

Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Ölçek Geliştirme Çalışması

Vural ÇAĞLIYAN¹

Seda SAKIN²

Öz

Kuruluşların, dijital dönüşüm sürecine çalışanları ile birlikte dahil olmaları gerektiğinden sadece teknolojik alt yapı konuları değil entelektüel sermayenin de aktif olarak bu sürecin içinde olması kritik öneme sahiptir. Yapılan kapsamlı literatür araştırmaları sonucu mevcut çalışanların dijital dönüşüm kavramıyla ilgili bilgi düzeyini ölçebilecek bir ölçüm aracının olmadığı tespit edilmiştir. Bunu ölçmek amacıyla 21 maddelik taslak ölçek formu hazırlanmış olup, Ankara'da bulunan ODTÜ, Ankara ve Bilkent Teknoloji Geliştirme Bölgelerinde yer alan yazılım bilişim firmalarında uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyinin ölçülmesinde geçerliliği ve güvenilirliği istatistiksel olarak gösterilen 14 maddelik bir ölçüm aracı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, Ölçek Geliştirme

Development Study of Digital Transformation Industry 4.0 Knowledge Level Scale

Abstract

Due to the need for organizations to involve their employees in the process of digital transformation, it is critically important for intellectual capital to be actively engaged in this process, not just technological infrastructure issues. Comprehensive literature research has revealed the lack of a measurement tool to assess the knowledge level of existing employees regarding the concept of digital transformation. With the aim of measuring this, a 21-item draft scale form was prepared and implemented in software and information technology companies located in the METU, Ankara, and Bilkent Technology Development Zones. As a result, a 14-item measurement tool for assessing the level of Industry 4.0 knowledge was obtained, which demonstrated validity and reliability statistically.

Keywords: Digital Transformation, Industry 4.0, Scale Development

Giriş

1700'lü yılların ikinci yarısında İngiltere'nin Manchester şehrinde buhar gücü ile çalışan makinelerin yapılması Endüstri Devriminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Sanayide gerçekleşen bu devrim; elektrik motorunun icadı, elektriğin üretimde kullanılması ile ortaya çıkan üretim bandı teknolojisi ve bilgi teknolojilerinin (bilgisayar, internet, iletişim teknolojileri vb.) günümüzde geldiği aşama ile devam etmektedir. Sektörden bağımsız olarak, endüstrinin güvenilirlik, hız ve yenilikçi temelli gelişmeleri karşısında 21. yüzyılda yeni bir sanayi devrimi olan Endüstri 4.0 konuşulmaktadır. Endüstri 4.0 terimi ilk olarak

¹ Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, vcagliyan@selcuk.edu.tr

² Dok. Öğr., Selçuk Üniversitesi, İşletme Bölümü, seda.sakin@lisansustu.selcuk.edu.tr

2011 yılında dünyanın en büyük endüstri fuarı olan Hannover Fair'de kullanıldı. Ardından, 2014 yılında Hamburg'da düzenlenen National IT Summit'te Almanya Şansölyesi Angela Merkel, Endüstri 4.0'ın dijital teknolojilerle endüstriyel ürünleri ve lojistiği birleştirme konusunda atılması gereken en önemli adımlardan biri olduğunu belirtmesi ile bu konunun önemi tarihi kayıtlara geçti. Davos'ta düzenlenen Dünya Ekonomi Forumu'nda Angela Merkel, yakın tarihte yine Endüstri 4.0 gelişmelerinin önemini vurgulayarak, birbirleriyle iletişim halinde olan endüstriyel üretim için hızla uyum sağlanması gereken bir konsept olarak bahsetmiştir. Almanya'da üretim tesislerini ve lojistik ağını Endüstri 4.0 sistemine ilk geçirenlerden olan Siemens, BMW ve Bosch markaları buna örnek olarak verilebilir. Endüstri 4.0 öncülerinden olan bu küresel işletmelerin en dikkat çekici unsurları ülke vizyonu ve sahip oldukları mühendislik kültürünü tüm bu sürece yaymış olmalarıdır. Endüstri 4.0 devriminin amacı, insan faktörünü iş modellerinden çıkarmak değil teknolojiyi, özellikle de bilgi teknolojilerini insanlara daha kolaylaştırıcı ve hız kazandırıcı faktörler haline getirmektir.

Siber ağlar ile birbirine bağlanan 4. Endüstri devrini yaşadığımız günümüzde, iş modellerinin ve süreçlerinin bilgi teknolojileri temelli yürümesi sebebiyle küresel ölçekte faaliyet gösteren işletmeler için dijital dönüşümün önemi giderek artmaktadır. 4. Endüstri devrinin diğer üç endüstri döneminden farkı, teknolojiye gelişmelerin çok süratli olması ve tüm alanların etkileşim içerisinde birbirini tetiklemesi sonucu domino etkisi ile birbirinin üzerinde güçlü etkiye sahip olmasıdır. Küresel ölçekte faaliyet gösteren işletmeler bu sebeplerden ötürü konu üzerine özellikle hassasiyet göstermektedirler. İşletmelerde yeni bir kurum kültürü oluşturma aşamasında duygusal zekâsı yüksek kurum yöneticilerinin süreç içerisinde pozitif etkilerinin olduğunu vurgulanmıştır. Ancak dijital dönüşüm sadece yöneticilerin değil tüm kurum çalışanlarının bilgi düzeylerinin etkilendiği bir süreç olduğundan dolayı bu çalışmada, bilgi düzeylerinin ölçülmesi konusunda yönetici ya da çalışan ayrımı gözetmeksizin her pozisyona uygun olabilecek bir ölçüm aracı geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma, bu girişin yanı sıra beş bölüme ayrılmıştır. Aşağıdaki bölümde, kuramsal çerçeveye ilişkin kavramlar açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde, bu çalışmada kullanılan metodolojik prosedürler ve yöntem anlatılmaktadır. Dördüncü bölüm, elde edilen bulguları göstermektedir. Son bölümde ise araştırma süresince elde edilen sonuçlar sunulmuş ve tartışılmıştır.

2. Kuramsal Çerçeve: Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi

Endüstri 4.0, veriye dayalı değer yaratmanın, yenilikçi iş modellerinin ve çevik organizasyon biçimlerinin yanı sıra birçok sektörde yeni çözümlerin temelidir. Fiziksel sistemler, sanal sistemler ve insanlar arasında kapsamlı bir iletişim ve koordinasyon ağı oluşturan bir kavram olup dijitalleşme, otomasyon ve veri toplama teknolojilerinin üretim sürecine dahil edilmesi ile verimliliği artırmayı hedeflemektedir (Kagerman ve Wolfgang, 2022). Bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişim bilgiye zamanında ve kolay erişilebilen dijital bir dünya ile işletmeleri karşı karşıya bırakmaktadır. Üretim teknolojilerindeki gelişmeler, akıllı fabrikalar, siber güvenlik, büyük veri, robotlar ve yapay zeka, nesnelerin interneti, bulut bilişim, arttırılmış gerçeklik, insansız sistemler ve dijital tedarik zinciri gibi birçok yeni kavramın hayatımıza girmesi, işletmeleri farklı düşünmeye ve küresel rekabetin gerektirdiği stratejileri belirlemeye mecbur kılmaktadır. Bu bağlamda sanayi devriminin dördüncü evresi olan Endüstri 4.0, işletmeler için sürdürülebilir rekabet avantajı açısından önemli yenilikler ve şartlar getirmektedir. Endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği değişimler, işletmelerin inovasyon faaliyetlerini önemli ölçüde etkileyeceğini söyleyebiliriz.

Bu süreçte, bilgi ve teknolojiye daha hızlı erişim sağlayabilen işletmeler, rakipleri karşısındaki yenilik yapma potansiyelini rekabetçi bir avantaja dönüştürebilme fırsatına sahip olacaklardır. Dolayısıyla işletme yönetici ve çalışanlarının Endüstri 4.0 konusunda sahip oldukları bilgi, işletmede yapılacak inovatif faaliyetleri doğrudan etkileyecektir (Çetinkaya, 2021). Bir başka deyişle Endüstri 4.0 devrimi de daha önceki endüstri devrimlerine benzer şekilde işgücü ihtiyacını azaltmaktan ziyade ortaya çıkacak yeni iş alanları ile düşük bilgi gerektiren işlerden çok daha nitelikli ve eğitim seviyesi yüksek bir iş gücü yapısını beraberinde getirecektir (Taş, 2018, s. 1831).

Dijital dönüşüme geçmede temel başarı unsurlarından birisi, dönüşüm içerisinde olan organizasyonun çalışanlarının Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülenmesidir. Bilgi seviyeleri tespit edilerek planlama yapmak ve buna uygun aksiyonlar almak bu sürecin başarısı için kritik öneme sahip olduğundan önce içyapının anlaşılması gerekmektedir. (Aksu ve Taslak, 2022, s. 13-24). Çünkü dijital dönüşüm bu sürece dâhil olacak kurumun/kuruluşun çalışanları ile birlikte yapılan bir süreç olduğundan, çalışanların bilgi düzeyi bu süreçteki hem hızı hem de başarıyı doğrudan etkileyecektir (Orzes vd. 2018, s. 1348-1352). Bir rota belirlemeden önce başlangıç noktasını bilmek gerekir. İyi bir ilk adım, mevcut süreçleri ve iş sistemlerini analiz etmekle başlar. Bu, nerede olduğunuzu söyleyerek, öncelikleri

belirlemenize ve ilk olarak hangi adımları atmanız gerektiğine yardımcı olur. Endüstri 4.0 adımları işin her alanını kapsadığından, işletme içerisindeki çalışanların süreçlerde aktif olarak rol alması ve onların bu konudaki bilgi düzeyleri son derece önemli olup sürecin başarısı üzerinde ciddi etkisi bulunmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda bu amaca uygun bir ölçeğe rastlanılmadığından bu konu ile ilgili bir ölçek geliştirme çalışması planlanmıştır. Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyinin ölçülmesine yönelik bir ölçme aracı geliştirmek amacıyla kapsamlı bir literatür araştırmasının ardından, bu ölçüme yardımcı olacak temel kavramlar listelenmiş ve bir kavram seti oluşturulmuştur. Sıralanan bu kavramların kısa tanımları yazılarak cevaplayıcıların kavramla ilgili tereddüte düşmelerinin önlenmesi amaçlanmıştır. Ardından taslak kavram setinin içerik geçerliliğini sağlamak amacıyla, literatür incelemesinin yanı sıra konunun uzmanı akademisyenler ve farklı sektörlerde çalışan konu uzmanlarıyla görüş alışverişinde bulunulmuştur. Bu adımda, akademisyenlerin akademik görevlerini sürdürdükleri alanlarda uzmanlıklarından faydalanılarak görüşlerine başvurulmuş ve aynı zamanda farklı sektörlerde çalışan konu uzmanlarının deneyimlerine başvurulmuştur. Bu şekilde, anket formunda yer alacak maddelerin belirlenmesinde geniş bir perspektif sağlanarak içerik geçerliliği sağlanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu bazı kavramlar ölçekten çıkarılmıştır.

Hazırlanan anket formu Teknoloji Geliştirme Bölgesinde yer alan işletme çalışanlarına doldurtularak kavramların ve yazılan kısa tanımların anlaşılır olup olmadığının tespiti yapılmıştır. Bu aşamalardan sonra, kavram setiyle ilgili bir pilot çalışma yürütülmüş ve 17 farklı işletmeyle görüşülmüştür. Bu görüşmelerde, işletmedeki yöneticiler ve uzmanlardan anket formunu doldurmaları ve formdaki kavramların tanımlarının anlaşılabilirliği hakkında yorum yapmaları istenmiştir. Bu pilot çalışma, kavramların anlaşılabilirliğini ve uygunluğunu değerlendirmek için önemli bir adımdır. İşletme temsilcilerinin geri bildirimleri, kavramların daha da geliştirilmesi ve anket formunun son halinin oluşturulması için kullanılabilir. Böylece, anket formunun içerik geçerliliği ve anlaşılabilirliği sağlanmış olur. Yönetici ve uzmanlar alınan geribildirime göre, ölçekteki kavramların açık, anlaşılabilir olduğu ve yapılan açıklamalarda karmaşa yaratan bir durum olmadığı teyit edilmiştir.

Bu sonuca göre, taslak ankette yer alan maddelerin endüstri 4.0 bilgi düzeyini yansıtacak kavramları içerdiği, yapılan tanımlamaların da tereddüte yol açmadığı ve cevap verenlerin kolayca anlayabilecekleri sorulardan oluştuğu görülmüştür. Hem literatür taraması hem de ön test ve pilot çalışmasıyla, veri toplama aracının içerik geçerliliği

sağlanmıştır. Bu adımlar sayesinde anketin güvenilir ve geçerli bir araç olduğu kanıtlanmıştır.

Tablo 1’de Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyinin ölçülmesi için taslak olarak hazırlanan kavramlar listesi ve tanımları verilmiştir. Kavramlar çıkarılırken maddelerin sade ve anlaşılır olmasına özen gösterilmiş ve birden fazla yargı veya düşünce ifadesi içermemesine dikkat edilmiştir. Bu, anket formunun kullanıcılar tarafından kolayca anlaşılabilmesini ve istenilen bilgilerin net bir şekilde toplanabilmesini sağlamak amacıyla yapılan önemli bir adımdır. Maddelerin açıklayıcı ve net olması, anketin verimli bir şekilde uygulanmasını ve sonuçların doğru bir şekilde yorumlanabilmesini sağlar. Bu sayede, anket katılımcılarının soruları anlaması ve cevaplamaı kolaylaşır, veri toplama süreci güvenilirlik açısından sağlam bir temele oturur.

Kavram seti Endüstri 4.0 sistematiğinde sıklıkla kullanılan ve literatürde tanımlaması yapılan temel kavramlardan oluşmakta olup, Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi sahibi olan bir kişinin aşına olması beklenen kavramları içermektedir.

Tablo 1

Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Taslak Ölçeğini Geliştirmek Amacıyla Hazırlanan Madde Tablosu

Kod	Kavram/ Ölçek Maddesi	Kavramın En Yalın Tanımı	Kaynaklar
A1	Sensör teknolojisi	Dışarıdan gelen bir uyarıyı (ısı, ışık, nem, ses, basınç, elektrik vb.) algılayabilen ve ölçülebilen cihaz	Fadıloğlu Işık, 2013 Maden, 2022
A2	Drone teknolojileri	Uzaktan kumanda aracılığıyla kontrol edilerek yönlendirilebilen insansız hava aracı	Taşlı & Karakoyun, 2022
A3	Giyilebilir teknoloji	İnsanlar tarafından giyilebilir şekilde kullanılan ve vücut hareketlerini algılayan sensörlerin olduğu teknolojik aletler (Akıllı saat, akıllı gözlük gibi)	Gülel, 2018 Maden, 2022
A4	Akıllı şehirler	Şehirlerin planlamasını, inşasını, yönetimini ve hizmetlerini kolaylaştırmak için yeni nesil bilgi sistemlerini (sensörler vb. gibi) uygulayan modern ve teknolojik bir şehir modeli	Barutçu, 2021 Güneş, 2022
A5	Büyük Veri / Big Data	Son derece büyük ve çoğu zaman son derece karmaşık olan ve kişisel bilgisayarların çalışma hafızasına yüklenemeyecek büyüklükteki verilerdir	Karaboğa, 2020
A6	Otonom sürüş	İçindeki algılayıcılar sayesinde bulunduğu ortamdan veri toplayabilen, bu veriler doğrultusunda karar alıp yolu, trafik akışını ve çevreyi algılayarak bir sürücüyü kısmen ya da hiç ihtiyaç duymadan hareket edebilen araçlardır	Ekşi, 2020 Öztürk, 2021
A7	Yapay zeka teknolojileri	Bir bilgisayarın ya da bir robotun yani bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zeka ve bilişsel yetenekleri taklit etme yeteneğidir	Arslan, 2020 Demirhan vd., 2010
A8	Biyolojik silah	İnsan, hayvan ve bitkiler üzerinde zararlı etkiler yaratmak ya da onları öldürmek amacıyla hastalık yapıcı bakterilerin, virüslerin vb. bulaşıcı mikroorganizmaların silah olarak kullanılmasıdır	Türe, 2009 Birden Kırcı, 2019

A9	Nesnelerin interneti	Birçok makinenin, cihazın, birbirleri ile iletişim kurmasını sağlayan internet tabanlı yapıdır. Bu sayede cihazlar ve bunlara bağlı insanlar birbiriyle iletişim kurabilir, bilgi alışverişi yapabilir.	Tiryaki, 2021 Aktaş vd., 2016
A10	Bitcoin	Yeni nesil bir para türüdür. Dijital para ekonomisini oluşturan kavram ve konular bütünüdür.	Köse, 2023; Ulu, 2022 Aljasem, 2022
A11	Artırılmış gerçeklik	Bazı teknolojileri kullanarak insanların duyularını etkileyecek şekilde onlara sanki belli bir ortamda bulunuyormuş hissi veren 3 boyutlu bir dijital ortam canlandırma teknolojisi	Karatay, 2015 İçten ve Bal, 2017
A12	Sanal gerçeklik teknolojileri	Herhangi bir yer ya da nesnenin bilgisayar sisteminde oluşturularak, dış ortamdan tamamen bağımsız bir şekilde, bilgisayar ekranından sanal bir dünyada görmesini sağlayan sistem	Kofoğlu, 2019 İçten ve Bal, 2017
A13	Bulut bilişim sistemi	Mekan ve zaman sınırlaması olmaksızın, insanların bilgiye veya hizmete internet ağ yapısı üzerinden ulaşabilir olmasını sağlayan teknoloji ve sistemler. Örneğin bir çalışanın evinden, ofisteki bilgisayarına bağlanıp işlem yapabilmesi vb. gibi	Kösebay, 2020 Seyrek, 2011
A14	Siber güvenlik teknolojileri	Kurum ya da işletmelerdeki ağları, cihazları ve verileri her türlü (sanal) siber saldırıdan korumak için tasarlanmış teknoloji ve uygulamalardır	Sayedi, 2020 Karakoç, 2022
A15	Eklmeli imalat teknolojileri	Fiziksel parçaların geleneksel imalat yöntemleri kullanılmadan, 3 boyutlu model verileri kullanılarak malzemelerin üst üste yerleştirilen tabakalar şeklinde birleştirilerek ürünlerin oluşturulduğu bir imalat yöntemidir.	Yücel, 2021; Demiröz, 2021; Kaya, 2021
A16	Yenilenebilir enerji	Güneş, rüzgâr, yağmur ve dalgalar gibi doğal kaynaklardan elde edilebilen ve doğal olarak yenilenen kaynaklardan elde edilebilen enerji	Kavcıoğlu, 2019 Toparlak ve Susam, 2023
A17	3D Yazıcı teknolojileri	Dijital ortamda tasarlanmış veya 3 boyutlu olarak taranmış bir nesneyi, ekstra bir kalıp ya da hammaddeye ihtiyaç duymadan, somut olarak nesneye dönüştürebilen makinadır	Ekserin, 2022 Gürel Taşkıran, 2019
A18	Dijital / Akıllı fabrikalar	Üretimin, sensörler sayesinde anlık olarak takip edilebildiği ve internet aracılığıyla uzaktan müdahale edilebildiği sistemler ile donatılmış fabrikalar	Çoldaş, 2022 Özdemir, 2020
A19	Simülasyon teknolojileri	Bir olayın ya da durumun gerçeğe eş değer bir şekilde bilgisayar ortamında canlandırılması. Pilotlara verilen uçuş eğitimlerinin bilgisayar ortamında, birebir canlandırma yapılarak öğretilmesi	Çelen, 2017 Akan Özkök, 2022
A20	Karanlık üretim/ Fabrikalar	Işığa gerek olmadan, her şeyin elektronik bir şekilde otomatik olarak hareket edebildiği ve bünyesinde üretim yapılabilmesi için hiçbir insanın bulunmasına gerek duyulmayan fabrikalar	Akben ve Avşar, 2018 Yıldız, 2018
A21	Otonom robotlar	İleri sensör teknolojileri ile çevre koşullarını algılayıp, insana has davranışları öngörme, hissetme ve karar verme gibi şeyleri yapabilen mekanik araçlardır.	Durmuş, 2015 Doğan, 2019

3. Yöntem: Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Araştırmanın temel amacı dijital dönüşüm Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülmesini sağlayacak bir ölçüm aracının geliştirilmesidir. Bu ölçeğin sektörden bağımsız olarak birçok sektörde kullanılabilmesi hedeflenmiştir.

Teknoloji Geliştirme Bölgesinde (TGB) bulunan firmalar, teknoloji ve dijital dönüşüm gibi konular ile daha iç içe olduklarından, araştırma Ankara ilindeki kuruluş yılı olarak en eski üç Teknoloji Geliştirme Bölgesinde yapılmıştır. Araştırma ODTÜ Teknokent, Ankara Teknopark ve Bilkent Cyberpark'ta bulunan firmalar üzerinde yürütülmüştür.

2022 Kasım ayı verilerine göre Ankara'da bu Teknokentlerde yer alan yazılım-bilişim sektöründeki işletme sayısı 305 olup bu işletmeler araştırmanın evrenini oluşturmaktadır.

Veri toplama aracı olarak anket yöntemi tercih edilmiştir. 30 Nisan 2023 tarihi itibarıyla 155 adet anket formu firmalara iletilmiş olup, değerlendirmeye uygun olanların sayısı 66'dır. Gönderilen anket formlarından geri dönüş oranı %21,6 olarak gerçekleşmiştir. Benzer çalışmalarda daha önce yapılan araştırmalardaki geri dönüş oranının %20 ile %40 arasında değiştiği (Çağlıyan vd., 2021; Gürbüz ve Şahin, 2015) göz önüne alındığında, %21,6 düzeyindeki geri dönüş oranı kabul edilebilir bir oran olarak değerlendirilmiştir.

4. Bulgular

4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bilgiler

Araştırmaya katılanların yaşlarının dağılımı %43,9 (20-29 yaş), %32,9 (30-39 yaş), %16,1 (40-49 yaş) ve %7,1 (50 yaş ve üstü) şeklindedir. Katılımcıların buldukları işletmede çalışma süreleri %69,7 oran ile 1-3 yıl arasında, %14,2 oran ile 4-6 yıl arasında, %4,5 oran ile 7-9 yıl ve %11,6 oran ile 10 yıl ve üstü şeklindedir. Ankete cevap verenlerin %63,2'si erkek ve %36,8'i kadındır. Katılımcıların %62,5'i, uzman-uzman yardımcısı pozisyonunda, %31'i yönetici pozisyonunda, %4,5'i yönetim kurulu üyesi ve %1,9'u ise genel müdür-genel müdür yardımcısı pozisyonunda görev yapmaktadırlar. Bu bilgilere dayanarak katılımcıların sektörlerinde yeterince deneyime sahibi, genç ve alanlarında uzman oldukları söylenebilir.

4.2. Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Taslak Ölçek Güvenirlik ve Geçerlilik Analizi

4.2.1. Güvenirlik Analizi

Güvenirlik, bir ölçümün tutarlılığını ifade eder. Bir ölçümün güvenilir olması, aynı ölçümün tekrarlanabilir ve tutarlı sonuçlar vermesi anlamına gelir. Ölçüm yapılırken kullanılan süreçlerin, ölçütlerin ve sembollerin aynı kalması durumunda, aynı sonuçlar alınması güvenilirliği sağlar. Dolayısıyla, bir ölçeğin geçerli olması için güvenilir olması da önemlidir. (Karasar, 2015, s. 148; Yükselen, 2000, s. 128).

Veri toplama aracının güvenilirliğini değerlendirmek için literatürde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında eşdeğer ölçekler metodu, ölçeği ikiye böleme metodu, yeniden test metodu gibi çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Ancak, en yaygın kullanılan yöntemlerden biri içsel tutarlılık metodu olarak bilinir. İçsel tutarlılık metodu, ölçeğin farklı maddelerinin birbiriyle uyumlu ve tutarlı bir şekilde ölçtüğünü değerlendirmek için kullanılır. Bu yöntemde, Cronbach Alfa katsayısı kullanılarak ölçeğin içsel tutarlılığı hesaplanır. Cronbach Alfa katsayısı, ölçek maddeleri arasındaki ilişki ve ölçeğin genel güvenilirliği hakkında bilgi verir. Yüksek bir Cronbach Alfa katsayısı, ölçeğin güvenilirliğinin yüksek olduğunu gösterir. Bu nedenle, veri toplama aracının güvenilirliğini değerlendirmek için içsel tutarlılık metodu kullanılarak Cronbach Alfa katsayısı hesaplanabilir.

Yüksek bir Cronbach Alfa katsayısı, ölçeğin güvenilirliğinin daha yüksek olduğunu ve verilerin güvenilir bir şekilde toplandığını gösterir (Bülbül, 2003; Güleş, 1996, s. 147). Cronbach Alfa katsayısı, bir ölçeğin içsel tutarlılığını gösteren bir ölçüdür. Alfa değeri, ölçekteki maddeler arasındaki ortalama korelasyona dayanır. Yüksek bir Cronbach Alfa katsayısı (genellikle 0.70 ve üzeri), ölçeğin içsel tutarlılığının yüksek olduğunu gösterir ve ölçekteki maddelerin birbirleriyle ilişkili olduğunu gösterir. Yeni geliştirilen ölçekler için kabul edilebilir bir Cronbach Alfa katsayısı genellikle 0.50 ile 0.60 arasında kabul edilir. Ancak, disiplin ve ölçülen konuya bağlı olarak kabul edilebilir seviyeler değişebilir. Örneğin, bazı alanlarda (örneğin psikometri) 0.70'in üzerinde bir Cronbach Alfa katsayısı daha yaygın olarak kabul edilebilir.

Özetle, Cronbach Alfa katsayısı, ölçeğin içsel tutarlılığını değerlendiren bir ölçüdür. Katsayının yüksek olması, ölçekteki maddelerin birbiriyle uyumlu ve içsel olarak ilişkili olduğunu gösterirken, düşük bir değer ise değişkenlerin içsel olarak ilişkili olmadığını veya ölçeğin tutarlı olmadığını gösterebilir. Ancak, kabul edilebilir seviyeler disiplin ve ölçülen

konuya bağlı olarak değişebilir. (Güleş, 1996, s. 147; Nunnally, 1978, Tekinkuş & Tatoğlu, 2000).

Bu araştırmada, taslak ölçeğin güvenirliğinin (içsel tutarlılığının) değerlendirilmesinde Cronbach Alfa katsayısı kullanılmıştır. Tablo 2’de ölçeği meydana getiren maddelerin madde toplam korelasyon değerleri ve ölçekten madde çıkarıldığında oluşacak Cronbach Alfa katsayıları verilmiştir.

Tablo 2

Taslak Ölçeğin Güvenirlik (İçsel tutarlılık) Katsayısı ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Madde No	Ortalama	Standart Sapma	Madde toplam korelasyonu*	Madde çıkarıldığında Cronbach Alpha
A1	3,23	0,99	0,528	0,898
A2	3,09	0,97	0,530	0,898
A3	3,13	0,97	0,593	0,896
A4	2,81	1,10	0,598	0,896
A5	2,74	0,87	* 0,287	0,904
A6	2,70	0,86	*0,335	0,902
A7	3,02	0,92	0,622	0,896
A8	3,21	0,94	0,586	0,897
A9	2,66	0,91	*0,322	0,903
A10	2,80	0,86	0,508	0,899
A11	2,90	0,93	0,678	0,894
A12	3,01	0,89	0,690	0,894
A13	2,68	1,13	*0,369	0,903
A14	2,83	0,95	0,575	0,897
A15	2,25	1,15	0,580	0,897
A16	2,79	0,92	*0,434	0,900
A17	2,88	0,99	0,628	0,895
A18	2,74	0,92	*0,412	0,901
A19	3,01	1,01	0,723	0,893
A20	2,55	0,98	*0,387	0,902
A21	2,52	0,96	0,655	0,895

*Not: Tüm maddeler için Cronbach Alpha değeri 0,902’dir. * Madde toplam korelasyonu 0,5’ten küçük olan 7 madde ölçekten çıkarılmış olup ölçeğin son hali için Cronbach Alpha değeri 0,919’dur.*

Tablo 2’de görüldüğü gibi taslak ölçeğe ilişkin elde edilen Cronbach Alpha katsayısı 0,902 olup ölçeği oluşturan maddelerin yüksek düzeyde güvenirliğe (içsel tutarlılığa) sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte taslak ölçeği oluşturan maddelerle ilgili daha ayrıntılı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme, taslak ölçeğin güvenirlik analizi bağlamında daha güvenilir bir hale getirilip getirilemeyeceğini araştırmak için yapılmıştır. Bu analizde, ölçeğin güvenirliğini etkileyebilecek potansiyel sorunları tespit etmek amacıyla ölçekte yer alan maddelerin incelenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Eğer bir madde ölçeğin güvenirliğini düşürebilecek bir soruna işaret ediyorsa, bu maddenin ölçekten

çıkartılması veya düzenlenmesi gibi adımlar atılabilir. Bu şekilde, ölçeğin güvenilirliği artırılarak daha sağlam bir araç haline getirilebilir. Yapılan inceleme ve değerlendirmeler sonucunda, ölçeği oluşturan A5, A6, A9, A13, A16, A18 ve A20 kodlu maddelerin madde toplam korelasyonlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu adım, ölçeğin güvenilirliğini artırmak ve daha tutarlı sonuçlar elde etmek amacıyla atılmıştır. Maddelerin düşük madde toplam korelasyonları, ölçeğin içsel tutarlılığını zayıflatabileceği ve güvenilirlik düzeyini etkileyebileceği için bu karar alınmıştır (madde toplam korelasyonu için kabul edilebilir alt sınır değeri $r \geq 0,50$ 'dir (Kalaycı, 2018). Sonuç olarak ölçeğin güvenilirliğini bozan maddeler çıkarıldıktan sonra ölçeğin nihai halinde 14 maddelik bir yapı oluşmuş olup yeni durumdaki Cronbach Alpha değeri 0,919 olarak belirlenmiştir.

4.2.2. Geçerlilik Analizi

Yapısal geçerlilik, hem bilimsel hem de felsefi bir ölçüt olan bir geçerlilik ölçüsüdür. Önceden kabul edilen neden-sonuç ilişkileriyle ilgilidir ve ölçülen belirtilerin gerçekten aranan belirtiler olup olmadığını değerlendirir. Yapısal geçerliliğin araştırılmasında iki önemli araç kullanılır: faktör analizi ve bilinen gruplarla karşılaştırma tekniği. Yapısal geçerlilik, ölçüm aracının amacına uygun olarak belirli bir yapıya sahip olduğunu ve ölçülen belirtilerin gerçekten aranan belirtiler olduğunu göstermeye yönelik bir değerlendirme sürecidir. (Karasar, 2005:152). Faktör analizi, yapı geçerliliğinin incelenmesinde en güçlü yöntemlerden biri olarak literatürde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bülbül, 2003; Ömürbek, 2003). Bu analizin amacı, çok sayıdaki değişkenin daha az sayıda faktörle ifade edilmesidir. Faktör analizi sonucunda, ölçülen değişkenler belirli gruplar oluşturarak bir araya gelir. Her faktör grubu, içinde bulunan değişkenlerin ortak özelliklerine dayanarak bir faktör adıyla tanımlanabilir (Karasar, 2005:152). Bu sayede, aynı özelliği ölçen değişkenler bir araya getirilerek ölçümün daha az sayıda faktörle gerçekleştirilmesi mümkün hale gelir. Bu çalışmada da taslak ölçeğin yapısal geçerliliğini test etmek, yani ölçüp ölçmediğini ve ölçeği oluşturan değişkenlerin faktör yapısını belirlemek için "asal bileşenler" analizi adı verilen bir faktör analizi tekniği kullanılmıştır. Faktör analizinden önce, değişkenler arasındaki karşılıklı korelasyon düzeyi ve faktör analizi için uygunluk Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ile değerlendirilmiştir (Ang, vd. 2000; Bülbül, 2003; Ömürbek, 2003). Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3*Taslak Ölçeğe İlişkin KMO ve Bartlett's Küresellik Test Sonuçları*

Ölçek	KMO - Örneklem Yeterlilik Ölçümü	Bartlett's Küresellik Testi (Yaklaşık χ^2)	Anlamlılık (p)
Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Taslak Ölçeği	0,888	1193,183	<0,001

KMO değeri 0,50'den düşük olan değerlerin kabul edilemez düzeyi ifade ettiği, 0,90'ların ise çok iyi olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Ang vd., 2000, s. 57). Tablo 3'te görüldüğü gibi, taslak ölçeğin KMO değeri 0,50'den büyüktür. Bu yüksek değer, değişkenlerin faktör analizine uygun olduğunu göstermektedir. Bartlett testi değişkenler arasındaki ilişkinin analiz için uygunluk derecesini ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. KMO ve Bartlett testi sonuçları, araştırmada kullanılan ölçeklerin faktör analizi için uygun olduğunu ve anlamlı faktör gruplarının oluşabileceğini göstermektedir.

Yapısal geçerliliği sağlamak için kullanılan taslak ölçek, asal bileşen faktör analizine tabi tutulmuştur. Ölçeği oluşturan maddelerin birden çok faktöre yüklenmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem olan varimax rotasyonlu asal bileşen faktör analizinden yararlanılmıştır (Ali, Chung, Kumar, Zailani, & Tan, 2021). Faktör analizi sonucunda, en uygun çözümü bulmak için faktörlerin 1'den büyük özdeğerlere sahip olması ve faktör yüklerinin 0,45'ten büyük olması koşulu aranmıştır (Samson & Terziovski, 1999, s. 403). Yapılan faktör analizi sonuçları aşağıda görülmektedir.

Tablo 4*Taslak Ölçeğe İlişkin Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları*

	Faktör 1 (Sosyal Yaşam)	Faktör 2 (İş Yaşamı)	Faktör 3 (Üretim)	Açıklanan Toplam Varyans (%)
A1	0,744			
A2	0,665			
A3	0,684			
A4	0,690			
A7	0,611			
A8	0,634			
A10		0,762		
A11		0,746		65,146
A12		0,757		
A14		0,639		
A15			0,831	
A17			0,818	
A19			0,550	
A21			0,522	
Özdeğer	3,424	3,085	2,611	
Açıklanan Varyans (%)	24,455	22,037	18,653	
Cronbach alpha	0,848	0,837	0,843	

Varimax rotasyonlu faktör analizi sonucunda, taslak ölçeği oluşturan maddelerin üç faktöre yüklendiği gözlenmektedir. Yeni oluşan yapıdaki faktörlerin öz değerleri 1'den büyüktür. Maddeler, toplam varyansın %65,146'sını açıklamaktadır ve tüm maddelerin faktör yükleri 0,45'ten büyüktür. Bu bulgular, taslak ölçeğin iyi bir yapısal geçerliliğe sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, oluşan yeni yapı için Cronbach Alfa katsayıları hesaplanmış ve yeni faktörlerin içsel tutarlılığa sahip oldukları tespit edilmiştir.

Yeni oluşan yapıdaki faktörlerin kavramsal çerçevesi de dikkate alınarak faktörler “Sosyal yaşam, İş yaşamı ve Üretim” olarak adlandırılmıştır. Bu bağlamda A1, A2, A3, A4, A7 ve A8 maddelerinden oluşan *Faktör 1 “Sosyal Yaşam”* faktörü; A10, A11, A12 ve A14 maddelerinden oluşan *Faktör 2 “İş Yaşamı”* faktörü; A15, A17, A19 ve A21 maddelerinden oluşan *Faktör 3 “Üretim”* faktörü olarak adlandırılmıştır.

Buraya kadar yapılan incelemeler sonucunda, güvenirlik ve geçerlilik açısından sağlanmış olan veri toplama aracının yeterli büyüklükte ve örnek kütle temsil yeteneğine sahip bir örneklemeden verilerin toplandığı görülmektedir. Bu durum, elde edilen verilerin güvenilir olduğunu ve örnekleme yer alan bireylerin genel popülasyonu temsil etme kabiliyetine sahip olduğunu göstermektedir.

4.2.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Doğrulayıcı faktör analizi (DFA), geliştirilen modellerin çalışılan örneklem üzerinde doğrulanıp doğrulanmadığını test etmek için kullanılan bir yöntemdir. DFA'nın amacı, p adet gözlenen değişken arasındaki gözlenen kovaryansı açıklamak için gizli (latent) faktörlerin daha az sayıda olduğu bir model bulmaktır. Bu analiz, oluşturulan modelin gözlenen ve gözlenemeyen tüm değişkenlerin birlikte test edilmesiyle, eldeki verilerle uyumlu olup olmadığını ortaya koymayı sağlar. Böylece, modelin geçerliğini ve uyumunu değerlendirir. (Akyüz, 2018). Doğrulayıcı faktör analizi ile birçok değişken, birkaç başlık altında toplanabilir. Bu bağlamda açıklayıcı faktör analizi ile boyutları belirlenen Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi taslak ölçeğine ilişkin tüm maddelere ve bu maddelere ait standardize yüklere, t değerlerine ve t değerlerine karşılık gelen anlamlılık düzeylerine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

Tablo 5

Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Taslak Ölçeğine Ait Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Boyutlar	Madde	Standardize Regresyon Ağırlığı	t	p
Sosyal Yaşam ($\rho\eta=0,842$; V.E=0,573)	A8	0,737	-	-
	A7	0,733	8,579	<0,001
	A4	0,707	8,362	<0,001
	A3	0,651	7,599	<0,001
	A2	0,615	6,899	<0,001
İş Yaşamı ($\rho\eta=0,846$; V.E=0,589)	A1	0,673	7,884	<0,001
	A14	0,554	-	-
	A12	0,906	7,314	<0,001
	A11	0,901	7,442	<0,001
Üretim ($\rho\eta=0,834$; V.E=0,558)	A10	0,645	6,196	<0,001
	A15	0,676	-	-
	A17	0,738	9,745	<0,001
	A19	0,863	8,103	<0,001
	A21	0,698	7,259	<0,001

Notlar: (i) $\rho\eta$: Yapı Güvenirliliği = $(\sum \text{standardize reg. ağırlığı})^2 / (\sum \text{standardize reg. ağırlığı})^2 + \sum \text{ölçüm hataları}$,
(ii) **VE**: Açıklanan Varyans = $\sum(\text{standardize reg. ağırlığı})^2 / \sum(\text{standardize reg. ağırlığı})^2 + \sum \text{ölçüm hataları}$ formülleri yardımıyla hesaplanmıştır.

Her bir ölçeğin yapı güvenirliliği ($\rho\eta$) ve açıkladığı varyans (VE) değerleri, ölçeğin güvenilirliği ve açıklama gücünü değerlendirmek için kullanılmaktadır. Genellikle kabul edilebilir bir yapı güvenirliliği değeri 0,70 veya üzeri olarak kabul edilirken, açıklanan varyansın 0,50 veya üzerinde olması arzu edilen bir durumdur. Bu değerler, ölçeğin iç tutarlılığını ve ölçümün yeterliliğini göstermektedir. Dolayısıyla, yapı güvenirliliği ve açıklanan varyans değerlerinin belirtilen eşik değerleri aşması, ölçeğin güvenilirliği ve geçerliliği açısından daha olumlu bir değerlendirme sağlar (Fornell & Larcker, 1981, s. 45-46) (Hair vd., 1998, s. 612). Tablo 5 incelendiğinde, ölçeğin yapı güvenirlilik değerlerinin 0,70'ten büyük olduğu ve açıklanan varyansın da 0,50'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durum, ölçeğin güvenilirliği ve açıklama gücünün kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, her bir ölçeği temsil eden maddelerin standardize yüklerine karşılık gelen t değerleri istatistiksel açıdan anlamlıdır, yani ölçeğin her bir maddesi önemli ölçüde faktöre katkıda bulunmaktadır. Bu bilgilere dayanarak, keşifsel faktör analizinde elde edilen yapısal modelin doğrulayıcı faktör analizinde de doğrulandığı söylenebilir. Yani, keşifsel faktör analizinde belirlenen yapının, doğrulayıcı faktör analizde teyit edildiği görülmektedir.

Araştırmanın modelini oluşturan temel değişkenlerin doğrulanması, yani doğrulayıcı faktör analizi için oluşturulan modelin istatistiksel olarak anlamlı ve geçerli olup olmadığını

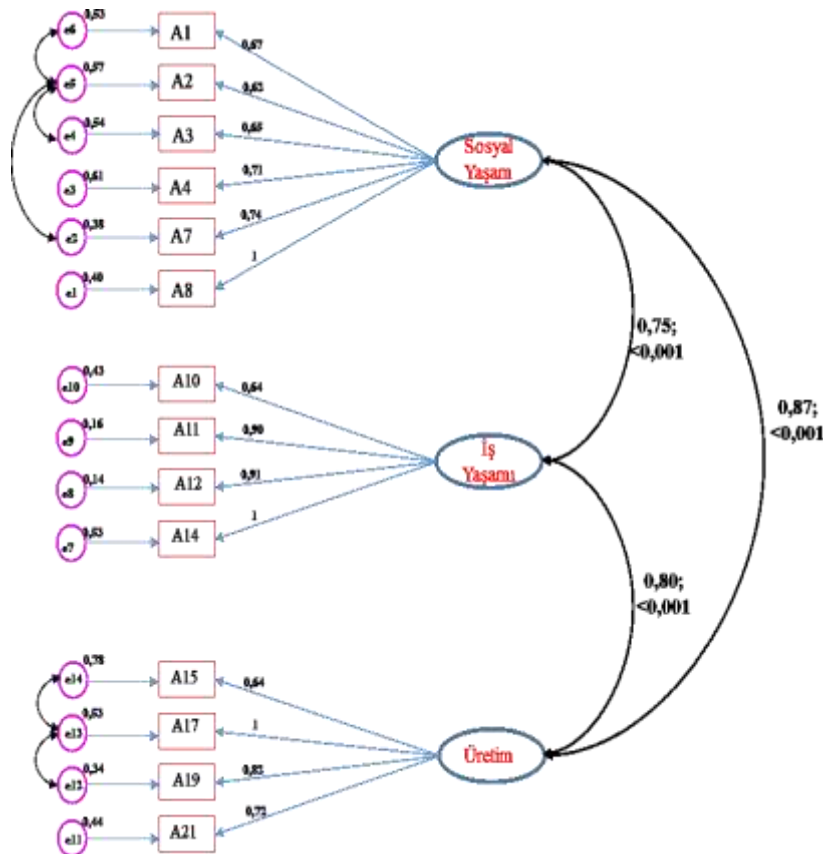
belirlemek için uyum iyiliği değerleri kullanılmaktadır. Uyum iyiliği değerleri, analiz sonuçlarının modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu gösteren istatistiksel ölçütlerdir.

Farklı istatistiksel programlar ve paketler kullanıldığında, uyum iyiliği değerleri farklılık gösterebilir. Örneğin, LISREL gibi programlar farklı yönlerde model uyumunu değerlendiren 15 farklı uyum istatistiği sunabilir. Bu uyum istatistikleri, modelin veriye uyumunun farklı yönlerini ölçmektedir. Bu nedenle, doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı ve geçerli olup olmadığını değerlendirirken, kullanılan istatistiksel programın sunduğu uyum iyiliği değerlerini dikkate almak önemlidir. Bu değerler, modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu ve geçerli bir şekilde ölçtüğünü belirlemek için kullanılır (Şahin vd., 2008).

Bu doğrultuda çalışmada AMOS programından yararlanılmış olup doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen ve araştırma kapsamında değerlendirilen indeksler ve bu indekslere ait değerlendirme ölçütleri ile yapısal model (Şekil 1) ve modele ait uyum ölçütleri aşağıda Tablo 6’da verilmiştir.

Şekil 1

Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Taslak Ölçeğine Ait Doğrulayıcı Faktör Analizi Modeli



Tablo 6*Yapısal Modele İlişkin Uyum Ölçütleri*

Uyum Ölçütü	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Önerilen Model
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI \leq 0,95$	0,904
AGFI	$0,90 \leq AGFI \leq 1$	$0,85 \leq AGFI \leq 0,9$	0,853
RFI	$0,90 \leq RFI \leq 1$	$0,85 \leq RFI \leq 0,90$	0,866
IFI	$0,97 \leq IFI \leq 1$	$0,95 \leq IFI \leq 0,97$	0,951
CFI	$0,97 \leq CFI \leq 1$	$0,95 \leq CFI \leq 0,97$	0,950
RMSEA	$0 < RMSEA < 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,10$	0,073
χ^2/df	$0 < \chi^2/df < 3$	$0 < \chi^2/df < 5$	1,829

Notlar: GFI (Goodness of Fit Index/Uyum İyiliği İndeksi), AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index/Düzeltilmiş İyilik Uyum İndeksi), RFI (Relative Fit Index/Görelî Uyum İndeksi), IFI (Incremental Fit Index/Artımlı Uyum İndeksi), CFI (Comparative Fit Index/Karşılaştırmalı Uyum İndeksi), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation/Yaklaşım Hatasının Kök Ortalama Karesi).

Model ile veri arasındaki uyumu test etmek için χ^2 /serbestlik derecesi değeri kullanılabilir. Ki Kare (Chi Square) değeri olan χ^2 , serbestlik derecesine bölüldüğünde elde edilen χ^2/df oranı incelenir. Genellikle, χ^2/df oranı 0 ile 3-5 arasında olmalıdır. Değerin sıfıra yakın olması veya 5'in altında olması tercih edilen bir durumdur (Yeniçeri ve Erten, 2008). Çalışmada, modelin χ^2/df değeri 1,829 olarak bulunmuştur. Bu değer, serbestlik derecesinin büyük olması nedeniyle anlamlı sonuçlar verme eğiliminde olduğunu gösterir. χ^2/df değeri, uyum iyiliğini değerlendirmek için önemli bir ölçüttür. Genellikle 3'ten daha düşük değerler iyi uyumu, 3-5 aralığındaki değerler ise yeterli uyumu gösterir (Marsh & Hocevar, 1988). Bu bağlamda, modele ilişkin χ^2/df değerinin iyi uyum gösterdiği söylenebilir, çünkü değer 3'ten düşüktür. GFI (Goodness of Fit Index), önerilen modelde hesaplanan gözlenen değişkenler arasındaki genel kovaryans miktarını gösteren bir değerdir. Uyum iyiliği indeksinde, 0,95 ile 1,00 aralığındaki değer iyi bir uyumu, 0,90 ile 0,95 aralığındaki değer ise kabul edilebilir bir uyumu gösterir (Eminoğlu & Nartgün, 2009). AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index), örneklem genişliğine dikkat edilerek düzeltilmiş bir GFI değeridir. AGFI, özellikle büyük örneklem genişliklerinde temsil yeteneği daha güçlü bir uyum indeksi olarak kabul edilir. AGFI, serbestlik derecesi ve GFI değerleri biliniyorsa basit bir şekilde hesaplanabilir. AGFI değeri 0 ile 1 arasında değer alır. Değer 1'e yaklaştıkça modelin uyumu artar (Tezcan, 2008). Bu bağlamda, araştırma modeline ilişkin GFI değeri 0,904 ve AGFI değeri 0,853 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir uyum sınırları içerisindedir. Veri ile model arasındaki uyumu değerlendirmek için kullanılan bir diğer ölçüt RFI (Relative Fit Index) uyum kriteridir. RFI, 0-1 arasında değer alır. Değerin 0,85 ile 0,90 arasında olması beklenir (Çakır & Çakır, 2007). Model için hesaplanan RFI değeri 0,866'dır ve bu sonuç kabul edilebilir uyum sınırları içerisindedir.

IFI; bir modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu değerlendirmek için kullanılır. 0 ile 1 arasında değer alır, 1'e ne kadar yakınsa modelin veriye o kadar iyi uyduğunu gösterir. IFI değeri ne kadar yüksekse, modelin daha iyi bir uyum sağladığına işaret eder. Genellikle IFI değerinin 0.90'ın üzerinde olması arzu edilen bir uyumu gösterir. Bu bağlamda araştırma modelindeki IFI değeri kabul edilebilir uyum sınırları içerisindeydir. CFI; Karşılaştırmalı Uyum İndeksi yapısal eşitlik modellemesinde kullanılan bir uyum indeksidir. Bir modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu değerlendirmek için kullanılır. CFI değeri, 0 ile 1 arasında değer alır ve 1'e ne kadar yakınsa modelin veriye o kadar iyi uyduğunu gösterir. 0.90'dan büyük olması beklenen bu değer araştırma modelindeki değeri 0,950 olup kabul edilebilir sınırlar içerisindeydir. RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation), örnekleme gözlenen değişkenler arasındaki kovaryansla modelde önerilen parametreler arasındaki farkın, yani hatanın derecesini temel alan bir mutlak uyum indeksidir. GFI ve AGFI'nin aksine, RMSEA değerinin "0" a yakın olması beklenir. 0,05 veya daha küçük bir değer mükemmel uyumu, 0,10 veya daha küçük bir değer ise model karmaşıklığı dikkate alındığında kabul edilebilir uyumu gösterir (Haşlamam, 2005).

Bu çalışmada, model için hesaplanan RMSEA değeri 0,073 olarak bulunmuştur. Bu değer, modelin karmaşıklığı dikkate alındığında kabul edilebilir bir uyum değerini temsil etmektedir. Tablo 5'teki doğrulayıcı faktör analizi sonuçları bağlamında Tablo 6'daki uyum iyiliği değerlerinin elde edilmesinde AMOS programı tarafından önerilen bazı modifikasyonlar yapılmıştır. Burada sözü geçen modifikasyonlar, maddelere ilişkin hata terimleri arasındaki kovaryans bağlantılarının kurulması ile gerçekleştirilmiştir. Modifikasyonlar AMOS programı tarafından oluşturulan uyum iyiliği değerlerinin en azından kabul edilebilir değer aralığında olmasını sağlamak için önerilen matematiksel ve dolayısıyla istatistiksel önermelerdir. AMOS programı tarafından oluşturulan uyum iyiliği değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olmasını sağlamak için önerilen modifikasyonlar, literatürdeki mantıklı ve teorik temellere dayanmalıdır (Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2012, s. 118). Bu çalışmada paket program tarafından önerilen modifikasyonlardan literatür bağlamında teorik temelleri olanlar dikkate alınmış olup uyum iyiliği değerlerinin kabul edilebilir değer aralığında olmasını sağlamak için yapılmıştır (Şekil 1). Yapılan modifikasyonların mantıksal dayanak tablosu Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Kovaryans Bağlantısı Kurulan Madde Çiftlerine İlişkin Değerlendirme ve Mantıksal Dayanak Tablosu

Madde	Madde	Literatür Bilgisi
A2	A1	Drone içerisinde yer alan sensörler ile konum, yön ve yükseklik gibi değerler yer istasyonu programında canlı olarak görülebilmekte ve drone'un kontrolü için bu sensörler kullanılmaktadır. Dolayısı ile sensör teknolojileri ile drone teknolojileri aralarında yüksek bir ilişki bulunmaktadır (Akdoğan, 2023).
A2	A3	Drone teknolojileri ve giyilebilir teknolojiler, uzaktan kontrol edilebilen ve kablosuz iletişim özellikleri olan cihazlardır. Her iki teknoloji de, kullanıcıların uzaktan kontrol etmelerini ve iletişim kurmalarını sağlar. Aynı zamanda her iki teknoloji de çevresel veya kullanıcıya özgü verileri toplama yeteneğine sahip olup, her ikisi de toplanan verileri işleyerek analiz edebilir. Dolayısıyla Drone teknolojileri ve giyilebilir teknolojiler arasında bir ilişki bulunmaktadır.
A2	A7	Drone'lar ve yapay zeka teknolojileri, toplanan verileri analiz ederek öğrenme süreçlerini gerçekleştirebilir. Yapay zeka algoritmaları, drone'ların uçuş verilerini, çevresel verileri veya kullanıcı taleplerini analiz ederek daha iyi kararlar verebilir ve gelecekteki uçuşları veya görevleri optimize edebilir. Ayrıca drone'lar, çeşitli sensörlerle donatılmıştır ve uçuş sırasında çevresel verileri toplayabilir. Yapay zeka teknolojileri, bu toplanan verileri analiz ederek çevreyi anlama ve karar verme süreçlerini geliştirebilir. Bu mantıksal dayanaklar, drone teknolojileriyle yapay zeka teknolojilerinin birlikte kullanıldığında daha akıllı, otonom ve etkili sistemler oluşturulabileceğini göstermektedir.
A15	A17	Hem eklemeli imalat teknolojileri hem de 3D yazıcı teknolojileri, katmanlı üretim ilkelerine dayanır. Eklemeli imalat ve 3D yazıcı teknolojileri, bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) modeli kullanarak ürün veya parça üretirler. Bu teknolojiler, malzemeyi tabakalar halinde ekler ve gerektiği yerde malzeme kullanarak nesneyi oluşturur. Her iki teknoloji de üretim sürecini yeniden tanımlar, daha esnek ve özelleştirilebilir üretim imkanları sağlar. Dolayısı ile değişkenler arasında bir ilişki vardır.
A17	A19	Simülasyon teknolojileri, ürün veya parçaların sanal olarak oluşturulmasını ve test edilmesini sağlarken, 3D yazıcı teknolojileri gerçek fiziksel prototiplerin üretilmesini sağlar. Bu durumda, simülasyon teknolojileriyle birlikte kullanılan 3D yazıcılar, sanal prototiplerin fiziksel prototiplere dönüştürülmesine yardımcı olur. 3D yazıcı teknolojileri, hızlı ve esnek üretim imkanları sunar. Simülasyon teknolojileriyle entegre edildiğinde, tasarım değişikliklerinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlar. Birlikte kullanılarak tasarım sürecinin iyileştirilmesini, prototipleme sürecinin hızlandırılmasını ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlar.

Tablo 5 ve 6 birlikte değerlendirildiğinde, yapısal modele ait uyum ölçütü (GFI, AGFI, RFI, IFI, CFI, RMSEA ve χ^2) değerlerine ilişkin sonuçlar, geliştirilen kavramsal modelin veri ile uyumlu olduğunu ve modelin istatistiksel açıdan geçerli ve anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, Açıklayıcı Faktör Analizi ile ortaya konulan yapı, Doğrulayıcı Faktör Analizi ile doğrulanmış ve model istatistiksel olarak geçerli bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda buraya kadar “Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi taslak ölçeği” olarak ifade edilen üç boyut ve 14 maddeden oluşan ölçeğin bir ölçüm aracı olarak güvenilirliğinin ve geçerliliğinin sağlandığı ve işletme yöneticilerinin

Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülmesinde kullanılabilecek bir ölçüm aracı olduğu söylenebilir.

5. Sonuç ve Tartışma

Hayatımızın her alanına hızla giren yeni teknolojilerin, iş hayatının da dinamikleri üzerinde güçlü etkileri olarak radikal değişikliklere yol açacağı kaçınılmaz görünmektedir.

Bu çalışmada yaşanan değişiklikler karşısında hem işletmelerin hem de çalışanların ne kadar hazırlıklı olduklarının tespiti amacı ile sistemin ilk dişlisi olan çalışanların Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0 ile ilgili bilgi seviyelerini tespit edebilmek için bir ölçek geliştirilmiştir. Literatür araştırmasından çıkarılan sonuçlara göre, dijital dönüşüme adım atmak isteyen işletmelerin, öncelikle mevcut personellerinin bu konuda ne seviyede bilgi sahibi olduklarını tespit etmeleri gerekmektedir. Dönüşüm sürecini birlikte yürütecek olan çalışanların yeterli bilgiye sahip olması, bu sürecin en önemli başarı kriterlerinden birisidir. Dijital dönüşüm sürecini yönetecek olan sorumluların, işletmedeki çalışanların dijital dönüşüm Endüstri 4.0 konusuna ne kadar hakim olduklarını görmeleri için bu ölçekten yararlanılabilmesi amaçlanmıştır.

Dönüşümün başarılı olması için ilk adım olan mevcut yapının bilgi düzeyinin öğrenilmesi gerekmektedir. Çünkü buna göre sonrasındaki adımların planlanması yapılmaktadır. Konu hakkında hiç bilgisi olmayan kişi ya da kişiler ile optimal zamanda dönüşümü gerçekleştirmek zaman kayıplarına yol açabilecektir.

Bu çerçevede Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0 bilgi düzeyini ölçmek amacıyla öncelikle derinlemesine bir literatür taraması yapıp konu ile ilgili tüm temel kavramlar listelenmiş ve bu kavramlar ile ilgili alanında uzman olan akademisyenler ve sektör çalışanları ile görüşmeler yapılmıştır. Listelenen kavramlarda eleme ve/veya düzeltmeler yapılarak bir soru seti oluşturulmuştur. Bu soru seti ile pilot bir uygulama yapılarak Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülmesi için kullanılabilecek bir taslak ölçek oluşturulmuştur.

Yapılan alan araştırması sonucunda elde edilen veriler güvenilirlik ve geçerlilik açısından değerlendirilmiştir. Yapılan ilk incelemede taslak ölçekte yer alan 21 maddenin güvenilirlik katsayısı yüksek olmakla birlikte ölçeği bozan maddelerin olduğu tespit edilmiş ve bu maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Nihai durumda 14 madde güvenilirlik açısından uygun bulunmuştur. İkinci aşamada güvenilirliği tespit edilen 14 madde yapısal geçerlilik açısından değerlendirilmiştir. Bu amaçla varimax rotasyonlu asal bileşen faktör analizi yürütülmüş

olup 14 maddelik yapının üç faktör altında toplandığı görülmüştür. Bu şekilde taslak ölçeğin Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülmesinde güvenilir ve geçerli bir ölçek olduğu kabul edilmiştir.

Asal bileşen faktör analizi ile yapısal geçerliliği sağlanan taslak ölçeğin çalışılan örneklem üzerinde doğrulanıp doğrulanmadığını belirleyebilmek için DFA yapılmıştır. DFA sonucunda daha önce güvenilirliği ve yapısal geçerliliği kabul edilen ölçeğin veri seti ile uyumlu olduğu ve DFA’da önerilen modelin istatistiksel bakımdan geçerli ve anlamlı olduğu görülmüştür.

Buraya kadar yapılan açıklamalar ışığında; literatür bağlamında önerilen “Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi taslak ölçeği”, üç faktör ve 14 madde ile bir ölçüm aracı olarak güvenilirliğinin ve geçerliliğinin sağlandığı ve işletme yöneticilerinin Dijital Dönüşüm Endüstri 4.0 bilgi düzeyinin ölçülmesinde kullanılabilecek bir ölçüm aracı olduğu kabul edilmiştir.

Çalışma, kesitsel, tanımlayıcı ve nicel bir çalışmadır. Araştırma için elde edilen verilerin zamanla değişme ihtimali olduğundan bulgular, uygulandığı zaman dilimi itibari ile değerlendirilmelidir. Bilginin çabuk eskleyen bir olguya dönüşmüş hale gelmesinden ve teknolojinin de bunu desteklemesinden dolayı farklı örneklem için başka Teknoloji Geliştirme Bölgelerinde ve hatta farklı illerde de yapılması faydalı olabilir.

Geliştirilen ölçek sektörden bağımsız bir şekilde hazırlandığından her sektördeki işletmelere uygulanabilir. Farklı bölgelerde, farklı sektörlerde uygulanarak çalışmaların karşılaştırılması da akademik olarak ilgili kişilere katkı sağlayacaktır.

Destek Bilgisi: Bu çalışma, kamu, ticari veya kâr amacı gütmeyen kuruluşlar gibi herhangi bir organizasyondan destek almamıştır.

Çıkar Çatışması: Tüm yazarlar adına, sorumlu yazar çıkar çatışması olmadığını belirtir.

Etik Onayı: İnsan katılımcıları içeren çalışmalarda gerçekleştirilen tüm prosedürler, kurumsal ve / veya ulusal araştırma komitesinin etik standartlarına ve 1964 Helsinki deklarasyonuna ve daha sonraki değişikliklerine veya karşılaştırılabilir etik standartlara uygundur.

Bilgilendirilmiş Onam Formu: Çalışmaya katılan tüm bireysel katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Kaynakça

- Akan Özkök, G. (2022). Tedarik Zinciri Tasarımı Ve Yönetiminde Simülasyon Uygulamaları Ve Jenerik Simülasyon Modeli Önerisi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. <https://doi.org/10.54410/denlojad.1329136>
- Akben, İ., & Avşar, İ. (2018). Endüstri 4.0 Ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3(1), 26-37.
- Akdoğan, C. (2023). Yapay Zeka Tabanlı İlaçlama Drone'u Tasarımı Ve Uygulaması.
- Aksu, M. V., & Taslak, S. (2022). Dördüncü Sanayi Devrimi Ve Küçük Ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin (KOBİ'lerin) Dijital Dönüşümü. Yeni Fikir Dergisi, 14(29), 11-23. <https://doi.org/10.57205/yenifikirjournal.1211439>.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 4(1), 37-54.
- Akyüz, H. E. (2018). Yapı Geçerliliği İçin Doğrulamalı Faktör Analizi: Uygulamalı Bir Çalışma. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 186-198. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.414490>
- Ali, M., Chung, L., Kumar, A., Zailani, S., & Tan, K. (2021). A sustainable Blockchain framework for the halal food supply chain: Lessons from Malaysia. Technological Forecasting & Social Change.
- Aljasem, S. A. (2022). The Causal Relationship Between Bitcoin, Islamic Stocks, And Oil Prices: Evidence From The Quantiles-Based Granger Causality Test. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Gaziantep.
- Ang, J., Cole, R., & James, W. (2000). Agency costs and ownership structure. The Journal of Finance, s. 81-106. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00201>
- Arslan, O. (2020). Üretim Satın Almalarında Yapay Zeka İle Bir Uygulama; Türkiye'de Çelik Sektörü. Bahçeşehir Üniversitesi. İstanbul.
- Barutçu, B. (2021). Akıllı Şehirler Üzerine Sistemik Bir Literatür Taraması Ve Akıllı Şehirlerde Endüstri Mühendisliği. Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Birden Kırcı, Ö. (2019). Biyolojik Silahların Gama Radyasyonu İle İmhası. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Bülbül, T. (2003). Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesinde görev yapan öğretim üyelerinin lisansüstü öğretime öğrenci seçme sürecine ilişkin görüşleri. Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), s. 167-174. https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000069.
- Çağlıyan, V., Gelmez, E., & Gürakan, G. (2021). Sosyal medya reklamlarının etkinliği, empati duygusu ve satın alma niyeti üzerine ampirik bir araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, s. 1116-1139. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.739292>.
- Çakır, V., & Çakır, V. (2007). Televizyon Reklamlarının Algılanan Değeri ve Reklam Tutumu İlişkisi: Bir Yapısal Eşitlik Modeli. İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, s. 37-59.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 Ve Simülasyon. International Journal Of 3D Printing Technologies And Digital Industry, 9-26.
- Çetinkaya, F. F. (2021). Endüstri 4.0 farkındalığının inovasyon üzerindeki etkisi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, s. 571-598. <https://doi.org/10.18037/ausbd.959277>.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları. Ankara: Pegem.
- Çoldaş, B. (2022). Endüstri 4.0 Tabanlı Akıllı Fabrikalar İçin UWB Üzerinden Konumlamaya Yönelik Sensör Kartı Tasarımı. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Demirhan, A., Kılıç, Y., & Güler, İ. (2010). Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları. Yoğun Bakım Dergisi, 9(1), 31-41. <https://doi.org/10.24938/kutfd.1214512>.
- Demiröz, Ö. (2021). Eklemeli İmalat İle Yüzeysel Güçlendirilen Termoelektrik Modül Yüzeyindeki Isı Dağılım Etkisinin Analizi. İstanbul Gedik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.

- Doğan, R. (2019). Gömülü Sistem Tabanlı Bina İçi Otonom Robot. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Durmuş, H. (2015). Otonom Robot Ve Kontrol Birimi Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Ekserin, E. (2022). Sosyal Bilgiler Öğretiminde 3D Yazıcı Kullanımının Öğrencilerin Motivasyon, Tutum Ve Başarılarına Etkisi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Kütahya.
- Ekşi, O. (2020). Otonom Sürüş İçin Derin Öğrenme İle Şerit Tespiti. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Eminoğlu, E., & Nartgün, Z. (2009). Üniversite Öğrencilerinin Akademik Sahtekarlık Eğilimlerinin Ölçülmesine Yönelik Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, s. 37-59.
- Fadıloğlu Işık, A. (2013). Sensör Çeşitleri, Robotik Alanda Kullanılan Sensörler Ve FSR Sensör Uygulaması. Balıkesir.
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. Journal of Marketing Research, s. 39-50.
- Günel, Z. (2018). İç Mimarlık Tasarım Stüdyosu Eğitimi Sürecinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Güleş, H. (1996). The Impact of Advanced Manufacturing Technologies on Buyer-Supplier Relationships in The Turkish Automotive Industry. Doctoral dissertation, University of Leeds (School of Business and Economic Studies).
- Güneş, M. (2022). Akıllı Şehirler Ve Akıllı Şehirlerin Sıralanmasına Yönelik Bir Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Gürbüz, R., & Şahin, S. (2015). 8th Grade Students' Skills In Translating Among Multiple Representations. Kastamonu Eğitim Dergisi, s. 1869-1888.
- Gürel Taşkıran, A. (2019). Fen Eğitiminde 3D Yazıcıların Kullanımının Öğrencilerin Tutumlarına Ve Görüşlerine Etkisi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Malatya.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1998). Multivariate Data Analysis. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Haşlamam, T. (2005). Programlama Dersi İle İlgili Özdüzenleyici Öğrenme Stratejileri İle Başarı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Bir Yapısal Eşitlik Modeli. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin Ve Uygulamaların İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 111-136.
- Kagerman, H., & Wolfgang, W. (2022). Ten Years Of Industrie 4.0. Sci, 4-26.
- Kalaycı, Ş. (2018). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara: Dinamik Akademi.
- Karaboğa, T. (2020). Büyük Veri Analitiği Yönelik Kabiliyetlerinin Firma Performansına Etkisi: Veri Odaklı Kültür Ve Büyük Veri Strateji Uyumunun Aracılık Etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Karakoç, M. (2022). An Analysis Of U.S. State Level Cybersecurity Plans And Policies. Delaware.
- Karasar, N. (2015). Bilimsel Araştırma Yöntemi. Nobel.
- Karatay, A. (2015). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Ve Müze İçi Eser Bilgilendirme Ve Tanıtımlarının Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Yordamıyla Yapılması. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kütahya.
- Kaya, M. (2021). Eklemeli İmalat İle Üretilen Inconel 718 Parçalarının Ezerek Parlatma Yöntemiyle Yüzey İyileştirme Sürecinin Modellenmesi Ve Deneysel Doğrulanması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji Ve Türkiye. Finansal Araştırmalar Ve Çalışmalar Dergisi, 11(21), 209-227. <https://doi.org/10.14784/marufacd.623399>.

- Kofoğlu, M. (2019). Makine Ve İmalat Mühendisliğinde Kullanılmak Üzere Sanal Ve Arttırılmış Gerçeklik Uygulamaları Geliştirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Köse, H. (2023). Kripto Paralarda Volatilite Analizi: Bitcoin Ve Ethereum Üzerine Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Kösebay, D. (2020). Bulut Bilişimin Müşteri İlişkileri Yönetimine (CRM) Etkileri Üzerine Bir Araştırma. İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Maden, Z. (2022). Sensör Ve Uzaktan Kontrol Sisteminin İş Güvenliğine Etkileri. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Marsh, H., & Hocevar, D. (1988). A New, More Powerful Approach to Multitrait-Multimethod Analyses: Application of Second-Order Confirmatory Factor Analysis. *Journal of Applied Psychology*, s. 107-117. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.73.1.107>.
- Nunnally, J. (1978). An overview of psychological measurement. *Clinical diagnosis of mental disorders: A handbook* (s. 97-146).
- Orzes, G., Rauch, E., Bednar, S., & Poklemba, R. (2018). Industry 4.0 Implementation Barriers in Small And Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study. 2018 IEEE International Conference On Industrial Engineering And Engineering Management (IEEM), 1348-1352. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8607477>
- Ömürbek, N. (2003). Küresel Rekabet Ortamında Yeni Üretim Teknolojileri ve Teknolojik birliği (Otomotiv Sektöründe Uygulama), (New manufacturing technologies and technological alliances under global competition environment: an application on automative industry). Doktora tezi. Konya.
- Özdemir, K. (2020). Endüstri 4.0: Akıllı Fabrikalar Ve Muhasebe Uygulamalarına Olası Etkileri. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya.
- Öztürk, B. (2021). Otonom Sürüş İçin Bulanık Hız Planlayıcı Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Samson, D., & Terziovski, M. (1999). The relationship between total quality management practices and operational performance. *Journal of Operations Management*, s. 393-409. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00046-1)
- Sayedı, S. (2020). Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi Oluşturma Süreç Analizi Ve Türkiye İle Afganistan'ın Ulusal Siber Güvenlik Stratejisinin Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne.
- Seyrek, İ. (2011). Bulut Bilişim: İşletmeler İçin Fırsatlar Ve Zorluklar. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 701-713.
- Şahin, A., Cankurt, M., Günden, C., & Miran, B. (2008). Çiftçilerin Risk Davranışları: Bir Yapısal Eşitlik Modeli Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 153
- Taş, H. Y. (2018). Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 1817-1836. <https://doi.org/10.26466/opus.479123>.
- Taşlı, M., & Karakoyun, M. (2022). Mobil Uygulama Kontrollü Dron İle Otonom Sipariş Dağıtımı. *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 42, 146-150. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1185837>.
- Tekinkuş, M., & Tatoğlu, E. (2000). Türkiye'de büyükşehir belediyelerinde uygulanmakta olan kalite yönetiminin temel boyutlarının belirlenmesine yönelik faktör-analitik bir çalışma. VIII. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, 277-286.
- Tezcan, C. (2008). Yapısal Eşitlik Modelleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Tiryaki, İ. (2021). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Kullanımı İçin Tüketici Davranış Niyetlerinin Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli Kapsamında İncelenmesi. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Ankara.
- Toparlık, E., & Susam, N. (2023). Yenilenebilir Enerji Üzerine Uygulanan Kamu Politikalarının Teknolojik İnovasyon Üzerine Etkisi: Türkiye Ve Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme. *Ömer Halis Demir Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 180-192. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1123186>.

- Türe, F. (2009). Biyolojik Silahların Tanımlanması Ve Ülkemiz Açısından Önemi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale.
- Ulu, Ç. (2022). Bitcoin Ve Seçili Endeksler Arasındaki Dinamik İlişkilerin Ekonometrik Analizi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Manisa.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 Ve Akıllı Fabrikalar. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 546-556. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.321957>.
- Yücel, A. (2021). Eklemeli İmalat Yöntemlerinde Üretim Parametrelerinin ve Parça Geometrisinin Son Ürün Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Yükselen, C. (2000). Pazarlama İlkeler-Yönetim. Detay Yayıncılık.