

PAPER DETAILS

TITLE: ELAZIG ORGANIZE SANAYI BÖLGESİNDEKİ FİRMALARIN ENDÜSTRİ 4.0 ALGISI

AUTHORS: Serkan METİN,İbrahim TÜRKOĞLU

PAGES: 477-496

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/760895>

Araştırma Makalesi / Research Article

ELAZIĞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ FİRMALARIN ENDÜSTRİ 4.0 ALGISI

Serkan METİN*

İbrahim TÜRKOĞLU**

INDUSTRY 4.0 PERCEPTIONS OF FIRMS IN ELAZIĞ ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

Öz

Bu çalışmanın amacı Elazığ'da Organize Sanayi Bölgesi içerisinde üretim yapan firmaların, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan ve ülkemizde Sanayide Dijitalleşme olarak benimsenen bu yeni üretim modeli hakkındaki bilgi seviyelerini ölçmek ve mevcut alt yapılarının bu yeni teknolojik dönüşüme ne kadar uygun olduğunu belirlemektir. Elazığ Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren 10 farklı sektörden, 49 farklı firmanın yetkililerine hazırlanan anket uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan ölçeklerin normal dağılıma uymaması ve araştırmanın küçük örneklem özelliklerinden dolayı parametrik olmayan test istatistiklerinin kullanılması uygun görülmüştür. Sürekli değişkenler arasında ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Kategorik değişkenler ile sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler ise Mann Whitney U testi ve Kruskal Wallis H Testi ile değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Sanayi Devrimleri, Akıllı Fabrika.

Abstract

The aim of this study to measure the information level of the firms that are operating within Elazığ Organizational Industrial Zone about the new production model that is called as Digitalization in Industry and named as Industry 4.0 and to determine how much they are capable of this technological transformation with their current infrastructures. The survey prepared for personnel of 49 different firms that are operating in 10 different sectors within Elazığ Organizational Industrial Zone was implemented. It is seen convenient to use nonparametric test statistics for the reasons of scales used in the research are not suitable for normal distribution and of research's small sample features. The relations between continuous variables were examined with correlation analysis. On the other hand,

* Öğr. Gör., Fırat Üniversitesi, Karakoçan MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, e-posta: smetin@firat.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1765-7474>.

** Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, e-posta: iturkoglu@firat.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4938-4167>.

the relations between categorical variables and continuous variables were evaluated with Mann Whitney U Test and Kruskall Wallis H Test.

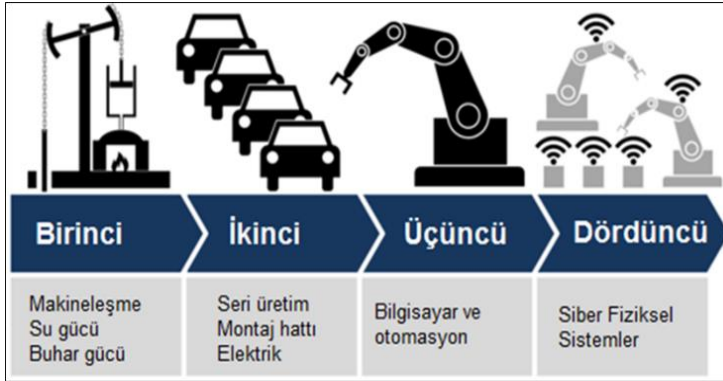
Keywords: Industry 4.0, Industrial Revolutions, Smart Factory.

1. Giriş

Endüstri, yüksek mekanize ve otomatikleştirilmiş maddi ürünler üreten bir ekonominin parçasıdır. Sanayileşmenin başlangıcından bu yana teknolojik sıçramalar “endüstriyel devrimler” olarak adlandırılmaktadır (Heiner, 2014). Tarih boyunca endüstri teknolojik ilerlemelerden belli bir zaman dilimine odaklanan ve bu nedenle sanayi devrimleri olarak adlandırılan süreçlerden geçmiştir (Igor, 2018: 108).

Sanayi Devrimi, toplumları ve ekonomileri kökten değiştiren bir gelişim sürecidir (Jaap, 2014: 2). İlk sanayi devrimi, 18. yüzyılda mekanik sistemlerin artmasıyla başlamıştır. 20. yüzyılın başlarında seri üretim ve montaj hatlarının tanıtılmasıyla ikinci sanayi devrimi başlamıştır. 1970’li yıllarda üçüncü sanayi devrimi ile üretimde bilgisayarlar ve otomasyon teknolojiler kullanılmıştır. Dördüncü sanayi devrimi ise gerçek ve sanal dünyanın kaynaşmasından kaynaklanan, siber-fiziksel sistemleri kapsamaktadır (Joaquim, 2018: 89). Şekil 1’de sanayi devrimlerinin kullanmış olduğu teknolojik altyapıları gösterilmektedir.

Şekil 1: Sanayi Devrimlerinin Kullandığı Teknolojiler



Kaynak: Christian, 2018: 280

2. Endüstri 4.0

Yeni bir teknolojik çağın, dördüncü sanayi devriminin eşiğindeyiz. Bu düşünceye göre, web ağı ürün tasarımından bakım ve geri dönüşüme kadar üretimin tüm aşamalarında akıllı süreçlerin yaratılmasını destekleyecektir. Ürün ve insanlar internet üzerinden giderek daha fazla

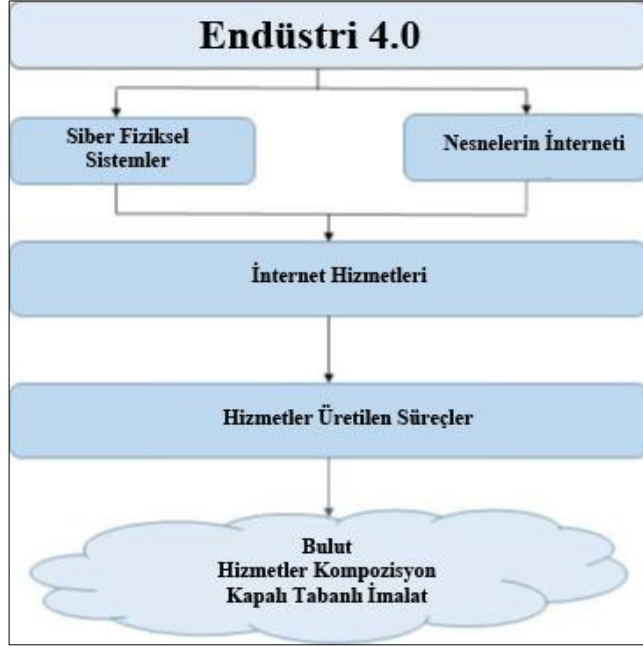
iletişim içerisinde olacaktır. Bu sistemler, verileri analiz etmek, hataları tahmin etmek, yeniden yapılandırmak ve müşteri ihtiyaçlarına sürekli olarak uyum sağlamak için etkileşime girecektir (Joaquim, 2018: 92). Gelecek üretim vizyonu, modüler ve verimli üretim sistemlerini içermektedir. Ürünlerin kendi üretim süreçlerini kontrol ettiği senaryoları karakterize etmektedir. Bu, seri üretimin ekonomik koşullarını korurken tek tek ürünlerin bir parti büyüklüğünde üretilmesini sağlayacaktır. Üretim sektöründeki geleceğe yönelik bu beklenti ile Endüstri 4.0 terimi ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 dördüncü sanayi devrimini temsil etmektedir (Igor, 2018: 109). Endüstri 4.0, teknolojik stratejiye dayanan yeni bir üretim politikası geliştirmek üzere ilk kez 2011 yılında Almanya Hannover'de düzenlenen bir etkinlikte gündeme getirilmiştir (Joaquim, 2018: 93).

Endüstri 4.0, bireysel olarak, bir disipline ilişkin net sınıflandırması ve kesin ayrımı mümkün olmayan geniş bir yelpazedeki mevcut kavramları ifade etmektedir (Heiner, 2014: 240). Endüstri 4.0, bir sistem içinde insanlarla ve birbirleriyle işbirliği içinde olan Nesnelerin İnterneti (Nİ), Siber Fiziksel Sistemler (SFS) ve İnternet Hizmetlerinin birleşimidir (Vasja, 2016: 4). Klaus Schwab, Endüstri 4.0'ı biyolojik, fiziksel ve dijital dünyaları birleştiren ve tüm disiplinleri etkileyen, insanlığın ideolojisine meydan okuyan bir dizi yeni teknoloji olarak tanımlamıştır (Mihyun, 2016: 1312). Önde gelen üç Alman makine, bilişim ve elektrik sanayi kuruluşu olan VDMA, Bitkom ve ZVEI göre Endüstri 4.0, bağımsız bir şekilde kontrol edilen ve dinamik bir üretim gerçekleştirerek değer zincirlerinin optimizasyonunu amaçlayan teknoloji olarak tanımlanmıştır (Dennis, 2015: 1870).

Üretim cihazlarına algılama, iletişim ve bilgi işlem yetenekleri sağlayabilen elektronik cihazların maliyetlerindeki düşüş, saha verilerinin toplanması ve cihazların güçlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, makineler ve ürünler, verileri işleyebilen ve merkezi olmayan karar verme sürecine katılabilecek SFS haline gelmektedir (Juan-Ignacio, 2018: 266). SFS, üretimde yeniden yapılandırılabilir otomasyon ve modüler takım tezgâhı geliştirilebilmesi için büyük bir potansiyele sahiptir (Jiafu, 2018: 6).

Endüstri 4.0, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)'nin üretime artan entegrasyonu olarak açıklanmaktadır. BİT şu anda hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu gelişimle birlikte, Bulut bilişim, Nİ, büyük veri analizi ve yapay zeka gibi birçok teknoloji ortaya çıkmıştır. Bu teknolojiler, üretim endüstrisine nüfuz etmektedir (Zheng, 2018: 137). Nİ, dördüncü sanayi devrimi için ana teknolojidir (Igor, 2018: 113). Nİ ve Endüstri 4.0 arasındaki ara bağlantının temel şeması Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2: Nesnelerin İnterneti ve Endüstri 4.0 Arasındaki Ara Bağlantının Temel Şeması



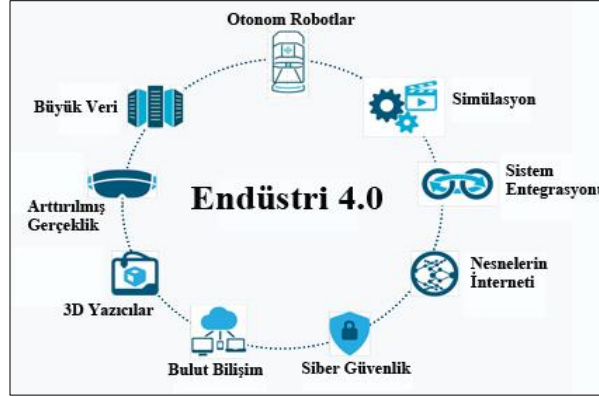
Endüstri 4.0 ile internet teknolojileri, tüm üretim araçlarının gerçek zamanlı etkileşimlerini mümkün kılmaktadır. SFS ve Nİ etkileşimi sadece üretim faaliyetlerini değil aynı zamanda insanlar ve yaşamları üzerinde de büyük etkisi olan uygulamalara olanak sağlamaktadır. Endüstri 4.0 çerçevesi tarafından etkilenen birçok alan vardır (Igor, 2018: 112):

- Fabrikalar
- Güç
- Sağlık hizmeti
- Ulaşım
- Binalar

Endüstri 4.0'ın diğer bir önemli özelliği ise sanallaştırma'dır. Bu özellik sayesinde farklı yönetim ve tasarım stratejileri uygulamaya koyulmadan fabrikanın benzetim modelleri üzerinde test edilebilmektedir (Juan-Ignacios, 2018: 267). Mevcut sistemlerin Endüstri 4.0'a tam olarak dönüşmesi basit bir süreç olmasa da Endüstri 4.0 devriminin işaretleri 2014'ten bu yana algılama, büyük veri, ağ oluşturma, yazılım ve diğer çeşitli sistemlerde gözlemlenmiştir (Mihyun, 2016: 1314). Endüstri 4.0,

dokuz dijital endüstriyel teknolojinin bileşiminden oluşmaktadır (Xu, 2018: 12). Bu teknolojiler Şekil 3’de verilmiştir.

Şekil 3: Endüstri 4.0'da Yer Alan Teknolojilerin Yapısı



Kaynak: <http://www.sanayicidergisi.com.tr/>

Endüstri 4.0'da yer alan üretimi için kullanılan endüstriyel teknolojiler dijital, fiziksel ve biyolojik teknolojilerin alt gruplarını oluşturmaktadır. Bu üç teknolojik yapı Tablo 1'de gösterilmiştir (Li, 2017: 626).

Tablo 1: Dördüncü Sanayi Devrimi İçin Teknolojik Sürücüler

Teknoloji sürücülere	Alanlar
Dijital	Nesnelerin İnterneti (Nİ)
	Yapay zeka ve makine öğrenimi
	Büyük veri ve bulut bilişim
	Dijital platform
Fiziksel	Özerk Otomobiller
	3D baskı
Biyolojik	Genetik Mühendisliği
	Nöroteknoloji

Kaynak: Li, 2017: 627

Endüstri 4.0 olarak bilinen yeni dijital teknolojilerin yükselişi, makineler arasında verilerin toplanmasını ve analiz edilmesini sağlayan ve daha düşük maliyetlerle daha yüksek kaliteli mal ve hizmetler üretmek için daha hızlı, daha esnek ve daha verimli süreçler sağlayan bir dönüşümdür (Igor, 2018: 112). Bu dönüşüm, artan müşteri gereksinimlerini karşılamak ve küresel pazarın beklentilerine uyum sağlamak için gerekmektedir (Odważny, 2018: 263). Endüstri 4.0'ın üretim aşamasında sağladığı faydalar süre, maliyet, esneklik ve entegrasyondur (Stăncioiu, 2017: 74). Esnek ve özelleştirilmiş üretim için artan talep, mevcut üretim sistemlerine yeni zorluklar getirmektedir. Bu zorlukların üstesinden

gelmek için, fiziksel ve siber kaynakları paylaşarak üretimi optimize etmeyi amaçlayan Endüstri 4.0 için pek çok araştırma çalışması yürütülmüştür.

Dünya Ekonomik Forumunun (DEF) 2016'da gerçekleştirdiği yıllık Davos toplantısında, Endüstri 4.0 konusunu yoğun bir şekilde tartışılmış ve bu yeni aşama ya da endüstriyel ilerlemenin çeşitli yönleri farklı yazarlar tarafından ele alınmıştır. Endüstri 4.0, fiziksel, dijital ve biyolojik alanlar arasındaki çizgileri bulanıklaştıran teknolojilerin bir birleşimi olarak kabul edilmiştir (MinHwa, 2018: 2). Davos'taki tartışmanın çoğu, yeni teknolojilerin olumlu etkilerinden ziyade, olumsuz etkilerine odaklanmıştır. SAP Community Networks'ten Judith Magyar, 3 boyutlu yazıcılar ve genetik mühendisliği gibi devrim niteliğindeki teknolojileri endüstriyel gelişim için olağanüstü fırsatlar sunarken aynı zamanda bazı önemli riskler de barındırdığını belirtmiştir (Prisecaru, 2016: 59). Bunun ile birlikte DEF'ne göre, "Dördüncü Sanayi Devrimi", dünya çapındaki nüfuslar için küresel gelir seviyelerini yükseltme ve yaşam kalitesini artırma potansiyeline sahiptir. Alman Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı, on yıllık bir süre içerisinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin piyasa potansiyelinin yaklaşık 45 trilyon Euro olacağını tahmin etmektedir (Christian, 2018: 280).

3. Akıllı Fabrikalar

Endüstri 4.0, özellikle akıllı ürünler ve servislerin yanı sıra akıllı fabrika kavramına da dayanmaktadır (Mihyun, 2016: 1312). Akıllı Fabrika kavramı, BİT'in tasarım, mühendislik ve üretim operasyonlarındaki mevcut strateji ve teknolojileri ile gerçek zamanlı, etkin ve doğru karar vermeyi destekleyen en ileri teknolojilerin birleşimi olarak düşünülebilir (Magnus, 2018: 472).

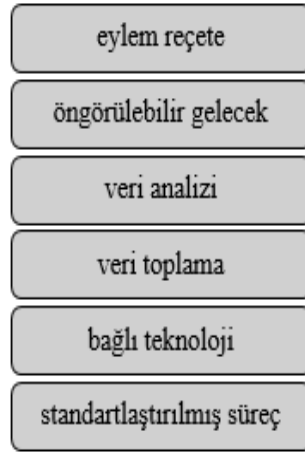
Elektrik ve elektronik teknolojisi, bilgi teknolojisi ve ileri üretim teknolojisinin hızla gelişmesiyle, işletmelerinin üretim şekli dijitalden zekiye dönüşmektedir. Bu dönüşüm, sanal gerçeklik teknolojisi ve SFS'ye dayanmaktadır. Akıllı üretim bağlamında, ağ teknolojilerine ve üretim verilerine dayanarak gelişmiş üretim elde etmek için akıllı fabrikayı kurmak önemlidir (Baotong, 2017: 6505).

Mikrodenetleyici, aktüatörler, sensörler ve bir iletişim arayüzü ile donatılmış olan SFS bağımsız olarak çalışarak üretim ortamlarıyla etkileşime girebilmektedir. Böylece, bir fabrika "akıllı" hale gelmektedir (Dennis, 2015: 1870). Akıllı fabrika uygulanmasında Nİ temeldeki ekipman kaynaklarını entegre etmek için kullanılır. Bu sayede, üretim sistemi algılama, ara bağlantı ve veri entegrasyonu yeteneklerine sahip

olmaktadır. Veri analizi ve bilimsel kararlar, akıllı fabrikada ürünlerin üretim planlaması, ekipman servisi ve kalite kontrolünü sağlamak için kullanılmaktadır. Akıllı fabrika, hizmet ve üretim kaynaklarını yerel bir veritabanından bulut sunucusuna sanallaştırmaya olanak sağlamaktadır. İnsan-makine etkileşimi sayesinde, sipariş odaklı piyasaya yönelik akıllı üretimin küresel işbirlikçi süreci inşa edilmiştir. Akıllı fabrika, ara bağlantı, işbirliği ve yürütme olmak üzere üç unsurdan oluşan bir mühendislik sistemini temsil etmektedir. Akıllı fabrikanın mimarisi, fiziksel kaynak katmanı, ağ katmanı, veri uygulama katmanı, terminal katmanı olmak üzere dört katman içermektedir (Baotong, 2017: 6506).

Akıllı fabrikaların ana özelliği SFS ile birlikte Nİ kullanımıdır. Nİ, kuruluşların, çeşitli paydaşlar (müşteriler ve tedarikçiler) ve sürdürülebilir (uzun vadeli büyüme) arasındaki derin uyumla müşterilerinin ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilen çok küçük partiler üretmede esnek hale gelmelerini ve üretim sistemlerini yeniden şekillendirmelerini sağlamaktadır (Andrej, 2018: 245). Scania'nın yalın temelli üretim sistemi felsefesi, şirketlerin her zaman daha verimli hale gelmeleri için üretim sistemlerini sürekli olarak iyileştirmesi gerektiğini belirtmektedir. Scania'nın akıllı fabrika piramidi Şekil 4'de verilmiştir (Magnus, 2018: 472).

Şekil 4: Scania Tarafından Akıllı Fabrika Piramidi



Kaynak: Magnus, 2018: 476

4. Elazığ Organize Sanayi Bölgesi

Elazığ OSB için büro çalışması mahiyetinde olan 1960'lı yılların sonundaki faaliyetler ancak, 1972 yılında bir ön proje hazırlık safhasına gelmiştir. Türkiye Odalar Birliğince 28-30 Haziran 1972 de mahallinde

yapılan incelemelerle çalışmalar fiilen başlamıştır. Elazığ OSB 1972 yılında yapılan ön inceleme çalışmaları ile kurulma aşamasına geçmiştir. Fakat kurulum süreç içerisinde yaşanan problemler sebebiyle ancak 1985 yılında 5.beş yıllık kalkınma planı (1973-1977) kapsamında yatırım programına alınmıştır.

II. Bölge çalışmaları başlamıştır. 1998 yılında OSB alanı 400 hektara çıkartılmıştır. II. OSB'deki tüm işletmeler faal durumdadır. İşletme sayısı 32'dir. İnşaatı devam eden işletme sayımız 3. Proje aşamasındaki işletme sayısı ise 4'dür.

III. Bölge İmar planı çalışmaları 2006 yılında sonuçlandırılmış ve 38 sanayi parselinin tahsisi yapılmıştır. Bu parsellerden 22 firma faaliyetlerine devam ederken, 6 parsel inşaat ve 8 parsel ise proje safhasındadır.

Elazığ Türkiye'nin dört bir yanına ana karayollarıyla bağlı olup, ayrıca demiryolu ve havayolu ulaşımına da sahiptir. Bu jeopolitik konum Organize Sanayi bölgemizin önemini bir kat daha artırmaktadır. Son zamanlarda işler hale gelen Tahran-Şam, Tahran-Haydarpaşa trenler de Elazığ'dan geçmektedir. Özellikle OSB içerisinde kurulumuna başlanan konteynır yükleme ve boşaltma istasyonu Elazığ OSB'yi Bölgede en önemli OSB'lerden biri haline getirmiştir.

5. Literatür İncelemesi

Bu çalışmanın amacı imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin verimliliğini artırma ve ihracat faaliyetlerinde rekabet gücünün sürdürülebilirliğini sağlayacak yeni teknolojilerin firmalar tarafından benimsenme düzeylerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Endüstri 4.0 teknolojisi hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek ve bu yeni teknolojiye geçiş sürecinde firmaların yol haritalarını belirlemeleri için gerekli teknik destek alma ve altyapılarını dönüştürme isteklerini araştırma konuları önem kazanmaktadır. Çalışmalar genel anlamda Endüstri 4.0 oluşturan teknolojik altyapıların geliştirilmesi ve model oluşturulması üzerine odaklanmıştır. Ancak literatür incelendiğinde Endüstri 4.0 konusunda işletmeler ve OSB'ler üzerine yapılmış doğrudan saha çalışmaları oldukça kısıtlıdır. Bu açıdan da yapılan bu çalışma literatür açısından önem taşımaktadır. Türkiye'de konuyla ilgili olan literatür aşağıda sunulmuştur.

Özkurt(2016), Sakarya Makine İmalatçıları Birliği (SAMİB)'e bağlı 5 imalat sektörü kuruluşu üzerinde 74 sorudan oluşan Endüstri 4.0 ile ilgili anketi uygulamıştır. Çalışma sonucunda beş kurum ve kuruluşun toplam

verilerine dayanılarak Endüstri 4.0 kavramı ve uygulamalarının henüz tam olarak ortaya konamadığı ve anlaşılamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çevik(2018), yaptığı araştırmasında birincil veri toplama yöntemi olarak derinlemesine mülakat yöntemi benimsenmiştir. Toplamda 7 sorudan oluşan mülakatlar sağlıklı veri alınabilmesi için öncelikle yüz yüze görüşme sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda sektörlerin en yetkili kişileri ile görüşülerek gerçekleştirilmesine özen gösterilmiştir. Görüşme için seçilen şirketlerin ürün, çalışma şekli, büyüklüğü, sektördeki faaliyetleri kapsamı bakımından birbirinden ayrışması ve farklı örnekler oluşturması sektör içerisindeki farklı algı ve uygulamaların görülmesi amacı ile tercih edilmiştir. AGT, GARTNER, SİEMENS, BOSCH, İNTEL, BİLGE ADAM firmaları ile görüşme yapılmıştır. Mülakatlar sonucunda, bu değişime ayak uydurmak konusunda ülkemizde büyük farkındalıklar olduğu vurgulanmıştır. Endüstri 4.0'ın oluşum sürecinin tamamlanmamış olmasının yanında, Türkiye'nin önünde Endüstri 4.0 için hala kat etmesi gereken uzun bir yol olduğu görülmektedir.

Arkan(2018), tez çalışmasında, Endüstri 4.0 dönüşümüne örnek olarak Pine bebek bezi fabrikası incelenmiştir. Bebek bezi fabrikasında 2014 yılının ikinci yarısından itibaren bir bebek bezi üretim hattı yeni sisteme göre revize edilmiştir. Çalışmada oluşturulan sistematik ile her iki sisteminde endüstri 4.0 uyumluluk düzeyi tespit edilmiştir. Daha sonra gerçek üretim verileri ve finansal raporlardan yola çıkılarak endüstri 4.0 dönüşümünün maliyet verimlilik üzerinde etkisi incelenmiştir.

Türkoğlu(2018), Bursa'da üretim yapan firmaların, 4.Sanayi Devrimi ile ortaya çıkan Endüstri 4.0 kavramını nasıl uyguladıkları ve hazırlık seviyelerini hazırlık modeli üzerinden incelemiştir. Bursa'da bulunan 20 farklı sektörden, 70 farklı firmanın yönetim kademesinde bulunan kişiler ile anket aracılığıyla hazırlık modeli üzerinden hazırlıkları tespit edilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, Kurumsal Kaynak Planlaması(KKP) kullanım seviyesinin Endüstri 4.0 olgunluğu ile güçlü pozitif ilişkisi vardır. Ayrıca KKP'de aktifte kullanılan modül sayısının, firmada var olan Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (ÜYDY) seviyesinin, yüksek lisans eğitime sahip çalışanların da Endüstri 4.0 olgunluğu ile pozitif ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz(2018), bu çalışmada İzmir ve Manisa'da yer alan firmaların Endüstri 4.0 farkındalığı araştırılmıştır. Ayrıca, Endüstri 4.0'ın beklenen zorlukları, faydaları, katma değer sağlayacağı alanlar gibi farklı bilgiler hedef firmalardan toplanmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki firmalar en çok Endüstri 4.0, büyük veri, nesnelerin internet ve fabrika düzeni terimlerinin

farkındadırlar. Dört firmadan üçü Endüstri 4.0'ı uygulama ya da değerlendirme aşamasındadır. Standardizasyon, büyük veri yönetimi ve yeni becerilerin elde edilmesi dördüncü sanayi devriminin ana zorlukları olarak görülüyorken maliyet tasarrufu ve değişikliklere hızlı/çevik cevap verme Endüstri 4.0'ın temel faydaları olarak görülmektedir.

Akbaba(2018), doktora tezinde, otomotiv endüstrisinde çalışanların üç boyutlu yazıcı kullanımında etkilendikleri faktörlerin literatürde kullanılan teknoloji kabul modeliyle istatistiksel olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda Otomotiv Sanayi Derneğine üye 7 adet otomotiv firmasındaki 206 çalışan üzerinde anket uygulaması ile Teknoloji Kabul Modeli (TKM) çerçevesinde üç boyutlu yazıcı kullanımına etki eden faktörlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışanların üç boyutlu yazıcı teknolojisini kullanma konusunda algıladıkları kullanım kolaylığının, bu teknoloji ile ilgili tutumları üzerinde %82,8, bu teknolojiyi kullanma niyetleri üzerinde % 78,6 etkili olduğu görülmüştür.

Bersun(2018), Çorum Organize Sanayi Bölgesinde bir vitrifiye üretim tesisinde, Endüstri 4.0 açısından, manuel sırlama sistemleri ile robotlu sırlama sistemleri arasındaki farkların değerlendirilerek, robotlu otomasyon sırlama sistemlerinin Endüstri 4.0 üretim sistemleri açısından değerlendirilmiştir. Manuel sırlama yapan kabinlerde görev alan bir sırlama işgöreni yaklaşık, farklı ölçü ve ebatlarda karma ürün portföyü (klozet, lavabo, ayak, hela taşı vs.) dikkate alındığında, 150 – 160 civarı ürün sırlamaktadır. Buna karşın robotlu sırlama sistemlerinde yine farklı ebat ve ölçülerdeki ürün portföyü dikkate alındığında ortalamanın 200 – 220 civarında olduğu etüt edilmiştir.

6. Yöntem

Bu araştırmanın amacı firmaların 4.sanayi devrimi (Endüstri 4.0) konusundaki bilgi ve yaklaşımlarının ölçülmesidir. Bu bağlamda Endüstri 4.0'a genel yaklaşım, strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım, Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyleri, Endüstri 4.0'dan beklenen fayda ve Endüstri 4.0'ın altyapısını oluşturan teknolojilerden faydalanma düzeylerinin belirlenmesi ve söz konusu değişkenler arasındaki ilişkilerin irdelenmesi amaçlanmaktadır. Değerlendirmelerde sektör farkları göz önüne alınmadan firmaların Endüstri 4.0 altyapı teknolojileri hakkındaki bilgi düzeylerini ölçmek ve çalışan sayısı, müşteri sayıları ile yıllık ciro farklarına göre bu ilişki boyutları üzerinde anlamlı bir değişiklik olup olmadığı analiz edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Elazığ Organize Sanayi bölgesi içerisindeki 138 firma içerisinden basit seçkisiz örnekleme yöntemiyle seçilen 49 firma oluşturmaktadır. Basit seçkisiz örnekleme, oluşturulan

evren listesinden örnekleme birimlerinin seçkisiz olarak elde edilmesidir (Büyükoztürk, 2012). Anket maddeleri üzerine geçerlilik ve güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenirlik katsayısı 0 ile 1 arasında bir değere sahiptir. Güvenirlik katsayısı 1'e yaklaştıkça ölçeğin güvenirliliği artar. Cronbach alpha hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Güvenirlik Analiz Sonuçları

Ölçek	Madde Sayısı	Cronbach's Alpha Güvenirlik Katsayısı
Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım	8	0,916
Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	11	0,934
Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	4	0,744
Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda	10	0,953
Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	12	0,953

Katılımcı firmalara ait demografik bulgularına ilişkin bilgiler ise Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Demografik Bulgulara İlişkin Bilgiler

Değişken	Kategori	Frekans (n)	Yüzde(%)
Anketi Cevaplayanın Firmadaki Pozisyonu	Şirket sahibi	11	22,4
	Müdür/Yönetici	18	36,7
	Mühendis	15	30,6
	Yazılım Uzmanı	1	2,0
	Destek Personeli	4	8,2
Toplam Çalışan Sayısı	1-9	4	8,2
	10-19	9	18,4
	20-49	13	26,5
	50-100	6	12,2
	100-249	6	12,2
	250+	11	22,4
Geçen Yılkı Toplam Gelir	500bin TL'den az	9	18,4
	500bin TL-0,9 milyon TL	7	14,3
	1 milyon TL- 7,9 milyon TL	12	24,5
	8 milyon TL-24,9 milyon TL	7	14,3
	25 milyon TL- 39,9 milyon TL	1	2,0
	40 milyon TL ve üzeri	13	26,5
Firma Faaliyet Sektörü	Ambalaj - Plastik	7	14,3
	Gıda	1	2,0
	İnşaat Yapı Malzemeleri	8	16,3
	Makina	2	4,1

	Metal Ürünler	10	20,4
	Mobilya-Ahşap Ürünler	1	2,0
	Tekstil	2	4,1
	Döküm	4	8,2
	Mermer	8	16,3
	Diğer	6	12,2
Firma Hedef Pazarı	İç pazar	9	18,4
	Dış pazar	4	8,2
	Hem iç hem dış pazar	36	73,5
Müşteri Sayısı	5-9	2	4,1
	10-19	8	16,3
	20-49	6	12,2
	50-100	3	6,1
	100+	30	61,2

İstatistiksel analizlerinizden önce değişkenlerinizin normal dağılıp dağılmadığına bakmalıdır. Normallik analizi ile ilgili literatürde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Birincisi incelenen maddelerin Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis(basıklık) değerleri -1 ile +1 arasında ise değişkenlerin normal dağıldığı söylenebilir. İkinci ise normallik testleri olan Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testlerinin 0,05'den büyük significant(anlamlılık) değerlerine sahip olmasıdır. Anketi oluşturan grupların normallik analizlerinin sonucu Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Normallik Testi Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	istatistik	s.d.	P	istatistik	s.d.	P
Endüstri 4.0’a Genel Yaklaşım	0,127	49	0,047	0,937	49	0,011
Endüstri 4.0’a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	0,079	49	0,200	0,962	49	0,109
Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	0,116	49	0,098	0,957	49	0,069
Endüstri 4.0’dan Beklenen Fayda	0,184	49	0,000	0,839	49	0,000
Endüstri 4.0’ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	0,100	49	0,020	0,940	49	0,015

Araştırmada kullanılan ölçeklerin normal dağılıma uymaması ve araştırmanın küçük örneklem özelliklerinden dolayı parametrik olmayan (non-parametrik) test istatistiklerinin kullanılması uygun görülmüştür. Sürekli değişkenler arasında ilişkiler Spearman parametrik olmayan korelasyon analizi ile incelenmiştir. Kategorik değişkenler ile sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler ise Mann Whitney U testi ve Kruskal Wallis H Testi ile incelenmiştir.

Sürekli değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde değişkenlerin normal dağılıma uymadığı gözlemlendiğinden parametrik olmayan Spearman korelasyon analizinden faydalanılmıştır. Korelasyon analizi değişkenler arasında birlikte değişikliğinin bir ölçüsüdür. Birlikte değişirliğin yönünü ve şiddetini belirlemekle beraber söz konusu ilişkinin nedenselliği hakkında bir çıkarım yapmaz. Korelasyon katsayıları için korelasyon ilişkisinin şiddeti hakkında yorumlar Tablo 5’de ki aralıklarla tanımlanmıştır.

Tablo 5: Korelasyon İlişkisinin Şiddeti

Korelasyon ilişkisi	Değer aralığı
Çok zayıf korelasyon ilişkisi	$0 < r \leq 0,25$
Zayıf korelasyon ilişkisi	$0,25 < r \leq 0,49$
Orta dereceli korelasyon ilişkisi	$0,50 < r \leq 0,69$
Kuvvetli korelasyon ilişkisi	$0,70 < r \leq 0,89$
Çok kuvvetli korelasyon ilişkisi	$0,90 < r \leq 1$

Kaynak: Akgül vd., 2003: 358

7. Bulgular

Gruplar arası farklılık incelemesini içeren araştırma sorularında iki grup arası farklar Mann Whitney U testi , ikiden fazla grup arasındaki farklar ise Kruskal Wallis H testi ile irdelenmiştir. Mann Whitney u testi sonucu gruplar arasında anlamlı farklılık bulgulanması halinde grupların sıra ortalamaları karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Diğer yandan Kruskal Wallis H testi sonucu anlamlı farklılık bulgulanması durumunda ise farklılığın kaynağı olan grup veya grupların tespiti amacıyla her grup birbiri ile Mann Whitney u testi ile karşılaştırılmıştır. Spearman korelasyon analizine ait sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Spearman Korelasyon Matrisi

Değişken	İstatistik	1	2	3	4	5
1.Endüstri 4.0’a Genel Yaklaşım	r	1,000	0,695*	0,0399*	0,369*	0,394*
	P		0,000	0,005	0,009	0,005
	N		49	49	49	49
2.Endüstri 4.0’a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	r		1,000	0,575*	0,359*	0,560*
	P			0,000	0,011	0,000
	N			49	49	49
3.Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	r			1,000	0,320*	0,305*
	P				0,025	0,033
	N				49	49
4.Endüstri 4.0’dan Beklenen Fayda	r				1,000	0,133
	P					0,363
	N					49
5.Endüstri 4.0’ı Oluşturan Altyapı	r					1,000

Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	P					
	N					

* %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ilişkiyi ifade eder.

Tablo 6’da r değeri maddeler arasındaki korelasyon ilişkisinin şiddetini p ise anlamlılık değerini vermektedir. Endüstri 4.0’a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0’a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ölçekleri arasında $r=0,695$ $p<0,05$ değerleri bu iki ölçek arasında %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve güçlüye yakın fakat orta dereceli pozitif bir korelasyon ilişkisi olduğunu göstermektedir. Endüstri 4.0’a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi arasında $r=0,399$ $p<0,05$ anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur. Endüstri 4.0’a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0’dan beklenen fayda arasında $r=0,369$ $p<0,05$ anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur. Endüstri 4.0’a genel yaklaşım Endüstri 4.0’ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında $r=0,394$ $p<0,05$ anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur.

Geçen yıl farklı tutar aralıklarında toplam gelir sahibi olan firmaların frekans dağılımları güvenilir bir farklılık analizi yapılması açısından uygun olmadığı görülmüştür. Belirli tutar aralıklarındaki firma sayısının 5’in altına kalmayacağı şekilde yeniden kategorize edilme yolu ile söz konusu çarpıklıkların giderilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda firmalar 8.000.000 TL’den az gelire sahip ($n=28$) ve 8.000.000 TL ve üzeri gelire sahip ($n=21$) olmak üzere iki kategoriye ayrılıp bu şekilde farklılık analizine tabi tutulmuştur. Yeniden kategorileme sonucu elde edilen gelir değişkeni ile yapılan Mann Whitney U Testi İstatistikleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7: Geçen Yılki Toplam Gelire Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney U Test İstatistikleri

Değişken	Geçen Yılki Toplam Gelir	N	Ortalama	Ortalama Sıra	Mann-Whitney U	Z	p
Endüstri 4.0’a Genel Yaklaşım	8.000.000 TL'den Az	28	2,884	25,500	280,000	-0,284	0,777
	8.000.000 TL'den Fazla	21	2,845	24,333			
Endüstri 4.0’a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	8.000.000 TL'den Az	28	2,977	24,446	278,500	-0,314	0,754
	8.000.000 TL'den Fazla	21	2,970	25,738			

Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	8.000.000 TL'den Az	28	2,643	26,054	264,500	-0,599	0,549
	8.000.000 TL'den Fazla	21	2,381	23,595			
Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda	8.000.000 TL'den Az	28	4,071	25,714	274,000	-0,408	0,683
	8.000.000 TL'den Fazla	21	4,024	24,048			
Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	8.000.000 TL'den Az	28	2,702	25,607	277,000	-0,345	0,730
	8.000.000 TL'den Fazla	21	2,500	24,190			

8.000.000 TL'den az gelire sahip firmalar ile 8.000.000 TL'den fazla gelire sahip firmalar arasında yapılan analizlerde Endüstri 4.0'a genel yaklaşım, Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım, Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi, Endüstri 4.0'dan beklenen fayda bakımından ve Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Farklı sayıda çalışan aralıklarında olan firmalardaki tutarsızlığın giderilmesi amacıyla çalışan sayısı değişkeni 1-19 arası çalışan (n=13), 20-49 arası çalışan (n=13) ve 50 ve üzeri sayıda çalışan (n=23) olarak yeniden kategorize edilmiştir. Yeniden kategorileme sonucu elde edilen çalışan sayısı değişkeni ile yapılan Kruskall Wallis H Testi İstatistikleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: Çalışan Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Kruskall Wallis H Test İstatistikleri

Değişken	Çalışan Sayısı	N	Ortalama	Ortalama Sıra	Ki-Kare	P
Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım	1-19 Arası	13	2,798	23,615	0,226	0,893
	20-49 Arası	13	2,769	24,731		
	50 Ve Üzeri	23	2,962	25,935		
Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	1-19 Arası	13	2,811	21,885	0,970	0,616
	20-49 Arası	13	2,937	25,000		
	50 Ve Üzeri	23	3,087	26,761		
Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	1-19 Arası	13	2,635	27,500	1,224	0,542
	20-49 Arası	13	2,731	26,692		
	50 Ve Üzeri	23	2,359	22,630		

Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda	1-19 Arası	13	4,338	28,769	1,490	0,475
	20-49 Arası	13	3,877	25,154		
	50 Ve Üzeri	23	3,987	22,783		
Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	1-19 Arası	13	2,269	21,462	1,112	0,573
	20-49 Arası	13	2,853	26,731		
	50 Ve Üzeri	23	2,678	26,022		

Farklı sayıda çalışana sahip firmalar arasında %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır.

Firmaların ürün ve hizmetlerini sunduğu müşteri sayılarına göre farklılıkların incelenmesi amacıyla müşteri sayısı değişkeni tekrar kodlanarak 5-100 arası (n=19) ve 100 ve üzeri(n=30) olarak yeniden oluşturulmuştur. Yapılan Mann Whitney U Testi İstatistikleri Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9: Müşteri Sayısına Göre Farklılıkları Sınayan Mann Whitney U Test İstatistikleri

Değişken	Müşteri sayısı	N	Ortalama	Ortalama Sıra	Mann-Whitney U	Z	p
Endüstri 4.0'a Genel Yaklaşım	5-100 Arası	19	2,914	26,132	263,500	-0,442	0,658
	100 Ve Üzeri	30	2,838	24,283			
Endüstri 4.0'a Strateji ve Organizasyon Boyutunda Yaklaşım	5-100 Arası	19	2,837	23,211	251,000	-0,699	0,485
	100 Ve Üzeri	30	3,061	26,133			
Endüstri 4.0 Konusunda Kurum/Kuruluşlarla İşbirliği Düzeyi	5-100 Arası	19	2,316	22,079	229,500	-1,144	0,253
	100 Ve Üzeri	30	2,667	26,850			
Endüstri 4.0'dan Beklenen Fayda	5-100 Arası	19	4,126	25,053	284,000	-0,021	0,983
	100 Ve Üzeri	30	4,003	24,967			
Endüstri 4.0'ı Oluşturan Altyapı Teknolojilerinden Faydalanma Düzeyi	5-100 Arası	19	2,518	23,947	265,000	-0,412	0,681
	100 Ve Üzeri	30	2,678	25,667			

Farklı sayıda müşteriye sahip firmalar arasında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım bakımından %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır.

Firma sahipleri ile yöneticilerinin Endüstri 4.0 hakkındaki bilgi düzeyleri ile ilgili görüşlerine ait değerlendirmeleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi

Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibiyim.										
	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Şirket sahibi	5	35,70	0	0,00	3	20,00	2	28,60	1	10,00
Müdür/ Yönetici	3	21,40	1	33,30	5	33,30	3	42,90	6	60,00

8. Sonuç

OSB'ler bulunduğu şehrin ekonomisine yön veren temel kuruluşlardır. Teşvik kapsamı içerisinde yer alan Elazığ ili içerisindeki OSB'de faaliyet gören firmaların bu yeni teknolojik üretim modeli hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek ve dönüşümü sağlamaya ne kadar yatkın olduklarını ölçmek için yaptığımız bu çalışma Elazığ OSB üzerine yapılan ilk uygulama olduğundan önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 kavramının Elazığ OSB'deki firmalar tarafından ne kadar benimsendiğini ve teknolojik altyapısına yönelik yatırım yapma eğilimlerini belirlemektir. Korelasyon analizine ilişkin sonuçlara bakıldığında Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'a strateji ve organizasyon boyutunda yaklaşım ölçekleri arasında güçlüye yakın fakat orta dereceli pozitif bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır. Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0 konusunda kurum/kuruluşlarla işbirliği düzeyi, Endüstri 4.0'a genel yaklaşım ile Endüstri 4.0'dan beklenen fayda ve Endüstri 4.0'a genel yaklaşım Endüstri 4.0'ı oluşturan altyapı teknolojilerinden faydalanma düzeyi arasında anlamlı ve zayıf pozitif bir korelasyon ilişkisi söz konusudur. Araştırmaya katılan şirket sahiplerinin %28,60'ı müdür/yöneticilerin %42,90'ı bu teknoloji hakkında bilgi sahibi oldukları tespit edilmiştir. Firmaların gelir düzeyleri, çalışan ve müşteri sayılarına göre yapılan analiz sonuçlarından anlamlı bir farklılık saptanamamıştır.

Araştırmanın yalnızca Elazığ OSB’de gerçekleştirilmiş olması önemli bir kısıtı oluşturmaktadır. Bu kapsamda farklı illerde bulunan OSB’ler üzerine yapılacak benzer araştırmalar ile araştırma sonucumuz karşılaştırılarak farklılıklar tespit edilebilir. Araştırmanın farklı modellerle Endüstri 4.0 oluşturan farklı yapılar üzerine odaklanarak yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda araştırmada kullanılan ölçek daha kapsamlı hale getirilerek, ölçeği oluşturan maddeler Endüstri 4.0’a ait detaylı teknik bilgileri kapsayacak şekilde genişletilerek, sadece OSB içerisindeki firmalar ile sınırlı kalmayarak Türkiye genelinde daha büyük ölçekli firmalara uygulanarak Türkiye’nin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyi tespit edilebilir.

Kaynaklar

- Akbaba A. İ. (2018), Dördüncü Endüstri Devrimine Geçiş Sürecinde Üç Boyutlu Yazıcı Kullanımının Teknoloji Kabul Modeliyle Ölçümlemesi: Otomotiv Endüstrisinde Bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Akgül A., Çevik O. (2003), İstatistiksel Analiz Teknikleri, Emek Ofset, Ankara.
- Andrej J., Mirjana P. B., Maja M., Tine B. (2018), Bibliometric Analysis of the emerging Phenomenon of Smart Factories, Journal of Universal Excellence, s.245–252
- Ani B., Christoph S., Markus T., Jerker D. (2018), Monitoring Industry 4.0 Applications for Security and Safety Standard Compliance, IEEE, s.749-754
- Arkan, Ö. (2018), Endüstri 4.0 Kavramı Ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Baotong C., Jiafu W., Lei S., Peng L., Mithun M., Boxing Y. (2017), Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case and Challenges, IEEE Access, s.6505-6519
- Berksun E. (2018), Sanayide Endüstri 4.0 Süreçleri: Çorum Sanayisinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi
- Büyüköztürk, Ş. (2012), Örneklem Yöntemleri, <http://w3.balikesir.edu.tr/~msackes/wp/wp-content/uploads/2012/03/BAY-Final-Konulari.pdf>, (Erişim Tarihi: 27 Aralık 2018)

- Christian F. (2018), Industry 4.0: The Digital German Ideology, TripleC 16 (1), s.280-289
- Çevik, G. Z. (2018), Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz, Yüksek Lisans Tezi, Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Dennis K., Detlef Z. (2015), Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies, IFAC-PapersOnLine 48-3, s.1870–1875
- Heiner L., Hans-Georg K. (2014), Industry 4.0, Business & Information Systems Engineering, s.239, 240
- Igor B., Chiara G., Aldo G., Fabio L., Andrea S. (2018), Exploiting Context-Aware Capabilities over the Internet of Things for Industry 4.0 Applications, IEEE Network, s.108-114
- Jaap B., Menno van D., Sander D., David E., René M., Erik van O. (2014), The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between IT and OT, VINT Research Report 3 of 4, s.1-40
- Jiafu W., Shenglong T., Di L., Muhammad I., Chunhua Z., Chengliang L., Zhibo P. (2018), Reconfigurable Smart Factory for Drug Packing in Healthcare Industry 4.0, IEEE Transactions on Industrial Informatics, s.1-9
- Joaquim G. A., António P., Pedro R., Carla H. (2018), Industry 4.0: A Challenge Of Competition, Millenium, 2(6), s. 89-97
- Juan-Ignacio L., Javier F., Angel A. J., Emilio J. (2018), Petri Net Model of a Smart Factory in the Frame of Industry 4.0, IFAC PapersOnLine 51-2, s.266–271
- Li G., Hou Y., Wu A. (2017), Fourth Industrial Revolution: Technological Drivers, Impacts and Coping Methods, Chinese Geographical Science, 27(4), s.626–637
- Magnus W., Sang D. N., Monica B., Lars H. (2018), Smart Factories: South Korean and Swedish examples on Manufacturing Procedia, Procedia Manufacturing, 25, s.471–478
- Mihyun C., Jaehyoun K. (2016), The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution, Ksii Transactions On Internet and Information Systems Vol. 10, No. 3, s.1311-1319
- MinHwa L., JinHyo J. Y., Andreas P., DongKyu W., Fumio K., Giovanni S., HangSik P., Jeonghwan J., KyungBae P., KwangHo J., Min-Ren

- Y., Sam Y. L., Xiaofei Z. (2018), How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation, *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, s.1-24
- Odważny F., Olga S., Piotr C. (2018), Smart Factory: The Requirements For Implementation Of The Industry 4.0 Solutions In Fmcg Environment –Case Study, *LogForum*, 14 (2), s.257-267
- Özkurt, C. (2016), Endüstri 4.0 Perspektifinden Türkiye’de İmalat Sanayinin Durumu: Sakarya İmalat Sanayi Üzerine Bir Anket Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Prisecaru P. (2016), Challenges Of The Fourth Industrial Revolution, *Knowledge Horizons – Economics*, Volume 8, No. 1, s.57–62
- Stăncioiu A. (2017), The Fourth Industrial Revolution Industry 4.0, *Fiabilitate si Durabilitate - Fiability & Durability* No 1, s.74-78
- Türkoğlu E. (2018), Firmaların Endüstri 4.0’a Hazırlık Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Bursa İlindeki Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Vasja R., Maja M., Alojz K. (2016), A Complex View of Industry 4.0, *SAGE Open*, April-June 2016, s.1-11
- Xu Y. (2018), Industry 4.0 in Logistics, Yüksek Lisans Tezi, Politecnico Di Torino, Department of Mechanical & Aerospace Engineering.
- Zheng P., Honghui W., Zhiqian S., Ray Y. Z., Yongkui L., Chao L., Khamdi M., Shiqiang Y., Xun X. (2018), Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives, *Front. Mech. Eng.* 13(2), s.137–150
- Yılmaz, K. (2018), Awareness Analysis Of Industry 4.0, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.