KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİR İMALAT İŞLETMESİ İLE TEDARİKÇİLER BOYUTUNDA ENDÜSTRİ 4.0 FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

MERVE ARSLAN

KOCAELİ 2024

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİR İMALAT İŞLETMESİ İLE TEDARİKÇİLER BOYUTUNDA ENDÜSTRİ 4.0 FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

MERVE ARSLAN

Prof. Dr. Gülşen Akman
Danışman, Kocaeli Üniv. .....
Dr. Öğr. Üyesi Atakan Alkan
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. .....
Doç. Dr. Berrin Denizhan
Jüri Üyesi, Sakarya Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 08.02.2024

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler .....tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Merve Arslan

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki makale, kitap, tebliğ, lisans, patent gibi çalışmalarda kullanımı, danışmanımın isim hakkı saklı kalmak koşuluyla ve her iki tarafın bilgisi dâhilinde bana ait olacaktır. Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim. Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Merve Arslan

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Her geçen gün dijitalleşme projelerine olan ilgi artmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerinden en verimli biçimde faydalanabilmek için işletmeler mevcut durumlarını dikkatli bir şekilde analiz etmelidirler.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin getirdiği yeniliklere karşı işletmelerin bu teknolojilere olan farkındalıklarının belirlenmesi konusunda bana çalışma fırsatı sağlayan değerli Prof. Dr. Gülşen Akman hocama teşekkür ederim. Ayrıca hayatım boyunca beni destekleyen aileme sonsuz teşekkür ve minnet duygularımı sunarım.

Şubat - 2024 Merve ARSLAN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
2. ENDÜSTRİ 4.0 4
2.1. Sanayi Devrimleri 4
2.2. Endüstri 4.0 Kavramı 5
2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri 6
2.3.1. Akıllı Fabrikalar (Karanlık Fabrikalar) 6
2.3.2. Siber Fiziksel Sistemler 6
2.3.3. Nesnelerin İnterneti (IoT) 7
2.3.4. Otonom Robotlar 8
2.3.5. Yapay Zekâ 8
2.3.6. Bulut Bilişim 8
2.3.7. Büyük Veri 9
2.3.8. Arttırılmış (Sanal) Gerçeklik 9
2.3.9. Eklemeli (Katmanlı) Üretim ve 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar 10
2.3.10. Yatay/Dikey Yazılım Entegrasyonu 10
2.4. Endüstri 4.0'ın Olumlu ve Olumsuz Tarafları 11
3. LİTERATÜR TARAMASI 14
4. METODOLOJİ VE YÖNTEM 24
4.1. Anket Tekniği 25
4.2. Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizi 28
4.2.1. Güvenilirlik Analizi 28
4.2.1.1. Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı 29
4.2.2. Geçerlilik Analizi 29
4.2.2.1. Açıklayıcı Faktör Analizi 30
4.3. Kümeleme Analizi 30
4.3.1. Aşamalı (Hiyerarşik) Olan Kümeleme Yöntemleri 32
4.3.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri 32
5. UYGULAMA 34
5.1. Çalışmanın Amacı 34
5.2. Verilerin Toplanması, İncelenmesi ve Yorumlanması 34
5.3. Verilerin Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizi 42
5.3.1. Güvenilirlik Analizi 42
5.3.2. Geçerlilik Analizi 43
5.4. Verilere Kümeleme Yönteminin Uygulanması ve Kümelere Genel Bakış 46
5.5. Analiz Sonucu Oluşan Kümelerin Yapılarının İncelenmesi ve Bulgular 48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 59
KAYNAKLAR 61
EKLER 66

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER..... 73
ÖZGEÇMİŞ..... 74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Uygulama Metodolojisinin Akış Şeması 24
Şekil 5.1. Katılımcıların dağılımı 35
Şekil 5.2. Cinsiyet dağılımı 35
Şekil 5.3. Yaş dağılımı 35
Şekil 5.4. Öğrenim durumu dağılımı 36
Şekil 5.5. Hizmet süresi dağılımı 36
Şekil 5.6. Medeni durum dağılımı 37
Şekil 5.7. Endüstri 4.0'ın kavramsal boyutu 38
Şekil 5.9. Satış ve pazarlama müşteri iletişimi boyutu 39
Şekil 5.10. Fabrikada proseslerin yönetimi boyutu 40
Şekil 5.11. Fabrikaların mevcut bilgi teknolojileri altyapısı 40
Şekil 5.12. Sanayi devrimi fabrika içi durum değerlendirme 41
Şekil 5.14. Güvenilirlik istatistiği 42
Şekil 5.15. Maddelerin istatistiği 43
Şekil 5.16. KMO ve Bartlett testi 44
Şekil 5.17. Toplam varyans değerleri 45
Şekil 5.18. Toplam varyans değerleri 46
Şekil 5.19. Model özeti 47
Şekil 5.20. Küme boyutları 47
Şekil 5.21. Kümelemeyi belirleyen en önemli sorular 48

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Literatür taraması 21
Tablo 5.1 Katılımcıların çalıştıkları departmanlar ve mezun oldukları bölümler 37
Tablo 5.2. Kümelerin demografik yapısı 49
Tablo 5.3. Birinci küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri 50
Tablo 5.4. İkinci küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri 53
Tablo 5.5. Üçüncü küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri 56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

3B	:3 Boyutlu
IoT	:Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi)

BİR İMALAT İŞLETMESİ İLE TEDARİKÇİLER BOYUTUNDA ENDÜSTRİ 4.0 FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Günümüzde Endüstri 4.0 konusu işletmeler için önemli bir konu haline gelmiştir. Çünkü hayatımızın birçok alanında dijitalleşme süreçlerine şahit olmaya başladık ve üretim faaliyetleri gösteren işletmelerde de bu devrim kendini göstermeye başlamıştır. Durum böyle olunca işletmeler bu değişime uyum sağlayabilmek için dijitalleşme projeleri ile alakalı çalışmalar gerçekleştirmeye başlamışlardır. Firmalar bu projelerden maksimum verimi alabilmek ve gelecek planlaması yapabilmek için endüstri 4.0 ile alakalı yeteneklerinin ne durumda olduğunu ölçebiliyor olmaları oldukça önemlidir. Yapılan çalışmada Endüstri 4.0 ile alakalı konulara bir imalat işletmesi ile tedarikçilerinin bakış açısını ve karşılaşılan zorlukları belirlenip ele alınmıştır. Çalışma kapsamında Endüstri 4.0 kavramı tüm yönleri ile literatür detaylı bir şekilde araştırılmıştır. Ayrıca işletmelerin endüstri 4.0'a olan yaklaşımlarını anlatan çalışmalar incelenmiştir. Çalışma kapsamında endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı soruların bulunduğu anket hazırlanmıştır ve bu anket etik kurul onayına sunulmuştur. (Ek-A) Etik kurul tarafından onaylanan anket bir imalat işletmesine ve bu işletmenin tedarikçilerine Google Forms aracılığıyla gönderilmiştir. Anket ile elde edilen veriler SPSS 29.0 paket programına yüklenmiştir. Yüklenen verilere programda kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Ve analizde two step algoritması kullanılmıştır. Analiz sonucunda üç tane küme oluşmuştur. Gözlem değerleri çoğunlukla ikinci kümede toplandığı görülmüştür. Çalışma yapılan işletme ve tedarikçilerinin Endüstri 4.0 teknolojilerine olumlu yaklaşım gösterdikleri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme farkındalığı, Endüstri 4.0, Kümeleme Analizi, Two Step Algoritması, Veri Analizi.

EVALUATION OF INDUSTRY 4.0 AWARENESS AMONG A MANUFACTURING BUSINESS AND SUPPLIERS

ABSTRACT

Nowadays, Industry 4.0 has become an important issue for businesses. Because we have begun to witness digitalization processes in many areas of our lives, and this revolution has begun to show itself in businesses that carry out production activities. This being the case, businesses have started to carry out studies related to digitalization projects in order to adapt to this change. It is very important for companies to be able to measure the status of their industry 4.0-related capabilities in order to get maximum efficiency from these projects and to plan for the future. In the study, the perspectives of a manufacturing company and its suppliers on Industry 4.0-related issues and the difficulties encountered were determined and discussed. Within the scope of the study, the concept of Industry 4.0 was researched in detail in all aspects of the literature. Additionally, studies describing businesses' approaches to industry 4.0 were examined. Within the scope of the study, a survey containing questions about industry 4.0 information was created and this survey was submitted for ethics committee approval. (Appendix-A) The survey, approved by the ethics committee, was sent to a manufacturing company and the suppliers of these parts via Google Forms. The data obtained from the survey was uploaded to the SPSS 29.0 package. Clustering analysis was performed in the downloaded program. And two-stage programs were used in the analysis. The analysis result consists of three clusters. It was observed that the observation values were collected in a large number of second clusters. It is observed that the businesses and policies where the study was conducted have positive approaches to Industry 4.0 technologies.

Keywords: Digitalization Awareness, Industry 4.0, Clustering Analysis, Two Step Algorithm, Data Analysis.

1. GİRİŞ

İnsanların yaşamını etkileyen, ekonomik büyümeyi arttıran iki önemli dönemeç vardır. İlk dönemeç tarım devrimidir. Bu devrim nüfus artışı, kentsel yaşamın başlaması, sanat ve kültürün gelişmesi gibi etkileri beraberinde getirmiştir. Böylece insanların sosyal ve ekonomik hayatlarında değişimler meydana gelmiştir. İkinci dönemeç ise sanayi devrimidir. Sanayi devrimi ile üretim ve endüstriyel alanda gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerde insanların ve işletmelerin yaşamlarına farklılıklar getirmiştir.

Sanayi devrimi ilk olarak İngiltere'de başlamıştır. Sonrasında Avrupa ile Amerika'ya yayılmıştır. Bu devrim ile toplumların yaşam kalitelerinin artmış olduğu görülmüştür. İnsanların tarım ve hayvancılığa olan ilgileri azalmış olup sanayi ile hizmet alanlarında işlere yönelim göstermeye başlamışlardır. Köyden kente göçler artmıştır. Hukuk, sağlık, ticaret, eğitim, siyaset, birçok çalışma alanı bu devrim getirdiği yeniliklere adapte olabilmek için değişim geçirmişlerdir. Devrimin en ayırt edici özelliği değişim sürecinin bitmemesidir. Sürekli gelişim göstermektedir.

Sanayi devrimi dört aşamalıdır. Su ve buhar gücü ile çalışan makinaların geliştirilmeye başlanması birinci sanayi devriminin doğmasına neden olmuştur. Elektrik ve seri üretim sistemlerinin geliştirilmesi ikinci sanayi devrimini başlatmıştır. Üretim süreçlerinde bilgisayar, otomasyon sistemlerinin kullanılmaya başlaması üçüncü sanayi devrimini getirmiştir. Siber fiziksel sistemler, ağlar, yapay zekâ teknolojilerinin üretime olan entegrasyonu ile dördüncü sanayi devrimi kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram ilk olarak Almanya'da düzenlenen Hannover Fair fuarında 2011 yılında bahsedilmiştir. İnternet kullanımının hayatımızın bir parçası haline gelmesi ve bilişim alanının gelişimi ile yaygınlaşan dördüncü sanayi devrimi kavramı hayatımızda kaçınılmaz bir şekilde yer edinmeye başlamıştır. Bu devrim ile ürün çıktısı ve verimliliği yüksek sistemler kurulmuştur. Verimli üretim sistemlerinin yanı sıra kaliteli ve maliyeti düşük ürün üretme imkânı sağlamıştır. Bu dönemde bazı sektörlerde büyük kazançlar elde edilmesi dikkat çekmiştir. Hızlı değişen bu durumlara adapte olamayan şirketler rekabet edemez hale gelip, batmaya başlamıştır.

Dördüncü sanayi devrimi büyük veri, nesnelerin interneti, bulut çözümleri, otonom robotlar, arttırılmış gerçeklik, sistem entegrasyonu, 3D baskı, ağ güvenliği, katmanlı imalat, makine öğrenimi gibi bileşenleri ile üretimin kuvvetlendiği bir süreçtir. Ayrıca genel bir tanımla üretimin siber fiziksel süreçlere dönüşümüdür.

Endüstri 4.0 geleneksel üretim sistemini geliştirerek rakiplere karşı üstünlük kazanmak için anlık veriye dayalı karar vermeyi sağlar. Endüstri 4.0 projeleri işletmeler için yeni ihtiyaçlar meydana getirir. Özellikle işletmelerin bilişim alt yapılarının bu devrime uygun olması gerekmektedir. Bilişim altyapısının yanı sıra işletmelerdeki çalışanlar ve yönetiminde bu süreçlerde destekçi ve bilgili olması kritiktir. Çalışan ve yöneticilerin yeniliğe açık ve adaptasyon yeteneklerinin güçlü olması önemlidir. Çünkü bu devrimin getirdiği projeler sağlam plan gerektiren zor süreçlerdir.

Devrimin gerekliliklerinden biride büyük verinin oluşumudur. Büyük veri aşama aşama oluştuktan sonra üçüncü derece hizmet sağlayıcılardan faydalanılır. Bu durum işletmelerde veri güvenliğinin tehdide açık hale gelmesine sebep olabiliyor. Bu yüzden de işletmelerde oluşan bu veri güvensizlik kaynaklı Endüstri 4.0 faaliyetlerinde yavaşlama meydana gelebiliyor.

Diğer bir olumsuzluk ise dördüncü sanayi devriminin gereklilikleri ile alakalı çalışan ve yöneticilerin yeterli bilgi seviyesine sahip olmamasından kaynaklı dijitalleşme projelerinin başarısızlığa sürükleyebiliyor. Ya da bilgi eksikliğinin verdiği cesaretsizlikten projeler hiç başlayamıyor. Bu yüzden firmaların ne durumda olduklarının farkında olarak bir plan kurgulamaları oldukça önemlidir.

Ek olarak, mevcut veri kaynakları ile yeni teknolojiler arasında entegrasyon sağlanamayabiliyor. Bu da işletmeler için bir zorluktur. Kısaca işletmeler dördüncü sanayi devrimi projelerinde pek çok zorluk ile mücadele etmeleri gerekebilir. Bu yüzden endüstri 4.0 ile alakalı gelişmelerle alakalı işletmeler ne durumda olduklarını tespit edebilmeleri oldukça önemlidir.

Bu çalışmada bir imalat işletmesi ile tedarikçilerinin Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda farkındalıklarının ne düzeyde olduğunu gözlemlemek amaçlanmıştır. Öncelikle Endüstri 4.0 ile alakalı detaylı bir anket oluşturulmuştur sonrasında bu anket

Google Forms üzerinden imalat işletmesinin çalışanları ve tedarikçilerine sunulmuştur. Anket sonuçlarına SPSS programında kümeleme yöntemi ile analiz edilip sonuçları yorumlanmıştır.

2. ENDÜSTRİ 4.0

Dördüncü sanayi devrimini daha iyi anlayabilmek sanayi devriminin tarihi ve gelişim aşamaları incelenmelidir.

2.1. Sanayi Devrimleri

Geçmişte insanlar doğada avcılık, toplayıcılık gibi işler yaparak geçimlerini sağlamışlardır. Bir üretim olmadan doğadan faydalanılarak ihtiyaçlarını karşılamışlardır. Daha sonra insanlar yerleşik hayata geçiş süreci ile birlikte tarım ve hayvancılıkla ilgilenmeye başlamışlardır. Böylece tarihin ilk üretim faaliyetini başlatmış olmuşlardır. Sadece tüketen değil aynı zamanda üretim yapan toplum oluşmuştur. Üretimin gelişmesi, genişlemesi, makinalı kullanımına başlanması ile birlikte sanayi tipi üretim yapılmaya başlanmıştır. Geçmişten günümüze sanayi devrimleri dört bölüme ayrılmıştır. Bunlar: birinci sanayi devrimi, ikinci sanayi devrimi, üçüncü sanayi devrimi, dördüncü sanayi devrimidir. Bu devrimler sıra ile açıklanmıştır. (Çevik, 2017)

Birinci sanayi devrimi, 18. yüzyılda İngiltere'de başlamıştır. Daha sonra tüm dünyaya yayılmıştır. Su ve buhar ile çalışan makinalar üretimde kullanılmaya başlanmıştır. İnsan gücünden makine gücüne geçiş süreci ile fabrikalar kurulmuştur. Makine gücünün üretimi hızlandırmasından dolayı üretim kapasitesinde artış olmuştur. Fabrikalar çoğalmıştır. Birinci sanayi devrimi ile toplumun yapısını da değişmiştir. Mesaili çalışan işçi sınıfı oluşmuştur. Kırdan kente göç artmıştır. Kentlerde kırsaldaki gibi kalabalık aileler yerine çekirdek aileler çoğalmıştır. (Yazıcı ve Düzkaya, 2016)

İkinci sanayi devrimi, 19. yüzyılda ortaya çıkmıştır. Birinci dünya savaşına kadar devam eden devrimdir. Bu devrimin en belirgin özelliği elektriğin sanayide kullanılmaya başlanmasıdır. Elektriğin sanayide kullanımın başlaması ile seri üretime geçiş süreci başlamıştır. Bu devrimin öncülerinden biri Henry Ford'dur. Otomobil üretimi için elektrikle çalışan montaj hatları kurmuştur. (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017)

Bu devrim sayesinde birçok sektörde gelişim sağlanmıştır. Ekonomik olarak Almanya ve ABD en çok gelişim sağlayan ülkelerdir. Birinci Dünya savaşı başladığında Japonya, İtalya, Rusya ve Kanada birinci sanayi devrimi ile henüz daha yeni tanışmıştır. Türkiye,

İspanya, Hindistan ve Çin ise birinci sanayi devrimine çok sonra başlamıştır. (Koçak, 2019) Elektrik motoru, telefon telgraf, içten yanmalı motorlar bu devirde icat edilmiştir.

Üçüncü sanayi devrimi 1974 yılında ikinci dünya savaşı sonrasında ortaya çıkmıştır. Bilişim teknolojilerinin gelişim sağladığı dönemdir. Bu gelişim ile otomasyon ve dijitalleşme çalışmalar başlamıştır. Fabrikalarda elektronik ve mekanik teknolojilerin yerine dijital programlanabilir makinelerin kullanımı başlamıştır. 3d yazıcılar, bilgisayarlar, akıllı robotlar, doğalgaz, yenilenebilir enerji kaynakları, akıllı telefon, hibrit otomobil bu dönemde ortaya çıkmıştır. Bu teknolojiler verimliliği arttırmıştır. Mavi yakaya olan ihtiyacı azaltmıştır. (Koçak, 2019)

Dördüncü sanayi devrimi kısaca insan gücüne olan ihtiyacı kaldırmayı ve sistemlerde tam dijitalleşmeyi hedefleyen devrimdir. Üçüncü bölümde bu kavram detaylandırılmıştır.

2.2. Endüstri 4.0 Kavramı

Bu kavram 2011 yılında ilk önce Almanya'da Hannover Fuarında bahsedilmiştir. Endüstri 4.0 robotların üretim hatlarındaki işleri yaparak insan gücüne olan ihtiyacı sıfıra indirmeyi ve yapay zekanın geliştirilmesine ile insan düşüncesine olan ihtiyacı azaltmayı, 3D yazıcılılar ile üretimin sadece fabrikalarda değil her yerde olmasına olanak sağlamak, büyük verinin analiz edilerek değerlendirmek gibi yenilikleri incelenebilir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile çalışma alanlarında insan faktörünü minimize edilerek gelişmiş makinalarla birçok işi yapmayı amaçlamaktadır.

Kısaca Endüstri 4.0; iş süreçlerinin veriye dayalı bilimsel metotlarla yönetildiği, nesnelerin interneti, büyük veri ve makinalar arası iletişim teknolojilerinin birlikte kullanılması ile ortaya çıkan yeni sanayi devrimine verilen isimdir.

Bu devrim sayesinde insanların refah seviyesi artmıştır ancak devrimin getirilerinin olumlu yanları olduğu gibi olumsuz yanları da bulunmaktadır. Robotların üretimi devralması ile mavi yakada işsizlik yaşanacağı öngörülmektedir. Aynı durum beyaz yaka içinde geçerlidir. Yapay zekâ ile geliştirilen robotlar beyaz yakanın yapabileceği işleri üstleneceği öngörülmektedir. İnsanlar bu devrim gerçekleşirken iş alanlarında yer

edinebilmek için niteliklerini arttırmaları gerektiği düşünülmektedir. Yeni mesleklerin oluşacağı öngörülmektedir. (Çevik, 2017)

2.3. Endüstri 4.0 Bileşenleri

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan teknolojileri şöyle sıralayabiliriz: Akıllı fabrikalar, Siber-fiziksel sistemler, Nesnelerin interneti, Otonom robotlar, Yapay zekâ, Bulut bilişim, Büyük veri, Arttırılmış gerçeklik, 3D yazıcılar, Simülasyon Yatay/Dikey yazılım entegrasyonu Eklemeli üretim.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin detaylarını inceleyelim.

2.3.1. Akıllı Fabrikalar (Karanlık Fabrikalar)

Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde birbirleri ile veri alışverişi yaparak etkileşim kuran sistemlere akıllı üretim sistemleri denmiştir. İnsanlara ihtiyaç duyulmayan ve nesnelerin birbirleriyle iletişimi sayesinde üretim gerçekleştiren bu tür fabrikalara karanlık fabrikalar diğer bir adı ile akıllı fabrikalar denmiştir. İnsan faktörünün azalması ile hata oranları oldukça düşmüştür. (Aksoy, 2017)

Akıllı fabrikalarda nesneler iletişimi internet aracılığıyla kurmaktadırlar ve iş alanındaki ihtiyaç sensörlerle tespit edilerek uzaktaki araçlara iş listesi gönderebilmektedirler. Bu iş listesi büyük veri analiz edilerek oluşturulmaktadır. (Alçın, 2016)

Bu sistemlerde nesneler arasında bilgi alışverişinin yanı sıra bu bilgiyi analiz edip karar verme ve kontrol mekanizması da kurgulamaktadırlar. Bu sayede fabrikada bakım onarım, planlama, kalite yönetimi, sanayi mühendisliği, satış gibi birçok alanına destek olmaktadır. (Quin ve diğ., 2016)

2.3.2. Siber Fiziksel Sistemler

Bu sistemler gerçek dünya ile sanal dünyanın iletişimini sağlayan araçlar (yazılım elektronik donanım sensörler gömülü sistemler) yolu ile gerçekleşir. Yani gerçek dünyadaki nesnelerin fiziksel hareketlerini sanal dünyaya sensörler yardımı ile taşınmasıdır. Mesela üretim sistemlerini ele alalım. Üretim sistemlerindeki tüm fiziksel hareketler sanal aleme aktarılmaktadır. (Ghafory, 2019)

Gerçek dünya modellenerek süreçler sanal dünyaya yansıtılmaktadır. Bu sistemlerin varlığı özellikte üretim sektöründe oldukça önem taşımaktadır. Çünkü imalatın her süreci bu sistemler sayesinde birbirine bağımlı hale gelecektir. Ve aktif veri akışı olacaktır. Bu veri akışı sayesinde daha verimli ve anında analizler yapılabilecektir. (Şekkeli ve Bakan, 2018)

2.3.3. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin İnterneti, yaşadığımız dünyayı yepyeni bir boyuta taşıyan, gizli bir dilin konuşulduğu dijital çağın kapılarını açan büyülü bir teknolojidir. Çevremizdeki nesneler her gün sensörler ve bağlantılar aracılığıyla kendi dillerini konuşurlar. Bu dil, veri akışlarına, sinyallere ve iş birliğine dayalı görünmez bir dünyanın kapılarını açar.

Nesnelerin internetinin en yakından hissedildiği yerlerin başında akıllı evler geliyor. Bir lamba, ışığı açıp kapatmanın ötesine geçerek günün saatine, ışık seviyesine ve hatta ev sahibinin ruh haline uygun bir atmosfer yaratabilir. Buzdolabı, içindeki eşyaları takip ederek, bitmeye yakın olanları otomatik olarak sipariş edebiliyor. Tüm bu nesneler Kullanıcının hayatını kolaylaştırmak ve daha akıllı hale getirmek için bir araya gelir.

Endüstriyel sektörlerde bu büyülü teknoloji, iş süreçlerini optimize etme gücüne sahiptir. Makineler birbirleriyle iletişim kurar, performanslarını veri analizi yoluyla değerlendirir ve bakım ihtiyaçlarını tahmin eder. Tarımda akıllı sensörler toprak nemini, bitki sağlığını ve hava durumunu izleyerek daha verimli tarım yönetimine olanak tanır.

Ancak bu büyülü dünyada dikkate alınması gereken bir diğer önemli unsur da güvenliktir. Nesnelerin İnterneti, kullanıcı bilgilerinin korunması ve veri güvenliğinin sağlanması konusunda önemli bir sorumluluk taşıyor. Her büyülü hikâyenin karanlık bir tarafı olduğu gibi, bu dijital dünyada da gizlilik ve güvenliğe özel önem verilmesi gerekiyor.

Nesnelerin İnterneti bize çıplak gözle görülmeyen bir dünyayı keşfetme şansı sunuyor. Ancak bu büyüyü sorumlu bir şekilde kullanmak ve teknolojiyle uyum içinde yaşamak, bu dijital çağın gerçek kahramanları arasında yer almamızı sağlayacaktır. (URL-1)

2.3.4. Otonom Robotlar

Dijital sistemlerin gelişmesi ve elektronik cihazların kontrol edilebilir hale gelmesi otonom robotları ortaya çıkmıştır. Sensörler ile gelen bilgiler mekanik cihazların hareketinin sağlar. Ve böylece otonom robotlar kendilerine atanan işleri gerçekleştirebilirler. Bu robotlar insan müdahalesi olmadan çevreden bilgi edinebilirler. Bu bilgileri analiz edip kendilerine görev oluşturabilirler. Günümüzden drone teknolojileri, akıllı süpürgeler gibi cihazlar, bu tip robotlara örnek olarak gösterilebilir. (Çirkin ve Özdağoğlu, 2021)

İşletmelerde bu tür otonom sistemlerinin kullanılması üretim verimliliğini, iş hızını, ürün kalitesini, karar verme kalitesini arttırmaktadır.

2.3.5. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, bir yazılım ya da robotun insan gibi düşünerek eylem gerçekleştirme kabiliyetidir. Bu teknoloji sayesinde insanların yapmış oldukları günlük işleri robotlar ve bilgisayarlar yapabilir hale gelmektedir. Yapay zekâ bir insanın yapacağı işi daha büyük veri ile daha hızlı karar verip gerçekleştirebilir. (Copeland, 2024) Bu kavram genelde makine öğrenmesi ve derin öğrenme kavramlarıyla çalışmaktadır.

Günümüzde kullandığımız akıllı telefonlardaki sesli asistanlar, müzik öneri sistemleri, navigasyon gibi araçlar birer yapay zekâ ürünüdür. (URL-2)

2.3.6. Bulut Bilişim

Bulut bilişim verilere her yerden anlık erişim sağlayan bir hizmet sistemidir. Bu teknoloji uzak bağlantı ile şirket araçlarına erişim ve müdahale imkânı sunar. (Doğan ve Baloğlu, 2020)

Bulut bilişim internete bağlı olan bilgisayar ya da diğer cihazların yazılımsal sistemler ile kaynakların kullanıcılara sunulmasını sağlar. Kullanıcılar bu platformda veri oluşturabilir ve oluşturmuş oldukları veriyi öbür kullanıcılar ile paylaşabilme imkanları vardır.

Bulut bilişim sayesinde büyük çaptaki veriler saklanabilir hale gelmiştir. Çünkü geçmişte imalat ortamında oluşan veriler belli bir süre sonra hafıza yetersizliğinden dolayı belli periyotlarda resetlenmek zorunda kalınırdı. Bu teknoloji ile depolama alanındaki kısıtlanmışlık ortadan kalkmış oldu. (Yıldırım, 2019)

2.3.7. Büyük Veri

Büyük veri değişkenlik içeren ve hızlı artış gösteren verilerdir. Yani çeşitli kaynaklardan kümeler halinde gelen karmaşık yapılardır. Bu kompleks veri setleri çok büyüktür. Bu yüzden geleneksel yollarla onları çözümlemek mümkün değildir. (URL-3)

Günümüzde firmalar sahip oldukları birçok şeyden işlenmemiş veri temin etmektedir. Akıllı telefonlar, sayaçlar, fırınlar, makinalar, sosyal medya, reklamlar, tıklanma sayıları gibi birçok alandan ve nesneden temin etmektedir. Bu verilerin manuel olarak analiz edilmesi oldukça zorlaştığı için veri analiz yazılımlar ortaya çıkmıştır.

Tüm bu verilerin analizi ile faydalı bilgi elde edilmektedir. Bu verilerle alakalı doğru ilişkilendirilmeler yapılarak müşteri fırsatları, pazar davranışları gibi alanlardan işe yarar bilgiler çıkartılabilir. (URL-4)

2.3.8. Arttırılmış (Sanal) Gerçeklik

Sanal gerçeklik gerçek dünya ile sanal dünya arasında bağ kurulmasıdır. Gerçek dünyadaki işleyiş ve görüntüleri eş zamanlı olarak sanal alanda görüntülenmektedir. Bu teknoloji görüntü, ses, video verileriyle gerçekleştirilmektedir. (Lopes, Ana, Anabela, 2017)

Günümüzde oyun, üretim, tekstil, sağlık gibi birçok sektörde sanal gerçeklik teknolojileri kullanılmaya başlamıştır. Akıllı sistemlerin ortaya çıkışı ile üretim proseslerinde de bu teknoloji yerini almıştır. (Salkın ve diğ., 2017)

Örneğin günümüzde imalat kontrolleri için bu görüntüleme teknolojilerinden faydalanan firmalar vardır.

2.3.9. Eklemeli (Katmanlı) Üretim ve 3 Boyutlu (3D) Yazıcılar

Sanal ortamda bazı nesneler tasarlarız. Bunları üç boyutlu olarak üretmemizi sağlayan makinalara 3D yazıcılar denir. Bu yazıcılar eklemeli üretim prensibi ile çalışmaktadır. Eklemeli üretim malzemenin üst üste yayılarak katman oluşturması anlamına gelmektedir. Bu üretim sistemi diş, üretim, eğitim, inşaat, tekstil gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. (Semiz, 2019)

Eklemeli imalatın sağladığı çeşitli faydalar vardır. Mesela herhangi bir tasarım programı ile istenilen yerde ürün tasarlayabilmektedir. Kullanım kolaylığı vardır. Çizimi yapılan ürünün 3d yazıcılarda üretimi de yapılabilmektedir. Çok küçük nesnelerin üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Tasarlanan parça müşteri isteğine göre revize edilebilmektedir. Karmaşık ürünlerin basit bir şekilde üretilmesine imkân sunar. Böylece vakit kaybını ve malzeme israfını önler. Atık madde oluşmamasını sağlar. (Yıldırım, 2019)

2.3.10. Yatay/Dikey Yazılım Entegrasyonu

Dikey yazılım entegrasyonu, imalat prosesleri, tesisler ve imalat süreçlerinin birbirleriyle olan senkronizasyonunun dijitalleşmesidir. Yatay entegrasyon, firma içi departmanların ve firmalar arası bağlantı ve gelişmeleri kapsamaktadır. (Alçın, 2016).

Yatay/dikey yazılım entegrasyonları tam zamanında bilgi dağılımını sağlamakta ve kaynak bolluğu ile verimliliği optimum seviyeye getirmektedir. Doğru malzeme ihtiyaç planlaması, doğru kaynak planlaması, doğru iş planlarının oluşmasını sağlamaktadır (Salkın ve diğ., 2018).

Üretim sistemi ile bilgi teknolojilerinin entegrasyonu dikey yazılım entegrasyonu aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Burada sensörler, kontrol sistemleri ve çeşitli yazılımlardan faydalanılır.

Yatay yazılım entegrasyonu işletmenin bilgi teknolojileri yapılarılar ile üretim, planlama, pazarlama, sevkiyat faaliyetlerine entegrasyonudur. (Kagermann, Wahlster, Helbig, 2013)

2.4. Endüstri 4.0'ın Olumlu ve Olumsuz Tarafları

Sanayi devrimleri ve endüstri 4.0 ile alakalı ayrıntılara değinilmiştir. Dördüncü sanayi devrimi üretim yapan yerler için oldukça önem arz etmektedir. Çünkü bu devrim firmalar arasında rekabeti arttıran önemli bir unsur haline gelmiştir. Bu yüzden bu devrimin olumlu ve olumsuz yönlerinden de bahsetmek gerekir.

Endüstri 4.0 ile sadece tesis içi sistemleri değil tesisler arasındaki bilgi teknolojileri sistemleri de birbirine dijital olarak bağlamak amaçlanmaktadır.

Bu devrim sayesinde imalatta otonom robotlar artar. Yeni talep ve önerilere daha hızlı yanıt verilebilir hale gelinir. Ürün kalitesi, yenilikler, hızlı alınan aksiyonlara göre gelişir. Kaynak kullanımı optimize edilir. Üretim sistemleri yeniliklere göre hızlı bir şekilde karar alabildiği için esnek üretimin getirdiği çeşitliliklerine üretim sistemi kolayca adapte olabilir. Akıllı otomasyon sistemleri sayesinde müşterilerin farklı istekleri minimum maliyet ile karşılanabilir. Veri akışı hızlanır ve mamul takibi kolaylaşır. Gereksiz kaynak kullanımı minimize edilirken, kıt kaynakların kullanımı optimize edilir. (Öztürk ve Koç, 2017)

Dünya değişiyorken imalat yapan firmalar bu teknolojiden şu faydaları sağlayabilir: Hatalı ürün üretiminde azalış, kolay ve hızlı hata tespit edip müdahale etme yeteneği, stokla çalışma sisteminin azalması, makine veriminin artması, çalışanların performanslarındaki artış, maliyetler azalış gibi gelişmeler gözlenebilmektedir. Tüm bu olumlu gelişmeler dünya firmaları ile olan rekabeti arttırmaktadır. Ayrıca yeni teknolojiler ile kurulan üretim sistemleri şeffaflık ve doğruluğu arttıracaktır. Ve sistemlerin kontrol ve güvenilirliği gelişecektir. (TÜBİTAK, 2016)

Endüstri 4.0 müşteriler içinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Müşteri ürünler ile alakalı geri bildirimlerini daha hızlı bir şekilde iletebilecekler. Böylece bu geri bildirimler entegre sistemler hızlıca değerlendirip sonuç üretebilmektedirler. Müşteriler dijital sistemler sayesinde ürünlerin durumu hakkında anlık bilgi sahibi olabilmektedirler. (Pereira ve Romero, 2017)

Ayrıca bu devrim firmaların yeniliklere adapte olabilme konusunda yaşadıkları zorlukların azalmasına yardımcı olacaktır. Yeni iş prosedürlerine adaptasyonu kolaylaştıracaktır. Pazardaki talep dalgaları, aniden ortaya çıkan ürün çeşitleri, karmaşık ürün tasarımları gibi işletmelerin zorlanacağı tahmin edilen durumlar vardır. İşletmeler bu devrimle farklı durumlara yenilikçi yaklaşım gösterebilecektir ve dijital sistemler internet sayesinde süreci hızlandıracaktır. Yeni iş prosesleri mevcut sisteme seri bir şekilde entegre olacaktır.

Yeni fabrika düzeni ile artık müşteriler üretimin göbeğinde olacaklardır. Ürünler üretilirken müşteri taleplerine göre iş sistemi esnek hale gelecektir. İnsanlar otomasyon sistemlerinde gerek duyulduğunda katkı sağlayacaktır. İhtiyaç halinde insanlar kompleks durumlara müdahale etmek için devreye gireceklerdir.

Fabrikalar için kıt olan kaynaklar vardır. Enerji, hammadde, yarı mamuller bu kıt kaynaklara örnek gösterilebilir. Bunların verimli kullanılması oldukça önemlidir. İşletmelerin kıt kaynaklarının kullanımında tasarrufa sağlanacaktır. (Morrar, Arman, Mousa, 2017)

Çoğu iş alanında şimdilerde gündemde olan meslek kollarının yaklaşık on yıl önce var olmadığı görülmüştür. Devrimlerin değişimi oldukça hızlı gerçekleşmektedir. Bunu yeni jenerasyonun yıllar sonra şu an bahsi geçmeyen ileride filizlenecek olan yeni iş kollarına yöneleceği düşünülmektedir. (Fırat ve Fırat, 2017)

Bazı araştırmalar, robotların gelişiminin insanların işsiz kalmasına sebep olacağı yazmaktadır. Buda Endüstri 4.0'ın olumsuz yönü olarak değerlendirilmektedir. Düşük yetenek gerektiren, tekrarlı işlerin zamanla azalacağı düşünülmektedir. Mühendislik, bilgi teknolojileri alanlarında iş fırsatlarının oluşacağı düşünülmektedir. (EBSO, 2015)

Sanayi devrimlerinin geçiş dönemlerinde iş kollarında düşüş olacağı düşüncesi yaygındır. Tüm devrim geçişlerinde iş kollarında değişimler meydana gelmiştir. Azalan iş kolları yerine yeni alanlar oluşmuştur. Örneğin birinci sanayi devriminden ikinci sanayi devrimi dönemine geçerken emek gerektiren işlerdeki çalışan sayısı azalmıştır. Ancak ikinci sanayi devriminin doğmasına sebep olan buhar makinaları ile yeni iş kollarının oluştuğu görülmüştür. Örneğin demiryolu ile ilgili iş alanları ortaya çıkmıştır.

Dördüncü sanayi devrimi ile de aynı senaryonun gerçekleşeceği düşünülmektedir. (Aksoy, 2017)

2016 yılında iş kollarının devamlılığı ile alakalı Weber çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada 2030 yılında 490000 meslek kolunun yok olacağı ve 430000 yeni meslek alanının doğacağını öngörmektedir. Yani bu çalışma Endüstri 4.0'ın iş alanlarına olumsuz sonuç getirmeyeceğini ortaya koyar. (Kabaklarlı, 2017)

Bu dijital sürecin olumsuz etkilerinin olacağı da düşünülmektedir. Değişim işletmeler için ekonomik zorluklara da neden olabilmektedir. Bilgi teknolojilerinin bu kadar gelişim göstermesi veriler açısından güvenlik sorunlarını ortaya çıkaracaktır. Üretim sistemindeki entegrasyonun bozulması, veri akışının aksaması, sistemsel hatalardan dolayı imalat hattının durması, değişime çalışanın adapte olamaması, yeni iş tanımlarına uyum sağlayamama, bilgi teknolojileri ekibinin imalat ile alakalı konulara gereğinden fazla yer edinmesi, çalışanların değişime karşı isteksiz olması endüstri 4. süreçlerinin olumsuzlukları arasında gösterilebilir. Ayrıca fabrikalar yeterli sistem altyapısına ve yetenekli çalışana sahip değilse bu süreç sancılı olacaktır. Bu süreçlerde en önemli unsurlardan biri ise yöneticilerin desteğidir. Yöneticiler destek göstermez ise süreç olumsuz sonuçlar verebilir. Dijital süreç az yetenek gerektiren işlerin ve iş gruplarının azalmasına sebep olacaktır. (Sung, 2018)

Endüstri 4.0 internet ile bağlantı kurmamızı sağlarken veri ve akış problemlerine yol açtığı görülmüştür. Siber saldırılar verileri ve imalat sistemini sıkıntıya sokabilir. Bu durum oldukça ciddi bir konudur. İşletmeler sistem akışını korumak için önlemler almalıdırlar. (Sung, 2018)

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde çalışmanın konusu olan işletmelerde Endüstri 4.0 farkındalığının araştırılması ile alakalı detaylı literatür taramasına yer verilmiştir.

Kravčík ve diğ. (2017), çalışmalarında endüstri 4.0 bileşenlerinin işyerlerindeki süreçleri iyileştirdiklerinden bahsetmişlerdir. Ancak yeni fırsatlara ek olarak, üstesinden gelinmesi gereken riskler ve zorluklar da vardır. Bir yandan, çalışanların yeniden eğitimine yönelik güçlü bir gereksinimler mevcuttur. İş gücünün becerilerinin arttırılması, diğer taraftan çalışanların bu değişime motive olmaları, mesleki gelişim için gerekli üstbilişsel yeterliliklere sahip olmaları, aynı zamanda çalışanların verdikleri kararları anlamaları ve onlara güvenmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada çalışanların ve sistemlerin bu devrime adaptasyon sürecinin modellenerek ele alınabileceği anlatılmıştır. Ana hatlarıyla belirtilen sorunları ele almayı amaçlayan birkaç olası yaklaşıma dikkat çekmek istemişlerdir.

Ersöz ve diğ. (2018), çalışmalarında teknolojinin, özellikle de yapay zeka alanındaki hızlı gelişimi, dünya genelindeki tüm işletme türleri arasında Endüstri 4.0 kavramını ateşledi. Bu durum, söz konusu işletmeler için sürdürülebilir büyümenin yanı sıra faaliyet gösterdikleri ülkelerde ekonomik refahı da teşvik etmiştir. Bu bilgiler ışığında, Türkiye'deki tüm iş ortamının, bunun faydaları konusunda daha fazla farkındalık ve eğitimden faydalanması mutlak önem taşımaktadır. Eski sanayi felsefelerinden yeni Endüstri 4.0 felsefesine geçişte bu işletmelerin karşılaşabilecekleri sorunlara ışık tutmak da önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı Türkiye'deki işletmelerin Endüstri 4.0 farkındalık düzeyini ölçmektir. Araştırma aynı zamanda hedeflenen Endüstri 4.0 eğitim programlarının ve politikalarının demografik özelliklere göre nasıl değiştiğini belirlemeyi amaçlıyor. Türkiye'deki bazı işletmecilerin özellikleri. Tüm bu araştırmayı çoklu vaka çalışması tasarımı yönetti. Böylece Türkiye merkezli 32 firmanın görüşleri ve derinlemesine verileri anket yoluyla toplanmış ve daha sonra detaylı bir formatta analiz edilmiştir. Araştırma sonunda Endüstri 4.0 farkındalığının çalışanların eğitim düzeyine göre farklılık gösterdiği ortaya çıktı. Araştırmacılar ayrıca bu şirketlerin yurtdışındaki yabancı ortaklarla olan ilişkilerinin statüsünün veya kapsamının önemli bir etkiye sahip olduğunu da keşfettiler.

Flores ve diğ. (2018), çalışalarında Dördüncü Sanayi devrimi üretkenliği artırmayı vaat ettiğinden bahsetmişlerdir. Değer zincirlerini entegre eden iç iş süreçlerinin esnekliği ve otomasyonu ve şirketlerin yeni hizmetler tasarlaması ve sunması konusunda destek olması bu devrimin getirilerindendir. Endüstri 4.0 teknolojileri sayesinde verilerin işlenmesi ve işlenen veriden faydalı karar verici bilgi elde edilmesi sağlanmıştır. Araştırmacıların yapmış olduğu çalışmada Endüstri 4.0 farkındalığının incelenebilmesi için anket hazırlanmıştır. 25 farklı ülkeden 76 firmayaa bu anket uygulanmıştır. Bulgular Endüstri 4.0 konusunda iyi düzeyde bir farkındalık olduğunu ortaya çıkmıştır. Uygulama yapılan şirketlerden %10'u konunun farkında olmadığını bildirmiştir.

Büyüközkan ve Güler (2019), çalışmalarında, endüstri 4.0'ın alt başlığı olan lojistik 4.0'a değinmişlerdir. İşletmelerin endüstri 4.0 teknolojileri hakkında düşüncelerinden bahsetmişlerdir. İşletmelerin bu devrimden beklentilerini Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile analiz etmişlerdir. Ve bulanık etki matrisi yöntemi en çok beklenti olan bileşenin seçimini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak nesnelerin interneti ve büyük veri bileşilenlerinden daha fazla beklentilerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu teknolojilerin kendilerine en büyük faydayı sağlayacağı sonucuna varmışlardır.

Kamber ve Bolatan (2019), çalışmalarında üretimde internetin kullanılmaya başlanması ile Endüstri 4.0 teknolojilerinin imalatta önemli bir noktaya ulaştığından bahsetmişlerdir. Türkiye'de üretim yapan işletmelerin endüstri 4. Teknolojileri hakkındaki fikirlerini belirlemek için çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. 202 üretim işletmesi çalışanına endüstri 4.0 farkındalıkları ile alakalı anket doldurtulmuştur. Anketten elde edilen veriler doğrultusunda dört hipotez kurulmuş. Ve bu hipotezler istatistiksel olarak incelenmiştir. Çalışanlar Endüstri 4.0 farkındalık düzeyleri çalıştıkları işletmede dijitalleşme projesi var olup olmamasına göre değişim gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca çalışanlar genel anlamda Endüstri 4.0 çalışmalarının önemli ve gerekli olduğunu düşünmektedirler.

Mortensena ve diğ. (2019), endüstri 4.0 farkındalığının saptanabilmesi için bir oyun geliştirdiler. Oyun katılımcıların dördüncü sanayi devrimi bilgi seviyelerini ölçmeyi hedeflemektedir. Oyun katılımcılara doğru zamanda doğru ürün üretimini sağlayan bir sistem sonmaktadır. Katılımcılar farklı bölümlere ayrıldı: Operatör, İmalat yöneticileri,

sevkiyat, Finans, Oyun gözlemcisi ,teknisyen. Her gruba görevler dağıtılarak onlardan görevleri gerçekleştirmeleri istendi. Kişilerin görevlere verdikleri tepkiler incelendi ve bu süreçlere farkındalıkları ile alakalı fikir elde edildi. Ve ortaya bu sürecin zorluğu ortaya çıkmıştır ve bu süreç için disiplinler arası bir yaklaşıma ihtiyaç durulduğu tespit edilmiştir.

Karademir ve diğ. (2019) çalışmalarında endüstri 4.0 devrimi ile firmaların yetenekli ekipler kurmakta zorlandığından bahsetmişlerdir. Türkiyedeki mobilya sektörünün endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanarak ön plana çıkabileceği ön görülmektedir. Ancak mabilya sektöründeki küçük ve orta ölçekli firmalar ekonomik anlamda bu devrime adapte olmakta zorluk yaşamaktadırlar. Yapılan çalışmada mobilya sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin endüstri 4.0 konusuna olan farkındalığı araştırılmak istenmiştir. Bu yüzden Ordu ve Giresun illerindeki bulunan 45 işletmeye anket uygulanmıştır. Toplanan veriler bilgisayarda incelenmiştir ve işletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak Endüstri 4.0 kavramını benimsemişlerdir. Büyük işletmeler üretim hatlarında yeni teknolojileri kullanmaya başlamış ve hızla adapte olmuşlardır. Ancak özellikle küçük ölçekli işletmeler için aynı hareketliliğin sağlanması söz konusu değildir. Dijital olgunluğa bile ulaşmamış işletmelerin Endüstri 4.0'ı yakalaması oldukça zordur.

Karagöz ve Doyduk (2020), çalışmalarında endüstri 4.0 çalışmalarının lojistik sektörü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Lojistik alanında endüstri 4.0 teknolojilerinin iş hızını arttırdığına değinmişlerdir. Firmaların endüstri 4.0 uygulamalarını kullanım seviyelerini ve fikirlerini öğrenmek için derinlemesine mülakat yöntemi ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma ile elde ettikleri verilere SWOT analizi yapmışlardır. Sonuç olarak endüstri 4.0 uygulamaları yapan ya da yapmayan tüm firmalar bu teknolojilerin öneminin farkında oldukları saptanmıştır.

Pirtini ve diğ. (2020) çalışmalarında, endüstri 4.0 teknolojilerinin firmalara etkilerini incelemiştir. Veri elde etmek için firmaların idari çalışanları ile mülakat ve gözlem yapılmıştır. Elde edilen verinin Kappa Analizi ile güvenilirliği test edilmiştir. Son olarak veri analiz edilirken eksenel ve seçici kodlamalar yapılarak gömülü teori gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan firmaların

ürün kaliteleri, operasyon verimlilikleri, müşteri memnuniyetlerinin eskiye göre daha iyi olduğunu görmüşlerdir.

Safar ve diğ. (2020), çalışmasında Endüstri 4.0 teknolojilerinin son dönemde oldukça ilgi gördüğünden ve işletmeler için sürdürülebilir ve rekabet avantajları elde etmek için bu teknolojilerden faydalanılması gerektiğinden bahsetmiştir. Güney Hindistandaki işletmelere Endüstri 4.0 farkındağı ile alakalı anket gerçekleştirilmiştir. Bu anketten elde edilen veriler analiz edildiğinde işletmelerin genel anlamda bu devrim ile alakalı zayıf bilgi seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerde bu devrim ile alakalı bilgi sahibi olanların ise gelecek ile alakalı eylem ve beklentilerin yetersiz olduğu ve geliştirilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Ujakpa ve diğ. (2020), çalışmalarında lisans eğitimi alan öğrencilerin endüstri 4.0 farkındalıklarını ölçmeyi amaçlamışlardır. Üç farklı üniversite ile görüşülmüştür. Bu üniversitelerden 24 öğrenci ile anlaşılmıştır. Ve bu öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda endüstri 4.0 ile alakalı eğitim verilmediği ancak çoğu bu teknolojiler ile alakalı uygulamalar kullandıkları ve bu teknolojilerle alakalı olumlu izlenim paylaştıkları sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırma da öğrencilerin Endüstri 4.0 konusunda bilinçli oldukları ancak uygulamalarına ilişkin daha fazla eğitime ihtiyaç olduğuna değinilmiştir. Öğrencilerin, bu devrime tam anlamıyla hazır olmadıkları ve dolayısıyla onları sektörde işçi veya işveren olarak hizmet etmeye hazırlamak için çalışmalar gerektiği önerilmiştir.

Doğan ve Baloğlu (2020), çalışmalarında Endüstri 4.0 farkındalığı için ölçek oluşturmak istemişlerdir. Bu yüzden 70 konunun bulunduğu bir liste yapmışlardır. Bu liste alanında uzman kişilerce incelenmiş ve geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda listedeki konu sayısı 39'a düşürülmüştür. Hazırlanan bu ölçek iktisadi ve idari bilimler fakültesi öğrencileri ile mühendislik fakültesi öğrencilerine sunulmuştur. Öğrencilerden elde edilen veriler SPSS programına yüklenmiştir. Kailser-Mayer-Olkin ve bartlett testi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak 39 maddeli bir endüstri 4.0 farkındalık ölçeği geliştirilmiştir.

Göv ve Erdoğan (2020), çalışmalarını yapmak için Gaziantep Teknoparkta faaliyet gösteren 10 firmaya gitmişlerdir. Bu firmaların müdürleriyle yarı yapılandırılmış görüşme tekniği gerçekleştirmişlerdir. Görüşme sonucunda oluşan veri seti Nvivo nitel araştırma yazılımından faydalanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz ile firma yöneticilerinin Endüstri 4.0 konusunda oldukça bilgili oldukları görülmüştür.

Aylak ve diğ. (2020), çalışmalarında endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik faaliyetleri yapan firmalarda hangi bileşenlerden etkilendiğini araştırmışlardır. Anket hazırlanmış ve 65 farklı şirkete uygulanmıştır. Anket verileri analiz edil dildiğinde katılımcıların en çok otonom teknolojiler, robotlar, otomasyon, büyük veri, bulut teknoloji, e-ticaret konularına odaklanıldığı gözlenmiştir.

Yılmaz ve Özdağoğlu (2020), çalışmalarında endüstri 4.0'ın sadece imalat sistemlerini değil, tüm toplumu etkileyen güçlü bir dijital değişim olarak nitelendirmişlerdir. Bu devrimin işletmelere pek çok katma değer sağladığına değinmişlerdir. Örneğin esnek üretim sistemleri, müşteriye özel tasarımlı üretim sistemi, yeni iş alanları, kaynak optimizasyonu, bu devrimin gözlemlenen faydalı getirilerindendir. Yapılan çalışma İzmir ve Manisa şehirlerin bulunan işletmelerin endüstri 4. Farkındalığının durumunu tespit etmek hedeflenmiştir. Bunun için işletme büyüklüğü ve dördüncü sanayi devrimi şartlarına ilişkin farkındalık durumu arasındaki bağlantıyı saptamak için ki-kare analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, firmaların Ar-Ge bütçesi olduğunda büyük veri ve nesnelerin interneti kavramlarına diğer firmalara göre daha fazla vakıf olduklarını göstermektedir. Ayrıca büyük firmaların KOBİ'lere kıyasla büyük veri, nesnelerin interneti kavramlarına daha fazla vakıf oldukları sonucuna varılmıştır.

Karademir (2021), çalışmasında hızlı, gelişen ve dijitalleşen dünyada firmalar ekonomiler için önemli yapıtaşları olduklarını belirtmiştir. Bu çalışmada işletmelerin Sanayi 4.0'a olan yaklaşımlarını ölçmeyi amaçlayan bir ölçek geliştirmiştir. Araştırmaya 90 işletme dahil olmuş olup 611 kişiye bir anket uygulanmıştır. Çalışmada geçerlilik ve güvenilirlik noktarında uzman görüşüne başvurulmuştur. Anketten elde edilen verilere güvenilirlik analizi, keşifsel faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi, bağımsız gözlem için t testi analizleri yapılmıştır. Verilere keşifçi faktör analizi sonucunda üç maddeden oluşan beş faktörlü farkındalık ölçeği oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu model confirmatory faktör analizi ile doğrulanmıştır. Ölçeğin "Cronbach'ın Alfa iç tutarlılık katsayısı" 0,889 olarak hesaplandmıştır. Yapılan geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonucunda Endüstri 4.0 Farkındalık Ölçeği'nin tüm işletmeler ve çalışanlar için geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu belirlenmiştir. Ölçek, çeşitli sektörlerdeki farklı tür ve büyüklükteki işletmelere uygulandığında, eşit olmayan örneklerle, ülke önünde farkındalık yaratacaktır. Uygulamalar arttıkça ölçeği farklı şekillerde geliştirmek mümkün olacaktır. Sonuç olarak, ilk alt boyutu Kavramsal farkındalık", ikincisi "teknolojik farkındalık", üçüncüsü "yapısal farkındalık", dördüncüsü "işgücü etkisi farkındalığı" ve beşincisi "işletme etki farkındalığı" olduğu ortaya çıkmıştır.

Çetinkaya (2021), çalışmasında endüstri 4.0'ın hızlı gelişim ve değişimi ile inovasyon projeleri gerçekleştirirken nasıl bir tutum sergilemek gerektiğini ele almışlardır. Kırşehirde olan 177 firmayı ziyaret etmişlerdir ve bu firmalarda anket çalışması yapmışlardır. Araştırma sonucu elde edilen verilere korelasyon analizi ve basit doğrusal regresyon analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda endüstri 4.0 ile inavasyon projeleri arasında olumlu davranış tespit edilmiştir.

Taş ve Alagöz (2021), çalışmalarında işletmelerinin devamlılıklarını sürdürebilmeleri için yeni teknolojiler ile alakalı çalışmalar gerçekleştirmelerinin önemine değinmiştir. Tedarik zincirinin önemli bir bileşeni olduğuna belirttikleri lojistik alanında faaliyet gösteren firmalarda çalışma gerçekleştirmişlerdir. Lojistik sektöründen anket yolu ile veri toplanmış. Konya ilinde faaliyet gösteren bu firmaların Endüstri 4.0 teknolojilerine olan yaklaşımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Veriler SPSS programı ile analiz etmişlerdir ve endüstri 4.0 hakkında bir farkındalık olduğunu tespit etmişlerdir

Yılmaz ve Arslantaş (2022), çalışmalarında Endüstri 4.0 teknolojilerine çalışan ve yöneticilerin uyum sağlamalarının ve yeni yetenekler kazanmalarının öneminden bahsetmişlerdir. Endüstri 4.0 farkındalığının çalışan ve yöneticiler üzerindeki etkilerini gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Bu devrimin işletmenin ve işletmedeki çalışanların üzerindeki etkilerini çoklu örnek olay çalışması ile veriler toplanmıştır. Elde edilen içerik analiz edilerek endüstri 4.0 ile ortaya yeni iş kollarının çıkacağı sonucuna varılmıştır.

Sarıışık ve diğ. (2022), çalışmalarında ülkemizin gelir düzeyinin gelişimi için KOBİ'lerin dünya teknolojilerine adapte olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bunun içinde KOBİ'lerin Endüstri 4.0 çalışmaları yapabilmeleri için önce ne durumda olduklarını tespit etmek oldukça önemli olduğuna değinmişlerdir.Bunun için Şanlıurfa'da imalat yapan KOBİ'lere beş soruluk anket uygulanmıştır. Endüstri 4.0 farkındalıklarının tespiti için hipotezler kurulmuş ve istatistiki olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak firmaların endüstri 4.0 farkındalıklarında sektörel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Özzellikle tekstik sektöründe çalışan işletmelerin kendilerini geliştirmek için destek almaları gerektiği sonucu elde edilmiştir.

Doğan ve Aşan (2023), çalışmalarında endüstri 4.0 ile alakalı konulara genel bir gözlem yapmışlardır. Yapmış oldukları literatür taraması sonucunda endüstri 4.0 ile alakalı 41 kavram tespit etmişlerdir. 122 adet öğrenciye endüstri 4.0 farkındalıklarını ölçmek amacı ile bu kavramlar anket yöntemi ile sunulmuştur. Öğrencilerin en çok yapay zeka ile alakalı farkındalık düzeylerin gelişmiş olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin demografik verilerine görede farkındalık düzeyleri istatistiksel yöntemler ile analiz edilmiştir. Ve kadınların endüstri 4.0 teknolojilerine olan farkındalık düzeylerinin erkeklerden yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Ata (2024), çalışmasında dördüncü sanayi devriminin en çok üretim alanında kendini göstereceğine değinmiştir. Bu yüzden hem dijital dönüşüm hareketine adapte olmak hem de uluslararası rekabette yer edinebilmek için, devletler çalışmalar ve stratejiler geliştirmeye başlandığından bahsedilmiştir. Çalışmada, Türkiyenin dördüncü sanayi devrimi ile alakalı süreçteki gelişimini incelenmek hedeflenmiştir. Bu devrimin getirileri ile alakalı Türkiye'nin eğitim ve çalışma yapısının nasıl geliştirileceği ele alınmıştır. Araştırma sonucunda ülkemizde orta ve düşük teknoloji seviyelerinde üretim yapıldığı görülmüştür. Çalışma sektör bazında incelendiğinde ise firmaların bu yeni teknolojilerin olumlu getirilerinden faydalanmak için projelere başlamış oldukları gözlemlenmiştir.

Tablo 3.1'de endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı yapılan literatür araştırması özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Literatür taraması

Yazarlar	Yıl	Yayınlanan Derginin Adı	Çalışmanın Yapıldığı Sektör	Çalışmanın Yapıldığı Ülke ve Ülkeler	Örneklem Sayısı	Kullanılan Yöntem
Kravčík ve diğ.	2017	ARTEL@EC-TEL	İmalat Sektörü	Almanya	-	Olgunluk Modeli
Ersöz ve diğ.	2018	Economics and Business	-	Türkiye	32 İşletme	Kruskal-Wallis H ve Mann-Whitney U Testi
Flores ve diğ.	2018	Collaborative Networks Of Cognitive Systems	İmalat, Hizmet, Uzay, Otomotiv, Teknoloji, Tarım, Moda, Kimya, Bilgi Teknolojileri ve diğ.	Birleşik Krallık, İspanya, Meksika, Fransa, İsviçre, İtalya, ABD, İsveç, Hindistan, Slovenya, Tayvan, Belçika, Kolombiya, Macaristan, Sırbistan, Türkiye, Almanya, Vietnam, Brezilya, Letonya, Hollanda, Nijerya, Avustralya, Portekiz ve diğ.	76 İşletme	Kruskal-Wallis H Testi, Mann-Whitney U Testi
Büyüközkan ve Güler	2019	Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi	Lojistik Sektörü	Türkiye	1 İşletme	Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Etki Matrisi
Kamber ve Bolatan	2019	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi	İmalat Sektörü	Türkiye	202 İşletme	Anket, ANOVA Yöntemi, T Testi
Mortensena ve Diğ.	2019	Procedia Manufacturing	-	Danimarka	12 Kişi	Endüsri 4.0 Farkındalık Oyunu
Karademir ve Diğ.	2019	Journal Of Anatolian Environmental and Animal Sciences	Mobilya Sektörü	Türkiye	45 İşletme	Anket, Faktör Analizi
Karagöz ve Doyduk	2020	İnsan ve İnsan Dergisi	Lojistik Sektörü	Türkiye	10 İşletme	Derimlemesine Mülakat Yöntemi, SWOT Analizi

Tablo 3.1. (Devam) Literatür taraması

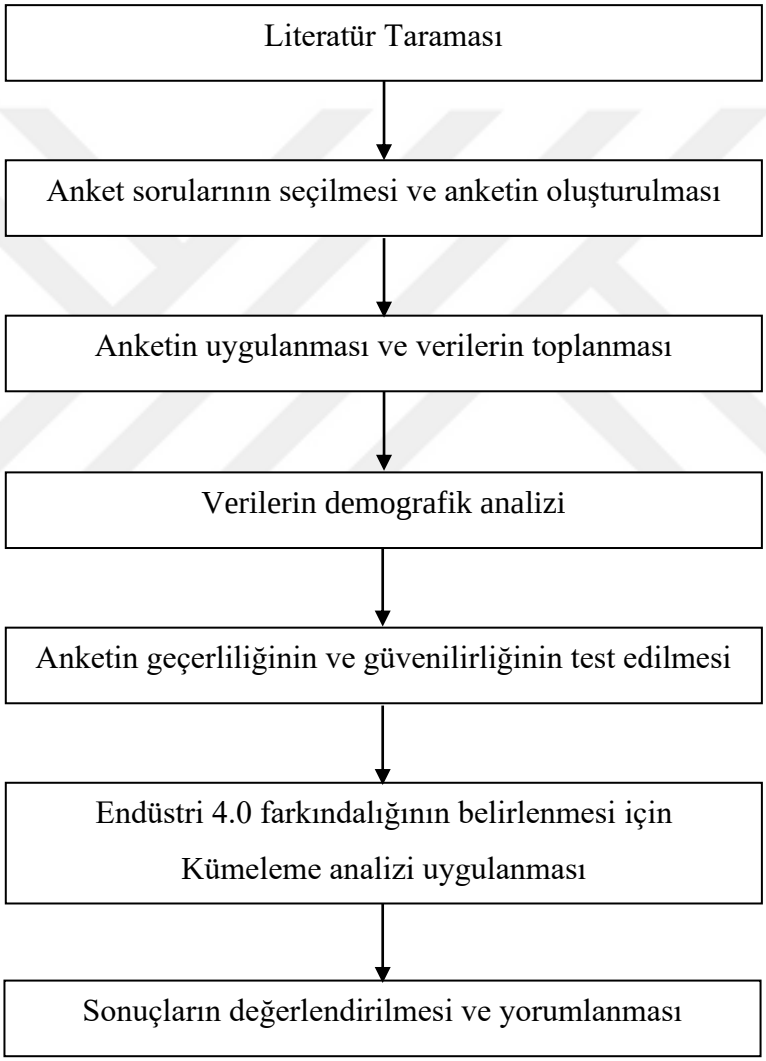
Yazarlar	Yıl	Yayınlanan Derginin Adı	Çalışmanın Yapıldığı Sektör	Çalışmanın Yapıldığı Ülke ve Ülkeler	Örneklem Sayısı	Kullanılan Yöntem
Pirtini ve diğ.	2020	Business and Management Studies An International Journal	Lojistik Sektörü	Türkiye	3 İşletme	Derinlemesine Mülakat Yöntemi, Gözlem Yöntemi, Kappa Analizi, Gömülü Teori
Safar ve diğ.	2020	Sustainability	Çeşitli Sektörler ve Kobiler	Hindistan	564 Kişi	Anket
Ujakpa ve diğ.	2020	IST-Africa Conference Proceedings	Eğitim Sektörü	Afrika	24 Kişi	Anket, Nicel Tasarım Yaklaşımı
Doğan ve Baloğlu	2020	KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi	Eğitim Sektörü	Türkiye	300 Kişi	Tarama Yöntemi, Açıklayıcı Faktör Analizi, Kailser-Mayer-Olkin Ve Bartlett Testi
Göv ve Erdoğan	2020	Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi	Yazılım, Elektronik, Yönetim Bilişim Sektörü	Türkiye	10 İşletme	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Tekniği, Nitel Araştırma Analizi
Aylak ve diğ.	2020	Journal Of Yasar University	Lojistik Sektörü	Türkiye	65 İşletme	Anket Yöntemi
Yılmaz ve Özdağoğlu	2020	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi	İmalat, Elektirik, Maden, Finans, Metal Eşya, Ulaşım Gibi Sektörler	Türkiye	38 Firma	Anket Tekniği, Kartopu Örnekleme Yöntemi, Ki-Kare Analizi
Karademir	2021	Fresenius Environmental Bulletin	-	Türkiye	90 İşletme	Anket Yöntemi, T Testi, Keşifçi Faktör Analizi, Doğrulayıcı Faktör Analizi

Tablo 3.1. (Devam) Literatür taraması

Yazarlar	Yıl	Yayınlanan Derginin Adı	Çalışmanın Yapıldığı Sektör	Çalışmanın Yapıldığı Ülke ve Ülkeler	Örneklem Sayısı	Kullanılan Yöntem
Çetinkaya	2021	Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi	-	Türkiye	177 Firma	Anket Yöntemi, Korelasyon Analizi, Basit Doğrusal Regresyon Analizi
Taş ve Alagöz	2021	KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi	Lojistik Sektörü	Türkiye	233 Kişi	Anket, İstatistiksel Analiz
Yılmaz ve Arslantaş	2022	Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi	İmalat Sektörü	Türkiye	3 Firma	Çoklu Örnek Olay Çalış Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu, Nitel Araştırma Yöntemi İçerik Analizi
Sarıışık ve Diğ.	2022	International Journal Of Advances İn Engineering And Pure Sciences	İmalat Sektörü	Türkiye	120 İşletme	Anket Tek Yönlü Varyans Analizi
Doğan ve Aşan	2023	The Business Journal	Sağlık Sektörü	Türkiye	122 Öğrenci	Anket, İstatistiksel Analiz, Korelasyon Analizi
Ata	2024	Yönetim Bilimleri Dergisi	Üretim Sektörü	Türkiye	-	Literatür Taraması

4. METODOLOJİ VE YÖNTEM

Uygulama metodolojisi Şekil 4.1'de akış şeması olarak verilmiştir. Şekil incelendiğinde önce detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Sonrasında anket oluşturulmuştur. Oluşturulan anket ile veriler toplanmıştır. Böylece veri seti elde edilmiştir. Bu veri setinin demografik yapısı grafiklerle analiz edilmiştir. Anketin geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiştir. Dördüncü sanayi devrimi farkındalığının belirlenmesi için kümeleme analizi yapılmıştır ve son aşamada bulgular yorumlamıştır.



Şekil 4.1. Uygulama Metodolojisinin Akış Şeması

Bu bölüm üç alt başlıkta anlatılacaktır. Birinci alt başlık uygulamada kullanılan ve bilimsel araştırma yöntemlerinden biri olan anket tekniğine yer verilecektir. İkinci alt başlıkta güvenilirlik ve geçerlilik analizleri detaylandırılmıştır. Üçünü alt başlıkta kümeleme analizinden bahsedilmiştir.

4.1. Anket Tekniği

Anket, sistemli olarak veriyi kaynaklardan toplama yöntemidir. Bu yöntemde veriyi toparlayabilmek için insanlara sorular sorulur. Anket yönteminde amaç kısıtlı sürede çok bilgi toplamak ve bu bilgileri analiz ederek anlamlı sonuçlara ulaşmaktır. Anket tekniği kendi içinde ikiye ayrılır. Bunlar yapılandırılmamış anket ve yapılandırılmış ankettir.

Yapılandırılmamış anket tipinde katılımcılara açık uçlu sorular sorulur. Ve katılımcılara kendi fikirlerini cümleler ya da paragraflar halinde yazma imkânı sunmaktadır.

Yapılandırılmış anket tipinde ise araştırmalarda yaygın tercih edilen anket türü olduğu görülmektedir. Katılımcıların verebileceği cevaplar sınırlandırılmıştır. Şıklı anket çeşididir. Genelde Likert ölçeği veya çoktan seçmeli yanıtlar ile veri toplanır. Likert ölçeği beş seçenekli ya da 7 seçenekli olabilir. (URL-6)

Anket oluştururken farklı düşünce oluşturan beyin fırtınası, ağaç diyagramları gibi tekniklerden faydalanılabilir. Böylece farklı fikirler bir araya toplanmış olur. Başlangıçta birçok fikrin detaylı bir şekilde listelenmesi faydalı olacaktır.

Anket maddelerinin taşıması gereken nitelikler aşağıda sıralanmıştır.

- Açık, kavranabilir ve teknik terimlerden uzak olmalıdır.
- Anketi dolduran katılımcının odağını dağıtmamak için uzun cümlelerden kaçınmak gereklidir ve anket maddelerinin her biri bir konuya, davranışa değinecek nitelikte olmalıdır.
- Katılımcı okuduğunu tek seferde anlayacak özellikte bir madde olmalıdır ki herhangi bir fikir yürütme eylemine girişmemelidir. (Oğur ve Tekbaş, 2003)

Anket tekniğinin avantajları:

- Büyük veri setleri toplama imkânı
- Geniş bir kitleye ulaşma
- Katılımcılardan doğrudan geri bildirim alma
- Göreceli olarak düşük maliyetli
- Standartlaştırılmış veri toplama

Anket tekniğinin dezavantajları:

- Yanıt oranının düşük olması
- Soruların yanlış anlaşılması
- Yanıtların dürüst olmama eğilimi
- Düşük katılım motivasyonu
- Hedef kitleyi tam olarak temsil edememe riski

Anket yöntemi disiplinli ön çalışma, doğru dizayn ve çözümleme ile etkin bir şekilde yararlanıldığında, faydalı bilgi edinmek ve doğru kararlar almak için kuvvetli bir teknik olabilir.

4.1.1. Anket Çeşitleri

Anket tekniği, bilgi toplama sürecindeki çeşitliliği ve esnekliği ile dikkat çeken bir yöntemdir. Farklı amaçlara hizmet eden çeşitli anket türleri, araştırmacılara geniş bir çalışma imkânı sunar. Anket tekniğinin çeşitlerinden aşağıda bahsedilmiştir.

Kapsamlı Genel Anketler, geniş bir konu veya popülasyon hakkında kapsamlı bilgiler elde etmek için kullanılır. Bu anketler, genellikle geniş katılımcı gruplarına yönelik olup genel tutumları, davranışları ve demografik özellikleri anlamak için tasarlanmıştır. Çeşitli konuları kapsayan sorular içerirler ve geniş veri setleri toplama kapasitesine sahiptirler.

Uzmanlık Anketleri, belirli bir konu, sektör veya uzmanlık alanındaki detaylı bilgileri toplamak için kullanılır. Bu tür anketler, genellikle belirli bir hedef kitlesi olan ve konuya özel sorular içeren araştırmalardır. Bu sayede, belirli bir alanın içerisinde derinlemesine analiz ve anlayış elde edilir.

Çapraz müşteri memnuniyeti anketleri, farklı demografik gruplar veya katılımcı profilleri arasındaki farkları anlamak için tasarlanmıştır. Bu tür anketler, örneğin yaş, cinsiyet, gelir düzeyi gibi değişkenlere göre sonuçları analiz ederek farklı bakış açılarını birleştirir. Böylece, genel eğilimlerin yanı sıra belirli gruplardaki farklılıklar da ortaya çıkar.

Geri bildirim anketleri, bir ürün, hizmet veya deneyimle ilgili katılımcı memnuniyetini değerlendirmek amacıyla kullanılır. Müşteri memnuniyeti, eğitim programları veya etkinlikler gibi çeşitli konularda geri bildirim almak için bu tür anketler tercih edilir. Sorular genellikle memnuniyet düzeyini, deneyimi ve önerileri içerir.

Boylamsal anketler, belirli bir zaman aralığında değişen durumları izlemek için kullanılır. Araştırmacılara, belirli bir konudaki değişimleri ve trendleri takip etme imkânı tanır. Bu tür anketler, uzun vadeli stratejilerin etkilerini değerlendirmek, trendleri belirlemek ve toplumun zaman içindeki evrimini anlamak amacıyla kullanılır.

Duygu analizi anketleri, katılımcıların duygusal tepkilerini anlamak ve değerlendirmek için kullanılır. Bu tür anketler, ürünlerin, reklamların veya diğer deneyimlerin nasıl hissettirdiğini anlamak amacıyla duygusal ifadeleri ölçer. Özellikle pazarlama ve reklam alanlarında duygu analizi anketleri önemli bir rol oynar.

Araştırma anketi, özenle tasarlanmış bir bilgi alma aracıdır. Belirli bir konu, sorun veya hipotez etrafında şekillenen bu anket türü, katılımcılardan sistematik ve yapılandırılmış bir şekilde veri toplamayı amaçlar. Genellikle bilgi düzeyi, tutumlar, davranış kalıpları veya demografik özellikler gibi çok çeşitli konularda bilgileri ölçer. Bu anketler, geniş bir katılımcı kitlesini temsil etmek üzere planlanabilir ve elde edilen veriler, daha sonra istatistiksel analizlere tabi tutularak anlam dolu sonuçlar elde etmek amacıyla kullanılır. Araştırma anketleri, bilgi dünyasının kapılarını aralayarak, toplumun farklı kesimlerinden gelen çeşitli bakış açılarını bir araya getirir.

Her bir anket türü, farklı bir amaca hizmet eder ve araştırmacılara geniş bir yelpazede bilgi toplama yeteneği sunar. Bu tezin çalışma konusu hakkında araştırma anketi oluşturulmuştur.

4.2. Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizi

Veri setinin düzenli, doğru, tutarlı olma özelliklerinin sağlanması için güvenilirlik ve geçerlilik testleri ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu testler yaptığımız araştırma sonuçlarını doğru yorumlayabilmemiz için oldukça önemlidir.

Güvenilirlik analizi ölçüm işleminin defalarca yapılabileceğini gösterir. Ayrıca yinelenmeler olan tutarlılıkları ortaya çıkan analizdir. Geçerlilik testinin tanımı ise; bir testin ölçmek istediği, ölçmeyi amaçladığı özelliği; başka bir özellik olmadan ölçen testtir. Bu testte ölçmek istenilen özellik doğru olmalı ve diğer özelliklerle karıştırılmadan ölçülmelidir. Eğer bunlar yapılabiliyorsa test geçerlidir. Bir testin geçerli olması için gereken en önemli özellik o testin güvenilir olmasıdır. Geçerli olmayan test güvenli olsa da işe yaramaz. (URL-7) Geçerlilik ve güvenilirlik analizi alt başlıklarda ayrı ayrı detaylandırılmıştır.

4.2.1. Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik, aynı şartlarda tekrarlanan ölçümlerde elde edilen değerlerin tutarlılığını yansıtan önemli bir özelliktir. Anket gibi ölçeklerin güvenilirliği ölçülmelidir. Ölçüm değerlerinin kararlılığını değerlendirmek için iki temel yaklaşım bulunmaktadır. İlk olarak, ardışık ölçümlerde bireyin grup içindeki sıralamasının değişmezliği göz önünde bulundurulmaktadır. İkinci olarak ise ardışık ölçümlerde meydana gelen ölçüm hatalarının büyüklüğü üzerinde durulmaktadır. Başka bir deyişle, güvenilir bir ölçeğin aynı bireyden benzer ölçümleri elde etmesi ve böylece ölçmenin standart hatasının düşük olması beklenir. (Doğan ve Başokçu, 2010)

Güvenilir bir ölçek, hata olmadan ölçüm yapabilen bir araçtır, ancak hata olmadığı ideal durumu elde etmek mümkün değildir. Bu nedenle, ölçmenin güvenirliğini artırmak için hata kaynaklarını belirlemek ve kontrol altına almak önemlidir. Hata, ölçme aracından kaynaklanabileceği gibi, dış faktörlerden de kaynaklanabilir. Ölçme aracındaki hata tespiti, güvenirliği artırmak için izlenmesi gereken bir adımdır.

Araştırmalarda en mühim durum, elde edilen verilerin güvenilirliğidir. Güvenilirlik, bir ölçüm aracının farklı zamanlarda uygulandığında aynı sonuçları üretebilme yeteneğini

ifade kavramdır. Anket tipi çalışmalarda en sık kullanılan güvenilirlik analizi tekniği, Cronbach Alpha yöntemidir.

4.2.1.1. Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı

Cronbach Alpha yöntemine göre, bir ölçeğin kabul edilebilir düzeyde güvenilir olması için Alpha değerinin en az 0,70 olması gereklidir. Bu eşik değerin altındaki sonuçlar, ölçeğin düşük güvenilirlikte veya güvenilir olmayan bir kategoride değerlendirilmesine yol açar. Cronbach Alpha analizi, ölçeğin güvenilirliği düşük çıkarsa, ilk olarak olumlu sorulara odaklanmak (eğer ölçek olumlu soru ağırlıklı ise) veya olumsuz sorulara odaklanmak (eğer ölçek olumsuz soru ağırlıklı ise) önerilir. Başka bir yöntem ise olumlu ve olumsuz soruları ayrı ayrı güvenilirlik analizine tabii tutmaktır. Ayrıca, olumsuz soruların olumluya dönüştürülmesi de yaygın bir uygulamadır. Cronbach tarafından geliştirilen alfa katsayısı yöntemi, maddelerin ikili puanlama yöntemi olmadığında en uygun iç tutarlılık tahmin yöntemidir. Cronbach alfa katsayısı, ölçekteki k maddenin varyanslarının toplamını genel varyansa oranlayarak bulunan ağırlıklı standart değişim ortalamasını ifade eder.

4.2.2. Geçerlilik Analizi

Ölçüm aracının geçerliliği; kullanılan aracın ölçülmek istenen özellikle uyumlu olup olmadığını, ölçümün kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini ve elde edilen verilerin gerçekten ölçülmek istenen özelliği doğru bir şekilde yansıtıp yansıtmadığını değerlendirir. Geçerlilik, bir ölçme aracının tasarlandığı konuyla uygun bir şekilde, tam ve doğru bir biçimde ölçüm yapabilme yeteneğini ifade eder. Geçerlilik, bir ölçüm aracının ölçtüğü olguyla ne kadar uyumlu olduğunu belirler. Bu kapsamda, kullanılan ölçüm aracının özellikle ölçülmek istenen özelliğe uygunluğu, ölçüm sürecinin kurallara uygunluğu ve elde edilen verilerin gerçekten hedeflenen özelliği yansıtıp yansıtmadığına dair üç ana unsura odaklanılır (Ercan ve Kan, 2004). Geçerlilik, ölçüm aracının ölçmek istenen değişkeni doğru bir şekilde yansıtma derecesini ifade eder. Bu analizle, ölçme aracının kendisi değil, araçla elde edilen sonuçlar üzerinde bir değerlendirme yapılır. Bu nedenle, geçerlik değerlendirmesi, elde edilen sonuçların ne kadar doğru ve anlamlı olduğuna dair bir değerlendirmeyi içerir.

4.2.2.1. Açıklayıcı Faktör Analizi

Faktör analizi, temelde birbirleriyle ilişkili olduğuna inanılan bir dizi değişken arasındaki karmaşık ilişkileri anlamak ve yorumlamak amacıyla, daha az sayıda temel boyuta indirgeme işlemidir. Bu yöntemle veriler veya değişkenler, özlü bir şekilde özetlenir. Bu analizin iki temel hedefi vardır: değişken sayısını azaltmak ve değişkenler arasındaki ilişkileri kullanarak yeni yapıları ortaya çıkarmak. Özellikle madde yoğunluğunun fazla olduğu araştırmalarda, daha az sayıda alt boyutla çalışmayı kolaylaştırarak anlamlı sonuçlar elde etmeyi amaçlar.

Açıklayıcı Faktör Analizi, faktör analizi türleri arasında en sık tercih edilenidir. Bu çalışmada da verilere açıklayıcı faktör analizi uygulanacaktır. Açıklayıcı faktör analizi, verilerin Kovaryans veya Korelasyon matrisi kullanılarak, birbirleriyle ilişkili olan p sayıda değişkenin ($k<p$) ve birbirinden bağımsız yeni değişkenlerin (faktörlerin) elde edilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Açıklayıcı faktör analizinin temel amacı, karmaşık veri setlerini daha az sayıda ve birbirinden bağımsız faktörle açıklamaktır. Bu analiz türünün temel varsayımları şu şekildedir;

- Faktör analizinde kullanılan tüm değişkenlerin ve bu değişkenlerin tüm doğrusal olan kombinasyonlarının normal bir dağılıma sahip olduğunu varsaymaktadır.
- Çok değişkenli normallik varsayımı, değişken çiftlerinin arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu gösterdiği için bu ilişkinin doğrusal olması gereklidir.
- Verilerin en az aralıklı ölçekte ölçülmüş olması gerekmektedir.
- Değişkenler arasında belirli bir düzeyde ilişki bulunması beklenir (0,25- 0,90 aralığı). -
- Ortak faktörler birbirleriyle ve residual (artık) faktörlerle ilişkisiz olmalıdır. Açıklayıcı faktör analizi, hipotezler sunar ancak bu hipotezleri doğrulamaz. (Çakır, 2014)

4.3. Kümeleme Analizi

Birbiri ile benzer özellik gösteren parçaların oluşturduğu bütüne küme denir. Kümeleme analizi, veri setinde birbirine benzer verileri gruplamak için kullanılan çok değişkenli istatiksel yöntemdir. (Alnıaçık ve İslamoğlu, 2013)

Kümeleme analizi değişken indisleri bağımlı ya da bağımsız olmasına göre ayırmaz. Benzerlikleri referans alarak gruplar oluşturur. Kümeleme analizinde amaç benzer davranış gösteren kümeleri homojen hale getirmeyi amaçlarken, farklı kümeler arasındaki heterojen davranışların çok fazla olması hedeflenir.

Kümeleme analizinin işlem aşamaları genel haliyle açıklanmıştır. Birinci aşamada veri seti çeşitli yollarla oluşturulmalıdır. Oluşturulan veri setinin değişken ve sabit değerleri belirlenmelidir. İkinci aşamada benzerlik matrisi veya uzaklık matrisi oluşturulmalıdır. Üçüncü aşamada kümelerin oluşturulabilmesi için kümeleme metodunun belirlenmesi gerekmektedir. Dördüncü aşama yani son aşamada oluşan kümeler yorumlanmalıdır. Kümeler arasında gözle görülür bir fark olup olmadığı belirlenip yorumlar yapılmalıdır.

Kümeleme analizinin sağladığı avantajlar ve dezavantajlar vardır.

Avantajları:

- Veri boyutu düşürülür.
- Tekstil, ekonomi, üretim gibi birçok alanda kullanılabilir.
- Aykırı veriler belirlenebilir.
- Veri ile alakalı daha önce yapılan çalışmalarda oluşturulmuş olan yada kurulan hipotezlerin yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

Dezavantajları:

- Veri setinin birçok çözümü mevcuttur.
- Analiz metotları arasında karşılaştırma yoktur. Herhangi bir metot için iyi ya da kötü diyerek bir söylemde bulunamayız.
- Kümeleme analizi tanımlayıcı bir metottur. Anakütleden örneklem alarak yorum yapmak mümkün değildir.

Kümeleme yöntemleri kendi içerisinde ikiye ayrılır. Bu yöntemler: Hiyerarşik(aşamalı) kümeleme yöntemleri ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleridir. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinin detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

4.3.1. Aşamalı (Hiyerarşik) Olan Kümeleme Yöntemleri

Veriler kümelere ayrılırken benzerlik ve uzaklık parametreleri göz önünde bulundurulur. Kümelerin daha açıklayıcı olması için ağaç diyagramları (dendogram) ve buz saçaklarından (icicle plot) yardım alınır.

Aşamalı olan kümeleme yöntemleri kendi içinde ikiye ayrılır. Bunlar: Birleştirici ve ayırıcı yöntemler olarak adlandırılır. Yöntemler sırası ile açıklanmıştır.

Birleştirici (agglomerative) yöntemi: Öncelikle tüm verilerin ayrı birer kümeyi temsil ettiği varsayılarak a birimi hiyerarşik olacak şekilde a, a-1, a-2,…2, 1 kümeye dahil etmeyi hedefler. Her birimin benzerlik gösterdiği adımlar, ortak yönler incelenebilir. Çok tercih edilen bir metottur. Ortak yönlerin fazlalığına göre kümeler oluşturulur. Bu kümeler dendogramlar ile görselleştirilebilir.

Ayırıcı (divisive) yöntem: Öncelikle tüm gözlem değerleri tek küme varsayılmaktadır. Gözlemleri 1 ,2 ,…a-1, a adet kümeye ayırırız.

Ward Yöntemi (En Küçük Varyans Yöntemi) aşamalı küme yöntemleri arasında en çok tercih edilen yöntemdir. Ward yöntemi kümelerin varyansını minimize etmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Böylece en iyi küme adedini bulmayı hedeflemektedir. Bu yöntemin öbür yöntemlere kıyasen, gözlem sayısı fazla olduğunda, diğer kümeleme yöntemlerine göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bu teknik toplam sapma kareler formülünden faydalanır. Yani bir kümenin orta noktasına gelen birimin, kümenin içindeki diğer değerlere olan ortama uzaklığını alır. (Terzi, 2020)

4.3.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Küme sayısı biliniyorsa ya da araştırmacı tarafından belirlenmiş ise daha az zaman alan hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu yöntemde küme sayısının mutlaka belirlenmiş olması gerekir. Bu sayı belirlenirken araştırmacının tecrübesinden faydalanılabilir. Dört çeşit hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemi vardır. Bunlar:

- K-Ortalama (K-Means) Yöntemi

- Metoid Parçalama Yöntemi
- Yığılma Yöntemi
- Bulanık (Fuzzy) Kümeleme Yöntemi

Bu yöntemler arasında en çok tercih edilen K-Ortalama yöntemidir. (Terzi, 2020). En çok kullanılan k-ortalama yöntemini detaylandıralım.

K-Ortalama yönteminin amacı gözlemlerin birbirlerine olan benzerliklerinin çeşitli uzaklık metrikleri kullanılarak gruplara ayırmaktır. Bu kümeleme yöntemi için sırası ile yapılması gereken adımlar mevcuttur.

İlk adımda yani birinci adımda küme sayısı belirlenmelidir. İkinci adımda rastgele k merkez seçilir. Üçüncü adımda her gözlem için k merkezlere uzaklık hesaplanır. Dördüncü adımda her gözlem en yakın olduğu kümeye yani merkeze atanır. Beşinci adımda atama işlemlerinden sonra oluşan kümeler için tekrar merkez hesaplamaları yapılır. Altıncı adım yani son aşamada bu işlem belirlenen iterasyon kadar tekrar edilir. Küme içi hata kareler toplamlarının minimum olduğu durumda gözlemlerin kümeleme yapısı nihai küme kabul edilir.

5. UYGULAMA

Bu bölümde önce çalışmanın amacından bahsedilecektir. Daha sonra çalışma kapsamında yapılan uygulama ve analizler detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

5.1. Çalışmanın Amacı

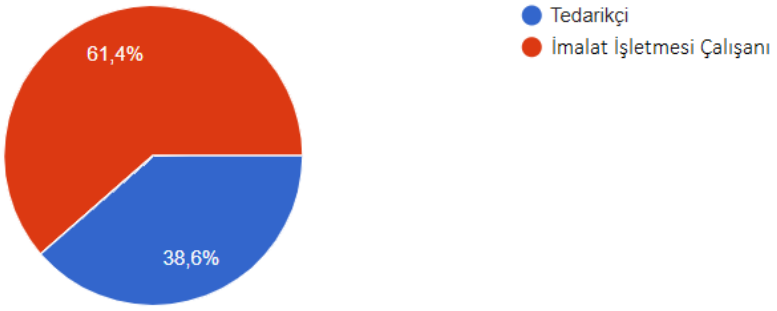
Günümüzde işletmelerin doğru yatırım kararları alabilmeleri, varlıklarını sürdürebilmeleri ve rakipleriyle rekabet edebilmeleri için mevcut durumlarını analiz edebiliyor olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada bir imalat işletmesi ve tedarikçilerinin endüstri 4.0 farkındalıklarının ne düzeyde olduğunu belirlemek için gerçekleştirilmiştir.

Çalışma yapılan imalat işletmesi başta maden ve otomotiv yedek parça ürünleri olmak üzere denizcilik, tekstil, inşaat gibi birçok sektöre çeşitli ürünler üretmektedir. Türkiye'de 4 adet üretim tesisi bulunmaktadır. 400'den fazla kişi çalışmaktadır. 55 ülkeye ihracat yapmaktadır.

5.2. Verilerin Toplanması, İncelenmesi ve Yorumlanması

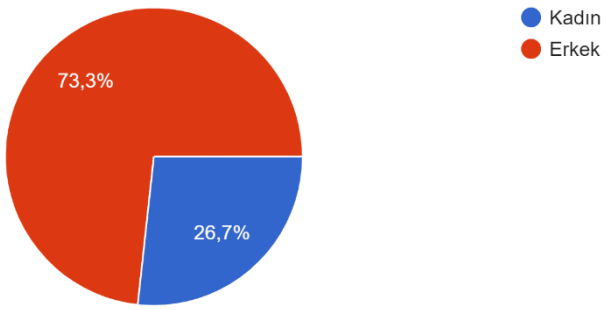
Çalışma kapsamında literatür çalışmalarından hareketle Endüstri 4.0 farkındalığının araştırılması için katılımcıların doldurmaları için 42 soruluk anket formu hazırlanmıştır. Anket formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm 9 sorudan oluşmaktadır ve bu bölümde katılımcıların genel bilgileri ile demografik özellikleri yer almaktadır. İkinci bölüm 33 sorudan oluşmaktadır ve bu bölümde 5li likert ölçeği kullanılarak oluşturulan endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı sorular vardır. Veri toplama aracı ve yöntemi ile ilgili olarak Kocaeli Üniversitesi Etik Kurulundan 17.11.2023 tarihinde onay belgesi alınmıştır. Bu belge EK-B' kısmında paylaşılmıştır.

Çalışma anketi Google Forms aracılığı ile katılımcılara ulaştırılmıştır. 101 kişi bu anketi doldurmuştur. Toplam katılımcı sayısının 39'unu tedarikçiler oluştururken 62 tanesi imalat işletmesi çalışanı oluşturmuştur. Katılımcıların doldurduğu anketin birinci bölümünün veri sonuçlarının yüzdesel dağılımları aşağıda şekiller ile gösterilmiştir.



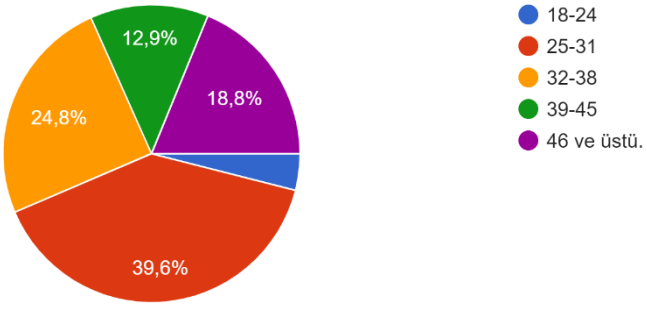
Şekil 5.1. Katılımcıların dağılımı

Şekil 5.1'i incelediğimizde ankete katılanların %38,6'sı(39 kişi) tedarikçi iken %61,4'ü(62 kişi) imalat işletmesinin çalışanıdır.



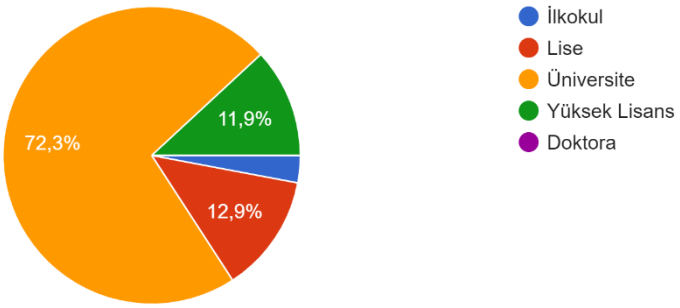
Şekil 5.2. Cinsiyet dağılımı

Şekil 5.2'i incelediğimizde ankete katılanların %73,3'ü(74 kişi) erkek iken %26,7'si(27 kişi) kadındır. Yani katılımcılar genellikle erkeklerden oluşmaktadır.



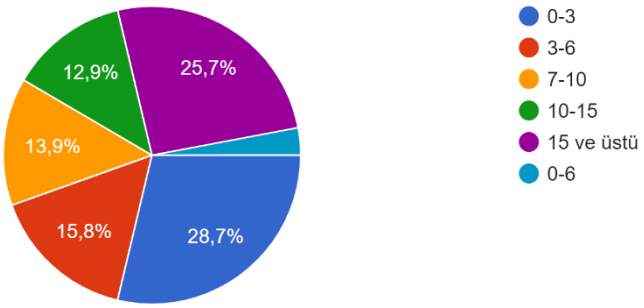
Şekil 5.3. Yaş dağılımı

Şekil 5.3'ü incelediğimizde ankete katılanların %39,6'sı (40 kişi) 25-31 yaş aralığında, %24,8'i (25 kişi) 32-38 yaş aralığında, %18,8'i (19 kişi) 46 yaş ve üstü, %12,9'u (13 kişi) 39-45 yaş aralığında, %3,9'u (4 kişi) 18-24 yaş aralığındadır. Yani firmalar genelindeki en yüksek yaş aralığını 25-31 yaş grubu oluşturmaktadır.



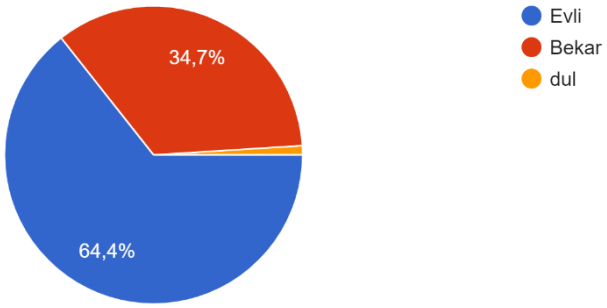
Şekil 5.4. Öğrenim durumu dağılımı

Şekil 5.4'ü incelediğimizde ankete katılanların %72,3'ü (73 kişi) lisans, %12,9'u (13 kişi) lise, %11,9'u (12 kişi) yüksek lisans, %2,9 (3 kişi) ilkokul mezunudur. Katılımcılar genellikle üniversite mezunudur.



Şekil 5.5. Hizmet süresi dağılımı

Şekil 5.5'ü baktığımızda ankete katılanların hizmet süreleri ile alakalı elde ettiğimiz bilgiler şu şekildedir: Katılımcıların %28,7'ünün (73 kişi) hizmet süresi 0-3 yıl, %25,7 (26 kişi) 15 yıl ve üstü, %15,8 (16 kişi) 3-6 yıl, %13,9 (14 kişi) 7-10 yıl, %12,9 (13 kişi) 10-15 yıl, %3 (3 kişi) 0-6 yıldır. Katılımcılar genellikle 0-3 yıllık çalışanlardır.



Şekil 5.6. Medeni durum dağılımı

Şekil 5.6'yı incelediğimizde ankete katılanların %64,4'ü (65 kişi) evli iken, %34,7'si (35 kişi) bekardır. Yani katılımcıların çoğunun evli olduğu çıkarımı yapılabilir.

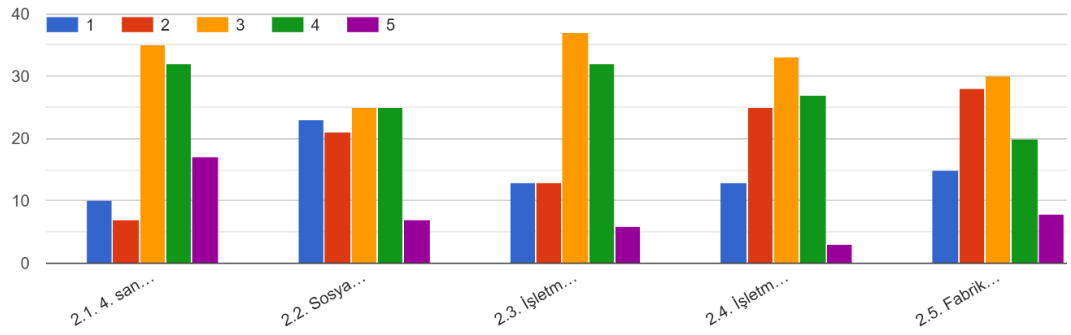
Tablo 5.1 Katılımcıların çalıştıkları departmanlar ve mezun oldukları bölümler

Çalışılan Departman	Satış Pazarlama, Genel Müdürlük, Lojistik, İhracat, Laboratuvar, Planlama, Üretim Müdürlüğü, Bilgi Teknolojileri, Kalite Kontrol, Depo, Teknopark, Reklam, Sanayi Mühendisliği, Ar-Ge, İnsan Kaynakları, Satın Alma, Bakım Onarım, Muhasebe, Proje, İdari işler vb.
Mezun Olunan Bölümler	Endüstri Mühendisliği, İşletme, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, İktisat, Gemi Makineleri İşletmeciliği, Fransız Dili ve Edebiyatı, Mimarlık, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik, Kimya Mühendisliği, Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü, Grafik Tasarımı, Büro Yönetimi ve Yönetici Asistanlığı, Jeoloji Mühendisliği, Tarım Makineleri, Edebiyat, Elektrik Elektronik mühendisliği, Metal Öğretmenliği, Muhasebe, İnşaat mühendisliği, Finans, Beden eğitimi, Elektrik Mühendisliği, Şehir Bölge Planlama, Matematik, Gıda Teknolojileri, Plastik kalıp bölümü, Tekstil mühendisi, Maliye, Uluslararası ilişkiler, Finans yönetimi, İşletme yönetimi

Tablo 5.1'de ankete katılım sağlayan kişilerin hangi bölümlerden mezun oldukları ve çalıştıkları departmanlar ile alakalı detaylara yer verilmiştir.

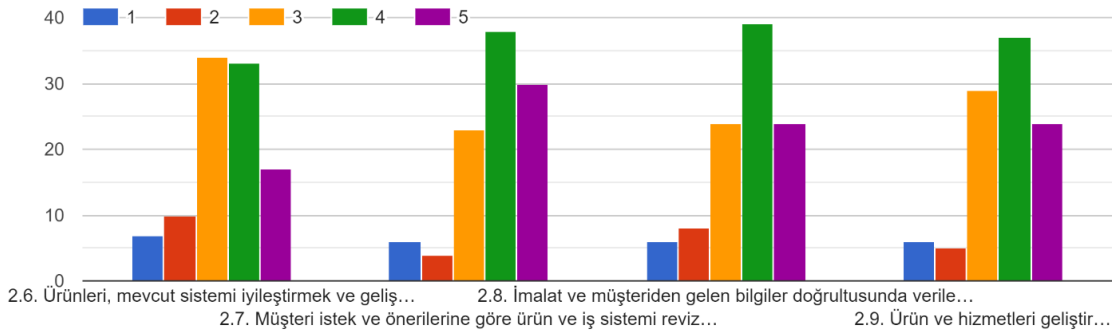
Araştırma anketinin birinci bölümü ile alakalı grafikler incelendiğince katılımcıların genellikle erkek, genç, üniversite mezunu, evli ve sektörde yeni olduklarını gözlemleyebiliriz.

Anketin ikinci bölümde Endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı sorular yöneltilmiştir. Sorulara verilen cevapların grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir. Bu grafikler ile alakalı 1- hiç katılmıyorum, 2- katılmıyorum, 3- kısmen katılmıyorum, 4- katılıyorum, 5- kesinlikle katılıyorum anlamına gelmektedir. Bu bölümdeki grafiklerin x eksen katılımcı sayısını, y ekseni anketteki soru numarasını göstermektedir.



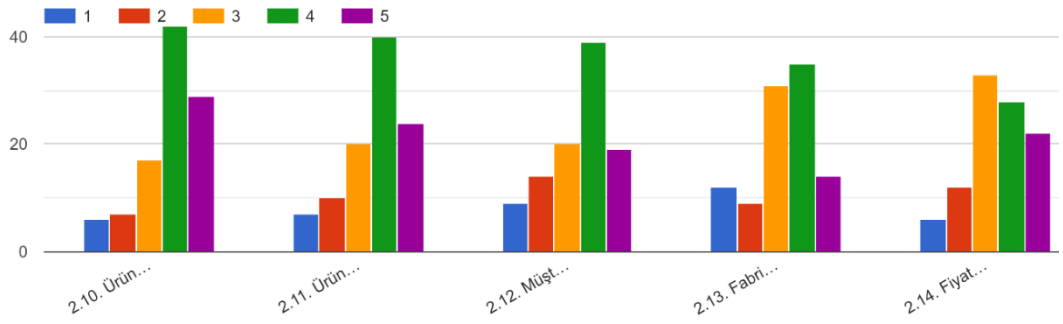
Şekil 5.7. Endüstri 4.0'ın kavramsal boyutu

Şekil 5.7'deki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Endüstri 4.0 ile alakalı kısmen bilgi sahibidirler. Sosyal mecralardan endüstri 4.0 ile alakalı haber ve sayfaları kısmen takip etmektedirler. İşletme genelinde çalışanlar ve yöneticiler endüstri 4.0 projelerine kısmen olumlu yaklaşım göstermektedirler. İşletmelerinde endüstri 4.0 projeleri kısmen gerçekleşmektedir. İşletmelerin sistem altyapısı bu devrimin getirileri için kısmen uygundur. Yani katılımcılar dördüncü sanayi devrimi kavramına genel anlamda kısmen hâkim oldukları sonucuna varabiliriz.



Şekil 5.8. Ürün / İş /Hizmet boyutu

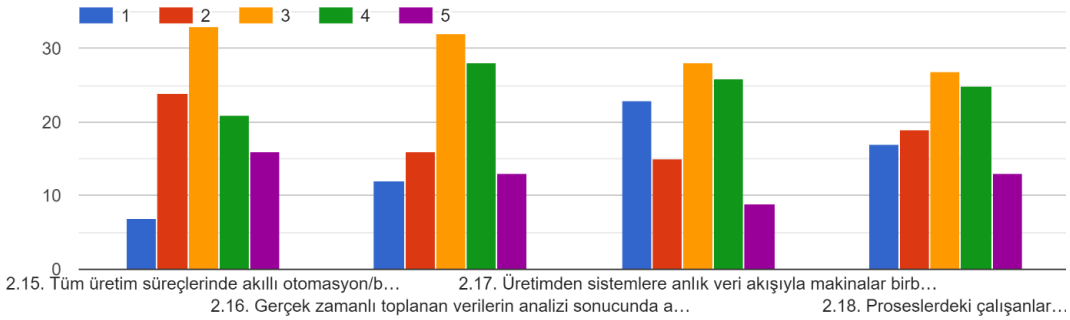
Şekil 5.8'deki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Ürünleri, mevcut sistemi iyileştirmek ve geliştirmek için yeni teknolojilerden kısmen faydalanılmaktadır. Müşteri istek ve önerilerine göre ürün ve iş sistemi revize edilebilir durumdadır. İmalat ve müşteriden gelen bilgiler doğrultusunda veriler aktif bir şekilde analiz edilmektedir. Ürün ve hizmetleri geliştirmek için dış desteklerden faydalanılmaktadır. Yani ürün/iş/hizmet boyutunda endüstri 4.0 farkındalıkları gelişmiştir.



Şekil 5.9. Satış ve pazarlama müşteri iletişimi boyutu

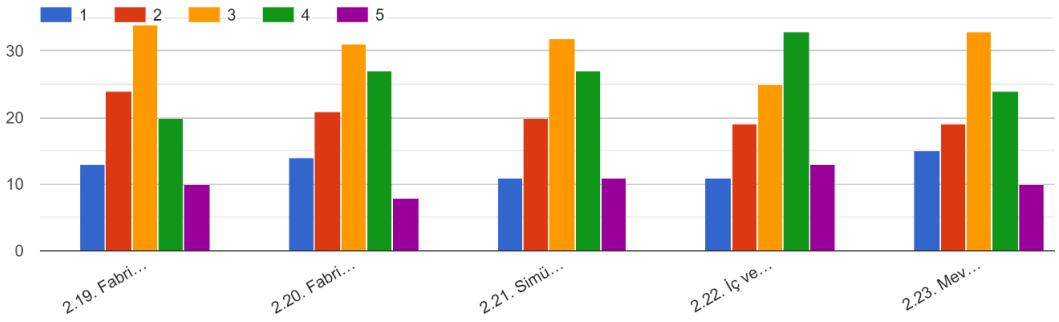
Şekil 5.9'daki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Ürünler müşteriye tanıtılırken dijital seçenekler de kullanılmaktadır. Ürünler müşteriye sanal platformlar yararlanılmaktadır. Müşterinin ürünler ile alakalı geri bildirimleri dijital kanallardan (mail/web site /portallar vs.) toplanan veriler analiz edilerek mevcut tasarım ve üretim revizyonlarına aktarılmaktadır Fabrikanın üretim,

pazarlama, mühendislik süreçlerinde anlık ve sürekli veri toplama analizi gerçekleştirilir. Fiyatlandırma sürecinde çok çeşitli yöntemler kısmen kullanılmaktadır.



Şekil 5.10. Fabrikada proseslerin yönetimi boyutu

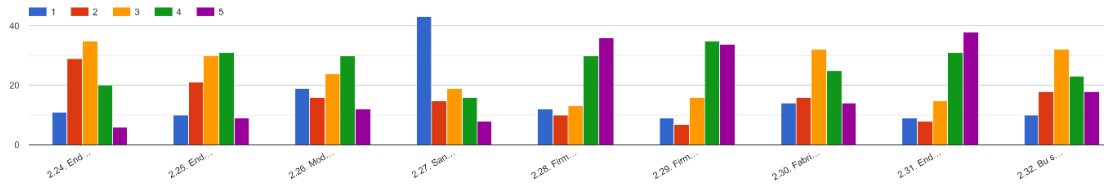
Şekil 5.10'daki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Tüm üretim süreçlerinde akıllı otomasyon/bilişim sistemleri ve kurumsal kaynak planlama yazılımları kısmen kullanılmaktadır ya da kullanılmamaktadır. Gerçek zamanlı toplanan verilerin analizi sonucunda anlık plan değişiklikleri kısmen organize edilebilir. Üretimden sistemlere anlık veri akışıyla makinalar birbirleri ile iletişim kurarak iş listesi kısmen gönderebilir. Proseslerdeki çalışanlar doğru veriye anlık bir şekilde ulaşır ve analizler kısmen gerçekleştirebilir.



Şekil 5.11. Fabrikaların mevcut bilgi teknolojileri altyapısı

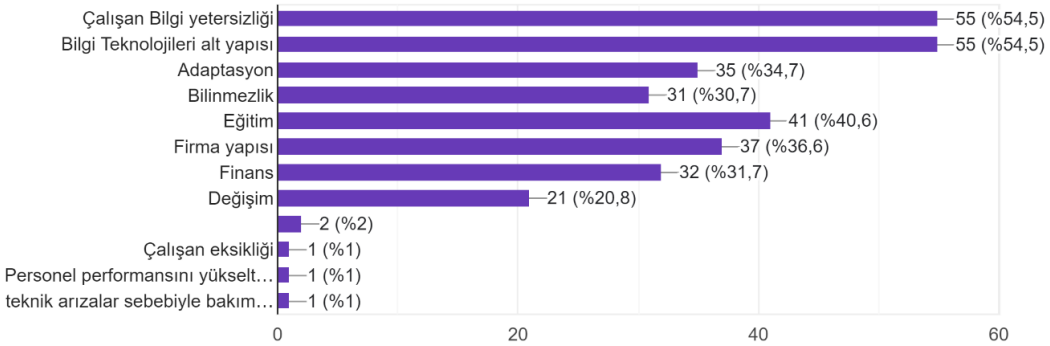
Şekil 5.11'deki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Fabrikanın teknolojik altyapısı Endüstri 4.0 teknolojileri kısmen uyumludur. Fabrikanın süreçlerinden gerçek zamanlı analize imkân sağlayan bazı yazılımlar kısmen bulunmaktadır. Simülasyon programları, veri analiz araçları, sosyal medya, mobil

uygulamalar, bulut tabanlı hizmetler gibi teknolojiler kısmen kullanılmaktadır. İç ve dış paydaşlar (müşteri dağıtımcı vs.) ile bütünleşik sistemler/portallar üzerinden iletişim kurdurulmaktadır. Mevcut teknolojik altyapı bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlarını kısmen karşılamaktadır.



Şekil 5.12. Sanayi devrimi fabrika içi durum değerlendirme

Şekil 5.12'deki grafikler incelendiğinde katılımcılar ile alakalı çıkarılan sonuçlar şöyledir. Endüstri 4.0 teknolojileri için fabrikanın var olan imkanları, çalışanların bilgi seviyesi, yöneticilerin desteği kısmen yeterli ya da yetersizdir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı çalışmaları firma çalışanları desteklemektedir. Modelleme ve simülasyon araçları kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri ile imalat gezilememektedir. Firmanın endüstri 4.0 çalışmalarına geçişine olumlu bakılmaktadır. Firmanın endüstri 4.0 ile alakalı projelerinin faydalı olacağını inanılmaktadır. Fabrika altyapısı endüstri 4.0 ihtiyaçlarını kısmen karşılayabilecek düzeydedir. Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş rakip firmalar karşısında bize üstünlük sağlayacağını düşünülmektedir. Bu sanayi devriminin getirmiş olduğu değişimlere karşı çalışanlar ve yöneticiler kısmen iş birliği içerisindedir.



Şekil 5.13. Endüstri 4.0'ın getirdiği yenilik ve değişimin işletme genelinde oluşturduğu problemler

Şekil 5.13'te bulunan grafikte x eksen katılımcı sayısını, y ekseni endüstri 4.0'ın getirdiği yenilik ve değişimin işletme genelinde oluşturduğu problemleri göstermektedir. Katılımcılar dördüncü sanayi devrimi sürecinde karşılaşılacak en büyük ilk üç sorunun çalışan bilgi yetersizliği, bilgi teknolojileri alt yapısının gelişmemiş olmasına ve adaptasyon olacağını düşünmektedirler.

5.3. Verilerin Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizi

Anket yöntemi ile elde edilen verilerin geçerliliğinin test edilmesinde açıklayıcı faktör analizi, güvenirliğinin test edilmesinde Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı analizi kullanılmıştır. Analizler SPSS paket programından faydalanılarak yapılmıştır. Bu programın 29. Versiyonu kullanılmıştır.

5.3.1. Güvenilirlik Analizi

Anketin güvenilirliğini kontrol etmek veriler SPSS paket programına yüklenmiştir. Programda bulunan analiz menüsünde bulunan ölçüm sekmesinden güvenilirlik analizi kısmından verilere çalışma uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen çıktılar aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,963	32

Şekil 5.14. Güvenilirlik istatistiği

Şekil 5.14 deki güvenilirlik istatistiği ile alakalı SPSS ekran çıktısı incelendiğinde güvenilirliğinin α= 0,963 değerini aldığı görülmektedir. Burada Cronbach's Alpha değerinin kabul edilebilir olması için >0,70 olmalıdır. Analizde çıkan alfa değeri kabul edilebilirlik şartını sağlamaktadır.

Bununla birlikte "Cronbach's Alpha" katsayısı tek başına yeterli değildir. Sağlıklı bir değerlendirme için faktördeki her bir sorunun bu katsayıya katkısının incelenmesi gerekir. Bunun için "Item-Total Statistics" tablosunun "Cronbach's Alpha If Item Delated" sütunundaki değerleri bakılması gerekir.

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S2.1	99,50	652,672	,376	,964
S2.2	100,16	654,255	,314	,965
S2.3	99,83	639,501	,636	,962
S2.4	100,06	636,156	,724	,962
S2.5	100,10	635,690	,665	,962
S2.6	99,46	638,110	,662	,962
S2.7	99,07	638,085	,666	,962
S2.8	99,22	637,952	,659	,962
S2.9	99,21	635,926	,717	,962
S2.10	99,08	640,174	,614	,963
S2.11	99,25	648,168	,451	,964
S2.12	99,44	634,368	,663	,962
S2.13	99,58	638,345	,609	,963
S2.14	99,41	636,924	,659	,962
S2.15	99,73	630,958	,750	,962
S2.16	99,74	632,993	,694	,962
S2.17	100,05	637,568	,566	,963
S2.18	99,90	630,670	,680	,962
S2.19	99,98	628,400	,795	,961
S2.20	99,94	627,416	,810	,961
S2.21	99,81	629,174	,782	,961
S2.22	99,70	628,851	,758	,962
S2.23	99,93	628,865	,764	,962
S2.24	100,07	631,385	,813	,961
S2.25	99,80	628,460	,818	,961
S2.26	99,88	627,486	,717	,962
S2.27	100,56	641,068	,477	,964
S2.28	99,21	628,366	,670	,962
S2.30	99,11	633,658	,654	,962
S2.31	99,79	629,246	,732	,962
S2.32	99,08	633,694	,636	,962
S2.33	99,67	631,882	,696	,962

Şekil 5.15. Maddelerin istatistiği

Şekil 5.15'tede görüldüğü üzere tüm anket maddelerinin Cronbach's Alpha'yı değerleri 0,7'den büyüktür. Ölçek güvenilir düzeydedir. Şimdi geçerlilik kontrolü için Faktör Analizine geçiş yapılabilir.

5.3.2. Geçerlilik Analizi

Anketin geçerlilik testi için SPSS'in versiyon 29 paket programından faydalanılmıştır. SPSS programında faktör analizi için izlenen yol, analiz sekmesinin altında bulunan boyut küçültme kısmından açıklayıcı faktör analizine ulaşılmıştır. Verilere uygulanan bu analiz sonucunda elde edilen çıktılar sırası ile detaylandırılmıştır.

KMO istatistiği Kaiser-Meyer-Olkin kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. KMO istatistiği örneklem uygunluğunu sınayan bir değerdir. Bir değerine yakın olması bir faktör analizi için verilerin uygun olduğunu gösterir. Yani KMO değeri 1'e yakın olduğunda analizin iyi olduğu sonucuna varabiliriz. Değer 0,50 'den azsa, faktör analizinin sonuçları büyük olasılıkla çok yararlı olmaz.

Bartlett 'in küresellik istatistiği veri matrisinin kimlik matris olup olmadığını ve değişkenler arasındaki korelasyonu ölçer. Küresellik 0.05 'ten az ise ölçeğin faktör analizi için uygun olacağını değişkenler arasında ilişki varlığını belirtir. (URL-8)

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,907
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2847,782
	df	496
	Sig.	<,001

Şekil 5.16. KMO ve Bartlett testi

Şekil 5.16 incelendiğinde KMO değeri 0,907 olduğu görülmektedir. Bu değer bire yakın bir değerdir. Küreselliğinde sıfıra yakın olduğu görülmektedir. Yani anket verileri faktör analizi için uygundur.

Faktör analizi uygulamasında varimax yöntemi seçilerek değişkenlerin yapısının aynı kalması sağlanmıştır.

SPSS'te faktör sayısının incelenebilmesi için total variance explained çıktısına bakılmalıdır. Bu tablo ile toplam değerler sütununda öz değeri birden fazla çıkan rakamlar faktör sayısını belirlemektedir. Her faktör toplam varyans değerinin en az %5'ini açıklayabilir düzeyde olmalıdır. Bu iki durum göz önünde bulundurularak faktör sayısına karar verilir.

Öz değer birden çok fazla faktör çıktığında açıklama oranları incelenerek faktör sayısına karar verilmelidir. Faktörlerin açıklama oranının %50 değerinin üstünde olması beklenir.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	15,571	48,659	48,659	15,571	48,659	48,659	7,469	23,341	23,341
2	2,346	7,331	55,990	2,346	7,331	55,990	4,336	13,551	36,893
3	2,052	6,413	62,403	2,052	6,413	62,403	3,555	11,109	48,002
4	1,530	4,781	67,184	1,530	4,781	67,184	3,431	10,723	58,725
5	1,197	3,742	70,926	1,197	3,742	70,926	2,628	8,212	66,937
6	1,074	3,357	74,282	1,074	3,357	74,282	2,350	7,345	74,282
7	,840	2,625	76,908						
8	,805	2,516	79,424						
9	,722	2,256	81,680						
10	,611	1,909	83,589						
11	,558	1,745	85,333						
12	,532	1,661	86,995						
13	,447	1,397	88,392						
14	,384	1,200	89,592						
15	,378	1,181	90,773						
16	,317	,992	91,765						
17	,309	,964	92,729						
18	,289	,904	93,634						
19	,266	,830	94,464						
20	,235	,736	95,199						
21	,213	,665	95,865						
22	,195	,610	96,474						
23	,187	,585	97,059						
24	,170	,531	97,591						
25	,140	,438	98,029						
26	,129	,404	98,433						
27	,118	,370	98,802						
28	,095	,296	99,099						
29	,083	,259	99,358						
30	,076	,237	99,595						
31	,070	,219	99,814						
32	,059	,186	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Şekil 5.17. Toplam varyans değerleri

Şekil 5.17'yi incelediğimizde ölçeğin kaç faktörden oluştuğu ve bu faktörlerin ölçülmek istenen olguyu ne derecede ölçtükleri görülmektedir. Ayrıca 6 adet faktör olduğu görülmektedir. Birinci faktörün ölçtüğümüz olguyu %48,659; ikinci faktörün %7,331; üçüncü faktörün %6,413; dördüncü faktörün %4,781; beşinci faktörün %3,742, altıncı faktörün %3,357 oranında ölçtüğü görülmektedir. Ayrıca 6 faktörden oluşan bu anketin ilgilendiğimiz özelliği açıklama oranı %74,282'dir. Bu 6 tane faktör bizim varyansımızın %74,282'sini açıkladığı anlamına gelmektedir.

Açıklama oranı için literatür incelendiğinde %50'nin üstünde bir açıklanma oranı yeterli olduğu görülmektedir. Yani buradan da anket verilerinin geçerli olduğunu sonucunu çıkarabiliriz.

Rotated Component Matrix[a]

	Component					
	1	2	3	4	5	6
S2.1	,013	-,020	,366	,232	,745	-,033
S2.2	,149	,037	,088	-,084	,840	,065
S2.3	,503	,191	-,017	,232	,663	,035
S2.4	,548	,172	,146	,279	,568	,084
S2.5	,580	,303	-,077	,298	,215	,228
S2.6	,211	,280	,096	,806	,202	,156
S2.7	,219	,133	,316	,791	,136	,172
S2.8	,235	,258	,324	,690	-,030	,197
S2.9	,413	,193	,109	,611	,156	,332
S2.10	,210	,251	,218	,352	-,013	,740
S2.11	,184	,126	,031	,169	,050	,864
S2.12	,096	,614	,325	,284	,090	,429
S2.13	,104	,728	,197	,097	,167	,392
S2.14	,294	,548	,234	,281	-,014	,288
S2.15	,539	,459	,212	,303	,072	,078
S2.16	,361	,720	,203	,190	,035	,084
S2.17	,393	,774	-,077	,119	,033	-,062
S2.18	,415	,741	,039	,178	,076	,069
S2.19	,699	,282	,290	,162	,215	,103
S2.20	,751	,220	,322	,199	,174	,081
S2.21	,709	,152	,327	,203	,198	,148
S2.22	,711	,133	,399	,120	,068	,241
S2.23	,802	,211	,110	,157	,121	,211
S2.24	,739	,310	,131	,196	,199	,222
S2.25	,543	,397	,380	,232	,191	,168
S2.26	,617	,218	,322	,086	,219	,178
S2.27	,614	,359	-,017	,037	-,092	-,099
S2.28	,295	,198	,799	,235	,103	,048
S2.29	,257	,177	,835	,168	,222	,044
S2.30	,623	,282	,380	,352	-,112	-,022
S2.31	,359	-,013	,678	,199	,166	,269
S2.32	,577	,135	,382	,189	,233	,090

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]

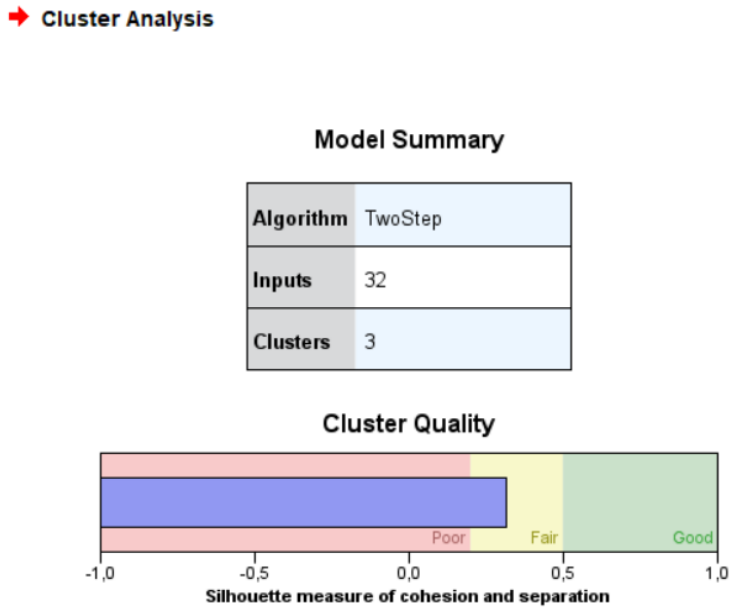
a. Rotation converged in 10 iterations.

Şekil 5.18. Toplam varyans değerleri

Şekil 5.18'de incelendiğinde anketin 6 ölçeği olduğunu görmekteyiz.

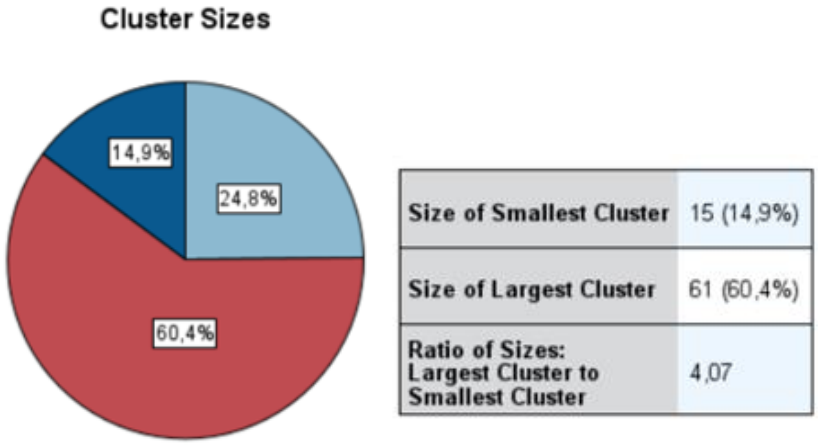
5.4. Verilere Kümeleme Yönteminin Uygulanması ve Kümelere Genel Bakış

Uygulamamanın bu kısmında birbiri ile benzer özellikler gösteren katılımcıları kümelenecektir ve kümelerin endüstri 4.0'a farkındalıkları incelenecektir. Anket ile elde edilen veriler SPSS programına Excel aracılığı ile yüklenmiştir. Veriler Kümeleme analizinin two step algoritması ile çözümlenmiştir. SPSS programı ekran çıktıları aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.19. Model özeti

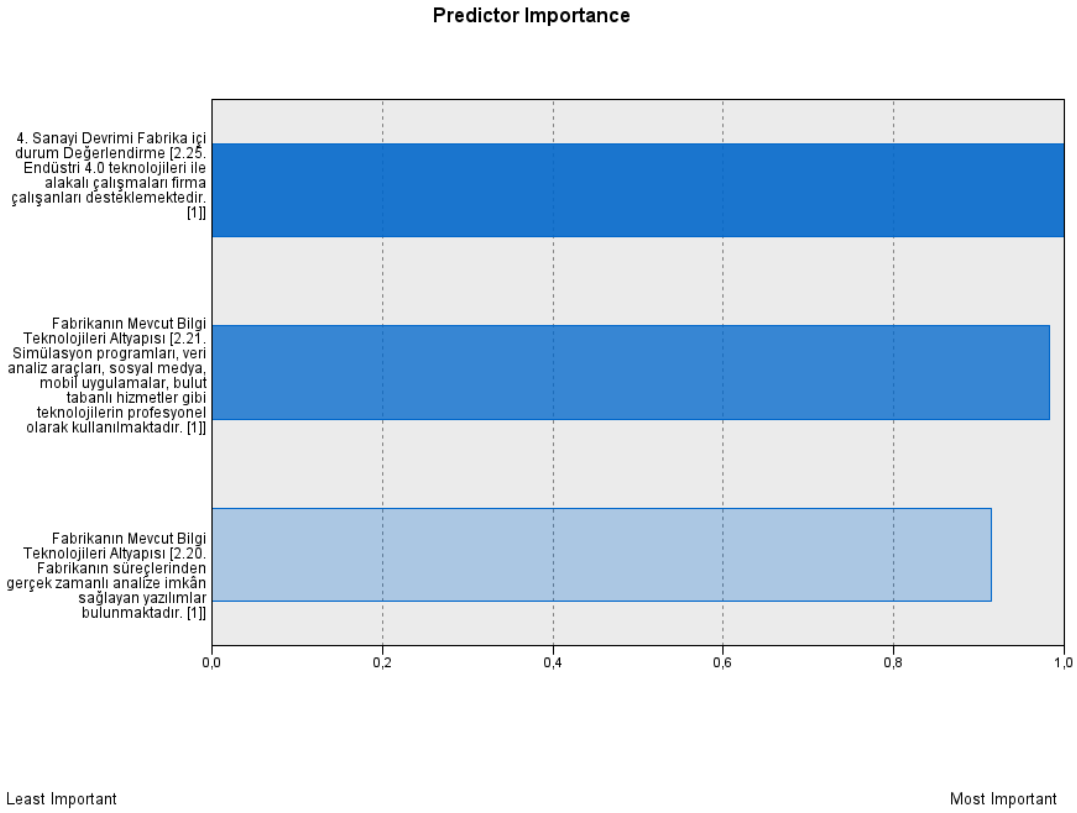
Şekil 5.19 Model Özeti incelendiğinde veri two step algoritması ile çözümlenmiştir. 32 adet değişken vardır. Ve veriler 3 farklı kümeye ayrılmıştır. Küme kalitesi iyi çıkmıştır. Yani kümeler kendi içlerinde homojen dağılmışlardır. Kümeler birbirlerinden oldukça ayrışmışlardır.



Şekil 5.20. Küme boyutları

Şekil 5.20 incelendiğinde kümelerin yüzdelik dilimlerini görmekteyiz. Üçüncü küme yani en küçük kümenin %14,9 ile 15 elemanlı bir kümedir. İkinci küme (en büyük

küme) %60,4 ile 61 elemanlı olduğunu görmekteyiz. Birinci küme ise %24,8 ile 25 elemanlı bir kümedir.



Şekil 5.21. Kümelemeyi belirleyen en önemli sorular

Şekil 5.21'de kümeleme algoritmasını etkileyen en önemli soruları göstermektedir. Bu sorulara verilen yanıtlar küme oluşumunda en yüksek öneme sahip değerlerdir.

5.5. Analiz Sonucu Oluşan Kümelerin Yapılarının İncelenmesi ve Bulgular

Bu bölümde SPSS programında yapılan analiz sonucun da oluşan kümeleri teker teker detaylı bir şekilde inceleyeceğiz. Kümelerin önce demografik yapıları sonrasında endüstri 4.0'a olan yaklaşımları kutu grafikleri ile anlatılmıştır.

Tablo 5.2. Kümelerin demografik yapısı

Küme Numarası		Birinci Küme	İkinci Küme	Üçüncü Küme
Katılımcı Sayısı		25	61	15
Genel Bilgi	İmalat İşletmesi Çalışanı	13	39	10
	Tedarikçi	12	22	5
Cinsiyet	Erkek	22	43	9
	Kadın	3	18	6
Öğrenim Durumu	Yüksek Lisans	1	9	1
	Lisans	16	47	11
	Lise	6	5	2
	İlkokul	2	0	1
Yaş	18-24	0	3	1
	25-31	6	30	4
	32-38	6	14	5
	39-45	3	7	3
	46 ve üstü.	10	7	2
Hizmet Süresi	0-3	3	23	3
	3-6	3	13	3
	7-10	4	9	1
	10-15	3	7	3
	15 ve üstü.	12	9	5
Medeni Durum	Evli	18	36	11
	Bekar	6	25	4
	Dul	1	0	0

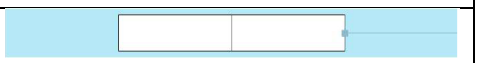
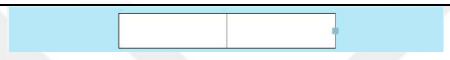
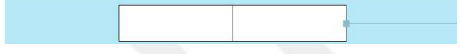
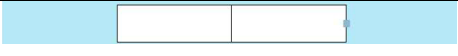
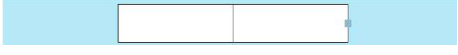
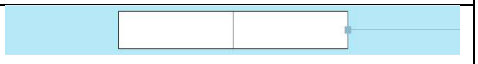
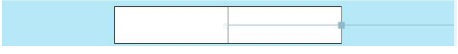
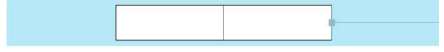
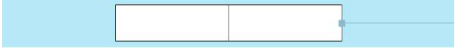
Tablo 5.2 incelendiğinde kümelerin demografik dağılımını görülmektedir. Birinci kümede imalat işletmesi çalışanları ve tedarikçiler eşit dağılım göstermiştir. Kümenin dağılımı genellikle erkekler oluşturmuşlardır. Ve bu kümenin bireyleri genellikle üniversite mezunu, 46 yaş ve üstü, hizmet süresi 15 ve üstü, evli kişilerdir.

İkinci küme, kümeler arasında, en fazla katılımcıya sahip olan kümedir. Kümenin bireyleri erkek, üniversite mezunu, yaş aralığı 25-31, hizmet süresi 0-3, evli kişilerdir.

Üçüncü küme kümeler arasında en az katılımcıya sahip olan kümedir. Kümenin bireyleri genellikle erkek, üniversite mezunu, hizmet süresi 15 yıl ve üstü olan, 32-38 yaş aralığındaki evli kişilerdir.

SPSS programının kümeleme analizi sonucunda oluşan kümeler ile alakalı kutu grafikleri Tablo 5.3, Tablo 5.4 ve Tablo 5.5'de verilmiştir. Bu tablolar incelenerek kümelerin endüstri 4.0 farkındalıklarının ne durumda olduğu yorumlanmıştır.

Tablo 5.3. Birinci küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri

Birinci Küme Kutu Grafikleri			
Soru No	Kutu Grafiği	Soru No:	Kutu Grafiği
S2.1		S2.17	
S2.2		S2.18	
S2.3		S2.19	
S2.4		S2.20	
S2.5		S2.21	
S2.6		S2.22	
S2.7		S2.23	
S2.8		S2.24	
S2.9		S2.25	
S2.10		S2.26	
S2.11		S2.27	
S2.12		S2.28	
S2.13		S2.29	
S2.14		S2.30	
S2.15		S2.31	
S2.16		S2.32	

Tablo 5.3'teki grafikler incelendiğinde birinci kümenin Endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı çıkarımlar sırası şöyledir. Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili yeterli ve iyi seviyede bilgiye sahiptirler. Bu devrim ile alakalı sosyal medya hesaplarını takip etmektedirler. İşletmelerde yöneticiler ve çalışanlar dördüncü sanayi devrimine olumlu yaklaşım göstermektedirler. Endüstri 4.0 ile alakalı proje ve faaliyetler yapılmaktadır. Sistem altyapısı devrimin getireceği yenilikler için uygundur. Bu yüzden bu kümenin endüstri 4.0 kavramsal boyutu ile ilgili bilgi seviyesinin yüksek olduğunu görebiliriz.

Ürünleri, mevcut sistemi iyileştirmek ve geliştirmek için yeni teknolojilerden faydalanılmaktadır. Müşteri istek ve önerilerine göre ürün ve iş sistemi revize edilebilir durumdadır. İmalat ve müşteriden gelen bilgiler doğrultusunda veriler aktif bir şekilde analiz edilmektedir. Ürün ve hizmetleri geliştirmek için dış desteklerden faydalanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın ürün, iş, hizmet boyutu birinci kümede iyi seviyededir.

Ürünler müşteriye tanıtılırken dijital seçenekler etkili bir şekilde kullanılmaktadır ve müşteriye sanal platformlardan ürünler sunulmaktadır. Müşterinin ürünler ile alakalı geri bildirimleri dijital kanallardan (mail/web site /portallar vs.) toplanan veriler analiz edilerek mevcut tasarım ve üretim revizyonlarına aktarılmaktadır. Fabrikanın üretim, pazarlama, mühendislik süreçlerinde anlık ve sürekli veri toplama analizi gerçekleştirilir. Fiyatlandırma sürecinde çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yüzden Endüstri 4.0'ın pazarlama ve müşteri iletişimi boyutu konusunda farkındalığı birinci kümede iyi seviyededir.

Üretim süreçlerinde akıllı otomasyon/bilişim sistemleri ve kurumsal kaynak planlama yazılımları kullanılmaktadır. (ERP, MRP, PLM gibi.) Gerçek zamanlı toplanan verilerin analizi sonucunda anlık plan değişiklikleri kolaylıkla organize edilebilir. Üretimden sistemlere anlık veri akışıyla makinalar birbirleri ile iletişim kurarak iş listesi gönderebilir. (Sensörler, lot bağlantılar vs.) Proseslerdeki çalışanlar doğru veriye anlık bir şekilde ulaşır ve analizler gerçekleştirebilir. Fabrika proses yönetimi konusunda endüstri 4.0 farkındalığı iyi seviyededir.

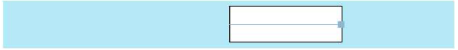
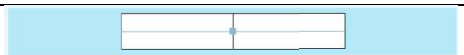
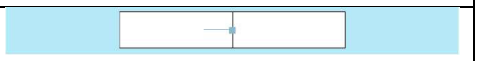
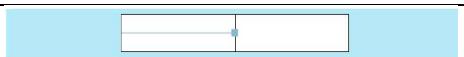
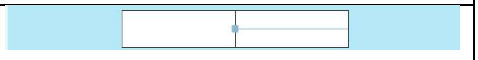
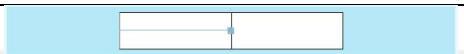
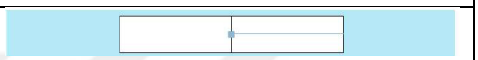
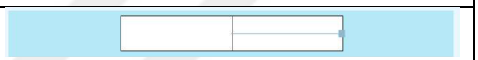
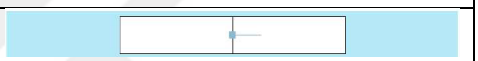
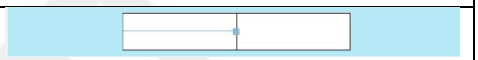
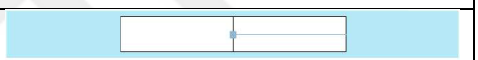
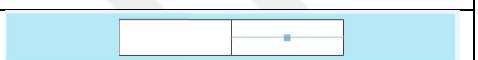
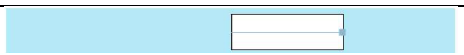
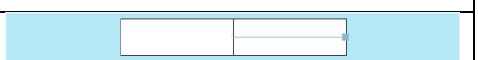
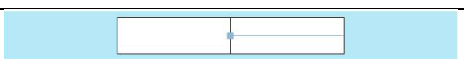
Teknolojik altyapı Endüstri 4.0 teknolojileri için uyumludur. Süreçlerde gerçek zamanlı analize imkân sağlayan yazılımlar bulunmaktadır. Simülasyon programları, veri analiz araçları, sosyal medya, mobil uygulamalar, bulut tabanlı hizmetler gibi teknolojilerin profesyonel olarak kullanılmaktadır. İç ve dış paydaşlar (müşteri dağıtımcı vs.) ile bütünleşik sistemler/portallar üzerinden iletişim kurdurulmaktadır. (Örnek: Tedarikçi portalları) Mevcut teknolojik altyapı yeni bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. İşletmelerin mevcut bilgi teknolojileri altyapısının önemi ve yeterliliği konusunda farkındalığın iyi seviyede olduğu gözlemlenmektedir.

Endüstri 4.0 teknolojileri için fabrikanın var olan imkanları, çalışanların bilgi seviyesi, yöneticilerin desteği yeterlidir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı çalışmaları firma çalışanları desteklemektedir. Modelleme ve simülasyon araçları aktif olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri ile imalat senkronizasyonu için eksiklikler vardır. Firmanın endüstri 4.0 çalışmalarına geçişine olumlu bakılmaktadır. Firmanın endüstri 4.0 ile alakalı projelerinin faydalı olacağını inanılmaktadır. Fabrika altyapısı endüstri 4.0 ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeydedir. Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş rakip firmalar karşısında bize üstünlük sağlayacağını düşünülmektedir. Dijital devrimin getirmiş olduğu değişimlere karşı çalışanlar ve yöneticiler iş birliği içerisinde olduğu düşünülmektedir. Endüstri 4.0'a işletme içi durum değerlendirmesi olumlu yöndedir.

Bu kümedeki katılımcılar dördüncü sanayi devrimini kavramsal açıdan çok iyi bilmektedir. Dördüncü sanayi devriminin ürün, iş, hizmet, satış, pazarlama, fabrika proseslerinin yönetimi, bilgi teknolojileri altyapısı gibi konularında getirmiş olduğu süreçlere ve yeniliklere pozitif yaklaşım göstermektedirler. Ayrıca bu katılımcılar işletme içinde oluşabilecek dördüncü sanayi devriminin getirisi olan projelerini desteklemektedirler.

Birinci kümeye genel bakış yapıldığında endüstri 4.0 farkındalığının yüksek olduğu görülmektedir. Yani birinci kümedeki katılımcıları endüstri 4.0 teknolojilerinin getirmiş olduğu yenilikler konusunda oldukça bilinçleri yüksektir.

Tablo 5.4. İkinci küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri

İkinci Küme Kutu Grafikleri			
Soru No	Kutu Grafiği	Soru No	Kutu Grafiği
S2.1		S2.17	
S2.2		S2.18	
S2.3		S2.19	
S2.4		S2.20	
S2.5		S2.21	
S2.6		S2.22	
S2.7		S2.23	
S2.8		S2.24	
S2.9		S2.25	
S2.10		S2.26	
S2.11		S2.27	
S2.12		S2.28	
S2.13		S2.29	
S2.14		S2.30	
S2.15		S2.31	
S2.16		S2.32	

Tablo 5.4'teki grafikler incelendiğinde ikinci kümenin Endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı çıkarımlar sırası şöyledir. Endüstri 4.0 kavramı ile alakalı orta seviyede bilgi sahibidirler. Sosyal ağlarda endüstri 4.0 gelişimleri ile alakalı sayfalar nadiren takip edilmektedir. Yöneticiler ve çalışanlar Endüstri 4.0 faaliyetlerine kararsız yaklaşım

göstermektedirler. İşletmede Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı kısmen faaliyetler gerçekleşmektedir. Fabrikanın sistem altyapısı 4. Sanayi devriminin getireceği değişim için kısmen yeterli seviyededir. Endüstri 4.0'ın kavramsal farkındalık seviyesi kısmi düzeydedir.

Ürünleri, mevcut sistemi iyileştirmek ve geliştirmek için yeni teknolojilerden orta düzeyde faydalanılmaktadır. Müşteri istek ve önerilerine göre ürün ve iş sistemi kısmen revize edilebilir durumdadır. İmalat ve müşteriden gelen bilgiler doğrultusunda veriler kısmen anlık analiz edilememektedir. Ürün ve hizmetleri geliştirmek için dış desteklerden zaman zaman faydalanılmaktadır. Ürün, iş hizmet boyutunda endüstri 4.0 farkındalığı orta seviyededir.

Ürünler müşteriye tanıtılırken geleneksel seçeneklerin yanında dijital seçeneklerde kullanılmaktadır. Ürünler müşteriye sanal platformlarda nadiren faydalanılarak tanıtılmaktadır. Müşterinin ürünler ile alakalı geri bildirimleri dijital kanallardan (mail/web site /portallar vs.) toplanan veriler analiz edilerek mevcut tasarım ve üretim revizyonlarına kısmen aktarılmaktadır. Fabrikanın üretim, pazarlama, mühendislik süreçlerinde zaman zaman veri toplanıp analiz edilir. Fiyatlandırma sürecinde çok çeşitli yöntemler bazen kullanılmaktadır. Satış, pazarlama, müşteri iletişimi konusunda endüstri 4.0 farkındalığı orta düzeydedir.

Süreçlerde akıllı otomasyon/bilişim sistemleri ve kurumsal kaynak planlama yazılımları kısmi kullanılmaktadır. (ERP, MRP, PLM, MES gibi.) Veri gerçek zamanlı toplanamamaktadır. Periyodik ya da dağınık veri toplanmaktadır ve bu verilerin analizi sonucunda plan değişiklikleri gerçekleştirilir. Üretimden sistemlere anlık veri akışı yoktur. Kısmi veri akışı vardır. Bazı makinalar birbirleri ile iletişim kurarak iş listesi gönderebilecek seviyeye getirilmeye çalışılmaktadır. Ancak tüm makinalar bağlantı elemanları ile senkron değildir. (Sensörler, lot bağlantıları vs.) Proseslerdeki çalışanlar veriye bir şekilde ulaşır ve analizler gerçekleştirebilir. Fabrika proseslerinin yönetim süreçlerinde endüstri 4.0 ile alakalı çalışmalar orta düzeydedir.

İşletmelerin teknolojik altyapısı Endüstri 4.0 teknolojileri için uyumluluğu konusunda kararsız kalınmıştır. Fabrikanın süreçlerinden analize imkân sağlayan yazılımlar kısmen

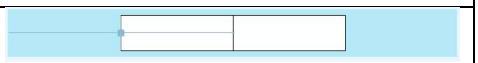
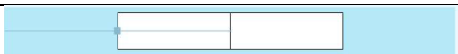
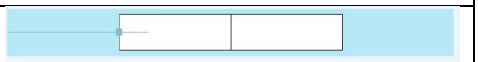
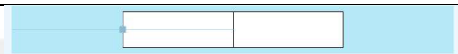
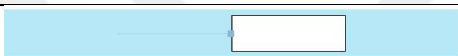
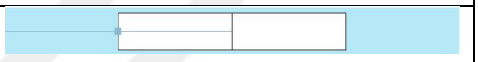
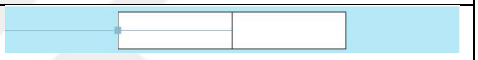
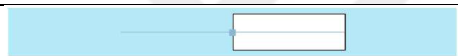
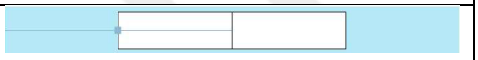
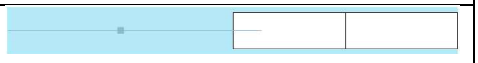
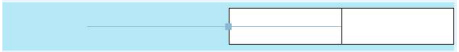
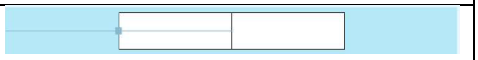
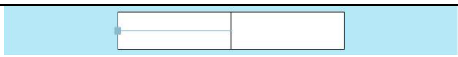
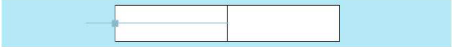
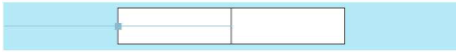
bulunmaktadır. Simülasyon programları, veri analiz araçları, sosyal medya, mobil uygulamalar, bulut tabanlı hizmetler gibi teknolojiler kısmen kullanılmaktadır. İç ve dış paydaşlar (müşteri dağıtımcı vs.) ile bütünleşik sistemler/portallar üzerinden iletişim kısmen kurulmaktadır. Etkili bir kullanım söz konusu değildir. (Örnek: Tedarikçi portalları) Mevcut teknolojik altyapı bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlarını kısmen karşılamaktadır. İşletmelerin mevcut bilgi teknolojileri altyapısının önemi ve yeterliliği konusunda farkındalığın orta seviyede olduğu gözlemlenmektedir.

Endüstri 4.0 teknolojileri için fabrikanın var olan imkanları, çalışanların bilgi seviyesi, yöneticilerin desteği orta düzeydedir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı çalışmaları firma çalışanları destekleme konusunda kararsızlardır. Modelleme ve simülasyon araçları ara sıra kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri ile imalat gezilememektedir. Firmanın endüstri 4.0 çalışmaları yapmasına kararsız bir tutum göstermektedirler. Firmanın endüstri 4.0 ile alakalı projelerinin faydalı olup olmayacağı ile alakalı kararsızdırlar. Fabrika altyapısı endüstri 4.0 ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde olup olmadığı ile alakalı şüpheler mevcuttur. Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş rakip firmalar karşısında bize üstünlük sağlayacağını kısmen düşünmektedirler. Bu sanayi devriminin getirmiş olduğu değişimlere karşı çalışanlar ve yöneticiler iş birliği içerisindedir. Dördüncü sanayi devrimine işletme içindeki genel yaklaşım kararsız olduğu yönünde yorum yapılabilir.

Bu kümedeki katılımcılar dördüncü sanayi devrimini kavramsal açıdan orta seviye bilgiye sahiptirler. Yani dördüncü sanayi devrimi ile alakalı fikirleri var ancak eksiklerde mevcuttur. Dördüncü sanayi devriminin ürün, iş, hizmet, satış, pazarlama, fabrika proseslerinin yönetimi, bilgi teknolojileri altyapısı konularında getirmiş olduğu süreçlere ve yeniliklere kararsız yaklaşım göstermektedirler. Dördüncü sanayi devriminin getirmiş olduğu yenilikler alakalı çalışmalara kararsız davranış göstermektedirler.

İkinci kümeye genel bakış yapıldığında endüstri 4.0 farkındalığının orta seviyede olduğu görülmektedir.

Tablo 5.5. Üçüncü küme ile alakalı SPSS'in oluşturduğu kutu grafikleri

Üçüncü Küme Kutu Grafikleri			
Soru No	Kutu Grafiği	Soru No	Kutu Grafiği
S2.1		S2.17	
S2.2		S2.18	
S2.3		S2.19	
S2.4		S2.20	
S2.5		S2.21	
S2.6		S2.22	
S2.7		S2.23	
S2.8		S2.24	
S2.9		S2.25	
S2.10		S2.26	
S2.11		S2.27	
S2.12		S2.28	
S2.13		S2.29	
S2.14		S2.30	
S2.15		S2.31	
S2.16		S2.32	

Tablo 5.5'teki grafikler incelendiğinde üçüncü kümenin Endüstri 4.0 farkındalığı ile alakalı çıkarımlar sırası şöyledir. Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili bilgi seviyeleri düşüktür. Bu devrim ile alakalı sosyal medya hesaplarını takip etmemektedirler. İşletmelerde yöneticiler ve çalışanlar dördüncü sanayi devrimine olumsuz yaklaşım

göstermektedirler. Endüstri 4.0 ile alakalı proje ve faaliyetler yapılmamaktadır. Sistem altyapısı devrimin getireceği yenilikler için uygun değildir. Bu yüzden bu kümenin endüstri 4.0 kavramsal boyutu ile ilgili bilgi seviyesinin düşük olduğunu söyleyebiliriz.

Ürünleri, mevcut sistemi iyileştirmek ve geliştirmek için yeni teknolojilerden faydalanılmaktadır. Müşteri istek ve önerilerine göre ürün ve iş sistemi revize edilebilir durumdadır. İmalat ve müşteriden gelen bilgiler doğrultusunda veriler aktif bir şekilde analiz edilmektedir. Ürün ve hizmetleri geliştirmek için dış desteklerden faydalanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın ürün, iş, hizmet boyutu birinci kümede iyi seviyededir.

Ürünler müşteriye tanıtılırken dijital seçenekler etkili bir şekilde kullanılmaktadır ve müşteriye sanal platformlardan ürünler sunulmaktadır. Müşterinin ürünler ile alakalı geri bildirimleri dijital kanallardan (mail/web site /portallar vs.) toplanan veriler analiz edilerek mevcut tasarım ve üretim revizyonlarına aktarılmaktadır. Fabrikanın üretim, pazarlama, mühendislik süreçlerinde anlık ve sürekli veri toplama analizi gerçekleştirilir. Fiyatlandırma sürecinde çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yüzden Endüstri 4.0'ın pazarlama ve müşteri iletişimi boyutu konusunda farkındalığı birinci kümede iyi seviyededir.

Üretim süreçlerinde akıllı otomasyon/bilişim sistemleri ve kurumsal kaynak planlama yazılımları kullanılmaktadır. (ERP, MRP, PLM gibi.) Gerçek zamanlı toplanan verilerin analizi sonucunda anlık plan değişiklikleri kolaylıkla organize edilebilir. Üretimden sistemlere anlık veri akışıyla makinalar birbirleri ile iletişim kurarak iş listesi gönderebilir. (Sensörler, lot bağlantılar vs.) Proseslerdeki çalışanlar doğru veriye anlık bir şekilde ulaşır ve analizler gerçekleştirebilir. Fabrika proses yönetimi konusunda endüstri 4.0 farkındalığı iyi seviyededir.

Teknolojik altyapı Endüstri 4.0 teknolojileri için uyumsuz olduğu düşünülmektedir. Süreçlerde gerçek zamanlı analize imkân sağlayan yazılımlar bulunmamaktadır. Simülasyon programları, veri analiz araçları, sosyal medya, mobil uygulamalar, bulut tabanlı hizmetler gibi teknolojilerin profesyonel olarak kullanılmamaktadır. İç ve dış paydaşlar (müşteri dağıtımcı vs.) ile bütünleşik sistemler/portallar üzerinden iletişim

kurdurulmamaktadır. (Örnek: Tedarikçi portalları) Mevcut teknolojik altyapı yeni bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlarını karşılamamaktadır. İşletmelerin mevcut bilgi teknolojileri altyapısının önemi ve yeterliliği konusunda farkındalığın kötü seviyede olduğu gözlemlenmektedir.

Endüstri 4.0 teknolojileri için fabrikanın var olan imkanları, çalışanların bilgi seviyesi, yöneticilerin desteği yetersizdir. Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı çalışmaları firma çalışanları desteklememektedir. Modelleme ve simülasyon araçları aktif olarak kullanılmamaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri ile imalat gezilememektedir. Firmanın endüstri 4.0 çalışmalarına geçişine olumsuz bakılmaktadır. Firmanın endüstri 4.0 ile alakalı projelerinin faydasız olacağını inanılmaktadır. Fabrika altyapısı endüstri 4.0 ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde değildir. Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş rakip firmalar karşısında bize üstünlük sağlamayacağını düşünülmektedir. Dijital devrimin getirmiş olduğu değişimlere karşı çalışanlar ve yöneticiler iş birliği içerisinde değildir. Endüstri 4.0'a işletme içi durum değerlendirmesi negatif yöndedir.

Üçüncü kümeye genel bakış yapıldığında endüstri 4.0 farkındalığının düşük olduğu görülmektedir.

Kümeler genel değerlendirildiğinde birinci kümenin endüstri 4.0 farkındalığı olumlu, ikinci kümenin kararsız, üçüncü kümenin olumsuz yaklaşımda olduğu gözlemlenmiştir. Dağılımın ikinci kümede yoğunlaştığı gözlemlendiği için genel anlamda katılımcılar endüstri 4.0'a kararsız yaklaşım göstermiş oldukları çıkarılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0 kavramının gün geçtikçe bilinirliği artmaktadır. Güçlü ve gelişmiş ülkelerde başlayan bu dijitalleşme rüzgârı sadece üretim alanlarını değil toplulukların tüm yönlerinde kendini göstermeye başlamıştır. İşletmelerin bu dönüşüm ile alakalı gereklilikleri sağlamaması mümkün değildir. Ülkemizde işletmelerin dijital devrime geçiş sürecinin desteklenmesi için, devletin politikalar geliştirdiği gözlemlenmektedir. Tupa ve diğ. (2018), yaptıkları çalışmalarında dördüncü sanayi devrimine geçiş sürecinde ortaya çıkacak zorluklara değinmişlerdir. Bunlar; oluşturulan büyük verinin çalınması, silinmesi ve siber zorluklardır. Bu zorlukları göz önüne alarak çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Salkın ve diğ. (2018) çalışmalarında gelecekte üretim süreçlerinin izlenmesi ve yönetilmesi için insan faktörü yerine entegre akıllı sistemler kullanılacağını söylemektedir. Bu yüzden işletmelerin doğru işgücü planlamaları, yeni sürece uygun yapısal organizasyonlar oluşturmaları ve sisteme dahil tüm birimlerin ile anlaşma halinde olunması gerektiğine değinmiştir.

Ülkemizde imalat işletmelerinin endüstri 4.0 farkındalığının oluşturulabilmesi için işletmelerin mevcut durumlarını çok iyi analiz etmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın temel hedeflerinden biride işletmelerin mevcut durumlarının analizini gerçekleştirmektir. Kağnıcıoğlu ve Özdemir (2017), çalışmalarında Eskişehir'deki kobilerin dördüncü sanayi devrimi farkındalıklarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda firmaların uzun süreçte bu devrin getirmiş olduğu teknolojilere yatırım yapmaları gerektiği sonucuna varmışlardır. Bu yatırımların firmaları zorlayan bir durum olduğu görülmüştür. Bu yüzden dijital devrimin getirmiş olduğu teknolojik yatırımlar için işletmelere bilgisel, maddi, deneyim paylaşımı, strateji geliştirme yardımlarının yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Araştırma kapsamında, bir imalat işletmesi ve tedarikçilerinin mevcut durumu ele alınarak Endüstri 4.0 farkındalığını incelemek için detaylı literatür taraması sonrasında anket oluşturulmuştur. Anketteki sorular imalat işletmesi ve tedarikçilerinin endüstri 4.0 farkındalığının ne seviyede olduğunu saptamayı hedeflemektedir. Belirleyici anket

formu imalat işletmesi çalışanlarına ve tedarikçilerine Google Forms ile gönderilmiştir. Ve bu form katılımcılar tarafından doldurulmuştur. Böylece veri seti oluşturulmuştur. Elde edilen veri seti öncelikle SPSS 29.0 programında güvenilirlik ve geçerlilik testlerine tabi tutulmuştur. Bu testler sonucunda verilerin güvenilir ve geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın diğer kısmında veri setine two steps algoritması ile kümeleme analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda kalitesi yüksek üç adet küme oluşmuştur. Bu kümeler detaylı bir şekilde incelendiğinde birinci kümenin endüstri 4.0 farkındalığı olumlu, ikinci kümenin kararsız, üçüncü kümenin olumsuz olduğu gözlemlenmiştir. Dağılımın ikinci kümede yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Yani genel anlamda katılımcılar endüstri 4.0'a kararsız yaklaşım göstermiş oldukları söylenebilir.

Sonuç olarak işletmelerin rekabet edebilir durumda olmaları ve devamlılıklarını koruyabilmeleri için yeni teknolojilere ayak uydurmaları bir zorunluluk haline gelmeye başlamıştır. Bu yüzden devlet destekleri, dış paydaşlar, üniversiteler gibi. yerlerden faydalanabilirler. İşletmeler kararsız kaldıkları noktaları tespit edip alanında uzman kişilerden yardım alarak gelişim sağlayabilirler.

KAYNAKLAR

Aksoy, S. (2017). Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş. *Katkı Dergisi, 4*(1), 34-44.

Alçın, S. (2017). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics, 3*(2), 19-30.

Alkış, G., Pirtini, S., Ertemel, A. V. (2020). Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal, 8*(1), 371-395.

Alnıaçık, Ü., İslamoğlu, A. H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemler*(6. baskı). Beta Basım Yayım Dağıtım

Ata, N. S. (2024). Türkiye'nin Endüstri 4.0'a Geçiş Sürecinin Değerlendirilmesi, *Yönetim Bilimleri Dergisi, 22*(51), 119-141.

Aylak, B. L., Kayıkçı, Y., Taş, M. A. (2020). Türkiye'de Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmeleri Dijital Trendlerinin İncelenmesi. *Journal of Yasar University*, 98-116.

Büyüközkan, G., Güler, M. (2019). Lojistik 4.0 Teknolojilerinin Analizi İçin Metodolojik Yaklaşım. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi , 8*(1), 21-47.

Copeland, J. (2024). *Artificial İntelligence.* Briannica, https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence, (Ziyaret Tarihi: 9 Eylül 2023)

Çakır, Ayhan. (2014). *Faktör Analizi.* İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, https://docplayer.biz.tr/38884504-T-c-istanbul-ticaret-universitesi-sosyal-bilimler-enstitusu-isletme-anabilim-dali-isletme-doktora-programi-faktor-analizi-ayhan-cakir-1250d91213.html, (Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2023)

Çetinkaya, F. F. (2021). Endüstri 4.0 Farkındalığının İnovasyon Üzerindeki Etkisi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21*(2), 571-598.

Çevik, D. (2017). *Sanayi Devrimlerinin Süreci ve 4. Sanayi Devrimi*. https://www.alomaliye.com/2017/05/29/sanayi-devrimlerinin-sureci-4-sanayi-devrimi/, (Ziyaret Tarihi: 13 Eylül 2023)

Çirkin, E., Özdağoğlu, A. (2021). Endüstri, 4.0 Bünyesindeki Otonom Robotların Sürdürülebilirlik Perfektifleri Açısından Değerlendirilmesi. *35*(4), 1534-1553.

Doğan, N., Başokçu, O. (2010). İstatistik Tutum Ölçeği İçin Uygulanan Faktör Analizi ve Aşamalı Kümeleme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi, 1*(2), 65-71.

Doğan, O., Aşan, H. (2023). Sağlık Alanında Endüstri 4.0 Teknolojileri Farkındalığı: Üniversite. *The Business Journal, 4*(2), 321-337.

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

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

EBSO. (2015). *Sanayi 4.0 Uyum Sağlamayan Kaybedecek!*. Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, http://www.ebso.org.tr/Ebsomedia/Documents/Sanayi-40_88510761.Pdf, (Ziyaret Tarihi: 11 Eylül 2023)

Ercan, İ., Kan, İ. (2004). Ölçeklerde Güvenirlik ve Geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 30*(3), 211 - 216.

Erdinç Yazıcı, H. D. (2016). Endüstri Devriminde Dördüncü Dalga ve Eğitim: Türkiye Dördüncü Dalga Endüstri Devrimine Hazır mı ?. *Journal of Education and Humanities: Theory and Practice, 7*(13), 49-88.

Ersöz, T., Ersöz, F., Merdin, D. (2018). Research of Industry 4.0 Awareness: A Case. *Economics and Business,* 247-263.

Fırat, O. Z., Fırat, S. Ü. (2017). Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme:. *Toprak İşveren Dergisi, 7*(114), 10-23.

Flores, M., D. M., Golob, M., Al-Ashaab, A., Tucci, C. (2018). Awareness Towards Industry 4.0: Key Enablers and Applications for Internet of Things and Big Data. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 377–386.

Gabaçlı, N., Uzunöz, M. (2017). IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. *Uluslararası Politik, Ekonomik ve Sosyal Araştırma Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2*, 149-174.

Ghafory, I. (2019). *Siber Fiziksel Sistemler*. https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/, (Ziyaret Tarihi: 10 Eylül 2023)

Göv, S. A., Erdoğan, D. (2020). Dördüncü Endüstri Devriminin (Endüstri 4.0) Neresindeyiz? *Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7*(2), 299-318.

İşler, V. (2023). https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdXZ0JFgBP8gUebLtMH1B5FYXs2gxvKTm04NpdEtLZ-IOL3mA/viewform?c=0&w=1, (Ziyaret Tarihi: 8 Temmuz 2023)

Kabaklarlı, E. (2017). *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi – Dünya ve Türkiye ekonomisi için fırsatlar, etkiler ve tehditler* (1). Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0.* National Academy of Science and Engineering. https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf (Erişim Tarihi: 10 Eylül 2023)

Kağnıcıoğlu, C. H., Özdemir, E. (2017). Endüstri 4.0 Bağlamında Eskişehir İlindeki Kobi'lerin Değerlendirilmesi. *Press Academia Procedia, 2*(3), 900-908.

Kamber, E., Bolatan, G. İ. (2019). Endüstri 4.0 Türkiye Farkındalığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11*(30), 836-847.

Karademir, D. (2021). A Model Based Approach to Developing the Industry 4.0 Awareness Scale. *Fresenius Environmental Bulletin, 30*, 6297-6312.

Karademir, D., Öztürk, E., Koç, K. H. (2019). Industry 4.0 Awareness In Furniture Enterprises: Case Study of Ordu and Giresun. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 4*(4), 666-673.

Karagöz, B., Doyduk, H. B. (2020). Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı. *İnsan & İnsan, 7*(23), 37-51.

Koçak, C. (2019). Dördüncü Sanayi Devrimi 'Endüstri 4.0' ve Bir Cam Ambalaj Fabrikasında Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, 10261486

Kravčík, M., Ullrich, C., Igel, C. (2017). Supporting Awareness and Reflection in Companies to Move Towards Industry 4.0. *ARTEL@EC-TEL*.

Lopes, N. M., Ana, P., Anabela, A. (2017). Smart Products Development Approaches for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, (13), 1215-1222.

Morrar, R., Arman, H., Mousa, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review, 7*(11), 12-20.

Mortensena, S. T., Nygaarda, K. K., Madsena, O. (2019). Outline of an Industry 4.0 Awareness Game. *Procedia Manufacturing*, 309-315.

Oğur, R., Tekbaş, Ö. F. (2003). Anket Nasıl Hazırlanır ? Sted, 12(9), 336-340. https://www.ttb.org.tr/sted/sted0903, (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2023)

Öztürk, E., Koç, K. H. (2017). Endüstri 4.0 ve Mobilya Endüstrisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6*(3), 786-794.

Pereira, A., Romero, F. (2017). A Review of the Meanings and the Imlications of The Indusrty 4.0 Concept. *Procedia Manufacturing, 13*, 1206–1214.

Qin, J., Liu, Y., Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *52*(5), 173-178.

Safar, L., Sopko, J., Dancakova, D., Woschank, M. (2020). Industry 4.0—Awareness in South India. *Sustainability, 12*(8), 1-18.

Salkın, C., Öner, M., Üstündağ, A., Çevikcan, E. (2017). A Conceptual Framework for Industry 4.0. *Springer Series in Advanced Manufacturing, 1*, 3-22.

Sarıışık, G., Demir, S., Öğütlü, A. S. (2022). Şanlıurfa İlindeki KOBİ'lerin Endüstri 4.0 Farkındalık Seviyesinin ve Geçiş Sürecindeki Önceliklerinin Belirlenmesi *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 2*, 434 - 444.

Semiz, T. Y. (2019). *3D Yazıcı (Printer) Nedir? Nasıl Çalışır? Neler Yapılabilir?* https://maker.robotistan.com/3d-yazici-printer/, (Ziyaret tarihi: 10 Temmuz 2023)

Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 40-45.

Şekkeli, Z. H., Bakan, İ. (2018). Akıllı Fabrikalar. *Journal Of Life Economics, 5*(4), 2148-4139.

Taş, A., Alagöz, S. B. (2021). Lojistik Sektörü Özelinde Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 23*(41), 404-417.

Terzi, Y. (2020). Kümeleme Analizi. Samsun. https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/yukselt/118305/k%C3%BCme%20analizi.pdf, (Ziyaret Tarihi: 7 Aralık 2023)

Tupa, J., Smota, J., Steiner, F. (2017). Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing,* (11), 1223 – 1230.

TÜBİTAK. (2016). Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası.

Ujakpa, M. M. (2020). Industry 4.0: University Students' Perception, Awareness and Preparedness-A case of Namibia. *ISTAfrica Conference* , 1-10.

URL-1: (2021). Nesnelerin İnterneti (IoT) Nedir?: https://www.gtech.com.tr/nesnelerin-interneti-iot-nedir/ adresinden alındı

URL-2: (2023). https://cbddo.gov.tr/sss/yapay-zeka/, (Ziyaret Tarihi: 7 Eylül 2023)

URL-3: (2023). https://www.oracle.com/tr/big-data/what-is-big-data/, (Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2023)

URL-4: (2023). Büyük Veri (Big Data) Nedir, Neden Önemlidir?: https://www.komtas.com/glossary/buyuk-veri-big-data-nedir, (Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2023)

URL-5: (2023). https://www.jotform.com/tr/form-templates/demografik-anket, (Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2023)

URL-6: (2016). https://spssistatistik.blogspot.com/2016/12/anket-nedir-anket-nasl-hazrlanr-adm-adn.html, (Ziyaret Tarihi: 15 Eylül 2023)

URL-7: (2021). https://www.yontemistatistik.com/post/g%C3%BCvenilirlik-ve-ge%C3%A7erlilik-testleri#:~:text=G%C3%BCvenilirlik%20testini%20tan%C4%B1mlarsak%20bir%20%C3%B6l%C3%A7%C3%BCmde,bir%20%C3%B6zellik%20olmadan%20%C3%B6l%C3%A7en%20testtir, (Ziyaret Tarihi: 15 Eylül 2023)

URL-8: (2023). IBM:https://www.ibm.com/docs/tr/spss-statistics/29.0.0?topic=detection-kmo-bartletts-test, (Ziyaret Tarihi: 10 Eylül 2023)

Yıldırım, Y. (2019). Endüstri 4.0'a Kapsamlı Bir Bakış: 2011'den Bugüne. *Bilgi Dünyası, 20*(2), 217-249.

Yılmaz, K., Özdağoğlu, A. (2020). Awareness Analysıs of Industry 4.0. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31), 7-25.

Yılmaz, M., Arslantaş, C. C. (2022). İşletmelerde Endüstri 4.0 Farkındalığı ve İşgücü Üzerindeki Etkileri: Yönetici Görüşleri Üzerine Çoklu Örnek Olay Çalışması. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4*(2), 139-147.

EKLER

EK-A Anket Formu

BİR İMALAT İŞLETMESİ İLE TEDARİKÇİLER BOYUTUNDA ENDÜSTRİ 4.0 FARKINDALIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu anket formu Kocaeli Üniversitesi Endüstri mühendisliği bölümünde yürütülmekte olan ''**Bir İmalat İşletmesi ile Tedarikçiler Boyutunda Endüstri 4.0 Farkındalığının Değerlendirilmesi**'' başlıklı yüksek lisans tez çalışması için kullanılacaktır. Sizlerden edinilecek bilgiler tamamen bilimsel amaçlı faydalanılacaktır. Katkılarınız bizim için önemlidir. Çalışma için vakit ayırdığınız ve yardımcı olduğunuz için teşekkür ederim.

Araştırmacı: Endüstri Mühendisi Merve Arslan

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülşen Akman

BÖLÜM-1

Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

KİŞİSEL BİLGİLER [3]						
1.1	**Cinsiyetiniz**	Erkek ( )	Kadın ( )			
1.2	**Yaşınız**	18-24 ( )	25-31 ( )	32-38 ( )	39-45 ( )	46 ve Üstü ( )
1.3	**Öğrenim Durumunuz**	İlkokul ( )	Lise ( )	Üniversite ( )	Yük. Lisans ( )	Doktora ( )
1.4	**Hizmet Süreniz**	0-3 ( )	4-6 ( )	7-10 ( )	10-15 ( )	15 ve Üstü ( )
1.5	**Çalıştığınız birim ve göreviniz:**					
1.6	**Medeni durumunuz:**	Evli ( )	Bekar ( )			

1.7	**Mezun olduğunuz bölüm:**			
1.8	**Mesleğiniz:**			
1.9	**Genel Bilgi:**	Tedarikçi ( )	İmalat İşletmesi Çalışan ( )	

BÖLÜM-2

Aşağıdaki cümleleri çalıştığınız işletmedeki mevcut durum göz önünde bulundurarak "Hiç Katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Kısmen Katılmıyorum", "Katılıyorum" ve "Kesinlikle Katılıyorum" ifadelerden size en uygun olanını seçebilirsiniz.

(İfadelerin anlamlar: 1- Hiç Katılmıyorum, 2- Katılmıyorum, 3- Kısmen Katılmıyorum, 4- Katılıyorum, 5- Kesinlikle Katılıyorum)

	İFADELER	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	Endüstri 4.0 Kavramsal Boyutu					
1	4. sanayi devrimi kavramı ile alakalı yeterli bilgiye sahibim. [1]					
2	Sosyal ağlarda endüstri 4.0 ile alakalı sayfaları takip ederim. [1]					
3	İşletmede yöneticiler ve çalışanlar Endüstri 4.0 çalışmalarına olumlu yaklaşım göstermektedirler. [1]					

4	İşletmede Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı faaliyetler gerçekleşmektedir. [1]					
5	Fabrikanın sistem altyapısı 4. Sanayi devriminin getireceği değişim için yeterli seviyededir. [1]					
	Ürün / İş / Hizmet Boyutu					
6	Ürünleri, mevcut sistemi iyileştirmek ve geliştirmek için yeni teknolojilerden faydalanılmaktadır. [2]					
7	Müşteri istek ve önerilerine göre ürün ve iş sistemi revize edilebilir durumdadır. [1]					
8	İmalat ve müşteriden gelen bilgiler doğrultusunda veriler aktif bir şekilde analiz edilmektedir. [1]					
9	Ürün ve hizmetleri geliştirmek için dış desteklerden faydalanılmaktadır. [1]					
	Satış ve Pazarlama / Müşteri İletişimi					
10	Ürünler müşteriye tanıtılırken dijital seçenekler de kullanılmaktadır. [1]					
11	Ürünler müşteriye sanal platformlar yararlanılmaktadır.[1]					
12	Müşterinin ürünler ile alakalı geri bildirimleri dijital kanallardan (mail/web site /portallar vs.) toplanan veriler analiz edilerek mevcut tasarım ve üretim revizyonlarına aktarılmaktadır. [1]					
13	Fabrikanın üretim, pazarlama, mühendislik süreçlerinde anlık ve sürekli veri toplama analizi gerçekleştirilir. [1]					
14	Fiyatlandırma sürecinde çok çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. [1]					
	Fabrikadaki Proseslerin Yönetimi					
15	Tüm üretim süreçlerinde akıllı otomasyon/bilişim sistemleri					

	ve kurumsal kaynak planlama yazılımları kullanılmaktadır. (ERP, MRP, PLM gibi.) [1], [2]					
16	Gerçek zamanlı toplanan verilerin analizi sonucunda anlık plan değişiklikleri kolaylıkla organize edilebilir.					
17	Üretimden sistemlere anlık veri akışıyla makinalar birbirleri ile iletişim kurarak iş listesi gönderebilir. (Sensörler, lot bağlantıları vs.)					
18	Proseslerdeki çalışanlar doğru veriye anlık bir şekilde ulaşır ve analizler gerçekleştirebilir. [5]					
	Fabrikanın Mevcut Bilgi Teknolojileri Altyapısı					
19	Fabrikanın teknolojik altyapısı Endüstri 4.0 teknolojileri için uyumludur. [1]					
20	Fabrikanın süreçlerinden gerçek zamanlı analize imkân sağlayan yazılımlar bulunmaktadır. [1]					
21	Simülasyon programları, veri analiz araçları, sosyal medya, mobil uygulamalar, bulut tabanlı hizmetler gibi teknolojilerin profesyonel olarak kullanılmaktadır. [1]					
22	İç ve dış paydaşlar (müşteri dağıtımcı vs.) ile bütünleşik sistemler/portallar üzerinden iletişim kurdurulmaktadır. (Örnek: Tedarikçi portalları) [5]					
23	Mevcut teknolojik altyapı bilgi teknolojilerinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. [1]					
	4. Sanayi Devrimi Fabrika içi durum Değerlendirme					
24	Endüstri 4.0 teknolojileri için fabrikanın var olan imkanları, çalışanların bilgi seviyesi, yöneticilerin desteği yeterlidir. [1]					
25	Endüstri 4.0 teknolojileri ile alakalı çalışmaları firma çalışanları desteklemektedir. [1]					

26	Modelleme ve simülasyon araçları aktif olarak kullanılmaktadır. [1]					
27	Sanal gerçeklik teknolojileri ile imalat gezilebilmektedir.[1]					
28	Firmanın endüstri 4.0 çalışmalarına geçişine olumlu bakıyorum.					
29	Firmanın endüstri 4.0 ile alakalı projelerinin faydalı olacağını inanıyorum.					
30	Fabrika altyapısı endüstri 4.0 ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeydedir. [1]					
31	Endüstri 4.0 teknolojilerine geçiş rakip firmalar karşısında bize üstünlük sağlayacağını düşünüyorum. [1]					
32	Bu sanayi devriminin getirmiş olduğu değişimlere karşı çalışanlar ve yöneticiler iş birliği içerisindedir. [1]					
33	4. sanayi devrimin getirmiş olduğu yeniliklere/değişimlere karşı fabrika genelinde yaşanılan en büyük problemi işaretleyiniz. [4]	( ) Çalışan Bilgi yetersizliği ( ) Bilgi Teknolojileri alt yapısı ( ) Adaptasyon ( ) Bilinmezlik ( ) Eğitim ( ) Firma yapısı ( ) Finans ( ) Değişim ( )Diğer (Belirtiniz…….)				

ANKET KAYNAKLARI

[1]https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdXZ0JFgBP8gUebLtMH1B5FYXs2gxvKTm04NpdEtLZ-IOL3mA/viewform?c=0&w=1

[2] Ford Endüstri 4.0 Bilgilendirme Eğitimi dokümanı

[3] https://www.jotform.com/tr/form-templates/demografik-anket-formu

[4] https://fastcompany.com.tr/dergi/degisime-ayak-uydurmak/

[5] https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler/

EK-B Anket Çalışması için Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 17.11.2023-E.503291

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu

Sayı : E-10017888-100-503291
Konu : Merve ARSLAN -Etik Kurul İzni hk.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 07.11.2023 tarihli, 498175 sayılı ve "Merve ARSLAN -Etik Kurul İzni hk." konulu yazı

Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulunun 16/11/2023 tarih ve 2023/15 no lu toplantısında alınan 14 sıra sayılı kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Karar No 14: Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 07.11.2023 tarih ve 498175 sayılı yazısı görüşüldü. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Merve ARSLAN'ın, Prof. Dr. Gülşen AKMAN'ın danışmanlığında yürüteceği "Bir İşletmede Endüstri 4.0 Farkındalık Çalışması" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında yapacağı çalışmada, **kurum ve kişi ismi belirtmemek koşulu ile bilimsel araştırma ve yayın etiği açısından bir sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.**

Prof.Dr. Ümüt AY
Kurul Başkanı

Mevcut Elektronik İmzalar

ÜMÜT AY (Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu - Kurul Başkanı) 17.11.2023 15:03

Belge Doğrulama Kodu :BSRF1VV4KZ Belge Doğrulama Adresi :https://turkiye.gov.tr/kocaeli-universitesi-ebys
Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu Kocaeli Universitesi Umuttepe Yerleşkesi 41380, Kocaeli
Bilgi için: Pelin UNALDI DOLGUN
Tel:+90 (262) 303 10 01 Faks:+90 (262) 303 10 33
Raportör
E-Posta :rekiletisim@kocaeli.edu.tr Elektronik Ag :http://www.kocaeli.edu.tr
Telefon No: 303 10 49
Kep Adresi: kocaeliuniversitesi@hs01.kep.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Arslan, M., Özcan, B. (2022). Hemşire çizelgeleme problemi ve bir sağlık kuruluşunda uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24*(1), 335-348. DOI: 10.25092/baunfbed.947636.

Ceylan, Z., **Arslan, M.,** Arslan, T. (2021). Bir Hafif Raylı Ulaşım Sisteminde Makinist Çizelgeleme Problemi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11*(2), 1027 - 1039. DOI: 10.21597/jist.741162.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamladı. 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2021 yılından bugüne otomotiv yedek parça ve maden ürünleri üreten bir fabrikada ERP Sorumlusu olarak görevini sürdürmektedir.