

KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesinin Belirlenmesi: Şanlıurfa İli Örneği

Determination of Industry 4.0 Awareness and Maturity Level of SMEs: The Example of Şanlıurfa Province

Sercan DEMİR ^a Gencay SARIŞIK ^b Ahmet Sabri ÖĞÜTLÜ ^c

^a Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa Türkiye, sercandemir@harran.edu.tr

^b Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa Türkiye, gsariisik@harran.edu.tr

^c Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa Türkiye, sogutlu@harran.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Anahtar Kelimeler:
Endüstri 4.0
Farkındalık seviyesi
Olgunluk modeli

Amaç –Bu çalışmada; Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin Endüstri 4.0 farkındalıkları ve Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan teknolojilere uyum seviyelerinin akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında belirlenmesi ve sektörel olarak Endüstri 4.0 olgunluk seviyelerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Gönderilme Tarihi 14 Haziran 2022

Revizyon Tarihi 15 Aralık 2022

Kabul Tarihi 20 Aralık 2022

Yöntem - Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi belirlenmesi için Şanlıurfa ilinde sektörel farklılıklara göre 120 KOBİ dikkate alınmıştır. Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi ile ilgili dört hipotez istatistiksel olarak test edilerek, sektörel bazda farklılıklar bulunmuştur. Endüstri 4.0 olgunluk seviyelerinin belirlenmesi için Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren 4 farklı sektörden 12 firmaya ulaşılarak, toplam 108 soru ile görüşleri alınmıştır. Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin sektörler, sürdürülebilirlik boyutları ve Endüstri 4.0 araçları arasında varyans (ANOVA) analizi yapılmıştır. Bu parametreler istatistiksel olarak test edilerek, sektörel bazda farklılıklar bulunmuştur.

Makale Kategorisi:
Araştırma Makalesi

Bulgular – KOBİ'lerin Endüstri 4.0 ile ilgili farkındalık seviyelerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Endüstri 4.0 olgunluk düzeyine ilişkin analiz sonuçlarına göre anlaşılma, uygulama ve gelişim düzeyi değerleri sektörler, sürdürülebilirlik boyutlarına ve Endüstri 4.0 araçlarına göre farklılık göstermektedir. Tüm sektörler ve katkı düzeylerinde 3.0 ortalama değerinin üzeri ile Endüstri 4.0 araçlarından nesnelere internetinin daha etkili olduğu görülmektedir. Akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk (ASTZHO) modeli uygulaması ve yönetsel etkilere ilişkin sektör ortalamalarına göre, Endüstri 4.0 olgunluk skoru en yüksek enerji sektörü çıkarken, bu sektörü sırası ile gıda, makine ve tekstil sektörleri takip etmiştir. Endüstri 4.0 araçlarından ise, nesnelere interneti sektörlerin en fazla olgunluk skoru elde ettikleri teknoloji olurken, bunu sırası ile bulut bilişim, eklemeli imalat, simülasyon, robotik/otonom sistemler ve siber güvenlik takip etmiştir.

Tartışma - Bu çalışmada, başta tekstil ve gıda sektöründe faaliyet gösteren KOBİ'lerde Endüstri 4.0 farkındalık seviyesini artırmak için ortak politikalar geliştirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. ASTZHO modeli kullanılarak, farklı sektördeki firmaların Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum seviyeleri belirlenmiştir. Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren başta tekstil sektöründeki firmaların Endüstri 4.0 teknolojileri ile sürdürülebilir tedarik zinciri boyutlarına olan farkındalıklarını artırmaları gerekliliği ortaya çıkmıştır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Industry 4.0
Awareness level
Maturity model

Purpose – The purpose of this study is aimed to determine the compliance levels of the companies operating in Şanlıurfa region with Industry 4.0 technologies within the scope of smart and sustainable supply chain and to reveal the Industry 4.0 awareness and maturity levels in terms of sectors.

Received 14 June 2022

Revised 15 December 2022

Accepted 20 December 2022

Design/methodology/approach – In order to determine the Industry 4.0 awareness level, 120 SMEs in Şanlıurfa province were taken into account based on sectoral differences. Four hypotheses about the Industry 4.0 awareness level were tested statistically, and differences were found on a sectoral basis. 12 companies from 4 different sectors operating in Şanlıurfa were contacted and their opinions were received with a total of 108 questions regarding Industry 4.0 maturity levels. Analysis of variance (ANOVA) of Industry 4.0 maturity levels between sectors, sustainability dimensions and Industry 4.0 tools was conducted. These parameters were tested statistically and differences were found on a sectoral basis.

Article Classification:

Research Article

Findings – It has been determined that the awareness level of SMEs about Industry 4.0 is at a medium level. According to the results of the analysis on the Industry 4.0 maturity level, the values of understanding, application and development level differ according to sectors, sustainability dimensions

Önerilen Atf / Suggested Citation

Demir, S., Sarıışık, G., Öğütü, A. S. (2022). KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık ve Olgunluk Seviyesinin Belirlenmesi: Şanlıurfa İli Örneği, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14 (4), 2938-2955.

and Industry 4.0 tools. It is found that the Internet of Things, one of the Industry 4.0 tools, is more effective with an average value above 3.0 in all sectors and contribution levels. According to the sector averages and the ASTZHO model application, the energy sector with the highest Industry 4.0 maturity score was followed by the food, machinery and textile sectors, respectively. Among the Industry 4.0 tools, the Internet of things is the technology in which the sectors achieved the highest maturity score, followed by cloud computing, additive manufacturing, simulation, robotic/autonomous systems and cyber security, respectively.

Discussion: In this study, the necessity of developing common policies to increase the level of Industry 4.0 awareness in SMEs operating in the textile and food sector has been revealed. Using the ASTZHO model, the compliance levels of companies in different sectors to Industry 4.0 technologies were determined within the scope of smart and sustainable supply chain. The results show that companies operating in Şanlıurfa, especially in the textile sector, need to increase their awareness of Industry 4.0 technologies and sustainable supply chain dimensions.

1. GİRİŞ

Günümüzde imalat sektöründeki teknolojik gelişmeler Endüstri 4.0 uygulamalarının başlamasını ve akıllı üretim tekniklerini beraberinde getirerek dijital dönüşümün doğmasına neden olmuştur. Endüstri 4.0 uygulamalarında akıllı üretim teknikleri ile; sağlık, eğitim, ticaret, finans, turizm, ulaşım, tarım ve inşaat sektörlerinde nesnelere interneti, derin öğrenme ve dijital dönüşüm yöntemleri öne çıkmaktadır (Chou, 2018).

Dijital dönüşüm Dördüncü Sanayi Devrimini başlatan ve üretimden ticarete kadar hayatımıza yön veren geleceğin teknolojilerine uyumu belirtmektedir. Dördüncü Sanayi Devriminin en önemli sonuçlarından olan akıllı fabrikalar, dijital verinin anlık toplanması ve kullanımı, otonom ve kendi başına karar verebilen sistemler, süreçlerin izlenebilirliği gibi fark yaratan özelliklere sahiplerdir (Lasi vd., 2014). Alcácer ve Cruz-Machado (2019), Dördüncü Sanayi Devrimi'ni başlatan yeni nesil teknolojileri incelemiştir. Drath ve Horch (2014) tarafından yapılan çalışmada Dördüncü Sanayi Devrimi'nin gelişimi, dinamiği ve üretim sektöründeki geleceği araştırılmıştır. Rüßmann vd. (2015), Endüstri 4.0'ın beraberinde hayatımıza giren yeni nesil dokuz teknolojiyi araştırmaktadır. Bu teknolojiler simülasyon, otonom robotlar, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, siber güvenlik, nesnelere interneti, eklemeli imalat, bulut teknolojisi, büyük veri analizi ve artırılmış gerçeklikten oluşmaktadır. Hermann vd. (2016), Endüstri 4.0'ın tasarım ilkelerini araştırırken, Endüstri 4.0'ın uygulanması sırasında yukarıda saydığımız yeni nesil teknolojilerin bazılarının kullanım potansiyellerini belirlemeye çalışmışlardır.

KOBİ'ler tarafından gerçekleştirilen işlemler Endüstri 4.0 süreci ile dijital olarak internet ağı üzerinden artmıştır. İşletmelerce gerçekleştirilen faturalandırma, vergilerin ödenmesi vb. birçok farklı işlemle birlikte, dijital ticaret bu başlıklardan en önemlisini oluşturmaktadır. Dijitalleşmenin önemli uygulamalarından birini oluşturan dijital ticaret, özellikle "2020 Küresel Pandemi" sürecinde önemini tüm dünyada belirgin bir şekilde artırmıştır. Nitekim uzun yıllardır mal ve hizmet ticaretinde başvurulan dijitalleşme uygulamaları tedarik zinciri ve pazarlama aşamasında kullanılmıştır (González and Ferencz, 2018).

Endüstri 4.0 işletmelerin stratejilerini, operasyonel süreçlerini, organizasyon yapılarını ve teknolojik gelişmelerini etkilemektedir. Endüstri 4.0'a geçiş yapmadan önce işletmeler, iş süreçlerini ve kapsamlarını değerlendirmeli, iç ve dış kaynakları hakkında değerlendirmeler yapmalıdırlar (Lin vd., 2020). Olgunluk modelleri işletmelerin dijital dönüşümdeki değişimlerini kontrol etmelerine olanak tanıyan ve yaygın bir şekilde kullanılan önemli araçlardır (Becker vd., 2009; Braga Tadeu vd., 2019). Endüstri 4.0 olgunluk modelleri işletmelerde köklü bir değişim süreci başlatarak güçlü ve zayıf yönlerin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca işletmelerin farkındalık kazanabilmeleri için yol gösterici bir nitelik taşımaktadır (Gökalp vd., 2017).

Dünyada her sektörden işletmeler, Endüstri 4.0'a uyum süreci içerisine girmek istemektedir. Ancak bu sürecin her sektör için öncelikler arasında yer almaması, işletmelerin finansal durumu, bilgi kaynaklarına erişimi ve kalifiye eleman istihdamı bu uyum sürecini zorlaştırmakta ve strateji farklılıkları ortaya çıkarmaktadır. Endüstri 4.0 olgunluk modelleri ile firmalar, Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm prensiplerini ne düzeyde yürürlüğe koyduklarını ve yapılması gereken adımları görebileceklerdir. Söz konusu olgunluk modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması ile yeni iş ve hizmet alanları oluşturulması sağlanmış olacaktır (Sarı, 2020).

Bazı firmalar Endüstri 4.0 sürecinin getirebileceği fırsatları tahmin edemeyebilir ve sonucunda rakiplerine karşı dezavantajlı duruma düşebilirler. Çünkü Endüstri 4.0 süreci gibi bir sürecin net anlaşılabilmesi için bu alanda kendini yetiştirmiş nitelikli personellere veya bu açığı kapatabilecek danışmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstri 4.0 sürecinde ilerlemek isteyen firmaların öncelikle mevcut durumlarını analiz edip hangi seviyede olduklarını belirlemeleri gerekmektedir (Özçelik vd., 2019).

Gökalp vd. (2017), mevcut olgunluk modeli literatüründeki boşluğa vurgu yaparak, yeni bir olgunluk modeli önermişlerdir. Bu modelde kapasite boyutu altı kademeli sıralı ölçüm düzeyi ile temsil edilmekte iken, görüş boyutu ise varlık yönetimi, veri yönetimi, uygulama yönetimi, süreç dönüşümü ve örgütsel uyumsuzluk alt boyutlardan oluşmaktadır. Akdil vd. (2018), dijital dönüşüm sürecine katkıda bulunan mevcut olgunluk modellerini analiz etmişler ve akıllı iş süreçleri, akıllı ürünler ve hizmetler, strateji ve organizasyon boyutlarını kapsayan yeni bir olgunluk modeli önermişlerdir. Yazarlar, akıllı ürünler ve hizmetler boyutunun alt boyutlarını akıllı üretim ve operasyonlar, akıllı pazarlama ve satış operasyonları ve destekleyici operasyonlar olarak belirlemişlerdir. Aguiar vd. (2019), şirketlerin mevcut dijital olgunluklarını değerlendirmelerine ve dijital dönüşüm sürecinde kapasitelerini artırmalarına yardımcı olan yeni bir olgunluk modeli önermişlerdir. Önerilen model süreç ve kapasite boyutlarını kapsamaktadır. Veza vd. (2015), üretim sektöründen topladığı veriler yardımıyla Hırvat imalat sanayinde Endüstri 4.0'ın mevcut olgunluk düzeyinin analizini yapmışlardır.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nde üretim ortamında olup bitenleri anlamak ve farkındalık kazanmak, nesnelerin interneti ile mümkün olmaktadır. Sanayide ileri teknolojilerin gelişiminde bilgisayar kullanımının önemi artmıştır (Ötleş ve Özyurt, 2016). İşletmeler iletişim, bilgi ve akılcılık ile üretimde verimliliklerini artırabilmek için Endüstri 4.0'ı benimseyerek, ekonomik sorunların çözümlerini kolaylaştırabilme, sosyal, ekonomik ve çevresel yönden sürdürülebilirlik potansiyeline sahip olmak istemektedirler (Daly, 1994; Gabriel ve Pessl, 2016; Wagner, 2016). Ayrıca işletmeler dijital uyum sürecini hızlandırmak için yatay ve düşey entegrasyon ile dijital entegrasyonu hedeflenmektedir (Prause, 2015).

Endüstri 4.0, işletmelerin satın alma, üretim, dağıtım ve müşteri hizmetleri gibi temel fonksiyonlarını beraberinde getirdiği dijital teknolojiler ile dönüştürmeye devam ederken, azalan doğal kaynaklar, hızla değişen iklim koşulları ve hükümetler ile sivil toplum örgütlerinin artan baskıları neticesinde firmalar sürdürülebilirliğin gerektirdiği ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda mesafe kat etmeye zorlanmaktadır. Yeni nesil üretim teknolojilerine uyum sağlayan işletmeler pazardaki değişikliklere hızlı yanıt verebilme, yüksek kaliteli ürünleri düşük maliyetle üretebilme ve müşteri memnuniyetini üst seviyeye taşıma fırsatı bulurlarken, sürdürülebilir tedarik zincirine dönüşümleri ile çevreye duyarlı, ekonomik açıdan etkin ve sosyal sorumluluk sahibi işletmelere dönüşmektedir (Demir vd., 2022).

İmalat sektöründeki KOBİ'lerin küresel rekabet koşullarına dayanıklı ve katma değeri yüksek ürünlerin üretilebilmesi için yenilikçi yönlerinin artırılması gerekmektedir. İşletmelerin Endüstri 4.0 sürecine girebilmeleri ve geçiş sürecinde farkındalıklarının artırılması için üretim, tedarik, yönetim, finansman ve pazarlama kısımlarının dijital dönüşüm ile geliştirilmesi gereklilik haline gelmiştir (Sarıışık vd., 2022).

Yapılan literatür araştırmalarında tedarikçilerin bulanık İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği TOPSIS yöntemi ile çevresel performanslarının değerlendirilmesi (Awasthi vd., 2010), bulanık Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile yeşil tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerinin değerlendirilmesi (Büyüközkan ve Çifçi 2012), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemleri ile Endüstri 4.0 sürecinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasında bazı kriterlerin değerlendirilmesi (Terzi vd., 2020), varyans analizi (ANOVA) ile Konya ili imalat sanayisinde Endüstri 4.0 sürecinin KOBİ'lere yönelik teknoloji seviyeleri değerlendirmesi (Yiğit vd., 2020), çalışmalarına rastlanmıştır. Bu çalışmada ise literatürdeki çalışmalardan farklı olarak Demir vd. (2022) tarafından önerilen, akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk (ASTZHO) modeli kullanılmıştır. Ayrıca Şanlıurfa ilinde imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında Endüstri 4.0 olgunluk modeli ile ilgili teorik ve uygulamaya dönük bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren firmaların Endüstri 4.0 için yol haritası belirlemeleri, operasyonel ve stratejik yeteneklerini geliştirmeleri ve dijital dönüşüm fırsatlarını önceden görerek yeteneklerinin güçlendirebilmeleri, akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında Endüstri 4.0 için firmalara yol gösterici öneriler sunulması olarak belirlenmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Şanlıurfa İlindeki Sektörün Genel Dağılımı

Türkiye'deki tüm işletmelerin %99,8'ini, istihdamın %73,8'ni, işletmelerin toplam cirosunun %64,5'ni, ihracatın ise %56,3'nü KOBİ'ler oluşturmaktadır. KOBİ (Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler) ler, 250 kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı veya mali bilançosundan herhangi biri 125 milyon TL'yi aşmayan ve ilgili yönetmelik uyarınca; mikro, küçük ve orta büyüklükteki işletmeleri ifade etmektedir (TOBB, 2020). TÜİK tarafından açıklanan Kurulan/Kapanan Şirket İstatistiklerinin 5429 sayılı kanuna göre 2010 yılından itibaren

yayımlanma sorumluluğu TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği)'ne devredilmiştir. Buna göre, 2021 yılı itibariyle; Şanlıurfa'da 1613 işletme kurulmuştur (TÜİK, 2020). TRC2 Bölgesi illeri Ortadoğu ülkeleri (Suriye, Irak vb.) ile ticari ve coğrafi sınır ilişkileri içerisinde. Şanlıurfa Türkiye'nin TRC2 bölgesinde bulunmaktadır. Bu iller birbiriyle etkileşimli, çok sektörlü ve sürdürülebilir bir kalkınma anlayışı içerisinde ele alınan bölgesel bir kalkınma projesi olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin parçasıdır. TRC2 bölgesindeki iller stratejik bir konumda bulunmaktadır. Bu illerde tarım ve hizmet sektörü öncelikli ekonomik yapısı ve yüksek nüfus artış hızı nedeniyle eğitim ve istihdam ihtiyacı diğer bölgelere nazaran daha fazladır. Ayrıca bu iller küresel Suriye göçünün etkilerini büyük oranda hissetmektedir (GAP, 2014). Bu iller TÜİK'in (2021) yayınladığı istatistiğe göre ortanca yaşı 20.1 ile en düşük yaş ortalamasına sahiptir. Yani genç nüfus oranı bu illerde yüksektir. Şanlıurfa'da imalat sektörü genel olarak tarıma dayalı sektör niteliğinde bir görünüm sergilemektedir. Tekstil (pamuk ve yün iplik), hazır giyim, ayakkabı ve gıda sektörünün toplam imalat sanayi içerisindeki payının %32 tekstil, %29 gıda ve %39 diğer sanayilerde olması TRC2 Bölgesi'nin mevcut potansiyelini göstermesi bakımından önemlidir (ŞUTSO, 2020).

2.2. Şanlıurfa İlinde Sektörün Temel Nitelikleri

Şanlıurfa ili TRC2 Bölgesinde altıncı bölgede çeşitli teşvik uygulamalarıyla desteklenmektedir. Yüksek nüfus potansiyeli ile birlikte tarım sektörü açısından bazı avantajlara sahiptir. Diğer taraftan ekonomik katma değer oluşturma konusunda yetersizlik, kayıt dışı ekonomi ve nitelikli personel temini sorunları üzerinde önemle durulmaktadır. İl ekonomisinin geliştirilmeye çalışılması için gerekli politikalar ve projeler geliştirilmesi önemlidir (Sivrekli ve Sarıışık, 2017). Şanlıurfa ilinde en fazla imalat sektöründe kalifiye eleman temininde güçlük çekildiği görülmektedir. Eleman temininde güçlük çekilen mesleklerin başında da dokuma, konfeksiyon, makineci ve ayakkabı imalatçısı meslekleri gelmektedir. Eleman temininde güçlük çekilmesinin en önemli nedeninin gerekli mesleki beceriye/niteliğe sahip eleman bulunamaması olduğu tespit edilmiştir (İŞKUR, 2021).

Şanlıurfa'da ayakkabı sektörünün kümelenme modeli ile geliştirilmesi, yatırım ve üretim maliyetlerinin azaltılması amacıyla Şanlıurfa YİKOB sahipliğinde "Ayakkabıcılar Sanayi Bölgesi Projesi"ni Karacadağ Kalkınma Ajansı desteği ile Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesinde uygulaması yapılmıştır (KKA, 2020a; 2020b). Bu proje ile yatırım bölgesinde hali hazırda yaklaşık istihdam sayısının 2022 yılında 3500 kişiden 5000 kişiye ulaşması öngörülmektedir.

Şanlıurfa özelinde özellikle ayakkabı ve tekstil gibi sektörlerde gerekli mesleki becerinin kazandırılması ve çalışanların verimliliğin artırılması önem arz etmektedir. Türkiye'de kalkınma gündemleri arasında dijital dönüşüm sürecinin hızlandırılması ve üretim verimliliğinin artırılması geçmektedir. Bu alanda geliştirilen politikalara katkı sağlamak amacıyla Yetkinlik ve Dijital Dönüşüm Merkezleri- Model Fabrikaların ilki Ankara'da hayata geçmiştir. Model fabrikalarında deneyimsel öğrenme teknikleri kullanılarak gerçeğe yakın bir üretim ortamında, operasyonel mükemmeliyet ilkelerinin öğretilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlayan eğitim hizmetleri ve teknik danışmanlık verilmesi hedeflenmektedir.

Ülkemizin yüksek gelir düzeyine çıkabilmesi için KOBİ'lerin küresel rekabet koşullarında katma değeri yüksek ürünlerin üretebilmesine bağlıdır. KOBİ'lerin Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlayabilmeleri için yönetim, üretim, tedarik ve pazarlama kabiliyetlerinin dijital dönüşüm ile geliştirilmesi gerekmektedir (Sarıışık vd., 2022). Bu sebeple KOBİ'lerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde farkındalık seviyelerinin artırılması konusu oldukça önem

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde çok sayıda çalışma Endüstri 4.0'ı teknolojik yönden incelerken, yeni sanayi devriminin tedarik zinciri yönetimindeki olası etkilerini araştırmaktadır (Hermann vd., 2016; Prause 2015; Tjahjono vd., 2017; Barreto vd., 2017; Vaidya vd., 2018; Valkokari vd., 2011). Valkokari vd. (2011)'e göre akıllı tedarik zincirlerinin elde edilebilmesi, müşteri, üretici, tedarikçi ve inovasyon ortaklarının stratejik niyetlerinin ve süreçteki rollerinin anlaşılmasına bağlıdır. Butner (2010), akıllı tedarik zincirlerinin maliyet kontrolünün ve tedarik zinciri görünürlüğünün sağlanarak riskle etkili bir şekilde başa çıkabileceğini ve iş hedeflerinin karşılanabileceğini öne sürmektedir.

Abdirad ve Krishnan (2021)'e göre, tüm şirketler Endüstri 4.0'ı projelerinde kullanabilirler ve proje yöneticileri projelerin kilit liderleridir. Şirketlerin geleceği için önemli bir stratejik öneme sahip olan Endüstri 4.0 projelerinde, proje yöneticilerinin rolü çok önemlidir. Proje yöneticileri, araçlara sensör yerleştirilmesi, RFID teknolojilerinin teslimatta kullanılması ve verilerin bulut sistemlerinde depolanması gibi teknolojik ve yenilikçi kararlarda

şirketlere liderlik yapacaklardır. Bu teknolojiler, yöneticilere zamanında karar almada, riski azaltmada ve verimliliği artırmada yardımcı olmaktadır. Endüstri 4.0 üretimde dijitalliği ve otonomluğu artırırken, şirketin tüm birimlerinin etkileşimini geliştiren dijital süreçleri yaratmaktadır.

Endüstri 4.0, şirketlerin tedarik zincirlerinde karmaşık ve dinamik süreçleri düzenlemelerine ve büyük ölçekli üretim ve müşterilerin entegrasyonunu yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Rennung vd., 2016). Akıllı sensörlerin, büyük veri analitiğinin ve akıllı karar verme araçlarının ortaya çıkışı, nesnelere internetinin önemini en üst düzeye çıkarmıştır. Nesnelere internetini kullanan herhangi bir sektör, işletmelerinin en önemli alanlarını hedefleyerek operasyonel verimliliklerini üst düzeylere çıkarabilir. Akıllı teknolojiler, kullanıcıların herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde verilere erişebilmelerine izin vermektedir (Pasi vd., 2020).

Tedarik zincirlerinin dijitalleşmesi kalite, esneklik ve yanıt verilebilirlikte iyileşmeye yol açmaktadır. Yeni nesil üretim sistemlerinin hazır olması, kitlesel kişiselleştirme adı verilen yeni üretim stratejisi için bir yol oluşturacak ve hem müşteriler hem de üreticiler için daha fazla değer yaratacaktır (Chauhan ve Singh,2019).

İşletmelerin sosyal, çevresel ve ekonomik yönden verimlilikleri tedarik zinciri yönetimlerinin etkinliği ile belirlenmektedir. İşletmelerin verimliliği, büyümesi ve gelişmesinde etkili olan akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi üretimde personel verimliliği ve stok maliyetlerinde önemli bir etkiye sahiptir (Cetinkaya vd., 2011). İşletmeler, tedarik zinciri yönetimini sürdürülebilir hale getirebilmek için sosyal, çevresel ve ekonomik faktörleri göz önünde tutmalıdır (Peidro vd., 2009). Endüstri 4.0'da sürdürülebilirliğin temelinde ekonomi, çevre ve toplum kavramları incelenmiştir. İşletmelerin verimliliği açısından Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik kavramlarının önem arz ettiği belirtilmiştir (Toker 2018).

Yapılan literatür araştırmalarında Konya, Düzce ve Şanlıurfa ili imalat sanayisinde Endüstri 4.0 konularında yaklaşımları ve farkındalık seviyeleri incelenmiştir (Yiğitol vd. 2020; Yıldız vd. 2021; Sarıışık vd. 2022). Bu çalışmanın amacı KOBİ'lerin Endüstri 4.0 farkındalıklarının ve akıllı teknolojilere uyum seviyelerinin akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında belirlenmesi ve firmalara yol gösterici öneriler sunulmasıdır.

4. YÖNTEM

4.1. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında hazırlanan anketler imalat sektöründe faaliyet gösteren KOBİ'lere uygulanmıştır. Anket hazırlanırken, Şanlıurfa ilinde KOBİ'lerin sektörlerine uygun olarak literatürde uluslararası düzeyde kullanılan anket örneklerinden faydalanılmıştır. Hazırlanan anket formlarında birinci aşamasında KOBİ'lerin sektörel ve çalışan sayısı dağılımı, ikinci aşamasında Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi, üçüncü aşamasında ise olgunluk seviyesinden oluşmaktadır. Anket formunun oluşturulmasında literatürdeki kaynaklarından yararlanılmıştır (Culot vd., 2020; Hamada 2019; Trotta ve Garengo 2019).

4.2. Evren ve Örnekleme

Bu çalışmada, öncelikle örneklem birimlerinin tamamını kapsayan ve bu birimlerin sınırlandırılmasına olanak veren çerçeve oluşturulmuştur. Bunun için uygulama tarihi itibarıyla Şanlıurfa bölgesinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin güncel rakamları, KOSGEB İl Müdürlükleri ile Ticaret ve Sanayi Odaları'ndan temin edilerek evren büyüklüğü belirlenmiştir. Buna göre anakütle büyüklüğü üzerinden faaliyette olan KOBİ'lerin oluşturduğu örneklem büyüklüğü; çalışmada doğru/gerçek bulgu üretecek, başarılı ve güvenilirliği yüksek analiz sonuçlarını ortaya çıkaracaktır. Kriterlere uyan toplam aktif KOBİ sayısı üzerinden örneklem büyüklüğünün belirlenmesi, evren birim sayısının büyük olduğu durumlar için kullanılan formül, Cochran (1963), ile bulunmuştur.

Çalışmada alınacak örneklem büyüklüğü olarak hesaplanan 120 KOBİ'nin il bazlı ve sektörel dağılımları, Şanlıurfa ilinin ekonomik düzeyi, sahip olduğu işletme sayıları ve sektörel farklılıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Buna göre evren büyüklüğü üzerinden hesaplanacak, faaliyette olan KOBİ'lerin oluşturduğu örneklem büyüklüğü; çalışmada doğru/gerçek bulgu üretecek, başarılı ve güvenilirliği yüksek analiz sonuçlarını ortaya çıkaracaktır.

4.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmacılar tarafından veri toplama aracı olarak kullanılacak KOBİ'lere uygulanmak üzere bir anket formu geliştirilmiştir. Anket formunda; konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenerek ve uzman görüşlerinden yararlanılarak araştırmanın kuramsal çerçevesi doğrultusunda belirlenen bazı kriterlere göre farklı bakış açıları ve değerlendirmelerden yararlanılarak geliştirilen ölçekler kullanılmıştır. Anketler için 15.04.2022 tarihinde

(2022/60 sayı) HRÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler etik kurulundan onay alınmıştır.

Anketler Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren KOBİ'lere interaktif olarak uygulanmıştır. Bu firmalarda çalışan üst düzey yöneticiler, ARGE, üretim planlama, kalite ve pazarlama alanında çalışan teknik personel tarafından anketler cevaplanmıştır. KOBİ'lerden araştırma anket çalışmasına 120 adet geri dönüş sağlanmıştır. Anketlerde, Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi soruları için 5'li likert ölçeğine göre cevaplar alınmıştır. Bunun yanında, ASTZHO modeli kullanılarak, Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren farklı sektörlerdeki 12 firmanın Endüstri 4.0 olgunluk seviyelerini belirlenmiş ve sektörlerin kendi aralarındaki olgunluk seviyelerinin karşılaştırılmasına olanak sağlanmıştır. Modelin uygulandığı 4 sektör ve firma sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya dahil olan sektörler ve firma sayıları

Sektör	Firma Sayısı
Makine	3
Enerji	3
Tekstil	3
Gıda	3

4.4. Verilerin Analizi

Bu çalışmada KOBİ'lerin sektörel ve çalışan sayıları dağılımı ile Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi soru setleri için SPSS 26.0 paket programı kullanılarak, ANOVA analizi yapılmıştır. İkinci aşamada Demir vd. (2022) tarafından önerilen ve akıllı ve sürdürülebilir tedarik zincir hazırlık ve olgunluk modeli (ASTZHO) olarak isimlendirilen modelin uygulaması yapılmıştır. Yazarlar önerdikleri bu model ile firmaların Endüstri 4.0 araçlarını sürdürülebilirliğin 3 boyutu olan ekonomik boyut, çevresel boyut ve sosyal boyutta, tedarik zinciri yönetimi içerisinde incelemektedirler. ASTZHO modeli, Endüstri 4.0 araçlarını bu boyutlar içerisinde üç kademede incelemektedir. Bunlar; anlaşılma, uygulanma ve gelişim kademeleridir. Anlaşılma, Endüstri 4.0 araçlarının ne derece anlaşıldığını, uygulanma Endüstri 4.0 araçlarının uygulanma seviyesini, gelişim ise bu araçların şirket içi amaçlara sağladığı katkıyı betimlemektedir. Bu üç kavram anlaşılma skoru, uygulanma skoru ve gelişim skoru ile ölçülmektedir. Demir vd. (2022)' nin önerdiği ASTZHO modeli oniki adet Endüstri 4.0 aracı ve sürdürülebilirliğin 3 ana boyutunu (ekonomik, sosyal ve çevresel) kapsayacak şekilde tasarlanmıştır.

Veriler Likert ölçeği ile toplanmış, her firmadan üst düzey yöneticilerin ya da mühendislerin görüşlerine başvurulmuştur. Modelin adımları aşağıda anlatılmaktadır (Demir vd. 2002' den uyarlanmıştır):

1) ASTZHO modelinin ilk adımında katılımcılar, sürdürülebilirliğin üç boyutunda on iki Endüstri 4.0 aracının her biri için anlaşılma (A), uygulanma (U) ve gelişime katkı (G) puanlarını 5'li Likert ölçeği ile belirtmektedirler. Ölçekte; çok düşük 1 ile, düşük 2 ile, orta 3 ile, yüksek 4 ile, çok yüksek 5 ile belirtilerek anlaşılma, uygulanma veya gelişim skorları puanlanmaktadır. Bu adımda on iki Endüstri 4.0 aracının satırlarından ve sürdürülebilirliğin 3 sacayağı olan ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarında anlaşılma, uygulanma ve gelişim puanlarının sütunlarından oluşan 12x9 boyutunda araç olgunluk birincil matrisi elde edilmektedir. Bu matris Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araç olgunluk birincil matrisi (Demir vd., 2022)

Endüstri 4.0 Aracı (i)	Ekonomik (j=1)			Çevresel (j=2)			Sosyal (j=3)		
	Aij	Uij	Gij	Aij	Uij	Gij	Aij	Uij	Gij
"Robotik ve Otonom Sistem"									
"Eklemeli İmalat"									
"Artırılmış Gerçeklik"									
"Simülasyon"									
"Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu"									
"Nesnelerin İnterneti"									
"Bulut Bilişim"									
"Siber Güvenlik"									
"Büyük Veri Analitiği"									
"Yapay Zekâ"									

“Makine Öğrenmesi”									
“Blok Zincir Teknolojisi”									

2) Bu adım, on iki Endüstri 4.0 aracının her biri için üç sürdürülebilirlik boyutunda araç boyut skorunu Eşitlik 1 yardımıyla araç olgunluk birincil matrisindeki değerleri kullanarak hesaplamaktadır. Araç boyut skoru (S_{ij}) Endüstri 4.0 aracı i'nin sürdürülebilirlik boyutu j'deki anlaşılma (A_{ij}), uygulanma (U_{ij}) ve gelişim (G_{ij}) skorlarının geometrik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

$$S_{ij} = \sqrt[3]{A_{ij} \times U_{ij} \times G_{ij}}$$

i = 1, 2, 3, ..., 12 (Endüstri 4.0 araç sayısı) (1)

j = 1, 2, 3 (Sürdürülebilirlik boyutu)

3) Bu adımda, Eşitlik 2 ile her bir sürdürülebilirlik boyutu için bir toplam hazırlık ve olgunluk skorlarını hesaplanmaktadır. Endüstri 4.0 aracı i'nin araç sürdürülebilirlik hazırlık ve olgunluk skoru (P_i) araç boyut skorlarının (S_{ij}) aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

$$P_i = \frac{1}{3} \left(\sum S_{ij} \right)$$

(2)

4) Bu adım, her bir sürdürülebilirlik boyutunda j'deki akıllı ve sürdürülebilir hazırlık ve olgunluk skorunu Eşitlik 3'ü kullanarak hesaplamaktadır. Tedarik zincirinin sürdürülebilirlik boyutu j'deki akıllı ve sürdürülebilir hazırlık ve olgunluk skoru (T_j) on iki Endüstri 4.0 aracının araç boyut skorlarının (S_{ij}) aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

$$T_j = \frac{1}{12} \left(\sum S_{ij} \right)$$

(3)

5) Son adım, Eşitlik 4'ü kullanarak akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk (ASTZHO) skorunu hesaplamaktadır. Bu skor, üç sürdürülebilirlik boyutundaki akıllı ve sürdürülebilir hazırlık ve olgunluk skorlarının (T_j) aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

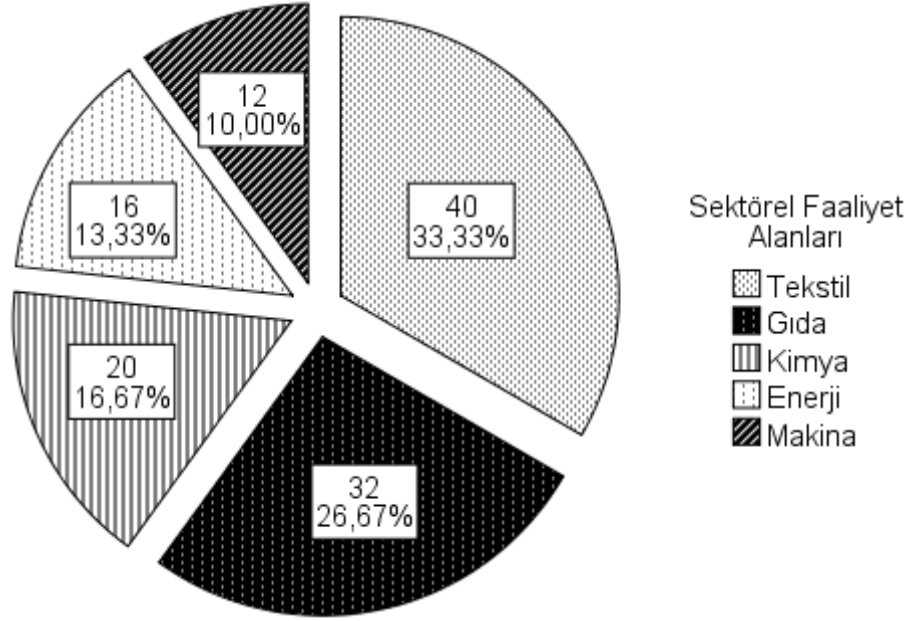
$$Z = \frac{1}{3} \left(\sum T_j \right)$$

(4)

5. BULGULAR

5.1. Araştırmaya Katılan KOBİ'lere İlişkin Bulgular

Çalışmada araştırmaya katılan imalat sektöründeki KOBİ'lerin sektörel faaliyet alanı ve çalışan sayısı göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sektörel Faaliyet Alanlarına göre KOBİ dağılımları

Bu çalışmada KOBİ'lerin % 60'ını tekstil ve gıda sektörü % 40'ını ise diğer sektörler oluşturmaktadır. Tablo 3'te araştırmaya katılan KOBİ'lerin çalışan sayı ve yüzdelere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 3. Çalışan sayılarına göre sektörlerin KOBİ dağılımları

Çalışan Sayısı		Sektörel Faaliyet Alanları				
		Tekstil	Gıda	Kimya	Enerji	Makina
1-9 arası	Sayı	9	8	5	4	6
	Yüzde (%)	22,5	25,0	25,0	25,0	50,0
10-49 arası	Sayı	18	14	8	7	3
	Yüzde (%)	45,0	43,8	40,0	43,8	25,0
50-249 arası	Sayı	11	9	6	5	3
	Yüzde (%)	27,5	28,1	30,0	31,3	25,0
250 veya üstü	Sayı	2	1	1	0	0
	Yüzde (%)	5,0	3,1	5,0	0,0	0,0

Çalışmada 10-49 arası çalışan sayısı tekstil, gıda, kimya ve enerji sektöründe yaklaşık % 40-45 ile en yüksek KOBİ yüzdelere ulaştıkları görülmektedir.

5.2. KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık Seviyesine İlişkin Bulgular

Araştırmaya katılan imalat sektöründeki KOBİ'lerin anket verilerinden, oluşturulan hipotezlerden H1-H5 hipotezleri tek yönlü varyans analiz (ANOVA) yöntemi kullanılarak Endüstri 4.0 farkındalığı istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Tablo 4'de varyansların homojenliği testine göre H1-H4 hipotezleri ANOVA ile değerlendirilmiştir. H1-H4 hipotezlerinin varyans homojenliği testine göre p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için hipotezler kabul edilir.

Tablo 4. H1-H4 Hipotezlerinin Varyans Homojenliği Testi ve ANOVA Analizi

Hipotez	Levene İstatistik	df1	df2	Sig.	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalama	F	Sig
H1	2.665	4	115	0.063	12.419	4	3.105	5.837	0.001
H2	0.179	4	115	0.949	8.400	4	2.100	1.419	0.023
H3	3.519	4	115	0.060	4.269	4	1.067	1.642	0.017
H4	1.032	4	115	0.394	10.775	4	2.694	4.354	0.003

KOBİ'lerin H1-H4 hipotezlerinin ANOVA ile testinde p değerleri 0,05 değerinden küçük olduğu için H1-H4 alternatif hipotezleri kabul edilmiştir. Hipotezlerin (H1-H4) test sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. KOBİ'lerin

Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Hipotezlerin (H₁-H₄) Test Edilmesi

Hipotezler	Sonuçlar
H ₁ : Sektörler arasında KOBİ'lerin Endüstri 4.0 kavramı hakkında görüşleri konusunda fark vardır.	Kabul
H ₂ : Sektörler arasında KOBİ'lerin Endüstri 4.0'a geçme ihtiyacına ilişkin görüşleri konusunda fark vardır.	Kabul
H ₃ : Sektörler arasında KOBİ'lerin Endüstri 4.0 ile ilgili üretilen verilerin stratejik karar almada kullanılabilme düzeyi konusunda fark vardır.	Kabul
H ₄ : Sektörler arasında KOBİ'lerin Endüstri 4.0 ile üretim süreci akıllı sensörler vasıtasıyla izlenmesi konusunda fark vardır.	Kabul

Tablo 6. KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık Seviyesi

Farkındalık seviyesi	Yüzde Değer (%)				
	Tekstil	Gıda	Kimya	Enerji	Makina
Çok Düşük	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Düşük	60.0	46.9	30.0	31.3	33.3
Orta Düzeyde	35.0	40.6	45.0	31.3	25.0
Yüksek	0.0	12.5	25.0	37.5	33.3
Çok Yüksek	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3

Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi tekstil sektöründe %60, gıda sektöründe ise %46,9'u düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer sektörlerde Endüstri 4.0 farkındalık seviyesinin çok düşük olmadığı görülmektedir.

5.3. Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeyine İlişkin Bulgular

Araştırmaya katılan imalat sektöründeki firmaların anket verilerinden 3 sürdürülebilirlik boyutu ve 12 Endüstri 4.0 aracına göre firmaların Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri Varyans Analizi (ANOVA) yöntemi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeylerinin sektörler ve sürdürülebilirlik boyutları arasındaki Varyans Analizi sonuçları Tablo 7'te verilmiştir.

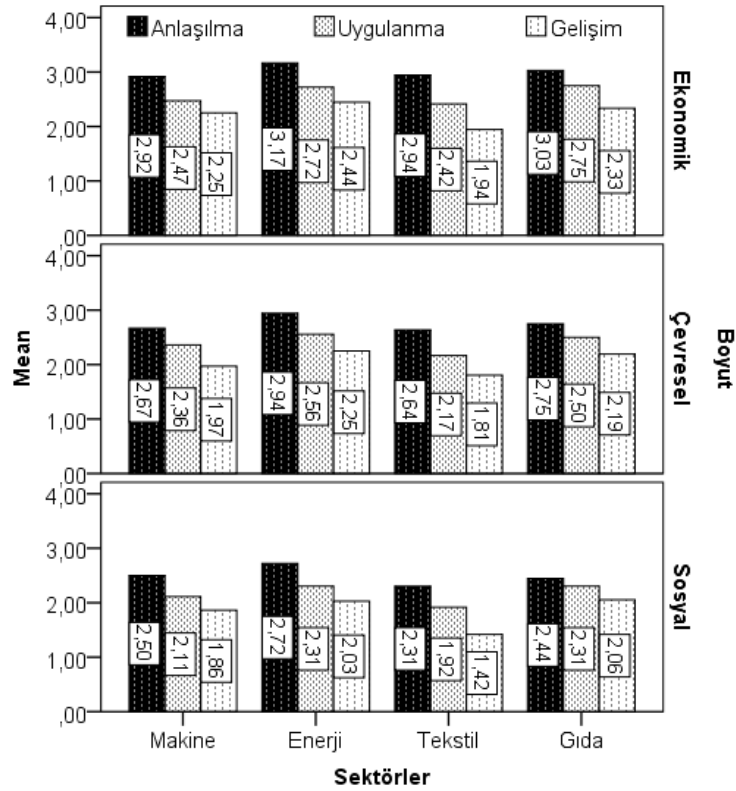
Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri, sektörler ve sürdürülebilirlik boyutları arasında tek yönlü Varyans Analizi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sektörler arasında firmaların Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri değerlerinde farklılık ($p < 0,001$) görülmüştür. Diğer bir anlatımla, anlaşılma, uygulanma ve gelişim düzeyi değerleri makine, enerji, tekstil ve gıda sektörleri arasında farklılık göstermektedir. Benzer şekilde, sürdürülebilirlik boyutları arasında da firmaların Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri değerlerinde farklılık ($p < 0,001$) görülmüştür. Başka bir deyişle, anlaşılma, uygulama ve gelişim düzeyi değerleri ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlar arasında farklılık göstermektedir.

Tablo 7. Sektörler ve sürdürülebilirlik boyutlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri değerlerinin Varyans Analizi sonuçları

Bağımlı Değişken	Sektör	Ortalama	Standart Hata	95% Güven Aralığı	
				Alt Limit	Üst Limit
Anlaşılma	Makine	2.694	0.055	2.586	2.803
	Enerji	2.944	0.055	2.836	3.053
	Tekstil	2.630	0.055	2.521	2.738
	Gıda	2.741	0.055	2.632	2.850
Uygulanma	Makine	2.315	0.051	2.214	2.415
	Enerji	2.528	0.051	2.427	2.628
	Tekstil	2.167	0.051	2.066	2.267
	Gıda	2.519	0.051	2.418	2.619
Gelişim	Makine	2.028	0.045	1.939	2.116
	Enerji	2.241	0.045	2.152	2.329

	Tekstil	1.722	0.045	1.634	1.811
	Gıda	2.194	0.045	2.106	2.283
Anlaşılma	Ekonomik	3.014	0.048	2.920	3.108
	Çevresel	2.750	0.048	2.656	2.844
	Sosyal	2.493	0.048	2.399	2.587
Uygulanma	Ekonomik	2.590	0.044	2.503	2.677
	Çevresel	2.396	0.044	2.309	2.483
	Sosyal	2.160	0.044	2.073	2.247
Gelişim	Ekonomik	2.243	0.039	2.166	2.320
	Çevresel	2.056	0.039	1.979	2.132
	Sosyal	1.840	0.039	1.763	1.917

Sektörler ve sürdürülebilirlik boyutlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri katkı düzeylerinin ortalama değerleri Şekil 2’de verilmiştir.



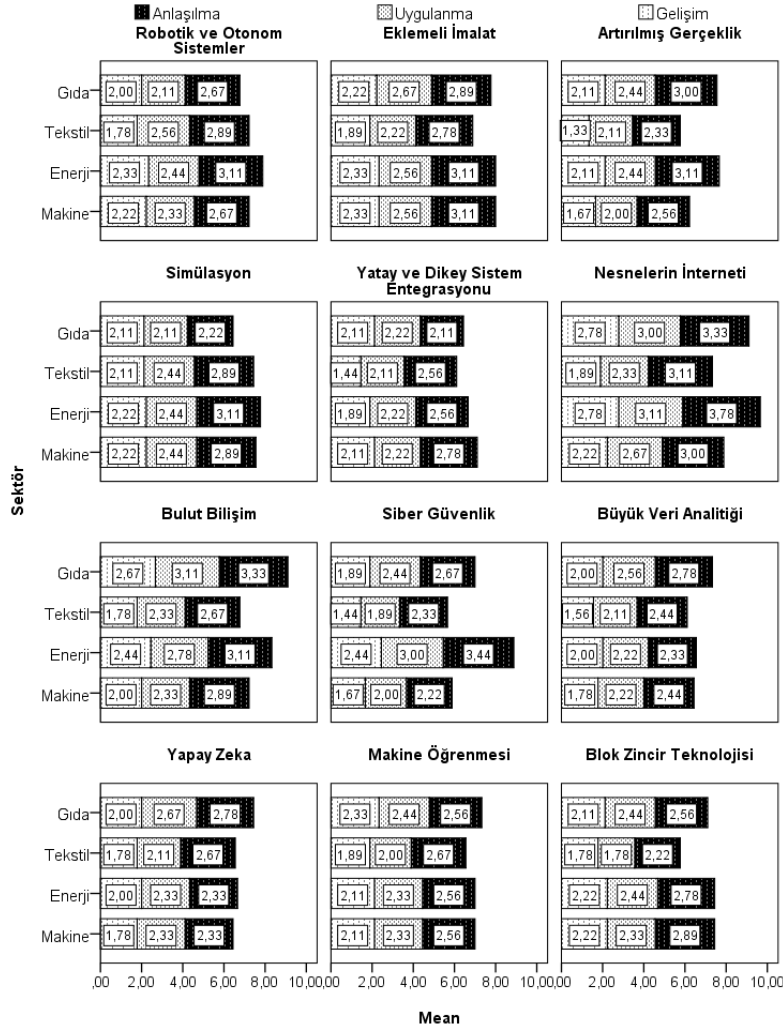
Şekil 2. Sektörler ve sürdürülebilirlik boyutlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeylerinin ortalama değerleri

Şekil 2’de görüldüğü gibi sektörler ve sürdürülebilirlik boyutlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri katkı düzeylerinden anlaşılma düzeyi değerleri, uygulanma ve gelişim düzeyine göre daha yüksektir. Ekonomik boyuta göre anlaşılma düzeyinde en yüksek değeri 3.17 ortalama ile enerji sektörü alırken, en düşük değeri ise gelişim düzeyinde 1.94 ile tekstil sektörü almıştır. Çevresel boyuta göre anlaşılma düzeyinde en yüksek değeri 2.94 ortalama ile enerji sektörü alırken, en düşük değeri ise gelişim düzeyinde 1.81 ile tekstil sektörü almıştır. Sosyal boyuta göre anlaşılma düzeyinde en yüksek değeri 2.72 ortalama ile enerji sektörü alırken, gelişim düzeyinde en düşük değeri ise 1.42 ile tekstil sektörü almıştır. Buna göre sürdürülebilirlik boyutları ve katkı düzeylerinden en yüksek değeri enerji sektörü alırken, en düşük değeri tekstil sektörü almıştır. Endüstri 4.0 araçları arasında Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri Varyans Analizi sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Endüstri 4.0 araçlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri değerlerinin Varyans Analizi sonuçları

Bağımlı Değişken	Endüstri 4.0 Araçları	Ortalama	Standart Hata	95% Güven Aralığı	
				Alt Limit	Üst Limit
Anlaşılma	Robotik ve Otonom Sist.	2,833	0,096	2,645	3,022
	Eklemeli İmalat	2,972	0,096	2,784	3,161
	Artırılmış Gerçeklik	2,750	0,096	2,562	2,938
	Simülasyon	2,778	0,096	2,589	2,966
	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu	2,500	0,096	2,312	2,688
	Nesnelerin İnterneti	3,306	0,096	3,117	3,494
	Bulut Bilişim	3,000	0,096	2,812	3,188
	Siber Güvenlik	2,667	0,096	2,478	2,855
	Büyük Veri Analitiği	2,500	0,096	2,312	2,688
	Yapay Zeka	2,528	0,096	2,339	2,716
	Makine Öğrenmesi	2,583	0,096	2,395	2,772
	Blok Zincir Teknolojisi	2,611	0,096	2,423	2,800
Uygulanma	Robotik ve Otonom Sist.	2,361	0,088	2,187	2,535
	Eklemeli İmalat	2,500	0,088	2,326	2,674
	Artırılmış Gerçeklik	2,250	0,088	2,076	2,424
	Simülasyon	2,361	0,088	2,187	2,535
	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu	2,194	0,088	2,021	2,368
	Nesnelerin İnterneti	2,778	0,088	2,604	2,952
	Bulut Bilişim	2,639	0,088	2,465	2,813
	Siber Güvenlik	2,333	0,088	2,160	2,507
	Büyük Veri Analitiği	2,278	0,088	2,104	2,452
	Yapay Zeka	2,361	0,088	2,187	2,535
	Makine Öğrenmesi	2,278	0,088	2,104	2,452
	Blok Zincir Teknolojisi	2,250	0,088	2,076	2,424
Gelişim	Robotik ve Otonom Sist.	2,083	0,078	1,930	2,237
	Eklemeli İmalat	2,194	0,078	2,041	2,348
	Artırılmış Gerçeklik	1,806	0,078	1,652	1,959
	Simülasyon	2,167	0,078	2,013	2,320
	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu	1,889	0,078	1,735	2,042
	Nesnelerin İnterneti	2,417	0,078	2,263	2,570
	Bulut Bilişim	2,222	0,078	2,069	2,376
	Siber Güvenlik	1,861	0,078	1,708	2,015
	Büyük Veri Analitiği	1,833	0,078	1,680	1,987
	Yapay Zeka	1,889	0,078	1,735	2,042
	Makine Öğrenmesi	2,111	0,078	1,958	2,265
	Blok Zincir Teknolojisi	2,083	0,078	1,930	2,237

Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri Endüstri 4.0 araçları arasında tek yönlü Varyans Analizi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, Endüstri 4.0 araçları arasında firmaların Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeyleri değerlerinde farklılık ($p < 0,001$) görülmüştür. Diğer bir anlatımla, anlaşılma, uygulanma ve gelişim düzeyi değerleri Endüstri 4.0 araçları arasında farklılık göstermektedir. Sektörler arası Endüstri 4.0 araçlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeylerinin ortalama değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Sektörler arası Endüstri 4.0 araçlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeylerinin ortalama değerleri Şekil 3’de görüldüğü gibi sektörler arası Endüstri 4.0 araçlarına göre Endüstri 4.0 olgunluk katkı düzeylerinden anlaşılma düzeyi değerleri, uygulanma ve gelişim düzeyine göre daha yüksektir. Enerji sektöründe anlaşılma düzeyinde en yüksek değerleri 3.78 ortalama ile nesnelerin interneti alırken, en düşük değeri ise tekstil sektöründe gelişim düzeyinde 1.33 ve 1.44 değerleri ile artırılmış gerçeklik ve siber güvenlik almıştır. Buna göre tüm sektörler ve katkı düzeylerinde 3.0 ortalama değerinin üzeri ile Endüstri 4.0 araçlarından nesnelerin internetinin daha etkili olduğu görülmektedir. Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren başta tekstil sektöründeki firmalar olmak üzere Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri derecesine göre başlangıç seviyesinde olduğu görülmektedir.

5.4. ASTZHO Modeli Uygulaması ve Yönetimsel Etkiler

Bu bölümde modelin uygulanması ile elde edilen yönetimsel çıkarımlar gösterilmektedir. Bu çalışmada makine, enerji, gıda ve tekstil olmak üzere 4 sektörden toplam 12 firmanın Endüstri 4.0 hazırlık ve olgunluk değerlendirmesi yapılmıştır. Demir vd. (2022) tarafından önerilen ASTZHO modeline göre çıkarılan hazırlık ve olgunluk skorları her firma için Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. Anket yapılan sektörler ve firmaların ASTZHO skorları

Sektör	Firma Kodu	ASTZHO Skoru	Sektör Ortalaması
Makine	M1	1.937	2,324
	M2	2.709	
	M3	2.286	
Enerji	E1	2.734	2,553
	E2	2.398	
	E3	2.487	
	T1	1.896	

Tekstil	T2	2.036	2,118
	T3	2.418	
Gıda	G1	2.318	2,468
	G2	2.734	
	G3	2.332	

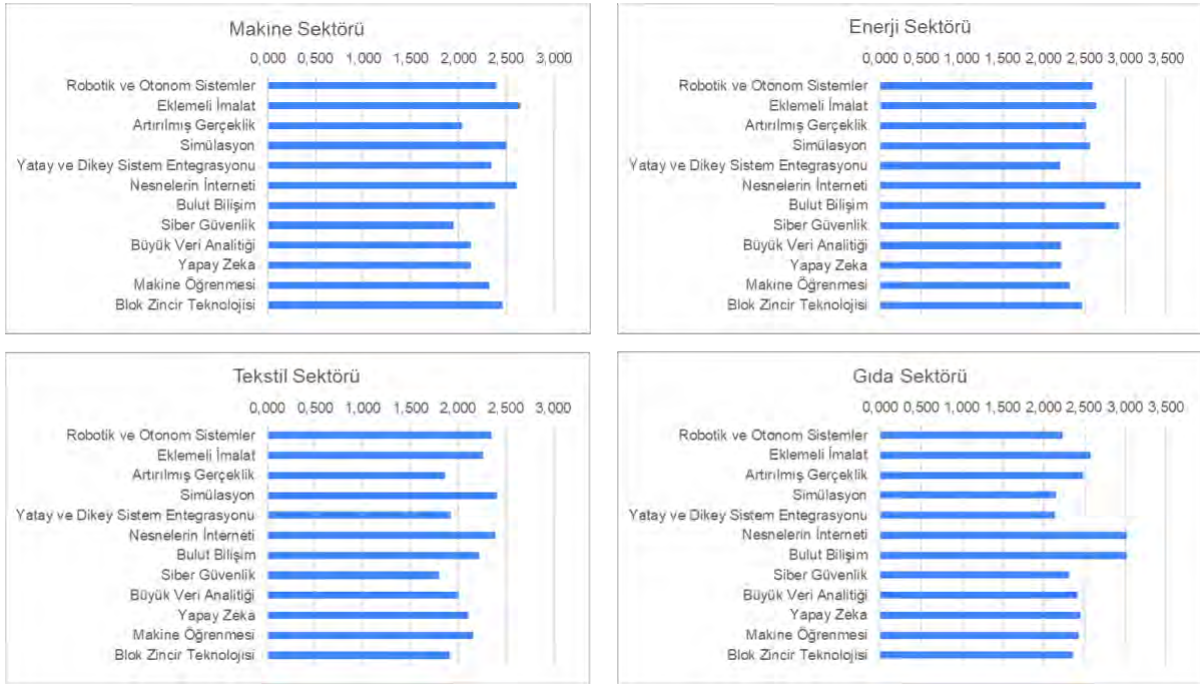
Bu veriler doğrultusunda, Şanlıurfa ilinde enerji sektöründe faaliyet gösteren firmaların akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk skor ortalamaları karşılaştırma yapılan diğer sektörlerle göre en yüksek çıkmıştır. Enerji sektörünü sırası ile gıda, makine ve tekstil sektörleri izlemektedir.

Şekil 4' te verilen radar diyagramlarında bu sektörlerin, çalışmada yer verilen on iki Endüstri 4.0 aracının sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarında olgunluk seviyeleri gösterilmektedir. Şekilde verilen radar grafikleri dikkatle incelendiğinde, Endüstri 4.0 araçlarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarında mevcut olgunluk değerleri 0-5 ölçeği üzerinden görülecektir. Her sektör için, Endüstri 4.0 araçları ekonomik sürdürülebilirlik boyutunda daha iyi olgunluk skorları alırken, bunu çevresel sürdürülebilirlik boyutu, daha sonra da sosyal sürdürülebilirlik boyutu takip etmiştir. Bunun nedenlerinden biri, firmaların ekonomik sürdürülebilirliğe, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik boyutlarından daha fazla yatırım yapmaları, hatta ekonomik sürdürülebilirlik boyutu farkındalığı yüksek iken, bu farkındalığın diğer boyutlarda çok az ya da hiç olmaması olabilir. Bu bağlamda düşünüldüğünde, bölge sanayisinde sürdürülebilirlik farkındalığının oluşması için hamleler yapılması doğru bir karar olacaktır.

Sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarının ortalamasını yansıtan Endüstri 4.0 araç skorları Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Endüstri 4.0 araçlarının sürdürülebilirlik boyutlarında olgunluk seviyeleri (sektörler arası karşılaştırma)



Şekil 5. Makine, enerji, tekstil ve gıda sektörlerinde Endüstri 4.0 araç skorları

Endüstri 4.0 araçları arasında nesnelerin interneti, her sektörde en yüksek Endüstri 4.0 araç olgunluk skorunu alırken, makine sektöründe eklemeli imalat, enerji sektöründe siber güvenlik, tekstil sektöründe simülasyon ve gıda sektöründe ise bulut bilişim en yüksek araç skorları almış teknolojiler arasındadır. Makine ve tekstil sektörlerinde tüm araç skorları 3' ün altında kalırken, enerji ve gıda sektörlerinde ise nesnelerin interneti ve bulut bilişim 3' ü geçmiş, siber güvenlik ise enerji sektöründe 3'e çok yakın bir skor almıştır.



Şekil 6. Endüstri 4.0 araçlarının sürdürülebilirlik boyutlarında olgunluk seviyeleri (sektörlerin ortalaması)

Şekil 6'da verilen grafiklerde bahsi geçen dört sektörün ortalaması alınarak Endüstri 4.0 araçlarının sürdürülebilirlik boyutlarında olgunluk seviyeleri gösterilmiştir. Buna göre, sürdürülebilirliğin ekonomik ve sosyal boyutlarında nesnelerin interneti en yüksek skoru alırken, çevresel boyutunda bulut bilişim en yüksek skoru almıştır. Benzer şekilde, sürdürülebilirliğin ekonomik ve sosyal boyutlarında bulut bilişim ikinci en yüksek skoru alırken, çevresel boyutta en yüksek ikinci skoru nesnelerin interneti almıştır.

Nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojilerini, eklemeli imalat, simülasyon ve siber güvenlik ve robotik/otonom sistemler teknolojileri takip etmektedir. Şekil 6'da verilen analizler doğrultusunda, Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin en fazla yatırım yaptıkları Endüstri 4.0 araçlarının nesnelerin interneti, bulut bilişim ve siber güvenlik olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer sonuçlar Yiğitöl vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada da KOBİ'lerin teknoloji seviyelerinin belirlenmesinde nesnelerin interneti ve bulut bilişimi teknolojileri kullanım düzeylerinin daha iyi bir seviyede olduğunu teyit edilmektedir. Yapılan analizler sonucunda en yüksek araç skoru alan Endüstri 4.0 teknolojilerinin, sürdürülebilirlik boyutlarında ve ortalama aldıkları olgunluk skorları Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. En yüksek araç skoru alan sahip Endüstri 4.0 araçları

Endüstri 4.0 Aracı	Ekonomik	Çevresel	Sosyal	Araç Skoru
Nesnelerin İnterneti	3,149	2,995	2,908	3,017
Bulut Bilişim	3,033	3,050	2,650	2,911
Eklemeli İmalat	2,972	2,795	2,633	2,800
Simülasyon	2,898	2,698	2,527	2,708
Robotik ve Otonom Sistemler	2,703	2,641	2,495	2,613
Siber Güvenlik	2,830	2,497	2,511	2,613

6. SONUÇ

Bu çalışmada KOBİ'lerin Endüstri 4.0 farkındalık seviyelerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Tekstil ve gıda sektörlerindeki KOBİ'ler teknolojik altyapılarını geliştirerek, Endüstri 4.0 farkındalık seviyesi artırılabilir. Endüstri 4.0 ile ilgili farkındalık seviyesi ve uyum kabiliyetlerinin artırılması için KOBİ'lere yönelik yeni ekonomik politikalar geliştirilmelidir.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında Şanlıurfa ilinde farklı sektörlerde faaliyet gösteren 120 KOBİ örneklemeden olgunluk seviyelerinin belirlenmesi için 12 firma seçilmiştir. Araştırmaya katılan imalat sektöründeki firmaların anket verilerinden 3 katkı düzeyi, 3 sürdürülebilirlik boyutu ve 12 Endüstri 4.0 aracı ile varyans analiz (ANOVA) yöntemi yapılmış ve Demir vd. (2022) tarafından önerilen akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk (ASTZHO) modeli uygulanmıştır. Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren firmaların Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum seviyelerinin akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Ayrıca sektörel olarak Endüstri 4.0 olgunluk seviyelerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Endüstri 4.0 olgunluk düzeyine ilişkin sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri sektörler, sürdürülebilirlik boyutları ve Endüstri 4.0 araçları arasında Varyans Analizi yöntemi kullanarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Anlaşılma, uygulanma ve gelişim düzeyi değerleri sektörler, sürdürülebilirlik boyutlarına ve Endüstri 4.0 araçlarına göre farklılık göstermektedir ($p<0,001$). Buna göre sürdürülebilirlik boyutları ve katkı düzeylerinden en yüksek değeri enerji sektörü alırken, en düşük değeri tekstil sektörü almıştır. Ayrıca tüm sektörler ve katkı düzeylerinde 3.0 ortalama değerinin üzeri ile Endüstri 4.0 araçlarından nesnelerin internetinin daha etkili olduğu görülmektedir. Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren başta tekstil sektöründeki firmalar, Endüstri 4.0 olgunluk düzey derecesine göre başlangıç seviyesinde oldukları için teknoloji altyapılarını geliştirmeleri gerekmektedir.

Şanlıurfa ilinde sektörel bazda endüstri 4.0 olgunluk seviyesinin belirlenmesi için ASTZHO modeli uygulaması ve yönetimsel etkilere ilişkin sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

Model, makine, enerji, tekstil ve gıda sektöründe faaliyet gösteren on iki firmaya uygulanmış ve her firma ve sektör için akıllı ve sürdürülebilir tedarik zinciri hazırlık ve olgunluk skoru belirlenmiştir. Sektör ortalamalarına göre, enerji sektöründe Endüstri 4.0 olgunluk skoru en yüksek çıkarken, bu sektörü sırası ile gıda, makine ve tekstil sektörleri takip etmiştir. Endüstri 4.0 araçlarından ise, nesnelerin interneti sektörlerinin en fazla olgunluk skoru elde ettikleri teknoloji olurken, bunu sırası ile bulut bilişim, eklemeli imalat, simülasyon, robotik/otonom sistemler ve siber güvenlik takip etmiştir. Modelin uygulamasında, Endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilirliğin üç sacayağı olan ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda, anlaşılma, uygulanma ve gelişim dereceleri ele alınmıştır. Şanlıurfa ilinde faaliyet gösteren firma yöneticileri, bu modelin uygulanmasından elde edilecek hazırlık ve olgunluk skorları ile firmalarının Endüstri 4.0'a geçiş sırasındaki mevcut durumlarını görmekle kalmayıp, dijital dönüşüm sonrası uyum derecelerini sürdürülebilir tedarik zinciri boyutlarında değerlendirebileceklerdir. Bunun sonucunda, firmalar eksik yönlerine odaklanabilecek ve Endüstri 4.0 teknolojileri ile sürdürülebilir tedarik zinciri boyutlarına olan farkındalıklarını artırarak daha etkin üretim ve hizmet sistemleri kurabileceklerdir.

KAYNAKLAR

- Abdirad, M., & Krishnan, K. (2021). Industry 4.0 in logistics and supply chain management: a systematic literature review. *Engineering Management Journal*, 33(3), 187-201.
- Aguiar, T., Gomes, S. B., da Cunha, P. R., & da Silva, M. M. (2019, October). Digital transformation capability maturity model framework. In *2019 IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)* (pp. 51-57). IEEE.
- Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. In *Industry 4.0: Managing the digital transformation* (pp. 61-94). Springer, Cham.
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering science and technology, an international journal*, 22(3), 899-919.
- Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2010). A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers. *International journal of production economics*, 126(2), 370-378.
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia manufacturing*, 13, 1245-1252.
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213-222.
- Braga Tadeu, H. F., Castro Moura Duarte, A. L. D., Taurion, C., & Jamil, G. L. (2019). Digital transformation: Digital maturity applied to study Brazilian perspective for industry 4.0. In *Best Practices in Manufacturing Processes* (pp. 3-27). Springer, Cham.
- Butner, K. (2010). The smarter supply chain of the future. *Strategy & Leadership*. 38, 22-31.
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). Evaluation of the green supply chain management practices: a fuzzy ANP approach. *Production Planning & Control*, 23(6), 405-418.
- Cetinkaya, B., Cuthbertson, R., Ewer, G., Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W., & Tyssen, C. (2011). *Sustainable supply chain management: practical ideas for moving towards best practice*. Springer Science & Business Media.
- Chauhan, C., & Singh, A. (2019). A review of Industry 4.0 in supply chain management studies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 863-886.
- Chou, S. Y. (2018). The fourth industrial revolution. *Journal of International Affairs*, 72(1), 107-120.
- Cochran 2nd, W. G. *Sampling techniques* 2nd Edition, 1963 New York.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226, 107617.
- Daly, H. E. (1994). *For the common good: Redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future* (No. 73). Beacon Press.
- Demir, S., Gündüz, M. A., & Paksoy, T. (2022). Akıllı ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminin Hazırlık ve Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesi için Geometrik Ortalamaya Dayalı Yeni Bir Model Önerisi. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(1), 95-115.
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]. *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), 56-5
- Gabriel, M., & Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and sustainability impacts: Critical discussion of sustainability aspects with a special focus on future of work and ecological consequences. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 14(2), 131.
- GAP, (2014). GAP Eylem Planı 2014–2018. *TC Kalkınma Bakanlığı*. Ankara.
- González, J. L., & Ferencz, J. (2018). Digital trade and market openness. *OECD Trade Policy Papers* No:217.
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017, October). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-

142). Springer, Cham.

- Hamada, T. (2019). Determinants of decision-makers' attitudes toward Industry 4.0 adaptation. *Social Sciences*, 8(5), 140.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.
- Karacadağ Kalkınma Ajansı (KKA), 2020a, TRC2 Bölgesi Aylık Ekonomik Görünüm Raporu, *Ekonomik Görünüm Raporu*, Sayı: 109.
- Karacadağ Kalkınma Ajansı (KKA), 2020b, Ayakkabı İmalat Üssü Yatırım Fizibilitesi, *Fizibilite Proje Raporu*.pp.69.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: A case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102-115.
- Ötleş, S., & Özyurt, V. H. (2016). Endüstri 4.0: gıda sektörü perspektifi. *Dünya Gıda Dergisi*, 89, 96.
- Özçelik, T. O., Erkollar, A., & Cebeci, H. I. (2019). Bir İmalat İşletmesi için Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması. 5th International Management Information Systems Conference, 1-11.
- Pasi, B. N., Mahajan, S. K., & Rane, S. B. (2020). Smart supply chain management: a perspective of industry 4.0. *Supply Chain Management*, 29(5), 3016-3030.
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R., & Lario, F. C. (2009). Quantitative models for supply chain planning under uncertainty: a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43(3), 400-420.
- Prause, G. (2015). Sustainable business models and structures for Industry 4.0. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 5(2).
- Rennung, F., Luminosu, C. T., & Draghici, A. (2016). Service provision in the framework of Industry 4.0. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 372-377.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*, 9(1), 54-89.
- Sarı, T. (2020). Endüstri 4.0 Teknolojik Olgunluk Düzeyinin Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Modellenmesi: Gıda Ve İçecek İmalat Sektörü Örneği. *Business & Management Studies: an International Journal*, vol. 8(3), 3526-3549.
- Sarıışık, G., Demir, S., & Ögütü, A. S. (2022). Şanlıurfa İlindeki KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık Seviyesi ve Geçiş Sürecindeki Önceliklerinin Belirlenmesi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 34(3), 433-443.
- Şanlıurfa Ticaret ve Sanayi Odası (ŞUTSO). 2020. Sanayi Rehberi Sektörel. *Şanlıurfa: Şanlıurfa Ticaret ve Sanayi Odası*.
- Sivrekli, E., & Sarıışık, G. (2017). Şanlıurfa İli Sektör Analizi: Mevcut Durum, Çözüm Önerileri Strateji ve Destek Eylem Planı". Türkiye: Ankara (pp. 1-95.), Uyum Ajans.
- Terzi, S., Şeyda, G. Ü. R., & Tamer, E. R. E. N. (2020). Sürdürülebilir tedarik zincirine endüstri 4.0 etkisinin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 25(1), 511-528.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain?. *Procedia manufacturing*, 13, 1175-1182.
- Toker, K. (2018). Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirliğe etkileri. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 29(84), 51-64.
- Trotta, D., & Garengo, P. (2019, March). Assessing industry 4.0 maturity: An essential scale for SMEs. In *2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)* (pp. 69-74). IEEE.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2020). Kurulan/Kapanan Şirket İstatistikleri. *Türkiye İstatistik Kurumu*. Aralık

Raporu.

- Türkiye İş Kurumu (İŞKUR), (2021). İşgücü Piyasası Araştırması Şanlıurfa İli 2021 Yılı Sonuç Rapor. *Türkiye İş Kurumu*. pp. 63.
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), 2020. Türkiye'nin KOBİ'leri Bülteni. *Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği*
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0–a glimpse. *Procedia manufacturing*, 20, 233-238.
- Valkokari, K., Kansola, M., & Valjakka, T. (2011). Towards collaborative smart supply chains–capabilities for business development. *International Journal of Enterprise Network Management*, 4(4), 380-399.
- Veza, I., Mladineo, M., & Peko, I. (2015). Analysis of the current state of Croatian manufacturing industry with regard to industry 4.0. *Vodice, Croatia: Croatian Association of Production Engineering*.
- Yiğitol, B., Güleş, H. K., & Tuğba, S. A. R. I. (2020). Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde, KOBİ'lerin teknoloji seviyelerinin belirlenmesi: Konya imalat sanayi örneği. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 32(3), 320-332.
- Yıldız, M. S., Yıldırım, Y., & Kesici, B. (2021). Düzce Bölgesindeki Firmaların Endüstri 4.0 Yaklaşımı. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(80), 1773-1797.
- Wagner, T. (2016). Industry 4.0 as enabler for sustainable lifestyles. *Unconference 2016–INSIGHTS Workstudio*, 4, 1-7.