

TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Sevde Ceren YILDIZ^{1*}, Seniye Ümit FIRAT²

¹Doğuş Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-8741-1173>

²Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-0271-5865>

Anahtar Kelimeler	Öz
Endüstri 4.0, Faktör Analizi, Yapısal Eşitlik Modeli, Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi	Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi, giderek büyüyen yapısıyla ile birlikte küresel ölçekte üretim, hizmet sektörü ve günlük yaşam gibi çeşitli alanlarda ortaya çıkarak hem toplumlar hem de kişiler üzerinde etkili olmaktadır. Endüstri 4.0, esnek ve kişiselleştirilmiş müşteri taleplerini göz önünde bulundurarak bir akıllı üretim modeli geliştirmek için insanlar, makineler ve ürünler arasında gerçek zamanlı bir etkileşim kurmaktadır. Yerel ölçekte, Türkiye, Endüstri 4.0'ın hızlı gelişimine ayak uydurmaya çalışsa da, teknolojik yetersizlikler nedeniyle, küresel yenilikçilik endeksi, küresel rekabet endeksi gibi küresel endekslere göre dünya standartlarının gerisinde kaldığı görülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye küresel endekslerde geriye düşerken genç neslin dördüncü endüstri devrimine bakış açısı ve bu konudaki bilgi düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini belirlemek için bir anket hazırlanmıştır. Hazırlanan anket Türkiye'deki üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında, faktör analizi ve yapısal eşitlik modeli metotları kullanarak üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen değişkenler belirlenmiştir. Üniversite öğrencilerinin anket sorularına verdikleri cevaplar üzerinden demografik bilgileri tanımlayıcı istatistikler ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ve sonuçlar detaylı olarak Endüstri 4.0 ana çerçevesinde ele alınmıştır.

INVESTIGATION OF INDUSTRY 4.0 KNOWLEDGE LEVEL OF UNIVERSITY STUDENTS IN TURKEY

Keywords	Abstract
Industry 4.0, Factor Analysis, Structural Equation Modeling, Industry 4.0 Knowledge Level	Industry 4.0, the fourth industrial reform, with its growing structure, has an impact on both societies and individuals by emerging in various fields such as production, service sector and daily life on a global scale. Industry 4.0 establishes real-time interaction between people, machines and products to develop a smart production model by taking flexible and personalized customer demands into account. At the local scale, even though Turkey tries to adapt to Industry 4.0's rapid development, because of the technological deficiencies, Turkey is losing positioning at several international ranking evaluations as in the global innovation index, and in the index of global competitiveness. The objective of this study to measure and evaluate the knowledge level of younger generation in Turkey. For this purpose, a questionnaire was prepared to determine the knowledge level about Industry 4.0 of the students. The questionnaire was conducted to students in Turkey. In the scope of this study, the variables affecting the knowledge level of Industry 4.0 were determined by using factor analysis and structural equation modeling methods. Demographic data of the university students was evaluated with descriptive statistics based on the answers of the survey. The findings and results are discussed in detail within the framework of Industry 4.0.

Araştırma Makalesi		Research Article	
Başvuru Tarihi	: 26.11.2019	Submission Date	: 26.11.2019
Kabul Tarihi	: 27.12.2019	Accepted Date	: 27.12.2019

*Sorumlu yazar; e-posta : syildiz@dogus.edu.tr

1. Giriş

Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da adlandırılmakta olup, günümüz teknolojisinin ve imkanlarının endüstriyel sektörler ile birleşme sürecidir. Bu sanayi devrimi, üretim ve hizmet sektörlerinin yanı sıra günlük yaşamı da değiştirmekte küresel olarak bireyler ve toplumlar üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır. Endüstri 4.0, yenilikçi ve akılcı üretim modeli geliştirilmesinden, hayatı kolaylaştıracak çözümler üretilmesine kadar çeşitli yeniliği insan hayatına katmaktadır. Bu katkılar insan-makine ve makine-makine etkileşimlerinin değişmesi ve artması sonucu mümkün olmaktadır.

Sanayi devriminin getirdiği yenilikler, küresel ölçekte hızla yayılıyor olsa da, yerel açıdan bakarsak teknolojik yetersizlikler nedeniyle Türkiye, bu yayılım hızına ayak uyduramamaktadır. Bu durum, Türkiye'nin küresel yenilikçilik endeksi ve küresel rekabet endeksi gibi uluslararası endekslerindeki sıralamalarda gelişmiş ülkelerin gerisine düşmesi nedeniyle belirlenebilmektedir. Türkiye'nin, Endüstri 4.0 teknoloji ve yeniliklerine konusundaki bilgi birikiminin artışı ile bu sıralamaları değiştirebilecek güç kazanması mümkün olabilir. Bu yeniliklerin sanayide, üretimde, hizmet sektöründe ya da günlük hayatta yaygınlaşması, daha çok kullanılması ile ilerleme sağlanabilir. Buradaki yaygınlaşma terimi, hazır teknolojiyi satın alıp kullanma olarak düşünülebilir. Bunun yanı sıra, Türkiye'nin bu durumunu değiştirebilecek, belki de daha çok etkileyebilecek, bir başka etmen ise, henüz günümüzde yaşanmakta olan dördüncü sanayi devriminin gelişimine direkt olarak katkı sağlamaktır. Türkiye açısından bakarsak önemli sayılacak bir katkıyı bir anda sağlamak pek mümkün gözükmemeyebilir. Ancak bu sürecin ilerleyen fazlarında özellikle toplumun ve genç kesimin bu konuda bilgi düzeylerinin iyileşmesi, farkındalığın artması ve gelecek yılların vazgeçilmez konjonktürel dalgası olarak kabul edilmesi sayesinde önemli bir bilgi altyapısına ulaşılabilir. Bu bakımdan, gelişen yeni neslin ve özellikle üniversite öğrencilerinin yeni devrim çağına ilgi ve bilgi düzeylerinin önemi son derece büyüktür. Bu hususta, üniversite öğrencilerinin yaratıcılığa, fikirlere ve yeniliklere olan tutumları, Endüstri 4.0 kavramlarına karşı olan farkındalıkları, BİT'lere olan yakınlık ve yatkınlıkları oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla önce literatüre dayalı bir teorik

model geliştirilmiştir. Geliştirilen modelden hareketle hazırlanan anket Türkiye'deki üniversite öğrencilerine uygulanarak, modelin ampirik testi için veriler toplanmıştır. Anket aracılığı ile toplanan veriler, Üniversite Öğrencilerinin bilgi düzeylerini etkileyen değişkenleri belirlemek için çok değişkenli istatistiksel bir teknik olan Yapısal Eşitlik Model'i kullanılmıştır.

2. Yazın Taraması

Literatürde daha önce dördüncü sanayi devrimi ile ilgili yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada literatür araştırması iki bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler, öğrencilerin bilgi düzeyinin Endüstri 4.0 kavramları üzerinden belirleneceği için sanayi devrimi ve onun hayatımıza getirdiği yeni kavramları araştıran çalışmalar ve sanayi devriminin bireyler ve toplumlar üzerinde oluşturduğu etkiyi araştıran çalışmalardır.

İlk olarak Endüstri 4.0 ve onun kazandırdığı yeni kavramları araştıran çalışmalar incelenmiştir. Lasi, Kemper, Fettke, Feld, ve Hoffmann (2014) ve Roblek, Mesko, ve Krapez (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, sanayi devriminin çıkış kaynağı, ana etmenleri, Endüstri 4.0 araçlarının sektörlerde hangi alanlarda hangi amaçlarla kullanıldığı ve dördüncü sanayi devriminin ne gibi yeniliklere yol açacağı gibi konular üzerinde durulmuştur. Qin, Liu, ve Grosvenor (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Endüstri 4.0 temel kavramları incelenmiş ve mevcut üretim sistemleri üzerinde durulmuştur. Ek olarak Endüstri 4.0'ın getirdiği gereklilikler ve mevcut üretim sistemleri arasındaki farkları ortaya koymaktadır. Hermann, Pentek ve Otto (2016) tarafından yapılan çalışmada Endüstri 4.0'ın tasarım ilkeleri tanımlanmıştır. Ayrıca bir örnek olay üzerinden tanımlanan tasarım ilkelerinin Endüstri 4.0 senaryolarını rol aldığını gösterilmiştir. Fırat ve Fırat (2017a, 2017b) tarafından yapılan çalışmada Endüstri 4.0 kavramları üzerine durulmuş ve sanayi devriminin etkilerini ve etkileşimini küresel ve yerel ölçekte değerlendirerek devrimin getirdiği teknolojileri ve yenilikleri tartışılmıştır. Benzer olarak Pereira ve Romero (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Endüstri 4.0 kavramı kapsamlı olarak incelenerek kavramlar çeşitli açılardan ele alınmıştır. Ayrıca sanayi devriminin etkileri analiz edilmiştir. Lu (2017) Endüstri 4.0 kavramları ile ilgili çeşitli çalışmaları kategorilerine göre incelenmiştir. Zhong, Xu, Klotz ve Newman (2017) tarafından yapılan çalışmada, Endüstri 4.0 bağlamında akıllı üretim teknolojilerini

anlayabilmek adına kapsamlı bir yazın taraması yapılmıştır. Ayrıca akıllı üretimde kullanılan IoT, siber fiziksel sistemler, büyük veri analitiği ve bilgi ve iletişim teknolojisi gibi temel teknolojiler incelenmiştir. Chen ve diğ. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, akıllı fabrika için hiyerarşik yapı önerilmiş ve temel teknolojiler açısından analiz edilmiştir. Ayrıca nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut sistemi gibi yeni teknolojiler değerlendirilmiştir.

İkinci olarak Endüstri 4.0'ın bireyler ve toplumlar üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar incelendi. Motyl, Baronio, Uberti, Speranza ve Filippi (2017) tarafından yapılan çalışmada anket uygulanarak İtalya'daki mühendislik öğrencilerinin Endüstri 4.0'a hazır olup olmadıkları ve bu konudaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Souza De Oliveira ve Sommer (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Almanya ve Brezilya'daki ankete katılan öğrencilerin küreselleşme, dijitalleşme ve Endüstri 4.0 konularına ilişkin farkındalıkları ve bilgi düzeyleri incelenmiş ve bu iki ülke öğrencileri arasındaki farklar ortaya konmuştur. Kaygısız ve Sipahi (2018) tarafından yapılan çalışmada yükseköğretim kurumlarındaki öğrencilerin bireysel yenilikçilik düzeyleri ve Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini ölçmek amaçlanmıştır. Çalışma sonucu, öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgilerinin sadece tanımsal olduğu ve Endüstri 4.0'ın getirdiği fırsatlar ve tehditler konusunda bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Butting, Konar, Rump ve Wortmann (2018) tarafından yapılan çalışma kapsamında Endüstri 4.0 için model tabanlı sistem mühendisliği üzerine çalışılmış ve öğrencilerin zorluklarını ve beklentilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yıldız ve Fırat (2019) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 farkındalığını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla literatüre dayalı bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen farkındalık modeli 6 boyutta ele alınmıştır. Veri toplamak için her bir boyutu açıklayan anket soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan anket internet üzerinden üniversite öğrencileri tarafından cevaplanmıştır. Anketle toplanan veriler kullanılarak geliştirilen farkındalık modeli yapısal eşitlik modeli ile çözülmüş olup öğrencilerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeylerini etkileyen dört faktör belirlenmiştir. Temel (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışma, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu'nda ve İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde okuyan üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 algı ve bakış açılarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Öğrencilere anket uygulanmış

olup, veriler öğrencilerin algı ve bakış açılarına göre değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Özkoç ve Karalar (2019) tarafından yapılan çalışmada, K12 ve lisans öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramı hakkındaki algılarını metaforlar yardımıyla belirlemektedir. Sonuç olarak K12 öğrencilerinin Endüstri 4.0 görüşleri genellikle olumlu iken lisans öğrencilerinin görüşlerinin olumsuz olduğu bulunmuştur. Torun ve Cengiz (2019) tarafından yapılan çalışmada, iktisadi ve idari bilimler öğrencilerine anket uygulanarak Endüstri 4.0 yönelik bakış açıları teknoloji kabul modeli kapsamında belirlenmiştir.

3. Metodoloji

Bu çalışma kapsamında, literatüre dayanarak Endüstri 4.0 bilgi düzeyi modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bilgi düzeyi modeli 4 gizli değişkenden (boyut) oluşmaktadır. Modeldeki her bir gizli değişken için sorular hazırlanarak bir anket (ölçek olarak ifade edilecektir) oluşturulmuştur ve veri toplama aracı olarak bu anket kullanılmıştır. Geliştirilen model yapısal eşitlik modeli metoduyla çözülmüştür.

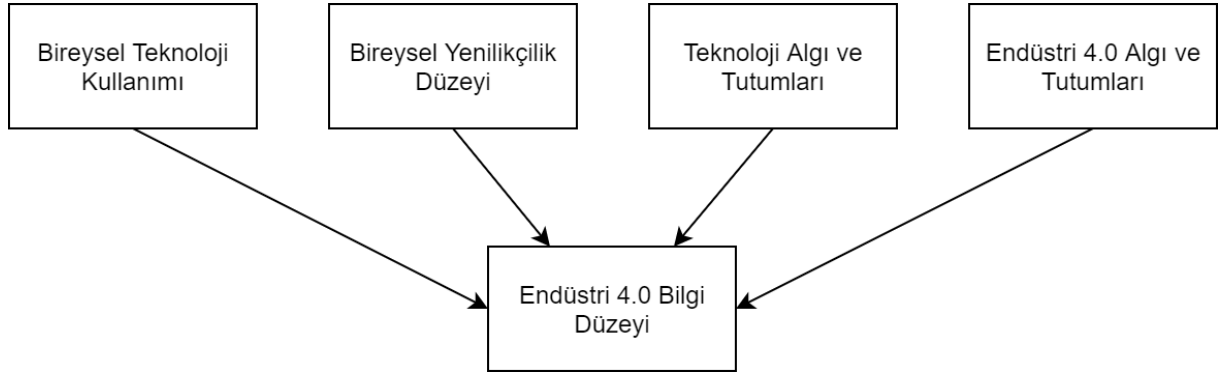
3.1 Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Modeli

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen boyutlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere literatüre dayanarak bir model geliştirildi. Bilgi düzeyini etkileyen gizli değişkenler; bireysel teknoloji kullanımı, teknoloji algı ve tutumları, bireysel yenilikçilik düzeyleri, Endüstri 4.0 algı ve tutumları ve Endüstri 4.0 bilgi düzeyi olarak belirlendi.

- Bireysel teknoloji kullanımı gizli değişkeni; öğrencilerin günlük hayatta teknolojiyi ne amaçla ne kadar kullandıklarını belirler.
- Bireysel yenilikçilik düzeyi gizli değişkeni; öğrencilerin ne kadar yenilikçi olduğu ve yeni fikirlere ne kadar açık olduklarını belirler.
- Teknoloji algı ve tutumları gizli değişkeni; öğrencilerin yeni teknolojiye ne kadar hakim olduklarını ve bu teknolojileri ne kadar gerekli bulduklarını ölçer.

- Endüstri 4.0 algı ve tutumları gizli değişkeni; öğrencilerin Endüstri 4.0 teknolojilerine ne kadar hakim olduklarını ve bu teknolojileri ne kadar gerekli bulduklarını belirler.

Belirlenen değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için geliştirilen model Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Modeli

3.2 Veri Toplama

Türkiye’deki genç neslin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen etkenleri görmek üzere belirlenen gizli değişkenleri açıklayabilecek sorular hazırlanarak bir anket oluşturulmuştur. Hazırlanan anket 2019 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında internet üzerinden yayınlanmıştır ve Türkiye’deki çeşitli üniversitelerden 165 üniversite öğrencisi tarafından cevaplanmıştır.

Geliştirilen modele dayalı olarak hazırlanan anket toplamda 6 bölüm ve 70 sorudan oluşmaktadır. Soruların çoğu 5’li Likert ölçeği tipinde oluşturulmuştur. Anketteki her bir bölüm geliştirilen modelde Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ve onu etkileyen değişkenleri belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. Bu değişkenler; demografik bilgiler, bireysel teknoloji kullanımı, teknolojiye yönelik algı ve tutumlar, bireysel yenilikçilik düzeyleri, Endüstri 4.0 algı ve tutumları ve Endüstri 4.0 bilgi düzeyleridir. Demografik bilgiler sadece sonuçları yorumlamak için sorulmuş olup modelde kullanılmamıştır.

3.3 Yapısal Eşitlik Modeli

Bu çalışmada amacımız genç neslin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen değişkenler arasındaki ilişkiyi

belirmek olduğundan dolayı değerlendirme yapmak için yapısal eşitlik modeli metodu kullanılmıştır. Yapısal eşitlik modeli yapılar arasındaki ilişkiyi açıklamayı amaçlayan çok değişkenli bir istatistiksel metottur. Yapılar ise gözlemlenemeyen veya çoklu değişkenlerle ifade edilen gizli (latent) değişkenlerdir. Gizli değişkenler, dolaylı olarak ölçülebilir veya çeşitli veri toplama yöntemleri (örneğin; anketler) ile belirlenebilir. Yapısal eşitlik modelinin temelinde, iki çok değişkenli istatistiksel metot yatar; faktör analizi ve çoklu regresyon analizi. Ayrıca bu istatistiksel metot, kovaryans yapı analizi veya gizli değişken analizi olarak da adlandırılır.

4. Verilerin Analizi ve Bulgular

Bu bölümde, toplanan veriler anket sorusu bazında analiz edilmiş ve tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Veriler toplandıktan sonra farklı üniversitede okuyan öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerinin farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla IBM SPSS programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Son olarak geliştirilen model yapısal eşitlik modeli metoduyla çözülerek sonuçlar verilmiştir. Yapısal eşitlik modellemesinin analizleri için SPSS Amos programı kullanılmıştır.

4.1 Verilerin Tanımlayıcı Analizi

Ankete, Doğu Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Işık Üniversitesi, Yeditepe Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi çoğunlukta olmak üzere toplamda 35 farklı üniversiteden ve endüstri mühendisliği, bilgisayar mühendisliği ve makine mühendisliği çoğunlukta olmak üzere üniversitelerin mühendislik, fen ve edebiyat, iktisadi ve idari bilimler ve hukuk gibi fakültelerinden toplam 34 farklı bölümden öğrenciler katılmıştır. Ankete katılan öğrencilerin %50.6'sı erkek, %49.4'ü kadındır. Öğrencilerin %88'inin yaş aralığı 18-25 arasında iken %12'sinin

yaş aralığı 26-35 arasındadır. Öğrencilerin %58.9'u dördüncü sınıf, %28'i üçüncü sınıf, %10.1'i ikinci sınıfa ve % 3'ü birinci sınıfa gitmektedir. Ayrıca öğrencilerin %36.1'i öğrencilikleri sırasında çalışmaktadır.

Anket soruları geliştiren modeldeki gizli değişkenleri açıklamaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Bireysel teknoloji kullanımına yönelik olarak anket soruları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Bireysel Teknoloji Kullanımına Yönelik Anket Soruları

Soru Numarası	Sorular	Ortalama	Standart Sapma
BTK1	Teknolojiyi genellikle hangi amaç için kullanıyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK2	Günde kaç saatinizi sosyal medyada geçiriyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK3	Günde kaç saat video oyunu oynuyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK4	Kullandığınız oyun platformunda sanal gerçeklik ekipmanı kullanıyor musunuz?	Açık uçlu soru	
BTK5	Bankacılık işlemlerimi gerçekleştirmek için online veya mobil bankacılık uygulamalarını sıklıkla kullanıyorum.	4,50	0,90
BTK6	Ürün almak veya satmak için e-ticaret uygulamalarını sıklıkla kullanıyorum.	3,75	1,24
BTK7	Giyilebilir teknolojileri sıklıkla kullanıyorum.	1,82	1,27
BTK8	Hangi giyilebilir teknolojileri kullanıyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK9	Akıllı ürünleri sıklıkla kullanıyorum.	3,30	1,31
BTK10	Hangi akıllı ürünleri kullanıyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK11	Günlük hayatımı kolaylaştırması açısından birbiri ile iletişim halinde çalışan cihazlar kullanıyorum.	2,87	1,53
BTK12	Hangi cihazları kullanıyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK13	İnternet ortamında güvenliğimi sağlamak için önlem alıyorum.	3,16	1,33
BTK14	Ne gibi önemler alıyorsunuz?	Açık uçlu soru	
BTK15	3D yazıcı kullanıyorum.	1,20	0,61
BTK16	Akıllı fabrikada bulundunuz mu?	Açık uçlu soru	
BTK17	Akıllı evde yaşıyor musunuz?	Açık uçlu soru	
BTK18	Akıllı teşhis veya erken uyarı sistemi kullanıyorum.	1,38	0,80
BTK19	Bulut sistemleri kullanıyorum.	2,96	1,53
BTK20	Blok zinciri kullanıyorum.	1,50	0,99

Tablo 1'de gösterilen anket soruları öğrencilerin teknoloji kullanımını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Toplamda 20 soru vardır. Bu soruların 10'unu 5'li Likert ölçeği tipindedir (Likert ölçeği tipinde olmayan soruların ortalama ve

standart sapma değerleri hesaplanamamış ve tabloda belirtilmiştir). Öğrencilerin verdiği cevaplar göz önüne alındığında, bireysel teknoloji kullanımı olarak en çok yapılan aktivite, 4.50 ortalama ile öğrencilerin çok sık kullandıklarını belirttikleri

“online ve mobil bankacılık uygulamalarını kullanmak” olduğu görülmektedir.

Teknoloji algı ve tutumlarına yönelik anket soruları için ortalamalar ve standart sapmalar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2
Teknoloji Algı ve Tutumlarına Yönelik Anket Soruları

Soru Numarası	Sorular	Ortalama	Standart Sapma
TAT1	Giyilebilir teknoloji kullanmak sizce ne kadar gerekli?	3,03	1,04
TAT2	Akıllı ev sistemleri sizce ne kadar gerekli?	3,58	1,08
TAT3	Akıllı teşhis (kanser teşhis sistemi) veya erken uyarı (yangın uyarı sistemi) sistemleri sizce ne kadar gerekli?	4,65	0,78
TAT4	Akıllı teşhis veya erken uyarı sistemlerinden gelen bildirimler sizce ne kadar güvenilir?	3,64	0,92
TAT5	Bulut sistemi kullanmak sizce ne kadar gerekli?	3,76	1,12
TAT6	Fotoğraf ve video gibi kişisel verilerinizi bulut sisteminde saklamak sizce ne kadar güvenli?	2,58	1,18
TAT7	Akıllı telefonunuz bir 3D yazıcıdan üretilmiş olsaydı, sizce kullanması ne kadar güvenilir olurdu?	3,02	1,19

Tablo 2’de gösterilen anket soruları öğrencilerin teknoloji algı ve tutumlarını belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. Toplamda 7 soru vardır. Soruların hepsi 5’li Likert ölçeği tipindedir. Öğrenciler, 4.65 ortalama ile akıllı teşhis ve erken uyarı sistemlerinin çok gerekli olduğunu düşünmektedir.

Bireysel yenilikçilik düzeyine yönelik anket soruları için ortalamalar ve standart sapmalar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3
Bireysel Yenilikçilik Düzeyine Yönelik Anket Soruları

Soru Numarası	Sorular	Ortalama	Standart Sapma
BYD1	Bir problemi çözerken yenilikçi yollar denerim.	4,03	0,81
BYD2	Yeni icatlara ve yeni düşünce tarzlarına karşı şüpheliyim.	2,58	1,24
BYD3	Yeni fikirlere, çoğu kişiden kabul görmedikçe, güvenmem.	2,58	1,13
BYD4	Düşünce ve davranışlarımın yaratıcı ve özgün olduğunu düşünüyorum.	3,95	0,80
BYD5	Kişiliğimin yaratıcı ve yenilikçi olduğunu düşünüyorum.	4,09	0,78
BYD6	Çevremdeki kişilerde işe yaradığını görene kadar bir işi yapmanın yeni yollarını kabullenmekte isteksiz davranırım.	2,45	1,17
BYD7	Düşünce ve davranışlarımın yaratıcı ve özgün olmasını heyecan verici buluyorum.	4,21	0,85
BYD8	İşleri geleneksel yöntemlerle yapmanın daha uygun olduğunu düşünüyorum.	2,30	0,96
BYD9	Geleneksel yaşam tarzını benimsemenin daha uygun olduğunu düşünüyorum.	2,30	1,06
BYD10	Belirsizlikler ve çözülmemiş problemler bana heyecan verir.	3,55	1,16
BYD11	Yenilikleri dikkate almadan önce diğer insanların o yeniliği kullandığını görmeliyim.	2,73	1,06
BYD12	Yeni fikirlere ve düşüncelere açıgım.	4,45	0,74
BYD13	Yeni fikirlere ve düşüncelere karşı çoğunlukla şüphe duyarım.	2,28	1,15

Tablo 3’de gösterilen anket soruları öğrencilerin bireysel yenilikçilik düzeyini belirlemeye yönelik hazırlanmıştır (Kaygısız ve Sipahi, 2018). Toplamda 13 soru vardır. Soruların hepsi 5’li Likert ölçeği tipindedir. Öğrenciler 4.45 ortalama ile yeni fikirlere ve düşüncelere açık olduklarını düşünmektedirler.

Endüstri 4.0 algı ve tutumlarına yönelik anket soruları için ortalamalar ve standart sapmalar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Endüstri 4.0 Algı ve Tutumlarına Yönelik Anket Soruları

Soru Numarası	Sorular	Ortalama	Standart Sapma
EAT1	Endüstri 4.0 kavramını daha önce duydum.	4,21	1,38
EAT2	Evet ise nereden duydunuz?	Açık uçlu soru	
EAT3	Endüstri 4.0 size ne ifade ediyor?	Açık uçlu soru	
EAT4	Endüstri 4.0 teknolojilerini kolayca kullanabiliyorum	2,81	1,15
EAT5	Endüstri 4.0 teknolojileriyle çeşitli alanlarda istediğimi yapabiliyorum	2,73	1,15
EAT6	Endüstri 4.0 teknolojileri çeşitli alanlarda daha kolay çalışmamı sağlar	3,44	1,17
EAT7	Endüstri 4.0 teknolojileri çeşitli alanlarda daha üretken olmamı sağlar	3,62	1,13
EAT8	Endüstri 4.0 ile ilgili yeni gelişmeleri rahatça anlayabiliyorum	3,37	1,17
EAT9	Evimde Endüstri 4.0 özellikli cihazlar bulunmaktadır	2,22	1,19
EAT10	Okulumda Endüstri 4.0 özellikli cihazlar bulunmaktadır	2,43	1,16
EAT11	İş yerimde Endüstri 4.0 özellikli cihazlar bulunmaktadır	2,26	1,26
EAT12	Endüstri 4.0 teknolojilerinin gündelik hayatımda daha çok yer almasını isterim	3,83	1,23

Tablo 4’de gösterilen anket soruları öğrencilerin Endüstri 4.0 algı ve tutumlarını belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. Toplamda 12 soru vardır. Bu soruların 10 tanesi 5’li Likert ölçeği tipindedir. Öğrenciler 4.21 ortalama ile Endüstri 4.0 kavramını daha önce duydıklarını belirtmişler ve 3.83 ortalama ile Endüstri 4.0 teknolojilerinin gündelik hayatta daha çok yer almasını istemektedirler.

Endüstri 4.0 bilgi düzeyine yönelik anket soruları için ortalamalar ve standart sapmalar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyine Yönelik Anket Soruları

Soru Numarası	Sorular	Ortalama	Standart Sapma
EBD1	Nesnelerin İnterneti	3,74	1,19
EBD2	Servislerin İnterneti	3,24	1,15
EBD3	Bulut Sistemi	3,73	1,19
EBD4	Otonom Sistemler (robotlar, fabrikalar vb)	4,15	1,07
EBD5	Akıllı Ev Sistemleri	3,92	1,12
EBD6	3-D Yazıcılar	3,85	1,15
EBD7	Siber Güvenlik Sistemleri	3,58	1,26
EBD8	Siber Fiziksel Sistemler	3,17	1,33
EBD9	Arttırılmış Gerçeklik	3,91	1,14
EBD10	Sanal Gerçeklik	3,92	1,15
EBD11	Sürücüsüz Araçlar	4,14	1,09

Tablo 5’de gösterilen anket soruları öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyini belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. Toplamda 11 soru vardır. Bu bölümde öğrencilere Endüstri 4.0 ile birlikte

hayatımıza giren kavramları ne kadar iyi açıklayabildikleri sorulmuştur. Soruların hepsi 5’li Likert ölçeği tipindedir. Öğrencilerin en iyi açıklayabildiği Endüstri 4.0 kavramları sürücüsüz

araçlar, otonom sistemler (akıllı robot, akıllı fabrikalar vb.) olmuştur.

4.2 Üniversiteler Arası Bilgi Düzeyi Farklarının Varyans Analizi ile Testi

Ankete cevap veren öğrencilerin farklı üniversitelere göre bilgi düzeylerinin farklı olup olmadığını belirlemek için rastgele dört Endüstri 4.0 kavramı (nesnelerin interneti, bulut sistemi, otonom sistemler ve 3D yazıcılar) seçilerek ANOVA testi uygulanmıştır. Bunun için öğrencilerin ankete görece daha fazla katıldığı beş üniversite (Doğuş Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Işık Üniversitesi, Yeditepe Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi) seçilmiştir.

İlk olarak varyans analizinin varsayımlarından biri olan “varyans homojenliği” test edilmiştir (Milton ve Arnold, 2003). Varyans homojenlik (Levene İstatistiği) testi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6
Varyans Homojenlik Testi

Değişken	Levene İstatistiği	Önem Düzeyi
Nesnelerin interneti	0,678	0,609
Bulut Sistemi	1,198	0,316
Otonom sistemler	1,043	0,388
3D Yazıcılar	1,078	0,371

Tablo 6’ya göre varyans homojenliği için yapılan her bir testte önem düzeyi (significance level) 0.05’ten büyük olduğu için gruplar arasında varyansın homojen olduğu hipotezi kabul edilmiştir. Böylece varyans homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Sonraki adımda ANOVA testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7
ANOVA Sonuçları

Değişken	F Testi	Önem Düzeyi
Nesnelerin interneti	0,794	0,531
Bulut Sistemi	2,934	0,024
Otonom sistemler	1,904	0,115
3D Yazıcılar	1,115	0,353

Tablo 7’de verilen ANOVA tablosuna göre, önem düzeyi 0.05’ten büyük olan üç Endüstri 4.0 kavramı (nesnelerin interneti, otonom sistemler ve 3D yazıcılar) için H0 hipotezi kabul edilmiştir yani bu 5 grubun belirtilen kavramlara ilişkin bilgi düzeyi ortalaması farklılaşmamaktadır. Bu durumda “ankete katılan 5 farklı üniversitenin öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri önemli bir farklılık göstermemektedir” ifadesi kabul edilir. Sadece bulut sistemi kavramı için öğrencilerin bilgi düzeyi üniversiteler arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde farklılık göstermektedir.

4.3 Yapısal Eşitlik Modeli Uygulaması

Yapısal eşitlik modeli uygulaması için öncelikle geçerlilik ve güvenilirlik testleri yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik sağlandıktan sonra ölçüm teorisi modeli geliştirilerek gizli değişken arasındaki korelasyon ve çoklu eşdoğrusallık incelenmiştir. Son olarak yapısal model geliştirilerek Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkileyen değişkenler hipotezlerle belirlenmiştir.

4.3.1 Geçerlilik ve Güvenilirlik

Ölçeklerde bulunması gereken iki özellik vardır. Bunlardan biri geçerlilik diğeri ise güvenilirliktir. Fornell ve Larcker (1981) bir ölçeğin sahip olması gereken geçerlilik ve güvenilirlik koşullarını; geçerlilik için her bir gizli değişkenin Cronbach alfa değerinin 0.70’e eşit veya büyük olması, güvenilirlik için her gizli değişkenin bütün ölçülen değişkenlerinin (measured variables) faktör yükleri 0.70’den büyük olması ve her gizli değişken için Ortalama Açıklanan Varyans (Average Variance Extracted) değerinin 0.50’ye eşit veya daha büyük olması gerektiğini tanımlamıştır. Her değişken için Cronbach alfa değeri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8
Her Gizli Değişken İçin Cronbach Alfa Değeri

Değişkenler	Cronbach Alfa Değeri
EBD	0.907
BTK	0.705
TAT	0.759
BYD	0.742
EAT	0.821

Tablo 8'e göre her bir gizli değişkenin Cronbach alfa değeri 0.70'den büyük olduğundan dolayı ölçeğin geçerliliği sağlanmıştır.

Endüstri 4.0 bilgi düzeyi gizli değişkenine ait faktör yükleri Tablo 9'de verilmiştir.

Tablo 9

Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi Gizli Değişkenine Ait Faktör Yükleri

Ölçülen Değişkenler	Faktör Yükleri
EBD7	0.82
EBD9	0.81
EBD6	0.77
EBD8	0.77
EBD10	0.76
EBD11	0.69
EBD4	0.68
EBD5	0.67
EBD2	0.59
EBD1	0.56
EBD3	0.53

Tablo 9'a göre, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi gizli değişkenine ait faktör yükleri büyükten küçüğe sıralanmış olup, 0.70'in altında kalan 6 ölçülen değişken (EBD11, EBD4, EBD5, EBD2, EBD1 ve EBD3) elimine edilmiştir.

Bireysel teknoloji kullanımı gizli değişkenine ait faktör yükleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

Bireysel Teknoloji Kullanımı Gizli Değişkenine Ait Faktör Yükleri

Ölçülen Değişkenler	Faktör Yükleri
BTK5	0.83
BTK6	0.79
BTK13	0.78
BTK18	0.76
BTK11	0.72
BTK19	0.62
BTK9	0.58
BTK20	0.43
BTK7	0.41

Tablo 10'a göre, bireysel teknoloji kullanımı gizli değişkenine ait faktör yükleri incelendiğinde, 0.70'in altında kalan 4 ölçülen değişken (BTK19, BTK9, BTK20 ve BTK7) modelden çıkarılmıştır.

Teknoloji algı ve tutumları gizli değişkenine ait faktör yükleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

Teknoloji Algı ve Tutumları Gizli Değişkenine Ait Faktör Yükleri

Ölçülen Değişkenler	Faktör Yükleri
TAT3	0.78
TAT6	0.72
TAT2	0.69
TAT4	0.69
TAT7	0.69
TAT5	0.53
TAT1	0.48

Tablo 11'e göre, teknoloji algı ve tutumları gizli değişkenine ait faktör yükleri incelendiğinde, 0.70'in altında kalan 5 ölçülen değişken (TAT2, TAT4, TAT7, TAT5 ve TAT1) modelden çıkarılmıştır.

Bireysel yenilikçilik düzeyi gizli değişkenine ait faktör yükleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

Bireysel Yenilikçilik Düzeyi Gizli Değişkenine Ait Faktör Yükleri

Ölçülen Değişkenler	Faktör Yükleri
BYD5	0.85
BYD4	0.83
BYD13	0.76
BYD3	0.72
BYD6	0.71
BYD11	0.71
BYD7	0.69
BYD8	0.65
BYD9	0.64
BYD12	0.63
BYD2	0.59
BYD1	0.47
BYD10	0.42

Tablo 12'ye göre, bireysel yenilikçilik düzeyi gizli değişkenine ait faktör yükleri incelendiğinde 0.70'in altında kalan 7 ölçülen değişken (BYD7, BYD8, BYD9, BYD12, BYD2, BYD1 ve BYD10) modelden çıkarılmıştır.

Endüstri 4.0 algı ve tutumları gizli değişkenine ait faktör yükleri Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13

Endüstri 4.0 Algı Ve Tutumları Gizli Değişkenine Ait Faktör Yükleri

Ölçülen Değişkenler	Faktör Yükleri
EAT6	0.83
EAT7	0.82
EAT10	0.81
EAT4	0.72
EAT9	0.69
EAT5	0.67
EAT8	0.64
EAT12	0.55
EAT1	0.47
EAT11	0.42

Tablo 13'e göre, Endüstri 4.0 algı ve tutumları gizli değişkenine ait faktör yükleri incelendiğinde 0.70'in altında kalan 6 ölçülen değişken (EAT9, EAT5, EAT8, EAT12, EAT1 ve EAT11) modelden çıkarılmıştır.

Her bir gizli değişkene ait Birleşik Güvenilirlik (Composite Reliability, CR) ve "Ortalama Açıklanan Varyans (Average Variance Extracted, AVE)" değerleri Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14

Her Bir Gizli Değişkene Ait Birleşik Güvenilirlik Ve Ortalama Açıklanan Varyans Değerleri

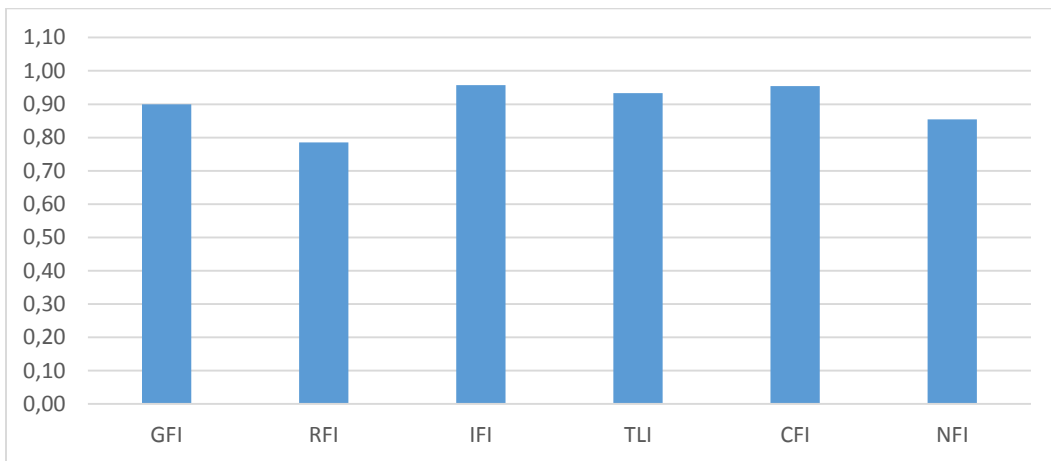
Değişkenler	CR	AVE
EBD	0.890	0.618
BTK	0.883	0.608
TAT	0.615	0.614
BYD	0.894	0.585
EAT	0.874	0.635

Yakınsak geçerlilik için her bir gizli değişkenin birleşik güvenilirlik değeri ortalama açıklanan varyans değerinden büyük olması ve çıkarılmış varyans değerinin 0.50'den büyük olması beklenmektedir (Yaşhoğlu, 2017). Tablo 14'e göre, her gizli değişkenin CR değeri AVE değerinden büyük ve her AVE değeri 0.50'den büyüktür.

Bir ölçekte güvenilirlik için sağlanması gereken 2 koşul vardır. Bunlar, her bir gizli değişkenin ölçülen değişkenlerinin faktör yüklerinin 0.70'den büyük olması ve her bir gizli değişkenin çıkarılmış ortalama varyans değerlerinin 0.50'den büyük olmasıdır. Bu çalışmada, her iki koşul sağlanarak güvenilirlik elde edilmiştir.

4.3.2 Modelin Uyum Ölçütleri

Modelin uyum ölçütleri (Model Fit Index) Şekil 2'de verilmiştir.

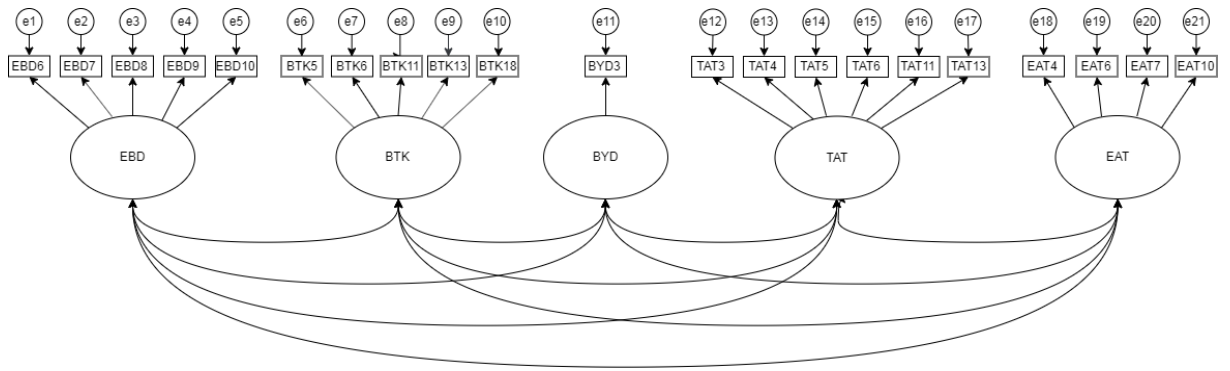


Şekil 2. Model Uygunluk Değerleri

Uyum ölçütleri için Şekil 2’de gösterilen uyum endekslerine bakılmıştır. Bu değerler uyum iyiliği endeksi (Goodness-of-fit Index, GFI) 0.90, göreceli uyum endeksi (Relative Fit Index, RFI) 0.79, artan uyum endeksi (Incremental Fit Index, IFI) 0.96, Turker-Lewis endeksi (TLI) 0.93, karşılaştırmalı uyum endeksi (Comperative Fit Index, CFI) 0.95 ve normleştirilmiş uyum endeksidir (Normed Fit Index, NFI) 0.85 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bütün uyum ölçütleri kabul edilebilir alan içindedir (Hair, Black, Babin, Anderson ve Tatham, 2006).

4.3.3 Ölçüm Teorisi Modeli

Önceden belirlenen ölçülen indikatör değişkenler ve gizli değişkenler kullanılarak bir ölçüm teorisi modeli (measurement theory model) geliştirildi. Ölçüm teorisi modelini gösteren görsel bir diyagram Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Ölçüm Teorisi Modeli (Doğrulayıcı Faktör Analizi)

Şekil 3’te görüldüğü gibi, faktör yükleri 0.70’in altında kalan ölçülen değişkenler çıkarıldıktan sonra, modelde 21 ölçülen indikatör değişken ve 5 gizli değişken bulunmaktadır. Normalde BYD gizli değişkenine ait BYD6 ölçülen değişkenin faktör yükü 0.70’den büyüktür fakat modelde çok yüksek standart hataya sahip olduğu için modelden çıkarılmıştır. Bu modelde tüm yapılar (constructs) birbirleriyle ilişkilendirilir. Bu ilişkilere bağlı olarak gizli değişkenler arasındaki korelasyon sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15

Gizli Değişkenler Arasındaki Korelasyon Değerleri

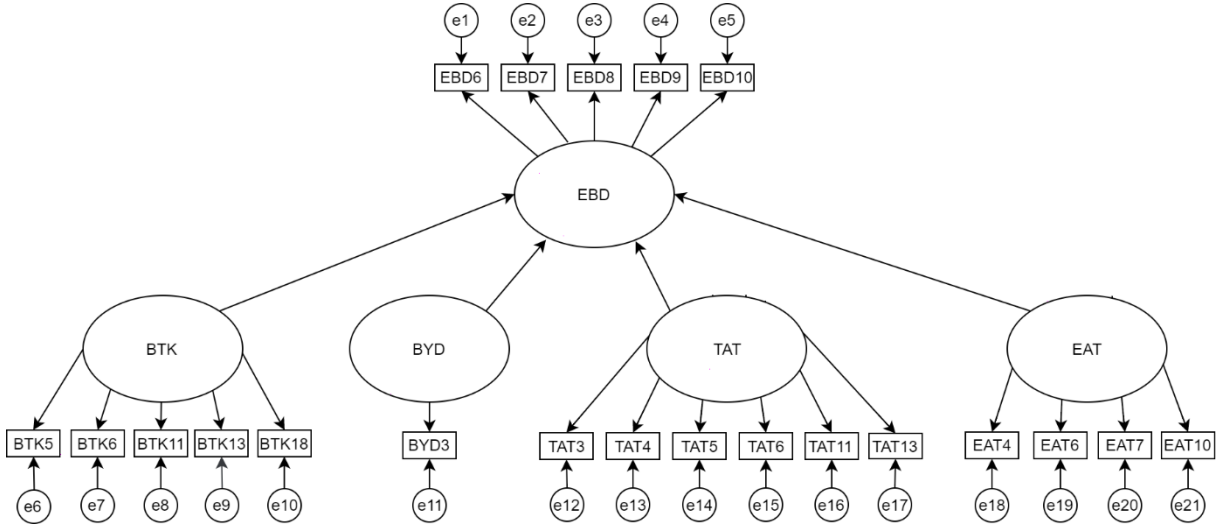
Korelasyonlar			Hesaplamalar
BTK	<-->	EBD	0.328
BTK	<-->	BYD	0.285
BTK	<-->	EAT	0.447
BYD	<-->	EBD	0.274
EBD	<-->	EAT	0.357
BYD	<-->	EAT	0.213
TAT	<-->	BTK	0.043
TAT	<-->	EBD	0.399
TAT	<-->	BYD	0.126
TAT	<-->	EAT	0.234

Tablo 15’de verilen ölçüm teorisi modelinin çıktılarına göre, 5 gizli değişken arasındaki korelasyon 0.85’i geçmemektedir. Dolayısıyla çoklu eşdoğrusallık (multicollinearity) yoktur (Khajeheian ve diğ. 2018).

4.3.4 Yapısal Model

Ölçüm teorisi modelinden (doğrulamalı faktör analizi) sonra bir yapısal teori modeli geliştirildi. Çünkü tek başına doğrulamalı faktör analizi yapılar arasındaki basit korelasyonları verir (Hair ve diğ.

2006). Yapısal modelde, yapılar arasındaki yapısal ilişkileri gösteren bir teori vardır. Bu teori bir dizi yapısal denklemle ifade edilir ve görsel bir diyagramla gösterilir. Bu çalışma için geliştirilen yapısal eşitlik modeli Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Yapısal Eşitlik Modelinin Görsel Gösterimi (Yol Diyagramı)

Yapısal eşitlik modelini doğrulamalı faktör analizinden ayıran bazı farklar vardır. Bunlar; kısaltmalar, notasyonlar ve terminoloji gibi değişikliklerin yanı sıra doğrulamalı faktör analizinden yapılar arasındaki ilişki çift başlı ok ile gösterilirken yapısal eşitlik modelinde tek başlı ok ile gösterilmesi veya doğrulamalı faktör analizinde içsel (endojen) ve dışsal (egzojen) değişkenler ayırt edilemezken, yapısal eşitlik modelinde bu değişkenlerin ayırt edilmesi gerektiği gibi değişikliklerdir.

Yapılar arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla dört hipotez kurulmuştur.

H1: Bireysel teknoloji kullanımı, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ile olumlu yönde ilişkilidir.

H2: Bireysel yenilikçilik düzeyi, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ile olumlu yönde ilişkilidir.

H3: Teknoloji algı ve tutumları, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ile olumlu yönde ilişkilidir.

H4: Endüstri 4.0 algı ve tutumları, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ile olumlu yönde ilişkilidir.

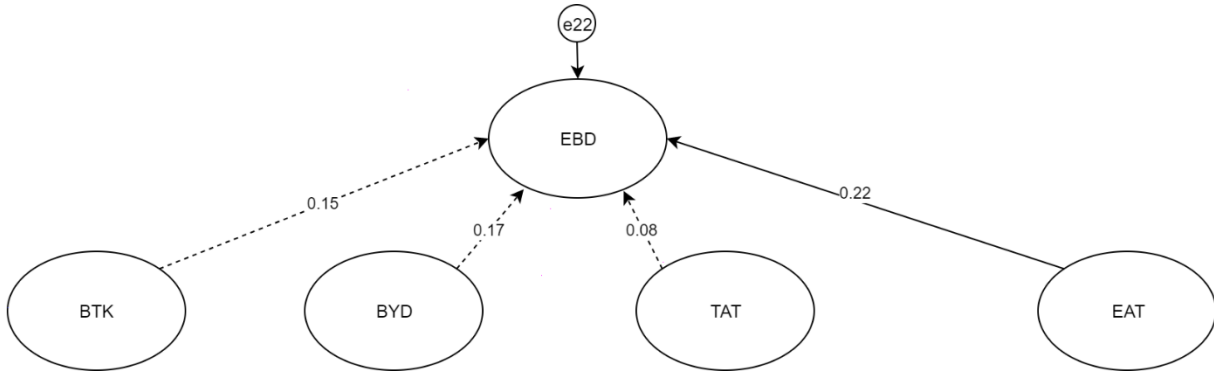
Hipotez sonuçları Tablo 16 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Tablo 16
Hipotez Sonuçları

Hipotez	Parametre	Değer	Destekleniyor mu?
H1: BTK $\leftrightarrow$ EBD	PBTK,EBD	0.15	HAYIR
H2: BYD $\leftrightarrow$ EBD	PBYD,EBD	0.17	HAYIR
H3: TAT $\leftrightarrow$ EBD	PTAT,EBD	0.08	HAYIR
H4: EAT $\leftrightarrow$ EBD	PEAT,EBD	0.22	EVET

Tablo 16 Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla kurulan hipotezlerin sonucunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre üç gizli değişken (bireysel teknoloji kullanımı, Bireysel yenilikçilik düzeyi ve teknoloji algı ve tutumları) hipotezleri desteklemezken sadece Endüstri 4.0 algı ve tutumları gizli değişkeni hipotezi desteklemektedir.

Şekil 5 ise hipotez sonuçlarının görsel diyagramını göstermektedir. Şekilde hipotezi desteklenen gizli değişken düz çizgi ile gösterilirken, hipotezi desteklenmeyen gizli değişken kesikli çizgiler ile gösterilmektedir.



Şekil 5. Hipotez Sonuçları Görsel Diyagramı

Şekil 5'te verildiği gibi bireysel teknoloji kullanımı ($\beta=0.15$), bireysel yenilikçilik düzeyi ($\beta=0.17$) ve teknoloji algı ve tutumları (0.08) gizli değişkenleri düşük β değerlerine sahip olması sebebiyle Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkilememektedir. Geliştirilen model için Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkileyen tek gizli değişken 0.22 β değeri ile Endüstri 4.0 algı ve tutumlarıdır.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmadaki motivasyonumuz, Türkiye'nin teknoloji ve yenilik bakımından dünya standartlarını yakalamada zorluk çekerken, genç neslin tüm dünyayı etkisi altına alan dördüncü sanayi devriminin getirdiği teknolojik yenilikler ve değişimlere karşı bakış açısını, algı ve tutumlarını ve bu devrimin getirdiği kavramlar üzerinden bilgi düzeylerini etkileyen faktörleri belirlemektir. Bu araştırma kapsamında üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla bir model geliştirildi ve modeli besleyecek olan veriler, Türkiye'deki üniversite öğrencilerine uygulanmak üzere bir anket hazırlanarak toplandı. Farklı üniversitelerden ve bölümlerden toplam 165 öğrenci anketi cevaplandırmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik testleri sağlandıktan sonra geliştirilen modele önce doğrulayıcı faktör analizi uygulanarak değişkenler arasındaki korelasyonlara bakılmıştır. Daha sonra yapısal eşitlik modeli metotları uygulanarak üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 bilgi düzeylerini etkileyen faktörler belirlenmiştir.

Bu çalışma için bilgi düzeyini etkileyebilecek dört gizli değişken belirlenmiştir. Bu dört gizli

değişkenden üçünün (bireysel teknoloji kullanımı, teknoloji tutum ve algıları ve bireysel yenilikçilik düzeyi) bilgi düzeyi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı, Endüstri 4.0 algı ve tutumları gizli değişkenininse büyük ölçüde olmasa da bilgi düzeyini olumlu etkilediği yapısal eşitlik modeli metodu ile belirlenmiştir.

Anket sonuçları; üniversite öğrencileri teknolojiyi en çok bankacılık işlemlerini gerçekleştirmek için kullanmaktadır. Bu sonuç, Tablo 1'deki BTK (Bireysel teknoloji kullanımı) değişkenine ait 5 numaralı (BTK5) anket sorusuna verilen cevaplardan görülmektedir.

İlave olarak Tablo 1'de, öğrencilerin Endüstri 4.0 odaklı teknolojileri çok sık kullanmadıkları görülmektedir. Benzer şekilde, bireysel yenilikçilik açısından, ankete katılan öğrenciler yaratıcı ve yenilikçi kişiliklere sahip olduklarını düşünmektedir ancak bu alandaki, yeniliğe açık olmak ya da yeniliğe olan güven gibi diğer ölçümlerde orta seviyede (kararsız) kalmaktadırlar. Yenilikçilik Düzeyi'ne ait anket sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Çalışma sonuçları, Üniversite öğrencilerinin sahip olduğu orta seviyeli yenilikçiliğin Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkileyen bir etmen olamayacağını göstermektedir.

Son olarak, öğrencilerin teknolojiye olan algılarının ve tutumlarının, Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkilemek için yetersiz kaldığı görülmüştür.

Yapısal eşitlik modeli sonuçları; bu araştırma için ele alınan Endüstri 4.0 bilgi düzeyini etkileyebilecek etmenlerden sadece Endüstri 4.0 teknolojilerine olan algı ve tutumun, bilgi düzeyini etkilemektedir.

Model çalışması ve analizler; Üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 teknolojisine olan algılarının ortalamanın biraz üstünde olduğunu göstermektedir. Bu algı seviyesi de, Endüstri 4.0 teknolojilerine olan algı ve tutumun, bilgi düzeyine olan etkisini kısıtlı bırakmaktadır.

Son söz olarak, Üniversite öğrencilerinin Endüstri 4.0 teknoloji ve bileşenleri konusundaki farkındalık ve bilgi düzeyleri, yaşamakta olduğumuz devrimin hız ve teknolojilerini yakalamak bakımından yeterli düzeyde değildir. Ayrıca öğrencilerin okumakta olduğu Üniversite farkı da yoktur, yani farklı 5 Üniversite'nin öğrencileri arasında bu konuda ortalama bakımından bir farklılık olmadığı ANOVA sonucunda belirlenmiştir. Üniversite öğrencileri günlük yaşama yansıyan ürün ve kolaylıkları benimsemekte ve kullanmaktadır ancak altyapıyı oluşturan kavram ve teknolojilerden uzaktır. Bu durumu aşmanın yolu ise; Endüstri 4.0 ve dijital devrim ile ilgili dersler açılması, konferans, seminer vb. bilgilendirme aktivitelerinin çoğaltılması, meslek kuruluşları ve odaların farklı etkinlikler ile bu konuda hizmet vermesi olarak önerilebilir.

Kaynaklar

- Butting, A., Konar, S., Rumpe, B., & Wortmann, A. (2018). Teaching model-based systems engineering for industry 4.0: Student challenges and expectations. *In Proceedings of the 21st ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings*, 74-81, Copenhagen. doi : <https://doi.org/10.1145/3270112.3270122>
- Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., & Yin, B. (2017). Smart factory of Industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. *IEEE Access*, 6, 6505-6519. doi : <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2783682>
- Fırat, O.Z., ve Fırat, S.Ü. (2017a). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2), 211-223. doi : <https://doi.org/10.5152/iujbsb.2017.005>
- Fırat, S.Ü., ve Fırat, O.Z. (2017b). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114, 10-23. Erişim adresi : <http://toprakisveren.org.tr/tr-tr/alt-sayfalar/303/sayi-114>
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. Erişim adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/002224378101800104>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. *In 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, IEEE, 3928-3937, Koloa, HI. doi : <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Kaygısız, E. ve Sipahi, H. (2018). Y kuşağı üniversite öğrencilerinin bireysel yenilik ve Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 18(2), 922-936. doi : <https://doi.org/10.21547/jss.442879>
- Khajeheian, D., Colabi, A.M., Shah, A.K., Binti, N., Radzi, B.W.M., Jasimah, C.W., & Jenatabadi, H.S. (2018). Effect of social media on child obesity: Application of structural equation modeling with the Taguchi method. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1343. doi : <https://doi.org/10.3390/ijerph15071343>
- Lasi, H., Kemper, H., Fettke, P., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industrie 4.0. *Wirtschaftsinf*, 56, 261-264. doi : <https://doi.org/10.1007/s11576-014-0424-4>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information*, 6, 1-10. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Milton, J. S. & Arnold, J. C. (2003). *Introduction to probability and statistics: Principles and applications for engineering and the computing sciences*. New York: McGraw-Hill.
- Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi, S. (2017). How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey. *Procedia Manufacturing*, 11, 1501-1509. doi : <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.282>
- Özkoç, H.H., ve Karalar, H. (2019). K12 ve lisans öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramına ilişkin algıları. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 243-258. doi : <https://doi.org/10.17494/ogusbd.548351>

- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214. doi : <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for Industry 4.0 and beyond. *Procedia Cirp*, 52, 173-178. doi : <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
- Roblek, V., Mesko, M., & Krapez, A. (2016). A complex view of Industry 4.0. *Journal of SAGE Open*, 6(2), 1-11. doi : <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>
- Souza De Oliveira, P., & Sommer, L. (2017). Globalization and digitalization as challenges for a professional career in manufacturing industries—differences in awareness and knowledge of students from Brazil and Germany. *Education Sciences*, 7(2), 55. doi : <https://doi.org/10.3390/educsci7020055>
- Temel, K. (2019). Endüstri 4.0 farkındalığının belirlenmesi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 14(1), 31-44. Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/girkal/issue/46790/568616>
- Torun, N.K., 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. doi : <https://doi.org/10.18092/ulikidince.444410>
- Yaşlıoğlu, M.M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 46(0), 74-85. Erişim adresi : <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuisletme/issue/32177/357061>
- Yıldız, S.C., & Fırat, S.Ü. (2019). A study on Industry 4.0 awareness of undergraduate students by using structural equation modeling. *International Statistics Congress Proceedings*, 640-652, Muğla. Erişim adresi : https://drive.google.com/file/d/13KN_MjmbuwLgcYIXNRllkZvS0h9Z2ekS/view
- Zhong, R.Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S.T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616-630. doi : <https://doi.org/10.1016/j.ENG.2017.05.015>