

PAPER DETAILS

TITLE: Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansına Etkisi

AUTHORS: Fatma BÜsra Kurt,Taner Akçacı

PAGES: 12-23

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3698546>



Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansına Etkisi

The Effect of Industry 4.0 Applications on Supply Chain Performance

Fatma Büşra KURT¹
Taner AKÇAC²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü Kahramanmaraş, Türkiye

² Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü Gaziantep, Türkiye



Geliş Tarihi/Received: 22.05.2023
Kabul Tarihi/Accepted: 05.12.2023
Yayın Tarihi/Publication Date: 26.01.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Fatma Büşra KURT
E-mail: f.busraa.kurt@gmail.com

Bu çalışma Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalında tamamlanan aynı başlıklı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Cite this article as: Kurt, F. B., & Akçacı T. (2024). The effect of industry 4.0 applications on supply chain performance. *Trends in Business and Economics*, 38(1), 12-23.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ÖZ

Günümüzde, sürekli değişen ve gelişen teknoloji, bireyler ve işletmeler için birçok uygulamayı beraberinde getirmektedir. Ancak bu uygulamaları tedarik zinciri ve üretim süreci içerisine entegre etmek, ek maliyet oluşturma yanı sıra ek işgücü ihtiyacı da oluşturabilmektedir. Bu gibi nedenler teknolojiyi benimseme konusunda firmaların kararlarını etkileyebilmektedir. Bu bilgilere dayalı olarak çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri performansına olan etkisini test etmektir. Bu doğrultuda toplam 103 üretici firmaya anket uygulaması yapılmıştır. Toplanan anketlerin sonuçları, SPSS İstatistik 22.0 (IBM Corp.; Armonk, NY, ABD) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Firmalardan toplanan verilere, açıklayıcı faktör analizi uygulanarak boyutlar elde edilmiştir. Bu veriler daha sonra yüzde – frekans analizi ve regresyon analizi testlerine tabi tutularak bulgular elde edilmiştir. Yapılan Regresyon analizi sonuçlarına göre yapay zekâ ve bulut bilişim boyutlarının maliyet performansı boyutu üzerinde, bulut bilişim boyutunun müşteri performansı boyutu üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

JEL Kodları: R40, L60, O14, O30

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, tedarik zinciri, akıllı fabrika

ABSTRACT

Recently, constantly changing and developing technology has brought many applications for individuals and businesses. However, integrating these applications into the supply chain and production process may create additional costs as well as create the need for additional labor. Such reasons may affect the decisions of companies in adopting technology. This study aims to test the effect of Industry 4.0 applications on supply chain performance. In accordance with this purpose, a questionnaire was applied to a total of 103 manufacturers. Data obtained from surveys collected were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences Statistics 22.0 (IBM Corp.; Armonk, NY, USA) program. By using factor analysis, the dimensions were obtained. Obtained data was then subjected to tests for percent-frequency analysis and regression analysis and obtained findings. As a result of the regression analyses, it is found that there are positive and significant impacts of artificial intelligence and cloud computing dimensions on the consumer performance dimension and cloud computing dimension on the cost performance dimension.

JEL Codes: R40, L60, O14, O30

Keywords: Industry 4.0, supply chain, smart factory

Giriş

Tüm sanayi devrimleri hem sosyal hem ekonomik yapıyı değiştirerek insanlık tarihinde önemli bir rol üstlenmiş ve günümüzdeki ekonomik ve sosyal yaşamın gelişimini desteklemiştir (Alaloul ve ark., 2020; Mohajan, 2019; Taş, 2018). 1760- 1830 yılları arasında İngiltere’de başlayan Birinci Sanayi Devrimi’nde buhar gücü, üretim tezgâhlarını geliştirmek ve üretim sisteminin performansını artırmak için kullanılmaya başlanmıştır (Manavalan & Jayakrishna, 2019; Özüdoğru ve ark., 2018). 1850’li yıllarda Sanayi Devriminin ikinci aşamasında ise kömür, demir, çelik, buhar, petrol gibi kimyasal maddelerin yanı sıra elektrik teknolojisi, fabrika, atölye ve diğer üretim alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Taş, 2018, s. 1821). Kısaca İkinci Sanayi Devrimi endüstride elektriği kullanmakta ve elektrik gücünü optimize etmek için üretim hacmi oluşturmaktadır (Manavalan & Jayakrishna, 2019, s. 934). Üçüncü Sanayi Devrimi’nin

ise 1969 yılında, bilişim ve programlama teknolojilerindeki hızlı ilerlemeyle birlikte fabrikalarda gelişmiş bir dijitalleşme temeline ortaya çıktığı belirtilmektedir (Drath & Horsch, 2014; Lasi ve ark., 2014; Özsoylu, 2017).

Akıllı Nesneler alanında internet teknolojileri ve geleceğe yönelik teknolojilerin kombinasyonu, üst düzey sanayileşmenin ve bilgi entegrasyonunun hızlanması ise Dördüncü Sanayi Devriminin itici gücü olmuştur (He ve ark., 2020; Lasi ve ark., 2014). Sanayi Devriminin itici güçlerinden olan teknolojilerin endüstriyel alanda kullanılması ise Endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Jaskó ve ark., 2020). Bu kavram Almanya'da 2011 yılında Hannover fuarında tanıtılmıştır (Özsoylu, 2017). Sağlık ve lojistik gibi hizmet sektörleri ve Enerji Verimliliği gibi alanlar Endüstri 4.0 teknolojilerinin önemli uygulama alanlarından olduğu bilinmektedir (Dengiz, 2017). Endüstri 4.0 tedarik zinciri alanında da kullanılmakta ve tedarik zinciri yapısını yeni bir forma dönüştürmektedir (Abdel-Basset ve ark., 2018; Alicko ve ark., 2017; Bienhaus & Haddud, 2018; Frederico ve ark., 2020; Hofmann & Rüsch, 2017; İyigün & Görçün, 2019).

Tedarik zinciri terimi, hammadeden son müşteriye kadar tedarik ve üretim sürecinin tüm unsurlarını birbirine bağlayan zinciri ifade etmek için kullanılmaktadır (Scott & Westbrook, 1991, s. 23). Bir tedarik zinciri, perakendeciler, distribütörler, üreticiler ve tedarikçiler gibi birçok ticari kuruluşun, hammadde edinme, bu hammaddeyi dönüştürme ve bu nihai ürünleri perakendecilere ulaştırmak için birlikte çalıştığı entegre bir süreçtir (Beamon, 1998, s. 281). Tedarik zincirinin kapsamı, tedarik kaynağı ile başlamakta ve tüketim noktasında sona ermektedir (Stevens, 1990, s. 25). Tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri iş süreçlerinin ve tedarik zinciri üyeleri arasındaki bilgi akışının yönetimidir (Rota ve ark., 1998, s. 475). İletişim ve bilgi teknolojisindeki son gelişmelerle birlikte firmalar, Tedarik Zinciri Yönetiminin çeşitli aşamalarının planlamasını koordine ederek lojistik maliyetlerinde önemli tasarruflar yapma fırsatına sahip olabilmektedir (Thomas & Griffin, 1996, s. 13).

Bu çalışmada ilk olarak bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalardan bahsedilmiş daha sonra teorik çerçeve sunulmuştur. Araştırmanın diğer başlıkları içerisinde metodolojiye, analizlere ve bulgulara yer verilmiştir. Son kısımda ise sonuçlar verilerek gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Literatür Taraması

Endüstri 4.0 2011 yılında dünyaya tanıtıldığından bu yana birçok araştırmacı konu ile ilgili çeşitli araştırmalar yapmışlardır. Endüstri 4.0 bileşenleri çeşitli sektörlerde ve çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Endüstri 4.0 bileşenlerinin Tedarik Zinciri Performansına etkilerini belirlemeye yönelik olan bu çalışma ile ilişkili bazı ulusal ve uluslararası alanlarda yapılan çalışmalar şu şekilde sıralanabilir:

Akben ve Avşar (2017), Dijital Tedarik Zinciri ve Bulut Bilişim teknolojilerini ele alarak tedarik zincirlerinde Bulut Bilişim'e geçiş sürecindeki uyumluluk ve güvenlik gibi temel kaygıları incelemiştir. Bunların giderilmesi için yapılması gerekenleri, geçiş sürecindeki olası sorunları ve bu sorunların ortadan kaldırılmasına yönelik iyileştirmeleri ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak Bulut Bilişimi başarılı bir şekilde tedarik zinciri sürecine dahil etmenin işletmeler için bazı avantajları beraberinde getireceği vurgulanmış, bu geçiş sürecine olan işletmelerin kaygılarını ortadan kaldırmaya yönelik yaklaşımlarını sunmuşlardır.

Bienhaus ve Haddud (2018), dijitalleşmenin tedarik üzerindeki etkisini ve Tedarik Zinciri Yönetimi alanındaki rolünü belirlemek için satın alma ile ilgilenen farklı endüstrilerdeki 414 katılımcıya

çevrimiçi bir anket uygulamışlardır. Araştırmalarında satın alma ve tedarik zincirlerini dijitalleştirmenin önündeki potansiyel engelleri ve bunların üstesinden gelmenin yollarını sunmuşlardır. Bulgular, satın alma sürecinin dijitalleştirilmesinin, günlük iş ve idari görevleri desteklediğini, karmaşık karar alma süreçlerini kolaylaştırdığını göstermektedir. Bunun yanı sıra tedarik sürecindeki dijitalleşmenin stratejik kararlara ve faaliyetlere daha fazla odaklanma sağladığını, etkinliği ve kârlılığı artırdığı, yeni iş modellerinin gelişimini ve yeni ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını kolaylaştırması gibi işletme faaliyetlerine olumlu katkılarda bulunduğunu göstermektedir.

Yıldız (2019), işletmelerin tedarik zincirleri faaliyetlerinin verimliliğini arttıran ve yapılan faaliyetleri kolaylaştıran Dijital Tedarik Zincirinin genel yapısının anlatılması amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Dijital Tedarik Zincirinin faydaları, özellikleri, genel yapısı, Endüstri 4.0 ile olan ilişkisi, geleneksel tedarik zincirlerinden Dijital Tedarik Zincirine dönüşümü ve temel karakteristikleri ile ilgili genel bir alan yazı çalışması yapmıştır. Ayrıca, Bulut Bilişim ve Nesnelerin İnternetinin Dijital Tedarik Zinciri süreçlerindeki önemini incelemiştir.

Bag ve ark. (2020b), Tedarik 4.0'ın döngüsel ekonomide süreç performansı üzerindeki etkilerini ve bilgi işleme yeteneğinin Tedarik 4.0 ve firma performansı üzerindeki moderatör etkisini araştırmak için Güney Afrikalı üreticiler arasında bir anket çalışması yapmışlardır. Tedarik 4.0 yeteneklerini daha fazla keşfedebilmek için iş süreçlerinin bir simülasyonunu oluşturarak tedarik otomasyon sürecinin yararlarını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar çalışmalarında dijitalleşmenin satın alma stratejisinde ve tedarik performansında iyileştirmeler sağladığını ve alıcıların niyetini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Garay-Rondero ve ark. (2020), Endüstri 4.0'a giden mevcut Tedarik Zinciri Yönetimi modellerindeki boşluğu araştırarak önerdikleri modelde gelişmekte olan ve mevcut Dijital Tedarik Zincirlerini yönlendiren yeni konseptler ve bileşenlere özgün ve kapsamlı bir genel bakış sağlamaktadırlar.

Haddud ve Khare (2020), Endüstri 4.0 uygulamalarının her birinin altındaki kilit alanları ve faydaları belirleyerek, tedarik zincirinin dijitalleştirilmesinin seçilmiş beş yalın operasyon uygulaması üzerindeki potansiyel etkileri incelemeyi amaçlamaktadır. Yazarlar araştırma sonucunda, tedarik zincirlerinin dijitalleştirilmesinin seçilen beş yalın operasyon uygulaması üzerindeki önemli etkisini doğrulamışlardır. İncelenen potansiyel etkilerin çoğunun, genel tedarik zinciri ve iş performansının yanı sıra, beş yalın operasyon uygulamalarının doğrudan belirli alanları iyileştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, incelenen teknolojilerin Tedarik Zinciri Performansı ve Yönetimi üzerindeki etki düzeyini de belirlemişlerdir.

Agrawal ve Narain (2021), tedarik zincirinin dijital dönüşümünde Blockchain, Büyük Veri Analitiği, 3D Baskı, Nesnelerin İnterneti, Yapay Zekâ, Artırılmış Gerçeklik gibi çeşitli teknolojik etkilendirenlerin uygulanabilirliğini analiz etmeyi amaçlamaktadırlar. Yaptıkları bu çalışmalarında, çeşitli tedarik zinciri faaliyetlerini gerçekleştirmek için yeni teknolojileri benimsemeye yönelik sistematik bir yaklaşım sunulmuş ve tedarik zincirinin dijitalleşmesine yönelik yasal çabaların bu süreçleri daha iyi organize etmeye yardımcı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gedik (2021), Otonom Robotlar, Büyük Veri, 3 Boyutlu Yazıcı, Artırılmış Gerçeklik, Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim ve

Nesnelerin İnterneti gibi ana Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri ve üretim sürecindeki etkilerine odaklanmıştır. Bu bağlamda Endüstri 4.0'ın etkileri üzerine geniş bir teorik çerçeve oluşturmuştur.

Shao ve ark. (2021), tedarik zinciri boyunca Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanarak birden çok katmanı birbirine bağlamak için baştan sona tedarik zinciri akışını araştırmışlardır. Tedarik zincirini dijitalleştirmek adına çok uluslu bir şirketin Pakistan merkezli fabrikasında bir örnek vaka incelemesi yapmışlardır. Yapılan gözlemlere göre bu süreç içerisinde herhangi bir sorununun çözümünün en az iki gün sürdüğü ve ürünün üretimine ayrılan iki iş gününün kaybına neden olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sorunların daha verimli bir şekilde çözülmesi için ilgili verilerin gerçek zamanlı olarak erişilebilir olmasının sağlanması, süreçlerin entegre edilmesi ve aynı zamanda düzeltici önlemlerin zamanında alınması gerekmektedir. Bulgular, bunun için en uygun yöntemin tedarik zincirinin dijitalleştirilmesi olduğunu göstermektedir.

Zekhnini ve ark. (2021), Tedarik Zinciri Yönetimi 4.0 ile ilgili mevcut en son literatürün bir incelemesini sunarak dijital teknolojiler ile Tedarik Zinciri Yönetimi arasındaki ilişkiyi tanımlamış ve değerlendirmişlerdir. Bu çalışma Yeni teknolojilerin farklı tedarik zinciri süreçleri üzerindeki etkisini tanımlamaktadır. Ayrıca, makale gelecekteki araştırma ve uygulamalar için bir yol haritası çerçevesi de geliştirmektedir.

Teorik Çerçeve

Bu ana başlık içerisinde araştırmanın bağımlı ve bağımsız değişkenlerine ait teorik alt yapı sunulmaktadır. Araştırmanın bağımsız değişkeni olan Endüstri 4.0 teknolojileri kısa açıklanmış daha sonra bağımlı değişken olan tedarik zinciri kavramı ve kapsamı aktarılmıştır.

Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 kavramı, gelişen teknoloji olanakları sayesinde, maliyet, verimlilik, hız ve inovasyon odaklı pazarlama ve üretim anlayışında gelenen yeni bir noktayı ifade etmektedir (Soylu, 2018, s. 44). Endüstri 4.0, teorik olarak üretim süreçlerinde daha fazla operasyonel verimlilik, daha yüksek esneklik ve daha kapsamlı otomasyon sağlayan bağlı ağlardan ve hizmetlerden oluşmaktadır (Jaskó ve ark., 2020, s. 4).

Endüstri 4.0 ile kurumsal varlıklar, cihazlar ve sensörler gibi fiziksel öğelerin hem internete hem de birbirine bağlanması kolaylaşmaktadır (Sipsas ve ark., 2016, s. 236). Etkin bir şekilde kullanıldığında Endüstri 4.0, uzun süreli ve karmaşık olan firma operasyonlarının optimizasyonunu desteklemektedir (Bag ve ark., 2020a, s. 9). Endüstri 4.0 içerisinde birçok teknolojiyi barındırmaktadır. Bu teknolojilerden bazıları şunlardır:

- **Siber Fiziksel Sistemler (CPS):** CPS'ler, fiziksel ortamdaki varlıkları izleme ve kontrol etme ile dağıtılmış bilgi işlem sistemlerini entegre eden ağ bağlantılı sistemlerin yeni yönlerini yakalamaktadır (Burmester ve ark., 2012, s. 118). CPS'ler genel olarak fiziksel dünya içinden gerçek zamanlı veri alımını ve siber alandan bilgi geri bildirimini sağlayarak siber alanı oluşturan ve gelişmiş bağlantı sağlayan analitik hesaplama yeteneği ve akıllı veri yönetimi olarak iki ana işlevsel bileşenden oluşmaktadır (Lee ve ark., 2015, s. 19).
- **Nesnelerin İnterneti (IoT):** IoT, Nesneler arasında bir bağlantı oluşmasını sağlayan bir teknolojidir. IoT, günlük hayatımızda fiziksel olarak kullandığımız cihazların gerektiğinde bulundukları durumlarını değiştirmemizi ve kontrol etmemizi

sağlayan bir iletişim ağı şeklinde tanımlanmaktadır (Dilek, 2020). Etrafımızda bulunan bütün nesnelerin iletişim halinde olmasının yanı sıra makinelerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olması IoT mimarisinin daha popüler hale gelmesini tetiklemiştir. Tüm cihazların birbirleri ile internet kullanarak haberleşmesi Nesnelerin İnterneti kavramını, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan 4. Sanayi Devrimi içerisinde önemli bir noktaya taşımıştır (Koşunalp & Arucu, 2018, s. 4).

- **Büyük Veri:** Büyük Veri, yakalama, aktarım, depolama, iyileştirme, arama, analiz, görselleştirme, güvenlik ve gizlilik dahil olmak üzere büyük miktarda veriyi işlemeye yönelik herhangi bir teknik için kullanılan genel bir terimdir (Xu & Duan, 2019, s. 150). Günümüzde, internetin hızlı gelişimi sayesinde, günlük olarak o kadar büyük miktarlarda bilgi üretilmekte ve toplanmaktadır ki, bunların işlenmesi ve analizi geleneksel araçlarla mümkün değildir. Büyük Veri teknolojisi, verileri geleneksel yöntemlerden daha ileri düzeyde analiz etmeyi mümkün kılmaktadır. Web sitelerinden, veri tabanlarından veya çeşitli sistemlerden toplanan verilerin işlenmesi ve birleştirilmesi sağlanarak, belirli bir işletmenin veya kişinin içerisinde yer aldığı durumun net bir tablosunun gösterilmesini mümkün kılmaktadır (Witkowski, 2017, s. 767–768).
- **Bulut Bilişim:** Minimum yönetim çabası veya hizmet sağlayıcı etkileşimi ile depolanabilen, paylaşılabilen, serbest bırakılabilen ve hızlı bir şekilde sağlanabilen, hizmetler, uygulamalar, sunucular ve ağlar gibi yapılandırılabilir bir bilgi işlem kaynakları havuzuna isteğe bağlı erişimini her yerde sağlayan bir model olarak tanımlanmaktadır (Mell & Grace, 2011, s. 2). Bulut Bilişim, kaynakları otomatik olarak optimize ve kontrol etmeye yardımcı etmektedir. Hem müşteri hem de hizmet sağlayıcı için şeffaflık sağlayarak izlenebilir, raporlanabilir ve kontrol edilebilir hale getirmektedir (Akben & Avşar, 2017, s. 109).
- **Üç Boyutlu Yazıcı:** Üç Boyutlu Yazıcılar, üç boyutlu bir model veya çizimin katmanlar şeklinde basılmasıyla oluşturulan bir nesnenin üretim süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç oldukça karmaşık gözükse de 3 Boyutlu Yazıcılar karmaşık malzemeler olmadan nesnelerin basımını gerçekleştirebilmektedir (Soylu, 2018, s. 54).
- **Robotik Uygulamalar:** Robotik teknolojiler firma performansını iyileştirmek için insan niteliklerini robotun nitelikleriyle birleştirme olanağı sağlamaktadır. Robotlar basit ve tekrarlayan kullanım görevlerinde üstünlük sağlamaktadır. Bunun yanı sıra herhangi bir değişikliği anlamak ve bunlara uyum sağlamak için benzersiz bilişsel becerilere sahiptir (Ferraguti ve ark., 2019, s. 1070). Bir endüstriyel robot belirli bir yere sabitlenebilmekte ve aynı zamanda endüstriyel otomasyon görevlerini gerçekleştirmek için hareket etme yeteneğine de sahip olabilmektedir (Galin & Meshcheryakov, 2019, s. 2).
- **Artırılmış Gerçeklik:** Artırılmış Gerçeklik, sanal öğelerle birleştirilen gerçek dünya içerisindeki bir fiziksel alanı dolaylı veya doğrudan olarak görüntülemek için elektronik bir cihazdan yararlanan teknolojidir (Fraga-Lamas ve ark., 2018, s. 13359–13363). Artırılmış Gerçeklik uygulamaları, yakın çevreleriyle doğrudan veya fiziksel olarak bir ilişkisi bulunmayan kullanıcıların bu varlıklarla etkileşime girmesi için sanal bir ortam sağlamaktadır (Paelke, 2014, s. 1).

Tedarik Zinciri

Teknik olarak tedarik zinciri, malzemeleri tedarik etme işlemlerini yerine getiren, bunları mamullere ve yarı mamullere dönüştüren ve daha sonra dağıtım kanallarıyla tüketicilere ulaştıran dağıtım ve hizmet türlerinden oluşan ağ yapısıdır (Eymen, 2007, s. 7).

Tedarik zincirinin kapsamı, tedarik kaynağıyla başlamakta ve tüketim noktasında sona ermektedir. Nakliye ve fiziksel dağıtımda olduğu gibi tesis planlaması, üretim yönetimi, malzeme yönetimi, satın alma, tedarikçi yönetimi, müşteri hizmetleri ve bilgi akışı ile de ilgilidir (Stevens, 1989, s. 3).

Tedarik Zinciri Yönetimi ise “hammadde tedarikinden üretime ve dağıtım ile nihai kullanıcıya kadar bir değer zincirinde yer alan müşteriler, perakendeciler, dağıtıcılar, üreticiler ve tedarikçiler arasında bilgi, para, malzeme veya ürünün yönetimi olarak tanımlanabilmektedir.” Ürün yanlılıklarını, çevrim zamanını, stok ve faaliyet maliyetlerini azaltarak müşteri tatminini artırmak Tedarik Zinciri Yönetimi’nin temel amaçları arasındadır (Özdemir, 2004, s. 89). Tedarik Zinciri Yönetimi hem operasyonel hem de stratejik nitelikteki faydaların elde edilmesine öncülük eden çağdaş bir kavram olarak kabul edilmektedir (Al-Mudimigh ve ark., 2004, ss. 309–310).

Metodolojik Çerçeve

Metodolojik çerçeve başlığı altında araştırmanın amacı, modeli ve hipotezleri, evreni ve örneklemini ile birlikte araştırmanın yöntemi verilmektedir.

Araştırmanın Amacı

Endüstri 4.0 kavramı, geçtiğimiz 10 yıl boyunca popüler olan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Almanya’nın öncülüğünde başlayan ve ardından tüm dünyaya yayılan Endüstri 4.0 uygulamalarının, teknoloji yoğun üretime destek olduğu bilinmektedir. Bu durum göz önüne alındığında Endüstri 4.0 uygulamalarının tedarik zinciri performansı üzerinde etkili olup olmadığı araştırılması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu araştırma, üretim yapan firmalarda kullanılan Endüstri 4.0 uygulamaların tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisini ölçmeye odaklanmaktadır.

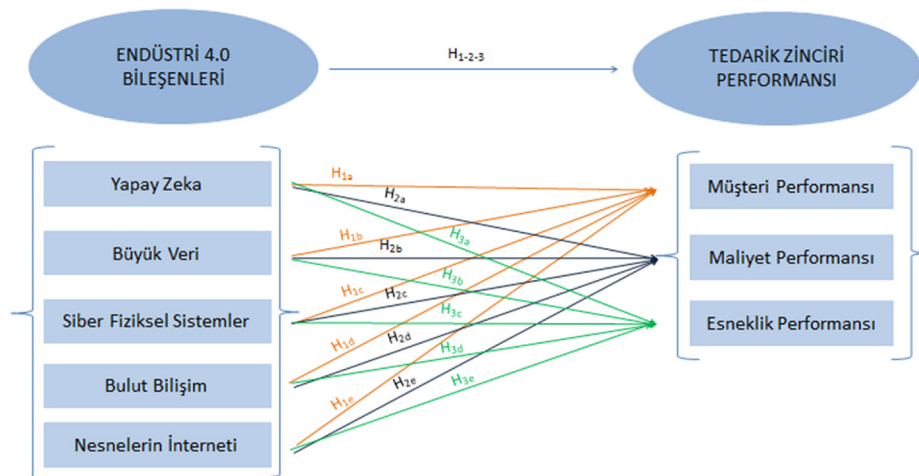
Araştırmanın Modeli ve Hipotezleri

Tedarik zinciri bir işletme için büyük bir değere sahiptir ve ürünün doğduğu başlangıç noktasından ürünün tüketildiği son ana kadar olan bütün süreçleri kapsamaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri performansını arttıran firmalar bir rekabet avantajı elde ederek daha etkin bir yapıya dönüşebilmektedir. Tedarik Zinciri Performansını arttırmak için firmaların denemiş oldukları birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler içerisinde Endüstri 4.0’a dayalı Dijital Tedarik Zinciri stratejisi de yer almaktadır. Dijital Tedarik Zinciri

stratejisinin tedarik zinciri performansına etkisi ise bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışma, Endüstri 4.0 uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansı üzerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmaktadır. Bu amaç için aşağıda yer alan model oluşturulmuştur.

Şekil 1’e göre araştırmanın bağımsız değişkeni olan Endüstri 4.0 Bileşenlerinden araştırmanın bağımlı değişkeni olan Tedarik Zinciri Performansının doğru giden ok ile belirtilen H_1 , H_2 ve H_3 araştırmanın ana hipotezlerini oluşturmaktadır. Araştırmadaki üç ana hipotez Endüstri 4.0 bileşenlerinin tedarik zinciri performansının alt boyutlarına (Müşteri, Maliyet ve Esneklik Performansları) etkisini göstermektedir. Endüstri 4.0 Bileşenlerinin alt boyutlarından Tedarik Zinciri Performansının alt boyutlarına giden oklar ise araştırmanın alt hipotezlerini oluşturmaktadır. Araştırmanın Hipotezleri ise şu şekildedir:

- H_1 : Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Müşteri Performansı üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{1a} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Yapay Zekâ boyutunun Müşteri Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{1b} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Büyük Veri boyutunun Müşteri Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{1c} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Siber Fiziksel Sistemler boyutunun Müşteri Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{1d} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Bulut Bilişim boyutunun Müşteri Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{1e} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Nesnelerin İnterneti boyutunun Müşteri Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_2 : Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Maliyet Performansı üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{2a} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Yapay Zekâ boyutunun Maliyet Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{2b} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Büyük Veri boyutunun Maliyet Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.



Şekil 1.
Araştırmanın Modeli.

- H_{2c} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Siber Fiziksel Sistemler boyutunun Maliyet Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{2d} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Bulut Bilişim boyutunun Maliyet Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{2e} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Nesnelerin İnterneti boyutunun Maliyet Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_3 : Endüstri 4.0 Bileşenlerinin Esneklik Performansı üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{3a} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Yapay Zekâ boyutunun Esneklik Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{3b} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Büyük Veri boyutunun Esneklik Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{3c} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Siber Fiziksel Sistemler boyutunun Esneklik Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.

Tablo 1.

Tedarik Zinciri Performansı Faktör Analizi Sonuçları

	Müşteri Performansı	Maliyet Performansı	Esneklik Performansı
İfadeler	Faktör Yükleri		
TZP15	0,857		
TZP16	0,850		
TZP14	0,846		
TZP11	0,835		
TZP12	0,834		
TZP13	0,819		
TZP10	0,800		
TZP8	0,774		
TZP3		0,866	
TZP2		0,863	
TZP5		0,759	
TZP6		0,737	
TZP9		0,722	
TZP1		0,684	
TZP4		0,681	
TZP21			0,800
TZP19			0,760
TZP22			0,760
TZP18			0,672
TZP23			0,672
TZP17			0,628
Özdeğerler	1,661	1,968	12,595
Rotasyon Yöntemi	Varimax		
Açıklanan Toplam Varyans	77,255		
Bartlett's Anlamlılık	0,000		
KMO	0,920		

- H_{3d} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Bulut Bilişim boyutunun Esneklik Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.
- H_{3e} : Endüstri 4.0 bileşenlerinden Nesnelerin İnterneti boyutunun Esneklik Performansı boyutu üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi vardır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Bu çalışmanın evrenini Gaziantep ilinde faaliyet gösteren imalat firmaları oluşturmaktadır. Gaziantep ilinde sanayi odasına 2174 adet firma kayıtlıdır (Gaziantep Sanayi Odası, 2021). Dolayısıyla araştırmanın ana kütle sayısı 2174 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.

Endüstri 4.0 Uygulamalarının Faktör Analizi Sonuçları

	Yapay Zekâ	Büyük Veri	Siber Fiziksel Sistemler	Bulut Bilişim	Nesnelerin İnterneti
İfadeler	Faktör Yükleri				
Yazıcı2	0,957				
AR1	0,912				
R2	0,898				
Yazıcı1	0,897				
Yazıcı3	0,893				
Yazıcı4	0,835				
R4	0,833				
AR2	0,805				
R3	0,762				
AR3	0,654				
BD3		0,867			
BD4		0,853			
BD1		0,820			
BD2		0,803			
SFS4			0,791		
SFS1			0,774		
SFS2			0,703		
SFS3			0,631		
SFS6			0,542		
SFS5			0,450		
BB3				0,777	
BB2				0,724	
BB1				0,557	
IoT2					0,654
IoT4					0,544
IoT3					0,493
IoT1					0,450
Özdeğerler	10,267	5,864	1,843	1,411	1,129
Rotasyon Yöntemi	Varimax				
Açıklanan Toplam Varyans	70,738				
Bartlett's Anlamlılık	0,000				
KMO	0,834				

Araştırmanın örneklemini ise Gaziantep ilinde faaliyet gösteren 103 adet firmanın yöneticileri oluşturmaktadır. Her firmadan yalnızca bir adet yönetici seçilmiştir. Örneklem sayısının güven düzeyi %95, hata payı ise %9,43'tür.

Örnekleme yöntemi olarak kolayda örnekleme yöntemi seçilmiştir. Kolayda örnekleme metodunda ana kütle içerisinde seçilmesi gereken örneklem, araştırmacı tarafından tesadüfi olmadan seçilen örnekleme yöntemidir. Bu örnekleme yönteminde veriler ana kütle içerisinde en kolay şekilde hızlı ve ekonomik olarak toplanılmaktadır (Malhotra, 2004, s. 321).

Yöntemler

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi olan, içerisinde firma bilgilerini de içeren, 5'li likert ölçeğinden faydalanılarak hazırlanan bir anket formu kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemi, deneysel araştırma, karşılaştırmalı araştırma, anket araştırması gibi çeşitli şekillerde kendini göstermektedir (Yıldırım, 1999, s. 7). Gaziantep Sanayi Odasına kayıtlı firmalara 1 Mart 2021 ve 31 Aralık 2021 tarihleri arasında hem çevrimiçi hem de yüz yüze olarak anket yapılmış ve yanıtları toplanmıştır. İki farklı tür kullanılmasının sebebi araştırmanın başlangıç döneminin COVID-19 pandemi kısıtlamalarına denk gelmesidir. Kısıtlamalar nedeniyle başlangıçta çevrimiçi oluşturulan anket kısıtlamalar kaldırıldıktan sonra yüz yüze olarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada ilk olarak çevrimiçi anket formu oluşturulmuş ve Gaziantep Sanayi Odasına kayıtlı firmaların e- posta adreslerine gönderilmiştir. Gönderilen e- postalardan yalnızca 9 geri dönüş alınmış ve birer hatırlatma postası daha gönderilmiştir. Hatırlatma postasından sonra iki geri dönüş daha alınabilmiştir. Böylelikle çevrimiçi olarak toplam 11 yanıt elde edilmiştir. Kalan 92 anket formu ise firmalarla yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak toplamda 103 adet kullanılabilir anket elde edilmiştir.

Anket formu temelde üç ana bölüm şeklinde gruplanmış ilk bölümde firmaların kurumsal bilgilerini tespit etmeye yarayacak

Tablo 3.
Endüstri 4.0 Uygulamalarının Faktör Analizi Sonuçları

Kategoriler	Seçenekler	F	%
İşletmenin Hukuki Yapısı	Anonim Şirketler ve Şahıs İşletmeleri	41	39,8
	Limited Şirket	62	60,2
İşletmenin Faaliyet Alanı	Tekstil	48	46,6
	Kimya	13	12,6
	Gıda	7	6,8
	Plastik	10	9,7
	Makine- Metal	19	18,4
	Ambalaj	1	1,0
	Sağlık Ürünleri	3	2,9
	Ayakkabı	1	1,0
Çalışanın Pozisyonu	Alt ve orta düzey yönetici	63	61,2
	Üst düzey yönetici	40	38,8
İşletmenin Çalışan Sayısı	50 kişi altı	56	54,3
	50 kişi ve üzeri	47	45,6
İşletmenin Toplam Faaliyet Yılı	10 yıl ve altı	44	42,7
	10 yıl üstü	59	57,3

ifadeler kullanılmış ikinci bölümde ise firmaların Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanma durumunu ölçmeye yarayacak ifadeler tercih edilmiştir. Bu bölümde yer alan ifadeler Endüstri 4.0 içerisinde yer alan teknolojilerin her birinin kullanımını ölçmek için kullanılmıştır. Son kısımda ise bu bileşenlerin firmaların Tedarik Zinciri Performansı üzerindeki etkilerini ölçmeye yarayacak ifadeler kullanılmıştır. İkinci ve üçüncü bölümde kullanılan ifadeler sırasıyla Duman (2020) ve Yazgan'ın (2017) çalışmalarından alınmıştır.

Bu çalışmada kullanılan anketin ilk bölümü içerisinde katılımcı firmaların kurumsal bilgilerine yönelik sorular bulunmaktadır. Firmaların faaliyet yılı, çalışan sayısı, faaliyet gösterdiği sektör, hukuki yapıları gibi bilgiler bu bölüm içerisinde yer almaktadır. Anketin ikinci kısmında ise firmaların Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin temel uygulamalarının gerçekleştirilme düzeyleri ölçülmek istenmiştir. Duman (2020), "Endüstri 4.0 Teknoloji Bileşenlerinin Örgütsel Performansa Etkilerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma" adlı çalışmada, Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin temel uygulamalarının gerçekleştirilme düzeylerini ölçmek için kullanılan ifadelerin bu çalışma için de uygun olacağı düşünülmüştür. Bu bölüm toplam 29 ifade kullanılarak uygulanmıştır. Duman'ın bu çalışmasında Cronbach Alfa değeri 0,862 olarak bulunmuştur.

Araştırma anketinin üçüncü ve son bölümünde, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanımının, Tedarik Zinciri Performansına yarattığı etkileri ölçmek adına; Yazgan (2017), "Tedarik Zinciri ve Bilgi Sistemleri Stratejilerinin Tedarik Zinciri Performansına Etkisi: İhracat Yapan İşletmeler Üzerine Bir Araştırma" adlı tezden derlenen 23 ifadenin bu çalışma için de uygun olabileceği öngörülerek bu çalışmanın ifadeleri derlenmiş ve anket içerisine dahil edilmiştir. Yazgan'ın bu çalışmasında Cronbach Alfa değeri 0,928 olarak bulunmuştur.

Bulgular

Bu çalışmada, elde edilen bulguların değerlendirilebilmesi için, Yüzde-Frekans Dağılım Analizi, Açıklayıcı Faktör Analizi ve Regresyon Analizleri yapılmıştır. Verilerin analizine geçilmeden önce veri setinin analize uygun hale getirilmesi için normallik testi, uç değer analizi ve kayıp veri analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlere göre herhangi bir uç değer bulunmamış ve araştırmada kullanılan ifadelerin normal bir dağılım gösterdiğine karar verilmiştir.

Açıklayıcı Faktör Analizi

Araştırmada kullanılan ölçeklere açıklayıcı faktör analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Endüstri 4.0 bileşenleri ölçeğine, daha sonra ise Tedarik Zinciri Performansı ölçeğine faktör analizi yapılarak boyutlar belirlenmeye çalışılmıştır. Varimax rotasyon yöntemi kullanılarak yapılan analizin sonuçları aşağıdaki tablolar içerisinde yer almaktadır:

Araştırmada kullanılan ölçeklere yapılan Açıklayıcı Faktör Analizi sonuçlarına göre Endüstri 4.0 bileşenlerinin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkiyi ölçmek için kullanılan ifadelerinin öz değeri birden büyük toplam üç faktör altında toplanmıştır (Tablo 1).

Tedarik Zinciri Performans ölçeklerine yapılan faktör analizinden T2P7 ve T2P20 ifadeleri binişik madde olduğu için analizden çıkarılmıştır. Analiz sonucunda oluşan faktörler, literatüre uygun olarak Müşteri Performansı, Maliyet Performansı ve Esneklik Performansı olarak adlandırılmıştır. Bu üç faktörün %77 oranında açıklanan toplam varyansa sahip olduğu görülmektedir. KMO (Kaiser-Meyer Olkin) ölçüm değerinin, 0,50'ın altında olması örneklem

çapının yetersiz olduğu şeklinde yorumlanırken, bu değer 0,50-0,60 aralığındaysa zayıf, 0,60-0,70 aralığındaysa orta, 0,70-0,80 aralığındaysa iyi, 0,80-0,90 aralığındaysa çok iyi, 0,90 üzerinde ise mükemmel olarak yorumlanmaktadır (Hair ve ark., 2006, s. 115). Bu çalışmada KMO ölçüm değeri 0,920 olarak bulunmuştur. Bu KMO değeri örneklem çapının yeterliliği için mükemmel olarak yorumlanmaktadır.

Endüstri 4.0 bileşenlerin temel kullanım düzeyini ölçmek için kullanılan ifadelerle yapılan faktör analizi sonuçlarına göre ise öz değeri birden büyük toplam beş faktör altında toplandığı görülmüştür (Tablo 2).

Endüstri 4.0 bileşenlerine ait ifadelerle yapılan faktör analizinden R1 ve BB4 ifadeleri binişik madde olduğu için analizden çıkarılmıştır. Bu faktörler, literatüre uygun olarak Büyük Veri, Yapay Zekâ, Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti ve Bulut Bilişim isimleriyle adlandırılmıştır. Bu beş faktörün %70 oranında açıklanan toplam varyansa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma için yapılan faktör analizi sonucuna göre KMO ölçüm değerinin 0,834 olarak bulunmuştur. Hair ve ark. (2006)'ya göre, KMO değerinin %83 olması örneklem çapının yeterli ve geçerli olduğunu göstermektedir. Yapılan faktör analizlerine göre anket geçerliliği sağlanmıştır.

Anketin güvenilirliğini ölçmek için yapılan analiz sonuçlarına göre Endüstri 4.0 ölçeğinin cronbach alfa değeri 0,928 olarak bulunmuştur. Tedarik Zinciri Performansı ölçeğinin güvenilirliğine bakıldığında ise cronbach alfa değerinin 0,965 olduğu görülmektedir. Bu ölçekler Taber (2018)'e göre sırasıyla güçlü ve mükemmel olarak değerlendirilebilmektedir. Bu çalışma için yapılan ankette kullanılan tüm ifadelerle yapılan güvenilirlik analizi sonucuna göre cronbach alfa değeri 0,951 olarak bulunmuştur. Bu sonuç yine mükemmel olarak yorumlanabilir.

Araştırmanın Frekans Dağılımı Sonuçları

Araştırmanın uygulama kısmı için ilk kısımda firmaların Tablo 3'te yer alan kurumsal bilgileri ölçülmek istenmiş ve verilen yanıtların sonuçları aşağıdaki tablo içerisinde aktarılmıştır.

Tablo 4.

Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Müşteri Performansı Boyutu Modeli Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminlenen standart Hata	Durbin-Watson
1	,475 ^a	,225	,185	0,99382	1,469

Araştırmanın uygulama kısmı için ilk kısımda firmaların kurumsal bilgileri ölçülmek istenmiştir. Buna göre araştırmaya katılan firmaların çoğunluğunu limited şirketler oluşturmaktadır. Katılımcı firmaların çalışan sayılarına bakıldığında 50 kişi altında çalışana sahip firmaların; toplam faaliyet yılına bakıldığında ise 10 yıl üzerinde faaliyet gösteren firmaların çoğunluğu oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anket ifadelerinin frekans ve yüzdelik dağılımları incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun Yapay Zekâ ve Nesnelerin İnterneti boyutları altında yer alan teknolojileri henüz gerçekleştirmediği görülmüştür. Ancak Büyük Veri boyutu altında yer alan ifadelerle verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların çoğunluğu bu teknolojiyi kullanma noktasında hazırlık aşamasında olduklarını ve kullandıklarını belirtmişlerdir. Siber Fiziksel Sistemler ve Bulut Bilişim boyutları altındaki ifadeler incelendiğinde katılımcıların bu teknolojileri kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın bağımlı değişkeni olan Tedarik Zinciri Performansı alt boyutlarına verilen yanıtlar incelendiğinde Müşteri Performansı altında yer alan ifadelerle katılımcıların çoğunluğu Endüstri 4.0 ile müşteri memnuniyetini sağlama, talepleri karşılama ve zamanında teslimat gibi konularında sıkıntı yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Maliyet Performansı boyutunda yer alan ifadelerle verilen yanıtlara göre katılımcıların yarısı bilgi, üretim, stok ve dağıtım gibi maliyetleri, Endüstri 4.0 ile azaltabileceklerini düşünürken katılımcıların 3'te 1'ine yakın kısmı ise bu konuda kararsız olduklarını belirtmiştir. Esneklik Performansı boyutu altında yer alan ifadelerle verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların yarısı Endüstri 4.0 ile tedarik zinciri faaliyetlerinde esneklik sağlayabileceklerini düşünmektedir.

Tablo 5.

Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Müşteri Performansı Regresyon Analizi Sonuçları

Model	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regression	27,845	5	5,369	5,639	,000 ^b
Residual	95,805	97	0,988		
Total	123,650	102			

Tablo 6.

Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Müşteri Performansı Boyutu Katsayılar Tablosu

Model		Standardize edilmemiş katsayılar		Standardize edilmiş katsayılar		
		B	Standart Hata	Beta	T	p
Bağımsız değişkenler	Sabit	2,449	0,393		6,230	
	Yapay Zekâ	0,099	0,135	0,076	0,727	,469
	Büyük Veri	0,111	0,099	0,138	1,120	,266
	Siber Fiziksel Sistemler	0,184	0,142	0,169	1,297	,198
	Bulut Bilişim	0,315	0,108	0,413	3,021	,001
	Nesnelerin İnterneti	-0,167	0,130	-0,174	-2,345	,167

Tablo 7.
Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Maliyet Performansı Boyutu Modeli Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminlenen standart Hata	Durbin-Watson
1	,424 ^a	,18	,138	0,99630	1,571

Regresyon Analizi

Regresyon katsayısı; iki faktör arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini belirlemek amacıyla Pearson korelasyon katsayısı kullanılmaktadır. Hesaplanan r değeri -1 ve +1 değerleri arasında bir değer alır. Kısaca r değeri, hesaplanan regresyon doğrusunun noktalara çok yakın olması halinde, -1 veya +1 değerlerini alır ve doğrunun noktalardan uzak seyretmesi oranında r değeri de sıfıra yaklaşmaktadır (Günel, 1970, s. 218). Bu çalışmada hipotezleri test etmek için Çoklu Regresyon Analizi kullanılmıştır. Bu analizler bu bölüm içerisinde verilmektedir.

Regresyon Analizine geçilmeden önce Durbin-Watson testi yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Bu test, terimler arasında oto korelasyon olup olmadığını göstermektedir. Bu test sonucunun 3'ün altında olması regresyon analizinin yapılabileceği anlamına gelmektedir (Field, 2009).

Tablo 4, 5 ve 6 içerisinde Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Müşteri Performansı Boyutu arasındaki regresyon analizi sonuçları incelenmektedir.

Bağımsız değişkenlerden Endüstri 4.0 boyutları ile bağımlı değişken Tedarik Zinciri Performansı boyutlarından biri olan Müşteri Performansı arasındaki regresyonu ölçmeden önce yapılan Durbin-Watson test sonuçlarına göre bu değer 3'ün altında olduğu görülmektedir (1,469). Düzeltilmiş R² değerine göre Endüstri 4.0 bileşeni boyutlarına ait bağımsız değişkenleri, bağımlı değişken durumundaki Müşteri Performansına ait varyansı %18,5 oranda açıkladığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre Müşteri Performansı boyutunun %18,5 oranında Endüstri 4.0 bileşenlerine göre şekillendiği anlaşılmaktadır.

Endüstri 4.0 bileşenleri alt boyutlarının Müşteri Performansı boyutunu anlamlı düzeyde etkileme durumunu ölçmek için yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi sonucuna göre model anlamlı bulunmuştur ($F=5,639$; $p=,000$).

Endüstri 4.0 bileşenlerini ölçmek için kullanılan ifadelerin boyutlarının, Tedarik Zinciri Performans boyutu olan Müşteri Performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemek için Tablo 6 içerisinde yer alan istatistiksel sonuçlar kullanılmıştır.

Tablo 6'ya göre regresyon katsayıları ve anlamlılık düzeylerine bakıldığında, Endüstri 4.0 bileşenin alt boyutlarından "Bulut Bilişim" boyutunun "Müşteri Performansı" boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($p < ,05$). Buna göre oluşturulacak regresyon denkleminde Endüstri 4.0 Bileşenlerinden Bulut Bilişim boyutu üzerindeki 1 birimlik değişim Müşteri Performansı boyutunu 0,315 birim arttıracak sonucuna ulaşılmaktadır. H1 alt hipotezlerden yalnızca H_{1d} hipotezi desteklenmiş diğer hipotezler reddedilmiştir.

Tablo 7, 8 ve 9 içerisinde Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Maliyet Performansı Boyutu arasındaki regresyon analizi sonuçları incelenmektedir.

Bağımsız değişkenlerden Endüstri 4.0 boyutları ile bağımlı değişken Tedarik Zinciri Performansı boyutlarından biri olan Maliyet Performansı arasındaki regresyonu ölçmeden önce yapılan Durbin-Watson test sonuçlarına göre bu değer 3'ün altında olduğu görülmektedir (1,571). Düzeltilmiş R² değerine göre Endüstri 4.0 bileşeni boyutlarına ait bağımsız değişkenleri, bağımlı değişken durumundaki Müşteri Performansına ait varyansı %13,8 oranda açıkladığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre Maliyet Performansı boyutunun %13,8 oranında Endüstri 4.0 bileşenlerine göre şekillendiği anlaşılmaktadır.

Endüstri 4.0 bileşenleri alt boyutlarının Maliyet Performansı boyutunu anlamlı düzeyde etkileme durumunu ölçmek için çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonucuna göre model anlamlı bulunmuştur ($F=3,760$; $p=,002$).

Tablo 8.
Endüstri 4.0 Bileşenleri boyutları ve Maliyet Performansı Regresyon Analizi Sonuçları

Model		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
1	Regression	21,112	5	4,322	3,760	,002 ^b
	Residual	96,283	97	0,993		
	Total	117,396	102			

Tablo 9.
Endüstri 4.0 Bileşenleri boyutları ve Maliyet Performansı Boyutu Katsayılar Tablosu

Model		Standardize edilmemiş katsayılar		Standardize edilmiş katsayılar	
		B	Standart Hata	Beta	T
Bağımsız değişkenler	Sabit	2,206	0,401		5,496
	Yapay Zeka	0,303	0,138	0,241	2,193
	Büyük Veri	0,034	0,101	0,043	0,332
	Siber Fiziksel Sistemler	0,013	0,145	0,012	0,088
	Bulut Bilişim	0,304	0,105	0,363	2,910
	Nesnelerin interneti	-0,027	0,120	-0,029	-0,276

Tablo 10.

Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Esneklik Performansı Regresyon Analizi Sonuçları

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminlenen standart Hata	Durbin-Watson
1	,318 ^a	,101	,083	0,98019	1,452

Endüstri 4.0 bileşenlerini ölçmek için kullanılan ifadelerin boyutlarının, Tedarik Zinciri Performans boyutu olan Maliyet Performansı ile üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemek için Tablo 9 içerisinde yer alan istatistiksel sonuçlar kullanılmıştır.

Tablo 9'da yer alan regresyon katsayılarına ve anlamlılık düzeylerine bakıldığında, Endüstri 4.0 bileşenin alt boyutlarından "Bulut Bilişim" ve "Yapay Zekâ" boyutlarının "Maliyet Performansı" boyutu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($p < ,05$). Buna göre oluşturulacak regresyon denkleminde Endüstri 4.0 Bileşenlerinden Bulut Bilişim boyutu üzerindeki 1 birimlik değişim Maliyet Performansı boyutunu 0,304 birim; Yapay Zekâ Boyutu üzerindeki 1 birimlik artışın Maliyet Performansı boyutunu 0,303 birim arttıracak sonucuna ulaşılmaktadır. H₂ alt hipotezlerinden H_{2a} ve H_{2d} alt hipotezleri desteklenirken H_{2b}, H_{2c} ve H_{2e} hipotezleri reddedilmiştir.

Tablo 10, 11 ve 12 içerisinde Endüstri 4.0 Bileşenleri Boyutları ve Esneklik Performansı Boyutu arasındaki regresyon analizi sonuçları incelenmektedir.

Bağımsız değişkenlerden Endüstri 4.0 boyutları ile bağımlı değişken Tedarik Zinciri Performansı boyutlarından biri olan Esneklik Performansı arasındaki regresyonu ölçmeden önce yapılan Durbin-Watson test sonuçlarına göre bu değer 3'ün altında olduğu görülmektedir (1,452). Düzeltilmiş R² değerine göre Endüstri 4.0 bileşenleri boyutlarına ait bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken durumundaki Müşteri Performansına ait varyansı %8,3 oranda açıkladığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre Esneklik Performansı boyutunun %8,3 oranında Endüstri 4.0 bileşenlerine göre şekillendiği anlaşılmaktadır.

Endüstri 4.0 bileşenleri alt boyutlarının Esneklik Performansı boyutunu anlamlı düzeyde etkileme durumunu ölçmek için çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonucuna göre model anlamlı bulunmuştur ($F=5,626$; $p=,005$).

Endüstri 4.0 bileşenlerini ölçmek için kullanılan ifadelerin boyutlarının Tedarik Zinciri Performans boyutu olan Esneklik Performansı üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemek için Tablo 12 içerisinde yer alan istatistiksel sonuçlar kullanılmıştır.

Tablo 12'ye göre regresyon katsayılarına ve anlamlılık düzeylerine bakıldığında, Endüstri 4.0 bileşenin alt boyutlarının Esneklik Performansı üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Buna göre H₃ hipotezi ve alt hipotezleri desteklenmemiştir.

Sonuç ve Öneriler

Endüstri 4.0 teknolojilerini yakından takip etmek birçok firma için hem zorlukları hem de kolaylıkları beraberinde getirebilmektedir. Zorlukları arasında bu teknolojinin maliyetleri ve kullanılacak olan teknoloji için yetiştirilmiş bir uzmanın olması gibi işgücüne yansıyan değişik etkiler de yer almaktadır. Bir teknolojiyi kullanmaya karar vermek için yalnızca maliyetlere odaklanmamak gerekir. Aynı zamanda yerleşik bir düzen içerisine yeni bir düzen kurma üzerindeki zorluklara da odaklanmak gerekmektedir. Birçok zorluğun yanında Endüstri 4.0 uygulamaları birçok avantaja da sahip olabilmektedir. Örneğin tedarik edilemeyen bir parça hızlı prototipleme sayesinde 3D yazıcı ile üretilebilmekte ve üretim süreci içerisinde uzun sürebilecek tedarik sürelerinden kaçınılabilmektedir. Nesnelerin İnterneti ile makineler birbirleri ile iletişim kurarak ve kendi kendine karar vererek yine üretimin aksamamasını sağlayabilmektedir. Tedarik zincirleri içerisinde bu teknolojilerin entegre edilmesi ile yaşanabilecek negatif veya pozitif etkiler bu çalışma içerisinde sunulmuştur. Ayrıca bu çalışma, gelişen teknolojilerin, endüstri içerisinde kullanılması ve bu teknolojilerin tüm alanlarda yaygınlaşmaya başlaması ile birlikte bu alanlardan biri olan tedarik zinciri içerisindeki etkisine odaklanmaktadır.

Tablo 11.

Endüstri 4.0 Bileşenleri boyutları ve Esneklik Performansı Regresyon Analizi Sonuçları

Model		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
1	Regression	10,810	5	5,405	5,626	,005 ^b
	Residual	96,076	97	0,961		
	Total	106,887	102			

Tablo 12.

Endüstri 4.0 Bileşenleri boyutları ve Esneklik Performansı Boyutu Katsayılar Tablosu

		Standardize edilmemiş katsayılar		Standardize edilmiş katsayılar		
Model		B	Standart Hata	Beta	T	p
Bağımsız değişkenler	Sabit	1,994	0,383		5,203	,000
	Yapay Zeka	0,256	0,132	0,214	1,939	,055
	Büyük Veri	0,134	0,097	0,180	1,388	,168
	Siber Fiziksel Sistemler	0,204	0,138	0,201	1,471	,145
	Bulut Bilişim	0,140	0,101	0,175	1,380	,171
	Nesnelerin interneti	-0,187	0,116	-0,211	-1,616	,109

Endüstri 4.0 uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansı üzerindeki etkisini ortaya koymak için Gaziantep ilindeki üretici firmalara anket uygulaması yapılmıştır. Anket yanıtları incelenerek yapılan analizlere göre Endüstri 4.0 bileşenlerinin tedarik zinciri alt boyutları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

Bu çalışmanın evrenini Gaziantep ilinde faaliyet gösteren imalat firmaları oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Gaziantep ilinde faaliyet gösteren 103 adet firmanın yöneticileri oluşturmaktadır. Her firmadan yalnızca bir adet yönetici seçilmiştir. Araştırma verileri toplanırken birincil elden veri toplama yöntemlerinden olan anket yöntemi kullanılmıştır. Araştırma amacının doğrultusunda bir anket hazırlanmış ve anket formu kolayda örnekleme metodu ile uygulanmıştır. Anket formu kurumsal bilgileri ölçmeye yarayan ifadelerle ek olarak iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden ilki Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanım düzeylerini ölçerken diğer bölüm bu bileşenlerin Tedarik Zinciri Performansı üzerindeki etkisini ölçmek adına derlenen ifadelerden oluşmaktadır. Bu çalışmanın anket uygulaması COVID-19 önlemlerinin alındığı döneme denk geldiği için ilk olarak çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu önlemlerin azaltılmasıyla birlikte yüz yüze olarak da anket yanıtları toplanmıştır. Bu kapsamda toplamda 103 yanıt elde edilmiştir.

Toplanan anketlerden elde edilen verilere yapılan analizlerin sonuçlarına göre araştırmaya katılan firmaların çoğunluğunu Limited Şirketler oluşturmaktadır. Katılımcı firmalar arasında en çok faaliyet gösterilen sektör arasında ise Tekstil sektörünün yer aldığı görülmüştür. Katılımcı firmaların çalışan sayılarına bakıldığında 50 kişiden az çalışana sahip firmaların; toplam faaliyet yılına bakıldığında ise 10 yıl üzerinde faaliyet gösteren firmaların çoğunluğu oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma kapsamında uygulanan anket çalışmasına güvenilirlik ve normallik analizleri yapılarak parametrik testlerin yapılabilmesi tespit edilmiş ve bu doğrultuda Faktör Analizi ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi yapılmıştır. Araştırma kapsamında yapılan faktör analizi sonucunda Endüstri 4.0 uygulamaları için kullanılan ifadelerin toplam beş boyuta sahip olduğu tespit edilmiştir. Endüstri 4.0 uygulamalarını ölçmek için kullanılan ifadelerle ait boyutlar literatüre uygun olarak "Yapay Zeka", "Büyük Veri", "Siber Fiziksel Sistemler", "Bulut Bilişim" ve "Nesnelerin İnterneti" şeklinde adlandırılmıştır.

Tedarik Zinciri Performansına ait ifadelerle yapılan faktör analize göre ise bu bağımlı değişkene ait toplam üç alt boyut olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu alt boyutlar literatüre uygun olarak "Müşteri Performansı", "Maliyet Performansı" ve "Esneklik performansı" şeklinde adlandırılmıştır.

Regresyon analizi ile test edilen hipotezlerin sonuçlarını incelediğimizde, Endüstri 4.0 bileşenine ait boyutlardan en az bir tanesinin, Tedarik Zinciri Performansı boyutlarından olan Maliyet ve Müşteri Performansı boyutları üzerinde istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapay Zeka ve Bulut Bilişim boyutlarının Maliyet Performansı boyutu üzerinde, Bulut Bilişim Boyutunun Müşteri Performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Akben ve Avşar (2017), Bulut Bilişimi başarılı bir şekilde tedarik zinciri sürecine dahil etmenin işletmeler için bazı avantajları beraberinde getireceğini vurgulamışlardır. Bu araştırmanın bulguları da bu sonuçla benzerlik göstermektedir. Analizler

sonucunda Bulut Bilişim teknolojisinin Maliyet ve Müşteri performansını arttıracığı sonucu elde edilmiştir.

Endüstri 4.0 bileşenlerini kullanım düzeyinin Esneklik performansı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı, yapılan regresyon analizi sonucunda ortaya çıkmıştır. Ancak As ve Ramanathan (2021), Dijital Tedarik Zinciri teknolojilerinin, firmanın Tedarik Zinciri Esnekliği uygulamalarını ve Tedarik Zinciri Performans hedeflerini desteklediğini göstermektedir. Bu noktada analiz bulguları bu çalışmadan ayrılmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre araştırma önerileri şu şekilde sıralanabilir:

- İşletmeler için Endüstri 4.0 uygulamalarının başlangıç maliyetleri yüksek olduğu bilinmektedir. Ancak Endüstri 4.0 uygulamalarını benimsedikten sonra maliyet performansı üzerinde etki sağlayabilecekleri öngörüldüğünden dolayı işletmelere bu teknolojileri kullanmaya başlamaları önerilebilir. Bu şekilde başlangıçta yüksek olan giriş maliyetleri daha sonra birim maliyetlerde avantaj sağlayabilir.
- Firmalara tüm tedarik zinciri boyunca dijitalleşmeyi sağlamaları önerilir. Böylelikle tedarik zincirlerinde görünürlüğü arttırarak performansı ve verimliliği arttırabilirler. Bu şekilde rekabet avantajı elde etmeleri de beklenilmektedir.
- Küresel pazarlarda rekabet gücü kazanmak için yerli firmalara bu teknolojileri benimsemeleri noktasında teşvikler sağlanması önerilir. Bu teşvikler sayesinde firmaların karşılaşacağı yüksek maliyet dezavantajı minimize edilebilir.
- Bu yeni teknolojileri uygulayabilecek yeterli sayıda kalifiye personel bulunmadığı için bu teknolojileri kullanılabilmesi ve uygulanabilmesi için eğitimlerin arttırılması önerilebilir. Böylelikle teknoloji kullanılmak istendiğinde kolaylıkla uyum sağlayabilecek uzmanların bulunması firmalara avantaj sağlayacaktır.

Bu çalışma ile benzer çalışma konusunu çalışacak olan araştırmacılara öneriler şunlardır:

- Yalnızca bir Endüstri 4.0 bileşenin Tedarik Zinciri Performansı üzerinde etkisi incelenerek daha kapsamlı bilgiler sunulabilir.
- Tedarik zinciri performansını ölçmeye yarayan ifadeler geliştirilerek alt boyutlar güncellenebilir.
- Farklı örneklemler kullanılarak daha fazla katılımcı ile detaylı bir inceleme yapılabilir. Ayrıca farklı analizler kullanılarak da analizler sunulabilir.
- Bu araştırmanın tek bir sektör üzerinde uygulanması önerilebilir. Böylelikle sektörel araştırma sayesinde hangi sektörde hangi Endüstri 4.0 bileşenin en fazla avantaj sağladığının tespit edilmesi kolaylaştırılabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – T. A., F.B.K.; Tasarım – T.A.; Denetleme – T.A.; Kaynaklar – F.B.K.; Malzemeler – F.B.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – F.B.K.; Analiz ve/veya Yorum – F.B.K.; Literatür Taraması – F.B.K.; Yazıyı Yazan – F.B.K.; Eleştirel İnceleme – T.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek alınmadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – T.A., F.B.K.; Design – T.A.; Supervision – T.A.; Resources – F.B.K.; Materials – F.B.K.; Data Collection and/or Processing – F.B.K.; Analysis and/or Interpretation – F.B.K.; Literature Review – F.B.K.; Writing – F.B.K.; Critical Review – T.A.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declared that this study received no financial support.

Kaynaklar

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., & Mohamed, M. (2018). Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. *Future Generation Computer Systems*, 86, 614–628. [CrossRef]
- Agrawal, P., & Narain, R. (2021). Analysis of enablers for the digitalization of supply chain using an interpretive structural modelling approach. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(2), 410–439. [CrossRef]
- Akben, İ., & Avşar, İ. (2017). *Dijital tedarik zinciri ve Bulut bilişim digital supply chain and cloud computing* (pp. 104–113). El-Ruha.
- Alaloul, W. S., Liew, M. S., Zawawi, N. A. W. A., & Kennedy, I. B. (2020). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(1), 225–230. [CrossRef]
- Alicke, K., Rexhausen, D., & Seyfert, A. (2017). *Supply Chain 4.0 in consumer goods* (pp. 1–11). McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Consumer%20Packaged%20Goods/Our%20Insights/Supply%20Chain%204%200%20in%20consumer%20goods/Supply-Chain-4-0-in-consumer-goods-vf.pdf>
- Al-Mudimigh, A. S., Zairi, M., & Ahmed, A. M. M. (2004). Extending the concept of supply chain: The. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 309–320. [CrossRef]
- As, B., & Ramanathan, U. (2021). Yükselen pazarların otomotiv sektörü için tedarik zinciri esnekliğinde dijital teknolojilerin rolü. *Tedarik Zinciri Yönetimi*. 26(6), 654–671. (doi:1[CrossRef])
- Bag, S., Yadav, G., Wood, L. C., Dhamija, P., & Joshi, S. (2020a). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics. *Resources Policy*, 68, 101776. [CrossRef]
- Bag, S., Wood, L. C., Mangla, S. K., & Luthra, S. (2020b). Procurement 4.0 and its implications on business process performance in a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 104502. [CrossRef]
- Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models. *International Journal of Production Economics*, 55(3), 281–294. [CrossRef]
- Bienhaus, F., & Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: Factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. *Business Process Management Journal*, 24(4), 965–984. [CrossRef]
- Burmester, M., Magkos, E., & Chrissikopoulos, V. (2012). Modeling security in cyber-physical systems. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 5(3–4), 118–126. [CrossRef]
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 15(1), 38–45.
- Dilek, A. (2020). *Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Evler*. <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/nesnelerin-interneti-ve-akilli-evler/22554#ad-image-0> adresinden erişildi
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? [Industry Forum]. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56–58. [CrossRef]
- Duman, M. Ç. (2020). *Endüstri 4.0 teknoloji bileşenlerinin örgütsel performans etkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma* (Doktora Tezi). İnönü Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / İşletme Ana Bilim Dalı / Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı
- Eymen, U. E. (2007). *Tedarik zinciri yönetimi* (p. 15). Kalite Ofisi Yayınları.
- Ferraguti, F., Pertosa, A., Secchi, C., Fantuzzi, C., & Bonfè, M. (2019). A methodology for comparative analysis of collaborative robots for Industry 4.0. 2019 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), 1070–1075. [CrossRef]
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd ed). Sage Publications Ltd.
- Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, O., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A review on industrial augmented reality systems for the Industry 4.0 shipyard. *IEEE Access*, 6, 13358–13375. [CrossRef]
- Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., & Kumar, V. (2020). Supply Chain 4.0: Concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management*, 25(2), 262–282. [CrossRef]
- Galin, R., & Meshcheryakov, R. (2019). Automation and robotics in the context of Industry 4.0: The shift to collaborative robots. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 537(3), 1–6. [CrossRef]
- Garay-Rondero, C. L., Martínez-Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O., & Aldrette-Malacara, A. (2019). Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 887–933. [CrossRef]
- Gaziantep Sanayi Odası (2021). <https://gso.org.tr/tr/uye-firmalar.html>
- Gedik, Y. (2021). Endüstri 4.0 Teknolojilerinin ve Endüstri 4.0'ın Üretim ve Tedarik Zinciri Kapsamındaki Etkileri: Teorik Bir Çerçeve. *JOEEP: Gelişmekte Olan Ekonomiler ve Politikalar Dergisi*, 6(1), 248–264. <https://dergipark.org.tr/en/pub/joeep/issue/60112/776278>
- Günel, A. (1970). Basit doğrusal regresyon. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, Seri B*, 20(2), 208–224.
- Haddud, A., & Khare, A. (2020). Digitalizing supply chains potential benefits and impact on lean operations. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(4), 731–765. [CrossRef]
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., & Tatham, R. (2006). *Multivariate data analysis* (6. Baskı). Pearson Prentice Hall.
- He, L., Xue, M., & Gu, B. (2020). Internet-of-things enabled supply chain planning and coordination with big data services: Certain theoretic implications. *Journal of Management Science and Engineering*, 5(1), 1–22. [CrossRef]
- Hofmann, E., & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34. [CrossRef]
- İyigün, İ., & Görçün, Ö. (2019). Endüstri 4.0: Lojistik ve tedarik zinciri Yönetiminde teknoloji kullanımı Eğilimleri. *Ekev Akademi Dergisi*. ICOAEF özel sayısı, 119–134. <http://academicrepository.khas.edu.tr/handle/20.500.12469/3218>
- Jaskó, S., Skrop, A., Holczinger, T., Chován, T., & Abonyi, J. (2020). Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard and ontology-based methodologies and tools, *Computers in Industry*. *Computers in Industry*, 123, 103300. [CrossRef]
- Koşunalp, S., & Arucu, M. (2018). Nesnelerin İnterneti ve akıllı Ulaşım. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(1), 1–7. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jitsa/issue/35759/393470>
- Lasi, H., Fetteke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Endüstri 4.0, işletme ve bilgi sistemleri mühendisliği. *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. [CrossRef]
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23, ISSN 2213-8463. [CrossRef]
- Malhotra, N. K. (2004). *Marketing research an applied orientation*, 4. Edition. Pearson Prentice Hall.
- Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers and Industrial Engineering*, 127, 925–953, ISSN 0360-8352. [CrossRef]
- Mell, P., & Grace, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing*. National Institute of Standards and Technology. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- Mohajan, H. (2019). The first Industrial Revolution: Creation of a new global human era. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(4), 377–387.
- Özdemir, A. İ. (2004). *Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları*. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 87–96.

- Özsoylu, A. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41–64. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cuiibfd/issue/34826/387693?publisher=cu;?publisher=cu;>
- Özüdoğru, A., Ergün, E., Ammari, D., & Görener, A. (2018). How Industry 4.0 changes Business: A Commercial Perspective. *International Journal of Commerce and Finance*, 4(1), 84–95.
- Paelke, V. (2014). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. Proceedings of the 2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), 1–4. [\[CrossRef\]](#)
- Rota, K., Thierry, C., & Bel, G. (1998). Supply chain management: A supplier perspective. *IFAC Proceedings Volumes*, 31(15), 475–480. [\[CrossRef\]](#)
- Scott, C., & Westbrook, R. (1991). New strategic tools for supply chain management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21(1), 23–33. [\[CrossRef\]](#)
- Shao, X. F., Liu, W., Li, Y., Chaudhry, H. R., & Yue, X. G. (2021). Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120354. [\[CrossRef\]](#)
- Sipsas, K., Alexopoulos, K., Xanthakis, V., & Chrysosolouris, G. (2016). Collaborative Maintenance in flow-line Manufacturing Environments: An Industry 4.0 Approach. *Procedia CIRP*, 55, 236–241. [\[CrossRef\]](#)
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 32, 43–57. [\[CrossRef\]](#)
- Stevens, G. (1989). Tedarik Zincirini entegre etmek. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 19(8), 3–8. [\[CrossRef\]](#)
- Stevens, G. C. (1990). Successful supply-chain management. *Management Decision*, 28(8). [\[CrossRef\]](#)
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. [\[CrossRef\]](#)
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi Devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 1817–1836. [\[CrossRef\]](#)
- Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 1–15, ISSN 0377-2217. [\[CrossRef\]](#)
- Witkowski, K. (2017). Internet of things, big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182, 763–769, ISSN 1877-7058. [\[CrossRef\]](#)
- Xu, L. D., & Duan, L. (2019). Big data for cyber physical systems in industry 4.0: A survey. *Enterprise Information Systems*, 13(2), 148–169. [\[CrossRef\]](#)
- Yazgan, H. İ. (2017). *Tedarik zinciri ve bilgi sistemleri stratejilerinin tedarik zinciri performansına etkisi: İhracat yapan işletmeler üzerine bir araştırma* (Doktora Tezi). Düzce Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/İşletme Ana Bilim Dalı.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7–17.
- Yıldız, A. (2019). Endüstri 4.0 ile entegre dijital tedarik zinciri. *İşletme ve Yönetim Çalışmaları*, 6(4), 1215–1230. [\[CrossRef\]](#)
- Zekhnini, K., Cherrafi, A., Bouhaddou, I., Benghabrit, Y., Garza-Reyes, J., & A. (2021). Supply chain management 4.0: a literature review and research framework. *Benchmarking: An International Journal*, 28(2), 465–501. [\[CrossRef\]](#)

Extended Abstract

Keeping up with Industry 4.0 technology may offer both challenges and benefits to many businesses. Among the challenges are the costs of these advanced technologies and the various effects on the workforce, such as the lack of a qualified specialist for the technology to be applied. When deciding whether to apply technology, it is necessary to consider not only the costs but also the difficulties of establishing a new order within an existing order. In addition to many challenges, Industry 4.0 applications can also have many advantages. For illustration, a part that cannot be supplied can be produced with a three-dimensional printer thanks to rapid prototyping, and long and complex lead times during the production process can be avoided. Production may not be interrupted thanks to the Internet of Things, which allows machines to communicate with each other and take independent decisions. The negative or positive effects that can be experienced by integrating these technologies into the supply chains are discussed in this study. In addition, this study focuses on the application of developing technologies in the industry and the effect of these technologies in the supply chain, which is one of these areas, with the spread of these technologies in all areas. In this study, a questionnaire was applied to the manufacturers in Gaziantep to reveal the effect of Industry 4.0 applications on supply chain performance. It was investigated whether the dimensions of Industry 4.0 had a statistically significant effect on the dimensions of the supply chain based on the analyses made by examining the survey responses.

This study's population consists of manufacturing companies in Gaziantep. The research sample consists of 103 managers from manufacturing companies in Gaziantep. Only one manager was selected from each company to response the survey. A questionnaire application, which is a data collection method, was used while collecting the research data. A questionnaire was created for the purpose of the study, and it was used with the convenience sampling method. In addition to the statements used to measure institutional information, the questionnaire form has two separate parts. While the first of these sections measures the level of use of Industry 4.0 components, the other section consists of statements compiled to measure the impact of these components on supply chain performance. Since the survey application of this essay coincided with the period when the coronavirus disease 2019 measures were taken, it was first carried out online. Later, with the reduction of these measures, the survey responses were collected face to face. In this context, a total of 103 responses were obtained. According to the results conveyed by analyzing the survey responses, the majority of the companies participating in the research are Limited Companies. It has been observed that the textile sector is among the sectors with the most activity among the participating companies. It has been found that the majority of the participating companies have fewer than 50 employees when we look at their employee counts. According to analyses, the majority of the participant companies have been in operation for more than 10 years.

The questionnaire used for the research was subjected to a test of normality, percent- frequency, factor analysis, and multiple linear regression analysis. As a result of the factor analysis conducted within the scope of the research, it was determined that the expressions used for Industry 4.0 applications have a total of five dimensions. Dimensions of expressions used to measure Industry 4.0 applications are named as "artificial intelligence", "big data", "cyber-physical systems", "cloud computing," and "Internet of Things" in accordance with the literature. According to the factor analysis made on the expressions of supply chain performance, it is concluded that there are three dimensions belonging to this dependent variable. These dimensions are named as "customer performance", "cost performance" and "flexibility performance" in accordance with the literature.

When we examine the results of the hypotheses created to test with the regression analysis, it is determined that at least one of the dimensions of the Industry 4.0 component has a statistically significant positive effect on the cost and customer performance dimensions, which are among the supply chain performance dimensions. It has been determined that artificial intelligence and cloud computing dimensions have a statistically significant and positive effect on the cost performance dimension. Furthermore, It has been determined that the cloud computing dimension has a statistically significant and positive effect on the customer performance dimension. It was determined as a result of the regression analysis that the dimensions of Industry 4.0 did not have any significant effect on the flexibility performance dimension.