



Endüstri Mühendisliği Eğitimi ve Endüstri 4.0 İlişkisinin ESOĞU Endüstri Mühendisliği Öğrencileri Bakışıyla Analizi

Analysis of Industrial Engineering Education and Industry 4.0 Relationship with ESOĞU Industrial Engineering Students' Perspective

Esra Sertel¹ , Yeliz Buruk Şahin² , A. Attila İşlier² 

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sivrihisar Meslek Yüksek Okulu, 26600 Eskişehir, TÜRKİYE

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 16/09/2019

Kabul / Accepted: 17/12/2019

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/12/2019

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2020

Öz

Yeni teknolojilerle şekillenen, sürekli değişim ve gelişim gösteren endüstriyel ortam sebebiyle, işgücüne katılmak üzere olan öğrenciler, endüstrinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılamalıdır. Bu durum, öğrencilerin kendilerini geliştirmeleri ve aldıkları akademik eğitimin de yeni teknolojilerle uyumluluğu ile sağlanabilir. Bu bağlamda, endüstri mühendisliği öğrencilerinin Endüstri 4.0 başlığı altında konumlanmış yeni teknolojilere olan ilgilerinin ve bilgi düzeylerinin tespiti, öğrencilerin kendilerini hangi konularda yetkin ya da yetersiz hissettiklerinin araştırılması önemlidir. Bu çalışmanın amacı, endüstri mühendisliği öğrencilerinin Endüstri 4.0 farkındalıklarının araştırılmasıdır. Çalışmada kullanılan veriler, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği'nde 2018 Bahar döneminde eğitimine devam eden öğrencilere anket çalışması uygulanarak elde edilmiştir. Bu doğrultuda, 118 katılımcıdan elde edilen anket verileri kullanılarak SPSS programı aracılığıyla yapılan istatistiksel analizler yorumlanmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin Endüstri 4.0'a bakış açısını ortaya koymuş ve mühendislik eğitimi ile ilgili öncelikli hususları ve öğrencilerin beklentilerini açığa çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler

“Endüstri 4.0, Mühendislik Eğitimi, Anket Çalışması, Öğrenci Görüşleri”

Abstract

Due to the constantly changing and evolving industrial environment shaped by new technologies, students who are about to join the labor force must meet the needs and expectations of the industry. This can be ensured by the students' self-improvement and the compatibility of their academic education with the new technologies. In this context, to determine the level of knowledge and interest of industrial engineering students on new technologies related to Industry 4.0, and to investigate on which subjects they feel themselves competent or inadequate is getting more and more important. The aim of this study is to investigate the Industrial 4.0 awareness of industrial engineering students. The data used in the study were obtained from the questionnaire applied to the students who were studying in the Industrial Engineering Department of Eskişehir Osmangazi University in the spring term of 2018. The results revealed the students' view of Industry 4.0 and highlighted the priorities and expectations of students about engineering education.

Key Words

“Industry 4.0, Engineering Education, Questionnaire Survey, Student Opinions”

1. Giriş

Geçmişte imalat sektörü, endüstriyel devrimlerden ciddi şekilde etkilenmiştir. Günümüzde ise bu etkilenme yaşamın tüm alanlarını kapsamaktadır. Söz konusu devrimler, üretim süreçleri yanında işgücü pazarı ile eğitim sistemlerinin de dönüştürülmesini gerektirmektedir. Bu süreçte bazı yeni meslekler ortaya çıkarken, bazılarının da kaybolduğu görülmektedir.

Endüstri 4.0 çerçevesinde en önemli varlığın insan faktörü olduğu söylenebilir. Gerçekten de dijital dönüşüm sürecinde insan önemli bir bileşendir. Pek çok kişi dijital çözümleri ve robot teknolojilerini işini kaybettirecek bir tehlike olarak görmektedir. Ancak, teknolojinin işleri kolaylaştırma avantajı göz ardı edilemez. Ayrıca, robotlaşma ve otomasyon nedeniyle âtıl kalacak işgücü için başka fırsatlar ortaya çıkacağı da açıktır (Nagy vd., 2018). Endüstriyel teknolojilerdeki gelişmeler doğrultusunda, genç neslin teknik ve mühendislik konularındaki eğitiminde mevcut sistem ve yöntemlerin yeterliliklerinin yeniden değerlendirilmesi gerekliliği doğmuştur (Richert vd., 2016; Benešová ve Tupa, 2017). Günümüz öğrencileri globalleşen dünyada, gün geçtikçe otomatikleşen fabrikalarda daha esnek çalışma koşulları ile karşılaşarak, kendilerine bu alanda yer bulmaya çaba göstereceklerdir. Bu yönüyle, uyum sürecine katkı sağlayacak yeni beceri ve yeteneklere sahip olmak oldukça önemlidir. Yüksek teknolojiyi yönetmekte sadece yüksek beceri ile donatılmış personelin başarılı olabileceği açıktır. Sanayi Üniversite iş birlikleri de özellikle bu noktada önem taşımaktadır (Baygin vd., 2016).

Endüstri 4.0 alanındaki çalışmalar iş yaşamının çeşitli alanlarına etkisi olduğu düşünülen birçok bileşeni ve teknolojiyi ele almaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerine uyum sağlamak yoluyla üreticiler yeni pazarlar edinebilecek, büyüyen ekonomi ile birlikte ihtiyaçlarını karşılayabilecek, pazara yeni ürün ve hizmetler sunabilecektir. Endüstri 4.0'ın getirdiği değişimin –diğer meslek dalları yanında- Endüstri mühendislerinin bilgi ve yetenek gereksinimlerini de değiştirme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Endüstri mühendisliği eğitimi ve müfredatının da bu doğrultuda değiştirilmesi ve bu yeni sanayi devrimi aşamasına uyum sağlaması beklenmektedir.

Literatürde mühendislik ve özellikle endüstri mühendisliği eğitimine yönelik değerlendirmelerde bulunan çalışmalar ele aldıkları konular ve kullanılan yaklaşımlar boyutunda incelenmiş ve sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Literatür araştırması

Yazar	Yıl	Ele Alınan Konu	Kullanılan Yöntem/Yaklaşım
Chen vd.	2005	Endüstri mühendisliği müfredat içeriğinin yaratıcılığı destekleme bakış açısıyla değerlendirilmesi	Torrance yaratıcı düşünme testi
Acar	2007	Üniversite öğrencilerinin eğitim kalitesine bakışının incelenmesi	AHPve Servqual
Erden	2008	Fiziksel ürün tasarım dersi değerlendirmesi	Ders içeriği/ proje uygulama tanıtımı
Loyalka vd.	2014	Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin'deki mühendislik eğitiminin kalitesinin araştırılması	Geçmiş dönem verilerinin analizi, anket çalışması
Erginel vd.	2016	Türkiye'de çalışan endüstri mühendislerinin mevcut durumunun ve mesleğin geleceğinin değerlendirilmesi	Anket çalışması
Braghirolli vd.	2016	Endüstri mühendisliği birinci sınıf öğrencileri için eğitimsel oyunların başarısının değerlendirilmesi	Eğitimsel oyun, anket çalışması
Uçar ve İşleyen	2019	Endüstri mühendisliği eğitimi veren üniversitelerin değerlendirilmesi	Anket çalışması

Tablo 1'deki çıkarsamalar analiz edildiğinde eğitim çerçevesinde yapılmış olan çalışmaların günümüz sanayi gereksinimlerini dikkate almadan özellikle öğrenci ve mezun gruplara yapılmış analiz sonuçlarının paylaşımı olduğu ifade edilebilir. Literatürde Endüstri 4.0 ile eğitim gerekliliklerini ilişkilendiren çalışmaların ise son derece az sayıda olduğu dikkati çekmektedir. Sackey ve Bester (2016), Endüstri mühendisliği müfredatının Endüstri 4.0 boyutunda değerlendirilmesi için literatür araştırması yapmış ve bir anket çalışması uygulamıştır. Motyl vd. (2017), genç mühendislerin Endüstri 4.0'a hazır olmak için kazanmış olmaları gereken yetenek ve uzmanlıkların belirlenmesi için bir anket çalışması gerçekleştirmiş ve sonuçlarını değerlendirmiştir. Paravizo vd. (2018), Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde oyun mekanizmalarının (gamification) nasıl kullanılabilirliğini ve eğitimde sürdürülebilirliği etkisini araştırmıştır.

Bu çalışmada ise, diğer çalışmalardan farklı olarak, Endüstri 4.0 ile uyumlu olabilmek için mevcut eğitim sistemi içinde Endüstri Mühendisliği bölümü öğrencilerinin Endüstri 4.0 konusundaki farkındalıklarının belirlenmesi ve böylece yapılabilir tespitler çerçevesinde eğitim boyutunda yenilikler ortaya koyacak görüşlerin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bilindiği kadarıyla, yeni sanayi devrimi Endüstri 4.0 ile gelen ihtiyaçları tespit ederek öğrencilerin mevcut donanımlarını ve görüşlerini analiz eden ilk çalışmadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Endüstri devrimleri ve özellikle Endüstri 4.0 hakkında genel bilgi verilmiş, ayrıca Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan kavramlar kısaca tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde, araştırmanın amacına ve gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen verilerin analizlerine yer verilmiştir. Son bölüm olan sonuç ve önerilerde ise, bu araştırma ile elde edilen sonuçlar, bu sonuçların önemi ve katkıları ile ileriki araştırmalar için önerilere yer verilmiştir.

2. Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0'da Temel Kavramlar

Bu bölümde kısaca sıralanan endüstriyel değişimler sadece sanayi ve üretimi değil toplumların demografik özelliklerini, kültürlerini ve ekonomileri derinden etkilemiştir. Endüstri Devrimi öncesi ekonomik faaliyetler temelde tarım ve hayvancılığa dayalı iken, Endüstri Devrimi ile birlikte makineleşme doğmuş ve kitle üretimi ortaya çıkmıştır (Stearns, 2018).

Endüstri 1.0: ilk etkilerini İngiltere'de 1760 ve 1830 arasında dokuma tezgâhları ile göstermeye başlamıştır (Mokyr, 2018). Makineleşme ile odun yerine taş kömürü ve buhar kullanılmaya başlanmıştır. Eski usul aile şirketleri ve küçük işletmeler yerlerini daha büyük fabrikalara bırakmış, buharın, kömürün enerji kaynağı, demirin de hammadde olarak kullanımı tren yollarının gelişim sürecini hızlandırmıştır (Lasi vd., 2014).

Endüstri 2.0: teknoloji devrimi olarak da adlandırılan dönemde, üretim sistemlerinde elektriğin kullanılması ve montaj hatlarında da elektrik enerjisi kullanımı ilk önemli gelişmelerdir. Elektrikle çalışan ilk demontaj hattı, 1870'lerde ABD Cincinnati'de bir mezbahada kesim sürecinde hayata geçirilmiştir. Bundan ilham alan Henry Ford'un, otomotivde hareketli montaj bantlarını kullanmaya başlanması endüstrileşme ve seri üretime geçiş sürecinde önemli gelişmelerdir (Özudoğru vd., 2018). Hayat koşulları hızla değişirken, sosyal ve ekonomik olarak önemli merkezler kurulmuş, kasabadan şehirlere göç hızlanmıştır. 1. Endüstri Devrimi etkilerini İngiltere ve Avrupa çapında göstermiş iken, 2. Endüstri devrimi ABD ve Japonya gibi birçok bölgeyi etkileyerek tüm dünyaya yayılmıştır.

Endüstri 3.0: üretimde otomasyon olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçte, bilgisayar, fiber optik, nükleer, biyotarım, lazer ve biyogenetik gibi bilimsel gelişmeler üretim yöntemlerini etkilemiştir. Ticaret ve endüstri, iletişim ve ulaştırma imkânları sayesinde küreselleşmiştir. Bu süreçteki, en önemli gelişmeler dünya kaynaklarının hızla tükenmesi ve sürdürülebilirlik kavramının öne çıkması olmuştur. Ürünlere olan talep üç boyutta önem kazanmıştır: Hacim, çeşitlilik ve teslim süresi (Yin vd. 2018).

Endüstri 4.0: ilk kez 2011'de Almanya Hannover Fuarı'nda tanıtılan Endüstri 4.0, insan gücü olmadan çalışan makinelere ve üretim sistemlerine odaklanmaktadır. Benzer teknolojiler Amerika'da "Endüstriyel İnternet" ve Çin'de "İnternet +" olarak isimlendirilmiştir (Wang vd., 2016b)

Akıllı teknolojilerin yönlendirdiği bu devrim, nesnelerin ve hizmetlerin interneti gibi kavramları beraberinde getirmiştir (Gu vd., 2019). Üretimin gelecekte, daha verimli üretim sistemleri içermesi ve ürünlerin kendi üretim süreçlerini kontrol etmesi beklenmektedir (Lasi vd., 2014). Endüstri 4.0'dan beklenen başlıca katkılar; üretim birimlerinin karşılıklı iletişimi, gerçek zamanlı ulaşılabilir veriler ve yüksek katma değerdir. Her dönemde olduğu gibi, 4. Sanayi devrimi de ihtiyaçlar sonucu ortaya çıkmıştır. Almanya öncülüğünde başlayan süreçte temel hedef, işgücüne olan ihtiyacı azaltarak rekabet avantajı sağlamak ve maliyetleri düşürmek olmuştur.

Genç nesli en çok etkileyecek kavramlar yeni sanayi devrimi Endüstri 4.0 ile birlikte gelmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan ve uygulanabilirliğini destekleyen temel kavram ve araçlar hakkında kısaca şu şekilde sıralanabilir:

- **Nesnelerin İnterneti:**

İlk olarak, 1990'da Kevin Ashton tarafından tanıtılmış, ancak Endüstri 4.0 ile hayata geçirilmiştir. Nesnelerin İnterneti'nin, kendi kendini yönetebilen akıllı teknolojiler sayesinde internete tam teşekküllü erişimi sağlayarak, Endüstri 4.0'ın başlamasına ön ayak olduğu söylenebilir. İçerisinde ağ bağlantısı bulunan fiziksel cihazların iletişimini ve uzaktan kumanda faaliyetlerini içermektedir. Günümüzde, uygulama alanları "giyilebilir teknoloji", "akıllı evler ve şehirler", "sağlık sektörü" ve "imalat" sektörüdür. Gelecekteki potansiyel alanlarının ise, "trafik kontrolü", "enerjide eniyileme", "akıllı hasta ve ilaç takibi" gibi sektörler olacağı söylenebilir. Nesnelerin interneti teknolojisinin akıllı şehirler, imalat ve sağlık konularında farklı sektör ve şirket uygulama örnekleri Zhong vd. (2017)'de belirtilmiştir.

- **Akıllı ve İşbirlikçi Robotlar:**

Endüstri 4.0 akıllı robotlardan faydalanır. Akıllı robotlar üç temel bileşenden oluşur. Bu bileşenler; çevre kontrolü yapan "duyucular", değişiklikleri algılayan "işlemciler" ile yapay zekâ ve nasıl tepki verileceğine karar veren "dengeleyiciler"dir. Robotların anatomisinde temel bakış açısı, "dış kontrol olmadan en uzun çalışmayı" sağlamaktır. Otonom robotlar, üretim yöntemlerinin daha hassas olduğu durumlarda ve insanın çalışmasının kısıtlı olduğu alanlarda daha çok kullanılır. Verilen görevleri, hassas, zamanında ve güvenli şekilde yerine getirebilirler (Bahrin vd., 2016; Vaidya vd., 2018). Yeni nesil düşük maliyetli robotlar ile otomasyon hızlanacaktır. Arttırılmış duyu ve yazılım yetenekleri yanında yeni imalat donanımının daha akıllı ve fabrikaya uyumlu olacağı beklenmektedir (Kusiak, 2018).

- **Siber-Fiziksel Sistem**

Fiziksel üretimi izlemek ve etkinleştirmek için fiziksel süreçlerinin dinamiklerini yazılımla birleştiren bir kavramdır. Siber fiziksel sistem, karşılıklı olarak birbiriyle etkileşimli sistemlerin fiziksel varlıklarını ve hesaplama yeteneklerini yönetmek için dönüştürücü teknolojiler olarak tanımlanır (Lee vd., 2015). Fiziksel makineleri siber teknoloji ile bütünleştirerek daha

akıllı hale getirmeyi hedefler. Diğer ifadeyle, makineleri ekstra zeki ve esnek yazılımlar sayesinde kontrol eden sistemlerdir (Stock vd., 2018).

- **Katmanlı Üretim**

Şekillendirmede malzeme eksiltmeye yönelik geleneksel üretim yöntemlerinden farklı olarak, malzemeleri katmanlar halinde ekleyip son şeklini vermeye yönelik bir üretim işlemidir. Geleneksel imalata prototip hazırlama süreci hem maliyetli hem de zaman alıcı iken, katmanlı üretimde kullanılan 3D yazıcılar prototip oluşturma, düşük maliyetli üretim fırsatı ve yaratıcılık ile yeni fikirlerin oluşmasını sağlar. Katmanlı üretimin diğer yararları Tofail vd. (2018)'de özetlenmiştir.

- **Bulut Bilişim**

İnternet tabanlı bir bilgi işlem yaklaşımıdır. Birçok iş, birbirine bağlı bilgisayarlar tarafından geniş bir ağa paylaşılır. General Electric, Siemens, HP ve Facebook gibi şirketler bulut bilişimi kullanmaktadır. Bulut bilişim; veri depolama gibi sorunları uzaktan çözer. Örneğin büyük veri kümelerini depolamak maliyet ve kapasite gerektirir. Atlantic, Amazon, Google ve Microsoft gibi bulut sistem sağlayıcılar bilgiyi işleyebilen analitik araçlar dağıtır ve sunar (Gilchrist, 2016).

- **Sanal Gerçeklik Teknolojisi**

Bu teknoloji, bilgisayar tarafından üretilmiş ses ve şekillerle zenginleştirilmiş, canlı ve gerçek dünya içerikleri ve çevreyi inceleyen GPS tabanlı doğrudan ya da dolaylı bir fiziksel görünümüdür. Sanal öğelerin bütünlük bir gerçeklik yaratarak fiziksel alana katılmasını sağlar. Bu teknolojiye, General Electric'in Brezilya'daki araştırma tesisinde; -çalışanların açık deniz petrol ve gaz platformları inşa etmesi ve bakımını yapması için yapılmakta olan- artırılmış gerçeklik deneyleri örnek olarak gösterilebilir (Özüdoğru vd., 2018).

- **Büyük Veri**

Bugün; bilgisayar araçları ile büyük miktarda bilgi üretilebilir, toplanabilir ve işlenebilir. Analiz edebileceğimiz bir büyük veri var. Yeni bir kavram olan 'büyük veri'; -tipik veritabanı yazılımları aracılığı ile sağlanamayan- veri toplama, saklama, yönetme ve analiz etme teknolojisidir (Banger, 2017).

- **Akıllı Fabrikalar**

Endüstri 4.0'ın önemli bir özelliği olan akıllı fabrika, akıllı üretim için ağlarla yapılandırılmış imalat sistemi ve dikey bütünlüşmeyi vurgular. Büyük veriye dayalı geribildirim ve eşgüdüm ile yönlendirilen ve kendi kendini düzenleyen çok ajanlı bir sistem yapısındadır. Nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim ve yapay zekâ teknolojileri akıllı fabrika uygulamalarına yardımcıdır (Wang vd., 2016a).

3. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramına ilişkin görüşlerini tespit ederek, bu konuya yönelik genel yaklaşımlarını ve farkındalıklarını değerlendiren ve var olan durumu ortaya koymayı amaçlayan bir çalışma olup, katılımcılara uygulanan bir anketten derlenen verilere dayanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Geleceğin endüstri vizyonu olarak adlandırılacak Endüstri 4.0, önümüzdeki yıllarda üretim ve hizmet sektöründe köklü değişikliklere yol açacaktır. Bu süreçte daha fazla nitelikli elemana ihtiyaç duyulacağı açıktır. Üreticiler, tedarikçiler ve teknoloji şirketlerinin ihtiyacı olan nitelikli ve alanında uzman elemanların da üniversiteler tarafından sağlanması beklenmektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0'ın gerektirdiği niteliklerle donatılması gereken üniversite öğrencilerinin, değişmekte olan çalışma hayatında kendilerine yetkinlik kazandıracak eğitime ve sanayi devriminin geldiği son noktaya ilişkin görüşleri önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin Endüstri 4.0'a bakış açısının ve bu konudaki farkındalık seviyelerinin anlaşılması, endüstri mühendisliği eğitiminde geleneksel yaklaşımdan çağın gerektirdiği müfredata geçişin öğrenciler arasında nasıl karşılanacağını belirlemesidir. Bunu sağlayabilmek için de, öncelikle katılımcı öğrencilerin Endüstri 4.0 kavramına ilişkin görüşlerini ortaya koyarak, farkındalıkların tespit edilmesi hedeflenmiştir.

3.2. Anket Tasarımı ve Veri Analizi

Endüstri Mühendisliği öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramına ilişkin görüşlerini tespit etmek için yapılan araştırmada, örnek olay modeli kullanılmış, veri toplamak için “Endüstri 4.0 Öğrenci Farkındalık Anketi” uygulanmıştır.

Araştırmanın ana kütlesini, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğrencileri oluşturmaktadır. Söz konusu ana kütle birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarda okumakta olanlar ile yüksek lisans ve doktora öğrencilerini kapsamaktadır. 2017-2018 bahar döneminde lisans düzeyinde birinci öğretimde 498, ikinci öğretimde 432 olmak üzere 932 öğrenci; lisansüstü düzeyde ise 151 yüksek lisans, 29 doktora düzeyinde olmak üzere 180 öğrenci mevcuttur. Toplam 1112 öğrenci için %10 hata payıyla, %95 güven düzeyinde 89 katılımcının yeterli olacağı hesaplanmış, 118 öğrencinin katılımı ile araştırma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, öğrencilerin Endüstri 4.0’a bakış açılarını tespit etmek için, veri toplama yöntemi olarak -ilgili literatürden de yararlanıp- bir anket geliştirilmiştir. Bilgi derleme formu şeklindeki çevrimiçi anket, ESOĞÜ Ders Yönetim Sistemi (DYS) üzerinden kayıtlı olan bütün öğrencilere gönderilmiş ve arzu eden öğrencilerin katılımı sağlanmıştır. Anket, 1-30 Mayıs 2018 tarihleri arasında açık kalmış ve katılım çağrısına 118 öğrenci tarafından olumlu geribildirim yapılmıştır.

Anket formu üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde katılımcı hakkındaki yaş, cinsiyet, sınıf, staj ve iş tecrübesi gibi bilgileri içeren demografik sorular, ikinci bölümde ise lisans eğitimine yönelik sorular sorulmuştur. Bu bölümün başında; endüstri mühendisliği yazılımlarına, kodlama bilgisine, modelleme, benzetim teknikleri kullanımı sorgulanırken ortak/seçmeli ders alınmasında fayda görülen diğer bölümler hakkındaki görüşlerine yönelik sorulara da yer verilmiştir. Üçüncü bölümde öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili konulardaki bilgi düzeylerini tespit etmek adına sorulan sorular yer almıştır. Endüstri 4.0 ile ilgili projelerde görev alma, Endüstri 4.0 platformlarına üye olma durumları ve Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaşmasıyla toplumda ve üretim sektöründe oluşacak değişimler hakkındaki görüşlerine yönelik sorular yer almıştır.

Ankette yer alan maddeler, “1: Kesinlikle Katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle Katılıyorum” olmak üzere, 5’li Likert ölçeğine göre derecelendirilmiştir. “Google Documents” ile çevrimiçi bilgi toplama formuna dönüştürülüp DYS üzerinden katılımcılara ulaştırılan anket formuyla elde edilen 118 geri dönüşten elde edilen veriler, MS Excel ve SPSS 22 paket programı ile analiz edilmiştir.

Cronbach Alpha testi, önceden belirlenmiş ölçekler doğrultusunda düzenlenmiş olan ankete verilen cevapların tutarlılığını ölçen istatistiksel bir yöntemdir. Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı ise, ölçek içindeki maddelerin iç tutarlılığının ve homojenliğinin bir göstergesidir. Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı ne kadar yüksek olursa, “ölçekte bulunan soruların birbirleriyle tutarlı ve aynı özelliğin öğelerini ortaya koydukları” yorumu yapılır. Likert tipi bir ölçekte yeterli sayılabilecek güvenilirlik katsayısı olabildiğince 1’e yakın olmalıdır. Güvenilirlik katsayısının 0,8’den büyük olması yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu göstermek için yeterlidir (Uçar ve İşleyen, 2019). SPSS 22 ile yapılan analiz sonucunda Cronbach Alpha değeri 0,937 olarak bulunmuştur. Bu durumda, ölçekte bulunan soruların tutarlı olduklarını ve aynı özelliğin öğelerini ortaya koyduklarını söylemekte sakınca yoktur.

4. Bulgular ve Tartışma

Çevrimiçi yaklaşımla uygulanan ankete dair çözümlenmeler yapılırken, öncelikle çeşitli sorulara ilişkin yanıtların dağılımları grafiksel olarak incelenmiştir. Cinsiyet, sınıf, staj ve iş durumu gibi tanımlayıcı bilgiler sunulmuştur. Korelasyon analizi ve tek yönlü varyans analizi gibi uygun istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

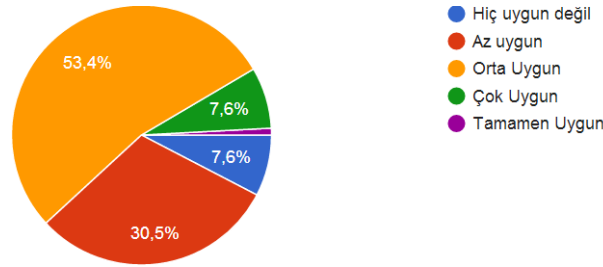
4.1 Grafiksel Analiz

Anketin ilk bölümündeki sorulara verilen yanıtlarla katılımcılar hakkında birtakım tanımlayıcı bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler Tablo 2’de yer almaktadır. Araştırmaya katılanların 75’i kadın (%64) ve 43’ü erkektir (%36). Katılımcıların kayıtlı oldukları sınıflar incelendiğinde 52 kişi birinci sınıf (%44), 26 kişi ikinci sınıf (%22), 22 kişi üçüncü sınıf (%19), 10 kişi dördüncü sınıf (%8), 8 kişi ise (%7) YL/DR öğrencisidir. Staj, iş tecrübesi ve çalışılan sektörlerle ilişkin veriler Tablo 2’de görüldüğü gibidir.

Tablo 2. Tanımlayıcı Bilgiler

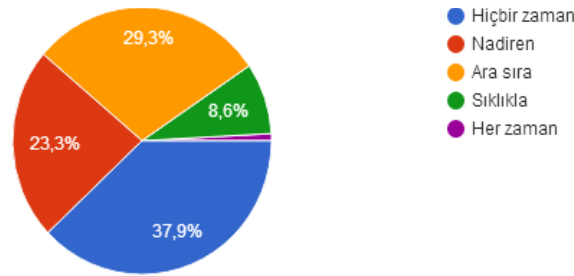
Tanımlayıcı Bilgiler	Frekans	Oran (%)	Tanımlayıcı Bilgiler	Frekans	Oran (%)
<u>Cinsiyet</u>			<u>Anket sırasında çalışıyor olma durumu</u>		
Kadın	75	63,6	Yarı zamanlı	12	10,2
Erkek	43	36,4	Tam zamanlı	8	6,8
<u>Sınıf</u>			Çalışmıyor	98	83,1
1	52	44,1	<u>İş deneyimi bulunan sektörler</u>		
2	26	22,0	Gıda	7	17,5
3	22	18,6	Otomotiv	7	17,5
4	10	8,5	Kamu/eğitim/askeri personel	6	15
YL/DR	8	6,8	Bankacılık	3	7,5
<u>Staj</u>			Bilgi işlem	4	10
Evet	39	33,1	Kimya/tekstil/endüstriyel ürünler	7	17,5
Hayır	79	66,9	Lojistik	1	2,5
			Diğer	5	12,5

Anketin ikinci bölümü, lisans eğitimine yönelik soruları içermektedir. Öğrenim görmekte oldukları bölüme ilişkin, Endüstri Mühendisliği mevcut ders müfredatının sanayinin ihtiyaçlarına uygunluğu konusundaki görüşleriyle ilgili soruya verilen cevaplar değerlendirildiğinde, öğrencilerin büyük bir kısmı (%53,4) Şekil 1’de görüldüğü gibi müfredatın ‘orta derecede uygun’ olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 1. Endüstri mühendisliği mevcut ders müfredatının sanayi ihtiyaçlarına uygunluk durumu

Modelleme ve benzetim teknolojilerini kullanma sıklıklarını belirtmeleri istenen katılımcılardan %37,9’a karşı gelen 44’ü, modelleme ve benzetim teknolojilerini hiçbir zaman kullanmadığını bildirmiştir. Her zaman ya da sıklıkla kullananların oranı Şekil 2’de görülebileceği gibi sırasıyla %0,9 ve %8,6 olmak üzere oldukça düşüktür.



Şekil 2. Modelleme ve benzetim teknolojilerini kullanma sıklığı

Endüstri mühendisliği eğitimine ilişkin yöneltilen “kullandığınız yazılımlar” sorusuna ilişkin gelen yanıtlar analiz edildiğinde, katılımcıların Excel Solver, LINGO ve MatLab yazılımını daha fazla bildikleri belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Endüstri mühendisliği yazılımları bilgi düzeyi

	Hiç	Az	Orta	Çok	Tamamen
ARENA	73,8	11,0	11,0	3,4	0,8
GAMS	80,5	5,1	8,5	4,2	1,7
LINGO	60,2	20,3	11,9	5,1	2,5
MATLAB	55,1	26,3	13,6	4,2	0,8
Excel Solver	37,3	24,5	26,3	8,5	3,4
Simul8	96,6	0,86	2,54	0,0	0,0
AweSim	95,8	2,54	1,69	0,0	0,0
Simsci/Sim4me	96,6	0,85	2,54	0,0	0,0
R	95,8	0,85	3,35	0,0	0,0
WinQSB	84,7	7,6	4,2	2,5	0,8

Tablo 4’te görüldüğü üzere, katılımcıların bildikleri programlama dilleri ile ilgili soruya verilen yanıtların dağılımı incelendiğinde orta bilgi düzeyinde %44,1’lik yüksek bir oranla Visual Basic öne çıkmaktadır.

Tablo 4. Kodlama yapılabilen bilgisayar programlama dillerine ilişkin bilgi düzeyi

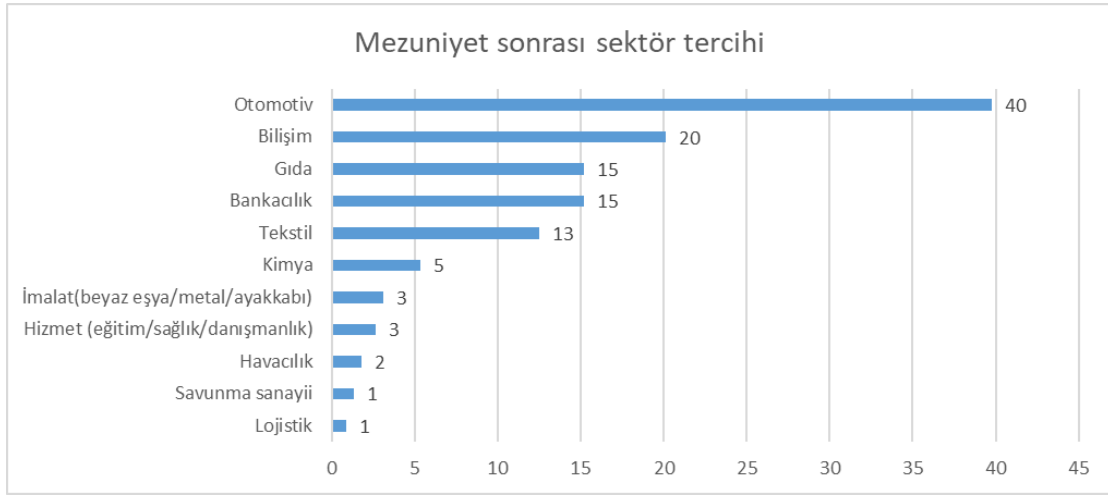
	Hiç	Az	Orta	Çok	Tamamen
FORTTRAN	95,8	1,7	1,7	0,8	0,0
C	73,7	14,4	5,9	5,1	0,8
C++	72,9	16,9	8,5	0,8	0,8
C #	74,6	13,6	10,2	0,8	0,8
MatLab	59,3	25,4	10,2	4,2	0,8
Visual Basic	11,9	28,8	44,1	12,7	2,5
PYTHON	89,0	5,1	4,2	1,7	0,0

Öğrencilerin disiplinler arası yaklaşımlara bakış açısı incelendiğinde, en çok bilgisayar mühendisliği, işletme ve endüstri ürünleri tasarımı bölümleri ile ortak ders almanın yararlı olacağını düşünmektedir (Tablo 5). Maden mühendisliği ve jeoloji mühendisliği bölümleriyle ise ortak ders almanın katkısının en az olacağı belirtilmiştir.

Tablo 5. Endüstri Mühendisliği Bölümü seçmeli ders gruplarında ortak dersler bulunmasının yararlı olacağı disiplinler

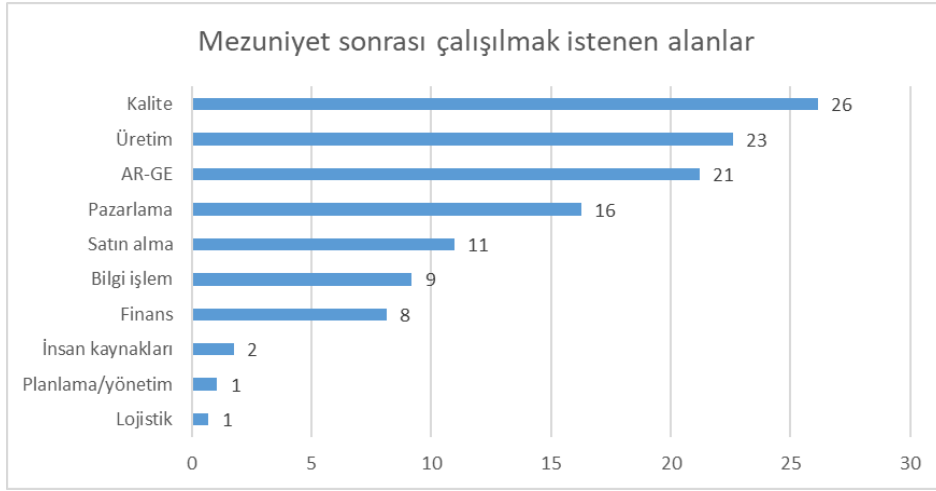
	Hiç	Az	Orta	Çok	Tamamen
Makine Mühendisliği	5,1	36,4	33,9	17,8	6,8
Bilgisayar Mühendisliği	2,5	6,8	30,5	46,6	13,6
İnşaat Mühendisliği	45,8	39,8	11,0	1,7	1,7
Kimya Mühendisliği	37,3	41,5	16,9	3,4	0,8
Elektrik Elektronik Müh.	16,9	24,6	44,9	9,3	4,2
Maden Mühendisliği	68,6	26,3	4,2	0,8	0,0
Jeoloji Mühendisliği	69,5	27,1	3,4	0,0	0,0
Metalürji Malzeme Müh.	25,4	27,1	29,7	13,6	4,2
İşletme	1,7	9,3	32,2	42,4	14,4
Mimarlık	49,2	27,1	15,3	5,1	3,4
Endüstri ürünleri tasarımı	11,0	21,2	30,5	27,1	10,2

Öğrencilerden, mezun olduklarında çalışmayı istedikleri sektörler konusunda görüş belirtmeleri istenmiştir. Buna göre en çok tercih edilen sektör Şekil 3'te görüldüğü üzere otomotiv olmuştur. Bilişim, gıda, bankacılık ve tekstil de tercih edilen sektörlerdendir.



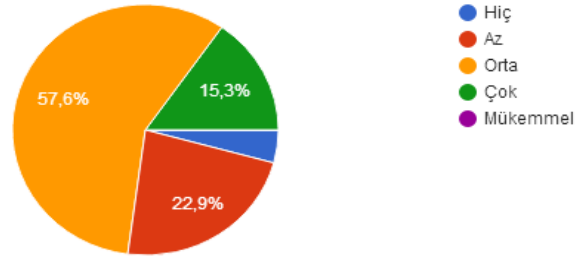
Şekil 3. Öğrencilerin mezuniyet sonrası en çok çalışmak istedikleri sektörler

Şekil 4'te ise mezuniyet sonrası çalışmak istenilen alanlara ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Kalite, üretim, Ar-Ge bölümlerinin öncelikli olarak tercih edildiği görülmüştür. Bir kuşak önce parlamış olan ve endüstri mühendisliği mezunlarının çok işine yarayan "kalite kontrolün" halen revaçta ve güncel olması ilgi çekicidir.



Şekil 4. Öğrencilerin mezuniyet sonrası çalışılmak istedikleri alanlar

Katılımcılara sorulan “Endüstri 4.0 konusunda bilgi düzeyinizi belirtiniz” sorusuyla Endüstri 4.0 kavramı hakkındaki genel bilgi düzeyleri belirlenmek istenmiştir. Verilen yanıtların dağılımı Şekil 5’te görülmektedir. Buna göre, en büyük pay %57,6 ile orta bilgi düzeyidir.



Şekil 5. Endüstri 4.0 konusunda beyan edilen bilgi düzeyi

Daha sonra katılımcıların Endüstri 4.0 kavramının alt bileşenleri hakkındaki bilgi düzeylerini tespit edebilmek için her bileşene dair ayrı sorular sorulmuştur. Tablo 6’da, 5’li Likert ölçeğiyle verilen cevapların seviyelere göre dağılımı görülmektedir.

Tablo 6. Ayrı ayrı Endüstri 4.0 bileşenleri ile ilgili bilgi düzeyleri

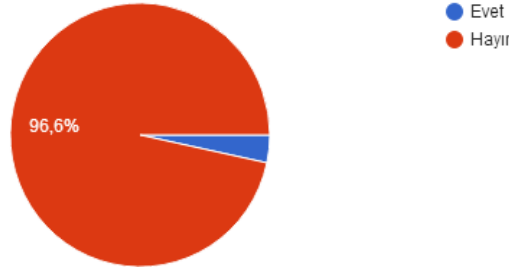
	Hiç	Az	Orta	Çok	Tamamen	Ortalama puan
Yapay Zekâ	5,1	22,0	46,6	22,9	3,4	2,97
Bilgi Teknolojisi	6,8	22,0	54,2	15,3	1,7	2,83
Büyük Veri	14,4	28,0	37,3	18,6	1,7	2,65
Bilgisayar Ağı	9,3	35,6	39,0	15,3	,8	2,63
Otomasyon	12,7	26,3	43,2	15,3	2,5	2,69
Bilgi Güvenliği	11,0	33,1	36,4	15,3	4,2	2,69
Finansal Teknoloji	22,9	34,7	32,2	7,6	2,5	2,32
Sürdürülebilirlik	16,1	28,8	37,3	16,1	1,7	2,58
Lojistik Veri Merkezi	24,6	40,7	27,1	7,6	0,0	2,18
Bulut Bilişim	12,7	27,1	37,3	18,6	4,2	2,75
Nesnelerin İnterneti	17,8	22,0	39,0	16,9	4,2	2,68

Ankette yer alan sorulardan biri de öğrencilerin lisans eğitimi süresince Endüstri 4.0 konusunda yapılan çalışmalara katılıp katılmadıklarını belirlemeye yöneliktir. Şekil 6’daki sonuçlardan görüldüğü gibi, 118 kişiden 82’si, diğer deyişle %70,7’lik büyük bir çoğunluğu bu konuda bir çalışmaya katılmadıklarını belirtmişlerdir.



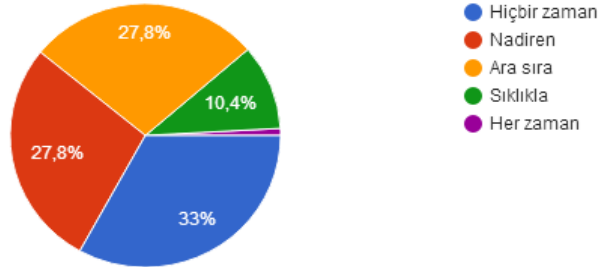
Şekil 6. Endüstri 4.0 konusunda yapılan çalışmalara katılım durumu

Şekil 7’de görüldüğü gibi katılımcılara yöneltilen “Endüstri 4.0 platformlarına (forumlar, topluluklar vb.) üye misiniz?” sorusuna ancak %3,4’lük küçük bir kısım ‘evet’ cevabı vermiştir.



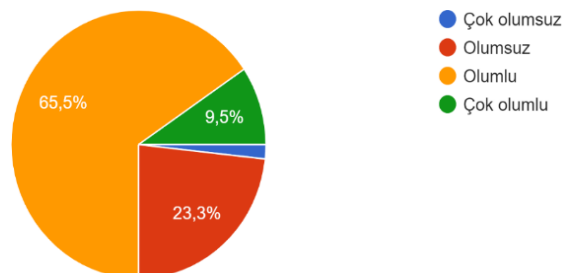
Şekil 7. Endüstri 4.0 platformlarına üye olma durumu

“Üniversite eğitiminiz sırasında Endüstri 4.0 konusunda çalışmalara katılma sıklığınızı belirtiniz” sorusuna gelen yanıtlar, Şekil 8’de görülebileceği gibi büyük bir çoğunluğun bu tür çalışmalara katılmadığını göstermektedir (118 öğrencinin sadece 13’ü bu tür çalışmalara sıklıkla ya da her zaman katıldığını söylemiştir).



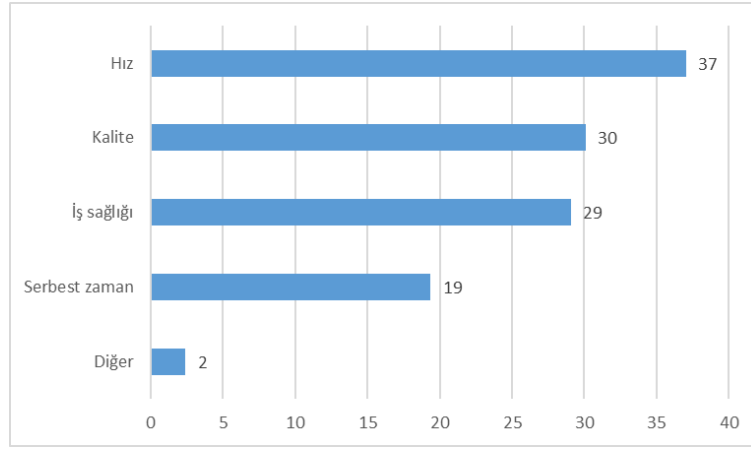
Şekil 8. Üniversite eğitiminiz sırasında Endüstri 4.0 konusunda çalışmalara katılma sıklığı

Katılımcılara sorulan, “Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaşmasının üretimi ve toplumu etkileyeceğini düşünüyor musunuz?” sorusuna, %95,7’lik oranla “evet” cevabı verilmiştir. Bu grubun büyük bir çoğunluğu, “Endüstri 4.0 uygulamalarının üretimi ve toplumu ne şekilde etkileyeceğini düşünüyorsunuz?” sorusuna ise olumlu (%65,5) veya çok olumlu (%9,5) yönde etkileyeceğini düşünmekte oldukları cevabını verirken; olumsuz ya da çok olumsuz etkiler görüleceğini düşünenlerin oranlarının toplamı Şekil 9’da görüldüğü gibi %25’e ulaşmıştır.



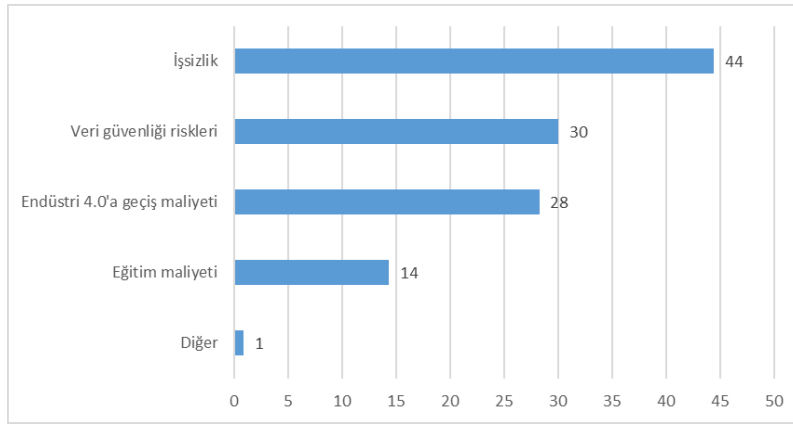
Şekil 9. Endüstri 4.0 uygulamalarının üretimi ve toplumu etkileme durumu

Olumlu etkiler gözleneceğini ifade eden katılımcıların, bunların neler olabileceği konusundaki görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Yanıtlarda, “hız”, “kalite”, “iş sağlığı ve güvenliği”, “serbest zaman” unsurlarına yoğunlaşırken, “diğer” başlığı altında “maliyetlerin azalması”, “üretim ve talep esnekliği”, “kişiyeye özel üretim imkânı” ve “enerji tasarrufu sağlanması” gibi faydalar vurgulanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Endüstri 4.0'ın olumlu etkileri

Olumsuz etkilere yönelik görüşler ise; “işsizlik”, “veri güvenliği riskleri” ile “Endüstri 4.0'a geçiş ve eğitim maliyetleri” üzerinde yoğunlaşmıştır. Endüstri 4.0'ın sadece üretimi değil ülkelerin yönetim biçimlerini bile etkileyeceği, tüm ekonomik ve sosyal politikaların yeniden planlanması gerekeceği ve işçi sınıfının kaybolmasıyla dünyanın sonunun geleceği gibi görüşler de diğer maddesinde toplanmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Endüstri 4.0'ın olumsuz etkileri

4.2 Açık uçlu soruların değerlendirilmesi

“Endüstri Mühendisliği mevcut ders müfredatı düşünüldüğünde, size katkısı olacağını düşündüğünüz yeni ders önerileriniz varsa belirtiniz.” sorusuna verilen sözel yanıtlar incelendiğinde en fazla talebin “yazılım”, “programlama” ve “kodlama” eğitimlerinin yoğunlaştırılması yönünde olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin ifadelerinden bazıları şöyledir:

- Yapay Zekâ, Bulanık Mantık gibi konular ile kodlama içeren dersler olmalı,
- AutoCAD, MatLab, İleri Excel, Endüstri 4.0 dersleri verilmeli,
- Bilgisayar programlama ve yazılıma daha çok önem verilmeli,
- Kod yazma dersleri (C++ gibi),
- Sanayi işbirlikli, uygulamaya yönelik ders sayısı artırılmalı, özellikle, gerçek hayat uygulamalarının tartışıldığı dersler ilave edilmeli,
- Girişimcilik ve liderlik, Robotik, Yapay Zekâ, Benzetim, C#, C++ veya MatLab, bilgisayar destekli teknik resim (SolidWorks, AutoCAD) dersleri olmalı,
- Ürün geliştirme ve tasarım dersleri yer almalı,
- İkinci yabancı dil (Almanca, Rusça, vb.) müfredata eklenmeli,
- İletişim, yönetim ve organizasyon ile risk yönetimi gibi işletme temelli dersler yararlı olabilir,
- Liderlik eğitimi ve stres yönetimi gibi psikolojik dersler müfredata eklenmeli,
- Kendi bölümümüzde ileri yazılım ve kodlama düzeyinde ayrıntılı bir müfredat mevcut değildir. Öncelikle Phyton ve C dilleri öğretilmeli.

Anahtar kelimeler belirterek yanıtlamaları istenen “Endüstri 4.0 sizin için ne ifade ediyor?” sorusuna verilen cevaplardan dikkat çekici örnekler aşağıdaki gibidir:

- Olumlu anahtar kelimeler: “yenilik”, “hız”, “robot”, “yapay zekâ”, “insansız fabrika”, “kalite ve tam otomasyon”, “büyük veri”, “karanlık fabrika”, “siber fiziksel sistemler”, “teknoloji”, “robotlaşma”, “sanal gerçeklik teknolojisi”, “blockchain”, “bulut teknolojisi hizmetleri”, “robot çağı”.
- Olumsuz anahtar kelimeler: “işsizlik”, “korku”, “devrim”, “mavi yakanın sonu”, “kıyamet alametleri”.

“Endüstri 4.0 alanında kendinizi geliştirmek adına neler yapmayı düşünüyorsunuz?” diye sorulan katılımcıların ifade ve yorumları izleyen maddelerde belirtilmiştir:

- Endüstri 4.0 hakkında etkinliklere katılmak ve daha fazla araştırma yapmak,
- Bilgisayar programları öğrenmek,
- Bu konuda daha çok okumak,
- Bilgisayar sistemleri üzerine yoğunlaşmak ve eğitimler almak,
- Programlar ve bilişim üstüne kendimi geliştirmek,
- Yeni teknolojiler hakkında araştırmaları incelemek,
- Bazı önemli yazılım dillerini iyi derecede kullanabilmeyi öğrenmek,
- Otomasyon (özellikle Parça ve Robot Programlama) öğrenmek,
- Eğitim, panel vb. etkinliklere katılarak bilgimi artırmak,
- Endüstri 4.0’la ilgili alanlarda araştırma yapmak,
- Gelişen dünyaya daha hızlı cevap verebilmek için bu konu hakkında kendimi güncel tutmak,
- Gelecekte yok olacak ya da doğacak olan iş sektörleri, meslekler hakkında daha fazla bilgi edinip, kendim için uygun sektöre hazırlanmak.

4.3 Anket verilerinin istatistiksel analizi

Verilerin grafiksel olarak irdelenmesinin ardından, sonuçlarla ilgili yorumlar yapabilmek için bazı istatistiksel çıkarımlar yapılmıştır. Çalışmada, öğrencilerin Endüstri 4.0 konusundaki farkındalıklarının incelenmesi ve bu konudaki bilgi düzeylerinin belirlenip bu düzeyi etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, Endüstri 4.0 konusundaki bilgi düzeyi ile Endüstri 4.0 proje çalışmalarına katılma durumu, derslerde bu tür içeriklere dair uygulamalarla karşılaşma sıklığı, Endüstri 4.0 platformlarına üyelik gibi değişkenler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Bu değişkenler normal dağılıma uymadıkları için Spearman korelasyon katsayılarına bakılmıştır.

Şekil 12’de görüldüğü gibi, Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ile bu konudaki projelere katılma durumu arasında ($r=0,421$ ve $p<0,01$) pozitif yönlü anlamlı orta şiddette bir ilişki bulunmaktadır. Benzer şekilde, derslerde Endüstri 4.0 konulu içeriklerin uygulanma sıklığı ile Endüstri 4.0 bilgi düzeyi arasında da ($r=0,426$, $p<0,01$) orta şiddette pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0 platformlarına üye olma durumu ile bilgi düzeyi ilişkisi için korelasyon katsayısı 0,242 bulunmuştur. Buradan hareketle, iki değişken arasında zayıf da olsa pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir.

			Correlations			
			Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi	Endüstri 4.0 Proje çalışmalarına katılma durumu	Derslerde Endüstri 4.0 konulu içeriklerin uygulanma sıklığı	Endüstri 4.0 Platformlarına üye olma durumu
Spearman's rho	Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi	Correlation Coefficient	1,000	,421**	,426**	,242**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,008
		N	118	118	115	118
	Endüstri 4.0 Proje çalışmalarına katılma durumu	Correlation Coefficient	,421**	1,000	,406**	,251**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,006
		N	118	118	115	118
	Derslerde Endüstri 4.0 konulu içeriklerin uygulanma sıklığı	Correlation Coefficient	,426**	,406**	1,000	,278**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,003
		N	115	115	115	115
	Endüstri 4.0 Platformlarına üye olma durumu	Correlation Coefficient	,242**	,251**	,278**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,008	,006	,003	.
		N	118	118	115	118

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Şekil 12. Endüstri 4.0’a ilişkin değişkenler arası korelasyon katsayıları için SPSS çıktısı

Ek olarak, ankete katılan öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ortalama puanları üzerinde çalışma durumunun etkisini sınamak amacıyla tek yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlara Şekil 13’te yer verilmiştir. Öncelikle, normallik ve varyansların homojenliği varsayımları kontrol edilmiş ve varsayımlar sağlandığından varyans analizine geçilmiştir. Tek yönlü varyans analizi uygulanarak elde edilen sonuçlara göre; $p=0,201 > 0,05$ olduğundan tam ya da yarı zamanlı çalışan veya çalışmayan öğrencilerin Endüstri 4.0 konusundaki bilgi düzeyleri arasında %95 anlam düzeyinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Endüstri 4.0

konusundaki bilgi düzeyleri arasında %95 anlam düzeyinde anlamlı bir farklılık görülmemesi, araştırmanın "homojen bir kütle" üzerinde yapılmış olduğunun bir göstergesi olup, güvenilirliğinin destekçisi olarak gösterilebilir.

Descriptives

Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Çalışmıyor	98	2,8163	,70852	,07157	2,6743	2,9584	1,00	4,00
Yarı zamanlı	12	3,1667	,71774	,20719	2,7106	3,6227	2,00	4,00
Tam zamanlı	8	2,6250	,91613	,32390	1,8591	3,3909	1,00	4,00
Total	118	2,8390	,72760	,06698	2,7063	2,9716	1,00	4,00

Test of Homogeneity of Variances

Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,606	2	115	,547

ANOVA

Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,705	2	,853	1,628	,201
Within Groups	60,236	115	,524		
Total	61,941	117			

Şekil 13. Endüstri Bilgi Düzeyi ile Çalışma Durumu Değişkenleri için Tek Yönlü Varyans Analizine ait SPSS çıktısı

Son olarak, ankete katılan öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyi ortalama puanları üzerinde staj yapma durumunun anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı bağımsız örneklem t-testi ile SPSS paket programı kullanılarak izleyen hipotezler aracılığıyla araştırılmıştır.

H₀: Staj yapmış ya da yapmamış olan öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
H₁: Staj yapmış ya da yapmamış olan öğrencilerin Endüstri 4.0 bilgi düzeyleri ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Şekil 14'te görülen t-Testi sonuçlarına (p=0,847>0,05) dayanarak staj yapmış olanlarla yapmayanların Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi ortalamaları açısından %95 güven seviyesinde anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir.

Group Statistics

	Staj_yapmış_olma	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi	hayır	79	2,8481	,71770	,08075
	evet	39	2,8205	,75644	,12113

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Endüstri 4.0 Konusunda bilgi düzeyi	Equal variances assumed	,875	,352	,193	116	,847	,02759	,14298	-,25561	,31078
	Equal variances not assumed			,190	72,321	,850	,02759	,14557	-,26259	,31776

Şekil 14. Endüstri 4.0 Bilgi Düzeyi ile Staj Yapma Durumu Değişkenleri İçin t-Testi Analiz Sonuçları

5. Sonuç ve Öneriler

Bu araştırma, Sanayi Devriminin dördüncü aşaması olarak ifade edilen Endüstri 4.0 kavramının, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin bakış açısı ile incelenmesi üzerinedir. Sözü edilen öğrencilerin konu hakkındaki bilgi, ilgi ve algı düzeylerinin değerlendirilebilmesi için "Endüstri 4.0 Öğrenci Farkındalık Anketi" geliştirilmiştir. 118 katılımcıdan elde edilen veriler doğrultusunda, elde edilen bulgular "Endüstri 4.0 hakkında"; "Yazılım ve kodlama yeterliliği hakkında"; ve "Eğitimde ve müfredatta değişim hakkında" olmak üzere üç temel kategoride sınıflandırılabilir.

Endüstri 4.0 hakkında:

- Öğrencilerin Endüstri 4.0 hakkındaki bilgileri uzmanlık bilgisi olmaktan çok ilgiye ya da kişisel tecrübelerle dayalıdır. Yapay zekâ, bilgi teknolojisi, büyük veri, bilgisayar ağı, otomasyon, bilgi güvenliği, finansal teknoloji, sürdürülebilirlik, lojistik veri merkezi, bulut bilişim, nesnelerin interneti gibi Endüstri 4.0 bileşenleriyle ilgili ne düzeyde bilgi sahibi olduklarını belirtmesi istenen katılımcıların cevapları incelendiğinde, tüm bileşenlerde daha çok "orta" düzeyde bilgi

sahibi oldukları görülmüştür. Sadece “finansal teknoloji” ve “lojistik veri merkezi” bileşeni için “az” seçeneği daha çok tercih edilmiştir. Oysa, endüstri mühendisliği açısından lojistik faaliyetleri oldukça önemlidir ve lojistik konusundaki eniyileme çalışmaları gün geçtikçe daha fazla bilgi teknolojisi, otomasyon, bilgi sistemi gibi diğer Endüstri 4.0 bileşenlerinin yardımını içerecek hale gelmektedir. Ayrıca, bir endüstri mühendisi, modern Endüstri 4.0 unsurlarının kullanımı ve bilgisayarlarla çalışmanın rahatlığı da dâhil olmak üzere diğer özel becerilere sahip olmalıdır.

- Endüstri 4.0’ın gelecekteki olası etkileri hakkında fikirlerini belirtmeleri istenen öğrenciler oldukça çarpıcı cevaplar vermiştir. Örneğin robotların üretime katılımının artması ile insan gücüne duyulan gereksinimin azalacağı ve işsizlik sorunun ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Verilen cevaplardan bazıları da bu endişeyi doğrulamaktadır. “Mavi yakının sonu” ifadesi bu korkuyu kanıtlar niteliktedir. Zaten işsizlik kaygısı içinde olan öğrenciler, öncelikle Endüstri 4.0’ın bu olumsuz tarafını görmektedirler.
- Bununla birlikte, yeni mesleklerin ve farklı iş konumlarının ortaya çıkması olasılığı ise işsizlik sorununa çözüm olarak görülmektedir. Aynı zamanda Endüstri 4.0 ile ortaya çıkması beklenen boş zaman, entelektüel birikim kazancı gibi olumlu katkılar da katılımcılar tarafından vurgulanmıştır.
- Öğrenci görüşlerinde belirtildiği üzere, üretim sektörü açısından, sistem izleme ile arızaların çok çabuk bulunup tamir edilmesiyle sağlanabilecek kaynak tasarrufu ve bununla birlikte çevreye verilecek zararın da en aza indirilebilmesi sistemin katkıları arasındadır.

Yazılım ve kodlama yeterliliği hakkında:

- Öğrenciler yazılım ve kodlama derslerinin önemli olduğunu belirtmekte, bununla birlikte bu konuda eğitim hayatlarında yeterli düzeyde bilgi edinemediklerini düşünmektedirler. Örneğin C, C++ ve C# dillerini hiç bilmediklerini belirten öğrenci sayısı sırasıyla 87, 86 ve 88’dir. Python dilini hiç bilmeyenler 105 kişidir. En çok bilinen dil, Visual Basic.Net olarak tespit edilmiş ancak, bunda da ortalama bilgi düzeyi orta seviyeyi geçememiştir. Ankette ayrıca bilinen başka dil olup olmadığı açık uçlu olarak sorulmuş Excel VBA, MySQL, az seviyede Java bildiğini yazan yalnızca 3 katılımcı olmuştur. Buradan çıkarılabilecek sonuç, öğrencilerin daha fazla yazılım ve kodlama öğrenmelerinin sağlanması, ders içeriklerinin bu konulara daha fazla yer vermesinin gerekli olduğu yönündedir. Ek olarak, kodlama yapılabilen bilgisayar programlarına ilişkin bilgi düzeyi ile seçmeli ders alınabilecek diğer mühendislik disiplinleri birlikte incelendiğinde, katılımcıların kodlama dilleri konusundaki yetersizliklerini, bilgisayar mühendisliği alanından seçilebilecek ek derslerle giderebilecekleri sonucuna varılmıştır.

Eğitimde ve müfredatta değişim hakkında:

- Endüstri 4.0, özellikle endüstriyel sistemlerin işleyiş şeklini önemli ölçüde değiştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu değişime hazırlık için mühendis adaylarının; teknoloji ile bütünleşik, dijital okuryazarlığa yatkın, yenilikçi ürünler üretebilecek şekilde eğitilmesinin uygun olacağı görülmektedir. Endüstri 4.0’ın teknolojik unsurlarını endüstri mühendisliği adaylarının becerileriyle bütünleştiren müfredat planları oluşturulmasının gerekliliği üzerine durulmalıdır.
- Endüstri mühendislerinin, Endüstri 4.0 sistemlerinde ve geleneksel örgütlerde etkin bir şekilde çalışabilmeleri için, eğitimlerinde güncel konuların müfredatlarına dâhil edilmesi yararlı olacaktır. Örneğin, robotik laboratuvarlarının seçmeli ders gruplarına eklenerek, öğrencilerin endüstriyel robotlar ile robotik ve bilgisayar destekli uygulamalarını yakından tanıyıp becerilerini geliştirebilmeleri sağlanabilir.
- Ayrıca yazılım ve kodlama konusunda kendilerini yetersiz hisseden öğrenciler için müfredatın bu ihtiyaca yönelik güncellenmesi ya da bilgisayar mühendisliği bölümünden seçmeli dersler alınmasının teşvik edilmesi öğrencileri Endüstri 4.0 için daha donanımlı hale getirecektir.

Bu çalışmayla, ilk etapta öğrencilerin Endüstri 4.0 konusundaki farkındalığı, görüşleri ve bilgi düzeyleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bundan sonraki aşamada amaç, elde edilen bilgiler ışığında, öğretim üyelerinden ve sanayideki uzmanlardan da görüş alınması ile mevcut müfredatın iyileştirilmesi üzerine çalışmaların artırılması yönünde olacaktır. Yapılan analizlerde, öğrencilerin çalışma durumu ile Endüstri 4.0 bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Katılımcıların %83,1’lik büyük bir kısmı çalışmadığından, böyle bir durumla karşılaşmıştır. Bu nedenle, sonraki çalışmanın mezun grupların görüşleri alınarak planlanması düşünülmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte işletmelerin aradığı çalışan profilinde değişiklik yaşanacağı açıktır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0 ile birlikte işletmelerin beklentileri matematik ve fizik bilgisi ile donatılmış mühendislerden ziyade, problem çözme, analiz etme ve kişilere liderlik etme becerilerine sahip bireyleri bünyesine katma yönünde olacaktır.

Teşekkürler

ESOGU Endüstri mühendisliği öğrencilerine ve anketi öğrencilerine ileterek yardımcı olan tüm bölüm öğretim üyelerimize teşekkürü bir borç biliriz. Anketin tasarlanmasında görüşleriyle katkıda bulunan ve desteğini esirgemeyen değerli hocamız Prof. Dr. Nimetullah BURNAK'a da ayrıca teşekkürlerimizi sunarız.

Referanslar

- Acar, F. (2007). Öğrencilerin Eğitim Kalitesini Algılamaları: SERVQUAL Boyutlarının Analitik Hiyerarşi Süreci ile Önceliklendirilmesi. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27, 319-328.
- Bahrin, M. A. K., Othman, M. F., Azli, N. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78(6-13), 137-143.
- Banger, G. (2017). Endüstri 4.0-Ekstra. Ankara, Dorlion Yayınları
- Baygin, M., Yetis, H., Karakose, M., & Akin, E. (2016). An effect analysis of industry 4.0 to higher education. In *Information Technology Based Higher Education and Training, 15th International Conference, IEEE*.
- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195-2202. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.366
- Braghirolli, L. F., Ribeiro, J. L. D., Weise, A. D., & Pizzolato, M. (2016). Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. *Computers in Human Behavior*, 58, 315-324. doi: 10.1016/j.chb.2015.12.063
- Chen, C. K., Jiang, B. C., & Hsu, K. Y. (2005). An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students' creativity. *European Journal of Engineering Education*, 30(2), 191-202. doi: 10.1080/03043790500087423
- Erden, Z. (2008). A New Perspective to Design Education in Industrial Engineering: Product Design Projects at Freshman. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 9(1), 19-32.
- Erginel, N., Tekçe, M., Küçük, G., & Alper, A. (2016). Türkiye'de Endüstri Mühendisliği Mesleğine Bilimsel Açından Bir Bakış. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(1), 25-38.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York, Apress.
- Gu, F., Guo, J., Hall, P., & Gu, X. (2019). An integrated architecture for implementing extended producer responsibility in the context of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 57(5), 1458-1477. doi: 10.1080/00207543.2018.1489161
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 508-517. doi: 10.1080/00207543.2017.1351644
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242. doi: 10.1007/s11576-014-0424-4
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23. doi: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001
- Loyalka, P., M. Carnoy, I. Froumin, R. Dossani, J. B. Tilak, & P. Yang. (2014). Factors Affecting the Quality of Engineering Education in the Four Largest Emerging Economies. *Higher Education*, 68(6), 977-1004. doi:10.1007/s10734-014-9755-8.
- Mokyr, J. (2018). *The Economics of the Industrial Revolution (Routledge Revivals)*. London, Routledge.
- 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: 10.1016/j.promfg.2017.07.282
- Nagy, J., Oláh, J., Erdei, E., Máté, D., & Popp, J. (2018). The role and impact of Industry 4.0 and the internet of things on the business strategy of the value chain—the case of Hungary. *Sustainability*, 10(10), 3491. doi: 10.3390/su10103491
- Özüdoğru, A. G., Ergün, E., Ammari, D., & Görener, A. (2018). How Industry 4.0 Changes Business: A Commercial Perspective. *International Journal of Commerce and Finance*, 4(1), 84.

- Paravizo, E., Chaim, O. C., Braatz, D., Muschard, B., & Rozenfeld, H. (2018). Exploring gamification to support manufacturing education on industry 4.0 as an enabler for innovation and sustainability. *Procedia Manufacturing*, 21, 438-445. doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.142
- Richert, A., Shehadeh, M., Plumanns, L., Groß, K., Schuster, K., & Jeschke, S. (2016). Educating engineers for industry 4.0: Virtual worlds and human-robot-teams: Empirical studies towards a new educational age. In *Global Engineering Education Conference*, IEEE.
- Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), 101-114. doi: 10.7166/27-4-1579
- Stearns, P. N. (2018). *The industrial revolution in world history*. London, Routledge.
- Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., & Kohl, H. (2018). Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 254-267. doi: 10.1016/j.psep.2018.06.026
- Tofail, S. A., Koumoulos, E. P., Bandyopadhyay, A., Bose, S., O'Donoghue, L., & Charitidis, C. (2018). Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. *Materials today*, 21(1), 22-37. doi: 10.1016/j.mattod.2017.07.001
- Uçar, U. U., & İşleyen, S. K. (2019) Türkiye'deki Endüstri Mühendisliği Eğitiminin Mezun Görüşlerine Dayalı Analizi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 109-123. doi: 10.29137/umagd.385030
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238. doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.034
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016a). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168. doi: 10.1016/j.comnet.2015.12.017
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016b). Implementing smart factory of industry 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 3159805. doi: 10.1155/2016/3159805
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 848-861. doi: 10.1080/00207543.2017.1403664
- 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: 10.1016/J.ENG.2017.05.015