılımlarının uygun bir yol olduğu söylenebilir. Y'de, söz konusu teknoloji yönetimi olduğunda, Ar-Ge ve ürün geliştirme arasındaki farkı anlamanın önemine değinilmiştir. Şirketin çamaşır makinesi, buzdolabı, bulaşık makinesi gibi tüm işletmelerinde ayrı ayrı Ar-Ge departmanı bulunmaktadır. Tüm bu Ar-Ge birimleri ise merkezi bir Ar-Ge departmanının altında toplanmaktadır. Şirkette teknolojik trendleri araştıran ve araştırma sonuçlarını Ar-Ge departmanı ile paylaşan merkezi bir üretim teknolojisi departmanı da mevcuttur. Tüm bunların yanı sıra, şirketin Tayvan, Cambridge, Silikon Vadisi ve Çin'de çeşitli Ar-Ge ofisleri bulunmaktadır. Bir diğer teknoloji yönetimi stratejisi olarak, farklı ülkelerden profesörlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan danışma kurulu her yıl toplanmakta ve şirkete öneriler sunmaktadır. Endüstri 4.0 kavramının sanayiye transferi için bilimsel bir danışma kurulunun oluşturulması yoluyla sektör ve bilim kurulları arasındaki iş birliklerinin sağlanması başvurulacak önemli yöntemlerdendir (Anderl, 2014). Y'de yapılan kritik değişikliklerden biri de geleneksel yönetim sistemlerinde finans departmanının altında bulunan Bilgi Teknolojileri (BT) biriminin şirketin dijital dönüşüm ofisine bağlanmış olmasıdır. Y'de, dünya çapındaki Ar-Ge ofisleri, akademisyenlerden oluşan danışma kurulu, organizasyon şemasında merkezi dijital dönüşüm departmanının altında yer alan BT departmanı haricinde, söz konusu teknoloji yönetimi olduğunda, GPO (Global Process Owner) yapısından ve karar alma süreçlerine genç çalışanların dâhil edilmesinden de bahsedilmiştir. Literatürdeki çalışmalar, genç çalışanları karar alma süreçlerine dâhil etmenin ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. Özellikle, Y kuşağı için yeni liderlik tarzları (Suyanto ve diğerleri, 2019; Sarwono ve Bernarto, 2020), kişisel değer analizi (Črešnar ve Jevšenak, 2019; Črešnar, 2020), Endüstri 4.0 döneminde Y kuşağının çalışma ortamında ortaya çıkabilecek fırsatlar ve zorluklar (Sindhuja ve Akhilesh, 2020) gibi konulara araştırmacılar tarafından odaklanılmalıdır. Y'nin teknoloji yönetim sürecinde karşılaştığı en büyük zorluk BT ve operasyon teknolojileri arasındaki iletişim sorunlarıdır. İki taraf bir araya geldiğinde aynı dili konuşmadığından hem teknik hem de operasyonel bilgiye sahip kişilere ihtiyaç vardır. Bu kişiler literatürde "analitik çevirmenler" olarak kavramsallaştırılmıştır ve analitik çevirmenler, veri uzmanlarının teknik bilgisi ile pazarlama, üretim ve tedarik zinciri gibi ön saflardaki yöneticilerin operasyonel bilgileri arasında bağlantı kurmaktan sorumludurlar (Henke ve diğerleri, 2018: 2). Üniversitelerin yeni bölümler açarken veya mevcut bölüm programlarını güncellerken bahsedilen yetkinliği göz önünde bulundurması önem arz etmektedir. Y'ye göre bir diğer çözüm ise genellikle bilgi teknolojilerine ilişkin işlerde çalışan bilgisayar mühendislerinin ve benzer alanlardan kişilerin üretimde istihdamını sağlamaktır. Ürün ve üretim teknolojileri için ayrı merkezi departmanlara sahip olan Z'de görüşülen kişiler de teknolojik gelişmeleri sürekli takip ettiklerini göstermek üzere inovasyon ve tasarım ödüllü alan ürünlerinden ve dünyaca ünlü şirketlerle yaptıkları ortaklıklardan bahsetmişlerdir.

Üç şirket de uzun yıllardır istatistiksel süreç kontrolü yapmakta ve en az iki yıldır yalın üretim ilkelerine bağlı kalmaktadır. Şirketlerin tümü dijital dönüşüme hazır olduklarına ve geçiş sürecinde belli ilerlemeler kaydettiklerine inanmaktadır. Literatürde de belirtildiği gibi, yalın üretim, Endüstri 4.0'a hazır olmanın bir ön koşuludur (Kaspar ve Schneider, 2015; Tschandl ve Mallaschitz, 2016; von Haartman ve diğerleri, 2016). Bazı araştırmacılar ise Endüstri 4.0 olgunluk seviyesini artırmanın yalın üretim olgunluk seviyesini artırdığını belirtmektedir (Kolberg ve Zühlke, 2015; Roy ve diğerleri, 2015; Rüttimann ve Stöckli, 2016; Wagner ve diğerleri, 2017). Öyleyse, Endüstri 4.0 yalın üretimi, yalın üretim ise Endüstri 4.0'ı olgunlaştırmaktadır. Şirketler yalın üretim uygulamaları sayesinde verimlilik artışı ve dolayısıyla, rekabet avantajı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bilhassa, Z, organizasyon yapısının her seviyesindeki çalışanlarına yalın üretim eğitimi vererek yalınlığı şirket çapında bir kültür haline getirmiştir. Tesis gezileri esnasında Z'nin tüm tesislerinin duvarlarında yalınlığa ilişkin posterler olması dikkat çekmiştir. Şirket ayrıca iki kez TVB (Toplam Verimli Bakım) özel ödülüne layık görülmüştür.

4.3. Endüstri 4.0 Yatırımları

Şirketlere yöneltilen bazı sorular da Endüstri 4.0 yatırımlarına ilişkindir. Tüm şirketler Endüstri 4.0 dönüşümüne kısa ve uzun vadeli yatırımlar yapmıştır. A ve B, başlangıçtaki hızlı ve plansız bazı yatırımlarından dolayı şirketlerinin zarar gördüğünü belirtmişlerdir. X'te, 2017 yılından bu yana Endüstri 4.0 dönüşümüne yatırım yapılmakta ve toplam bütçenin %10'u Endüstri 4.0 yatırımlarına ayrılmaktadır. X'in kısa vadeli yatırımlardan sağladığı en önemli avantaj, kalitenin ve verimliliğin artmasıyla maliyetlerin düşürülmüş olmasıdır. Y'den B, Endüstri 4.0 özel bir bütçe kalemi olarak düşünüldüğünde toplam bütçelerinin %2'sini Endüstri 4.0 yatırımlarına ayırdıklarını ama tüm yatırımlarının dolaylı olarak Endüstri 4.0'a yönelik olduğunu ileri sürmüştür. Verilen yatırım kararlarından bazıları şirketin Romanya'da kurduğu yeni fabrika ve mevcut fabrikalarında kurulan donanım hızlandırma merkezi, denetim laboratuvarı, üniversite-sanayi iş birliği içerisinde yeni projeler geliştirme imkânı sunan Endüstri 4.0 atölyesi, veri toplama

sistemi, fonksiyon testi ve üç boyutlu tarayıcılardır. Y'de yatırım kararı verilirken önceliklendirme matrisinden faydalanılmaktadır ve fabrikalarda kurulacak yeni sistemler ilk olarak laboratuvarında test edilmektedir. Yapılan yatırımlar sayesinde, şirketin ürün kalitesi artmış ve hata oranları azalmıştır. Z'den görüşülen kişilere göre, şirkette Endüstri 4.0'a yapılan en önemli yatırım Otomasyon ve Projeler Geliştirme Departmanının kurulmuş olmasıdır. Şirkette Endüstri 4.0 için eğitim yatırımlarına da önem verilmektedir. E'ye göre, tamamlanan tüm projelerin sonuçları olumludur.

4.4. Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Dönüşümden Etkilenen İmalat Süreçleri

Bazı mülakat soruları dijital dönüşümden hangi imalat süreçlerinin etkilendiği, bu süreçlerde hangi teknolojilerin kullanıldığı ve şirketlerin Endüstri 4.0 araç ve teknolojilerine yönelik politikalarının neler olduğu ile ilgilidir. Şirketlerin tümü, Endüstri 4.0'dan etkilenen imalat süreçlerine ve kullanılan teknolojilere yönelik sorulara benzer yanıtlar vermiştir. Şirketler aynı sektörde faaliyet gösterse de üretim girdi ve çıktılarının veyahut fabrika yerleşiminin farklı olması gibi nedenlerle şirketlerin üretim süreçleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle her şirket bahsi geçen soruları üretim süreçlerini istedikleri şekilde gruplara ayırarak yanıtlamıştır. X'in tüm üretim süreci, altı alt süreçten oluşmaktadır: Kalıp, talaş kaldırma, kumlama, montaj, kontrol ve paketleme. Ana üreticiler olan Y ve Z ise üretim süreçlerini plastik üretim, mekanik üretim, montaj ve boya alt süreçlerine ayırmıştır. Tablo 3-4-5, X, Y ve Z'nin üretim süreçlerinde kullanılan teknolojileri göstermektedir.

Tablo 3. X'in üretim süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojileri

Şirket X	Kalıp	Talaş Kaldırma	Kumlama	Montaj	Kontrol	Paket	Not
Robot/otomasyon	-	+	-	+	+	-	
Sensör/aktüatör	+	+	-	+	+	-	
Büyük veri/veri analitiği	+	+	+	+	+	+	
Simülasyon	+	+	+	+	+	+	
Eklemeli üretim	-	-	-	-	-	-	Plan yok.
Sanallaştırma teknolojileri (AR/VR)	-	-	-	-	-	-	Pilot proje
Yapay zekâ	-	-	-	-	-	-	TRL düşük
Bulut teknolojileri	+	+	+	+	+	+	

Tablo 4. Y'nin üretim süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojileri

Şirket Y	Mekanik				Not
	Plastik Üretim	Üretim	Montaj	Boya	
Robot/otomasyon	1	1	1	1	
Sensör/aktüatör	1	1	1	2	
Büyük veri/veri analitiği	3	2	1	2	
Simülasyon	2 (akış simülasyonu)	2	2	4	
Eklemeli üretim	4	4	4	4	Ar-Ge'de prototipleme için kullanılmaktadır.
Sanallaştırma teknolojileri (AR/VR)	4	4	4	4	Pilot proje yapılmıştır ama kullanılmamaktadır.
Yapay zekâ	4	4	4	4	
Bulut teknolojileri	1	1	1	1	Amazon ve Microsoft Azure çok kısıtlı kullanılıyor. Kendi bulut sistemleri var.

Not: 1.Yaygınlaşıyor, 2.Uygulanıyor, 3.Pilot projede, 4.Kullanılamaz/uygun değil

Tablo 5. Z'nin üretim süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 teknolojileri

Şirket Z	Plastik	Mekanik	Montaj	Boya	Not
----------	---------	---------	--------	------	-----

	Üretim	Üretim		
Robot/otomasyon	+	+	+	+
Sensör/aktüatör	+	+	+	+
Büyük veri/veri analitiği	+	+	+	+
Simülasyon	+	+	+	+
Eklemeli üretim	+	+	+	+
Sanallaştırma teknolojileri (AR/VR)	Pilot proje	+	+	Pilot proje Eğitim amacıyla kullanılmaktadır.
Yapay zekâ	+	+	+	+
Bulut teknolojileri	+	+	+	+

A ve B, yapay zekânın teknoloji hazırlık düzeyinin (TRL) oldukça düşük olduğuna inandıkları için üretim süreçlerinde yapay zekâ teknolojilerini kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Öte yandan E, tüm üretim süreçlerinde yapay zekâ kullandıklarını söylemiştir. Şirketler arasındaki bu farklılığın nedeni, yapay zekâyı farklı şekillerde kavramsallaştırmalarıdır. Örneğin Yudkowsky (2008) ve Bostrom ve Yudkowsky (2014) yapay zekâyı insan zihnine kıyasla çok geniş bir olasılık alanı olarak ifade ederken, Zhang ve diğerleri (2017), kavramı bilgisayarların sergilediği zekilik olarak tanımlamaktadır. Chou ve diğerleri (2013) tarafından yapılan bir başka tanıma göre yapay zekâ, karmaşık ve zayıf yapılandırılmış problemlerin üstesinden gelmek için yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri gibi araçlardan yararlanan bilgi işlem teknolojileri anlamına gelmektedir. Anlaşılacağı üzere Z'de yapay zekâ insan zihninin mevcut araç, yöntem ve teknolojilerle belli bir oranda taklit edilmesi olarak algılanırken, diğer şirketlere göre yapay zekânın insan zihnini taklit etmek için daha ileri düzeyde olması gerekmektedir.

Y ve Z, eklemeli üretimi prototipleme amacıyla kullanmaktadır. ABD Patent Ofisindeki kayıtların incelenerek eklemeli üretimin köklerinin araştırıldığı bir çalışmada, eklemeli üretimin 40 yıllık bir tarihinin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Bourell ve diğerleri, 2009). 3D baskı, hızlı prototipleme veya katı serbest form imalatı gibi isimlerle de anılan eklemeli üretim (Hughes ve Wilson, 2015), Y'de de 20 yıldır prototipleme için kullanılmaktadır. Y'nin çamaşır makinesi tesisinin Teknik Müdürü olan D, eklemeli üretimin büyük parçaların üretiminde kullanıldığı takdirde maliyeti artıracığı için beyaz eşya üretimine uygun olmadığını belirtmiştir. Eklemeli üretim, seri üretim yapıldığında, düşük yüzey kalitesi, maliyet ve boyut sınırlamaları gibi nedenlerle geleneksel imalat teknikleriyle rekabet edememektedir (Prakash ve diğerleri, 2018). A ise, eklemeli üretimin bir gereklilik olduğuna inanmamaktadır.

X ve Y'de sanallaştırma (AR/VR) teknolojileri için pilot projeler yürütülmüş ve bu teknolojilere beyaz eşya üretiminde ihtiyaç olmadığına kanaat getirilmiştir. B'ye göre AR/VR teknolojileri yalnızca pazarlama amacıyla kullanılan görsel araçlardan ibarettir. Öte yandan, Z'nin üretim tesisleri birincil gelir kaynağı tarım olan bir şehirde kurulu olduğundan, mavi yakalı çalışanların personel devir oranı bir hayli yüksektir ve çalışan eğitimi, zaman alıcı ve maliyetlidir. Bu nedenle AR/VR teknolojileri çalışanları eğitmek için kullanılmaktadır. Şirketin plastik üretim ve boyama süreçlerinde ise AR/VR teknolojilerinin kullanımına yönelik pilot projeler başlatılmıştır.

Robot ve otomasyon, sensörler/aktüatörler, büyük veri ve veri analitiği, simülasyon ve bulut teknolojileri, üç şirketin de üretim süreçlerinde kullanılmaktadır. Yapılan görüşmeler ve gözlemler sırasında, tüm şirketlerin ana odağının veri toplama ve analitik olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca orta ölçekli bir şirket olan X'in Genel Müdürü, simülasyon araçlarının düşük maliyetli olduğunu düşünmekte ve simülasyonun şirketleri çok sayıda robot satın almaktan kurtardığını iddia etmektedir. X, Türkiye'de önde gelen bir üniversitenin İşletme Mühendisliği Bölümünde verilen simülasyon dersine öncülük etmektedir. Literatürdeki bazı çalışmalarda da simülasyon araçlarının KOBİ'ler için gerekli olduğu belirtilmekte ve üniversitelerin mühendislik bölümlerinde simülasyon derslerinin açılması önerilmektedir (De Vin ve Jägstam, 2001). Y kendi bulut sistemine ve farklı ülkelerden robotları içinde toplayan gelişmiş bir robotik laboratuvarına sahiptir. X de robotik yatırımlarını artırmayı planlamaktadır.

Dikkat çeken bir konu, nesnelerin interneti (IoT) denilince tüm şirketlerin tüketici IoT'sini düşünmesidir. Oysa IoT, hem şirketlerin ürün ve hizmet sağlamak için kullandığı üretim araçlarından oluşan endüstriyel nesnelerin internetini (IIoT) hem de tüketici için üretilen akıllı cihazlardan oluşan tüketici IoT'sini içerir (McKnight, 2016; Ferrari ve diğerleri, 2018). Y, merkezi Ar-Ge departmanına bağlı bir IoT birimine sahiptir. Dahası, Y ve Z tarafından üretilen ürünlerin internete bağlanabilen ve kablosuz iletişim kurabilen akıllı versiyonları bulunmaktadır. Dikkate değer bir diğer konu ise yatay ve dikey entegrasyona yönelik politikalar sorulduğunda, Y ve Z'nin tedarikçisi olan X'in son kullanıcılarla herhangi bir etkileşiminin olmadığını anlaşılmıştır. Çünkü X'in Y ve Z gibi müşterileri, son kullanıcı verilerini ve geri bildirimlerini X ile paylaşmamaktadır. X ise müşteri geri bildirimlerine ulaşmak için çözüm olarak sikayetvar.com gibi platformları takip etmekte veya ana üreticilerin yetkili servislerini ziyaret etmektedir. Benzer şekilde, B de müşteri-tedarikçi ilişkilerinin etkin bir şekilde yönetildiği bir platformlarının bulunmadığını belirtmiştir. Ne var

ki, tedarik zinciri boyunca bilgi paylaşımının yapılması, bilgi asimetrisini azaltmakta, tedarik zincirinin iş birliği kapasitesini geliştirmekte, müşteri ilişkilerini güçlendirmekte, rekabet avantajı sağlamakta ve iş performansını artırmaktadır (Bâr ve diğerleri, 2018; Hsu ve diğerleri, 2008; Liu, 2018; Skylar ve diğerleri, 2019; Şahin ve Topal, 2019).

4.5. İtici Güçler

X'in Genel Müdürü Endüstri 4.0'a geçişin bir zorunluluk olduğuna inanmaktadır ve müşteriler tarafından tercih edilmenin en büyük motivasyon olduğunu bildirmiştir. Y'nin Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Yöneticisi ise küresel bir oyuncunun rekabet ortamında teknolojiye ayak uydurmaktan başka bir seçeneğinin olmadığını ve Endüstri 4.0'a geçişteki ana itici güçlerin şirketin hayatta kalması, dağılıma korkusu, küreselleşme ve rakipler olduğunu belirtmiştir. Y'nin Teknik Müdürü'ne göre ise Endüstri 4.0 dönüşümü için harekete geçmeyenler Darwin'in doğal seçim kavramında olduğu gibi önünde sonunda ortadan kalkacaktır ve şirketin Endüstri 4.0'a geçişteki temel motivasyonları maliyet düşürme, kalite iyileştirme, Çinli rakiplerin gerisinde kalmama ve dolayısıyla kâr sağlamadır. Şaşırtıcı bir şekilde, Z'den görüşülen kişiler Endüstri 4.0'a geçişin henüz bir zorunluluk olmadığı inancındadır. Şirketin dönüşümdeki itici güçleri, üst yönetimin desteği, finansal destekler, maliyetin düşürülmesi ve kalitenin artırılmasıdır. Elde edilen bulguların literatürdeki bulgularla benzer olduğu görülmüştür. Horváth ve Szabó (2019), Endüstri 4.0'ın itici güçlerini insan kaynakları, finansal kaynaklar ve kârlılık, piyasa koşulları ve rakipler, yönetim beklentileri, verimlilik ve etkinlik ile müşteri memnuniyeti olarak sınıflandırmaktadır. İnsan kaynakları haricindeki tüm bu itici güçler, mülakat yapılan kişilerce de dile getirilmiştir. Öte yandan, insan kaynakları ve müşteri memnuniyetine ilişkin itici güçler KOBİ'leri büyük şirketlerden daha fazla etkilemektedir (Horváth ve Szabó, 2019) ve müşteriler tarafından tercih edilmeyi yalnızca X bir itici güç olarak görmektedir.

4.6. Avantajlar

Her üç şirkette de Endüstri 4.0'ın etkisinin olumlu olacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0'a geçişin şirketlere sağladığı avantajlar sorulduğunda A, aynı zamanda itici bir güç olduğuna inandığı müşteriler tarafından tercih edilmenin Endüstri 4.0'ın sağladığı en büyük avantaj olduğunu belirtmiştir. Endüstri 4.0'ın Y'ye sağladığı avantajlar; maliyetleri düşürmek, ürün kalitesini yükseltmek, rakipleri geride bırakmak, müşteri memnuniyeti sağlamak ve kâr elde etmektir. Z'nin sağladığı avantajlar ise verimlilik, kalite, ergonomi, iş sağlığı ve güvenliği, esnek üretim ve enerji tasarrufudur.

4.7. Engeller/Zorluklar

X için temel engeller, yetkin çalışanların eksikliği, yetkin olmayan tedarikçiler, yetersiz öz sermaye ve finansal desteklerin uygun olmayan şekilde dağıtılmasıdır. Y'den bu soruya gelen yanıtlar, yanlış yatırımlar, uygulanabilir projeler oluşturma, rol çatışması, statükocu yönetim tarzı, belli bir yaşın üzerindeki karar vericiler, geleneksel BT yapısı, nitelikli ve eğitilmiş çalışan eksikliği olmuştur. Diğer taraftan, Z'nin karşılaştığı zorluklar, ön yargı, çalışanların otomasyona direnci, işini kaybetme korkusu, teknolojiyi kullanma korkusu ve teknoloji sağlayıcılar ile şirketler arasındaki bilgi asimetrisidir. İlgili literatürde bu zorluklar üzerinde de durulmuştur. Finansal kaynak eksikliği (Erol ve diğerleri, 2016; Walendowski ve diğerleri, 2016: 5-6; Kiel ve diğerleri, 2017), nitelikli/becerili çalışan eksikliği (Kagermann ve diğerleri, 2013; Erol ve diğerleri, 2016; Walendowski ve diğerleri, 2016: 5-6), çalışanların değişime hazırlıklı olmaması ve örgütsel direnç (Walendowski ve diğerleri, 2016: 5, Kiel ve diğerleri, 2017; von Leipzig ve diğerleri, 2017) ve liderlik eksikliği (Horváth ve Szabó, 2019) Endüstri 4.0'a geçişin önündeki bazı engellerdir ve bu engeller şirketlerden elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Horváth ve Szabó (2019), Endüstri 4.0'ın önündeki engelleri insan kaynakları, finansal kaynaklar ve kârlılık, yönetim gerçekliği, örgütsel faktörler, teknolojik entegrasyon ve süreç entegrasyonu/iş birliği olmak üzere beş faktöre ayırmış ve engellerin KOBİ'ler ve çok uluslu işletmeler (ÇUI) üzerindeki etkilerini incelemiştir. İnsan kaynakları, yönetim gerçekliği ve finansal kaynaklarla ilgili engeller KOBİ'ler üzerinde daha fazla etkiye sahipken, örgütsel faktörler ve teknoloji ve süreç entegrasyonu ile ilgili engeller ÇUI'leri daha fazla etkilemektedir (Horváth ve Szabó, 2019). Bu bulgulara benzer şekilde, bir KOBİ olan X tarafından finansal kaynak eksikliği bir engel olarak algılanırken, çok uluslu bir işletme olan Z tarafından çalışanların direnç göstermesi örgütsel bir engel olarak görülmektedir.

4.8. Verimlilik

Endüstri 4.0'ın zaruri kıldığı dijital dönüşümün en temel amaçlarından birinin verimliliğin artırılması (Demirkan ve diğerleri, 2016) olduğundan, şirketlere dönüşüm sürecinde verimliliklerinin ne kadar arttığı sorulmuştur. Z'nin Otomasyon ve Projeler Geliştirme Müdürü, Endüstri 4.0'ı "daha verimli olmak için çözümler üretmek" şeklinde tariflemiştir. X'in Genel Müdürü, toplam verimlilikte %6-7 oranında bir artış olduğunu belirtmiştir. Y'de verimlilik ölçümleri faaliyet bazlı yapıldığı için toplam verimliliğe ilişkin bir bilgi sunmaları mümkün olmamıştır. Öte yandan, faaliyetlerde genel olarak bir verimlilik artışı olduğunu bildirmişlerdir. Y'nin Teknik Müdürü, şirketin nihai amacının verimliliği maksimize ederek fabrikalarda hiçbir çalışan bırakmamak ve tam otomasyon sağlamak olduğunu söylemiştir. Karanlık fabrikalara sahip olmayı

hedefleyen şirketin mottosu ise “insan yok, ışık yok”tur. Z'nin ise üç yıl öncesine kıyasla üretim çıktıları iki katına çıkmış, çalışan sayısı %1 artmış ve çalışma saatleri %20 azalmıştır. Kısacası, verimlilikte önemli bir artış sağlandığı aşikârdır.

4.9. Çözüm Önerileri

Mülakatların sonunda görüşülen kişilere Endüstri 4.0 dönüşümü yolunda karşılaşılan zorlukları minimize etmek ve verimliliği artırmak için ne tür çözümler önerdikleri sorulmuştur. Başta A, şirketlerin Endüstri 4.0 dönüşümünün bir gereklilik olduğunu anlamalarının elzem olduğunu ama dönüşüm sürecinde aceleci davranmak yerine planlı davranmaları gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca, akademi ve sektör iş birlikleri ile dönüşümde başarılı olmuş şirketlerin başarı hikâyelerine dayanan bir sistem kurulması değer yaratan bir hamle olacaktır. Bu sayede, diğer şirketler dönüşüme daha istekli olabilir ve ölçülebilir kriterler sayesinde daha sağlam adımlar atabilir. B'ye göre, belli bir yaşın üzerindeki kişiler yeni teknolojilere aşina olmadıkları için dijital dönüşüm sürecinde operasyonel işler yapmaktan ziyade deneyimlerini paylaşmak ve yol göstericilik yapmak üzere danışman ya da koordinatör gibi rollere sahip olmalıdır. D, Endüstri 4.0 dönüşümünün kendini geliştiren çalışanlara olumsuz bir etkisinin olmayacağını düşünmekte ve mavi yakalı çalışanlar için daha iyi çalışma ortamları yaratılmasını ve tüm yöneticilerin “insanların makinelerden daha değerli olduğunu” her zaman göz önünde bulundurmalarını tavsiye etmektedir. E de mavi yakalı çalışanlar dâhil tüm organizasyonun Endüstri 4.0 projelerine dâhil edilmesi gerektiğine inanmaktadır. Bu sayede, mavi yakalılar hem birer takım arkadaşı olarak değerli katkılar sağlayabilirler hem de işlerini kaybetme korkusunu yenebilirler. Aksi takdirde, düşük motivasyonlu çalışanlar dolayısıyla süreçler olumsuz etkilenecektir. Yönetici ayrıca, Otomasyon ve Projeler Geliştirme Departmanı gibi merkezi bir departman olmadan organizasyonların dönüşüm sürecinde bir bütün olarak hareket edemeyecekleri kanısındadır. F de kendini geliştirmeyip teknolojik gelişmelere uyum sağlayamayan çalışanların doğal olarak geride kalacaklarını düşünmektedir.

E, Endüstri 4.0 dönüşümünde öne geçmek için yabancı hayranlığından kurtularak yerli üretime özel önem verilmesi gerektiğine inanmaktadır. Bu bağlamda yerli sanayi vatandaşlara daha çocuk yaşta tanıtılmalıdır. Daha önce bahsedildiği gibi, Endüstri 4.0 Almanya'nın ekonomik korumacılık ve yeniden sanayileşme strateji ve politikalarına bağlı olarak doğan bir kavramdır (Fırat, 2016; Gür ve diğerleri, 2017: 42, 76-77). Bu durumda, E'nin değerlendirmesi oldukça mantıklıdır. Dahası, Y'nin Üretim Teknolojileri ve Endüstri 4.0 Yöneticisi, Endüstri 4.0'ın gelişmekte olan ülkelerin teknolojik olarak gelişmiş ülkelere bağımlı olmanın riskli olduğunu anlamalarını mümkün kıldığını ve bu nedenle Endüstri 4.0'ın “yerli ve milli üretim” gibi akımlara dayalı bir anlayış şeklinde dikkate alınması gerektiğini düşünmektedir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu makalede, beyaz eşya sektöründe uygulanan vaka çalışmasından elde edilen bulgulara dayalı sonuçlar, sektörel özellikler, ihtiyaçlar ve politika çerçevesi bağlamında tartışılmıştır. İlk olarak, Endüstri 4.0 ve dijital dönüşümde katılımcı Türk beyaz eşya ana ve yan sanayi şirketlerinin önemli gayretlerinin olduğu, şirketlerin Endüstri 4.0 dönüşümünün bir zorunluluk olduğuna ilişkin genel bir kanaate sahip oldukları ve hatta Endüstri 4.0'a özel yatırım bütçeleri ayrılarak dönüşüm stratejileri geliştirmeye başladıkları görülmüştür. Ne yazık ki, Endüstri 4.0'ın önündeki engel ve zorlukların yadsınamaz etkisi dolayısıyla şirketler, dijital dönüşümün henüz başlangıç aşamalarında. Şirketler Endüstri 4.0 araç ve teknolojileri arasında birincil önemi veri toplama/analitiğine vermektedir. Hemen hemen tüm teknolojilerin Türk beyaz eşya sektörü şirketlerinin üretim sistemlerine entegre edildiği görülse de yapay zekâ teknolojilerinin teknoloji hazırlık seviyesinin henüz yüksek olmaması (Abou-Zahra ve diğerleri, 2018; Han ve diğerleri, 2019), eklemeli üretim teknolojilerinin büyük parçaların seri üretiminde maliyet avantajı sağlamaması (Prakash ve diğerleri, 2018) ve AR/VR teknolojilerinin ise üretimde kullanımının elzem olmadığı düşünülmesi gibi sebeplerle Türk beyaz eşya şirketleri tarafından öncelikli tercih edilen Endüstri 4.0 teknolojileri olmadıkları söylenebilir.

Şirketlerin Endüstri 4.0 yatırım ve uygulamaları sayesinde elde ettikleri en önemli avantajlar, müşteri memnuniyeti sağlamak ve müşteriler tarafından tercih edilebilir olmak, düşük maliyet, yüksek kalite, rekabet gücü, verimlilik, kâr sağlamak, ergonomi, iş sağlığı ve güvenliği, esnek üretim ve enerji tasarrufudur. Tüm bu avantajlar literatürdeki diğer çalışmalarla paralellik göstermesine rağmen sürdürülebilirliğin şirketlerce dile getirilen avantajlar arasında olmaması dikkat çekicidir. Yeşil Mutakabat ve BM sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, Endüstri 4.0 uygulamalarının bu husustaki avantajlarının da Türk beyaz eşya sektörünün gündemine girmesi beklenmektedir. Şirketlerin Endüstri 4.0'a geçiş yolunda en çok karşılaştıkları zorluklar ise nitelikli ve eğitilmiş çalışanların eksikliği, yetkin olmayan tedarikçiler, yetersiz öz sermaye, finansal desteklerin uygun olmayan şekilde dağıtılması, yanlış yatırımlar, rol çatışması, statükocu yönetim stili, uygulanabilir projeler yaratma zorluğu, belli bir yaşın üzerindeki karar vericiler, geleneksel BT yapısı, ön yargı, çalışanların otomasyona direnci, iş kaybetme korkusu, teknolojiyi kullanma korkusu ve teknoloji sağlayıcılar ile şirketler arasındaki bilgi asimetrisidir. Diğer yandan, siber güvenlik, yasal ve etik

konular gibi Endüstri 4.0 ile birlikte sıkça dile getirilen hususların birer engel olarak algılanmaması mutluluk vericidir. Bu tür engellere yönelik kaygıların sınırlı olmasında şirketlerin Endüstri 4.0 dönüşümüne olumlu bakmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bunların yanında, Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) kararları, Hükümet Programı, 11. Kalkınma Planı, 2023 Hedefleri, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Strateji Belgeleri ve Orta Vadeli Programlar gibi ulusal plan, program ve strateji belgelerinde yerli üretim ve Endüstri 4.0 dönüşümüne yönelik ulusal çapta ve sektör bazında politikalarının bulunması, Endüstri 4.0'ın önündeki birçok engelin zamanla azalacağını ve Endüstri 4.0 dönüşümünün ivmeleneceğini göstermektedir.

Türk beyaz eşya sektörü şirketlerinin uzun vadeli yatırım çıktılarını görmek için oldukça erken olduğu ve henüz kısa vadeli yatırımlarının geri dönüşlerini almaya başladıkları göz önünde bulundurulduğunda, verimlilik kazanımlarının şimdiden oldukça yüksek olduğu ileri sürülebilir.

Mevcut makale, Türk beyaz eşya sektöründe Endüstri 4.0'ın durumunu vaka çalışması ile ortaya koyan ilk akademik çalışma niteliğindedir. Gelecekte bu ve benzeri üniversite ve sektör iş birliği ile yürütülen çalışmaların dijital olgunluğa ve ülke ekonomisinin gelişmesinde büyük paya sahip olan diğer sektörleri de kapsayacak şekilde, değer zinciri analizleriyle zenginleştirilerek ve daha geniş durum çalışmalarıyla desteklenerek yürütülmesinin yararlı olacağına inanılmaktadır. Endüstri 4.0 olgunluk seviyesinin yüksek olduğu ana sanayi şirketleri ve büyük ölçekli tedarikçi şirketlerinin en iyi uygulamaları ile bilgi ve öğrenilmiş derslerinin, uygulamalı olarak sektör şirketlerine ulaştırılması da gündeme alınması tavsiye edilen konulardan biridir.

Çalışmanın en büyük kısıtlılığı, Türk beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin bilgi paylaşımına açık olmaması dolayısıyla görüşme taleplerine olumsuz yanıtlar vermesidir. Bu yüzden, görüşülen şirket sayısını artırmak ve bulguları daha fazla çeşitlendirebilmek mümkün olmamıştır.

Gelecek çalışmalarda, daha geniş bir örnekleme ulaşma ve genelleme yapma imkânı tanıyacak nicel yöntemler kullanılması önerilmektedir. Dahası, Türk beyaz eşya sektörünün beyaz eşya üretim ve ihracatında rakipleri konumunda bulunan Çin, Meksika, Polonya ve Almanya gibi ülkelerin beyaz eşya sektörleriyle kıyaslanması ve sektörlerin Endüstri 4.0 olgunluk seviyelerinin ortaya konulması kritiktir.

KAYNAKÇA

- Aberdeen, T. (2013). "Review Essay: Yin, R. K. (2009), Case Study Research: Design and Methods. Thousand Oaks, Ca: Sage", *the Canadian Journal of Action Research*, 14(1), 69-71.
- Abou-Zahra, S., Brewer, J. ve Cooper, M. (2018). "Artificial Intelligence (AI) for Web Accessibility: Is Conformance Evaluation a Way Forward?", *Proceedings of the Internet of Accessible Things*, 1-4.
- Akben, İ. ve Aşar, İ.İ. (2018). "Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış", *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37.
- Aksoy, S. (2017). "Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş", *SAV Katkı*, 4, 34-44.
- Allen, R. C. (2009). "The British Industrial Revolution in Global Perspective", Cambridge University Press, Cambridge.
- Anderl, R. (2014). "Industrie 4.0-Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production", *Proceedings of 19th International Seminar on High Technology*, Pracicaba, Brezilya, 1-14.
- Backhaus, S.K.H. ve Nadarajah, D. (2019). "Investigating the Relationship between Industry 4.0 and Productivity: A Conceptual Framework for Malaysian Manufacturing Firms", *Procedia Computer Science*, 161, 696-706.
- Bağcı, E. (2018). "Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(24), 122-146.
- Bär, K., Herbert-Hansen, Z.N.L. ve Khalid, W. (2018). "Considering Industry 4.0 Aspects in the Supply Chain for an SME", *Production Engineering*, 12(6), 747-758.
- Barbieri, P., Ciabuschi, F., Fratocchi, L. ve Vignoli, M. (2018). "What Do We Know About Manufacturing Reshoring?", *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 11(1), 79-122.
- Bíba, O. (2018). "Towards Measurability and Identification of Key Benchmarks of Industry 4.0", *Trendy V Podnikání - Business Trends*, 8(2), 39-47.
- Bostrom, N. ve Yudkowsky, E. (2014). "The Ethics of Artificial Intelligence", *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*, Editörler: Frankish, K., Ramsey, W.M., 316-334.
- Bourell, D.L., Beaman, J.L., Leu, M.C. ve Rosen, D.W. (2009). "A Brief History of Additive Manufacturing and the 2009 Roadmap for Additive Manufacturing: Looking Back and Looking Ahead", Rapidtech, Workshop on Rapid Technologies, ABD-Türkiye, İstanbul.
- Bromley, D.B. (1986). "The Case-Study Method in Psychology and Related Disciplines", Wiley, Chichester, New York.
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi", *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.
- Burak, M.İ.L. ve Dirican, C. (2018). "Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Turizme Etkileri", *Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi*, 3(1), 1-9.
- Chou, J.S., Cheng, M.Y. ve Wu, Y.W. (2013). "Improving Classification Accuracy of Project Dispute Resolution Using Hybrid Artificial Intelligence and Support Vector Machine Models", *Expert Systems with Applications*, 40(6), 2263-2274.
- Chung, H. (2018). "Ict Investment-Specific Technological Change and Productivity Growth in Korea: Comparison of 1996-2005 and 2006-2015", *Telecommunications Policy*, 42, 78-90.
- Črešnar, R. (2020). "New Generation of Productive Workers: How Millennials' Personal Values Impact Employee Productivity in Industry 4.0", *Recent Advances in The Roles of Cultural and Personal Values in Organizational Behavior*, Editörler: Nedelko, Z., Brzozowski, M., IGI Global, 261-275.
- Črešnar, R. ve Jevšenak, S. (2019). "The Millennials' Effect: How Can Their Personal Values Shape the Future Business Environment of Industry 4.0?", *Naše gospodarstvo/Our Economy*, 65(1), 57-65.
- Çakır, N.N. (2018). "Endüstri 4.0 ve Çalışmanın Geleceği", *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(2), 97-105.
- Dalenogare, L.S., Benitez, G.B., Ayala, N.F. ve Frank, A.G. (2018). "The Expected Contribution of Industry 4.0 Technologies for Industrial Performance", *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.
- Davies, R. (2015). "Industry 4.0: Digitalisation for Productivity and Growth", European Parliamentary Research Service, Document No. Pe 568.337.
- De Vin, L.J. ve Jägstam, M. (2001). "Why We Need to Offer a Modeling and Simulation Engineering Curriculum", *Proceedings of the 33rd Conference on Winter Simulation*, IEEE Computer Society, Aralık, 1599-1604.
- Demirkan, H., Spohrer, J.C. ve Welser, J.J. (2016). "Digital Innovation and Strategic Transformation", *IT Professional*, 18(6), 14-18.
- Demirkan, S. ve Arslan, M.C. (2019). "Endüstri 4.0 ve Muhasebe Sistemine Etkisi Üzerine Kuramsal Bir İnceleme", *Enderun*, 3(1), 40-56.

- Dengiz, O. (2017). "Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi", *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 15(1), 38-45.
- Duneier, M. (1999). "Sidewalk", Farrar, Straus ve Giroux, New York, NY.
- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K. ve Sihm, W. (2016). "Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production", *Procedia CIRP*, 54(1), 13-18.
- Ertuğrul, İ. ve Deniz, G. (2018). "4.0 Dünyası: Pazarlama 4.0 ve Endüstri 4.0", *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 143-170.
- Esmer, Y. ve Alan, M.A. (2019). "Endüstri 4.0 Perspektifinde İnovasyon", *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 465-478.
- Faheem, M., Shah, S.B.H., Butt, R.A., Raza, B., Anwar, M. Ashraf, M. W., Ngadi, A. ve Gungor, V. C. (2018). "Smart Grid Communication and Information Technologies in the Perspective of Industry 4.0: Opportunities and Challenges", *Computer Science Review*, 30, 1-30.
- Fang, F. (2016). "Atomic and Close-to-Atomic Scale Manufacturing-A Trend in Manufacturing Development", *Frontiers of Mechanical Engineering*, 11(4), 325-327.
- Ferrari, P., Flammini, A., Rinaldi, S., Sisinni, E., Maffei, D. ve Malara, M. (2018). "Impact of Quality of Service on Cloud Based Industrial IOT Applications with OPC UA", *Electronics*, 7(7), 109.
- Fırat, O.Z. ve Fırat, S.Ü. (2017). "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2), 211-223.
- Fırat, S.Ü. (2016). "Sanayi 4.0 Dönüşümü Nedir? Belirlemeler ve Beklentiler", <http://www.sanayicidergisi.com.tr/sanayi-40-donusumu-nedirbelirlemeler-ve-beklentiler-makale,585.html>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Filizöz, B. ve Orhan, U. (2018). "İnsan Kaynakları Yönetimi Bağlamında Endüstri 4.0: Bir Yazın Çalışması", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 110-117.
- Fonseca, L.M. (2018). "Industry 4.0 and the Digital Society: Concepts, Dimensions and Envisioned Benefits", *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, Sciendo, 12(1), 386-397.
- Ford, M. (2018). "Robotların Yükselişi: Yapay Zekâ ve İşsiz Bir Gelecek Tehlikesi", Kronik Yayınları, İstanbul.
- Friedman, T.L. (2005). "The World is Flat – A Brief History of the Twenty-First Century", 1. Baskı, Farrar, Straus and Giroux.
- Germany Trade and Invest. (2018). "Industrie 4.0 – Germany Market Report and Outlook", https://www.gtai.de/gtai/content/en/invest/_shareddocs/downloads/gtai/industry-overviews/industrie4.0-germany-market-outlookprogress-report-en.pdf?v=12, (Erişim Tarihi: 10.11.2019).
- Glas, A. H. ve Kleemann, F.C. (2016). "The Impact of Industry 4.0 on Procurement and Supply Management: A Conceptual and Qualitative Analysis", *International Journal of Business and Management Invention*, 5(6), 55-66.
- Gönen, S. ve Rasgen, M. (2019). "Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2898-2917.
- Götz, M. ve Jankowska, B. (2017). "Clusters and Industry 4.0–Do They Fit Together?", *European Planning Studies*, 25(9), 1633-1653.
- Gür, N., Ünay, S. ve Dilek, Ş. (2017). "Sanayiye Yeniden Düşünmek: Küresel Teknolojik Dönüşümün Dünya ve Türkiye Ekonomisine Yansımaları", Seta, Ankara.
- Hamzeh, R., Zhong, R. ve Xu, X.W. (2018). "A Survey Study on Industry 4.0 for New Zealand Manufacturing", *Procedia Manufacturing*, 26, 49-57.
- Han J.H., Jin C. ve Wu, L.S. (2020). "Research on Accuracy of Flower Recognition Application Based on Convolutional Neural Network", *Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering AHFE 2019, Advances in Intelligent Systems and Computing*, Editör: Ahram, T., Springer, Cham, 224-232.
- Henke, N., Levine, J. ve Mcinerney, P. (2018). "Analytics Translator: The New Must-Have Role", *Harvard Business Review*, <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/analytics-translator>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Hennies, M. ve Raudjärv, M. (2015). "Industry 4.0. Introductory Thoughts on the Current Situation", *Estonian Discussions on Economic Policy*, 23(2), 1-3.
- Horváth, D. ve Szabó, R.Z. (2019). "Driving Forces and Barriers of Industry 4.0: Do Multinational and Small and Medium-Sized Companies Have Equal Opportunities?", *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 119-132.
- Hsu, C.C., Kannan, V.R., Tan, K.C. ve Keong Leong, G. (2008). "Information Sharing, Buyer-Supplier Relationships, and Firm Performance: A Multi-Region Analysis", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(4), 296-310.

- Huchler, N. (2017). "Grenzen Der Digitalisierung Von Arbeit–Die Nicht-Digitalisierbarkeit und Notwendigkeit Impliziten Erfahrungswissens und Informellen Handelns", *Zeitschrift Für Arbeitswissenschaft*, 71(4), 215-223.
- Hughes, B. ve Wilson, G. (2015). "3D/Additive Printing Manufacturing: A Brief History and Purchasing Guide", *Technology and Engineering Teacher*, 75(4), 18-21.
- Iyer, A. (2018). "Moving from Industry 2.0 to Industry 4.0: A Case Study from India on Leapfrogging in Smart Manufacturing", *Procedia Manufacturing*, 21, 663-670.
- Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0", Acatech–National Academy of Science and Engineering, <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Kamber, E. ve Bolatan, G.İ.S. (2019). "Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(30), 836-847.
- Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M. ve Ramsauer, C. (2017). "Transition Towards an Industry 4.0 State of the Leanlab at Graz University of Technology", *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213.
- Kaspar, S. ve Schneider, M. (2015). "Lean und Industrie 4.0 in der Intralogistik: Effizienzsteigerung Durch Kombination der Beiden Ansätze", *Productivity Management*, 20(5), 17-20.
- Kheyfets, B. ve Chernova, V. (2019). "Government Programs for Smart Re-Industrialization: Justification of Strategic Choice for Russia", *Revista Espacios*, 40(18), 30-37.
- Kılıç, S. ve Alkan, R.M. (2018). "Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye Değerlendirmeleri", *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29-49.
- Kiel, D., Müller, J.M., Arnold, C. ve Voigt, K. I. (2017). "Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0", *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1-34.
- Kinzel, H. (2017). "Industry 4.0–Where Does This Leave The Human Factor?", *Journal of Urban Culture Research*, 15, 70-83.
- Koca, K.C. (2018). "Sanayi 4.0: Türkiye Açısından Fırsatlar ve Tehditler", *Sosyoekonomi*, 26(36), 245-252.
- Kolberg, D. ve Zühlke, D. (2015). "Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies", *IFAC-Papersonline*, 48(3), 1870-1875.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T. ve Hoffmann, M. (2014). "Industry 4.0", *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- Li, L. (2018). "China's Manufacturing Locus in 2025: With a Comparison of "Made-in-China 2025" and Industry 4.0", *Technological Forecasting & Social Change*, 135, 66-74.
- Li, Q., Jiang, H., Tang, Q., Chen, Y., Li, J. ve Zhou, J. (2016). "Smart Manufacturing Standardization: Reference Model and Standards Framework", *OTM Confederated International Conferences on the Move to Meaningful Internet Systems*, Rodos, Yunanistan, 16-25.
- Liu, J. (2018). "Research on Supply Chain Optimization Strategy of Clothing Retail Industry under the Background of Big Data", *8th International Conference on Management, Education and Information, MEICI*, Shenyang, Çin, 56-60.
- Lu, Y. (2017). "Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues", *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Manda, M. I. ve Ben Dhaou, S. (2019). "Responding to the Challenges and Opportunities in the 4th Industrial Revolution in Developing Countries", *Proceedings of the 12th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, Melbourne, Avustralya, 244-253.
- Mcdonough, J. ve Mcdonough, S. (1997). "Research Methods for English Language Teachers", Arnold, Londra.
- Mcknight, M. (2016). "IOT, Industry 4.0, Industrial IOT... Why Connected Devices are the Future of Design", *KNE Engineering*, 2(1), 197-202.
- Muhuri, P.K., Shukla, A.K. ve Abraham, A. (2019). "Industry 4.0: A Bibliometric Analysis and Detailed Overview", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78, 218-235.
- Obamawhitehouse. (2011). "President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership", <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2011/06/24/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership>, (Erişim Tarihi: 28.02.2020).
- Oesterreich, T.D. ve Teuteberg, F. (2016). "Understanding the Implications of Digitisation and Automation in the Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of a Research Agenda for the Construction Industry", *Computers in Industry*, 83, 121-139.
- Ovacı, C. (2017). "Endüstri 4.0 Çağında Açık İnovasyon", *Maliye Finans Yazıları*, (Özel Sayı), 113-132.

- Özden, A., Seheri, Ö. ve Ersan, Ö. (2019). "Beyaz Eşya Sektörü, A&T Bank Ekonomik Araştırmalar Departmanı", Ekim 2019, https://www.atbank.com.tr/documents/beyaz%20esya%20sektoru_ekim%202019.pdf, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Özdoğan, O. (2018). "Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları", Pusula, İstanbul.
- Özsoylu, A.F. (2017). "Endüstri 4.0", *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E. ve Gürsev, S. (2018). "Türkiye'de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması", *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2), 145-154.
- Öztürk, E. ve Koç, K.H. (2017). "Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi", *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 786-794.
- Pamuk, N.S. ve Soysal, M. (2018). "Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme", *Verimlilik Dergisi*, 1, 41-66.
- Prakash, K.S., Nancharaih, T. ve Rao, V.S. (2018). "Additive Manufacturing Techniques in Manufacturing-an Overview", *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3873-3882.
- Reel Sektör. (2016). "Ev Elektronik & Beyaz Eşya Eki", 19 Mayıs 2016, http://www.turkbesd.org/userfiles/files/sayfa_1.pdf, (Erişim Tarihi: 28 Ağustos 2021).
- Roy, D., Mittag, P. ve Baumeister, M. (2015). "Industrie 4.0-Einfluss der Digitalisierung Auf Die Fünf Lean-Prinzipien-Schlank vs. Intelligent", *Productivity Management*, 20(2), 27-30.
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R. ve Harrison, D.K. (2021). "Industry 4.0: A Technological-Oriented Definition based on Bibliometric Analysis and Literature Review", *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. ve Harnisch, M. (2015). "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries", *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Rüttimann, B.G. ve Stöckli, M.T. (2016). "Lean and Industry 4.0-Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems", *Journal of Service Science and Management*, 9(6), 485-500.
- Saatçioğlu, Ö., Kök, G. ve Özıspa, N. (2018). "Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı, 1675-1696.
- Safar, L., Sopko, J., Bednar, S. ve Poklemba, R. (2018). "Concept of SME Business Model for Industry 4.0 Environment", *Tem Journal*, 7(3), 626-637.
- Sarwono, R. ve Bernarto, I. (2020). "Leading Millennials to 4.0 Organization", *Management Science Letters*, 10(4), 733-740.
- Schumacher, A., Erol, S. ve Sihm, W. (2016). "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises", *Procedia CIRP*, 52, 161-166.
- Schwab, K. (2017). "Dördüncü Sanayi Devrimi" (Z. Dicleli, Çev.), Optimist, İstanbul.
- Siemens. (2016). "Siemens: Endüstri 4.0 Yolunda", İstanbul.
- Sindhuja, C.V. ve Akhilesh, K.B. (2020). "Millennials at Industry 4.0—Opportunities and Challenges", *Smart Technologies*, Editörler: Akhilesh, K.B. ve Möller, D.P.F., Springer, Singapur, 121-136.
- Sklyar, A., Kowalkowski, C., Tronvoll, B. ve Sörhammar, D. (2019). "Organizing for Digital Servitization: A Service Ecosystem Perspective", *Journal of Business Research*, 104, 450-460.
- Ślusarczyk, B. (2018). "Industry 4.0: Are We Ready?", *Polish Journal of Management Studies*, 17(1), 232-248.
- Sony, M. ve Naik, S. (2020). "Key Ingredients for Evaluating Industry 4.0 Readiness for Organizations: A Literature Review", *Benchmarking: An International Journal*, 27(7), 2213-2232.
- Soylu, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- Stake, R.E. (1995). "The Art of Case Study Research: Perspective in Practice", Sage, Londra.
- Suyanto, U.Y., Purwanti, I. ve Sayyid, M. (2019). "Transformational Leadership: Millennial Leadership Style in Industry 4.0", *Manajemen Bisnis*, 9(1), 53-63.
- Sürmen, Y. E. ve Güler, E. (2021). "Endüstri 4.0 ve Bursa Otomotiv Sanayi: SWOT (GZFT) Analizi ile Bir Değerlendirme", *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27, 328-347.
- Şahin, H. ve Topal, B. (2019). "Examination of Effect of Information Sharing on Businesses Performance in the Supply Chain Process", *International Journal of Production Research*, 57(3), 815-828.
- Şekelli, Z.H. ve Bakan, İ. (2018). "Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0", *Journal of Life Economics*, 5(2), 17-36.

- Tarasov, I.V. (2018). "Industry 4.0: Technologies and Their Impact on Productivity of Industrial Companies", *Strategic Decisions and Risk Management*, 2, 62-69.
- Taş, H.Y. (2018). "Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri", *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 1817-1836.
- Timurcanday Özmen, Ö.N., Eriş, E.D., Süral Özer, P. ve Zerey, H. (2019). "Endüstri 4.0'a Bütüncül Bir Yaklaşım: Örnek Olay Analizi ve Stratejik Yol Haritası", *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 20(2), 499-520.
- Toker, K. (2018). "Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 29(84), 51-64.
- Trademap. (2020). <https://www.trademap.org/index.aspx>, (Erişim Tarihi: 13.03.2020).
- Tschandl, M. ve Mallaschitz, C. (2016). "Industrie 4.0: Controller Als Treiber Einer Strategischen Neuausrichtung", *Controlling und Industrie*, 4, 85-106.
- TÜBİTAK. (2017). "Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası", V2, http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-03ocak2017.pdf, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Türkel, S. ve Bozağaç, F. (2018). "Endüstri 4.0'ın İnsan Kaynakları Yönetimine Etkileri", *Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 419-441.
- Tvenge, N. ve Martinsen, K. (2018). "Integration of Digital Learning in Industry 4.0", *Procedia Manufacturing*, 23, 261-266.
- UNIDO. (2018). "Industry 4.0-The Opportunities Behind the Challenge", Viyana, https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/unido_gc17_industry40.pdf, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Vogel-Heuser, B. ve Jumar, U. (2019). "Scientific Fundamentals of Industry 4.0", *At-Automatisierungstechnik*, 67(6), 502-503.
- Von Haartman, R., Bengtsson, L. ve Niss, C. (2016). "Lean Practices as Requisites for the Use of Digital Technology in Production", *Proceedings of the 23rd Euroma Conference*, 17-22 Haziran, Trondheim, Norveç.
- Von Leipzig, T., Gamp, M., Manz, D., Shöttle, K., Ohlhausen, P., Oosthuizen, G., Palm, D. ve Von Leipzig, K. (2017). "Initialising Customer-Orientated Digital Transformation in Enterprises", *Procedia Manufacturing*, 8, 517-524.
- Wagner, T., Herrmann, C. ve Thiede, S. (2017). "Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems", *Procedia CIRP*, 63, 125-131.
- Waibel, M.W., Steenkamp, L. P., Moloko, N. ve Oosthuizen, G. A. (2017). "Investigating the Effects of Smart Production Systems on Sustainability Elements", *Procedia Manufacturing*, 8, 731-737.
- Walendowski, J., Kroll, H. ve Schnabl, E. (2016). "Industry 4.0. Advanced Materials (Nanotechnology)", Technopolis, Brüksel.
- Wübbeke, J., Meissner, M., Zenglein, M.J., Ives, J. ve Conrad, B. (2016). "Made in China 2025", Mercator Institute for China Studies, Papers on China, 2.
- Yıldız, A. (2018). "Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Yin, R. K. (2002). "Case Study Research: Design and Methods", 3. Baskı, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Yin, R. K. (2017). "Durum Çalışması Araştırması Uygulamaları", 3. Baskı (İ. Günbayı, Çev.), Nobel Yayınevi, Ankara.
- Yoşumaz, İ. ve Özkara, B. (2019). "Endüstri 4.0 Sürecinin Hazır Giyim İşletmeleri Üzerindeki Etkileri: Hugo Boss Türkiye Örneği", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(4), 2587-2600.
- Yudkowsky, E. (2008). "Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk", *Global Catastrophic Risks*, 1(303), 184.
- Zainal, Z. (2007). "Case Study as a Research Method", *Jurnal Kemanusiaan*, 5(1), 1-6.
- Zhang, L., Tan, J., Han, D. ve Zhu, H. (2017). "From Machine Learning to Deep Learning: Progress in Machine Intelligence for Rational Drug Discovery", *Drug Discovery Today*, 22(11), 1680-1685.