



## Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği\*

Onur DOĞAN\*\*

Nuri BALOĞLU\*\*\*

### Öz

Bu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeylerini belirleyecek bir ölçek geliştirmektir. Çalışmaya kapsamlı bir literatür taraması ile başlanmıştır. Bilimsel makale, kitap ve tez çalışmaları gibi birincil kaynaklara dayalı bilgilerin toplanarak bütünleştirilmesi yoluyla Endüstri 4.0'a ilişkin bir teorik temel hazırlanmıştır. Bu aşamada Endüstri 4.0 kavramı ile ilişkili 39 kavram tespit edilmiştir. Bu teorik temele dayalı bir madde havuzu oluşturulmuş ve seçilen 70 madde ile bir taslak ölçek hazırlanmıştır. Taslak ölçek uzman görüşlerine sunulmuş ve 39 maddelik uygulama ölçeğine dönüştürülmüştür. Uygulama ölçeği Orta Anadolu'da bulunan bir devlet üniversitesinin mühendislik ve iktisadi ve idari bilimler fakültesinde öğrenim görmekte olan 300 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Uç değerlerde toplanan verilerin çıkarılması ile katılımcı sayısı 240birim olarak gerçekleşmiştir. Veriler SPSS paket programı yardımı ile çözümlenmiştir. Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) katsayısı "936" ve Bartlett testi sonucu da 0,001 düzeyinde anlamlı olarak (5062,369-  $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları 39 maddeli ölçeğin madde yüklerinin .50 ile .74 arasında değiştiğini, ölçeğin tek faktörlü yapısında açıklanan varyansın %39,99 olduğunu göstermiştir. Ölçeğin Cronbach Alpha Güvenirlik katsayısı .96 olarak tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen ölçek ilgili literatür temelinde tartışılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Endüstri 4.0, Kavramsal Farkındalık, Ölçek

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

## Industrial 4.0 Conceptual Awareness Scale

### Abstract

The aim of this study is to develop a scale that will determine the level of Industry 4.0 conceptual awareness of university students. The study started with a comprehensive literature review. A theoretical foundation for Industry 4.0 was prepared by gathering and integrating information based on primary sources such as scientific articles, books and thesis studies. At this stage, 39 concepts related to Industry 4.0 concept were determined. An item pool based on this theoretical basis was created, and a draft scale was prepared with 70 items selected. The draft scale was submitted to expert opinions and turned into a 39-item implementation scale. The application scale was applied to a group of 300 students studying at the faculty of engineering and economics and administrative sciences of a public university in Central Anatolia. With the extraction of data collected at extreme values, the number of participants was 240 units. The data were analyzed with the help of the SPSS package program. The Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) coefficient was found to be significant at the level of "936" and Bartlett test at 0.001 level (5062,369-  $p < 0.01$ ). Exploratory factor analysis results showed that the item loads of the 39-item scale ranged between .50 and .74, and the variance explained in the single-factor structure of the scale was 39.99%. Cronbach Alpha reliability coefficient of the scale was determined as .96. The scale developed within the scope of the research is discussed on the basis of the relevant literature.

**Keywords:** Industry 4.0, Conceptual Awareness, Scale

**Article Type:** Research Article

\* Bu çalışma Dijital Dönüşümün Yönetimi Sürecinde Üniversite Öğrencilerinin Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyleri adıyla hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\*\* Öğr.Gör., Aksaray Üniversitesi, onurdogan@aksaray.edu.tr ORCID: 0000-0002-8109-4728

\*\*\* Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, [nbaloglu@ahievran.edu.tr](mailto:nbaloglu@ahievran.edu.tr), ORCID: 0000-0002-7982-2116

## 1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 ilk olarak Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı tarafından 2011 yılında yürütülen 10 ana projeden biri olarak duyurulmuştur. Bu projelerden bazıları aslında günlük yaşamda devamlı karşılaştığımız sorunlarla alakalı idi. Karbon emisyonunun en aza indirilmesi, akıllı şehirlerin kurulması, çevreye zarar vermeyen temiz yakıtların kullanılması ve akıllı şebekeler bunlar arasındaydı. (Eldem, 2017).

Bir dönemde avlanan ve doğadaki yiyecekleri toplayarak yaşamlarını sürdüren insanlar, tarım dönemiyle birlikte yerleşik hayata geçmiş ve “sosyal toplum” kavramını ortaya çıkarmışlardı. Şehir yaşamıyla birlikte sanat ve kültür gibi kavramlar da insan hayatında yerini aldı (Özsoylu, 2017; Bulut ve Akçacı, 2017). James Watt’ın 1770 yılında buhar makinesini bulmasıyla birlikte birinci sanayi devrimi, yani Endüstri I.0 başlamış oldu. Böylece insanların kas gücü ile yapılan üretim, buhar gücü sayesinde mekanik gücün üretime entegre edilmesini sağladı (Schwap, 2016). Telgraf, lokomotif, buharlı gemi ve tekstil makineleri Endüstri I.0 ile ortaya çıkan icatlar oldu. Kıtalar arası haberleşme başladı (Öztürkçan, 2016).

Toplumsal yaşamda zanaatkarlıktan ve toprağa dayalı şekilden hızla fabrika işçisi felsefesine bir dönüşüm gerçekleşti. Endüstri 1.0 ile dünyada ortalama yaşam standardının yükselmesi, ortalama gelirin artması, çalışkan bir toplum için tasarlanan yeni yasaların yaratılması, şehirleşmenin artması ve yeni becerilerin kazanılması gibi pek çok gelişme meydana geldi. Tüm toplumların aktif olarak yaşamlarını iyileştirmek istediği yeni bir zihinsel durum ortaya çıktı (Freeman ve Louçã, 2001; akt. Carvalho, 2017).

19. yüzyılın sonları ile 20. yüzyılın hemen başında elektriğin bulunması ve üretim hattında seri üretim kavramının gelişmesiyle birlikte Endüstri 2.0 dönemi başlamış oldu. 1913’te ilk defa üretim bandı mantığını ortaya koyan Henry Ford’un bu uygulaması hızla diğer teknik alanlara da yansiyarak üretimde yüksek verimlilik sağlanmış oldu (Schwap, 2016; akt. Bulut ve Akçacı, 2017).

İkinci Endüstri Devrimi üretimin daha hızlı olmasını ve nihai ürünün daha kaliteli olmasını beraberinde getirdi. Buna yol açan etkenler, iş bölümü ve seri üretim gibi elektrik, petrol ve yeni üretim süreçlerinin kullanılmasıydı. Fabrikalar, artık otomasyonla daha fazla çalışabilecek imkânlarla ve makinelere sahipti. Bu durum, insanlar tarafından yapılması gereken iş miktarının azalması anlamına da geldi (Mokyr, 1998; akt. Carvalho, 2017).

Birinci Endüstri Devrimi’nde seri üretimin gerçekleştirildiği sektör tekstil iken; İkinci Endüstri Devrimi’nde seri üretime giren ilk malzeme çelik oldu. Daha hızlı çelik üretme kabiliyeti inşa edilen demiryolu sayısını da arttırdı ve dünya üzerinde zincirleme bir etkiye neden oldu. Ulaşım kolaylaştı, ülkeler ve şehirler birbirlerine daha çok yaklaştı (Mokyr, 1998; akt. Carvalho, 2017).

Demiryolu ile su, elektrik, telgraf, telefon ve doğalgazın iletimi için geliştirilen şebekeler şehirleşmenin önünü açan gelişmeler de bu dönemde yaşandı. Devletler belirli üretim ve hizmet sektörleri için demiryolu ölçüleri, elektrik voltajları, daktilo klavyesi türleri, trafik kuralları gibi standartlar uygulamaya başladı. İtten yanmalı motor teknolojileri, gelişen yakıt, altyapı ve standardizasyon süreçleri, seri üretimle birleşerek yedek parça teknolojilerini ortaya çıkardı. Tüm bunlarla birlikte işçilerin sosyal hak ve refah talepleri ve sendika gibi örgütlenmeler de bu dönemde ortaya çıktı (Öztürkçan, 2016).

Endüstri 3.0'ı hayata geçiren kavram elektronik oldu. Bilgisayar ve özellikle internet alanında yaşanan hızlı gelişmelerle bilişim devrimi Üçüncü Endüstri Devrimi olarak kabul edildi. Schwab'a göre (2016) üçüncü sanayi devrimi 1960'larda başladı ve yarı iletken teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte Mikro işlemci teknolojiler ortaya çıktı. Bu nedenle 3. Endüstri Devrimine, bilgisayar veya dijital devrim adı da verilmektedir. Elektronik teknolojisi, televizyon ve otomasyon teknolojilerinin vazgeçilmez olan PLC (Programmable Logic Controller) gibi ürünler üçüncü sanayi devrimi ile hayatımıza girdi.

20.Yüzyılın ortalarında, ağır sanayi ile bilişim alanlarında meydana gelen gelişmelerin hızlanması, bilgi toplumu adı verilen yeni bir iktisadi terimin literatürde yer almasını sağladı. Bu durum, fiber-optik ile verinin hızlı iletimi, mikroçip teknolojisi ile kontrol ve işlem hızının artması, nükleer enerjinin tam anlamıyla kullanılmaya başlaması ve mikro elektronik gibi teknolojilerin üretiminin de önünü açtı (Yücel, 2004; akt. Bulut ve Akçacı, 2017).

Endüstri 3.0 döneminin sonlarına doğru bilgisayar teknolojileri, hayatın her alanında yerini alırken işlemci hızları da oldukça arttı. Özellikle seri üretim yapılan tesislerde kullanılan robotlar, üretim hatlarında daha fazla yer aldı, hatasız ve hızlı üretim daha da gelişmeye başladı (Genç, 2018).

Elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin makinelere bağlanabilmesi, üretim sistemlerini otomatik hâle getirilmesi ve özellikle elektronik, enformasyon ve iletişim alanlarındaki teknolojilerinin gelişimi üretimde otomasyonun arttırarak insanoğlunun saf dışı bırakılması anlamına gelen kavramların ortaya çıkmasına neden oldu. Mikroçiplerin sayısı her yıl katlanarak artarken, pahalı olan entegre sistemler ise ucuzlamaya başladı (Aydın, 2016; akt. Genç, 2018).

Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan hızlı fiber optik teknolojilere dayalı internet hatları, mikroişlemci ve mikro denetleyici tabanlı kontrol süreçleri, PLC teknolojileri ve SCADA sistemleri gibi gelişmelerle birlikte dördüncü sanayi devriminin en önemli yapıtaşı olan akıllı üretim teknolojileri ve nesnelerin interneti kavramları ortaya çıkardı (Kabaklarlı, 2016; akt. Genç, 2018).

Endüstri 4.0, tanım olarak net ve anlaşılır bir kavram olmamakla birlikte araştırmacıların bu konuyla ilgilenmelerine ve inanmalarına yol açan önemli sebepler vardır. Örneğin, Akıllı Fabrikalardan bahsedilirken, Siber Fiziksel Sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Yapay Zekâ (AI) gibi teknolojilere yoğun bir şekilde değinilmektedir. Bir üretim hattına entegre olan bu teknolojik bileşenlerin doruk noktası, bir kuruluşun üretim ve hizmet süreçlerinin optimizasyonu yoluyla daha yüksek sonuçlar elde etmesine izin vererek, ürünleri tüketicilere daha hızlı ve daha fazla müşteri odaklı ürün seçeneği sunma imkânı sağlamaya başladı (Carvalho, 2017).

Hangi üretim veya hizmet alanında hangi rolü oynarsak oynayalım teknolojik inovasyon ve gelişmeler ile bir araya gelen bilginin oluşturduğu dijitalleşme, tüm sektörlerin geleceği için bir tercihten öte zorunluluğa dönüştü. Hem üretimde hem sosyal yaşamda yeni paradigmlar ortaya çıktı (Schwab, 2016; akt. Yazıcı vd., 2016). Endüstri 4.0 ile alakalı temel kavramların başında, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler (cyber physical systems), üç boyutlu yazıcılar (3d Printer), bulut (cloud) bilişim teknolojileri, akıllı fabrikalar ve arttırılmış gerçeklik gibi kavramlar gelmektedir.

### **Endüstri 4.0'la İlişkili Kavramlar**

Kapsamlı literatür incelemesi sonuçları Endüstri 4.0 kavramına ilişkin 39 kavramı ön plana çıkarmaktadır. Bu kavramların farkında olmak ve derinlemesine anlamaya çalışmak teknolojinin geleceğini şekillendirebilmede büyük bir önem arz etmektedir. Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerine hızlı uyumunu sağlayacağı düşünülen bu kavramların ifade ettiği anlamlar ana hatlarıyla aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

### **1. Nesnelerin İnterneti**

Nesnelerin interneti; tüm nesnelerin, insanların ve bulut servis sağlayıcıların interneti kullanarak birbirine bağlanmasıdır. Burada en önemli nokta nesnenin üzerinde internete bağlantıyı sağlayacak bir elemanın kullanılmasıdır. Bu bağlantıların kullanılması ile yeni sektörler ve iş modelleri üretilmektedir. Analistler 2020 yılının sonlarına doğru 20 milyara yakın nesnenin veya cihazın internete bağlanarak devasa bir nesnelerin interneti havuzu oluşacağını tahmin etmektedirler (Eldem, 2017).

### **2. Yapay Zekâ**

“Yapay zekâ, insan tarafından yapıldığında zeki olarak adlandırılan davranışların makine tarafından yapılmasıdır (Pirim, 2006). Yapay zekânın amacı insan zekâsını bilgisayar aracılığıyla taklit etmektir. Bu bağlamda yapay zekâ görüntü işleme, dil algılama, planlama eylemleri gerçekleştirir. Yapay zekâ ile zekileştirilmiş makineler, özellikle zeki bilgisayar programları yapma mühendisliği ya da bilimdir. Düşünme, anlama, faaliyete geçirmeyi sağlayacak bilgi işleme çalışmasıdır. Yapay zeka bağımsız makineler (bu makineler insan olmaksızın kompleks işler yapabilir) inşa etmek için araştırma yapan bilişsel bilim dalıdır. Bu hedef makinelerin düşünmesini ve anlamasını gerektirir. Bir başka ifade ile yapay zekâ, makinelerin zekâ yeteneğine kavuşturulması eylemidir. Adalı (2017) doğru ve yanlış birbirinden ayırma yeteneği olarak akıl, insanların karşı karşıya kaldığı durumları ve olayları hissedip algılaması ve bunlara karşı çözüm geliştirme eylemi ise zekâ olarak tanımlanmıştır. Doğal zekâ ile yapay zekânın birbirlerine karşı bazı üstünlükleri vardır. Yapay zekâ kalıcıdır, paylaşılabilir, daha kolay elde edilir, tutarlıdır, kayıtlıdır. Doğal zekâ ise yaratıcıdır, tecrübelerden yararlanır, usavurma yeteneği vardır.

### **3. Öğrenen (Akıllı) Robotlar**

Öğrenen robotlar, geçmişten veya önceki yaşadıklarından elde ettikleri veriler ile anlamlı çözümler oluşturarak mevcut ve güncel bir problemi çözebilen makinelerdir. Mevcut bilgileri ve tecrübelerini bir arada kullanan insanlar, ortamlarda meydana geleni göğüsleyerek daha başarılı olurlar. Robot üreticilerinin güncel amaçlarından en önemlisi, tecrübelerinden yararlanabilen robotlar geliştirebilmektir (Modayil ve Kuipers, 2008; akt. Akben ve Avşar, 2018:). Başka bir tanımla otonom robot adı ile karşımıza çıkan öğrenen makineler, bünyelerinde gömülü olan bilişim teknolojileri nedeniyle karar alma ve eyleme dökme süreçlerinde yapay zekâ gibi bazı uygulamaları gerçekleştiren, sensörler yardımıyla çevresinden veri toplayabilen robotlardır (Banger, 2018: 45).

### **4. Üç Boyutlu Yazıcılar**

Üç boyutlu yazıcılar, birçok farklı malzemeyi kullanarak üç boyut modeli katmanlarına ayırıp, tasarlanan modeli gerçek bir ürün olarak ortaya çıkarırlar. Özellikle medikal ve tıp teknolojileri, askeri ve sivil uzay ve havacılık teknolojileri, tekstil uygulamaları, inşaat ve mimarlık teknolojileri ve en önemlisi eğitim gibi alanlarda gün geçtikçe kullanımı artan bir teknolojidir (Kökhan ve Özcan, 2018).

### **5. İleri Seviye Otomasyon**

İleri seviye otomasyon teknolojilerinde kullanılan otonom robotlar, bilgisayar üniteleri ve dijital bilgi teknolojileri kontrol tekniklerinin temelini oluşturmuştur. Bu sistemlerin ilk amacı, üretimde maksimum karı elde etmeye katkı sağlamaktır. İleri seviye otomasyon teknolojileri ile hizmet ve üretimde hız, çeviklik, verimlilik ve kalite seviyeleri üst düzeylere taşınabilmektedir (Proente, 2018).

## **6. Siber Güvenlik**

Siber güvenlik; bilişim teknolojileri ve siber teknolojileri kullanan kurumların, işletmelerin, siber kullanıcıların her türlü saldırıya karşı varlıklarının korunması temel amacını güderek her türlü araç-gereç, süreç, politika, kılavuz, risk yönetimi yaklaşımları, siber eğitim ve teknolojilerin bir birleşimidir (Ünver vd., 2009; akt. Ünver, 2017).

## **7. Siber Fiziksel Sistemler**

Siber fiziksel sistemler, algılayıcılar ve aktuatörler vasıtasıyla sanal dünya ile fiziksel dünya arasında köprü kuran teknolojilerin tümüdür. Siber fiziksel sistemler, insanlarla etkileşime girebilecek entegre hesaplama ve fiziksel yeteneklere sahip yeni nesil sistemleri ifade eder. Hesaplama yoluyla fiziksel dünyayla etkileşimde bulunma ve yeteneklerini genişletme, iletişim ve kontrol gelecekteki teknoloji yapısının gelişmesi için kilit bir faktördür. Fırsatlar ve araştırma zorlukları arasında yeni nesil uçakların ve uzay araçlarının, hibrit gazlı elektrikli araçların, tamamen özerk şehir içi sürüşün ve beyin sinyallerinin fiziksel nesnelere kontrol etmesine izin veren protezlerin tasarımı ve geliştirilmesi yer almaktadır (Bahati ve Gill, 2011).

## **8. Bulut Bilişim Teknolojisi**

Bilişim sistemlerine ait hizmetlerin üçüncü şahıslardan, şirketlerden alınmasıdır. Uygulamaların, uzakta bulunan sunucu üzerinden internet yardımıyla çalıştırılması veya kullanıcının kendisine ait bilgilerin her an ulaşılabilir ve müdahale edilebilir olması gerekir.

Bulut bilişim teknolojisi bir ürün değil, bir hizmettir. Bilgisayar veya benzeri mikro işlemcili cihazlar için yazılım ve paket program dosyaları gibi kaynakları gerekli olduğu durumlarda internet veya tedarik yoluyla ilgili kişi ya da şirketlerden almayı içeren bir bilişim hizmetidir (Aksu, 2018: 287).

## **9. Büyük Veri ve Veri Analitiği**

Büyük veri analizi, büyük miktarda veri veya büyük verileri analiz etme yöntemini ifade eder. Büyük veri; sosyal ağlar, videolar, dijital görüntüler ve sensörler gibi çok çeşitli kaynaklardan toplanır. Büyük veri analitiğinin asıl amacı, görünmeyebilecek yeni kalıpları ve ilişkileri keşfetmektir. Bunun yanında diğer bir amaç ise onu yaratan kullanıcılar hakkında yeni bilgiler sağlayabilmektir (Hemlata ve Gulia, 2016). Başka bir ifade ile büyük veri genel bilgisayarlar tarafından yakalanamayan, yönetilemeyen ve işlenemeyen büyük bir veri kümesidir (Chen vd., 2014).

## **10. Sanal Gerçeklik**

Bazı teknolojileri kullanarak insanlara sanki belli bir ortamda bulunuyormuş hissi veren 3 boyutlu bir benzetim teknolojisinin kullanıldığı yerlerdir (Kaleci vd., 2017). Özellikle, insanlar gidip görmek isteyip de göremedikleri birçok tarihî ve kültürel yerleri sanal gerçek teknolojileri ile görebilirler. Sonuçları önceden tahmin edilemeyecek ameliyatlar için ve hata payının sıfır olduğu mühendislik projelerinde kullanılan bir teknolojidir. Bunun dışında fen bilgisi dersi için yapılacak bir deney çok tehlikeli olabiliyorsa bu olumsuz durum sanal gerçeklik teknolojileri ile ortadan kaldırılabilir.

## **11. Artırılmış Gerçeklik**

İnsanların deneyimlerini geliştirmek amacıyla gerçek dünyadaki nesnelere veya yerlere hakkındaki dijital bilgileri görüntü olarak üst üste bindiren bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik, gerçeği ve dijital bilgiyi bir araya getirme yeteneği ile tıp, pazarlama, eğitim, müzeler, moda ve daha birçok alanda incelenmekte ve uygulanmaktadır (Berryman, 2012). Artırılmış gerçeklik ile sanal ve gerçek bir

arada ve birbirlerinin içerisinde yer alırken, sanal gerçeklik uygulamasında oluşturulan dünya tümüyle sanaldır (Banger, 2018: 51).

### **12. Karışık Gerçeklik**

Karışık gerçeklik, fiziksel ve dijital nesnelerin gerçek zamanlı olarak bir arada bulunduğu ve etkileşimde bulunduğu yeni ortamlar ve görselleştirmeler üretmek için gerçek ve sanal dünyaların birleşmesidir (Stief vd., 2018). Başka bir anlatımla sanal ve artırılmış gerçekliğin fiziksel gerçeklikle etkileşime geçmesidir. Bu gerçeklikte kullanıcılar doğal gerçeklikle sanal gerçekliği etkileşime geçirir ve birbirine bağlayabilirler.

### **13. Akıllı Üretim Teknolojileri (Akıllı Fabrika-Karanlık Fabrika)**

Donanım ve yazılım bileşenlerini, ürünlerin tip ve miktarındaki sürekli değişen piyasa gereksinimlerini takip edecek şekilde uyarlayabilen yeniden bütün üretim sürecini ve fiziksel yapısını yapılandırabilen üretim sistemleridir. Akıllı fabrikasındaki makineler, Siber-Fiziksel Sistemler, nesnelerin interneti bileşenleri ile entegre edilmiş makine ve fiziksel sistemlerdir. Bu makineler ve sistemler, makine öğrenimi algoritmalarına ve gerçek zamanlı veri yakalama, analiz sonuçları ve geçmişte başarılı geçmiş davranışlara dayanarak kendi kararlarını verebilecek özerk sistemlerdir. Tipik olarak, programlanabilir makineler (CNC- Computer Numerical Control), büyük ölçüde mobil aracı ve kendi kendini organize etme ve kendini optimize etme yeteneğine sahip robotlar ile birlikte kullanılır (Rojko, 2017).

### **14. Karanlık Fabrikalar**

Işıklara gerek olmadan ful otomasyonun kullanıldığı ve bünyesinde hiçbir insanın bulunmasına gerek duyulmayan fabrikadır (Alkan, 2019).

### **15. Gömülü Sistemler**

Büyük bir sistem içerisine birçok amaç gerçekleştirmek için yerleştirilmiş bir bilgisayar sistemi olarak nitelendirilebilir. Bu sistemler, hem mekanik hem de donanımsal yapıların içerisinde bulunan bir kontrol cihazının ya da farklı bir işlem yapan bir cihazın içerisine yerleştirilmiş olabilir. Bu cihazın kontrol edilmesi, izlenmesi ve özel bir iş için veri analizi yapması hedeflenir.

### **16. Makine Makine İşbirliği**

Makine-Makine işbirliği, insan müdahalesi olmayan bilgisayarlar, gömülü ve akıllı sensörler, akıllı aktuatörler ve mobil terminal cihazları arasındaki iletişimi ifade eder. Makine-Makine İletişimi haberleşmesinin ardındaki mantık iki gözlem üzerine kuruludur: 1) ağ bağlantılı bir makineden daha iyi izole edilmiş bir makine ve 2) çoklu makineler etkili bir şekilde birbirine bağlandığında, daha özerk ve akıllı uygulamalar üretilebilir (Wan vd., 2013).

### **17. Sensör Teknolojileri**

Sensörler, sanayi reformunda üretimde kullanılacak olan makinelere veri tedariki sağlayacak bir nevi duyu organlarıdır (Kesayak, 2019).

### **18. Bilgisayar Görmesi**

Bilgisayarlara dünyaya görsel bir anlayış kazandırmayı amaçlayan ve güçlü algoritmaların kalbi olan bir Yapay Zekâ ve Bilgisayar Bilimi alanıdır. Makine anlayışının ana bileşenlerinden biridir. Bilgisayar Görmesinin amacı, dijital görüntüleri kullanarak birbiri ardına yürütülen üç ana işleme

bileşeni aracılığıyla insan vizyonunu taklit etmektir. İnsanların görsel anlayışı karar alma süreçlerini doğrudan etkilediğinden, bilgisayara bu özelliğin kazandırılması istenmektedir (Szeliski, 2010).

### **19. Kişiyeye Özel Ürün Geliştirme**

Kişiyeye özel ürün geliştirme, sipariş edilen ürünlerin esnekliğini ve kişiselleştirmesini ve seri üretime göre maliyetlerin daha aza indirilmesini amaçlayan bir üretim tekniği olarak tanımlanabilir. Esnek işlemlerle yüksek hacimlerde ve oldukça düşük maliyetli özelleştirilmiş ürünler veya hizmetler sağlama yeteneğidir. Bu süreçlerde en önemli husus özellikle teknolojik anlamda müşteri ile üretim ve hizmet sürecinin doğrudan iletişim kurarak müşterinin ne istediğinin tespit edilmesi ve üretim süreçlerinin bu isteklere çok hızlı ve esnek şekilde cevap verebilmesi için teknolojik altyapının oluşturulması gerekir. Bu üretim modelini kullanan şirketlerin değer yaratma için yeni iş modelleri benimsemelerine ve yalnızca fiyatla değil, hızlı prototip oluşturma seçeneğiyle rekabet etmelerine olanak sağlar (Kusmin, 2017).

### **20. Derin Öğrenme**

Derin öğrenme bir veya daha fazla gizli katman içeren yapay sinir ağları ve benzeri makine öğrenme algoritmalarını kapsayan bir çalışma alanıdır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesinin ötesinde bir kavramdır. Bu yöntemle konuşma tanıma, görsel nesne tanıma, nesne algılama, ilaç keşfi ve genomik gibi birçok alanda son teknolojiyi önemli ölçüde ilerletmiştir. Derin evrimsel ağlar görüntü, video, konuşma ve ses işlemede çığır açarken, tekrarlanan ağlar metin ve konuşma gibi sıralı veriler üzerinde ışık tutar (Lecun vd., 2015).

### **21. Veri Odaklı Hizmet**

Kurum ve kuruluşlar elde edilen anlık veriler sayesinde tüm sektörlerde anlık güncellemeleri ve son kullanıcıların istek ve arzularına cevap verilebilirliği sağlayan teknolojilerdir. Örneğin araç üreticisi Tesla, yazılım güncellemeleri ve bağlanabilirlik (connectivity) sayesinde satış sonrasında dahi bir aracın daha verimli hale gelmesini sağlayarak aracın değer kaybetmesinin önüne geçebilmiştir. 2017 yılında Irma Kasırgası etkilerinden uzaklaşmaya çalışanlar için uzaktan gönderilen pil kapasite artırımı daha uzun mesafeleri mümkün kılmıştır.

### **22. Enerji 4.0**

Dünyamız kendi öz kaynaklarından tükettiğinden fazlasını üretmez ise sıkıntılı süreçlere girer. 2018 yılında üretim tüketim dengesi 1 Ağustos'a kadar sürmüştür. 1 Ağustos'tan sonra dünyamız mevcut birikiminden tüketmeye başlamıştır. Mevcut doğal ve enerji kaynaklarımızın dijitalleşen dünyaya uygun şartlarda yönetilmesi gerekir. Bu anlamda, enerji sektörünü etkileyen temel konuları, yenilenebilir enerji teknolojileri, gelişen pil ve enerji saklama teknolojileri, akıllı şebeke sistemleri olarak sıralayabiliriz. Enerjinin üretilmesi, iletilmesi, tüketilmesi dijitalleşmiş akıllı şebekeler vasıtasıyla sürdürülebilirliği ve kaliteyi en üst seviyeye çıkaracak şekilde yönetilebilmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0, teknolojileri özellikle akıllı şehirler ve akıllı şebekeler oluşturmak için her türlü esnekliği bünyelerinde bulundurmaktadır. Bütün şebekeler, müşteri talepleri, tüketimleri, kestirici bakım, onarım, kayıp kaçak gibi uygulamaları göz önüne alarak veri odaklı algoritmalar yardımıyla yapılmalıdır. Akıllı şebekeler su, doğal gaz, elektrik gibi sistemlere uygulanabilir (Aksu, 2018: 120).

### **23. Dijital Tedarik Zinciri**

Dijital tedarik zincirinin temel hedefi, doğru ürünü mümkün olan en hızlı şekilde doğru müşteriye ulaştırmaktır. Bu temel unsurları bir araya getirebilen şirketler tutarlı ve tamamen şeffaf bir topluluk haline geldiğinde esneklik, müşteri hizmetleri, verimlilik ve maliyet azaltma işlemlerinde

meydana gelen verimlilik, büyük avantajlar kazandıracaktır ve gecikmeler oldukça azalacaktır. Verimli bir çözüm, kesinlikle ve genellikle insan müdahalesi olmadan, önemli teslimat sürelerini azaltan ve yükü optimize eden, tedarik zinciri boyunca verilerin bütünleşmesidir (Craveli, 2017).

#### **24. İnsansız Sistemler**

İnsanların bizzat uygulayıcısı olmadığı ve kontrol etmediği sistemlere insansız sistemler denilmektedir. Özellikle insansız hava araçları, insansız kara araçları, yer altında çalışabilen insansız madencilik araçları, otonom robotlar verilebilecek birkaç örnektir.

#### **25. Çevik ve Esnek Üretim-Hizmet**

Giderek kısalan teslimat süreleri, ürün hayat sürelerinin azalması, kişiselleştirilmiş ürünlerin pazardaki paylarının artış göstermesi ve ani talep dalgalanmaları gibi nedenlerden dolayı tedarik zincirlerinde doğru ürünü, doğru miktarda, doğru şekilde, doğru yere ve doğru fiyat ile sevk edebilmek oldukça zorlaşmakta (Apilioğulları, 2018: 125) ve örgütlerin çevik olmasını gerekli kılmaktadır. Doğan ve Baloğlu' ya göre (2018) örgütsel çeviklik bir örgütün, yaklaşmakta olan bir tehdit veya fırsata zamanında yanıt verebilme, uyum sağlayabilme yeteneğidir. Endüstri 4.0 teknolojileriyle işletilmeye çalışılan örgüt ve işletmeler çeviklik sürecini hız ve esneklikle birleştirerek verimliliği ve rekabeti en üst seviyeye çıkarabilmektedir.

#### **26. Hologram Teknolojileri**

Macar fizikçi Dr. Dennis Gabor, 1947 yılında hologram teknolojilerinin ilk çalışmalarını yapmıştır. Işık dalgalarının bir yüzey üzerine gömülmesi ile geliştirilen bir mantığa dayanır. Holograma bu yönden bakılırsa “herhangi bir nesneden gelen dalgaya ait verinin girişim ve faz büyüklüklerinin saklandığı yüzey görüntüsüdür” denilebilir. Üç boyutlu bir görüntünün iki boyut olarak görülebilmesine olanak sağlayan bu teknoloji üzerinde birçok araştırmacı yoğunlaşmıştır. Uzaydaki bir cisim ses ve ışık dalgaları ile elde edilen bilgilerle ifade ederiz. Cisimlerden yansıyan bilgiyi bir mantıkla depolayıp herhangi bir kayıp yaşamadan tekrar ortaya çıkarmak hologram tekniğinin sonucudur (Arslan ve Erdoğan, 2017: 206).

#### **27. Giyilebilir Teknolojiler**

“Giyilebilir teknolojiler; veri toplamak, etkinlikleri izlemek ve deneyimleri kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilen ağa bağlı cihazlardır (Özgüner ve Kılıç, 2017: 100). Bu teknolojiler, mikroçipler, sensörler ve kablosuz iletişim yetenekleri ile donatılmış ağa bağlı akıllı cihazlar olarak da ifade edilebilir”. Giyilebilir teknolojiler, hayatımızın her aşamasında karşımıza çıkacak ilerlemelere maruz kalmıştır. Özellikle giysi üzerine yerleştirilen akıllı sensörlerle ve kablosuz haberleşme tekniğiyle giysinin cep telefonu veya başka bir işlemci ile iletişime geçmesi sağlanır. Bu sayede veriler mevcut durum ve gelecek için alınacak kararlarda bağlayıcı olurlar. Akıllı saatler, akıllı spor malzemeleri, akıllı sağlık ürünleri, akıllı implantlar, akıllı giysiler, akıllı takılar giyilebilir teknolojilere örnek gösterilebilir (Çakır vd., 2018).

#### **28. Dijital Tanı, Teşhis, Tedavi**

Özellikle yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanılması ile sağlığın korunması, erken tanı, teşhis koyma, karar verme, tedavi etme, hasta bakımı ve araştırma süreçlerinde kullanılmaya başlaması, dijitalleşmenin sağlık alanındaki en etkili faydası olmuştur. Burada en önemli konu sağlığın korunması aşamasında, doktor ziyaretlerinin minimize edilmesidir. Bunun dışında nesnelerin interneti vasıtasıyla geleneksel sağlık sistemi modeli, mobil sağlık uygulamalarına, gerçek zamanlı hasta verilerine ve



internet destekli uzaktan hasta izleme sistemlerine dayanan dijital hizmet modeline doğru evirilmektedir (Aksu, 2018: 169).

### **29. Nano Teknoloji**

“Nano” sözcüğü bir ölçütün milyarda biri anlamına gelmektedir. Bu durumda bir nanometre, metrenin milyarda biri olarak tanımlanmaktadır (Uldrich ve Newberry, 2005; akt. Enil ve Köseoğlu, 2017: 50). Nanometrenin çalışma alanı, atom ve molekül boyutlarında uygulanmaktadır (Erkoç, 2007; akt. Enil ve Köseoğlu, 2017: 50). Bu teknoloji, Endüstri 4.0 çağının yapıtaşlarından biridir. Bu teknoloji ile üretilecek mikroskobik makineler vücudumuzda tedavi amaçlı yolculuk yapabilecektir. Belki de Nano teknolojiler üretilen dayanıklı tüketim araçlarının paslanmaması, kirlenmemesi ve aşınmaması gibi durumlar nedeniyle doğanın kendini yıpratmasına engel olacaktır.

### **30. Endüstriyel İnternet**

Endüstriyel internet veya büyük nesnelerin interneti aslında nesnelerin internetinin sanayi ve üretimdeki hâlidir. Temelinde klasik tüketici interneti kullanımı mantığından ayrılarak tüm dünya üretimi için kullanılan bütün nesnelerin ya da makinelerin yüksek verimde çalışması, veri oluşturması, optimizasyona tabii olması ve meydana gelebilecek sorunları yaşanmadan tahmin edebilmesi için kullanılan internet anlamına dönüşmüştür. Akıllı nesnelerin en çok kullanıldığı veya kullanılacağı bir dönem olan 4. Sanayi Devrimi, aynı zamanda akıllı nesnelerin ürettiği çok büyük verinin, yani Big Data'nın da çağıdır. Her geçen yıl internete bağlanan cihazların sayısında büyük bir artış yaşanmaktadır. Bu nedenle veri üretimi ile birlikte veri analizi de giderek önem kazanan bir süreci ortaya çıkarmıştır. Endüstriyel internet sayesinde üretilen bütün veriler, gerçek zamanlı olarak istenilen yerlere transfer edilip analiz edildikten sonra verimliliği arttırmak amacı ile en iyi şekilde kullanılmaktadır (<https://geturkiyeblog.com/dijital-sanayi/endustriyel-internet/>).

### **31. İleri Üretim Teknikleri**

İşletmelerde ürün kalitesinin artırılması, teslim sürelerinin azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi, daha fazla esneklik sağlanması ve daha birçok fayda sağladığı bilinen uygulamalardır. İleri Üretim Teknikleri işletmelerinin rekabetçiliğini artırmada önemli bir araç olarak görülmektedir (Ünğan vd., 2015: 76).

### **32. Teknolojik İnovasyon**

Yeni fikirlerin şirketler tarafından geliştirildiği, denendiği ve piyasaya sunulduğu süreç olarak tanımlanabilir. Günümüzde yeni şirketler, dijital teknolojilerin inovasyona hızlı denemelerle sürekli öğrenmeye dayanan çok farklı bir yaklaşım getirebileceğini göstermiştir. Özellikle simülasyon teknolojileri, artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler yeni fikirlerin uygulanabilirliğini artırmıştır (Rogers, 2017: 26).

### **33. Hızlı Prototip Üretimi**

Hızlı prototipleme, daha önceden hazırlanmış olan üç boyutlu CAD çizimleri kullanarak somut gözle görülebilir ve elle hissedilebilir ürünler ortaya çıkaran bir üretim tekniğidir. Hızlı prototipleme ile modellediğimiz veya simüle ettiğimiz bir çizimi saatler içerisinde bir modele dönüştürme tekniğidir.

### **34. Mikro Fabrikalar**

İş atölyeleri genellikle imalat için gerekli işlemlerin birkaçında uzmanlaşırken, bir mikro fabrika ürünün tamamı için baştan sona bir çözüm olmaktadır. Örneğin metal kesmeye odaklanmış bir atölye,

metal bükme, imalat ve lazerle kesme hizmetleri sunarken, mikro fabrikalar kaynak, devre tasarımı, 3D baskı ve daha fazlası gibi daha çeşitli hizmetler sunma eğilimindedir.

### **35. Enerjisini Kendi Üreten Fabrikalar**

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde özellikle güneş ve rüzgâr en çok tercih edilen kaynaklar olmaya başlamıştır. Bunun yanında, fabrikaların ve meskenlerin güneş panelleri ve diğer yenilenebilir enerji teknikleriyle donatılması ile kendi enerjisini kendi üreten bir süreç başlamıştır. Özellikle Endüstri 4.0 çatısı altında enerjinin optimizasyonu ve verimliliğinin üst seviyelere çıkarılma isteği firmaları ve yöneticileri derinden etkilemiştir.

### **36. Yapay Sinir Ağları**

Yapay sinir ağları, insan beyninin işleyişinden ve bilgiyi analiz etme şeklinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işleme metodudur. Başka bir ifade ile günümüzün hemen hemen her alanında kullanımı olan, yapay sinir ağları, birden fazla nöronun önceden belirlenmiş bir metot çerçevesinde birleştirilerek belli bir görevi gerçekleştirmek amacıyla yapılan yapısal, istatistiksel, matematiksel ve felsefi problemlerin çözümü için kullanılan bir bilim dalıdır (Keskenler ve Keskenler, 2017: 8).

### **37. Akıllı Depolama ve Transfer**

Depolama ve transfer yerine lojistik sözcüğünü kullanmak mümkündür. Ürünlerin nereden nereye gideceği, kullanılacak aracın farklılaşmasına ve ürünlerin nasıl hangi şartlarda depolanacağı da bu kavram üzerindeki ihtiyaçların farklılaşmasına neden olmaktadır. Dijitalleşme sonucunda meydana gelen dönüşüm bu süreçleri akıllandırmaya çalışmaktadır. Neredeyse insanların olmadığı tamamen makinaların olduğu müşteri ile depo arasında doğrudan bir etkileşimin olduğu süreçler meydana getirilmiştir. Özellikle insanların güç harcamadan ürünlerin depo içerisindeki adreslere robot, bant gibi sistemlerle taşındığı bir süreci yaşamaktayız. Aslında lojistik yönetimi de denilen bu akıllı teknolojiler, kurum genelindeki tüm lojistik süreçlerin entegrasyonu, görünürlüğü ve bir eylem olduğu anda haberdar olunmasıdır (Aksu, 2018: 116). Özellikle havalimanlarında kullanılan bagaj yönetim sistemi bu teknolojilere örnek verilebilir.

### **38. Simülasyon Teknolojileri**

SCADA teknolojisi bir fabrika veya bir şebekenin gerçek zamanlı (real time) çalışmasını ve bu çalışmanın bilgisayar ortamlarında simüle edilerek kontrol edilmesini sağlar (Eldem, 2017). Ayrıca mühendislik aşamasında malzemelerin, ürünlerin, işlemlerin 3 boyutlu simülasyonu yıllarca kullanılan bir teknolojidir. Buradaki en önemli nokta, gerçek verilerden sanal bir ortam oluşturularak daha sonraki çalışmalar için sanal modellerin çıkarılmasıdır. Ayrıca, bir işletmenin kurulmadan önce model simülasyonlardan yararlanarak işletmeyi sanal olarak kurup buradan gerekli analizleri yapması gibi büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

### **39. Eklemeli İmalat**

Eklemeli imalat dediğimiz üretim modelinde yaygın kullanılan teknolojiler; steryolitografi (SLA), ergiterek yığma ile modelleme (FDM), üç boyutlu yazıcı (3DP), seçmeli lazer sinterleme (SLS), seçmeli lazer ergitme (SLM), elektron ışınli ergitme (EBM) gibi yöntemlerdir. Eklemeli imalat teknolojilerinin tıp, dişçilik, havacılık ve uzay sanayi, otomotiv, kuyumculuk gibi birçok sektörde kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Özsoy ve Duman, 2017: 36).

## 2. YÖNTEM

### Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nicel paradigmaya uygun olarak tasarlanmış, tarama türünde betimsel bir araştırmadır. Tarama modelleri, geçmişte ya da hâlen var olan bir durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlar Tarama modeli, genellenebilir bilgilere ulaşmak için evrenden ya da evrenin genelinden alınacak örneklem üzerinden gerçekleştirilen araştırma desenlerindedir (Karasar, 2016: 109).

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında Orta Anadolu'da bulunan bir devlet üniversitesinin Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik, Mekatronik ve Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencileriyle aynı üniversitelerdeki İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemlerinde öğrenim görmekte olan ve amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiş 240 öğrenciden oluşmaktadır. Amaçsal örnekleme (puspositive/purposeful sampling), çalışmanın amacına bağlı olarak bilgi açısından zengin durumların (information- rich cases) seçilerek derinlemesine araştırma yapılmasına olanak tanır (Büyüköztürk vd., 2016: 90). Merriam (1988), amaçlı örnekleme yöntemlerinden, basit ulaşılabilir örneklem tekniğini, potansiyel olarak çalışmada yer alması düşünülen katılımcıların tercihinde kullanmıştır. Merriam'a göre bu durum sürdürülen bir araştırmada en derin, en keşfedici, en çok bilginin alınabileceği bir stratejidir (akt. Bozoğlan, 2010).

### Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği (E4.0-KFÖ) kullanılmıştır. Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin geliştirilmesi altı aşamada tamamlanmıştır. Ölçeğin geliştirilmesi sürecinde ilk beş aşamada yapılan işlemler şöyledir:

*Aşama I:* Bu aşamada birincil kaynaklara dayalı olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve Endüstri 4.0 kavramları ile ilgili bir teorik temel oluşturulmuştur. Bu temele dayalı olarak geliştirilen maddelerden 70 soruluk bir madde havuzu oluşturulmuştur.

*Aşama II:* Bu aşamada 70 soruluk madde havuzundan beyin fırtınası yoluyla oluşturulan 42 maddelik bir taslak ölçek hazırlanmıştır.

*Aşama III:* Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin kapsam geçerliğini belirlemek amacıyla 42 maddelik taslak ölçek için uzman görüşlerine başvurulmuştur. Uzman görüşlerine başvurma, ölçek geliştirme çalışmalarında sıkça kullanılan yöntemlerden birisidir (Büyüköztürk, 2015). Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık (Taslak) Ölçeğinde yer alan maddeler 1 Ölçme ve Değerlendirme, 2 Yönetim Bilişim Sistemleri ve 2 adet de Mekatronik Mühendisliği alanlarında görev yapan 5 öğretim üyesinin görüşlerine sunulmuştur.

*Aşama IV:* Ölçek maddeleri üzerinde uzmanların bildirmiş olduğu görüşlere dayalı olarak Taslak Ölçekten bazı maddeler çıkartılmış ve yerine yeni maddeler eklenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda 39 maddelik Uygulama Ölçeği elde edilmiştir.

*Aşama V:* Bu aşamada 39 maddelik uygulama ölçeği geçerlik ve güvenilirlik analizleri için ön uygulamaya tabi tutulmuştur. Uç değerlerde toplanan verilerden (tüm maddeleri aynı seçenekte işaretlenmiş anketlerin) çıkarılması ile ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 240 öğrenciden oluşan asıl çalışma grubu üzerinde uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR

#### Ölçeğin Yapı Geçerliğine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında 39 maddeli olarak hazırlanan Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Uygulama Ölçeği ile toplanan verilerin Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) için uygunluğunun tespit işlemleri kapsamında Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) ve Bartlett testleri yapılmıştır. Tablo 1’de “KMO ve Bartlett’s” testlerinin analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** KMO ve Bartlett's Testi Analiz Sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin		,959
	Ki-Kare	5062,369
Bartlett's Test	Sd	741
	P	000

Tablo 1’de görüldüğü gibi ölçeğin KMO değeri ”,959” olarak bulunmuş ve bu değer in örneklem yeterliliği açısından mükemmel bir dereceye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, Bartlett testi sonucunda Ki-Kare test sonucunun 0,001 düzeyde anlamlı çıkması (5062,369-  $p<0,01$ ) verilerin çok değişkenli normal dağılımda olduğunun göstergesidir (Kan ve Akbaş, 2005; akt. Gökkuş vd., 2016: 470). Bu sonuçlar, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir.

#### Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

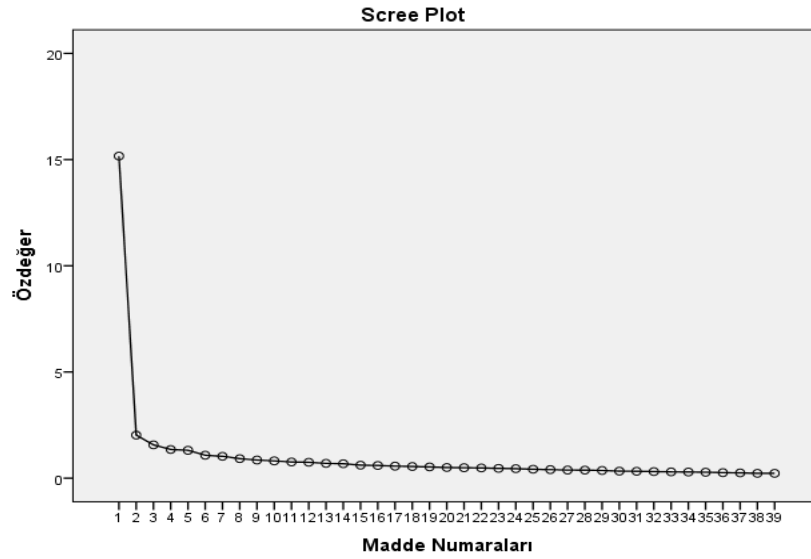
Otuz dokuz maddeli Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık ölçeğinin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla başvuru lan Açıklayıcı Faktör Analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Açıklayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Faktör	Özdeğer	Varyans açıklama oranı (%)	Toplamli varyans açıklama oranı (%)
1	15,598	39,994	39,994
2	2,259	5,792	45,786
3	1,535	3,935	49,721
4	1,406	3,605	53,326
5	1,297	3,325	56,651
6	1,244	3,191	59,842
7	1,155	2,960	62,802

Tablo 2’den görüldüğü üzere görüldüğü üzere, ölçek geliştirme çalışmaları kapsamındaki ilk faktör analizi sonuçları 39 maddeli Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin öz değeri 1’in üzerinde ve açıklanan varyans düzeyi 62,802 olan 7 boyutlu bir ölçek yapısına sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Faktör sayısını belirlerken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan birisi her faktörün bireysel olarak toplam varyansa yaptığı katkının değerinin belirlenmesidir. Araştırma kapsamında yapılan ilk faktör analizi sonuçlarına bakıldığında; ilk faktörün toplam varyansa yaptığı katkının 39,994 gözlenmiştir. Bu analiz sonuçlarında 1. Faktörün “39,994” olan varyansı açıklama oranının toplam varyansın açıklanma oranı olan “62,802”nin neredeyse % 64’üne karşılık geldiği gözlenmiştir. Ayrıca 1. Faktörün “15,598” olan özdeğerinin 2. Faktörün özdeğeri olan 2,259’nin yaklaşık olarak 7 katına karşılık gelmesi nedeniyle tek boyutlu bir faktör oluşturulması kararlaştırılmıştır. Ayrıca bu kararı vermeden önce “scree plot” grafiği (yamaç birikinti grafiği) incelenmiştir. Őekil 1’de Faktör Yapısına İlişkin Madde Öz değerleri gösterilmektedir:



**Őekil 1. Faktör Yapısına İlişkin Madde Öz değerleri**

Őekil 1’e bakıldığında Y eksenindeki bileşenler, X eksenine doğru bir iniş yapmaktadır ve bu iniş eğilimi varyansa yaptıkları katkı çerçevesinde noktalarla gösterilmektedir. İki veri arasındaki her bir aralık bir faktör anlamına gelir. İkinci noktadan sonra eğim bir plato yapmaktadır. Bu noktadan sonraki faktörlerin varyansa yaptıkları katkı hem küçük hem de yaklaşık olarak aynıdır. Bu açıdan faktör sayısının bir olmasına karar verilmiştir (Çokluk vd., 2016: 222). Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk (2016: 124) ise bir faktördeki maddelerin faktör yüklerinin “,45” ve üstünde olmasının iyi bir seçim olacağını, ancak uygulamada az sayıda madde için bu sınır değerinin, ”30”a indirilebileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışma için faktör değerlerinin alt kesme noktası “,45” olarak belirlenmiştir. Tablo 3.’te ölçeğin ilk analize ait faktör yükleri verilmiştir:

**Tablo 3.** Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin İlk Analizine İlişkin Madde Faktör Yükleri

<b>Ölçek Madde No</b>	<b>Bileşenler matrisi</b>	<b>Ölçek Madde No</b>	<b>Bileşenler matrisi</b>
Madde 1	,523	Madde 21	,689
Madde 2	,589	Madde 22	,594
Madde 3	,587	Madde 23	,604
Madde 4	,623	Madde 24	,664
Madde 5	,646	Madde 25	,705
Madde 6	,578	Madde 26	,620
Madde 7	,602	Madde 27	,645
Madde 8	,666	Madde 28	,609
Madde 9	,627	Madde 29	,678
Madde 10	,632	Madde 30	,746
Madde 11	,639	Madde 31	,714
Madde 12	,650	Madde 32	,718
Madde 13	,643	Madde 33	,667
Madde 14	,504	Madde 34	,663
Madde 15	,609	Madde 35	,651
Madde 16	,631	Madde 36	,607
Madde 17	,576	Madde 37	,689
Madde 18	,531	Madde 38	,664
Madde 19	,608	Madde 39	,570
Madde 20	,639		

Tablo 3’den görüldüğü üzere ölçekteki 39 maddenin hiçbir faktör yükü değeri olarak “<,45” eşik değerin altında bulunmamaktadır. Tablo 4’te tek faktörlü olarak ele alınan 39 maddelik E4.0-KF ölçeğinin ikinci analiz sürecinde elde edilen yapının açıkladığı varyans miktarı, ölçeğin madde yükleri ve madde ortak varyans sonuçları “KMO” ve “Bartlett’s” testi sonuçları ile birlikte verilmiştir:

**Tablo 4.** Tek Faktörlü Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin Madde Yükleri ve Ortak Varyansları

<b>Ölçek Maddeleri</b>		<b>Faktör Yükü</b>	<b>Ortak Varyansı</b>
1.	Nesnelerin İnterneti	,523	,612
2.	Yapay zekâ	,589	,682
3.	Öğrenen (akıllı) Robotlar	,587	,751
4.	Üç Boyutlu Yazıcılar	,623	,613
5.	İleri Seviye Otomasyon	,646	,589
6.	Siber Güvenlik	,578	,679
7.	Siber Fiziksel Sistemler	,602	,642
8.	Bulut Bilişim Teknolojisi	,666	,587
9.	Büyük Veri ve Veri Analitiği	,627	,548
10.	Sanal Gerçeklik	,632	,653
11.	Artırılmış Gerçeklik	,639	,709
12.	Karışık Gerçeklik	,650	,612
13.	Akıllı Üretim Teknolojileri	,643	,609
14.	Karanlık Fabrikalar	,504	,600
15.	Gömülü Sistemler	,609	,551
16.	Makine-Makine İşbirliği	,631	,688
17.	Sensör Teknolojileri	,576	,738
18.	Bilgisayar Görmesi	,531	,677
19.	Kişiye Özel Ürün Geliştirme	,608	,610
20.	Derin Öğrenme	,639	,568
21.	Veri Odaklı Hizmet	,689	,561
22.	Enerji 4.0	,594	,456
23.	Dijital Tedarik Zinciri	,604	,592
24.	İnsansız Sistemler	,664	,681

25.	Çevik ve Esnek Üretim-Hizmet	,705	,661
26.	Hologram Teknolojileri	,620	,512
27.	Giyilebilir Teknolojiler	,645	,672
28.	Dijital Tanı, Teşhis, Tedavi	,609	,642
29.	Nano Teknoloji	,678	,700
30.	Endüstriyel İnternet	,746	,664
31.	İleri Üretim Teknikleri	,714	,640
32.	Teknolojik İnovasyon	,718	,602
33.	Hızlı Prototip Üretimi	,667	,575
34.	Mikro Fabrikalar	,663	,612
35.	Enerjisini Kendi Üreten Fabrikalar	,651	,613
36.	Yapay Sinir Ağları	,607	,670
37.	Akıllı Depolama ve Transfer Teknolojileri	,689	,664
38.	Simülasyon Teknolojileri	,664	,634
39.	Eklemeli İmalat	,570	,624
<b>Açıklanan Varyans</b>		% 39,994	
<b>Kaiser-Meyer-Olkin</b>		,936	
<b>Ki-Kare</b>		5032,269	
<b>Bartlett'sTest</b>		<b>sd</b>	741
		<b>p</b>	000*

Tablo 4'ten görüldüğü üzere, 39 maddelik ölçeğin, KMO değeri , “936” ve “Bartlett’s” testi değeri ise, Ki-Kare=5032,269; sd=741 ( $p<,01$ ) olarak tespit edilmiştir. KMO değerinin 1’e yaklaştıkça mükemmel, 0,50’nin altında ise kabul edilemez olduğu belirtilmektedir (Tavşancıl, 2014). Maddelerin faktörce açıklanan varyansı “,10” dan küçük olması hâlinde, bu maddeler ile ilgili bir problem olma olasılığı yüksektir. Ancak, ortak varyans sonucuna bakarak madde çıkarma kararı verilmemelidir (Çokluk vd., 2016: 194). Ölçeğin açıklanan varyansı % 39,994 olarak görülmüştür. Tavşancıl (2010), tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın % 30 ve üzerinde olmasının uygun olacağını belirtmiştir. Ölçeğin maddelerinin faktör yük değerleri “,523” ile “,746” ve arasında bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ölçeğin madde analizini yaparken madde toplam korelasyon puanları ile maddelerin t değerinin Üst % 27 ve Alt % 27 için değerlerine bakılmıştır. Madde toplam test puanı korelasyonunun yüksek ve pozitif çıkması ölçeğin iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2007: 171). Ölçeğin madde analizi ile ilgili sonuçlarına Tablo 5’de yer verilmiştir:



**Tablo 5.** Tek Faktörlü Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin Madde Analiz Sonuçları

Ölçek Madde No	Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonu	Maddelerin t değerleri	p değeri	Ölçek Madde No	Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonu	Maddelerin t değerleri	p değeri
Madde 1	,517	26,500	0,000	Madde 21	,637	21,688	0,000
Madde 2	,591	32,101	0,000	Madde 22	,576	20,495	0,000
Madde 3	,594	27,471	0,000	Madde 23	,639	22,540	0,000
Madde 4	,583	25,897	0,000	Madde 24	,645	24,666	0,000
Madde 5	,604	23,317	0,000	Madde 25	,688	20,997	0,000
Madde 6	,567	24,375	0,000	Madde 26	,632	21,070	0,000
Madde 7	,589	21,614	0,000	Madde 27	,634	24,188	0,000
Madde 8	,594	21,792	0,000	Madde 28	,581	22,111	0,000
Madde 9	,561	22,639	0,000	Madde 29	,679	23,830	0,000
Madde 10	,598	26,560	0,000	Madde 30	,683	21,721	0,000
Madde 11	,597	22,671	0,000	Madde 31	,694	22,591	0,000
Madde 12	,576	20,651	0,000	Madde 32	,689	21,870	0,000
Madde 13	,626	23,740	0,000	Madde 33	,689	20,650	0,000
Madde 14	,503	17,375	0,000	Madde 34	,619	21,074	0,000
Madde 15	,600	19,409	0,000	Madde 35	,661	20,999	0,000
Madde 16	,633	21,087	0,000	Madde 36	,638	19,363	0,000
Madde 17	,593	26,428	0,000	Madde 37	,641	19,785	0,000
Madde 18	,570	24,007	0,000	Madde 38	,642	19,909	0,000
Madde 19	,628	23,256	0,000	Madde 39	,589	17,403	0,000
Madde 20	,615	20,899	0,000				

Tablo 5’de tek faktörlü ölçekte yer alan 39 maddenin madde toplam korelasyon katsayılarının “,517” ile “,689” arasında değiştiği görülmüştür. Madde toplam korelasyonunun yorumlanmasında Büyüköztürk (2015) tarafından “,30” ve daha yüksek olan maddelerin, bireyleri ölçülen özellik

bakımından iyi derecede ayırt ettiği belirtilmiştir. İkinci analiz sonucunda ölçekteki madde toplam korelasyonlarının yeterli seviyede olduğu görülmüştür.

### Ölçeğin Güvenilirlik Analizine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında ölçeğin güvenilirliğini test etmek amacıyla Cronbach alfa güvenilirlik katsayı değeri incelenmiştir. 39 maddeli E4.0-KF ölçeğinin Cronbach's Alpha güvenilirlik testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir:

**Tablo 6.** Cronbach's Alpha Güvenirlik Testi

N	39
Cronbach's Alpha	,96

Tablo 6'da görüldüğü üzere ölçeğin Cronbach's Alpha değeri “,96” olarak bulunmuştur. Bu sonuç, 39 maddeli E4.0-KF ölçeğinin güvenilirlik düzeyinin oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

## 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramlarına ilişkin farkındalık düzeylerini kapsamlı olarak belirleyebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirilmeye çalışılmıştır. Ölçeği geliştirmeden önce yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunu temele alan ve Endüstri 4.0 kavramıyla ilişkili görülen 70 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Endüstri 4.0 kavramlarının kapsam geçerliğini belirlemek için 42 maddeli taslak ölçek alanla ilgili uzmanların görüşlerine sunulmuştur. Uzman görüşlerine dayalı olarak tekrar gözden geçirilen ölçek 39 maddeli uygulama ölçeğine dönüştürülmüştür.

Otuz dokuz maddeli uygulama ölçeğinin geçerlik pilot uygulaması yapılarak geçerlik ve güvenilirlik analizleri test edilmiştir. Ölçek maddelerinde yer alan kavramlara ilişkin farkındalık düzeyleri hiç=1, az=2, orta=3, çok=4 ve tam=5 olacak şekilde eşit aralıklı olarak derecelendirilmiştir.

Ölçeğin yapı geçerliğini tespiti Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ile yapılmıştır. Verilerin ölçülmek istenen değişkeni temsil etmesi veya verilerin amaca hizmet etme derecesi olarak tanımlanan geçerlik, çok yönlü ve farklı boyutlara sahiptir. Bunlardan en karmaşık olanı ve ileri düzey istatistiksel analizler gerektiren geçerlik türü yapı geçerliğidir. Destekleme geçerliği olarak da adlandırılan yapı geçerliği, istatistiksel olarak faktör analizleri aracılığı ile incelenmektedir (Bursal, 2017: 154).

Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeğinin yapı geçerliği için Açıklayıcı Faktör Analizine (AFA) başvurulmuştur. Faktör analizi iyi düzenlenmiş araştırma desenlerinde, çok sayıda değişkenle ölçülecek" olan bir yapıyı ölçmeye yönelik olarak birbirleriyle ilişkili olan değişkenleri bir araya getirerek, bu değişkenleri tek bir değişkenle (faktör) açıklayan ve böylece değişken azaltan ve bu yöntemle ölçülecek yapıya ait faktör yapısının tanımlanmasına olanak sağlayan istatistik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2002: 482). Faktör analizinde en temel noktalar, maddelerin buldukları faktörlerdeki yük değerleri için sınır değerinin 0.45 olmasının uygun olması, rotated component matrix tablosunda binişik maddelerin atılması gerektiği, tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın % 30 ve daha fazlasının yeterli olduğu ve öz değeri 1 ve 1'den büyük olan önemli faktör sayısını göstermesidir (Büyüköztürk, 2007).

Ölçek maddeleri için yapılan ilk Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) sonucunda özdeğeri 1 ve üzerinde ve açıklanan varyans düzeyi 62,802 olan 7 boyutlu bir ölçek yapısına sahip olduğunu ortaya çıkmıştır. Varyans açıklama değerine bakıldığında, birinci faktörün % 39,994 oranında bir katkı sağladığı görülmüştür. Diğer faktörlerin katkılarının öneminin giderek azaldığı görülmekte ayrıca birinci Faktörün “15,598” olan özdeğerinin ikinci Faktörün özdeğeri olan 2,259’nin yaklaşık olarak 7 katına karşılık gelmesi nedeniyle tek boyutlu bir faktör oluşturulması kararlaştırılmıştır.

Sosyal bilimlerde ölçeğin tek boyutlu olabilmesinin iki temel koşulu bulunmaktadır. Bunlardan ilki, birinci faktörün açıkladığı varyans oranının toplam varyansın en az % 30’u olması, diğeri ise birinci faktörün öz değerinin ikinci faktörün öz değerinin yaklaşık 3-3.5 katından daha büyük olmasıdır (Doğan, 2002; akt. Kaya, 2005: 225).

Ölçeğin yapı geçerliliğini araştırma aşamasında yapılan faktör analizi sonuçlarında bileşen matrisi incelenmiş ve ölçekteki 39 maddenin yük değerlerinin hiç birinin 0,45 değerinin altında olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre 39 maddenin hiç birinin ölçekten çıkarılmamasına karar verilmiştir. Son aşamada ölçeğe tekrar açıklayıcı faktör analizi ve madde analizi yapılmış ve 39 maddelik ölçeğin, KMO değeri , “936” ve “Bartlett’s” testi değeri ise, Ki-Kare=5032,269; sd=741 (p<,01) olarak tespit edilmiştir. Madde analizi sonucunda maddelerinin faktör yük değerleri “,523” ile “,746” ve arasında bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir ve üst %27 ve alt %27 ortalama puanlar arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmüştür.

Ölçeğin güvenilirliğini test etmek amacıyla Cronbach alfa güvenilirlik katsayı değeri incelenmiş ve “,96” olarak bulunmuştur. Bu sonuç, 39 maddeli E4.0-KF ölçeğinin güvenilirlik düzeyinin oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın verileri 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Orta Anadolu’da bulunan bir devlet üniversitesinin Mühendislik Fakültesi ile İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemlerinde öğrenim görmekte olan öğrencilerden elde edilmiştir. Teknoloji her an değişmekte olduğu için öğrencilerin kavramsal farkındalık düzeyini 2019 yılı itibariyle dikkate almak daha doğru olacaktır. Bu durumu araştırmanın bir sınırlılığı olarak göz önünde bulundurmak gerekir.

E4.0-KF ölçeğinin geçerliliğinin üniversitelerin farklı fakülte, yüksekokul ve meslek yüksekokullarında öğrenim görmekte olan öğrencilerde de uygulanarak geçerlilik ve güvenilirlik sonuçlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesinin oldukça yararlı olacağı söylenebilir. Bu kapsamda, E4.0-KF ölçeğinin üniversitelerde görev yapan akademik personele uygulanması ve elde edilen farkındalık düzeyinin öğrenci sonuçlarıyla gösterdiği korelasyona bakılması literatüre ve ilgililere önemli bir katkı yapacaktır.

### **Etik Beyan**

“Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği” başlıklı çalışmanın yazılması ve yayınlanması süreçlerinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilmiş ve çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Çalışma verileri 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında elde edildiği için etik kurul izni alınmamıştır.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Bu çalışmada yazarların tümü, çalışma taslağının oluşturulmasından çalışmanın yayına hazırlanmasına kadar geçen tüm süreçlere ortak katkı yapmış ve nihai halini okuyarak onaylamıştır.

### **Çatışma Beyanı**

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

### **Destek ve Teşekkür Beyanı**

Çalışmanın tamamlanmasında değerli görüş ve katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet Reşit Tolun'a, Dr. Öğretim Üyesi Alev Elçi'ye, Dr. Öğretim Üyesi Emin Yıldırım'a, Öğr. Gör. Dr. Mücahit Öztürk'e ve Öğr. Gör. Dr. Koray Özsoy'a teşekkürü bir borç biliriz.

### **KAYNAKÇA**

- Adalı, E. (2017). Yapay Zeka. *İTÜ Vakfı Dergisi*, 75, 8-143.
- Akben, İ. ve Avşar, İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 26-37. <http://dergipark.gov.tr/tursbad/issue/36831/411081>
- Aksu, H. (2018). *Dijiyopya Dijital Dönüşüm Yolculuk Rehberi*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Alkan, M. A. (2019), “Karanlık Fabrikalarda ile İnsansız Üretim. Endüstri 4.0”, [http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim\(13.01.2019\)](http://www.endustri40.com/karanlik-fabrikalar-ile-insansiz-uretim(13.01.2019)).
- Apilioğulları, L. (2018). *Dijital Dönüşümün Yol Haritası*. İstanbul: Aura Kitapları.
- Aslan, R. ve Erdoğan, S. (2017). 21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 10 (3), 204-212. <http://dergipark.gov.tr/kvj/issue/32998/368883>
- Bahati, R. ve Gill, H. (2011), “Cyber-physical Systems. The Impact of Control Technology”, <http://www.ieeecss.org/sites/ieeecss.org/files/documents/IoCT-Part3-2CyberphysicalSystems.pdf>
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. Ankara: Dorlion Yayınları.
- Berryman, D.R. (2012). Augmented Reality: A Review. *Med. Ref. Serv. Q*, 31, 212–218
- Bozoğlan, B. (2010). *Balkan Ülkeleri Üniversite Öğrencilerinin Çatışma ve Şiddete İlişkin Farkındalık Düzeyleri ve Çatışma Çözme Stilleri*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 7, 50–72. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/353274>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carvalho, R. M. C. (2017). *Industry 4.0 – Is Portugal Prepared for the Future?* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). School of Technology and Management of the Polytechnic Institute of Leiria.
- Chen, M., Mao, S. ve Liu, Y. (2014). Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications*, 19, 171-209. <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0>

Doğan, O. & Baloğlu, N. (2020). Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(38), 58-81.

- Craveli, A. (2017). *Department of Business and Management Course of Digital Transformation*. [https://tesi.luiss.it/19565/1/671811\\_CRAVELI\\_ANGELICA.pdf](https://tesi.luiss.it/19565/1/671811_CRAVELI_ANGELICA.pdf) (02.01.2019)
- Çokluk, Ö. S., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, S. (2016). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve Lisrel Uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Doğan, O. ve Baloğlu, N. (2018). Örgütsel Çeviklik ve Bazı Eğitim Kurumlarındaki Yansımaları. C.T. Uğurlu., K. Beycioğlu., S. Koşar., H. Kahraman., F. Köybaşı, Şemin. (Ed.). *Eğitim yönetimi Araştırmaları*, 1, 100-110.
- Eldem, M. O. (2017). Endüstri 4.0. *TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni*, 3, 10–16. [http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a\\_ek.pdf?dergi=1111](http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111)
- Enil, G. ve Köseoğlu, Y. (2016). Investigation of Nanotechnology Awareness, Interests and Attitudes of Pre-Service Science (Physics, Chemistry And Biology) Teachers. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.
- Genç, S. (2018). Turkey's Proceed on Industry 4.0. *Sosyoekonomi*, 26(36), 235–243. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2018.02.14>
- Gökkuş, İ., Kuru, E., ve Şimşek, A. S. (2016). Kütüphaneye Yönelik Tutum Ölçeği Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 1(42), 465–465.
- Hemlata, C. ve Gulia, P. (2016). Big Data Analytics. *Research Journal of Computer and Information Technology Sciences*, 4(2), 1-4.
- Kaleci, D. Tepe, T, Tüzün, H. (2017). Üç Boyutlu Sanal Gerçeklik Ortamlarındaki Deneyimlere İlişkin Kullanıcı Görüşleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 21 (3), 669-689. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsadergisi/issue/33038/32590>
- Karasar, N. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel
- Kaya, A. (2005). Çocuklar İçin Yalnızlık Ölçeğinin Türkçe Formunun Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitim Araştırmaları*, 19, 220-237
- Kesayak, B. (2019), ‘‘Endüstri 4.0’da Sensörlerin Önemi’’, [https://www.endustri40.com/endustri-4-0da-sensorlerin-onemi/\(13.01.2019\)](https://www.endustri40.com/endustri-4-0da-sensorlerin-onemi/(13.01.2019))
- Keskenler, M. ve Keskenler, E. (2017). Geçmişten Günümüze Yapay Sinir Ağları ve Tarihçesi. *Takvim-i Vekayi*, 5 (2), 8-18. <http://dergipark.gov.tr/takvim/issue/33375/346279>
- Kökhan, S. ve Özcan, U. (2018). 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 80–85. <http://dergipark.gov.tr/bestdergi/issue/37869/437548>
- Kusmin, K.-L. (2017), ‘‘Industry 4.0’’, [http://www.academia.edu/36151531/Industry\\_4.0](http://www.academia.edu/36151531/Industry_4.0)
- Lecun, Y., Bengio, Y. ve Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Özgüner Kılıç, H. (2017). Giyilebilir Teknoloji Ürünleri Pazarı ve Kullanım Alanları. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (4), 99-112. <http://dergipark.gov.tr/aksarayiibd/issue/35013/389593>
- Özsoy, K. ve Duman, B. (2017). Ekllemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1 (1), 36-48. <http://dergipark.gov.tr/ij3dptdi/issue/33982/376178>

Doğan, O. & Baloğlu, N. (2020). Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(38), 58-81.

Özsoyly, A. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 41-64. <http://dergipark.gov.tr/cuiibfd/issue/34826/387693>

Öztürkçan, S. (2016), "4. Sanayi Devrimi ", [http://ellinciylmete.com/sunum/acilis\\_sunumu\\_13.pdf](http://ellinciylmete.com/sunum/acilis_sunumu_13.pdf)

Pirim , A. (2006). Yapay Zeka. *Journal of Yaşar University*, 1 (1), 81-93. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jyasar/issue/19113/202842>

Rogers, D. (2017). *Dijital Dönüşümde Oyunun Kuralları*. İ. Büyükdevrim Özçelik (Çev.). İstanbul: Optimist Yayın Grubu.

Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, 11(5), 77-90.

Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi*. İstanbul: Optimist Yayınları.

Sönmez Çakır, F., Aytekin, A., Tüminçin, F. ve Yücel, Y. (2018). Bilişim Sistemlerinin Mağaza Sektörüne Etkisi: Bir Özel Mağaza Uygulaması. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5 (6), 351-361. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/asead/issue/41000/494970>

Stief, P., Dantan, J., Etienne, A., and Siadat, A. (2018). A New Methodology to Analyze The Functional and Physical Architecture of Existing Products For An Assembly Oriented Product Family Identification. *Procedia CIRP*, 70, 47-52.

Szeliski, R. (2010), "Computer Vision: Algorithms and Applications", <http://szeliski.org/Book/>.

Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. Ankara: Nobel yayınları.

Torun, N. ve Cengiz, E. (2019). Endüstri 4.0 Bakış Açısının Öğrenciler Gözünden Teknoloji Kabul Modeli (Tkm) ile Ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 235-250.

Ünver, G. (2018). Ulusal Siber Güvenlik Strateji Belgelerinde İnsan Hakları. *Cyberpolitik Journal*, 2 (4), 104-129. <http://dergipark.gov.tr/cyberj/issue/35147/389928>

Wan, J., Chen, M., Xia, F., Li, D. ve Zhou, K. (2013). From Machine-to-Machine Communications towards. *Cyber-Physical Systems*, 10(3), 1106-1128. <https://doi.org/10.2298/CSIS120326018W>

Yazıcı, E. ve Düzkaya, H. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı?. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 7 (13), 49-88. <http://dergipark.gov.tr/eibd/issue/29466/315920>

[https://geturkiyeblog.com/dijital-sanayi/endustriyel-internet/\[14.01.2019\]](https://geturkiyeblog.com/dijital-sanayi/endustriyel-internet/[14.01.2019])

[https://proente.com/endustriyel-otomasyon-nedir/\[13.01.2019\]](https://proente.com/endustriyel-otomasyon-nedir/[13.01.2019])

EK

**ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMSAL FARKINDALIK ÖLÇEĞİ**

SORU NO	KAVRAMLAR	FARKINDALIK DÜZEYİM				
		Hiç (1)	Az (2)	Orta (3)	Çok (4)	Tam (5)
1	Nesnelerin İnterneti	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	Yapay zekâ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Öğrenen (akıllı) Robotlar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	Üç Boyutlu Yazıcılar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	İleri Seviye Otomasyon	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	Siber Güvenlik	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	Siber Fiziksel Sistemler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8	Bulut Bilişim Teknolojisi	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	Büyük Veri ve Veri Analitiği	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10	Sanal Gerçeklik	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11	Arttırılmış Gerçeklik	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12	Karışık Gerçeklik	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
13	Akıllı Üretim Teknolojileri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14	Karanlık Fabrikalar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15	Gömülü Sistemler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16	Makine-Makine İşbirliği	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
17	Sensör Teknolojileri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
18	Bilgisayar Görmesi	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
19	Kişiye Özel Ürün Geliştirme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
20	Derin Öğrenme	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
21	Veri Odaklı Hizmet	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
22	Enerji 4.0	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23	Dijital Tedarik Zinciri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
24	İnsansız Sistemler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
25	Çevik ve Esnek Üretim-Hizmet	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
26	Hologram Teknolojileri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
27	Giyilebilir Teknolojiler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
28	Dijital Tanı, Teşhis, Tedavi	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

29	Nano Teknoloji	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
30	Endüstriyel İnternet	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
31	İleri Üretim Teknikleri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
32	Teknolojik İnovasyon	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
33	Hızlı Prototip Üretimi	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
34	Mikro Fabrikalar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
35	Enerjisini Kendi Üreten Fabrikalar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
36	Yapay Sinir Ağları	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
37	Akıllı Depolama ve Transfer Teknolojileri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
38	Simülasyon Teknolojileri	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
39	Eklemeli İmalat	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)