

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ŞENSES

**BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN DEMİR ÇELİK ÜRETİMİ
YAPAN İŞLETMELER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI: İNSAN
KAYNAKLARI DEPARTMANLARINDA ENDÜSTRİ 4.0
ETKİSİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN DEMİR ÇELİK ÜRETİMİ YAPAN
İŞLETMELER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI: İNSAN KAYNAKLARI
DEPARTMANLARINDA ENDÜSTRİ 4.0 ETKİSİ**

Tuğba ŞENSES

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 22/07/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf KUVVETLİ
DANIŞMAN

.....
Prof Dr. Ali KOKANGÜL
ÜYE

.....
Doç. Dr. Muhammet DEVECİ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve
fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat
Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN DEMİR ÇELİK ÜRETİMİ YAPAN İŞLETMELER ÜZERİNDEKİ YANSIMALARI: İNSAN KAYNAKLARI DEPARTMANLARINDA ENDÜSTRİ 4.0 ETKİSİ

Tuğba ŞENSES

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Yusuf KUVVETLİ
Yıl: 2019, Sayfa: 119
Jüri : Dr. Öğretim Üyesi Yusuf KUVVETLİ
: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Doç. Dr. Muhammet DEVECİ

İnsanların ihtiyaçları değişmeye başladıkça bazı olguların da ortaya çıkması kaçınılmaz hale gelmiştir. Özellikle insanların kendi başlarına yapamadıkları işlerde makinelerin desteklerine ihtiyaç duyduğu noktada bazı buluşların ortaya çıkması zorunluluğu doğmuştur. Tam da bu noktada, 1700’lü yılların sonunda başlayan ve günümüze kadar uzanan Endüstri Devrimleri kendini göstermeye başlamıştır. Bu çalışmada, son yıllarda yaygınlaşan Endüstri Devrimleri içerisinde 4. devrim olan Endüstri 4.0 ile ilgili araştırmalar ve özelde İnsan Kaynaklarında Endüstri 4.0 yansımalarını incelemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda bir anket çalışması düzenlenmiş ve katılımcılara Endüstri 4.0’ın İnsan Kaynakları süreçlerine etkileri ve oluşturacağı sonuçlar sorulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, güvenilirlik analizi sonuçlarından anketin güvenilir olduğu bulunmuştur. Katılımcıların demografik analiz incelemesi yapılarak sorulara verdikleri yanıtların sıklıkları incelenmiştir. Ki kare testi yapılarak çalışmadan elde edilen hipotezler ortaya konmuştur. Sonrasında çok kriterli karar verme teknikleri ile en önemli sorunlar ağırlıklandırılmış ve en uygun çözümler sıralanmıştır. Bu kapsamda, sorunların önem düzeyleri AHP yöntemiyle ağırlıklandırılmış ve çözümler TOPSIS yöntemiyle sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, İnsan Kaynakları, Demir çelik, Teknoloji, Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

ABSTRACT

MSc THESIS

THE REFLECTIONS OF INFORMATION TECHNOLOGIES ON IRON-STEEL PRODUCTION COMPANIES: THE EFFECT OF INDUSTRY 4.0 ON HUMAN RESOURCES DEPARTMENTS

Tuğba ŞENSES

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Yusuf KUVVETLİ
Year: 2019, Pages: 119
Jury : Assist. Prof. Dr. Yusuf KUVVETLİ
: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Assoc. Prof. Dr. Muhammet DEVECİ

As the needs of people change, it is inevitable that some cases will emerge. Especially in the works that people cannot do by their own, some inventions have to emerge where the machine supports are needed. At this point, the Industrial Revolutions, which began in the late 1700s and extend to the present day, have started to manifest themselves. In this study, it is aimed to investigate the researches about Industry 4.0, which is the 4th most popular Industrial Revolutions in recent years, and especially to investigate the reflection of Industry 4.0 on Human Resources. According to the findings, the survey results was found to be reliable according to reliability analysis. The demographic analysis of the participants was conducted and the frequency of their responses to the questions was examined. The hypothesis obtained from the study was performed by chi-square test. Afterwards, the most important problems were weighted with multi-criteria decision making techniques and the most appropriate solutions were ranked. In this context, the severity levels of the problems were weighted with AHP method and the solutions were ranked with TOPSIS method.

Key Words: Industry 4.0, Human Resources, Iron and Steel, Technology, Multi-Criteria Decision Making Techniques

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

16. yüzyıldan bu yana devam eden, özellikle günümüzde çok yakından etkilerini hissettiğimiz teknolojik gelişmeler o dönemden bu yana daha da gelişerek günümüz yaşam koşullarına ve şartlarına uygun olarak değişerek ve gelişerek hayatımızın her alanında etkili olmaktadır. Bu gelişmeler dört endüstriyel devrimler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bu çalışmada devrimlerin sonuncusu olan ve günümüzün en önemli kavramlarından olan Endüstri 4.0 ile ilgili araştırmalar yer almaktadır.

Endüstri 4.0 hayatın her alanında kendine yer bulmaya başlayan bir kavramdır. Özellikle teknolojik gelişmeler arttıkça ve insana ihtiyaç azaldıkça insan kaynakları alanında da etkili olmuş ve bir takım değişiklikler meydana getirmiştir. Endüstri 4.0 etkisi ile İnsan Kaynaklarında ortaya çıkan değişimlerin neler olduğu bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

İnsan kaynaklarında Endüstri 4.0 etkisini ele alan çalışmalar olmasına rağmen demir çelik gibi spesifik bir sektörde İnsan kaynakları departmanlarında Endüstri 4.0 etkisini inceleyen bir çalışmaya literatürde rastlanmadığından bu çalışmadan elde edilen bulguların faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada öncelikle endüstriyel devrimlerin tarihsel gelişimi ele alınarak önceki çalışmalara yer verilmiştir. Endüstri 4.0'ın öncü teknolojileri ele alınmış, bunlar açıklanmaya çalışılmıştır. Ayrıca insan kaynakları yönetimi ve insan kaynaklarının teknolojiyle ilişkisini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir.

İnsan kaynaklarında teknolojinin etkisi sonucunda ortaya çıkan sorunlar ve bu sorunlara bulunan çözüm önerilerini incelemek amacıyla demir çelik sektöründe çalışan insan kaynakları profesyonellerine yönelik bir anket çalışması oluşturulmuştur. Sorular oluşturulurken bu alanda daha önceden yapılmış çalışmalardan elde edilen bilgilerden faydalanılmıştır. Çalışma soruları, demografik sorular, insan kaynaklarında Endüstri 4.0 ile birlikte yaşanan dönüşümde en çok karşılaşılan sorunlar, bu sorunların detayında yer alan yargılara katılımcıların katılım

düzeyi ve Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılan sorunlara bulunan çözüm önerileri gibi içeriklerden oluşmaktadır. Oluşturulan ankete 48 kişi katılmış ve bir takım veriler elde edilmiştir. Bu verilerle çalışmanın dayanağını oluşturan fikirlere dayanak sağlanmıştır.

Ankette yer alan 40 soruya verilen cevaplara göre anket güvenilirliği ölçülmüş ve yeterli düzeyde çıkmaktadır. Bu durum anket sonuçlarının güvenilir olduğunu göstermektedir. Anket sonuçları IBM SPSS Statistics programında incelenmiş ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Yine ankette verilen cevaplara göre çoğunlukla işaretlenen seçeneklerden katılımcıların en sık karşılaştıkları sorunlar sıklık tablolarıyla ortaya konmuştur. Programda sorular ve çözüm önerilerine katılımcıların verdikleri cevaplar kıyaslanmış ve oluşturulan hipotezler ki kare testi ile incelenerek anlamlı farklılığa sahip değerler hipotezle yorumlanmıştır. Bu değerlere göre sorunlar ve çözüm önerileri arasında anlamlı hipotezler bulunmuştur. Bu hipotezler şu şekildedir:

- i. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.
- ii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.
- iii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.
- iv. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.

- v. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.
- vi. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.
- vii. Endüstri 4.0'ın görev tanımlarında değişikliklere neden olması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.
- viii. Endüstri 4.0 ile birlikte personel yetkinliklerinin değişmesi sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.
- ix. Mevcut çalışanların görevlerine devam etmesinin farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkün olması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.
- x. Endüstri 4.0 ile birlikte organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanması sonucunda şirketler, çalışanların artan yetkinlikleri oranında ücret artışı uygulaması yaparlar.
- xi. Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan yeni teknolojik sistemlerin kariyer planlaması yapmayı zorlaştırması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.
- xii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmanın zorlaşması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.
- xiii. Endüstri 4.0 ile birlikte oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemenin zor olması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.

Çalışmada anket bulguları girdi olarak kullanılarak çok kriterli karar verme teknikleri incelenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemleri AHP ve TOPSIS yöntemleri ile ele alınmıştır. Anket çalışmasındaki en önemli sorun ve çözüm önerileri bu yöntemlerle çözülmeye çalışılmıştır. Kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları AHP yöntemi ile oluşturulmuş ve alternatif çözümler çıkarılarak TOPSIS algoritması ile sıralanmıştır. Sonuçta en önemli sorun ve çözüm önerisi ortaya konmuştur. AHP yöntemi ile oluşturulan ağırlıklara göre en önemli sorun, “Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.” olarak bulunmuştur. TOPSIS yöntemiyle bulunan en uygun çözüm ise, “Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.” seçeneği olmuştur.

Çalışmanın son kısmında elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima destek olan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Yusuf KUVVETLİ'ye, doğrudan ve dolaylı katkıları için jürideki değerli hocalarıma teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmada kullanılan verilerin elde edilmesinde vakit ayırarak destek olan kıymetli İnsan Kaynakları Profesyonellerine ve şu an çalışmakta olduğum Tosçelik Profil ve Sac firmasındaki İnsan Kaynakları yöneticilerim ve çalışma arkadaşlarıma yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her konuda bana koşulsuz güvenerek yanımda olan sevgili eşim Osman ÖZ'e, manevi destekleriyle daima yanımda hissettiğim çok sevdiğim annem Gülsüm HİÇYILMAZ'a, babam Kamil Seyyit ŞENSES'e ve ablam İrem KARCI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım sırasında dört gözle beklediğim canım kızım Duru'ma sonsuz sevgilerimi gönderiyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Gelişimi.....	1
1.2. Endüstri 4.0 Kavramı Ve Temel Dinamikleri	6
1.2.1. Büyük Veri	9
1.2.2. Bulut Bilişim	10
1.2.3. Sanallaştırma	11
1.2.4. Siber Güvenlik.....	11
1.2.5. Nesnelerin İnterneti	12
1.2.6. Sensör Teknolojileri	12
1.2.7. Eklemeli İmalat	13
1.2.8. İleri Robotik Sistemler.....	13
1.2.9. Otomasyon ve Kontrol Sistemleri	14
1.3. İnsan Kaynakları Yönetimi Ve Teknoloji	14
1.3.1. İnsan Kaynakları Yönetimi.....	14
1.3.2. İnsan Kaynakları ve Teknoloji	17
1.4. Çalışmanın Amacı.....	19
1.5. Çalışmanın Kapsamı	19
1.6. Çalışmanın Özgün Katkısı	20
1.7. Çalışmanın Adımları ve Organizasyonu	21

1.7.1. Çalışmanın Adımları	21
1.7.2. Çalışmanın Organizasyonu.....	22
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	23
2.1. Endüstri Devrimleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	23
2.2. Endüstri 4.0'ın Teknoloji Olgusu Üzerindeki Etkileri	25
2.3. Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları İlişkisi	26
2.4. Önceki Çalışmaların Değerlendirilmesi	32
3. MATERYAL VE METOT	35
3.1. Materyal	35
3.2. Metot.....	48
3.2.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....	48
3.2.1.1. AHP Yöntemi	49
3.2.1.2. TOPSIS Yöntemi.....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	57
4.1. Güvenilirlik Analizi Sonuçları	57
4.2. Demografik Analiz Sonuçları	57
4.3. Anket Bulguları ve Tartışma	63
4.4. Hipotez test sonuçları.....	70
4.4.1. Ki-kare test sonuçları.....	70
4.5. AHP ve TOPSIS Tekniği Sonuçları.....	76
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
5.1. Sonuçlar	81
5.2. Öneriler	83
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	93
EKLER.....	95
EK 1. Literatür Tablosu	97
EK 2. Anket çalışması soruları	105
EK 3. Anket çalışmasında yer alan sorunlar ve kaynakları	109

EK 4. AHP yöntemiyle Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturma Adımı	111
EK 5. AHP yöntemiyle Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi	
Adımı	112
EK 6. AHP Yöntemiyle Ağırlıkların Belirlenmesi	113
EK 7. AHP Yöntemiyle Tutarlılık Hesaplaması	114
EK 8. TOPSIS Yöntemiyle Karar Matrisinin Oluşturulması Adımı.....	115
EK 9. TOPSIS yöntemiyle Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması Adımı .	116
EK 10. TOPSIS yöntemiyle Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V)	
Oluşturulması Adımı	117
EK 11. TOPSIS Yöntemiyle İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması	
Adımı.....	118
EK 12. TOPSIS Yöntemiyle İdeal ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık	
Değerlerinin Elde Edilmesi Adımı	119



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	AHP yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği	52
Çizelge 3.2.	Rassal Göstergeler (Saaty,1980)	53
Çizelge 4.1.	“Endüstri 4.0 ile yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	64
Çizelge 4.2.	“Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	65
Çizelge 4.3.	“İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	65
Çizelge 4.4.	“Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	66
Çizelge 4.5.	“Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	66
Çizelge 4.6.	“Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu.....	67
Çizelge 4.7.	“Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu.....	68
Çizelge 4.8.	“Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu.....	69
Çizelge 4.9.	“Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu	70
Çizelge 4.10.	Ki kare test sonuçları için anlamlılık değerleri	70
Çizelge 4.11.	TOPSIS Sonucu elde edilen göreceli uzaklıklar	79



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Endüstriyel Dönemler (Selek, 2015)	6
Şekil 1.2. Endüstri 4.0'ın Öncü Teknolojileri	9
Şekil 3.1. Üç seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli (Saaty ve Vargas, 2001)	50
Şekil 4.1. Ankete katılan kişiler arasındaki cinsiyet dağılımı	58
Şekil 4.2. Ankete katılan kişiler arasındaki yaş dağılımı	59
Şekil 4.3. Ankete katılan kişiler arasındaki eğitim durumu dağılımı	60
Şekil 4.4. Ankete katılan kişiler arasındaki kadro durumu dağılımı	61
Şekil 4.5. Ankete katılan kişiler arasındaki deneyim durumu dağılımı	62
Şekil 4.6. Problemlerle karşılaşılma sıklığı	63
Şekil 4.7. AHP yöntemine göre sorunların ağırlık tablosu	77



SİMGELER VE KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BT (IT)	: Bilgi Teknolojileri
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
İK	: İnsan Kaynakları
İKY (HRM)	: İnsan Kaynakları Yönetimi
RFID	: Radyo Frekans Tanımlayıcı
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution



1. GİRİŞ

Endüstriyel devrimler 16. Yüzyıl itibariyle başlayan ve günümüze kadar devam eden dönemleri kapsayan aşamalardan oluşan, ekonomik gelişmeleri içeren bir süreçtir. Bu süreçler günümüze dek 4 aşamalı gelişme dönemlerini kapsamaktadır.

Anadolu'nun bir şehrinde yaşayan bir köylü için 1000 yılında yaşayıp, 500 yıl sonra tekrar dünyaya gelerek kıyaslama yapma şansına sahip olsa, dünya yine de bu köylüye çok tanıdık gelebilir. Gerek siyasi alanlarda ve devletlerin yönetim biçimindeki bazı değişmelere gerekse pusulanın icadı, matbaanın kullanıma başlanması gibi bazı teknolojik ilerlemelere rağmen bu Anadolu köylüsü yine de kendini çok yabancı hissetmez. Diğer taraftan, 1500'lü yıllarda Osmanlı Ordusu'ndan bir yeniçeri o yıllardaki yaşantısıyla, 21. yüzyılda tekrar dünyaya gelerek o yıllardaki yaşantısını kıyaslasa, bir akıllı telefon sesiyle, araba kornasıyla, uçak gürültüsüyle ya da LCD ekranlı televizyondan gelen bir "goool" sesiyle uyansa, kendini garip ve şaşkın hissetmez mi? Kesinlikle hisseder. Daha da kötüsü günümüz dünyası bu yeniçeriye o kadar yabancı gelir ki, kendine "ben öldüm de öbür dünyaya mı gittim" diye sorabilir (Harari, 2016).

Endüstriyel devrimler birçok alanda etkili olmuştur. Bilimden ekonomiye, sanattan tarihe, sağlıktan sanayiye birçok sektördeki gelişmelere katkı sağlamıştır (Aksoy, 2017).

1.1. Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Gelişimi

İlk olarak 110 yıl önce avcı ve toplatıcı dönemden yerleşik hayata geçiş sağlayan neolitik devrim yaşanmıştır. Neolitik devrim, insan topluluklarının ilk kez tarım yapmasıyla gerçekleşen ve insanların uzun yıllar boyunca ihtiyaçlarını tarım yaparak karşılamasına olanak sağlayan, bu toplumların sosyo-ekonomik yapılarında devrimsel dönüşümler yaratan bir dönemi anlatan bir süreçtir. Bu dönem boyunca insanların tarımda kullandıkları araç gereçlerde, sanayi devrimlerinin başlamasına

kadar çok büyük farklılıklar olmamıştır. Yaygın olarak orak, çekiç, saban, tırpan gibi el aletleri kullanılmıştır. Aradaki farklılıklar bu aletlerin yapılmasında kullanılan malzemelerden kaynaklı olmuştur (Aksoy, 2017).

Birinci sanayi devriminin başlaması 1700'lü yılların sonlarına doğru olmuştur. On sekizinci yüzyılda başlayan bu gelişmelerde dönen buhar makinesi gibi ürünlerin icadıyla sanayi devrimleri de başlamıştır. Bu gelişmeler batıyı yirmi birinci yüzyılın kitlesel refahına taşıyan bir sürecin başlangıcına da işaret etmiştir.

Birinci sanayi devrimi, fabrika üretimini yaratan icatlar, demir endüstrisinde kömür ve kok kömürüne geçiş ve buhar motorunun mükemmel bir şekilde üretime dahil edilmesiyle başlamıştır. Bazı ülkelerdeki ekonomik büyüme, bu yeniliklerin benimsenmesiyle meydana gelmiştir (Allen, 2009).

İlk sanayi devrimi ve ondan önceki çoğu gelişmenin az da olsa bilimsel bir temeli vardır. 1850 yılına kadar mühendislik, tıp ve tarım, işlerin iyi bir şekilde bilinip uygulandığı bilginin uygulamalı alanlarıdır. Ancak nadiren sistematik yapılmaktaydı. Bu, çoğu zaman insanların hangi malzemelerin işe yaradığını bilmediği anlamına gelmekteydi. Bir şeylerin işe yaradığı biliniyor olsa bile, gelişmeleri yavaş olma eğilimindeydiler (Mokyr, 1998).

1850 yılına gelindiğinde demir çağı tamamen kurulmuştur. Ancak birçok kullanım için ferforje, çelikten daha düşük maliyettedir. Ferforje makine parçaları raylarındaki aşınma ve yıpranma, kullanımda pahalı olmalarını sağlamıştır. Pek çok kullanımda, özellikle makineler ve inşaatlarda, ferforje demiri yetersiz kalmıştır. Sorun çelik yapmak değildir, asıl sorun ucuz çelik yapmaktır. Bu sorun için çözümü 1856'da Henry Bessemer bulmuştur. Bessemer, dökme demirdeki safsızlıkların çoğunlukla karbondan kaynaklandığı gerçeğini kullanmıştır. Havanın oksijeninin çeliğin karbonu ile etkileşimi sonucu demir sıvısını tutan yoğun bir ısı yaratmıştır. Böylece, doğru miktarda karbon eklenmesi veya doğru zamanda üflemeyle durdurmak suretiyle, istenen demir ve karbon karışımı oluşturulabileceği keşfedilmiştir. İlk başta, Bessemer çeliği çok düşük kaliteye sahiptir, ancak daha sonra bir İngiliz çelik üreticisi Robert Mushet, karbon, mangan ve demir alaşımının

erimiş demire eklenmesinin sorunu çözdüğünü keşfetmiştir. Siemens-Martin açık ocak sürecini ortaklaşa geliştiren Continental metaluristler tarafından, düşük karbonlu ferforje ve yüksek karbonlu dökme demiri eriterek farklı bir yol izlenmeye karar verilmiştir. Bu teknikte, gelen yakıt ve havayı ısıtmak için sıcak atık gazlar ve çelik elde etmek için doğru oranlarda ferforje ile karıştırılmış dökme demir kullanılmıştır. Ocaklar, yüksek sıcaklıkları korumak için özel silika tuğla astarlarla kaplanmıştır. Bu süreç, hurda demiri ve düşük dereceli yakıtların kullanılmasına izin vermiştir. Böylece uzun vadede Bessemer sürecinden daha karlı olduğu ortaya çıkmıştır. Açık ocak çeliği Bessemer çeliğinden daha uzun bir süreç sonunda ortaya çıkmıştır ancak sonuç olarak daha iyi kalitede çelik elde edilmiştir. 1900'de Amerikan çelik kralı Andrew Carnegie, açık ocak sürecinin endüstrinin geleceği olduğunu ilan etmiştir. (Mokyr, 1998)

İkinci sanayi devrimi, 1870 ile 1914 tarihleri arasındaki süreçleri kapsar. Bu dönemde enerji, malzeme, kimyasal maddeler ve ilaç alanındaki büyük çığır açan icatlar karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemdeki icatların bir önceki döneme göre daha farklı olduğu görülmektedir. Neyin ne işe yaradığı daha net anlaşılmaktadır. İkinci Sanayi Devrimi, birinci sanayi devriminde çok daha sınırlı olan başarılarını daha geniş bir yelpazedeki faaliyetlere ve ürünlere ulaştırmıştır. Yaşam standartları ve paranın satın alma gücü hızla artmıştır. Çünkü yeni teknolojiler daha önce hiç gerçekleşmediği kadar orta ve işçi sınıflarının günlük yaşamlarına ulaşmıştır (Mokyr, 1998).

İkinci sanayi devrimi bazı alanlarda büyümeyi sağlamıştır. Kimya endüstrisinin yükselmesiyle birlikte, petrol rafine ve kapları kullanan diğer endüstrilerin yanı sıra çeşitli tipteki motorlar ve büyüklük giderek daha çok önem kazanmaya başlamıştır (Scranton, 1997; Kinghorn ve Nye, 1996).

Değişen üretim teknolojisinin sonucu teknolojik sistemlerin yükselişidir. Bu dönemde geliştirilen bazı ilkel Sistemler 1870'den önce zaten çalışmaktadır. Demiryolu ve telgraf şebekeleri ve büyük şehirlerde gaz, su temini ve kanalizasyon sistemleri vardır. Bu sistemler 1870'ten sonra çok büyük bir şekilde genişleyerek bir

dizi yenisi daha eklenmiştir. Bunlardan en önemlileri elektrik gücü ve telefondur. İkinci Sanayi Devrimi, büyük teknolojik sistemi ortak bir gelişim alanına çevirmiştir. Bu nedenle hükümetler veya diğer önde gelen kurumlar demiryolu göstergelerini, elektrik voltajlarını, daktilo klavyelerinin düzenini, yol kurallarını ve diğer formları belirlemek için çalışmalara başlamıştır (Hughes, 1993).

Üçüncü sanayi devriminin başlamasıyla yeni bir döneme daha girilmiştir. Bu endüstri devrimi 20. Yüzyılın sonlarına doğru başlamıştır. Üçüncü Sanayi Devrimi'nin altyapısının kurulması, binlerce yeni işletme ve milyonlarca iş alanı oluşturacak ve 21. yüzyılda sürdürülebilir bir küresel ekonominin temelini sağlayacaktır. Üçüncü Sanayi Devrimi yeni yüksek teknoloji işgücünün, yenilenebilir enerji teknolojileri, yeşil inşaat, bilişim teknolojileri ve gömülü hesaplama, nanoteknoloji, sürdürülebilir kimya, yakıt hücresi gelişimi, dijital güç şebekesi yönetimi, hibrit elektrik ve hidrojenle çalışan taşımacılık ve diğer yüzlerce teknik alanda ortaya çıkan yenilikleri kapsayan geniş bir gelişim dönemine sahiptir (Rifkin, 2012).

Steve Jobs ve neslin diğer yenilikçileri, insanları bir avuç küresel şirketin sahip olduğu ve kontrol ettiği pahalı merkezi ana bilgisayarlardan, ucuz masaüstü bilgisayarlara ve cep telefonlarına taşıyarak milyarlarca insanın birbirleriyle bağlantı kurmasına izin vermiştir. İletişimin demokratikleşmesi, dünyadaki insan nüfusunun neredeyse üçte birinin müzik, bilgi, haber ve sosyal yaşamı açık bir ortamda paylaşmasını sağlayarak türümüzün tarihindeki büyük evrimsel gelişmelerinden birine taşımıştır (Rifkin, 2012).

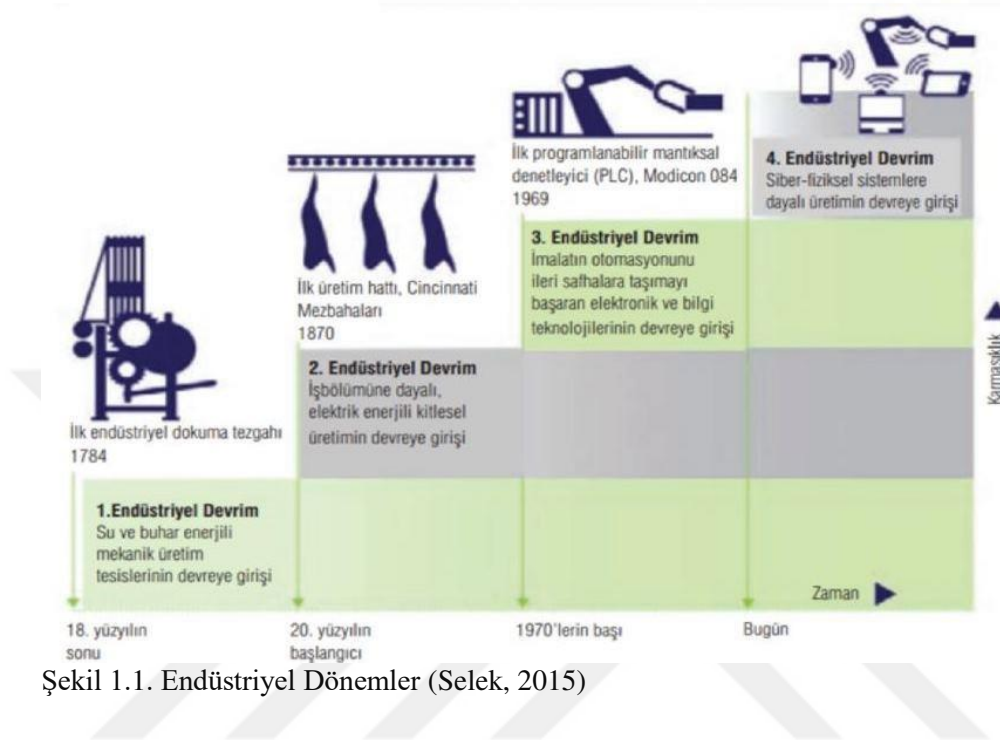
Yenilenebilir enerji kavramı bu dönemde ortaya çıkmıştır. Kısmen hidrojen biçiminde depolanan, yeşil elektrikle çalışan bir İnternet aracılığıyla dağıtılan ve sıfır emisyonlu taşımacılığa bağlı, binalar tarafından yüklenen, yenilenebilir bir enerji rejimi oluşturulması, Üçüncü Sanayi Devrimi'nin kapısını açmaktadır. Tüm sistem etkileşimli, entegre ve kesintisiz bir şekilde yürütülmektedir. Dünyada kurulan Üçüncü Sanayi Devrimi altyapısının kamu / özel sektör yansıması, 21. yüzyılın ilk

yarısında uluslararası bankacılık ve finans camiasının gündeminin en üstünde yer alacaktır (Rifkin, 2012).

Üçüncü Sanayi Devrimi işgücünün beceri düzeyleri ve yönetim anlayışları, İkinci Sanayi Devrimi işgücünden niteliksel olarak farklı olacaktır. Bu nitelikleri sağlamayan çalışanların eğitilmelerini zorunlu kılacaktır.

Teknolojik ilerlemeler, Sanayi Devrimleri'nin başlangıcından beri sanayi verimliliğinde çarpıcı gelişmeler sağlamıştır. Buhar motoru on dokuzuncu yüzyılda fabrikalara güç vermiş, elektriksel güç yirminci yüzyılın başlarında seri üretime neden olmuş ve sanayi 1970'lerde otomasyona geçmiştir. Bununla birlikte, devamındaki yıllarda endüstriyel teknolojik gelişmeler, özellikle bilişim teknolojilerini, mobil iletişimi ve e-ticareti ortaya çıkararak teknolojinin çok daha ileriye gitmesine sebep olmuştur (Rübmann, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

Son olarak günümüzde dördüncü sanayi devrimi yaşanmaktadır. Diğer adı Endüstri 4.0 olan bu devrim ile insan ve makine arasındaki geleneksel üretim ilişkilerini daha verimli hale getirmek ve değiştirmek amacı ön plana çıkmıştır. Endüstriyel dönemlerin gelişim aşamaları Şekil 1.1.'de gösterilmiştir.



1.2. Endüstri 4.0 Kavramı Ve Temel Dinamikleri

Endüstri 4.0, yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar, robotik ve biyo, nano ve uzay teknolojisi alanlarında yaşanan gelişmeler ile birlikte başlamaktadır. Bununla birlikte belirli bir ekonomik değere sahip canlı-cansız her nesnenin internet bağlantıları aracılığıyla diğer nesnelerle iletişime geçebileceği akıllı üretim dönemi olarak tanımlarda yer almaktadır. Üretimde dijitalleşmenin sağlanmaya başlandığı bu dönemde sanal ve fiziksel sistemlerin birbirine entegre olduğu ve internete bağlı olan her nesnenin böylelikle akıllı olabileceği bir üretim sisteminden söz edilmektedir (Aksoy, 2017).

Genel olarak dünya tarihi boyunca iki temel geçiş dönemi baskın olarak hissedilmektedir. Birincisi avcılık ve toplayıcılıktan neolitik döneme geçişte yaşanan devrim olan Tarım Devrimi, bir diğeri ise tarımdan sanayiye geçişin yaşandığı

1780’lerde İngiltere’de gerçekleşen Sanayi Devrimi’dir. Her iki devrim de tarih boyunca çağ açan ve çağ kapatan devrimler olmuşlardır (Aksoy, 2017).

Endüstri 4.0 Almanya’nın öncülüğünde başlamıştır. Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi, Siemens de dahil Almanya’nın önde gelen 20 endüstriyel ve araştırma ortağı ile birlikte oluşturulan küçük bir akıllı fabrikada sistemin nasıl çalışacağı kurgulanmıştır. Burada nesneler ile makinelerin birbirleriyle nasıl iletişime ve etkileşime geçeceğini göstermek için sabun şişeleri kullanılmıştır. Sabun şişelerinin üzerine radyo frekans tanımlayıcı (RFID) etiketler yapıştırılmıştır. Bu etiketler aslında şişenin rengi, boyutu, hacmi ile ilgili bilgilerin kayıtlı olduğu ya da içine nasıl bir bilgi aktarılırsa o bilgiyi makineye aktarmaktadır. Sonrasında bu etiketler aracılığıyla akıllı makineler, şişeleri tanımlanan bilgilerine göre tanıyarak bir ayırım yapar. Örneğin; boyutuna göre uygun sabunu şişeye doldurur. Bu sistem sayesinde bir nesnenin radyo sinyalleriyle ilettiği bilgiler, üretimin başından sonuna kadar tüm süreçlerde, dijital ortamda saklanmasına olanak sağlamaktadır. Bu bir siber-fiziksel sistem çalışma şeklini açıklamaktadır (Selek, 2015).

Çip, sensor, veri saklama ve internet bilgiyi saklayan nesneler ile birlikte daha fazla cihazın birbiriyle etkileşimi mümkün hale gelecek ve her şey akıllı cihazlarla donatılacaktır. Birçok kişinin görüşüne göre 2020 yılının sonunda dünyada 50 milyar internet bağlantılı cihaz olacaktır (Şuman, 2017).

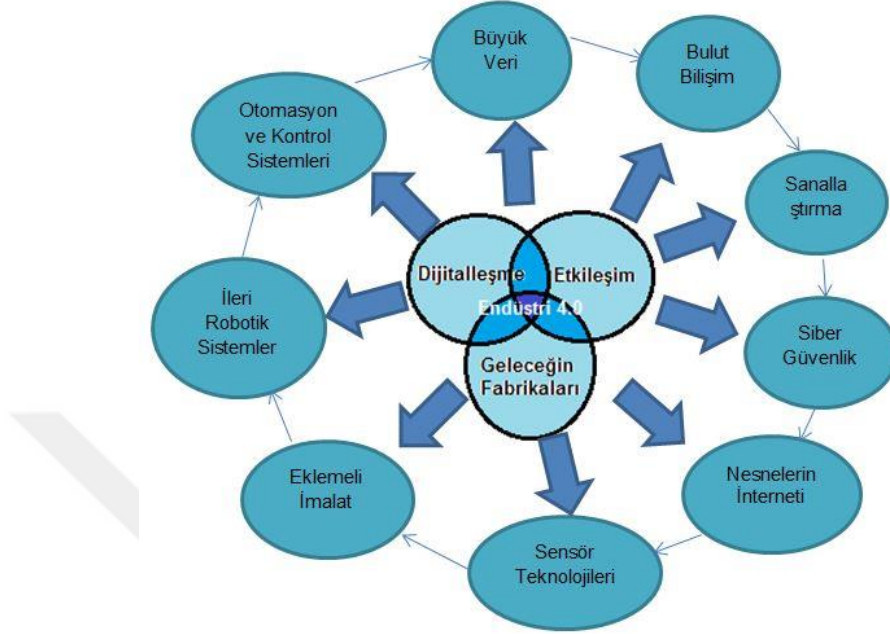
Endüstri 4.0’ın vizyonu; insanların, şeylerin ve makinelerin her yerde birbiriyle bağlantısını sağlamaktır. Bu bağlantının sonucunda çeşitli yeni ürün ve hizmetler üretilmesi amaçlanmıştır. Ürünler, nakliye araçları veya makinelerin bir sonraki üretim adımında hangi üretim unsurlarının en iyi şekilde gerçekleştirilebileceği konusunda sanal bir ortamda pazarlık etmesi beklenmektedir. Bu, sanal dünya ile gerçek dünyadaki fiziksel nesneler arasında kesintisiz bir bağlantı oluşmasını sağlayacaktır (Koch, Kuge, Geissbauer ve Schrauf, 2014).

Değer zincirinin sürekli dijitalleştirilmesi endüstrinin geleceği için şarttır. Üretim süreçlerinin dijital olarak desteklendiği fabrika örnekleri halihazırda vardır. Ancak bu süreçler hala düşük bir karmaşıklık seviyesine sahiptir. Sürekli bir dijital

değer zincirine sahip bir dijital şirket sadece mağaza tabanındaki departmanları değil, aynı zamanda ofis tabanındaki araştırma, geliştirme ve satış departmanlarını da dijital olarak entegre etmektedir. Bunun örnekleri arasında Amberg ve Chengdu'daki Siemens'e ait elektronik tesisi bulunmaktadır (Koch, Kuge, Geissbauer ve Schrauf, 2014).

Endüstri 1.0 ortaya çıktığında, buhar teknolojisinin üretimde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte tüm işlerin makineler tarafından yapılacağı ve herkesin işsiz kalacağı korkusu vardı. Buhar makinesinin üretime katkısı çok fazla olmuş, mevcut işlerde ihtiyaç duyulan emek gücü sayısı azalmıştı. Hatta o dönemlerde ludist hareketin (makine kırıcılık) yaşanmasına neden olmuştu. Buhar teknolojisi, işbölümü ve uzmanlaşmayı arttırarak yeni istihdam alanları açmıştır. Buhar teknolojisine en önemli örnek olarak demiryolu sanayisinin kurulması gösterilmektedir. Dolayısıyla Endüstri 3.0'dan 4.0'a geçerken de aynı şekilde işsizlik korkuları yaşanmaktadır. Tıpkı Endüstri 1.0 gibi Endüstri 4.0'ın da yeni istihdam alanları oluşturacağı düşünülmektedir (Aksoy, 2017).

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkmasının beraberinde bir çok farklı alan da açılmış olmakla birlikte bu alanlar Endüstri 4.0'ı oluşturan yapılar haline gelmiştir. Bunlar genel olarak 3 başlıkta toplanabilir; Dijitalleşme, Etkileşim ve Geleceğin Fabrikaları. Bu başlıkları kapsayan alt başlıklarda ise Şekil 1.2.'de görüldüğü gibi, Büyük Veri, Bulut Bilişim, Sanallaştırma, Siber Güvenlik, Nesnelerin İnterneti, Sensör Teknolojileri, Eklemeli İmalat, İleri Robotik Sistemler, Otomasyon ve Kontrol Sistemleri yer almaktadır. Bu sistemlerin kullanılması sonucunda tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arasındaki ve ayrıca insan ve makine arasındaki geleneksel üretim ilişkileri daha verimli hale gelmiş olacaktır. Bu bölümde bu bahsedilen başlıklar teker teker ele alınacaktır.



Şekil 1.2. Endüstri 4.0'ın Öncü Teknolojileri

1.2.1. Büyük Veri

Günümüzde internetin yaygınlaşmasıyla birlikte çok büyük veri ağı oluşmuştur. Bu bilgileri muhafaza etmek, işlemek, değerlendirmek de haliyle zorlaşmaktadır. İnternette gezinirken yapılan her tıklama, kredi kartı ile yapılan her harcama, araştırılan her bilgi birileri tarafından izlenmekte ve Big Data (Büyük Veri) teknolojisi ile kişiler hakkında bazı istatistikler ortaya çıkarılmaktadır. Bu bilgiler farklı şekillerde, farklı alanlarda insanların karşısına çıkabilmektedir. Örneğin; bankaya kredi başvurusu yapılan esnada, hastane kaydı olan kişilerin sigorta şirketi tarafından, tüketim alışkanlıklarına göre türlü türlü satıcılar tarafından kullanılmak ve bir amaca dönüştürülmek için toplanmaktadır. Veriyi kullanma yönteminde yaşananlar diğer bir deyişle sermayenin iş yapma şeklinin değiştiğinin göstergesidir (Aksoy, 2017).

Büyük veri kümelerine dayanarak oluşturulan analizlerin, son zamanlarda yapılan çalışmalarla üretim kalitesini optimal hale getirdiği, enerji tasarrufu

sağladığı ve ekipman servisini iyileştirdiği ortaya çıkmıştır. Bir Endüstri 4.0 bağlamında, birçok farklı kaynaktan verilerin toplanması ve kapsamlı bir şekilde değerlendirme aşamasından geçmesi sonucunda doğru zamanlı karar verme aşaması standart hale gelecektir. Örneğin, yarı iletken üreticisi Infineon Technologies, üretim sürecinin sonunda test aşamasında elde edilen verileri işlemin önceki aşamalarında toplanan işlem verileriyle ilişkilendirerek ürün hatalarını azaltmıştır. Bu şekilde, Infineon, hatalı cipsleri üretim sürecinin başında boşaltmaya ve üretim kalitesini iyileştirmeye yarayacak verileri elde etmiştir (Rübmänn, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

1.2.2. Bulut Bilişim

Günümüzde bu kadar çok bilginin ortaya çıkmasıyla birlikte saklanması sorunu ise Bulut (Cloud) teknolojisi ile çözülmüştür. Bulut teknolojisi ile eldeki verileri, bilgisayara indirmeye gerek kalmamaktadır. Web tabanlı uygulamalar ile (örneğin, icloud, Google Drive, Yandex.Disk, Dropbox, Outlook) kullanıcılara online depolama hizmeti sunmaktadır. Böylece internete erişebilen her noktadan ve her cihazdan bulutta depolanan bilgilere kolaylıkla ulaşılma imkanı sağlamaktadır. Bulut teknolojisi kullanıcıya hard disk, flash disk gibi bilgi depolama ekipmanlarını bulundurma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bunun firmalar ve kişiler için hem maliyet azaltıcı hem de işi kolaylaştırıcı bir getirisi bulunmaktadır. Öte yandan eğer internet bağlantısı yoksa bu bilgilere erişmek mümkün değildir. Bir de bu noktada güvenlik sorunu devreye girer, bilgiler kişilerin izni olmadan şahıs ya da kurumlarca ele geçirilebilir ve farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu da kişileri zor durumda bırakabilir (Aksoy, 2017).

Endüstri 4.0 ile işletmeler ve şahıslar arasında daha fazla veri paylaşımı gerekir. Aynı zamanda, bulut teknolojilerinin performansı da günden güne artarak, sadece birkaç milisaniyelik erişim sürelerine ulaşmaktadır. Sonuç olarak, makine verileri ve işlevselliği giderek daha fazla buluta dağıtılacak ve böylece üretim sistemleri için daha fazla veri odaklı hizmetler sağlanacaktır.

1.2.3. Sanallaştırma

Günümüzde birçok alanda kullanılan sanal gerçeklik, olayların gerçekte yaşansaydı nasıl görünebileceğini gösteren teknolojik sistemlerdir. Üretim tesislerinden, oyun sahalarına, hastanelerden daha birçok alana kadar sanal gerçeklik gözlükleri kullanılarak bir olayın yaşanma durumunda olacakları gösteren kurguları barındıran sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemler şu anda başlangıç aşamasında olmasına rağmen zamanla daha çok yaygınlaşacak ve gelecekte şirketler, çalışma sistemlerini geliştirmek için gerçek zamanlı bilgi sağlamak amacıyla sanal gerçeklikten daha geniş bir şekilde faydalanacaktır.

Örneğin, çalışanlar, tamir gerektiren bir makineyi nasıl tamir edeceklerini öğrenmek için sanal gerçeklik gözlüklerine yüklenmiş bilgileri seyrederek o anı canlandırma olarak görecektir ve aynı durumla karşılaştığında çok rahat bir şekilde üstesinden gelebilecektir.

Başka bir uygulama sanal eğitimidir. Bazı şirketler iş süreçlerini ve acil durumlarda çalışanlarının neler yapması gerektiğini gösteren süreçleri sanal gerçeklik gözlükleriyle gerçekçi, veri tabanlı 3 boyutlu bir modülü geliştirmişlerdir. Bu sayede görerek öğrenmiş ve uygulamış olan çalışanlardan daha çok verim sağlanabilir (Rübmman, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

1.2.4. Siber Güvenlik

Endüstri 4.0 ile birlikte çok büyük verilerin ortaya çıktığından ve bunları depolamanın bulut teknolojisiyle mümkün olduğundan bahsedilmişti. Bu verileri dış kaynakların erişemeyeceği şekilde saklamak ise güvenlik problemini ortaya çıkarmaktadır. Önemli ve kritik bilgilerin depolandığı bulut sistemlerine dışarıdan güvenlik açığıyla başkalarının erişebilir olması içinden çıkılamayacak kaoslara neden olabilir ve şirketleri krize sürükleyebilir. Bu noktada siber güvenlik sistemleri devreye girmektedir.

Birçok şirket hala dışardan bağlantısı olmayan veya kapalı olan yönetim ve üretim sistemlerine güvenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan bağlantı ve

iletişim sistemlerinin kullanımı arttıkça, kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerinden koruma zorunluluğu büyük ölçüde artmaktadır. Sonuç olarak, güvenli ve güvenilir iletişim ile birlikte verilere erişim yönetimi çok önemlidir. Geçen yıllarda, bazı endüstriyel ekipman satıcıları tarafından ortaklıklar ya da satın almalar yoluyla siber güvenlik şirketleriyle güçlerini birleştirerek tehditleri azaltmak hedeflenmiştir (Rübmnn, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

1.2.5. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti kavramı günümüzde çok yaygınlaşmış olmakla birlikte, internete bağlı her cihazın birbiriyle etkileşime girebileceğini anlatmaktadır. Bu sayede saha cihazları hem birbirleriyle hem de daha merkezi kontrol cihazlarıyla iletişim kurmakta ve etkileşimde bulunmaktadır. Örneğin; Bosch Rexroth, yarı otomatik, merkezi olmayan bir üretim prosesine sahip vanalar için bir üretim tesisi kurmuştur. Ürünler radyo frekansı tanımlama kodları ile tanımlanmaktadır. İş istasyonları, her ürün için hangi üretim adımlarının gerçekleştirilmesi gerektiğini ve belirli bir işlemi gerçekleştirmek için neler yapılması gerektiğini bilmektedir. Böylece makinalar birbiriyle internet aracılığıyla etkileşim sağlamaktadır (Rübmnn, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

1.2.6. Sensör Teknolojileri

İş alanlarında kolaylık sağlayan sistemlerden sıcaklık sensörleri, nem sensörleri, basınç sensörleri, hava hızı sensörleri ve daha pek çok parametrelerin ölçümü ile ilgili olarak değişik sensör teknolojileri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu teknolojiler elektronik sistemlerle desteklenerek endüstriyel alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu sensörler aracılığıyla gerekli veriler alınarak bu veriler işlenir ve anlamlı bilgiler ortaya çıkar. Bu teknolojileri çok geniş bir alanda kullanmak mümkündür.

1.2.7. Eklemeli İmalat

Üretimler gerçekleştirilirken farklı yöntemler de üretim aşamalarına dahil edilmeye başlanmıştır. Şirketler, daha çok prototip veya tek tek parçalar üretmek için kullandıkları 3-D baskı gibi ilave üretimi kullanmaya başlamışlardır. Endüstri 4.0 ile birlikte, bu farklı üretim yöntemleri, karmaşık, hafif tasarımlar gibi tasarım ve maliyet avantajları sunan küçük miktarlarda özelleştirilmiş ürün üretmek için yaygın olarak kullanılacaktır. Yüksek performanslı, merkezi olmayan katkı üretim sistemleri nakliye maliyetlerini ve eldeki stokları azaltacaktır.

Örneğin, havacılık şirketleri, halihazırda, uçak ağırlığını azaltan ve titanyum gibi hammadde harcamalarını düşüren yeni tasarımlar uygulamak için ek üretim kullanmaktadırlar.

1.2.8. İleri Robotik Sistemler

Endüstri 4.0'ın üretim sistemlerine girmesiyle birlikte insanların yerini robotlar almaya başlamaktadır. Örneğin; çok tehlikeli sınıfına giren bir demir çelik işletmesindeki ark ocağı bölümünde insanların yaptığı işlerin zamanla robotlar tarafından yapılabilir hale gelmesi hem iş kazalarını azaltacak, hem de üretim verimliliğini arttıracaktır. Bu sayede istihdam koşullarının en zor olduğu alanlarda dahi insan çalıştırmak yerine robot çalıştırarak zaman, maliyet ve iş gücü kayıplarının da önüne geçilmiş olunacaktır.

Bunun dışında uzun süreler çalışmayı gerektiren veya öğrenmesi zahmetli, karmaşık görevlerin üstesinden gelebilmek için robotlara yüklenen yazılımlar sayesinde bu işlerin de üstesinden rahatlıkla gelinebilecektir. Örneğin, Avrupalı bir robotik ekipman üreticisi olan Kuka, birbiriyle etkileşime giren özerk robotlar üretmektedir. Bu robotlar birbirine bağlanır, böylece birlikte çalışabilirler ve eylemlerini otomatik olarak sıradaki işe uyacak şekilde ayarlayabilirler. Üst seviye sensörler ve kontrol üniteleri insanlarla yakın işbirliğini sağlayabilir. Başka bir örnek olarak, endüstriyel robot tedarikçisi ABB, YuMi adını verdikleri, özellikle ürünleri insanlarla birlikte monte etmek için tasarlanan iki kollu bir robotu ortaya çıkarmıştır.

İki yastıklı kol ve bilgisayar görüşü sayesinde güvenli etkileşim ve parça tanıma olanağı sağlamaktadır (Rübmnn, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel ve Harnisch, 2015).

1.2.9. Otomasyon ve Kontrol Sistemleri

Karmaşık üretim görevleri tek tek planlanmış makineler ve sistem ihtiyaçlarını da beraberinde getirir. Özellikle otomobil ve dayanıklı tüketim malları gibi insan kullanımına yönelik ve her gün sürekli olarak kullanılan bu ürünler, çok çeşitli proseslerin güvenilir şekilde tasarımının yapılmasını ve üretilmesini gerektirir.

Genellikle bu prosesler rulo halinde gelen bir sacın veya granül haldeki bir çeliğin veya kimyasalın çok çeşitli, kesme, delme, kenar sarma, bükme, presleme, boyama, çeşitli yarı mamullerin vidalanması, yapıştırılması, kaynatılması, bileşenlerin test edilmesi, montajı ve paketlenmesi ayrıca ambarlama ve takip etme ihtiyaçlarını kapsamaktadır. Bu noktalarda ihtiyaç duyulan, otomasyon sistemlerinin oluşturulması ve kullanılmasıdır. Bu otomasyon sistemleri mevcut süreçlere entegre edilerek makinaların efektif bir şekilde kullanılması sağlayabilir.

1.3. İnsan Kaynakları Yönetimi Ve Teknoloji

1.3.1. İnsan Kaynakları Yönetimi

Son on yılda, hem İngiltere hem de ABD'de, istihdam ilişkisini yönetme sözlüğünde bir değişiklik olmuştur. 'Personel yönetimi' anlayışı yerini giderek 'İnsan Kaynakları Yönetimi' (İKY) veya 'Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi' anlayışına bırakmıştır. Bu değişim ilk olarak ABD akademisyenlerinin ve yöneticilerinin yazılarında yer almıştır. Ancak hızlı bir şekilde, bu terim hem İngiltere yöneticileri hem de İngiltere akademisyenleri tarafından ele alınarak kabul görmeye başlamıştır. Bu değişimin insan kaynakları yönetimine yansması 1990 yılında, uzun zamandır var olan uzman dergisinin, Personel Yönetiminin gölgesinde olan İnsan Kaynakları

Yönetimi ve Uluslararası İnsan Kaynakları Yönetimi başlıklı iki yeni akademik derginin ortaya çıkmasıdır (Legge, 1989).

İnsan kaynakları yönetimi, çalışanların performansını, işverenlerin stratejik hedeflerine uygun olarak en üst düzeye çıkarmak için tasarlanmış işletmenin temelini oluşturan bir yönetim fonksiyonudur (Collings, Wood ve Szamosi, 2018). İnsan Kaynakları, öncelikli olarak insanların organizasyonlar içinde nasıl yönetildiğini, politika ve sistemlerle odaklı olarak incelemektedir. İnsan Kaynakları departmanları ve organizasyonlardaki birimler, işe alım, seçme ve yerleştirilme, eğitim ve gelişim, performans değerlendirme, teşvik ve ödüllendirme, iş gücü planlaması, kariyer planlaması gibi bir dizi faaliyetten sorumludur. İnsan Kaynakları ayrıca sınıai ilişkiler ile de ilgilidir. Örnek olarak, şirket içi uygulamaların hükümet yasalarından kaynaklanan düzenlemelerle dengelenmesinden sorumludur. İnsan Kaynakları, araştırmacıların işgücünün stratejik yönetimi ile iş değeri yaratma yollarını araştırarak belgelemeye başladıkları, 20. yüzyılın başlarındaki insan ilişkileri hareketinin bir sonucudur. İnsan kaynakları ortaya çıktığında ilk olarak bordro ve sosyal haklar yönetimi gibi işlevsel işler daha ön plandayken zamanla küreselleşme, şirket konsolidasyonu, teknolojik ilerleme ve daha fazla araştırma nedeniyle İnsan Kaynakları şimdilerde birleşme ve satın almalar, yetenek yönetimi, başarı planlama, endüstriyel ve iş ilişkileri ve çeşitlilik ve katılım gibi fonksiyonları da kapsayan bir yönetim organizasyonu haline gelmiştir (Collings, Wood ve Szamosi, 2018).

Dave Ulrich İnsan Kaynakları fonksiyonlarını şu şekilde sıralamaktadır: İnsan Kaynakları ve iş stratejisini düzenlemek, organizasyon süreçlerini yeniden yapılandırmak, çalışanları dinlemek ve yanıtlamak, dönüşüm ve değişimi yönetmek (Ulrich, 1996).

Makro düzeyde İnsan Kaynakları, organizasyon liderliğini ve kültürünü denetlemekten sorumludur. İnsan Kaynakları ayrıca, coğrafyalara göre farklılık gösteren ve genellikle sağlık ve güvenliği denetleyen istihdam ve iş kanunlarına uyumu sağlamakla görevlidir. Çalışanların toplu iş sözleşmesi yapmak istemeleri ve

yasal olarak yetkilendirilmeleri durumunda, insan kaynakları tipik olarak şirketin çalışan temsilcileriyle (genellikle bir sendika) birincil irtibat görevi üstlenerek faaliyetlerin devamını veya sonuçlanmasını sağlar. Sonuç olarak, İnsan Kaynakları, genellikle temsilciler aracılığıyla, önceliklerini iletirmek için kamu kurumları ile lobicilik faaliyetlerinde bulunur. İnsan Kaynakları genel olarak işletmeye destek birimi olarak görülmekte olup maliyetleri en aza indirmeye ve riski azaltmaya yardımcı olmaktadır (Towers, 2007).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yarım milyon insan kaynakları uzmanı çalışmakta olup dünya çapında binlerce insan daha bu görevi yapmaktadır (DeGraff, 2010). İK Müdürü veya İK Direktörü çoğu şirkette en üst düzey İK yöneticisidir ve genellikle doğrudan İcra Kurulu Başkanı rapor verir. Ayrıca genellikle CEO ve Yönetim Kurulu ile birlikte çalışır (Wright, Stewart and Moore, 2011). Şirketler içinde, İK pozisyonları genellikle iki kategoriden birine girer: genel yöneticiler ve uzmanlar. Genel müdürler, çalışanlarına doğrudan soruları, sorunları, şikâyetleri ve paylaşımları ile ilgili organizasyon içinde destek verir. İnsan kaynakları çalışmasının tüm yönlerini idare edebilmesi nedeniyle geniş bir bilgi yelpazesi gerektirebilir. İnsan kaynakları yöneticilerinin sorumlulukları, işverenlerinin ihtiyaçlarına bağlı olarak geniş ölçüde değişebilir (Statistics, 2011). Uzmanlar, yöneticilerin tersine, belirli bir İK fonksiyonunda çalışır. Bazı İK profesyonelleri kariyerinin tamamını bir uzman olarak geçirecek, bazıları ise her bir İK fonksiyonundan deneyimler alacak ve daha sonra bir yol seçecektir. İK müdürü olmak, CNN Money'e göre 2006 yılında 4. sırada, 2009 yılında da ücret, kişisel memnuniyet, iş güvenliği, gelecekteki büyümesi nedeniyle 20 iş sıralamasında en iyi işlerden biri olarak yer almaktadır (Money, 2009). İnsan kaynakları danışmanlığı, bireylerin şirketlere danışmanlık hizmeti verebilecekleri ve şirketlerde gerçekleşen işleri tamamlayabilecekleri ilgili bir kariyer yoludur. 2007 yılında, dünya genelinde 950 İK danışmanlığı bulunmakta olup bu da 18.4 milyar dolarlık bir pazar oluşturmaktadır (Management, 2007). 2010 yılında, İK danışmanlığı Amerika'daki CNN Money tarafından 43. en iyi meslek seçilmiştir (Money, 2011).

1.3.2. İnsan Kaynakları ve Teknoloji

Değişim, sürekli gerçekleşen ve müdahale edilemeyecek kadar hızlı gelişen bir olgudur. Değişen standartlar, ortaya çıkan buluşlar, fikirler ve çalışmalar ışığında çok çeşitli teknolojiler ortaya çıkmıştır. Değişim kaçınılmazdır ve herkesin bu değişime ayak uydurması gerekmektedir.

Günümüz dünyasında değişimler sonucunda ortaya çıkan teknolojiler birçok alanda etkili olmuştur. Bunlardan biri de insan kaynaklarıdır. İnsan kaynakları dışında meydana gelen değişimler insan kaynakları için de değişim gerektirecektir.

Teknolojinin ilerlemesi ve internetin yaygınlaşmasıyla birlikte insan kaynakları fonksiyonlarında da bazı değişimler gerçekleşmektedir. Bu değişimler ilk dönemlerde büyük kuruluşlarda daha çok etkili olsa da zamanla her büyüklükteki organizasyonlarda başarılı bir yönetim için kilit bir belirleyici olmaya başlamıştır. Yüz yüze iletişim gerektiren işler için mevcut standart süreçler devam edecektir fakat bazı süreçlerin değişimi şart olacaktır. Bunlardan bazılarına örnek verecek olursak; iş başvurularının internet ortamında yapılması, iş görüşmelerinin internet üzerinden gerçekleşmesi, bordrolamaların otomatik sistemler tarafından yapılması, çalışan özlük bilgilerinin kendilerine açık sistemlere taşınması, izin uygulamalarının self-servis uygulamalarla yapılması, performans değerlendirmelerin elektronik ortamda yapılması, e-egitim programları gibi uygulamalar yaygınlaşmaktadır.

İletişimin ve çalışanların self servis ve iş gücü veri ve analizlerini kolaylaştıran yazılımların, ağların ve intranetlerin kullanımı günden güne artmaktadır. Ek olarak, İK teknolojisinden en iyi şekilde faydalanabilen kuruluşların idari görevlerine ayrılan zaman ve kaynakları azaltarak müşteri hizmet kalitesini korurken maliyetten tasarruf sağlayabildiğine dair kanıtlar artmaktadır. İK maliyetlerinin ve idari yüklerin azaltılmasında teknolojinin rolünün artmasının ve İK alanlarının teknoloji kullanımı yoluyla İK dışı alanlara açılmasının önümüzdeki yıllarda meslek üzerinde önemli bir etkisi olabilecektir. Tüm İK profesyonellerinin İK teknolojisindeki bilgi ve becerilerini geliştirmeleri gerekecektir.

Küresel bir iş süreci danışmanlık firmasından yakın zamanda yapılan bir araştırma olan Hackett Group, “dünya standartlarında ve tipik şirketler arasında önemli bir maliyet farkının bulunduğunu, dünya standartlarında şirketlerin artık aynı ölçekteki rakiplerinden %25 daha az para harcadığını” tespit etmiştir. Bu çalışma için incelenen, verimlilik ve etkinlik ölçütlerinde ilk %25'e giren şirketler olarak nitelendirilen performans gösteren şirketler de %16 daha az sayıda İK personeli ile çalışmıştır. Bilgi Teknolojilerinin daha verimli kullanılması, bu şirketlerin daha düşük maliyetlerle ve daha az sayıda İK çalışanı ile çalışabilmelerinin ardındaki temel sebep olarak kabul edilmektedir. Araştırmadan elde edilen bir başka bulgu ise, dünya standartlarında performans gösteren şirketlerin İK liderleri doğrudan CEO'larına rapor verecek şekilde çalışmaktadır. Bu da CEO'larına doğrudan erişimi olan İK liderlerinin, oldukça etkili İK teknoloji sistemlerinin uygulanması için gereken kaynakları istemede daha iyi bir konumda olabileceği anlamına gelmektedir (Schramm, 2006).

Teknolojinin etkisi İK profesyonelleri üzerinde olduğu kadar, en önemli sonuçlarından biri de İK dışı çalışanların geleneksel olarak İK departmanında yoğunlaşmış bazı görevlere katılmalarına olanak sağlamasıdır. Yöneticiler ve çalışanlar için faydalarını yönetmeleri için e-İKY uygulamaları ve self servis teknolojilerin geliştirilmesi buna en uygun örneklerden biridir.

İK teknolojilerinin kullanımında en önemli yöntem yazılım tabanlı hizmetlerin kullanılmasıdır. Bu yazılımların da maliyetleri çok yüksek olduğundan genellikle büyük ölçekli şirketler tarafından kullanılmaktadır. Zamanla maliyet engelleri azaldıkça ve teknolojiye aşinalık arttıkça, İK teknolojileri küçük ve orta ölçekli işletme tüketicisi tarafından daha geniş bir kullanım alanı bulabilir hale gelecektir.

İK teknolojisini anlamak ve etkili bir şekilde kullanmak için İK uzmanlarına büyük görev düşmektedir. İK teknolojilerinin yüksek performans gösteren kuruluşlarda kullanılmasıyla birlikte maliyetler ve idari yükler azalmaya devam edecektir. Bu da zamanla İK mesleğini yeniden şekillendirebilir ve yeni tip İK

uzmanlarına duyulan ihtiyaç artabilir. Teknolojiye dayalı gelecekte, yeniden yapılandırma, yaratıcılık ve yeni yeterlilik modellerinin tümü İK profesyonellerinin başarılı olması için gerekli görülmektedir. Bu nedenle İK profesyonellerinin İK teknolojisindeki gelişmeleri yakından takip etmeleri ve bu alandaki yetkinliklerini buna göre geliştirmeleri gerektiği açıktır. Teknolojinin insan sermayesi yönetimini desteklemede oynadığı rolün iyi bir şekilde anlaşılması, hem İK fonksiyonunun hem de İK profesyonellerinin başarısının belirlenmesinde kilit bir faktör olabilir (Schramm, 2006).

1.4. Çalışmanın Amacı

Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalara bakıldığında İnsan kaynaklarıyla ilişkilendirilmesi konusunda çok fazla çalışmaya rastlanamamıştır. Bu da, literatürde bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerektiği fikrini oluşturmuştur. Demir çelik sektöründe insan kaynakları çalışanlarının Endüstri 4.0 ve yeni teknolojiler karşısında nasıl bir dönüşüme uğrayacağı incelenmiştir. Bu doğrultuda, bu tez çalışmasında Endüstri 4.0'ın insan kaynaklarıyla olan ilişkisini daha iyi anlamak amacıyla bazı anket soruları hazırlanmıştır. Anket soruları, demografik sorular, insan kaynaklarında Endüstri 4.0 ile birlikte yaşanan dönüşümde en çok karşılaşılan sorunlar, bu sorunların detayında yer alan yargılara katılımcıların katılım düzeyi ve Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılan sorunlara bulunan çözüm öneri gibi içeriklerden oluşmaktadır. Çalışmada, demir çelik sektöründe çalışan insan kaynakları profesyonellerinin bu çalışma sorularına yanıt vermesi istenmiş ve sonuçta da demir çelik sektörü özelinde Endüstri 4.0 ve İK ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.5. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma, demir çelik sektöründeki insan kaynakları departmanlarında çalışan profesyonellere yönelik hazırlanmıştır. Çünkü demir çelik sektörü sürekli gelişen ve değişen teknolojilerle çalışarak Endüstri 4.0'a daha hızlı geçiş

yapabilecek bir sektördür. Demir çelikte insan kaynakları çok kritiktir ve yeni sistemler çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Burada çalışan insan kaynakları profesyonelleri de bu koşullarla daha fazla alakadar olacaklardır. Bu nedenle kapsam olarak demir çelik sektöründeki insan kaynakları profesyonelleri ele alınmıştır. Aslında Endüstri 4.0 her sektöre farklı etki gösterebilir. Bu nedenle genel uygulama yerine sektör bazlı uygulama tercih edilmiştir. Ayrıca Endüstri 4.0'da yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri üzerine odaklanarak demir çelik sektöründeki insan kaynakları çalışanlarına yönelik anket çalışması yapılmış, çalışmadan elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Son olarak da çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP yöntemiyle sorunlar ağırlıklandırılmış, TOPSIS yöntemiyle de en uygun çözüm yöntemi belirlenmiştir.

1.6. Çalışmanın Özgün Katkısı

Bu çalışmanın özgün katkısı demir çelik sektörü insan kaynakları özelinde yeni teknolojilerin özellikle Endüstri 4.0 yaklaşımının yayılımının irdelenmesi ve karar vericilere yardımcı olacak bulguların sunulmasıdır. Buna ek olarak bu çalışmanın özgün katkıları şunlardır:

- Sektördeki insan kaynakları uygulamalarının Endüstri 4.0 uygulamalarıyla birlikte nasıl değişkenlik gösterebileceğinin belirlenmesi,
- Anket çalışmasıyla demir çelik sektöründe çalışan insan kaynakları profesyonellerinin konu hakkındaki fikirlerinin elde edilmesinin sağlanması,
- İlk kez ülkemiz demir çelik sektörü çalışanları özelinde Endüstri 4.0'a geçiş ve adaptasyon süreçleriyle ilgili hipotezlerin oluşturulması ve istatistiksel olarak anlamlı hipotezlerin ortaya konulması,

- Çok kriterli karar verme teknikleriyle Endüstri 4.0'a geçiş ve adaptasyon süreçlerinde ortaya çıkacak sorunların önemlerinin belirlenmesi,
- Çok kriterli karar verme teknikleriyle Endüstri 4.0'a geçiş ve adaptasyon süreçlerindeki sorunların çözümünde uygulanacak çözüm yaklaşımlarının sıralanması.

1.7. Çalışmanın Adımları ve Organizasyonu

1.7.1. Çalışmanın Adımları

1. Problemin Belirlenmesi: Ele alınacak problemin belirlendiği ve problemle ilgili gerekli hazırlıkların yapılmaya başlandığı adımdır.
2. Önceki Çalışmaların İncelenmesi: Belirlenen demir çelik sektöründe endüstri 4.0 etkisi problemiyle ilgili yararlanılabilecek kaynakların araştırılarak incelendiği adımdır. Bu çalışmada fayda sağlayabilecek literatürde yer alan çalışmalardaki problem adımları ve çözüm yöntemleri incelenmiştir.
3. Problemin Tanımlanması: Çalışmada ele alınacak problemin tanımlanması sürecidir. Problemle ilgili gerekli verilen toplandığı, değişkenlerin belirlendiği adımdır.
4. Anket çalışması: Demir çelik sektöründe insan kaynakları alanında görev yapan çalışanlara yönelik Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılaşılan sorunlar ve uygulanan çözümlerin belirlenmesi amacıyla yapılan anket çalışması adımdır.
5. Uygulama modelinin geliştirilmesi: Çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesiyle, çalışmada ele alınan en önemli sorunun ve TOPSIS yöntemiyle de en uygun çözümün belirlenmesi için geliştirilen uygulama adımdır.

6. Uygulama modelinin çözümü: Analitik hiyerarşi prosesiyle ele alınan en önemli sorunun ve TOPSIS yöntemiyle de en uygun çözümün belirlendiği aşamadır.
7. Sonuçların Analiz Edilmesi: Problemin çözümünden elde edilen sonuçların analiz edildiği, değerlendirildiği ve gelecek çalışmalar için önerilerin sunulduğu adımdır.

1.7.2. Çalışmanın Organizasyonu

Çalışmanın ilk bölümünde, Endüstri 4.0'ın tarihsel gelişiminden bahsedilmiş, Endüstri 4.0 kavramına değinilmiştir. Aynı zamanda İnsan Kaynakları ve teknoloji kavramları ele alınmış, bu kavramların kesişme noktalarından söz edilmiştir. İkinci bölümde, Endüstri 4.0, İnsan Kaynakları ve bu alanların kesiştiği konularla ilgili önceki çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, belirlenen problemin çözümü için kullanılan metaryal ve metod incelenmiş, yapılan uygulama ve uygulama sonucu elde edilen çıktılar yer almıştır. Dördüncü bölümde ele alınan problemle ilgili geliştirilen bulgulara yer verilmiş ve konuyla ilgili çözüm önerileri ortaya koyulmuştur. Son bölümde ise çalışmayla ilgili sonuçlara ve sonraki yapılacak çalışmalarla ilgili önerilere yer verilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki çalışmalar bölümü ele alınırken 3 başlık altında literatür çalışmaları incelenmiştir. Endüstriyel Devrimler, Endüstri 4.0'ın teknoloji olgusu üzerindeki etkileri, Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları ilişkisi olan çalışmalar olmak üzere ayrı bölümlerde ele alınmıştır. Bu çalışmaların özeti şeklinde yer alan tablo EK 1' de sunulmuştur.

2.1. Endüstri Devrimleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Mokyr (1998) tarafından ele alınan çalışmada, İkinci Sanayi Devrimi, birçok yönden, birincisinin devamı olarak görülmektedir. Yine de, ondan çok önemli yönlerden ayrılmaktadır. Birinci farklılık olarak, 1914'te 1870'ten belirgin bir şekilde farklılaşan gerçek ücretler ve yaşam standartları üzerinde doğrudan bir etkisi olmuştur. İkinci olarak da, teknolojik liderliğin coğrafi odağını İngiltere'den uzağa daha da dağılmış bir bölgeye kaydırmıştır. Son olarak, doğa bilgisi ile teknolojik uygulamaların arasındaki etkiyi değiştirerek, teknolojik değişimin kendisinin meydana gelme şeklini geri dönüşümsüz olarak değiştirmiştir. Bunu yaparken, o yıllarda öğrenilenler, daha birçok Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Rifkin (2012)' in görüşüne göre, işsizlik tüm dünyada tehlikeli seviyelere yükselmektedir. Hükümetler, işletmeler ve tüketiciler borç sıkıntısı çekmekte ve yaşam standartları her alanda düşmektedir. Rekor bir insan nüfusu açlıkla karşı karşıyadır. Üçüncü Endüstri Devrimi'ne geçiş, her ülkenin tüm ekonomik altyapısının toptan bir şekilde yeniden yapılandırılmasını, milyonlarca iş ve sayısız yeni mal ve hizmetin yapılmasını gerektirecektir. Milletlerin büyük ölçekte yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırım yapmaları milyonlarca binanın yeşil mikro enerji santrallerine dönüştürülmesini, hidrojen ve diğer depolama teknolojilerini ulusal altyapıya yerleştirmeyi, yeşil enerji interneti kurmayı, otomobili içten yanmalı motordan elektrikliye geçmeyi sağlayacaktır.

Allen (2009) tarafından yapılan çalışmaya göre; Endüstri Devrimi, insanlık tarihinin en ünlü dönüşümlerinden biridir. Endüstriyel dönüşümler ile birlikte ortaya çıkan ünlü icatlar (dönen jenny, buhar makinesi, kok eritme ve benzeri) ünlerini hak etmektedir, çünkü onlar Batı'yı en azından yirmi birinci yüzyılın kitlesel refahına taşıyan bir sürecin başlangıcını işaret etmektedir. Bu makalenin amacı, on sekizinci yüzyılda, İngiltere'de bu icatların neden meydana geldiklerini ve icat süreçlerinin dünyayı nasıl dönüştürdüğünü açıklamaktır.

Almada-Lobo (2016) tarafından yapılan çalışmada, imalatın etkileri konusunda hala çok fazla kafa karışıklığı olsa da, kafa karışıklığı Endüstri 4.0'da önemli oranda başlamaktadır. Endüstri 4.0'ın başlıca ilkelerini sıralayacak olursak mobil, bulut, büyük veri analitiği, makineden makineye (M2M), 3D baskı, robotik ve benzerleri sayılabilir. Bunlar aslında dönüşümü tetikleyen yıkıcı teknolojiler olsa da, Endüstri 4.0 devrimi bunların ötesine geçmektedir.

Bu ilkelerin kullanıldığı çözümler günümüzde mevcuttur. Üreticiler, Endüstri 4.0 yol haritalarını oluştururken, bu temel prensipleri anlamaları, bu nedenle zor değiştirme kararlarıyla karşı karşıya kalmamaları önemlidir.

Koch ve ark. (2014), Dördüncü sanayi devrimi, artan sayısallaştırma ve ürünlerin, değer zincirlerinin ve iş modellerinin birbirine bağlanmasıyla karakterize edilen endüstriyel sektörü ele almaktadır. Endüstri 4.0 - Endüstriyel İnternetin Olanakları ve Zorlukları isimli çalışmada, 235 Alman sanayi şirketiyle pazar araştırma kurumu TNS Emnid tarafından anket yapılmıştır. Bu gelişimin getirdiği temel özellikleri, fırsatları ve zorlukları sunmaktadır. Ankete katılanlar, dijital geçişin şirketlerinin kayda değer bir yatırım gerektirecek şekilde bir dönüşüme yol açmasını beklemektedir. Endüstri 4.0 çözümlerinde yatırımların payının, önümüzdeki beş yıl için planlanan sermaye yatırımlarının %50'sinden fazlasını oluşturacağı tahmin edilmektedir.

2.2. Endüstri 4.0'ın Teknoloji Olgusu Üzerindeki Etkileri

Rübmman ve ark (2015), günümüzde dokuz temel teknoloji denilen Endüstri 4.0 denilen dördüncü bir teknolojik ilerleme dönüşümü hakimdir. Bu dönüşümde, büyük veri ve analitik, özerk robotlar, simülasyon, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, endüstriyel nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut, eklemeli imalat, sanal gerçeklik konuları yer almaktadır. Endüstri 4.0, makineler arasında veri toplamayı ve analiz etmeyi mümkün kılarak, düşük maliyetle daha kaliteli ürünler üretmek için daha hızlı, daha esnek ve daha verimli süreçler sağlamayı mümkün kılacaktır. Bu da üretim verimliliğini arttıracak, ekonomiyi değiştirecek, endüstriyel büyümeyi teşvik edecek ve işgücünün profilini değiştirecektir. Sonuçta şirketler ve bölgelerin rekabet gücünü etkileyecektir.

Bu çalışma, Endüstri 4.0'ın yapıtaşları olan dokuz teknoloji trendini açıklamakta ve bu dokuz teknoloji trendinin üreticiler ve üretim ekipman tedarikçileri için potansiyel teknik ve ekonomik faydalarını araştırmaktadır.

Madsen ve ark (2016) tarafından ele alınan bu makale, geleceğin endüstri devriminin, Endüstri 4.0'ın, teknolojik karmaşıklığı nasıl dramatik bir şekilde artıracak ve günümüzün Endüstri 2.0 ve 3.0'da ihtiyaç duyulan mesleki becerilerin önemli ölçüde artırılması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışmada, iki vakada araştırmacıları içeren bir vaka çalışması yöntemi (Eisenhardt, 1989) ve bir eylem araştırma yaklaşımı (Coghlan and Coughlan, 2008) kullanılmaktadır. Politika yapıcılarının ifadelerine ve ampirik çalışmalardan elde edilen verilere dayanarak, bu makale, gelecekteki karmaşık üretim tesislerinin daha yüksek mesleki beceriler talep edeceği sonucuna varmıştır. Endüstri 4.0 için öngörülen üretim tesisleri ile ilgili karmaşık teknolojiyi ele almak için şirketlerde bu tür gelişmiş becerilere sahip olunması için eğitimin gerekli olacağı sonucuna varılmıştır.

Aksoy (2017), Geçtiğimiz yıllara baktığımızda özellikle Endüstri Devrimi sonrası tüm dünyada etkisini hissettiren dönüşüm, insanın, hem diğer insanlarla hem de doğayla olan ilişkisini inanılmaz bir biçimde değiştirmiştir. Teknoloji olgusu üzerinden ele alındığında ise Endüstri Devrimi'nden bugüne kadar olan zamanda

dört aşamalı bir geçiş süreci ya da kendi içinde farklılaşan dört devrim karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, hala devam eden bu devrimin etkileri ve bu devrimin en önemli olgularından olan teknoloji olgusu, Endüstri 4.0 üzerinden ele alınmaya çalışılmıştır. Ayrıca sürekli değişim halinde bir olgu olan Endüstri 4.0'ı anlamaya ve açıklamaya dair sorular sorulmuş ve bu sorulara cevaplar bulunmaya çalışılmıştır.

Peters (2017)' ye göre, IBM Watson ve Robert Reich, Larry Summers ve Joseph Stiglitz gibi konuşmacılar ile birlikte Dünya Teknoloji Ağı tarafından “teknolojik işsizlik” konulu 8 Eylül tarihinde New York'ta düzenlenen 2015 Dünya Zirvesi, işsiz büyüme ve dünya çapında işsizliği yaratacağı iddia edilen yeni yıkıcı teknolojiler grubunun altı çizilerek sorunlar ele alınmıştır. Konuşmada, teknolojik işsizliğin en zorlu toplumsal sorunlardan biri olduğu, en yeni teknolojilerin, yaratılan işlerden çok daha fazlasını ortadan kaldırma potansiyeline sahip olduğu ve geometrik bir hızla ilerleyen teknolojiyle robotik, yapay zeka, 3D baskı ve muazzam yıkıcı potansiyele sahip diğer yeniliklerin ortaya çıkmasıyla çok fazla kişinin işe ihtiyacı olacağından bahsedilmiştir.

2.3. Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları İlişkisi

Cerika ve Maksumic (2017) tarafından ele alınan bu makalede, Endüstri 4.0 teknolojilerinin insan kaynağı üzerinde yarattığı etkiler ele alınmıştır. Bu teknolojilerin, firmaların insan kaynağı üzerindeki etkileri arttıran fakat çelişkili sonuçlar doğuran bir etkisi olduğu öne sürülmektedir. Operasyonlar için gereken yeni bilgiler sonucunda işten çıkarmaların yoğun olarak görülebileceği düşünülmektedir. Birçok akademisyen, Endüstri 4.0'ın zarardan çok yararı olacağını düşünse de yine de bir takım olumsuzluklara yol açabileceği konusunda hemfikirler. Olumsuz etkilerinden olan işsizlik etkisi birçok akademisyen için geçerli kabul edilmese de araştırılması gereken konulardan biridir. Bu makale, Endüstri 4.0 teknolojilerinin en iyi şekilde kullanımını sağlamak ve ortaya çıkabilecek gelecekteki sorunlara karşı kılavuzluk etmeyi sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Buradan elde edilen sonuçlara göre, Endüstri 4.0 ile bağlantılı olarak

gelişen teknolojilerin insan kaynakları üzerinde pozitif bir verimlilik geliştirme etkisine sahip olduğunu görülmüştür.

Ermolaeva (2017) tarafından yapılan çalışmada, değişen koşullara göre insan kaynakları faktörünün analizine, yapısal değişikliklere ve şirketlerin tutumlarına yer verilmiştir. Burada yapılan analizlere ve gelecek değişikliklere dayanarak, şirketler için uygun yönetim stratejileri önerileri yapılmıştır. Lojistik sektörü, Endüstri 4.0 dönüşümüne ve işgücüne etkisine bir örnek olarak seçilmiş ve ele alınmıştır.

Buradan elde edilen sonuca göre; Endüstri 4.0'ın ana zorlukları yatırımlar ve değişimdir. Çünkü ürünleri üreten ve dağıtan karmaşık bir değer ağı oluşturmak, şirket içinde bir değişim gerektirir.

Pessl ve ark (2017)'nin yaptıkları çalışmaya göre, Endüstri 4.0 kavramı şu anda imalat şirketleri içerisinde satın alma, üretim, intralojistik, satış ve insan kaynakları gibi çeşitli bölümlerde meydan okumaktadır. Bu nedenle, Endüstri 4.0 stratejilerini geliştirmek ve uygulamak için sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, şirketler yeni teknolojiler, süreçler ve organizasyonel yönleriyle ilgili farklı ilerleme seviyelerinde yer almaktadır. Bu makale, şirketlerin kendi olgunluk düzeylerini analiz etmelerini, kendi hedeflerini belirlemelerini ve disiplinler arası bir ekiple uygulamaya yönelik özel bir eylem planı geliştirmelerini sağlayan bir prosedür modeli sunmaktadır. İnsan eylem alanını kapsayan prosedür modeli için detaylı bir teorik ve pratik bakış açısı verilir.

Bir Avusturyalı şirket için ilk uygulama sonuçları, bu alandaki organizasyonel değişikliklerin, yönetimde bütünsel bir değişim süreci yerine, aşağıdan yukarıya doğru bir sürecin hakim olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre, iki temel sorun tespit edilebilir: İnsan kaynakları alanı özellikle geniş ve tüm şirketi etkilediğinden, farklı bölümlere sahip kişiler ideal olarak olgunluk değerlendirme sürecine dahil edilmelidir. İkinci olarak, hedef gerekliliklerin tanımlanması ve nihai eylem planının uygulanması, özellikle Endüstri 4.0 henüz genel stratejinin bütünleşmiş bir parçası olmamışsa zorlaşmaktadır.

Bonekamp and Sure (2015) tarafından yapılan çalışmada bilgiler, Endüstri 4.0'ın ve siber fiziksel sistemlerin insan emeği ve iş organizasyonu üzerindeki etkilerini analiz eden, güncel araştırma sonuçlarını ortaya koyan bir literatür taramasını içermektedir. Bu nevi, uzmanlar tarafından uluslararası araştırma çalışmalarının inceleme sonuçlarıyla desteklenen ve bu çalışmaların değerlendirilmelerini ve sonuçlarını ortaya koyan bir özeti şeklinde düşünülebilir. Temel olarak, Endüstri 4.0'ın düşük becerili işlerin istihdamında önemli bir düşüşe neden olacağı, bunun yerine yüksek beceri gerektiren işlerde, planlama, kontrol ve bilgi teknolojileri ile ilgili görevlerde bir artışa neden olacağına işaret etmektedir. Ayrıca araştırmacılar, işgücünün Endüstri 4.0 teknolojileri sonucu ortaya çıkan yetkinlik ve yeterlilik şartlarını karşılayabilmesi için sürekli öğrenmenin, eğitim ve öğretimin artan önemini vurgulamaktadırlar.

Hecklaue ve ark (2016)'nın görüşüne göre; Endüstri 4.0'ın hayatımıza dahil olmasıyla birlikte ortaya çıkan yeni teknoloji ve süreçlerle ilgili bilgi ve yeterlilik sorunları ile başa çıkmak amacıyla, üretim yapan firmalarda bütünsel insan kaynakları yönetimi için yeni stratejik yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Üretim süreçlerine dahil olan otomasyon sistemlerinin artması nedeniyle, yüksek düzeyde karmaşıklığa sahip çalışma alanlarının sayısı artacak ve bu da çalışanların yüksek düzeyde eğitim ihtiyacına neden olacaktır. Buradaki zorluk, çalışanların odaklarını rutin çalışma alanlarından daha karmaşık süreçlere kaydırması ve iş ortamlarına uyum sağlamasıdır. Bu çalışmada çalışan niteliğine yönelik stratejik bir yaklaşım açıklanmıştır.

Benesova ve Tupa (2017), Yıllar geçtikçe değişen endüstriyel devrimler sonucunda yalnızca üretimin kendisi değil, aynı zamanda emek piyasası ve eğitim sistemi de etkilenmiştir. Bu değişikliklerin bir sonucu olarak bazı meslekler ve işler ortadan kalkmıştır. Şu anda, dijitalleşme ve robotik gelişimi nedeniyle, Endüstri 4.0 olarak bilinen bir sonraki sanayi devrimi ile karşı karşıya kalınmıştır. Endüstri 4.0 ile birlikte bazı mesleklerin değişmesi beklenmektedir. Gelişen teknolojilerin

insanların eğitimi üzerinde büyük etkisi vardır. Bir tek nitelikli ve yüksek eğitimli çalışanlar bu teknolojileri kontrol edebilecektir.

Sener ve Elevli (2017), Endüstri 4.0'ı önceki sanayi devrimlerinden ayıran en önemli dört unsur Sensör, Veri, Bilgi ve İşlem olarak tanımlanmıştır. Bu dört unsurun birleştirilmesi ile vasıfsız iş güçleri ortadan kalkmaktadır.

Endüstri 4.0'da ortaya çıkabilecek 7 yeni iş kolu ele alınmıştır. Bunlar; Endüstriyel Yazılım Programcıları, Bilişim Sistemleri ve Nesnelerin İnterneti Çözüm Üreticisi, Endüstriyel Veri Analiz Uzmanı, Robot Koordinatörü, Programcısı, Tamircisi, Üretim Teknolojileri Uzmanı, Akıllı Şehirler Planlayıcılar, Ürün Tasarımcı ve Üreticiler olarak sıralanabilir. Bu yeni meslek dallarını öğrenebilmek için de programlama ve yazılım ağırlıklı, tasarım ve donanım ağırlıklı konularda eğitim almak şart olmuştur.

Mamoudou and Joshi (2014), günümüzde üst düzey yöneticiler, iş hedeflerine ulaşmak için Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan bilgi teknolojisi (BT) araçlarının gücünden faydalanmaktadır. BT araçlarının kullanılması, yalnızca şirket hedeflerini yerine getirmekle kalmaz, aynı zamanda iş süreçlerini de optimize eder. Bilgi Teknolojileri, insan ve iş kaynaklarının güçlendirilmesinde ve tamamlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu makalede, İnsan Kaynakları (İK) yönetim sisteminde kullanılan bilgi teknolojileri kullanım olanakları hakkında kısa bir genel bakış sunulmaktadır.

Yusoff ve ark (2010) tarafından yapılan çalışmada, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan insan kaynakları yönetimi departmanları, genellikle E-HRM olarak adlandırılan, giderek daha önemli bir fenomen haline gelen bir sistem kullanmaya başlamışlardır. E-HRM, internet teknolojisini kullanarak kurumlarda insan kaynakları işlevinin teknik desteği olarak dar bir şekilde tanımlanabilir. E-HRM, bizlere, İK işlevini, bilgi yönetimi ve sosyal sermayenin yaratılması gibi araçlarla örgütsel etkililiğe katkıda bulunacak yeni yollar oluşturma fırsatı sunar. E-HRM şu an için çok geniş bir kullanım alanına sahip değildir. Bu makalede E-HRM araştırma alanını ilerletmeye katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Seçer ve Özgür (2017) tarafından yapılan çalışmada yer alan bilgilere göre, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve hayatımızda daha fazla yer almasıyla birlikte insan kaynakları alanında da farklılaşmalar olmuştur. Bu teknolojilerle zaman ve mekan kavramı ortadan kalkmış, işyeri her an çalışanın yanında taşınabilir hale gelmiştir. Bu da aile ve iş yaşamı dengesini bozmakta ve sınırın ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, bilgi teknolojilerinin kullanımının insan kaynakları alanında yarattığı fırsatlar ve tehditler ele alınmıştır.

Shaverdi ve ark (2014) tarafından yapılan çalışmaya göre, kurumsal performans değerlendirmesi, herhangi bir sektörde çok hayati ve hassas bir süreçtir. Bu tür bir değerlendirmede, kapsamlı ve etkili bir model gerçekleştirmek ve tasarlamak için pek çok kriter ve indeks ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu durum bulanık çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak görülebilir. Bu nedenle öznel algının bulanıklığı ve belirsizliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada, petrokimya endüstrilerindeki yedi aktif firmanın performans değerlendirmesi, bulanık ve analitik hiyerarşi sürecinin birleştirilmiş yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Özkan (2007) tarafından yapılan çalışmada, insan kaynakları yönetiminde işe alımdan performans değerlendirmeye, ücret yönetiminden eğitime kadar pek çok fonksiyon bulunmaktadır. Bunlardan personel seçimi aşaması çok kritik olmakla birlikte şirketin iş süreçlerini etkileyen bir aşamadır. Bu nedenle Manisa'da bir şirkette ARGE mühendisi seçiminde, yöneylem araştırmasının çok kriterli karar verme tekniklerinden olan AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri uygulanmış ve çıkan sonuçlara göre işe alınması gereken en uygun aday belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda yöntemlerin kendi içindeki benzerlikleri ve farklılıkları ele alınarak analiz yapılmıştır.

Kusumawardani ve Agintiara (2015), bir şirketin başarısının belirlenmesinde yüksek kaliteli İnsan Kaynakları olmazsa olmazlardan biridir. Bir şirketi başarıya götürmek için bir iş gücünün kullanılabilirliğini sağlamanın ilk adımı, uygun bir seçim süreci yürütmektir. Bu seçim sürecinde bazı zorlukların

üstesinden gelebilmek için çeşitli ölçütler geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu makalede Endonezya'nın önde gelen bir telekomünikasyon şirketindeki yönetici seçim sürecinde bulanık AHP-TOPSIS yönteminin uygulanmasıyla ilgili sonuçlar yer almaktadır. Bu yöntemlerin avantajlarını elde etmek için, bu makale her iki yöntemin bir kombinasyonunu uygulamaktadır.

Erdoğan ve ark (2018) tarafından yapılan çalışmada, dünyada büyüyen insan nüfusunun taleplerini daha da karşılamak için Endüstri 4.0 adlı yeni bir konsepte geçiş için adımlar atılmaktadır. Bilim insanları ve politikacılar tarafından da bu geçiş süreci değerlendirilerek, süreç sonucunda sistematik bir şekilde seçilmesi gereken, karar verilmesi zor olan Endüstri 4.0 uygulamasına geçiş için birçok strateji önerilmiştir. Bu çalışmada, en iyi stratejiyi seçmek için kullanılan kriterler ve toplu stratejiler belirlenmiştir. Bu seçim, birçok farklı önlemin göz önünde bulundurulması gereken bir süreç olduğundan, en iyi stratejiyi bulmak için AHP-VIKOR metodolojilerine dayanan çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır. Bulanık küme teorisi, seçim sürecinde belirsizliklerle başa çıkmada yararlı olmuştur.

Sevinç ve ark (2018), Endüstri 4.0 kavramı bu kadar yaygınlaşmışken küçük ve orta ölçekli işletmelerin de bu rekabet koşullarına uyum sağlayabilmesi açısından sürece ayak uydurmaları çok önemlidir. Bu çalışma küçük ve orta ölçekli işletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecindeki zorlukları analiz edip bu sonuçları dikkate alarak stratejik adımların belirlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu, işletmelerin Endüstri 4.0'a geçişini kolaylaştıracak ve kaynakların verimli kullanımı konusunda ilerleme kaydedilecektir. Dört ana kriter olan inovasyon, organizasyon, çevre ve finansal husus kriteri altında hiyerarşik bir yapı kurulmuş ve bu kriterlerin ve alt kriterlerin göreceli ağırlığı hesaplanmıştır. İşletme yöneticileri ile yapılan anketler analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci ile çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, bu kriterler arasındaki etkileşim göz önünde bulundurulmuş ve kriterler analitik ağ süreci metodu ile yeniden değerlendirilmiştir. İki yöntemin sonuçları kıyaslanmış, birbirini desteklediği gözlenmiştir.

Moktadir ve ark (2018), Endüstri 4.0 kavramı, üretim sürecindeki avantajları ve çevre korumada sağladığı avantajlar nedeniyle kuruluşlar arasında çok popüler hale gelmektedir. Endüstri 4.0'a geçişler, imalat şirketlerinin operasyonlarını ve kararlarını büyük ölçüde etkilemektedir. Endüstri 4.0'ın üretim operasyonlarında uygulanmasına dair çalışmalardaki boşluk nedeniyle bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada, Endonezya'nın deri endüstrisinde Best-Worst yöntemi (BWM) adlı yeni bir çok kriterli karar verme yöntemi ile Endüstri 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanmasının yollarını açmaya yönelik zorlukların nasıl ele alınacağına dair çözüm yöntemleri önerilmektedir. Çalışmanın bulguları, 'teknolojik altyapı eksikliğinin' en zorlu mesele olduğunu göstermiştir.

Huang ve ark (2019) tarafından yapılan çalışmada, Mikro, küçük ve orta ölçekli işletmeler sektörü Peru'nun ekonomik ve sosyal gelişiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Buna rağmen teknolojilerin kullanımına zorlu erişim düşük yoğunluklu teknolojik üretim oluşturmaları açısından bu tür işletmelerde olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Bu çalışma, Perulu mikro, küçük ve orta ölçekli işletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını etkileyen faktörleri analiz etmektedir. Değerlendirme için imalat sektöründeki 49 işletmeden elde edilen veriler kullanılmıştır. İşletme yöneticileri üzerinde yapılan anketler, analitik hiyerarşi prosesi ile çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları Peru'daki mikro, küçük ve orta ölçekli işletmeler ile ilgili sektörler için yararlı olabilecek bazı öneriler ortaya koymaktadır.

2.4. Önceki Çalışmaların Değerlendirilmesi

Endüstri 4.0 ve onun teknoloji ve insan kaynakları etkisini içeren literatürdeki birçok kaynaktan birçok çalışma incelenmiştir. Genellikle tarihsel gelişim aşamaları ele alınmış ve gelişim süreçlerinde yer alan önemli olayların olduğu dönemlere odaklanılmıştır.

Endüstri 4.0 ve teknoloji etkisini içeren çalışmalar yer almasına rağmen esas ele alınan konu olan Endüstri 4.0 ve insan kaynakları etkisini içeren çalışmalara daha

fazla yer verilmiştir. Yine de bu konuda yapılmış çalışmaların sayısı çok olmamakla birlikte literatürde bu konuda eksik bulunmaktadır. Özellikle bu çalışmada ele alınarak incelenen konu özelinde yapılan demir çelik sektöründe insan kaynakları departmanında Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşüm ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.





3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada, demir çelik sektöründe insan kaynakları departmanında çalışan 48 kişilik bir grubun katılımıyla gerçekleştirilen anket verileri materyal olarak kullanılmıştır. Sorulara açıkça cevap verebilmeleri için çalışanların kimlik bilgileri sorulmamış, yalnızca çalışmaya katkı sağlayacak demografik ve Endüstri 4.0 ile insan kaynakları ilişkisini anlamaya yönelik bazı sorular sorulmuştur. Anket çalışmasında yer alan sorular EK 2’de yer almaktadır. Bu anket çalışması 200 kadar demir çelik alanında çalışan insan kaynakları profesyoneline ulaştırılmış olup anketi cevaplayan 48 kişi geçerli olarak değerlendirilmiştir. Bu da katılımcılarımızın, bu alanda ulaşılan çalışanların %24’ü olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de demir çelik sektöründe yaklaşık 150’ye yakın firma faaliyet göstermektedir (T.Ç.Ü.D., 2019). Buna göre insan kaynakları departmanında yaklaşık 500 profesyonelin çalıştığı ve anket uygulamasına katılabileceği düşünülmektedir. Bu duruma göre %95 güvenlik düzeyinde ilgili popülasyon büyüklüğüne göre elde edilen örneklemin hata payının %13 olduğu hesaplanmıştır.

Anket çalışmasını oluştururken sorulan sorular daha önce yapılan çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Soruları hazırlarken hangi kaynaktan, soruların nasıl hazırlandığı ve soruların alındığı kısımların özeti EK 3 bölümünde yer almaktadır.

“Kurumunuzda Endüstri 4.0’a geçişte İnsan Kaynakları uygulamalarını gerçekleştirirken karşılaşılan sorunlar” başlığına göre oluşturulan yargılar ele alındığında incelenen kaynaklardan hangi kısımlara göre bu yargıların ortaya çıktığı aşağıda belirtilmiştir.

- Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada Boston Consulting Group'un, bir Alman yönetim dergisi için yaptığı bir çalışmaya atıfta bulunulmuştur. Endüstri 4.0'ın iş hayatı üzerinde olumlu etkilerinden oluşan bir sonuç öngörülmüştür. Endüstri 4.0 etkileri neticesinde gelecek 10 yıl içerisinde makine ve inşaat mühendisliği alanında 100.000'den fazla yeni iş alanı ortaya çıkacağı görüşündelerdir. Bunu da, siber fiziksel sistemlerle birlikte teknik uzmanlık alanlarında çok sayıda ek çalışan gerektiğine dayandırmışlardır (Bonekamp ve Sure, 2015).

Literatür incelemeleri sonucunda Endüstri 4.0'ın etkilerini incelemek amacıyla anket çalışmasıyla görüşmeler yapılmış ve kişisel tartışma ortamı yaratılmıştır. 7 görüşmeciyle yapılan panelde, görüşmecilerin tamamı Endüstri 4.0 alanında tecrübeli kişilerdir. Katılımcılar arasında, Endüstri 4.0 teknolojilerinin işleri ortadan kaldırmayacağı, yenilerini yaratacağına dair bir anlaşma vardır ve bu görüş özellikle planlama ve kontrol alanı ve bilişim teknolojileri işleri için öngörülmüştür (Bonekamp ve Sure, 2015).

Yeni teknolojilerle birlikte yeni iş alanları da ortaya çıkacaktır. Bunlardan biri endüstriyel veri bilimcisidir. Yeni teknolojilere geçilmesiyle, endüstriyel veri bilimcisine yeni bir rol tanımlanması gerekecektir. Endüstriyel veri bilimcisi, üretim süreçlerinin ve BT sistemlerinin anlaşılmasını ve korelasyonları tanımlamak, sonuç çıkarmak için güçlü analitik beceriler kazanma yeteneğini sağlamayı gerektirecektir (Ermolaeva, 2017).

Ortaya çıkacak bir başka yeni iş kolu ise, robot koordinatörüdür. Bu görevin ana işlevi, atölyede robotları denetlemek ve arızalara veya hata sinyallerine gerektiğinde müdahale etmektir. Koordinatör, hem rutin hem de acil bakım görevlerini yerine getirecek ve gerekirse diğer uzmanları da kapsayacaktır (Ermolaeva, 2017).

- Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.

Bu çalışmada, 6 farklı şirketle görüşülmüş olup, yapılan anket neticesinde elde edilen sonuçlardan çıkarım yapılmıştır. Yeni değişen teknolojilerin kullanımında ve hayata geçirilmesinde insan kaynağına ihtiyaç olacağı ve bunun için de insana farklı yetkinlikler kazandırılması gerektiği sonucuna varmışlardır. Gerekli beceriler olmadan Endüstri 4.0'ın olmayacağı belirtilmiştir (Cerika ve Maksumic, 2017).

- İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.

Çalışmada, firmalarla yapılan görüşmelerde verilen cevaplara göre Endüstri 4.0, beraberinde, çalışanların bazı yetkinlikleri edinmelerini de zorunlu kılacaktır. Bu yetkinliklerin bazıları fark edilebilecek şekilde olsa da, bazılarını belirlemek hayli zor olabilir. Bunun nedeni de sürekli değişen şartlarla birlikte, beceri gereksinimlerinin farklılaşmasıdır. Aynı zamanda bu yetkinliklerin getirilerini de firmalar öngöremediğinden başarısızlıklarla sonuçlanması muhtemeldir. Ayrıca kurum yönetimi, personelin gerekli becerileri kazandırılmasının zor olduğunu ve bu durumda yeni personel arayışına gidilmesi gerektiğini de düşünebilirler. Bu çalışanlardan bazıları yeni arayışlara girmek üzere kurumdan ayrılabilir, bir kısmı da gerekli eğitimlerle eksiklerini tamamlama yoluna gidebilirler. Bu durumda işten ayrılmalar da artabilir (Cerika ve Maksumic, 2017).

- Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.

Hipotezde belirtildiği gibi yeni ortaya çıkan teknolojilerin bir takım zorlukları da beraberinde getirdiği fikrini destekleyecek sonuçlar elde edilmiştir. Gerekli becerilere sahip personel bulma konusuna çözüm getirilmediği sürece insan kaynaklarının potansiyel bir tehdit içerisinden oldukları tespit edilmiştir (Cerika ve Maksumic, 2017).

- İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.

Endüstri 4.0 için işe alım gerektiren pozisyonlarda çalışanların belli becerilere sahip olması beklenir. Doğru adayın doğru pozisyona yerleşebilmesi için, işe alım yaparken belli aşamalardan geçerek gerekli koşulları sağlayan kişinin işe alınması uygun olacaktır. Dolayısıyla uygun kişiyi seçerken gereken bu aşamalar, işe alımın uzun ve zahmetli olmasına neden olacaktır (Ermolaeva, 2017).

- Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.

Endüstri 4.0 ile birlikte gelecekte ortaya çıkacak bazı teknolojilerin insanların yerini alabileceği ve işsizlik yaratabileceği görüşündedirler. Yapılan anket çalışmasından elde edilen sonuçlar neticesinde de, bazı şirketlere göre Endüstri 4.0'ın faaliyette olduğu ve insan emeği yerine yeni teknolojilerin gelmesiyle insan olan ihtiyacın azalacağını düşünüyorlar (Cerika ve Maksumic, 2017).

Bu çalışmada Ford'un çalışmasına atıfta bulunulmuş olup Ford'un görüşüne göre, üretim otomasyonunda devam eden ilerlemeler ve gelişmiş ticari robotların piyasaya sürülmesi, düşük vasıflı işçiler için fırsatların azaltılmasına neden olacaktır. Teknolojik ilerlemenin acımasız olduğuna ve makinelerin ve bilgisayarların nihayetinde, ortalama işçinin çoğu rutin iş görevini yerine getirme kabiliyetiyle eşleşecekleri ya da aşacakları noktaya yaklaşacaklarına inanmaktadır. Ford, bu gelişmenin sonucunun, işgücünü, lise diplomaları olmayan işçilerden mezuniyet derecesine sahip olanlara kadar neredeyse her düzeyde etkileyecek yapısal bir işsizlik olacağı sonucuna varmaktadır (Bonekamp ve Sure, 2015).

Endüstri 4.0 ile yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda, robotik sistemlerin insanların yerini alacak olması ve insana olan ihtiyacı azaltması söz konusu olacaktır. Makinelerin insanların yerini almasıyla birlikte istihdam ve işgücü gereksinimi azalacaktır. Yalnızca karar verme noktasında insana ihtiyaç olacak, geri kalan işleri makineler yapabilecektir. Çalışanın iş hayatında yer alması yeni

yetkinlikler kazanması ve eğitimlerle mümkün olacağı görüşündedirler (Ermolaeva, 2017).

- Personel devir oranları artmaktadır.

En büyük zorluklardan biri de personel dönüşümleri olmaktadır. Yaşça büyük çalışanlar yerini genç çalışanlara bırakacak, eski çalışanlardan da bilgi aktarımı noktasında zorluklar yaşanacaktır. Bu nedenle, yaşça büyük çalışanlardan gelen bilgiler korunmaya çalışılacak, aynı zamanda gençleri çekmek için de yeni stratejiler geliştirilmesi gerekecektir (Hecklaue, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, 2016).

- İş gücü maliyetleri artmaktadır.

Endüstri 4.0 için işe alım süreçleri normalden daha zorlu geçecektir. Bunun nedeni ise Endüstri 4.0'da işe alım gerçekleştirilirken farklı yetenek ve bilgi testleri de yapılması gerekir. İşe alım çok aşamalı ve eleyici bir sisteme dönüşmelidir. Yenilikçilik, gelişime açıklık gibi özellikleri ortaya çıkarabilecek testler uygulamak da yerinde olacaktır. Çünkü Endüstri 4.0 ile birlikte işe alınacak kişinin çok daha farklı yetkinliklere sahip olması beklenmektedir. Aynı zamanda mevcut çalışanlara farklı yetkinlikler kazandırmak için eğitim gerekliliği de doğacaktır. Tüm bunlar iş gücü maliyetlerine kısa vadede artış olarak yansıtılacak olsa da, uzun vadede daha kaliteli çalışanlara sahip olunacağından aslında işverenler de daha rahat edecektir (Ermolaeva, 2017).

- Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.

Bu makalede yer alan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, bazı düşük vasıflı işler teknoloji ile birlikte ortadan kaldırılacak veya değiştirilecek, daha yüksek vasıflı işler ise daha karmaşık ve daha kapsamlı hale gelecektir. Diğer bir

değişle manuel ve standart işlerin azaltılması ve daha yüksek nitelikli işlere doğru kayması, kalan işlerin daha güvenli hale getirilmesine de yardımcı olabilir. Böylece bazı görev tanımları ortadan kalkarken diğerleri ise değiştirilerek kapsamı genişletilecektir (Bonekamp ve Sure, 2015).

- Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.

Endüstri 4.0'ın yaygınlaştığı ülkelerde şirketler zor rekabet koşullarına uyum sağlamak adına çalışanlarını da eğitmeye hazır olmak zorundadır. Farklı beceriler gerektiren işlerle ilgili eğitim programları, yerinde eğitim veya online eğitim uygulamaları yapılmalıdır. Eğitimin gerekli olma nedeni ise, birçok çalışanın farklı işlerle de ilgilenecek olmasından kaynaklıdır. Çalışanların motivasyonu işi sahiplenmeleri ve işin sürdürülebilmesi için gerekli olacaktır (Ermolaeva, 2017).

Öte yandan, çalışanların işsizlikle karşı karşıya kalma problemi de doğacaktır. Bunu önlemek adına gerekli eğitimlerin yapılması şarttır. Gerekli eğitim ve yetkinliklerin sağlanması sonucunda çalışan ve şirket verimliliği de artacaktır (Ermolaeva, 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte çalışanların sahip olması gereken beceriler artmıştır. Bu becerilerin çalışanlara kazandırılması ancak eğitimle mümkün olacaktır. Beceriler kazandırılmazsa da gelecekte istihdam sorununun ortaya çıkacağı bu çalışmada tespit edilen sonuçlardandır (Cerika ve Maksumic, 2017).

- Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.

Yeni iş kollarının ortaya çıkmasıyla birlikte eğitim ihtiyaçları artmaktadır. Bu işlerden bazılarının öğrenim seviyesi yüksek çalışanlar tarafından yapılması beklenmektedir. Yapamadığı noktada eğitim ihtiyacı doğacak ve bu da şirkete ek maliyet ve iş gücü kaybı getirecektir. Uzun vadede iş verimliliğini arttırabilir fakat amacı günü kurtarmak olan şirketlerde bu durum zarar getirecektir. Bu işleri eğitim

aldırmadan da yapabilen mavi yakalı çalışanlara yaptırmak maliyet kayıplarını azaltabilir (Madsen, Bilberg ve Hansen 2016).

- Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.

Yeni teknolojilerin getirisi olarak yeni know-how süreçleri etkinlik kazanacaktır. Mevcut işlerin aksine yeni işler ortaya çıkacak ve mevcut çalışanların yeni yetkinlikler kazanması iş hayatında hayatta kalmaları için önem kazanacaktır. Bilişim teknolojileri, e-tabloların kullanımı, programların ve tabloların kullanımı ve erişimi, makineler için gelişmiş programlama ve siber-fiziksel sistemlerin oluşturulması gibi ileri düzeylere kadar gelişme gösteren bir bilgi ağına sahiptir. Bu nedenle işçiler değişime açık olmalı ve eğitim ve gelişim konusunda çaba göstermelidirler (Ermolaeva, 2017).

- Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.

İleri teknolojilerin şirketlere girmesiyle birlikte farklı iş kolları ve farklı yetkinliklere sahip çalışan ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bu teknolojilerin bazılarının ne tür faydalar sağlayabileceğini kestirmek bazen zor olmaktadır. Süreç içerisinde bu iş kollarına uygun çalışan iş gücü planlaması yapılsa ve istihdam sağlansa bile yakın zamanda bu iş sonuçlarını görmek çok mümkün olmayacaktır. Bu nedenle bu çalışmaların yapılması ve istihdam alanlarının sağlanması ilerisi belli olmayan işler için zaman ve maliyet kaybından başka bir şey olmayacaktır (Yusoff, Ramayah ve Ibrahim, 2010).

- Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.

Dünya Ekonomik Forumu tarafından istihdam ve işgücü hakkında yapılan araştırma sonuçlarına göre, farklı meslek kollarında istihdam gerçekleşme olasılığı yüksek görünüyor. Bu sebeple de bu iş kollarının gerektirdiği yetenekleri karşılaması beklenen iş kollarına göre yeniden bir iş gücü planlaması gerekliliği doğacaktır. Bu yetenek yarışında şirketler odaklarını iş gücü planlamasına yoğunlaştırmaları gerekir. Personel gereksinimlerinin tahmin edilmesi adına, çeşitli nedenlerle işten ayrılan personel devir oranını da göz önünde tutmak önemlidir. Bunun haricinde şirketin Endüstri 4.0 geçişinin analizi, üretkenlik artışı, gelir büyümesi tahminlerini oluşturma, kaynak sağlama veya dış kaynak kullanımı ve yeni işe alım hedeflerinin benimsenmesi gibi analizlerin de kullanılması faydalı olacaktır (Ermolaeva, 2017).

- Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.

Yeni teknolojilerle birlikte yeni iş kolları da ortaya çıkmaktadır. Bu iş kollarının ortaya çıkmasıyla birlikte öncelikle bu iş kollarındaki çalışanların ne tür yetkinliklere sahip olması gerektiği belirlenmelidir. Farklı teknolojiler farklı iş becerilerine sahip olma yetisi de beraberinde getireceğinden, belirlenen yetkinlikler dışında farklı yetkinliklere de zaman içerisinde sahip olması çalışandan beklenebilir. Bu noktada belirlenen ücretler zaman içerisinde farklılaşabilir. Bu sebeple başlangıçta yeni bir iş kolu oluştuğunda ücret aralığı belirlemek zor olabilir (Madsen, Bilberg ve Hansen, 2016).

- Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.

Bu çalışmada, farklı teknolojilerle bir araya gelmiş imalat ekipmanlarının bakım görevleri ve arızaların tespiti gibi işler, öğrenim durumu yüksek beyaz yakalı

çalışanlara ve bu işler hakkında bilgi sahibi, tecrübeli mavi yakalara da yaptırılmıştır. Bu işi, beyaz yakalılar eğitim sahibi olmalarına rağmen bu görevleri başaramamış, mavi yakalı, tecrübeli çalışanlar başarmıştır. Bu noktada öğrenim durumu veya işi gerçekleştirme durumlarından hangisini ele alarak bir ücret belirleneceği soru işareti olmaktadır. Önemli olan işin gerçekleştirilmesiye tecrübeli çalışanlar yüksek ücret verilmesi uygun olabilir. Bu sebeplerden ötürü ücret skalalarında belirsizlikler yaşanmaktadır (Madsen, Bilberg ve Hansen 2016).

- Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.

Oluşturulan performans değerlendirme sisteminde şirketler gelişime ve sonuç odaklı yaklaşıma önem vermelidirler. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta çalışanlara düzenli geribildirim vermek olacaktır. Bu sayede tüm süreç değerlendirilecek ve değerlendirme daha objektif olabilecektir. Değerlendirme süreci; performans standartları, çalışandan beklentiler, ölçülen fiili performans ve çalışanla yapılan değerlendirme gibi kriterlere dikkat edilerek ele alınmalı ve gerektiğinde düzeltici faaliyetlerde bulunulmalıdır. Ayrıca performans değerlendirme sonucu prim, ek teşvik gibi bir ödül konulması da çalışanların motivasyonu, iş verimliliği ve performansın sürdürülebilirliği için çok önemli bir noktadır (Ermolaeva, 2017).

- Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.

İşe alım ve seçim sürecinde insan kaynaklarının dikkat etmesi gereken konulardan biri de oryantasyon programlarında öğrenmeye daha yatkın adayların değerlendirmesi önemlidir. Sürekli öğrenme ve gelişim önemlidir. Çünkü bazı pozisyonlar için ihtiyaçları en baştan belirlemek kolay olmayacaktır. Yenilikçi ve öğrenmeye teşvik etmek amacıyla yüksek öğrenim geçmişi olan adayların seçilmesi,

zorlu işlerin öğrenilmesi ve adayın kendini geliştirerek yeni beceriler kazanmasını kolaylaştıracaktır (Ermolaeva, 2017).

- Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.

Mevcut süreçlerin teknolojik sistemler odaklı hale gelmesiyle birlikte çalışanların eğitim ihtiyacı doğmaktadır. Operasyonlardan daha teknik bilgilere geçebilmek adına mevcut süreçlere ek olarak yüksek karmaşıklık gerektiren işler devreye girecektir. Bu süreçlerin başka ne gibi getiriler sağlayacağı belli olmayabilir. Bu nedenle çalışanların ileride hangi pozisyonlara gelebileceği, daha başka hangi yetkinliklere sahip olması gerektiğini şimdiden kestirebilmek zordur. Bu da çalışanların kariyer planlamalarının yapılmasını zorlaştırmaktadır (Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, 2016).

- Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.

Endüstri 4.0'a uyum sürecinde uygun bir organizasyonel yapılanma oluşturulmalıdır. Buna uygun farklı yapılarda organizasyonel durumlar mevcuttur. Şirketler kendilerine en uygun yapıyı seçerek oluşturmak ve bunu kurum içerisinde yaygınlaştırmak zorundadırlar. Bazı şirketlerde esnek bir organizasyon yapısı varken, bazıları ise mekanistik tasarım, matris yapısı, takım tabanlı yapı gibi farklı yapılanmaları uygulayabilirler. Organizasyonel hiyerarşi açısından Endüstri 4.0'a en uygun seçenek düz hiyerarşik yapılanmadır. Düz hiyerarşik yapılarda, daha az düzeyde hiyerarşi ve geniş kontrol aralığı hakimdir. Daha az yönetsel seviye vardır, ancak bir yöneticiye rapor veren çalışanların sayısı genellikle yüksek bir yapıya göre daha fazladır. Düz hiyerarşi, daha hızlı iletişim sağlar ve çalışanlar ile üst yönetim arasındaki mesafeyi kısaltır. Üst düzey yöneticilerin doğrudan geri bildirimleri

imkanı olduğundan çalışanların daha hızlı öğrenmesini sağlayabilir (Ermolaeva, 2017).

Belirtilen bu sorunlara göre çözüm önerileri aşağıda sunulmuştur;

1. Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.

Endüstri 4.0 ile birlikte çok çeşitli iş kolları ortaya çıkmakla birlikte mevcut mesleklerde de farklı becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Bu işlerin doğru bir şekilde yürütülebilmesi için çalışanlara bu becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Hem çalışanların gelişimi hem de işin sürekliliği için bu durum oldukça önemlidir. Aksi takdirde çalışanlar Endüstri 4.0'ın gereklerine karşı ayakta durmakta zorlanacaktır. Böyle olunca da ya vazgeçerek başka alanlarda şansını deneyecek ya da işsizlikle mücadele etmek zorunda kalacaktır (Cerika ve Maksumic, 2017).

2. Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.

Günümüzde artık pek çok firma Endüstri 4.0'ın zorlukları ile baş etme konusunda çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Bunlardan biri de farklı yetkinliklerin çalışanlara kazandırılması amacıyla gerçekleştirilecek eğitimlerdir. Gerek firma içinde, gerek firma dışında gerekse online eğitimlerle, çalışanların gelişimleri desteklenmeye çalışılmaktadır. Çalışanlar Endüstri 4.0 ile birlikte birçok yeni görev üstlenecektir. Örneğin; belli bir mühendislik dalında eğitim sahibi çalışanlar farklı dallardaki mühendislik becerilerine sahip olması gerekebilir. Yani şirketler, çalışanlarına çok görevli olmaları için farklı türde bir eğitim sunmalıdır (Ermolaeva, 2017).

Yeni teknolojilerle birlikte karşılanması gereken farklı ihtiyaçların ortaya çıkmıştır. Bazı şirketler, bu ihtiyaçların karşılanması için eğitimin gerekli olduğunu

düşünür ve çalışanlarına eğitim aldırarak ortaya çıkan bilgi ve beceri eksikliğini de bu şekilde kapatmaya çalışır. Bu sayede hem mevcut çalışanları kazanır, hem de işsizlik sorununun da önüne geçmeye çalışır. Eğer çalışanlar gerekli yetkinliklerin elde edilmesinin zor olduğunu düşünürlerse başka işler bulmak amacıyla gitmeyi de tercih edebilirler (Cerika ve Maksumic, 2017).

3. Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.

Her ne kadar yeni teknolojilerin şirketlere girmesiyle birlikte gelecek konusunda bazı belirsizlikler yaşansa da, şirketlerin süreçlerini ve çalışanlarını doğru bir şekilde yönetebilmesi adına, doğru bir iş gücü planlaması yapması şarttır. Personel iş gücü planlamasının yapılması, belirlenmesi şirket içerisindeki belirsizlikleri ve çalışan ve işgücü verimliliğinin sağlanabilmesi açısından çok önemlidir. Bu süreçler değişen koşullara göre esnek olarak yapılandırılırsa, gelecekte oluşabilecek değişimlere karşı da hazırlıklı olunmuş olur (Yusoff, Ramayah ve Ibrahim, 2010).

4. Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulamam.

Farklı teknolojiler farklı iş becerilerine sahip olma yetisi de beraberinde getireceğinden, belirlenen yetkinlikler dışında farklı yetkinliklere de zaman içerisinde sahip olması gerektiği çalışandan beklenebilir. Bu noktada belirlenen ücretler zaman içerisinde farklılaşabilir. Çalışandan beklenen yetkinliği çalışanın kazandığını ve işin gerekliliklerini yerine getirdiğini düşündüğümüz noktada çalışanın hak ettiği ücrette de artış olması gayet yerinde bir karar olacaktır (Madsen, Bilberg ve Hansen 2016).

5. Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.

Endüstri 4.0'a geçiş noktasında en önemli faaliyetlerden biri de performans değerlendirme sistemidir. Şirketler yönetim stratejilerine en uygun ve en verimli olabileceğini düşündükleri performans değerlendirme kriterlerini uygulamaya geçmelidirler. Uygulamadan alınacak verimde farklı etmenler de devreye girecektir. Örneğin, performans değerlendirme yapılırken, performans standartları, bildirilen beklentiler, ölçülen fiili performans ve çalışanla yapılan değerlendirme üzerine görüşmeleri içeren bir sistem kurulmalıdır. Kurulan sistemin düzeltilmesi gereken noktaları da zaman içerisinde düzeltilerek daha verimli hale getirilmelidir. Bu değerlendirme sonucunda çeşitli ödüller konulması da çalışanın motivasyonunu ve verimliliğini arttıracaktır. Son olarak değerlendirme sonrasında veya süreç içerisinde çalışana düzenli olarak geribildirim verilmesi ve çalışanlardan da geribildirim alınması süreci daha etkin hale getirecektir (Ermolaeva, 2017).

6. Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.

Endüstri 4.0 ile birlikte sosyal, teknik, ekonomik, çevresel, siyasi ve yasal zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bu süreçlere uyumun gerektirdiği değişimlere karşı şirketler hazır olmalıdır. Bu değişimle birlikte yeni iş kolları da ortaya çıkmaktadır. Süreçler giderek karmaşılaşmakta olup, buna uyum çerçevesinde şirketler yeni iş kollarının getirdiği yeni yetkinlik sınıflandırmalarını yapmalı ve bu pozisyonlara uygun kariyer planlarını oluşturmalarıdır. Böylece Endüstri 4.0'a uyum sürecinde önemli bir adım atılmış olacaktır (Hecklaue, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, 2016).

7. Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.

Endüstri 4.0 ile birlikte şirketlerde gereksinim duyulacak pozisyonların oluşturulması sonrasında pozisyonların sağlaması gereken becerilere göre mevcut pozisyonların sağladığı beceriler kıyaslanarak, yeni pozisyonlar için organizasyon şemalarında en uygun olabilecek yerlere yerleştirilmesi adil bir yapı oluşturmak adına yerinde bir karar olacaktır. Bunu gerçekleştirirken, literatürde uygulanan farklı yapılardan faydalanılabilir. Örneğin, matris tabanlı yapıda faaliyetler birden fazla yetki hattı arasında hizalandığı yapısal bir forma uygun olarak düzenlenirken, takım tabanlı bir yapıda, tek bir grupta ortak bir amaç olarak görülmesi için farklı süreçler ve işlevler yapılır. Bunların dışında tercih edilecek düze hiyerarşik yapıda ise, daha az düzeyde hiyerarşi ve geniş kontrol aralığı vardır. Şirketler, mevcut yapılardan kendilerine en uygun yapıyı kurgulayarak en verimli yönetim şeklini oluşturabilirler (Ermolaeva, 2017).

3.2. Metot

3.2.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Karar verme, insan yaşamının hemen hemen her dönemde karşılaştığı bir olgudur. İnsan, hayatı boyunca çeşitli alternatifler arasından seçim yapmak zorunda kalır (Tekeş, 2002). Karar verme, bir amaca ulaşabilmek için eldeki olanak ve koşullara göre mümkün olabilecek çeşitli faaliyetlerden en uygun olanını seçmektir (Öztürk, 2004). Başka bir tanıma göre karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini seçme sürecidir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Bu süreç içinde mevcut tüm alternatifler, faaliyetler, seçenekler, olasılıklar, stratejiler içinden amaç veya amaçlara uygun ve mümkün bir veya bir kaç seçilir (Tekeş, 2002; Karakaşoğlu, 2008)

Karar analizinin temel adımları; sorunun tanımlanması, tüm olası seçeneklerin listelenmesi, karar vermenin kontrolünde olmayan/doğanın sunduğu tüm olası olayların listelenmesi, her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları

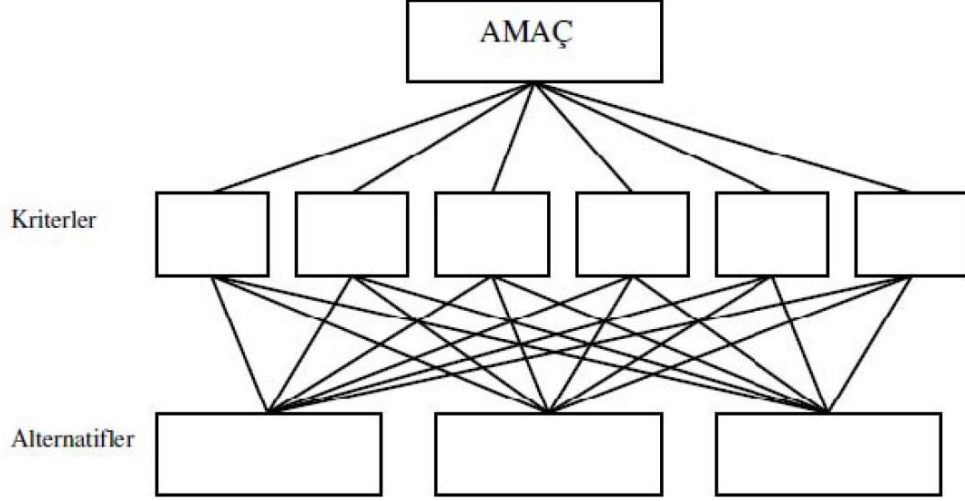
gösteren karar tablosunun oluşturulması, bir karar modelinin seçilmesi, modelin uygulanması ve bir seçeneğin seçilerek karar verilmesidir (Topçu, 2000).

Çok kriterli karar verme, çoklu, genellikle çelişkili karar kriterleri varlığında tüm uygulanabilir alternatifler arasından en iyi yöntemi bulmak anlamına gelir (Ballı ve Korukoğlu, 2009). Son yıllarda çok kriterli karar verme teknikleri önemli bir araştırma dalı haline gelmiştir. Birçok gerçek dünyada, karar vermenin sorunları, kesin olarak bilinmeyen bazı kısıtlamalara, amaçlara ve sonuçlara tabi tutulur (Nadaban, Dzitac ve Dzitac, 2016).

Çalışmada uygulanan seçim problemlerine ilişkin iki aşamalı AHP-TOPSIS yaklaşımı için izlenen adımlar aşağıdaki sıralanmıştır. Buna göre Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılaşılan sorunlar belirlenerek AHP yaklaşımı yardımıyla sorunlar arasında bir ağırlıklandırılma yapılmıştır. Sonraki aşamada ise TOPSIS yöntemi uygulanarak sorunlarla başa çıkabilmek için uygulanması en uygun çözümün bulunması sağlanmıştır.

3.2.1.1. AHP Yöntemi

AHP, T. Saaty tarafından 1970’li yıllarda geliştirilen çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Wind ve Saaty, 1980). Bu yöntemin seçim sürecinde kullanılmasında en büyük etken nitel ve nicel birden fazla kriterin değerlendirilmesini içeren bir yöntem olmasıdır. Bu yöntemle karmaşık gibi görünen problemler, Şekil 3.1.’deki gibi belirlenen ana hedeften alt kriterlere ve alternatiflere uzanan bir hiyerarşik yapı içerisinde gösterilebilmektedir (Saaty ve Özdemir, 2003).



Şekil 3.1. Üç seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli (Saaty ve Vargas, 2001)

AHP ile yapılacak olan karar verme süreci için kararı aşağıdaki adımlara ayırmak gerekir (Saaty, 2008).

1. Sorun tanımlanır ve istenen bilgi türü belirlenir.
2. Karar hiyerarşisi oluşturulur. Bunun için en üstte kararın amacı, aşağıya doğru inildikçe hedefler ve en altta alternatifler sıralanır.
3. Bir dizi ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Üst seviyedeki her bir element ile hemen altındaki seviyedeki elementler karşılaştırılır.
4. Karşılaştırmalardan elde edilen öncelikleri, aşağıdaki seviyedeki önceliklerle karşılaştırmak için kullanılır. Bunu matristeki her bir eleman için yapmak gerekir. Ardından, her bir öge için ağırlıklandırılmış değerler eklenir ve öncelik sıralaması yapılır. Bu ağırlıklandırma işlemine devam ederek en alt seviyedeki alternatiflerin nihai öncelikleri elde edilinceye kadar ilave edilir.

AHP' nin teorik alt yapısı üç aksiyoma dayanır. Bu aksiyomlardan ilki, iki taraflı olma/tersi olma aksiyomudur. Sözel olarak ise, örneğin, “X elemanı Y elemanının 5 katı büyüklüğünde ise Y, X ’in 5’te 1’idir” denir. İkincisi, homojenlik aksiyomudur. Karşılaştırılan elemanların birbirinden çok fazla farklı olmaması gerektiğini belirtir. Çok fazla fark olursa yargılarda hataların ortaya çıkabileceğini ifade etmektedir.

Üçüncü aksiyom bağımsız olma aksiyomudur. Bu da bir hiyerarşideki belirli bir kademeye ait elemanlara ilişkin yargıların veya önceliklerin başka kademedeki elemanlardan bağımsız olmasını gerektirdiğini ifade eder. Bu ifade, üst kademe kriterlerin önceliklerinin yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmeyeceği anlamına gelmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

Birinci adımda iki aşamalı karar verme problemi saptanır. Birinci aşamada karar noktaları saptanırken, ikinci aşamada karar noktalarını etkileyen faktörler saptanır. Karar noktaları sayısına m, karar noktalarını etkileyen faktörler sayısına da n diyelim.

İkinci adım, faktörler arası karşılaştırma matrisinin oluşturulduğu aşamadır. Bu aşamada Çizelge 3.1.’deki değerler kullanılarak faktörlerin birbirlerine göreli önem derecesi belirlenir. Bu oluşturulan matris $n \times n$ boyutunda bir kare matristir. Matris köşegenleri üzerindeki noktalar aynı kriterlerin birbiriyle karşılaştırmasını yansıtacağından 1 değerini alırlar.

Çizelge 3.1. AHP yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 2008)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki alternatif amaca eşit katkıda bulunur
3	Diğerine göre zayıf önem	Bir faaliyetin diğerine göre biraz daha fazla tercih edilmesi
5	Kuwetli derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine göre çok daha fazla tercih edilmesi
7	Çok kuwetli derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine göre çok kuwetli şekilde tercih edilmesi
9	Mutlak önemli	Bir faaliyetin diğerine göre en yüksek derecede tercih edilmesi
2, 4, 6, 8	Ara değerler	1-3, 3-5, 5-7, 7-9 arası değerlendirmeler
Değerlerin tersleri	i aktivitesi j aktivitesiyle kıyaslandığında yukarıdaki değerlerden birine sahipse, j aktivitesi i aktivitesiyle karşılaştırıldığında bu değer tersine sahip olur.	

Üçüncü adım, faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenmesi aşamasıdır. İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen özvektörlerin bir araya getirilip, büyük bir matris içerisinde gösterilmesi ile elde edilir. Her bir kriter grubu içindeki alt kriter ağırlıkları $w_{11}, w_{12}, \dots, w_{ij}$ olarak kabul edilirse W matrisi aşağıdaki gibi gösterilir (Saaty, 1999; Perçin ve Gök, 2013).

Dördüncü adımda tutarlılık hesaplaması yapılır. Nihai kararın kalitesi bakımından, ikili karşılaştırma süreci esnasında karar verici tarafından formüle edilen yargıların tutarlılığı çok önemlidir. Tutarlı olmak rasyonel düşüncesinin bir önkoşulu olarak kabul edilir. AHP mükemmel tutarlılık talep etmemektedir. Tutarlılığa izin vermekte ancak her yargılamada tutarsızlığın ölçümünü sağlamaktadır. İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty tarafından önerilen bir tutarlılık oranı kullanılmaktadır. Tutarlılık oranı her ikili karşılaştırma matrisi için hesaplanır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0.10'dur. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul

edilmektedir (Saaty, 1980). Tutarlılık ölçümünde değişken sayısına bağlı olarak değişen rassal göstergeleri gösteren tablo Çizelge 3.2.'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Rassal Göstergeler (Saaty,1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

3.2.1.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1981 yılında ELECTRE metoduna bir alternatif olarak geliştirilmiş bir metottur. Kabul edilmiş varyasyonlar içinde en yaygınlarından biri olarak düşünülebilmektedir. TOPSIS metodu her bir kriterin tekdüze bir şekilde artan ya da azalan fayda eğilimine sahip olduğunu varsaymaktadır. Bundan dolayı, ideal ve negatif-ideal çözümleri tanımlamak kolaydır. Öklid mesafesi yaklaşımı alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlıklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece bu göreli mesafelerin karşılaştırılmalarının bir serisi aracılığıyla alternatiflerin tercih sırası çıkarılabilmektedir. Daha sonralarda bu düşünce Zeleny (1982) ve Hall (1989) tarafından da uygulanmış ve nihayet Yoon (1987) ve Hwang, Lai ve Liu (1994) tarafından da geliştirilmiştir (Kaya ve Kahraman, 2004; Eleren ve Karagül, 2008; Elgün ve Aşıkoğlu, 2016).

TOPSIS metodu, n kriter için değerlendirilen m alternatifi kapsayan aşağıdaki karar matrisini değerlendirmektedir. TOPSIS yöntemi 6 adımda uygulanmaktadır (Triantaphyllou, 2000). Bu yöntemde kullanılan karar değişkenleri 3.1 – 3.9 arasındaki eşitliklerle tanımlanmıştır.

- i. Adım 1: Karar Matrisinin (A_{ij}) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında önem düzeyine dayalı sıralanmak istenen alternatif karar seçenekleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır ve yöntemin başlangıç matrisi olarak da tanımlanabilir. Aşağıdaki A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü (kriter) sayısını verir. Karar matrisi şu şekilde gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.1.)$$

ii. Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Bu işleme normalleştirme de denilmektedir. Burada tüm değerler, 0-1 arası standart değerlere dönüştürülmektedir. Standart Karar Matrisinin hazırlanmasında ilk işlem Karar Matrisi verileri üzerinden her kriterle ait bağıl değerlerin hesaplanması ve sonrasında değerlerin bağıl değere bölünmesiyle elde edilir. Bağıl değer (r_{ij}) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (3.2.)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.3.)$$

iii. Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir. ($\sum_{i=1}^n w_i=1$) Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i ağırlık değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V_{ij} matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \cdots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.4.)$$

iv. Adım 4: Pozitif (A^+) ve Negatif (A^-) İdeal Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme kriterinin minimum ve maksimum arasında gezen değerlerden oluştuğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm matrisinin oluşturulabilmesi için V_{ij} matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin en büyükleri ve en küçükleri belirlenir. İdeal çözüm matrisinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^+ = \{(\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (3.5.)$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (3.6.)$$

v. Adım 5: Pozitif ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkların Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık (S_i^+) ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklık (S_i^-) olarak adlandırılmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (3.7.)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (3.8.)$$

Burada hesaplanacak S_i^+ ve S_i^- sayısı doğal her kriter için karar seçenek sayısı kadar olacaktır.

vi. Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığın veya başka bir ifade ile yakınsaklık değerinin (C_i^+) hesaplanmasında pozitif ve negatif ideal uzaklık ölçülerinden yararlanılır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (3.9.)$$

Burada C_i^+ değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^+=1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^+=0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

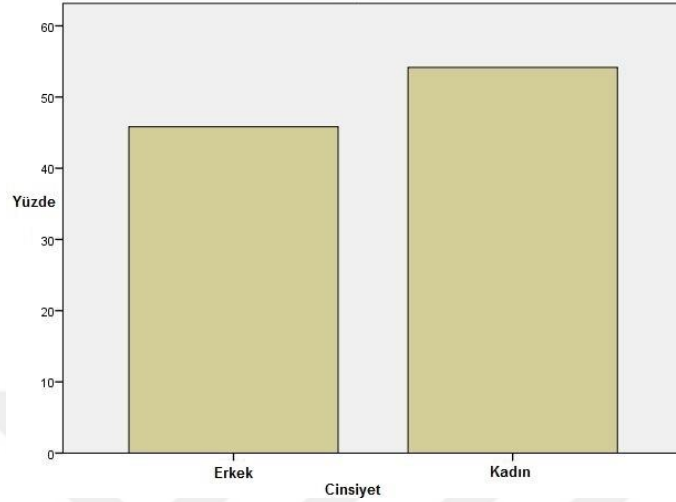
4. BULGULAR VE TARTIŞMA**4.1. Güvenilirlik Analizi Sonuçları**

Çalışmanın yapılan güvenilirlik analizinin sonuçlarına göre ankette yer alan 41 soru ele alındığında anketin güvenilirlik değeri 0,676 çıkmaktadır. Ankette yer alan açıklama sorusunu çıkardığımızda ise anketin güvenilirliği 0,901'e çıkmaktadır. Bu da, ankette açıklama sorusunun bir önemi olmadığını ve çıkarıldığında anketin güvenilirliğinin arttığını ortaya koymaktadır. Güvenilirlik analizlerinde alfa değerinin 0,900'ün üzerinde olması çalışmanın oldukça güvenilir olduğu anlamına gelmektedir.

4.2. Demografik Analiz Sonuçları

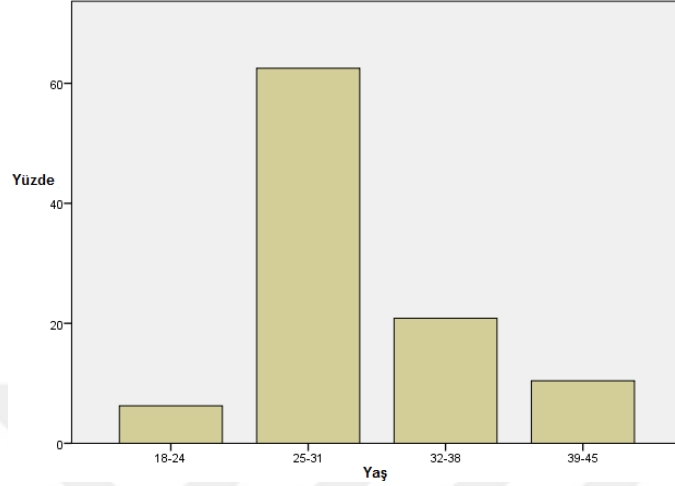
Anket çalışması sonucunda katılımcıların bazı demografik bilgilerinin dağılımları ve bunun ne gibi sonuçlara sebep olabileceği anlaşılmaya çalışılmıştır. Buna göre elde edilen bulgular bu bölümde özetlenmiştir.

Şekil 4.1'de belirtildiği gibi ankete katılan kişilerin cinsiyetlerinin karşılaştırması yapıldığında hemen hemen eşit dağılmış oldukları görülmektedir. Rakamlar incelendiğinde katılımcıların yüzde 54'ü kadınlar, yüzde 46'sı erkekler tarafından yanıtlanmıştır.



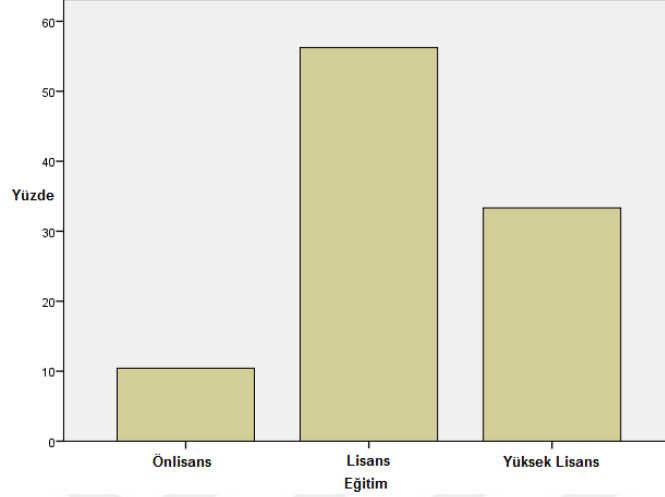
Şekil 4.1. Ankete katılan kişiler arasındaki cinsiyet dağılımı

Şekil 4.2’de gösterilen yaş dağılımına bakıldığında ise katılımcıların yüzde 6 ‘sı 18-24, yüzde 63’ü 25-31, yüzde 21’i 32-38 ve yüzde 10’u 39-45 yaşları arasındadır. Buna göre, katılımcıların 25-35 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, ankete katılanların büyük oranda genç kesimin yoğunlukta olduğu bilgisini vermektedir. Genç kesimin yoğunlukta olmasından da teknolojiyle daha ilgili olabilecek bir gruba hitap edildiği sonucu çıkartılabilecektir.



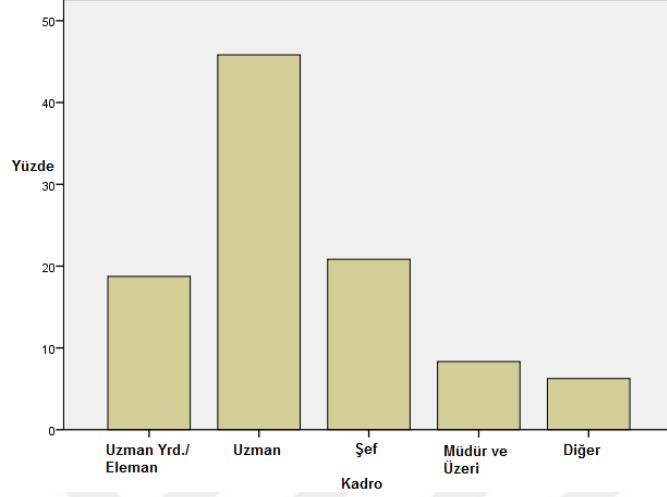
Şekil 4.2. Ankete katılan kişiler arasındaki yaş dağılımı

Şekil 4.3.'te yer alan ankete katılanların eğitim durumu dağılımları incelendiğinde ön lisans, lisans ve yüksek lisans olmak üzere 3 eğitim seviyesinde katılımcıların olduğu görülmektedir. Buna göre ön lisans mezunu katılımcılar dağılımın yüzde 10'unu, lisans mezunu katılımcılar dağılımın yüzde 56'sını ve yüksek lisans mezunu katılımcılar ise dağılımın yüzde 34'ünü oluşturmaktadır. Bu dağılıma göre de genelde eğitim seviyesi yüksek bir grupta bu anketin yapıldığı görülmektedir.



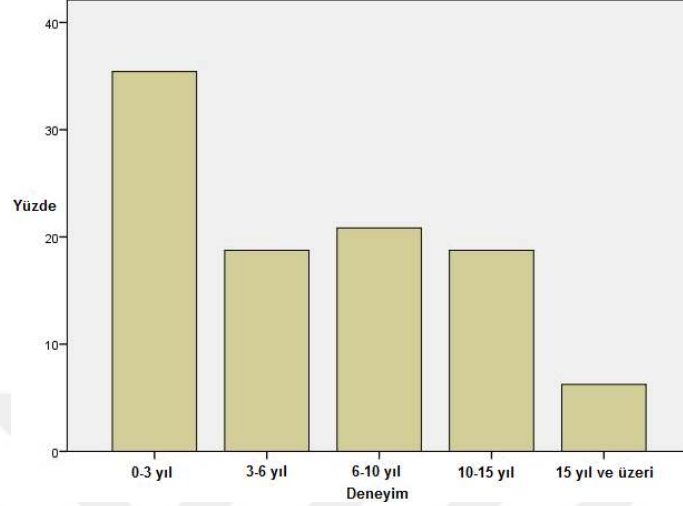
Şekil 4.3. Ankete katılan kişiler arasındaki eğitim durumu dağılımı

Şekil 4.4'te yer alan ankete katılan çalışanların unvan grupları incelendiğinde, uzman yardımcısı/eleman düzeyinde yüzde 19 oranında, uzman düzeyinde yüzde 46 oranında, şef düzeyinde yüzde 21 oranında, müdür ve üzeri düzeyinde yüzde 8 oranında, diğer düzeyde ise yüzde 6 oranında dağıldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre dağılımın, uzman ve şef düzeyinde yoğunlaştığı çok rahat görülmektedir. Bu durum ileride Endüstri 4.0'a etki edecek yönetici olması muhtemel bir grubun ankete yanıt verdiğini göstermektedir.



Şekil 4.4. Ankete katılan kişiler arasındaki kadro durumu dağılımı

Şekil 4.5'te yer alan katılımcıların deneyim yılı dağılımına bakıldığında ise, 0-3 yıl aralığında tecrübeye sahip katılımcılar toplam dağılımın yüzde 35'ini, 3-6 yıl aralığında tecrübeye sahip katılımcılar toplam dağılımın yüzde 19'unu, 6-10 yıl aralığında tecrübeye sahip katılımcılar toplam dağılımın yüzde 21'ini, 10-15 yıl aralığında tecrübeye sahip katılımcılar toplam dağılımın yüzde 19'unu, 15 ve daha fazla yıl aralığında tecrübeye sahip katılımcılar toplam dağılımın ise yüzde 6'sını oluşturmaktadır. Bu sonuçlara göre katılımcılar 0-3 yıl aralığında yoğunlaşmış durumdadırlar. Bu da aslında bize henüz sektöre yeni yeni adapte olmuş veya olmaya çalışan daha az tecrübeye sahip bir grubun yoğunlaştığını göstermektedir. Tecrübesiz çalışanların çoğunlukta olması aslında Endüstri 4.0'ın etkilerini daha net görmeyi sağlayabilir. Sektöre yeni giren kişilerin dışarıdan bir göz olarak zorlukları görmesi genellikle daha kolay olmaktadır.

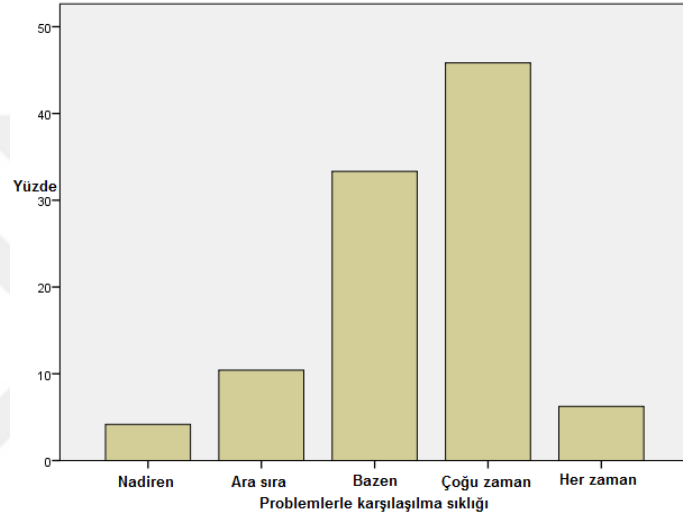


Şekil 4.5. Ankete katılan kişiler arasındaki deneyim durumu dağılımı

Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılaşılan problemlere verilen yanıtlara göre, işe alım ve personel bulma seçeneği 1 ile 7 arasında sıklık derecesi artarak verilen puanlara göre çoğunlukla 7 puan alarak çok sık problem yaşanan durumlardan biri olmuştur. Eğitim ve geliştirme, çoğunlukla 3 puan alarak orta zorlukta sıkıntı yaşanan problemlerden olmuştur. İş gücü planlaması, çoğunlukla 2 puan alarak çok az sıkıntı yaşanan problemlerden olmuştur. Ücret yönetimi, çoğunlukla 2 puan alarak çok az sıkıntı yaşanan problemlerden olmuştur. Performans yönetimi, çoğunlukla 1 ve 2 puan alarak neredeyse hiç sıkıntı yaşanmayan problemlerden olmuştur. Kariyer planlaması, çoğunlukla 2 ve 3 puan alarak orta seviyede sıkıntı yaşanan problemlerden olmuştur. Organizasyonel yapı değişikliği ise, çoğunlukla 3 puan alarak orta seviyede sıkıntı yaşanan problemlerden olmuştur. Buradan çıkan sonuçlara göre Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde karşılaşılan problemlerden çok sık görülen işe alım ve personel bulma seçeneği olmuştur. Bu sorunların görülme sıklığına baktığımızda ise çoğu zaman seçeneği daha fazla görülmektedir. Bu veriler, yeni iş kollarının ortaya çıkmasıyla birlikte işin

gereklerini sağlayabilecek yetkinliklerde personel istihdam etmenin de zorlaştığını göstermektedir.

Şekil 4.6’da bu problemlerle karşılaşılma sıklığına baktığımızda ise cevaplar çoğunlukla işe alım ve personel bulma seçeneğinde yoğunlaşmıştır. Buna göre, bu görülen problemlerden en sık karşılaşılan işe alım ve personel bulma seçeneğidir.



Şekil 4.6. Problemlerle karşılaşılma sıklığı

4.3. Anket Bulguları ve Tartışma

Anket çalışmasında katılımcılara yöneltilen bulguların katılımcılar tarafından katılma oranlarına bakıldığında, özellikle bazı sorularda katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum cevaplarının işaretlenme oranının yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgular incelendiğinde aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülmektedir;

“Endüstri 4.0 ile yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.1.’de gösterildiği gibi katılımcıların %75’i bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğu Endüstri 4.0 ile yeni iş kollarının ortaya çıkması problemiyle karşı karşıyadır. Yeni teknolojilerle birlikte yeni alanlar da artmaktadır. Uygulamadan örneklere bakacak

olursak, yeni teknolojilerin artmasıyla birlikte çok farklı alanlarda istihdam sağlanması gerektiği görülmektedir. Örneğin bilgisayarlarla yürütülen otomasyon sistemlerinin artmasıyla Otomasyon Mühendisliği alanında çok ciddi istihdam sağlanmaktadır.

Çizelge 4.1. “Endüstri 4.0 ile yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	1	2,1	2,1
Katılmıyorum	3	6,3	8,3
Fikrim yok	8	16,7	25
Katılıyorum	25	52,1	77,1
Kesinlikle Katılıyorum	11	22,9	100
Total	48	100	

“Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.2.’de gösterildiği gibi katılımcıların %83,3’ü bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte çalışanların sahip olması gerekli olan yetkinliklerin de değişmesiyle yetkinlik analizi çalışmaları tekrar gözden geçirilmesi gereklidir. Aslında birbiriyle bağlantılı olarak yeni iş kollarının ortaya çıkmasıyla veya bir kolunda çalışan birinin, teknolojik getirilerle birlikte o iş kolunda farklılığa sahip olması neticesinde yetkinlik tanımlamaları da farklılaşmaktadır. Buna örnek olarak bir Yazılım Uzmanının şirkette kullanılan yazılım programının değişmesi neticesinde diğer bir yazılım programını da öğrenme zorunluluğu oluşması verilebilir.

Çizelge 4.2. “Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	1	2,1	2,1
Katılmıyorum	1	2,1	4,2
Fikrim yok	6	12,5	16,7
Katılıyorum	24	50	66,7
Kesinlikle Katılıyorum	16	33,3	100
Total	48	100	

“İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.3.’te gösterildiği gibi katılımcıların %68,8’i bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte işe alım süreçleri uzun ve çok aşamalı olduğundan işe alım yapan çalışanları yormakta ve zorlamaktadır. Personel seçerken farklı yetkinliklerin beklenmesi, işe alım süreçlerinde artmaya neden olmaktadır. Yetenek testleri, dil becerileri, işin gerektirdiği farklı beceri testleri de eklenerek süreçler daha karmaşık hale gelmektedir.

Çizelge 4.3. “İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	2	4,2	4,2
Katılmıyorum	5	10,4	14,6
Fikrim yok	8	16,7	31,3
Katılıyorum	18	37,5	68,8
Kesinlikle Katılıyorum	15	31,3	100
Total	48	100	

“Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.4.’te gösterildiği gibi katılımcıların %64,6’sı bu bulguya

katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan yeni teknolojik sistemlerin insan ihtiyacını azalttığı ve ilerde işsizlik tehlikesiyle karşı karşıya kalınacağını ortaya koymaktadır. Makinelerle üretim sistemlerinin artmasıyla insana olan ihtiyacın ciddi şekilde azaldığı görülmektedir. Bu sistemler otomatik kontrol sistemleriyle kontrol edilebilmekte ve insansız üretim gerçekleştirilebilmektedir. Robotik sistemlerin de üretimde kullanılması yaygınlaşmaktadır.

Çizelge 4.4. “Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	4	8,3	8,3
Katılmıyorum	7	14,6	22,9
Fikrim yok	6	12,5	35,4
Katılıyorum	18	37,5	72,9
Kesinlikle Katılıyorum	13	27,1	100
Total	48	100	

“Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.5.’te gösterildiği gibi katılımcıların %73’ü bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte görev tanımlarında bazı değişiklikler olmaktadır. Bu da analiz ve gözden geçirme çalışmaları için ekstra zaman ve iş yükü getirisine yol açmaktadır. Yeni iş kollarının oluşması yeni görev tanımlarının oluşmasına veya mevcut görevlerin yeni işler getirmesine sebep olduğu görülmektedir. Örneğin yazılım mühendisi işinde yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıyla öğrenilmesi gereken programlar değişecek ve bu da görev tanımlarında farklılaşmalara neden olacaktır.

Çizelge 4.5. “Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	3	6,3	6,3
Katılmıyorum	5	10,4	16,7
Fikrim yok	5	10,4	27,1
Katılıyorum	20	41,7	68,8
Kesinlikle Katılıyorum	15	31,3	100
Total	48	100	

“Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.6.’da gösterildiği gibi katılımcıların %89,6’sı bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte personel eğitim ihtiyaçları zorunlu hale gelmektedir. Değişen personel yetkinlikleriyle birlikte bu yetkinlikleri mevcut personele kazandırmak amacıyla eğitim verilmesi ihtiyacı doğmaktadır. Sürekli gelişen ve değişen sistemler farklı becerilerin kazanılması adına eğitimi zorunlu kılmaktadır. Yeni alınan bir makinenin kullanımı, yeni geliştirilen bir yazılımın şirkete uyarlanması, şirket genelinde kullanım gerektiren süreçlerin tamamında neredeyse bütün çalışanları etkilediğinden eğitim almak zorunluluğu doğacaktır.

Çizelge 4.6. “Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	1	2,1	2,1
Katılmıyorum	1	2,1	4,2
Fikrim yok	3	6,3	10,4
Katılıyorum	16	33,3	43,8
Kesinlikle Katılıyorum	27	56,3	100
Total	48	100	

“Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.7.’de gösterildiği gibi katılımcıların %72,9’u bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte farklı iş kolları için işin gerektirdiği farklı yetkinlik türleri ortaya çıkmakta bu da mevcut çalışanların devam edebilmeleri için bu yetkinliklere sahip olmalarını gerektirmektedir. Bu noktada çalışanların iki seçeneği oluşmaktadır. İşlerine devam edebilmek adına ya farklı yetkinlikleri kazanmaya çalışacaklar ya da farklı yerlerde mevcutta yaptıkları işler gibi işler bulmaya çalışacaklardır. Endüstri 4.0 her alanda yaygınlaşmaya başladığı için çalışanlar da mecburen bu sistemlere kendilerini adapte olmaya zorlayacaklar ve her yerde aynı sorunlarla karşılaşmamak adına kritik yetkinlikleri kazanmaya kendilerini zorunda hissedeceklerdir.

Çizelge 4.7. “Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	2	4,2	4,2
Katılmıyorum	5	10,4	14,6
Fikrim yok	6	12,5	27,1
Katılıyorum	16	33,3	60,4
Kesinlikle Katılıyorum	19	39,6	100
Total	48	100	

“Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.8.’de gösterildiği gibi katılımcıların %77,1’i bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte sürekli değişen teknolojik sistemler personel ihtiyacı analizlerini tekrar gündeme getirmekte, şirketlerin iş gücü planlamalarında değişiklikler yapmalarını zorunlu kılmaktadır. Yeni alanların ortaya çıkmasıyla yeni işleri yerine getirebilecek nitelikli

personel ihtiyacının oluşması sonucunda şirketler de personel kadrolarını arttırmak durumunda kalacaklardır. Personel bütçe planlamaları tekrar gözden geçirilecek ve gerekli personeli şirkete katabilmek adına bazı harcamalar kaçınılmaz olacaktır.

Çizelge 4.8. “Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	2	4,2	4,2
Katılmıyorum	3	6,3	10,4
Fikrim yok	6	12,5	22,9
Katılıyorum	18	37,5	60,4
Kesinlikle Katılıyorum	19	39,6	100
Total	48	100	

“Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.” sorusunun cevaplarına göre Çizelge 4.9.’da gösterildiği gibi katılımcıların %85,4’i bu bulguya katıldıklarını belirtmişlerdir. Anket sonuçlarından anlaşıldığı üzere; katılımcıların çoğunluğuna göre Endüstri 4.0 ile birlikte çalışanlar performans, teşvik ve ödüllendirme sistemlerinde de yenilikler beklemektedir. Değişen koşullarda oluşan yeni ihtiyaçlara göre bu sistemlerin de tekrar gözden geçirilmesi gerekecektir. Mevcut personelin ve yeni oluşacak kadrolara alınacak personelin mutluluğu ve aidiyeti için performans değerlendirme sistemleri çok gereklidir. Bu sistemlerin mevcut koşullara uygun olması gereklidir. Özellikle prim, teşvik, ödüllendirme gibi sonuçları olan performans değerlendirme sistemi kurulması, personelin devamlılığı ve devir oranlarının düşüklüğü açısından her zaman daha avantajlıdır.

Çizelge 4.9. “Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.” sorusuna katılımcıların cevaplarının sıklık tablosu

	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Kesinlikle Katılmıyorum	2	4,2	4,2
Katılmıyorum	2	4,2	8,3
Fikrim yok	3	6,3	14,6
Katılıyorum	29	60,4	75
Kesinlikle Katılıyorum	12	25	100
Total	48	100	

4.4. Hipotez test sonuçları

4.4.1. Ki-kare test sonuçları

Çizelge 4.10. Ki kare test sonuçları için anlamlılık değerleri

S/Ö	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7
S1	0,000	0,000	0,005	0,133	0,006	0,000	0,002
S2	0,016	0,000	0,007	0,181	0,077	0,191	0,075
S3	0,100	0,006	0,141	0,325	0,252	0,461	0,033
S4	0,039	0,100	0,296	0,618	0,391	0,000	0,002
S5	0,067	0,000	0,165	0,059	0,035	0,055	0,012
S6	0,402	0,069	0,064	0,264	0,207	0,336	0,030
S7	0,036	0,044	0,084	0,242	0,204	0,650	0,448
S8	0,063	0,402	0,381	0,065	0,004	0,114	0,517
S9	0,002	0,004	0,042	0,038	0,001	0,003	0,000
S10	0,003	0,000	0,008	0,398	0,346	0,188	0,113
S11	0,464	0,393	0,090	0,021	0,029	0,011	0,038
S12	0,006	0,001	0,000	0,245	0,217	0,050	0,000
S13	0,014	0,009	0,007	0,260	0,032	0,001	0,030
S14	0,212	0,010	0,017	0,192	0,044	0,121	0,021
S15	0,292	0,630	0,064	0,213	0,300	0,167	0,222
S16	0,332	0,639	0,310	0,281	0,531	0,566	0,251
S17	0,155	0,001	0,057	0,047	0,037	0,006	0,096
S18	0,076	0,508	0,083	0,088	0,089	0,243	0,001
S19	0,521	0,150	0,013	0,073	0,015	0,000	0,001
S20	0,527	0,453	0,130	0,000	0,494	0,542	0,167

Çizelge 4.10'da yapılan anket çalışması sonucunda katılımcıların İK süreçlerinde Endüstri 4.0'a geçişle ilgili yaşadıkları sorunlar ve bu sorunlara çözüm önerileri arasındaki ilişkilerin hipotez test sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlara göre 0,05 güvenlik düzeyinin altında yer alan (koyu ile işaretlenmiş) hipotezler istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara sahiptir. Buna göre anlamlı bulguların elde edildiği seçeneklere göre yapılan değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir:

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.” çözümü (Ö1) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0'a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak çalışanlarına gerekli becerileri kazandırmaya çalışmaktadır. Bu durum onları gelecekte oluşacak yeni iş kollarına hazırlamak için bir çözüm olarak değerlendirilmiştir.

S1 ile Ö1 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.” çözümü (Ö2) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0'a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak bu iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri sağlamaları adına çalışanlarına eğitim aldırmaı düşünmektedirler. Eğitimle gelişen çalışanların yeni iş kollarına daha çabuk uyum sağlayacağını inanmaktadırlar.

S1 ile Ö2 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.” çözümü (Ö3) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0'a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm

olarak yeni iş kollarının gerekliliklerine uygun iş gücü planlaması yaparak mevcut ve ileride gerekecek personel kadrolarını belirleyip buna göre harekete geçmeyi düşünmektedirler.

S1 ile Ö3 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.” çözümü (Ö5) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0’a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, çalışanların Endüstri 4.0 ile birlikte yapması gereken iş durumlarına uygun hedefler belirleyerek, çalışanlarını takip ederek onlardan düzenli geribildirim almaya çalışmaktadırlar.

S1 ile Ö5 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.” çözümü (Ö6) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0’a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak bu yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını kestirerek çalışanlarını ortaya çıkabilecek durumlara hazırlayacak ve kariyer planlaması oluşturarak beklentiyi sağlayabilen çalışanların ileride hangi pozisyonlara gelebileceğini açık bir şekilde sunabilecektir.

S1 ile Ö6 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.

“Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.” sorunu (S1) ile “Organizasyon şemalarımı yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.” çözümü (Ö7) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0’a geçişte yeni iş kollarının oluşacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak organizasyon şemalarında bu yeni iş kollarını da kapsayacak şekilde revizyonlar yapacak, pozisyonların sağlaması gereken yetkinliklere uygun en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışacaklardır.

S1 ile Ö7 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.

“Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.” sorunu (S9) ile “Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.” çözümü (Ö1) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0’ın görev tanımlarında değişikliğe yol açacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak bu görev tanımlarına eklenecek çeşitli yetkinlikleri sağlayabilmek adına çalışanlara gerekli becerileri kazandırmaya odaklanmaya çalışacaklardır.

S9 ile Ö1 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0’ın görev tanımlarında değişikliklere neden olması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.

“Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.” sorunu (S2) ile “Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.” çözümü (Ö2) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte gerekli personel yetkinliklerinin değişeceğini düşünen katılımcılar buna çözüm olarak yeni teknolojilerin gerekliliklerini sağlamak adına çalışanlarına çeşitli eğitimler aldırarak bu yetkinlikleri kazanmasını sağlayarak bu sorunu aşmaya çalışacaklardır.

S2 ile Ö2 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte personel yetkinliklerinin değişmesi sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.

“Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.” sorunu (S12) ile “Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.” çözümü (Ö3) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte mevcut çalışanların görevlerine devam etmesinin farklı yetkinlikleri kazanmasıyla mümkün olacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak bu işlerin gerektireceği yetkinlikleri sağlayabilecek kadar personel gerekebileceğini ve bu doğrultuda iş gücü planlaması yaparak çözüme ulaşabileceklerini düşünmektedirler.

S12 ile Ö3 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Mevcut çalışanların görevlerine devam etmesinin farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkün olması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.

“Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.” sorunu (S20) ile “Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygularım.” çözümü (Ö4) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanacağını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak çalışanların ücretlerinde artış uygulamayı düşünmektedirler. Bu durum organizasyon şemalarındaki belirsizliklerin dengelenebilmesi adına bir çözüm olarak değerlendirilmiştir.

S20 ile Ö4 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanması sonucunda şirketler, çalışanların artan yetkinlikleri oranında ücret artışı uygulaması yaparlar.

“Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.” sorunu (S19) ile “Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.” çözümü (Ö5) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan yeni teknolojik sistemlerin kariyer planlaması yapmayı zorlaştırdığını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme

teknikleri kullanarak bunun sonucunda kariyer planlamalarının oluşturulabileceğini ve düzenli geribildirim sonucunda da çözüme ulaşabileceklerini düşünmektedirler.

S19 ile Ö5 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan yeni teknolojik sistemlerin kariyer planlaması yapmayı zorlaştırması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.

“Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.” sorunu (S4) ile “Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.” çözümü (Ö6) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmanın zorlaştığını düşünen katılımcılar buna çözüm olarak yeni iş kollarının gerektireceği durumları, çalışanları sağlaması gereken yetkinlikleri ele alarak değerlendirip, buna uygun kariyer planlaması çalışmaları yapmaya çalışacaklardır.

S4 ile Ö6 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmanın zorlaşması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.

“Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.” sorunu (S18) ile “Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.” çözümü (Ö7) arasındaki anlamlı farklılığa göre; Endüstri 4.0 ile birlikte oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemenin zor olduğunu düşünen katılımcılar buna çözüm olarak organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize ederek en adil hiyerarşik yapıyı kurmaya çalışacaklardır. Böylece oryantasyon programlarına katılan yeni çalışanların daha iyi anlayabileceği bir yapı kurulmaya çalışılacaktır.

S18 ile Ö7 arasındaki anlamlı ilişki sonucu oluşturulan hipoteze göre; Endüstri 4.0 ile birlikte oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara

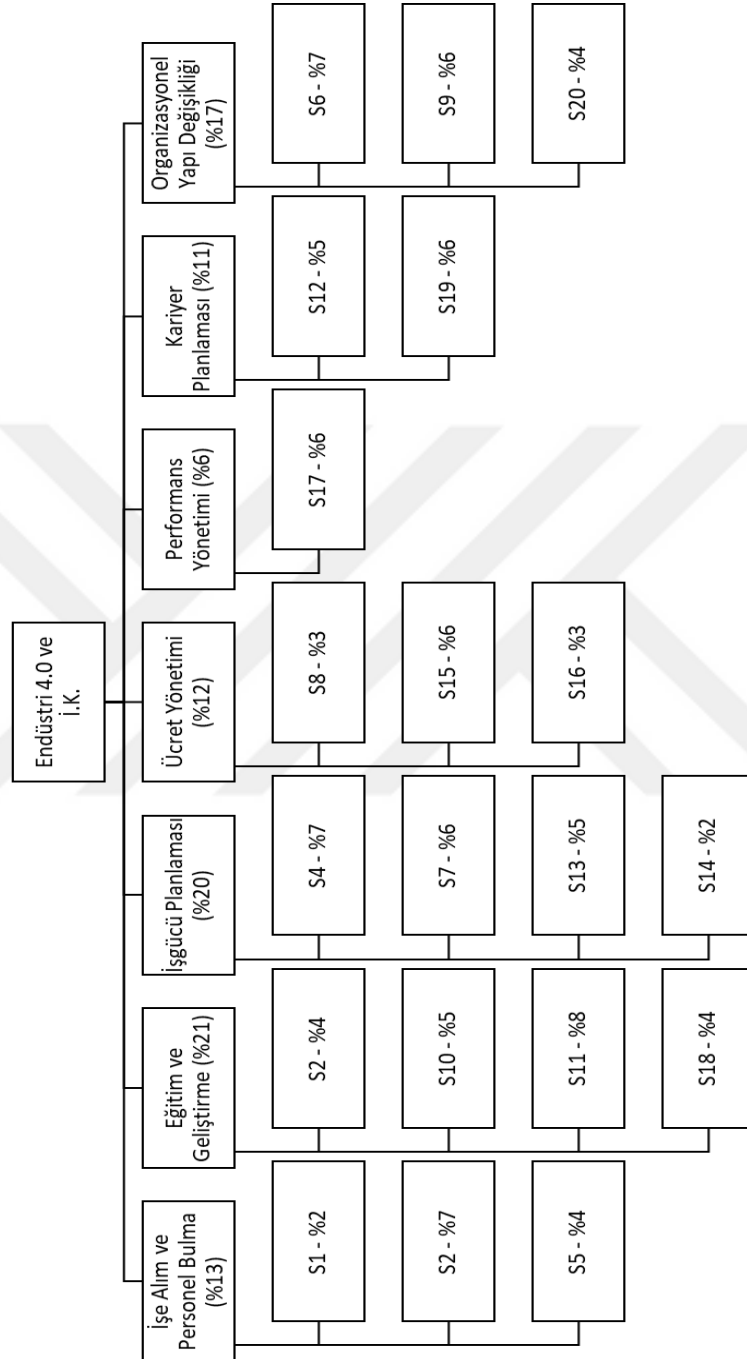
yönelik ihtiyaçları belirlemenin zor olması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.

4.5. AHP ve TOPSIS Tekniği Sonuçları

Çalışmada çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmış ve sorunlarla çözümler arasındaki anlamlı farklılar bulunmaya çalışılmıştır.

İlk olarak AHP tekniği uygulanarak sorunların ağırlıkları belirlenerek tutarlılık hesaplaması yapılmıştır. İlk adımda belirlenen sorunlar ikili matris şeklinde oluşturulmuş ve karşılaştırma yapılmıştır. Bu oluşturulan matris EK 4'te yer almaktadır. İkinci adımda oluşturulan matris normalize edilerek faktörlerin yüzde önem dağılımları bulunmuştur. Bu verileri gösteren tablo EK 5'te yer almaktadır. Üçüncü adımda sorunların yüzdesel ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu verileri gösteren tablo EK 6'da bulunmaktadır. Ağırlık hesabı sonucunda elde edilen verilen hiyerarşik gösterimi ise Şekil 4.7.'de gösterilmektedir. Son olarak da tutarlılık hesaplaması yapılarak sorunlara verilen yanıtların tutarlılığı ölçülmüştür. Bu verileri gösteren tablo da EK 7'de yer almaktadır.

Endüstri 4.0 ile ortaya çıkabilecek en önemli sorun grubu olarak eğitim ve geliştirme (0.21), işgücü planlaması (0.2) ve organizasyonel yapı değişikliği (0.17) ile ilgili sorun grupları olarak belirlenmiştir. Tüm sorunlar içerisinde ise en önemli sorun olarak oryantasyon programlarının hazırlanmasında ortaya çıkan zorluklar seçilmiştir. AHP sonuçlarına göre bir çok sorunun benzer önem düzeyinde (%4-8 aralığında) önem düzeyine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.7. AHP yöntemine göre sorunların ağırlık tablosu

İkinci olarak TOPSIS yöntemiyle sorunlara en uygun çözüm bulunmaya çalışılmıştır. İlk adımda sorunlar ve çözümler arasında ikili karar matrisi oluşturulmuştur. Bu verileri gösteren tablo EK 8’de yer almaktadır. İkinci adımda, sorunlar ve çözümler arasında standart karar matrisi oluşturulmuştur. Bu verileri gösteren tablo EK 9’da yer almaktadır. Üçüncü adımda, ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulmuştur. Bu verileri gösteren tablo EK 10’da yer almaktadır. Dördüncü adımda ideal ve negatif ideal çözümlerin oluşturulma aşaması yer almaktadır. Bu verileri gösteren tablo EK 11’de yer almaktadır. Beşinci adımda pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerleri elde edilmiştir. Bu verileri gösteren tablo EK 12’de yer almaktadır. Son adımda ise ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplaması yapılarak sonuçlandırılmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Buna göre sorunların önem derecelerine göre uygulanabilecek en uygun çözümün “yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım (Ö6)” çözüm önerisi olduğu belirlenmiştir. Bu çözüme yakın değerler olarak ise:

- “Organizasyon şemalarımı yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım (Ö7)”,
- “Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım (Ö3)” ve
- “Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım (Ö1)” çözüm önerilerinin olduğu görülmektedir.

TOPSIS sonucundan elde edilecek bir diğer bulgu ise çözümlerin göreli uzaklık değerlerinin çok yakın olmasının aslında her bir çözümün belirtilen sorunlar üzerinde oldukça etkili olduğudur.

Çizelge 4.11. TOPSIS Sonucu elde edilen görelî uzaklıklar

	Uzaklık
Ö1-Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	0,500
Ö2-Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.	0,498
Ö3-Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	0,503
Ö4-Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulayırım.	0,487
Ö5-Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	0,484
Ö6-Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	0,526
Ö7-Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.	0,509

AHP ve TOPSIS sonuçları ile hipotez test sonuçları irdelendiğinde 7. Öneri olarak organizasyon şemalarının yeni pozisyonlara göre revize edilmesinin hipotez testlerinde en çok sayıda sorun üzerinde anlamlı etkiye sahip öneri olduğu görülmüştür. Bu çözüm önerisi, AHP ve TOPSIS sonucunda da sorunlar üzerinde en etkili 2. Öneri olarak belirlenmiştir. Öneri 4 ise (Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulamak) her iki yaklaşımda da sorunlar üzerindeki en az etkiye sahip çözüm olarak belirlenmiştir. Genel olarak sonuçlar irdelendiğinde hipotez testlerinde anlamlı bulunan çözüm önerilerinin AHP ve TOPSIS yaklaşımlarında da sorunların çözümü için önemli olduğu belirlenmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Geçmişten bu yana devam eden ve günümüzde etkilerini çok yakından hissettiğimiz Endüstriyel Devrimler, git gide değişen koşulların etkisiyle her alanda etkili olmaya devam etmektedirler. Özellikle günümüz koşullarında Endüstri 4.0 olarak hayatımızda yer alan kavram, mevcut koşullarda değişime ve yeniliklere yol açmıştır. Günümüzde bu kadar fark yaratmış bir kavram olması nedeniyle Endüstri 4.0'ın bu çalışmada yer alması fikri oluşmuştur.

Endüstri 4.0 çok geniş bir kavram olduğundan İnsan Kaynakları alanındaki etkileri bu çalışmada ele alınmıştır. Özellikle İnsan Kaynakları departmanlarında çalışanlar üzerinde Endüstri 4.0 etkilerini görebilmek bu çalışmadaki ana araştırma konumuzu oluşturmaktadır. İnsan Kaynakları her sektörde yer alan bir alan olduğundan özelde demir çelik sektöründeki insan kaynakları çalışanları hedef kitleyi oluşturmaktadır. Demir çelik sektörü sürekli yeni teknolojilere uyum sağlamayı, araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle desteklenmeyi gerektiren ve değişen dinamiklere sahip bir alan olduğundan Endüstri 4.0 etkilerinin daha yakından görüleceği düşünüldüğünden bu alanda çalışma yapılmıştır.

Çalışmada Endüstri 4.0'ın insan kaynakları üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan yola çıkarak Endüstri 4.0'ın insan kaynakları departmanlarında yol açtığı bazı sorunlar belirlenmiştir. Bu sorunlara çözümler ele alınmıştır. Çıkan sorunlar ve çözümlerini belirten bir anket çalışması hazırlanarak demir çelik sektöründe çalışan insan kaynakları profesyonellerinin anketi cevaplaması sağlanmıştır. Bunun sonucunda elde edilen verilerle bazı sonuçlar ortaya konmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak oluşturulan hipotezler şunlardır:

- i. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.
- ii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.
- iii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.
- iv. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.
- v. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.
- vi. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kollarının ortaya çıkması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.
- vii. Endüstri 4.0'ın görev tanımlarında değişikliklere neden olması sonucunda çalışanlara ihtiyaç duydukları gerekli becerilerin kazandırılması sağlanmaktadır.
- viii. Endüstri 4.0 ile birlikte personel yetkinliklerinin değişmesi sonucunda şirketler yeni teknolojilere uyum sağlamaları açısından çalışanları eğitimle desteklerler.
- ix. Mevcut çalışanların görevlerine devam etmesinin farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkün olması sonucunda şirketler işgücü planlaması yaparak değişime karşı önlem almaya çalışırlar.

- x. Endüstri 4.0 ile birlikte organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanması sonucunda şirketler, çalışanların artan yetkinlikleri oranında ücret artışı uygulaması yaparlar.
- xi. Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan yeni teknolojik sistemlerin kariyer planlaması yapmayı zorlaştırması sonucunda şirketler farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli geri bildirim alırlar.
- xii. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmanın zorlaşması sonucunda şirketler kariyer planlaması yaparak çalışanlarını gelecek durumlara hazırlar.
- xiii. Endüstri 4.0 ile birlikte oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemenin zor olması sonucunda şirketler organizasyon şemalarında en adil hiyerarşik yapıyı sağlamaya çalışırlar.

AHP ve TOPSIS yöntemleriyle yapılan hesaplamalara göre Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde en sık karşılaşılan sorunlar, eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıplarının artması, yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmanın zorlaşması ve yeni teknolojik sistemlerin insana olan ihtiyacı azaltması olmuştur. Bu sorunlara uygulanabilecek en ideal çözüm ise yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirleyerek buna uygun kariyer planlaması yapılması olmuştur.

5.2. Öneriler

Çalışmada Endüstri 4.0'ın demir çelik üretimi yapan bir firmadaki insan kaynakları departmanı üzerindeki etkileri araştırılırken anket çalışmasıyla bazı sorular sorulmuştur. Bu anket çalışması sonucunda 48 kişiye ulaşılabilmektedir. Bu sayının daha fazla olabilmesi ve daha anlamlı veriler elde edilebilmesi adına farklı sektörlerdeki insan kaynakları departmanları da çalışmaya dahil edilerek daha fazla kişiye ulaşılabilir.

Diğer yandan eğer sektördeki insan kaynakları profesyonelleri ele alınacaksa anket yöntemi dışında yüz yüze görüşme gibi farklı yöntemler de kullanılarak daha fazla çalışana ulaşılabilir.

Öte yandan araştırmada kullanılan anket çalışmasındaki soru sayısı ve detaylandırma artırılarak da daha anlamlı veriler ortaya çıkarılabilir. Bunun yapılmak istememesinin nedeni katılımcıların çok fazla vakit harcayıp anketi doldurmaktan vazgeçmesi tehlikesi olmuştur.

Metot olarak AHP ve TOPSIS uygulanmıştır. Bu yaklaşımların bulanık versiyonları ile oluşturabileceği etkiler de incelenebilir. Ayrıca benzer çalışmaların farklı sektörlerde veya diğer çok kriterli karar verme teknikleri ile uygulamak da diğer yapılacak çalışmalar için fikir oluşturabilir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, S., 2017. Değişen Teknolojiler Ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş. Sav Katkı, (4), 34-44.
- Allen, R. C., 2009. The British Industrial Revolution In Global Perspective. Cambridge University Press.
- Almada-Lobo, F., 2016. The Industry 4.0 Revolution And The Future Of Manufacturing Execution Systems (Mes). Journal Of Innovation Management, 3(4), 16-21.
- Ballı, S. Ve Korukoğlu, S., 2009. Operating System Selection Using Fuzzy Ahp And Topsis Methods. Mathematical And Computational Applications, 14(2), 119-130.
- Benesova, A. Ve Tupa, J., 2017. Requirements For Education And Qualification Of People In Industry 4.0. Procedia Manufacturing, 11, 2195-2202.
- Bonekamp, L. Ve Sure, M., 2015. Consequences Of Industry 4.0 On Human Labour And Work Organisation. Journal Of Business And Media Psychology, 6(1), 33-40.
- Cerika, A. Ve Maksumic, S., 2017. The Effects Of New Emerging Technologies On Human Resources: Emergence Of Industry 4.0, A Necessary Evil?. Master's Thesis, Universitetet I Agder; University Of Agder.
- Coghlan, D. Ve Coughlan, P., 2008. Action Learning And Action Research (Alar): A Methodological Integration In An Inter-Organizational Setting. Systemic Practice And Action Research, 21(2), 97-104.
- Collings, D. G., Wood, G. T. Ve Szamosi, L. T. 2018. Human Resource Management: A Critical Approach. In Human Resource Management (Pp. 1-23). Routledge.

- Degraff, J. E., 2010. The Changing Environment Of Professional Hr Associations.
- Eisenhardt, K. M., 1989. Building Theories From Case Study Research. *Academy Of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Eleren, A. ve Karagül, M., 2008. 1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1-14.
- Elgün, M. N. ve Aşıkoğlu, N. O., 2016. Lojistik köy kuruluş yeri seçiminde TOPSIS yöntemiyle merkezlerin değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1).
- Erdogan, M., Ozkan, B., Karasan, A. ve Kaya, I., 2018. Selecting the best strategy for industry 4.0 applications with a case study. In *Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era* (pp. 109-119). Springer, Cham.
- Ermolaeva, A., 2017. *Industry 4.0 And Hr In Logistics*. University of Economics in Prague.
- Harari, Y. N., 2016. *Hayvanlardan Tanrılara Sapiens-İnsan Türünün Kısa Bir Tarihi* (E. Genç, Çev.). İstanbul: Kolektif Yayınevi.
- Hecklaue, F., Galetzke, M., Flachs, S., And Kohl, H., 2016. Holistic Approach For Human Resource Management In Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 1-6.
- Huang, C. J., Chicoma, T., Denisse, E. ve Huang, Y. H., 2019. Evaluating the Factors that are Affecting the Implementation of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing MSMEs, the Case of Peru. *Processes*, 7(3), 161.
- Hughes, T. P., 1993. *Networks Of Power: Electrification In Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama* Master's thesis.
- Kaya, Y. ve Kahraman, C., 2004. Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, Haziran*.

- Kinghorn, J. R. ve Nye, J. V., 1996. The scale of production in western economic development: a comparison of official industry statistics in the United States, Britain, France, and Germany, 1905–1913. *The Journal of Economic History*, 56(1), 90-112.
- Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R. Ve Schrauf, S., 2014. Industry 4.0: Opportunities And Challenges Of The Industrial Internet. *Strategy & Pwc*.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N., 2001. Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal/Akdeniz Universitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- Kusumawardani, R. P. ve Agintiara, M., 2015. Application of fuzzy AHP-TOPSIS method for decision making in human resource manager selection process. *Procedia Computer Science*, 72, 638-646.
- Legge, K., 1989. *Human Resource Management: A Critical Analysis. New Perspectives On Human Resource Management*, 19-40.
- Madsen, E. S., Bilberg, A. Ve Hansen, D. G., 2016. Industry 4.0 And Digitalization Call For Vocational Skills, Applied Industrial Engineering, And Less For Pure Academics. In *Proceedings Of The 5th P&Om World Conference, Production And Operations Management, P&Om*.
- Mamoudou, S. Ve Joshi, G. P., 2014. Impact Of Information Technology In Human Resources Management. *Global Journal Of Business Management And Information Technology*, 4(1), 33-41.
- Management, W., 2007. Towers Watson Executives See Growth Ahead For Merged Firms. *Workforce Management*.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S. ve Shaikh, M. A. A., 2018. Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741.

- Mokyr, J., 1998. The Second Industrial Revolution, 1870-1914. *Storia Dell'economia Mondiale*, 219-45.
- Money, C., 2009. Human Resources Manager. Retrieved From Cnn Money: [Http://Money.Cnn.Com/Magazines/Moneymag/Bestjobs/2009/Snapshots/20.HTml](http://Money.Cnn.Com/Magazines/Moneymag/Bestjobs/2009/Snapshots/20.HTml) adresinden alındı.
- _____, 2011. Hr Consultant. Retrieved From Cnn Money: [Http://Money.Cnn.Com/Magazines/Moneymag/Bestjobs/2010/Snapshots/43.HTml](http://Money.Cnn.Com/Magazines/Moneymag/Bestjobs/2010/Snapshots/43.HTml) adresinden alındı.
- Nadaban, S., Dzitac, S. ve Dzitac, I., 2016. Fuzzy Topsis: A General View. *Infinite Study*.
- Özkan, M., Al, A. Ve Yavuz, S., 2018. Uluslararası Politik Ekonomi Açısından Dördüncü Sanayi-Endüstri Devrimi'nin Etkileri Ve Türkiye. *International Journal Of Political Science & Urban Studies*, 6(2).
- Özkan, Ö., 2007. Personel seçiminde karar verme yöntemlerinin incelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS örneği. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Öztürk, A., 2004. Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 11. baskı. Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Perçin, S. Ve Gök, A. C., 2013. Erp Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı Aas-Topsis Yaklaşımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2), 93-114.
- Pessl, E., Sorko, S. R. Ve Mayer, B., 2017. Roadmap Industry 4.0-Implementation Guideline For Enterprises. *International Journal Of Science, Technology And Society*, 5(6), 193-202.
- Peters, M. A., 2017. Technological Unemployment: Educating For The Fourth Industrial Revolution. *Journal Of Self-Governance And Management Economics*, 5(1), 25-33.

- Rifkin, J., 2012. The Third Industrial Revolution: How The Internet, Green Electricity, And 3-D Printing Are Ushering in A Sustainable Era Of Distributed Capitalism. World Financial Review, 1(1), 4052-4057.
- Rübmman, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. Ve Harnisch, M., 2015. Industry 4.0: The Future Of Productivity And Growth In Manufacturing Industries. Boston Consulting Group, 9(1), 54-89.
- Saaty, T. L., 1999. Fundamentals of the analytic network process. In Proceedings of the 5th international symposium on the analytic hierarchy process, 12-14.
- Saaty, T. L. ve Vargas, L. G., 2001. How to make a decision. In Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process s. 3. Springer, Boston, MA.
- Saaty, T. L. ve Özdemir, M. S., 2003. "Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process", Mathematical and Computer Modelling, 37(9-10), s. 1063-1075.
- Saaty, T. L., 2008. "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process", International Journal of Services Sciences, 1(1), s. 83-98.
- Schramm, J., 2006. Hr Technology Competencies. Shrm Research Quarterly.
- Scranton, P., 1997. Endless Novelty: Specialty Production And American Industrialization, 1865-1925. Princeton: Princeton University Press.
- Seçer, H. Ş. Ve Özgür, A. Ö., 2017. İnsan Kaynakları Yönetimi Alanında Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Kullanımı: İnsan Kaynakları Yöneticileri İle Nitel Bir Araştırma. Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi, 149-166.
- Selek, A., 2015. Endüstri Tarihine Kısa Bir Yolculuk. <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> adresinden alındı.
- Sener, S. Ve Elevli, B., 2017. Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları Ve Yüksek Öğrenim. Mühendis Beyinler Dergisi, 1(2), 25-37.

- Sevinç, A., Gür, Ş. ve Eren, T., 2018. Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. *Processes*, 6(12), 264.
- Shaverdi, M., Heshmati, M. R. ve Ramezani, I., 2014. Application of fuzzy AHP approach for financial performance evaluation of Iranian petrochemical sector. *Procedia Computer Science*, 31, 995-1004.
- Statistics, U. B., 2011. Human Resources, Training, And Labor Relation Managers And Specialists. Retrieved From U.S. Bureau Of Labor Statistics: [Http://Www.Bls.Gov/Oco/Ocos021.Htm](http://www.Bls.Gov/Oco/Ocos021.Htm) sitesinden alındı.
- Şuman, N., 2017. Akıllı Üretim Çağı: Endüstri 4.0. www.fortuneturkey.com/akilli-uretim-cagi-endustri-40-42841 sitesinden alındı.
- Tekeş, M., 2002. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri Ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Karşılaştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Topçu, Y. İ., 2000. Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Towers, D., 2007. Human Resource Management Essays. Retrieved On, 10-17.
- Triantaphyllou, E., 2000. Multi-criteria decision making methods. In *Multi-criteria decision making methods: A comparative study* (pp. 5-21). Springer, Boston, MA.
- Türkiye Çelik Üreticileri Derneği, 2019, 07 01. Demir Çelik Sektörü, <http://celik.org.tr/category/teknik-konular/> adresinden alındı.
- Ulrich, D., 1996. *Human Resource Champions: The Next Agenda For Adding Value And Delivering Results*. Boston, Mass. Harvard Business School Press.
- Wind, Y. ve Saaty, T. L., 1980. Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7), 641-658.

- Wright, P., Stewart, M. Ve Moore, O. A., 2011. The 2011 Chro Challenge: Building Organizational, Functional, And Personal Talent. Cornell Center For Advanced Human Resource Studies (Cahrs).
- Yusoff, Y. M., Ramayah, T. Ve İbrahim, H., 2010. E-Hrm: A Proposed Model Based On Technology Acceptance Model. African Journal Of Business Management, 4(14), 3039-3045.





ÖZGEÇMİŞ

23/07/1990 yılında Hatay’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Hatay’da tamamladı. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2014 yılında Tosçelik Profil ve Sac Endüstrisi A.Ş. firmasında Endüstri Mühendisi olarak görev başladı. Halen burada görevine devam etmektedir. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.







EKLER



EK 1. Literatür Tablosu

Çalışmanın Adı	İçeriği	Kullanılan yöntem
İkinci Endüstriyel Devrim, 1870-1914	1870 yılı itibariyle etkisini gösteren ikinci sanayi devriminin getirilerinden bahsedilmiş, o dönemde ortaya çıkan önemli olaylar ele alınmıştır. Bu teknolojilerden en önemlileri çelik, kimyasallar, elektrik, ulaştırma, üretim mühendisliği, tarım ve gıda işleme, tekstil gibi diğer imalat sektörlerinde yaşanan gelişmelerdir.	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Tarihten örnekler verilerek ikinci sanayi devrimi anlatılmıştır.
Üçüncü Sanayi Devrimi: İnternet, Yeşil Elektrik ve Üç Boyutlu Baskının Sürdürülebilir Dağıtılmış Kapitalizm Çağında Nasıl Kullanıldığı	Üçüncü Endüstri Devrimi yeni yüksek teknoloji işgücünün, yenilenebilir enerji teknolojileri, yeşil inşaat, BT ve gömülü hesaplama, nanoteknoloji, sürdürülebilir kimya, yakıt hücresi gelişimi, dijital güç şebekesi yönetimi, hibrit elektrik ve hidrojenle çalışan taşımacılıkta ve diğer yüzlerce teknik alanda yeniliklerin ortaya çıktığı bir dönemdir.	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Üçüncü sanayi devriminde yaşanan gelişmeler anlatılmıştır.
Küresel Perspektifte İngiliz Endüstri Devrimi: Ticaret, Sanayi Devrimi ve Modern Ekonomik Büyümeyi Nasıl Yarattı?	On sekizinci yüzyılda, İngiltere'de dönen jenny, buhar makinesi, kok eritme ve benzeri icatların neden meydana geldiklerini ve icat süreçlerinin dünyayı nasıl dönüştürdüğünü açıklamaktadır.	Bazı Asya ve Avrupa ülkeri arasındaki istatistiksel bilgiler kullanılarak bazı kıyaslamalar yapılmıştır.
Endüstri 4.0 devrimi ve İmalat Yürütme Sistemlerinin geleceği	Endüstri 4.0 tarafından yaratılan yeni zorluklarla başa çıkmak için tamamen yeni bir nesil gerekmektedir. Yerelleşme, dikey bütünleşme, bağlantı ve mobil ve bulut bilgi işlem ve gelişmiş analiz İmalat Yürütme Sistemlerinin göz	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Açıklamalar ve örneklerle savunulan bilgiler açıklanmaya çalışılmıştır.

	önüne alması gereken dört ana direktir.	
Endüstri 4.0 - Endüstriyel İnternetin Olanakları ve Zorlukları	Endüstri 4.0 - Endüstriyel İnternetin Olanakları ve Zorlukları isimli çalışmada, 235 Alman sanayi şirketiyle pazar araştırma kurumu TNS Emnid tarafından anket yapılmıştır. Ankete katılanlar, dijital geçişin şirketlerinin kayda değer bir yatırım gerektirecek şekilde bir dönüşüme yol açmasını beklemektedir.	Farklı sektörlerden katılımcılarla anket çalışması yapılmış, konuyla ilgili anket verileri analiz edilmiştir.
Endüstri 4.0: İmalat Sanayinde Verimlilik ve Büyümenin Geleceği	Günümüzde dokuz temel teknolojiden oluşan Endüstri 4.0 denilen dördüncü bir teknolojik ilerleme dönüşümü hakimdir. Bu dönüşümde, büyük veri ve analitik, özerk robotlar, simülasyon, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, endüstriyel nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut, eklemeli imalat, sanal gerçeklik konuları yer almaktadır.	Bu teknolojik dönüşümün 9 başlığı ele alınarak açıklanmıştır. Ayrıca Almanya'daki imalat görünümü analiz edilmiş, dördüncü teknolojik gelişme dalgasının faydaları incelenmiştir.
Endüstri 4.0 ve dijitalleşme, mesleki beceriler, uygulamalı endüstri mühendisliği ve saf akademisyenler için daha az şey gerektirir	Endüstri 4.0'daki esnek yapım sistemlerinin işletilmesi ve bakımındaki eğitim zorluklarını araştırmaktır. Politika yapıcılarının ifadelerine ve ampirik çalışmalardan elde edilen verilere dayanarak, bu makale, gelecekteki karmaşık üretim tesislerinin daha yüksek mesleki beceriler talep edeceği sonucuna varmıştır.	Bu çalışmada, iki vakada araştırmacıları içeren bir vaka çalışması yöntemi ve bir eylem araştırma yaklaşımı kullanılmaktadır.
Değişen Teknolojiler Ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı	Teknoloji olgusu Endüstri 4.0 üzerinden ele alınarak, Endüstri 4.0 kavramı ele alınıp, Endüstri	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Endüstri 4.0 ele alınarak Endüstri

Anlamaya Dair Bir Giriş	4.0'a özgü dinamikler açıklanmaya çalışılmıştır.	4.0 teknolojileri üzerinde durulmuştur.
Teknolojik İşsizlik: Dördüncü Sanayi Devrimi İçin Eğitim	2015 Dünya Zirvesi, IBM Watson, Robert Reich, Larry Summers ve Joseph Stiglitz gibi konuşmacılar ile birlikte 8 Eylül tarihinde, Dünya Teknoloji Ağı tarafından New York'ta düzenlenen "teknolojik işsizlik", işsiz büyüme ve dünya çapında işsizliği yaratacağı iddia edilen yeni yıkıcı teknolojiler grubunun altını çizerek konuşmacılar tarafından sorunlar ele alınmıştır.	Bu makalede, konuşmacıların görüşleri ele alınmış, ortak sonuçlar ortaya konmuştur.
Yeni gelişen teknolojilerin İnsan Kaynakları üzerindeki etkisi	Dinamik yetenek teorisi ve mevcut literatüre dayanarak yapılan çalışma, Endüstri 4.0 ile yeni çıkan teknolojilerin insan kaynakları üzerindeki etkilerini ampirik olarak incelemektedir. Çalışmada çıkarılan iki hipotezden ilki, ortaya çıkan yeni teknolojilerin insan kaynakları verimliliği üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterirken ikincisi, yeni ortaya çıkan teknolojilerin gelecekte işsizlik açısından insan kaynakları üzerinde potansiyel olumsuz zorlukları olduğunu göstermiştir.	Norveç'teki 6 şirketten elde edilen verilerin analizinde tımdengelimsel nitel analiz (DQA) yöntemi ile tanımlayıcı araştırma tasarımı kullanılmıştır.
Lojistikte Endüstri 4.0 ve İık	Endüstri 4.0 kavramı ele alınarak, değışen ortamdaki insan kaynakları faktörünün analizine, yapısal değışikliklere ve şirketlerin tutumlarına yer verilmiştir. Şirketler için uygun yönetim stratejileri önerileri yapılmıştır. Lojistik sektörü, Endüstri 4.0 dönüşümüne ve işgücüne etkisine bir örnek olarak ele alınmıştır.	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Lojistik sektöründe Endüstri 4.0'ın İık üzerindeki etkisi örneklerle ele alınmıştır.

Endüstrisi 4.0 Yol Haritası - İşletmeler İçin Uygulama Rehberi	Şirketler yeni teknolojiler, süreçler ve organizasyonel yönleriyle ilgili farklı olgunluk seviyeleri göstermektedir. Makalede şirketlerde kullanılmak üzere bir prosedür modeli oluşturulmuştur. Bu modelin uygulandığı bir Avusturyalı şirkette bu alandaki organizasyonel değişikliklerin, yönetimde bütünsel bir değişim süreci yerine, aşağıdan yukarıya doğru bir süreç olduğunu göstermektedir.	Şirketlerde analiz, hedef belirleme ve uygulamaya yönelik bir prosedür modeli sunmaktadır. Avusturyalı bir şirket üzerinde uygulanmıştır.
Endüstri 4.0'ın İnsan Emeği ve Çalışma Organizasyonu Üzerindeki Sonuçları	Endüstri 4.0'ın ve siber fiziksel sistemlerin insan emeği ve iş organizasyonu üzerindeki etkilerini analiz eden, güncel araştırma sonuçlarını ortaya koyan bir literatür taramasını içermektedir. Çalışanların yetkinlik ve yeterlilik şartlarını karşılayabilmesi için sürekli öğrenmenin, eğitim ve öğretimin artan önemi vurgulanmaktadır.	Herhangi bir teknik kullanılmamıştır. Endüstri 4.0'ın etkilerini ele alan güncel araştırma sonuçları yer alınmaktadır.
Endüstri 4.0'da İnsan Kaynakları Yönetimi İçin Bütünsel Yaklaşım	Endüstri 4.0 ile birlikte yüksek düzeyde karmaşıklığa sahip çalışma alanlarının sayısının artmasıyla personelin yüksek düzeyde eğitim ihtiyacına neden olacağı savunulmuştur.	Bu çalışmada çalışan niteliğine yönelik stratejik bir yaklaşım açıklanmıştır.
Endüstri 4.0'daki İnsanların Eğitim ve Niteliklerine İlişkin Gereksinimler	Endüstri 4.0 ile birlikte bazı mesleklerin değişmesi beklenmektedir. Çalışanların hangi niteliklerinde değişiklikler olabileceği ve hangi yeni becerilere sahip olmaları gerektiği açıklanmıştır.	Meslek grupları arasında karşılaştırma yoluyla sahip olmaları gereken nitelik ve beceriler açıklanmıştır.

Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim	Endüstri 4.0'ı diğer sanayi devrimlerinden ayıran en önemli dört unsur Sensör, Veri, Bilgi ve İşlem olarak tanımlanmıştır. Bu 4 unsur ile dijitalleşme süreci açıklanmıştır. Endüstri 4.0'da ortaya çıkabilecek 7 yeni iş kolu ele alınmıştır. Bu yeni meslek dallarını öğrenebilmek için de programlama ve yazılım ağırlıklı, tasarım ve donanım ağırlıklı konularda eğitim almanın şart olduğu vurgulanmıştır.	Dijitalleşme süreci aşamaları ele alınmıştır. Alternatif eğitim sistemi önerilmiştir.
Bilgi Teknolojisinin İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi	İK'da bilgi teknolojileri etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. Bunun için de anket ve gözlem yoluyla İK profesyonellerinin bilgilerine başvurulmuş ve sonuçta İK alanında BT kullanımıyla bazı bulgular elde edilmiştir.	İmalat şirketlerinde deneysel bir çalışma ile anket ve gözlem yoluyla 15 İK yöneticisiyle gerçekleştirilmiştir.
E-HRM: Teknoloji Kabul Modeline Dayanan Bir Öneri Modeli	Teknoloji kabul modeli (TAM) ile E-HRM arasındaki ilişkiyi ortaya koymak adına araştırma soruları hazırlanmıştır. İK rolleri tanımlanmaya çalışılarak İK rol modeli ortaya konmuştur.	Bu çalışmada herhangi bir teknik kullanılmamış olup, E-HRM'ye karşı tutumu en çok etkileyecek bir dizi İK rolünü önermiştir.
İnsan Kaynakları Yönetimi Alanında Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Kullanımı: İnsan Kaynakları Yöneticileri İle Nitel Bir Araştırma	Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile insan kaynakları alanında da farklılaşmalar olmuş, zaman ve mekan kavramı ortadan kalkmış ve işyeri çalışanın yanında taşınabilir hale gelmiştir. Bu çalışmada, bilgi teknolojilerinin kullanımının insan kaynakları alanında yarattığı fırsatlar ve tehditler ele alınmıştır.	15 İK yöneticisi ile iki ayrı odak grup görüşmesi yapılmıştır. Odak grup görüşmelerinden elde edilen verilerin MAXQDA 12 nitel veri analizi programı ile analizi yapılmıştır.

İran Petrokimya Sektörü Mali Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Yaklaşımının Uygulanması	Kurumsal performans değerlendirmesi sürecinde kapsamlı ve etkili bir model gerçekleştirmek ve tasarlamak için pek çok kriter ve indeks ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu durum bulanık çok kriterli karar verme problemi olarak görülebilir. Bu çalışmada, petrokimya endüstrilerindeki yedi aktif firmanın performans değerlendirmesi, bulanık ve analitik hiyerarşi sürecinin birleştirilmiş yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemiyle petrokimya endüstrilerindeki yedi aktif firmanın performans değerlendirmesi yapılmıştır.
Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: AHP, ELECTRE ve TOPSIS Örneği	Manisa'da bulunan bir işletmenin ARGE mühendisi seçimini gerçekleştirirken AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri uygulanmış ve çıkan sonuçlara göre işletmenin işe alması gereken aday AHP ve TOPSIS yöntemlerinde 1. sıradan alınması gerekirken ELECTRE yöntemine göre 3. sıradan alınmalıdır.	Personel seçim sürecinde AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri uygulanmıştır.
İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçim Sürecinde Karar Verme İçin Bulanık AHP-TOPSIS Yönteminin Uygulanması	Bu makale, İnsan Kaynakları yöneticisi seçim probleminde Bulanık AHP-TOPSIS yönteminin kullanımını araştırmaktadır. Bu hibrid yöntemin, çalışanların şirketteki farklı rollere atanması da dahil olmak üzere, Endonezya'nın önde gelen bir telekomünikasyon şirketindeki yönetici seçim sürecine uygulanmasıyla ilgili sonuçlar ortaya konmuştur.	İnsan Kaynakları Yöneticisi seçim sürecinde Bulanık AHP-TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Örnek Olay İncelemesi ile Endüstri 4.0 Uygulamaları için En İyi Stratejiyi Seçmek	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 uygulaması için en iyi strateji bulunmaya çalışılmaktadır. En iyi stratejiyi seçmek için kullanılan kriterler ve toplu stratejiler belirlenmiştir. Bu seçim, birçok farklı önlemin göz önünde bulundurulması gereken bir süreç olduğundan, en iyi stratejiyi bulmak için AHP-VIKOR metodolojilerine dayanan çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır. Bulanık küme teorisi, seçim sürecinde belirsizliklerle başa çıkmada yararlı olmuştur.	Endüstri 4.0 uygulaması için en iyi stratejiyi bulma probleminde bulanık AHP-VIKOR yöntemi kullanılmıştır.
Endüstri 4.0 Uygulamalarında KOBİ'lerin Zorluklarının Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci ile Analizi	Bu makalede, küçük ve orta ölçekli işletmelerin Endüstri 4.0'a geçişini sağlamak adına analiz yapılmıştır. Geçiş sürecindeki zorluklar belirlenmiş, kriterler ve alt kriterlerin göreceli ağırlıkları hesaplanmıştır. İşletme yöneticileri ile yapılan anketler analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci ile çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Kriterler analitik ağ süreci metodu ile yeniden değerlendirilmiştir. İki yöntemin sonuçları kıyaslanmış, birbirini desteklediği gözlenmiştir.	küçük ve orta ölçekli işletmelerin Endüstri 4.0'a geçişini sağlamak adına AHP ve ANP teknikleri kullanılmıştır.
Endüstri 4.0'ı uygulamak için zorlukları değerlendirme: Proses güvenliği ve çevre koruma için çıkarımlar	Endüstri 4.0'ın üretim operasyonlarında uygulanmasına dair çalışmalardaki boşluk nedeniyle bu çalışma yapılmıştır. Bu çalışma Endonezya'nın deri endüstrisinde Best-Worst yöntemi (BWM) adlı yeni bir çok kriterli karar verme yöntemi ile değerlendirildi. Çalışmanın	Endüstri 4.0'ın üretim operasyonlarındaki zorluklarını incelemek adına Best-Worst yöntemiyle inceleme yapılmıştır.

	bulguları, 'teknolojik altyapı eksikliğinin' en zorlu mesele olduğunu göstermiştir.	
Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Mikro, küçük ve orta ölçekli imalat işletmelerinde Uygulanmasını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, Peru Örneği	Peru'daki küçük, orta ve büyük ölçekteki işletmelerin teknolojik açıdan geri kalması onlar için olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Bu çalışma, Bu çalışma, Perulu mikro, küçük ve orta ölçekli işletmelerde Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını etkileyen faktörleri analiz etmektedir. Değerlendirme için imalat sektöründeki 49 işletmeden elde edilen veriler kullanılmıştır. İşletme yöneticileri üzerinde yapılan anketler, analitik hiyerarşi prosesi ile çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.	Peru'daki küçük, orta ve büyük ölçekteki işletmelerde Endüstri 4.0 uygulamasını etkileyen faktörler AHP yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

EK 2. Anket çalışması soruları

1- Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.

KİŞİSEL BİLGİLER						
1	Cinsiyetiniz	Erkek ()	Kadın ()			
2	Yaşınız	18-24 ()	25-31 ()	32-38 ()	39-45 ()	46 ve Üstü ()
3	Öğrenim Durumunuz	Lise ()	Yüksekok ul ()	Fakülte ()	Yük. Lisans ()	Doktora ()
4	Kadronuz	Uzman Yardımcısı/ Eleman ()	Uzman ()	Şef ()	Müdür ve üstü ()	Diğer ()
5	Tecrübe yılınız	0-3 ()	3-6 ()	6-10 ()	10-15 ()	15 ve Üstü ()

2- İnsan Kaynakları departmanında Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde hangi sorunlarla karşılaşılırsınız? (Lütfen en çoktan en aza doğru 1'den 8'e kadar numaralandırınız.)

- İşe alım ve personel bulma ()
- Eğitim ve geliştirme ()
- İşgücü planlaması ()
- Ücret Yönetimi ()
- Performans yönetimi ()
- Kariyer planlaması ()
- Organizasyonel yapı değişikliği ()
- Diğer

3- 2. Soruda sorulan en çok karşılaştığınız sorunlardan en önemlisi için karşılaşılan problemlere ne tür örnekler verebilirsiniz?

4- 2. Soruda verdiğiniz cevaba göre bu sorunla karşılaşma sıklığınız nedir?

Her zaman ()
Çoğu zaman ()
Bazen ()
Ara sıra ()
Nadiren ()

5- Lütfen görev yapmakta olduğunuz kurumda, İnsan Kaynakları uygulamalarını düşünerek, yargılara katılım düzeyinizi belirtiniz.

SORU NO	Kurumumuzda Endüstri 4.0'a geçişte İnsan Kaynakları uygulamalarını gerçekleştirirken karşılaşılan sorunlar;	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Fikrim Yok	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	()	()	()	()	()
2	Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	()	()	()	()	()
3	İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	()	()	()	()	()
4	Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	()	()	()	()	()
5	İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	()	()	()	()	()
6	Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	()	()	()	()	()
7	Personel devir oranları artmaktadır.	()	()	()	()	()
8	İş gücü maliyetleri artmaktadır.	()	()	()	()	()
9	Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	()	()	()	()	()

10	Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	()	()	()	()	()
11	Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	()	()	()	()	()
12	Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	()	()	()	()	()
13	Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	()	()	()	()	()
14	Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	()	()	()	()	()
15	Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	()	()	()	()	()
16	Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	()	()	()	()	()
17	Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	()	()	()	()	()
18	Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	()	()	()	()	()
19	Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	()	()	()	()	()
20	Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	()	()	()	()	()

6- Belirttiğiniz sorun hakkında çözüm önerileriniz nelerdir? Siz bu sorunla başa çıkmak için ne gibi yöntemler kullanıyorsunuz?

SORU NO	Şu çözümleri uygularım;	Uygulamam	Kısmen uygularım	Uygularım
1	Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	()	()	()
2	Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.	()	()	()
3	Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	()	()	()
4	Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygularım.	()	()	()
5	Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	()	()	()
6	Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	()	()	()
7	Organizasyon şemalarımı yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.	()	()	()
8	Diğer.....	()	()	()

EK 3. Anket çalışmasında yer alan sorunlar ve kaynakları

SORU NO	SORU İÇERİĞİ	KAYNAĞI
1	Demografik sorular	
2	İnsan Kaynakları departmanında Endüstri 4.0 ile yaşanan dönüşümde en çok hangi sorunla karşılaşsınız?	Tez ana araştırma konumuz
3	2. Soruda sorulan en çok karşılaştığınız sorunlardan en önemlisi için karşılaşılan problemlere ne tür örnekler verebilirsiniz?	Tez ana araştırma konumuz
4	2. Soruda verdiğiniz cevaba göre bu sorunla karşılaşma sıklığınız nedir?	Tez ana araştırma konumuz
5	Lütfen görev yapmakta olduğunuz kurumda, İnsan Kaynakları uygulamalarını düşünerek, yargılara katılım düzeyinizi belirtiniz.	Tez ana araştırma konumuz
5.1.	Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	Maier ve Student, (2014); Bonekamp ve Sure, (2015); Ermolaeva, (2017).
5.2.	Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	Cerika ve Maksumic, (2017).
5.3.	İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	Cerika ve Maksumic, (2017).
5.4.	Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	Cerika ve Maksumic, (2017).
5.5.	İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	Ermolaeva, (2017).
5.6.	Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	Cerika ve Maksumic, (2017); Bonekamp ve Sure, (2015); Ermolaeva, (2017).
5.7.	Personel devir oranları artmaktadır.	Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, (2016).
5.8.	İş gücü maliyetleri artmaktadır.	Ermolaeva, (2017).
5.9.	Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	Bonekamp ve Sure, (2015).
5.10.	Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	Ermolaeva, (2017); Cerika ve Maksumic, (2017).
5.11.	Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	Madsen, Bilberg ve Hansen, (2016).

5.12.	Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	Ermolaeva, (2017).
5.13.	Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	Yusoff, Ramayah ve Ibrahim, (2010).
5.14.	Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	Ermolaeva, (2017).
5.15.	Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	Madsen, Bilberg ve Hansen, (2016).
5.16.	Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	Madsen, Bilberg ve Hansen, (2016).
5.17.	Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	Ermolaeva, (2017).
5.18.	Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	Ermolaeva, (2017).
5.19.	Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, (2016).
5.20.	Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	Ermolaeva, (2017).
6	Belirttiğiniz sorun hakkında çözüm önerileriniz nelerdir? Siz bu sorunla başa çıkmak için ne gibi yöntemler kullanıyorsunuz?	
6.1.	Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	Cerika ve Maksumic, (2017).
6.2.	Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.	Ermolaeva, (2017); Cerika ve Maksumic, (2017).
6.3.	Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	Yusoff, Ramayah ve Ibrahim, (2010).
6.4.	Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulayırım.	Madsen, Bilberg ve Hansen, (2016).
6.5.	Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	Ermolaeva, (2017).
6.6.	Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa ve Kohl, (2016).
6.7.	Organizasyon şemalarımı yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.	Ermolaeva, (2017).

EK 4. AHP yöntemiyle Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturma Adımı

	Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlemek zordur.	İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	Personel devir oranları artmaktadır.	Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	Eğitim ihtiyacı artmaktadır.	Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	İş gücü maliyetleri artmaktadır.	Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	Farklı performans değerlendirmeye sistemlerinin oluşturulması gereklidir.
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	1,00	0,29	0,48	0,25	0,33	0,49	0,38	1,00	0,25	0,33	0,48	0,44	0,34	0,24	0,38	0,32	0,60	0,30	0,58	0,33
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlemek zordur.	3,49	1,00	1,67	0,87	1,14	1,70	1,34	3,49	0,87	1,14	1,67	1,55	1,20	0,83	1,34	1,13	2,08	1,06	2,02	1,15
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	2,10	0,60	1,00	0,52	0,68	1,02	0,80	2,10	0,52	0,68	1,00	0,90	0,72	0,50	0,80	0,67	1,25	0,64	1,21	0,69
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	4,02	1,15	1,92	1,00	1,31	1,95	1,54	4,02	1,00	1,31	1,92	1,78	1,38	0,95	1,54	1,29	2,39	1,22	2,32	1,32
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	3,07	0,88	1,46	0,76	1,00	1,49	1,17	3,07	0,76	1,00	1,46	1,36	1,06	0,73	1,17	0,99	1,83	0,90	1,77	1,01
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	2,06	0,59	0,98	0,51	0,67	1,00	0,79	2,06	0,51	0,67	0,98	0,91	0,71	0,49	0,79	0,66	1,23	0,63	1,19	0,68
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	2,61	0,75	1,25	0,66	0,86	1,27	1,00	2,61	0,65	0,86	1,25	1,16	0,90	0,62	1,00	0,84	1,58	0,79	1,51	0,86
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	1,00	0,29	0,48	0,25	0,33	0,49	0,38	1,00	0,25	0,33	0,48	0,44	0,34	0,24	0,38	0,32	0,60	0,30	0,58	0,33
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	4,02	1,15	1,92	1,00	1,31	1,95	1,54	4,02	1,00	1,31	1,92	1,78	1,38	0,95	1,54	1,29	2,39	1,22	2,32	1,32
Personel devir oranları artmaktadır.	3,07	0,88	1,46	0,76	1,00	1,49	1,17	3,07	0,76	1,00	1,46	1,36	1,06	0,73	1,17	0,99	1,83	0,90	1,77	1,01
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	2,10	0,60	1,00	0,52	0,68	1,02	0,80	2,10	0,52	0,68	1,00	0,90	0,72	0,50	0,80	0,67	1,25	0,64	1,21	0,69
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	2,26	0,65	1,08	0,56	0,74	1,10	0,86	2,26	0,56	0,74	1,08	1,00	0,78	0,54	0,86	0,73	1,35	0,69	1,31	0,74
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	2,92	0,83	1,39	0,73	0,96	1,41	1,11	2,92	0,73	0,96	1,39	1,29	1,00	0,69	1,11	0,94	1,74	0,88	1,68	0,96
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	4,22	1,21	2,02	1,06	1,38	2,06	1,61	4,22	1,05	1,38	2,02	1,87	1,45	1,00	1,61	1,36	2,51	1,28	2,44	1,39
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	2,61	0,75	1,25	0,66	0,86	1,27	1,00	2,61	0,65	0,86	1,25	1,16	0,90	0,62	1,00	0,84	1,58	0,79	1,51	0,86
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	3,11	0,89	1,48	0,77	1,01	1,51	1,19	3,11	0,77	1,01	1,48	1,37	1,07	0,74	1,19	1,00	1,86	0,94	1,79	1,02
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	1,68	0,48	0,80	0,42	0,55	0,81	0,64	1,68	0,42	0,55	0,80	0,74	0,58	0,40	0,64	0,54	1,00	0,51	0,97	0,55
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	3,30	0,94	1,57	0,82	1,07	1,60	1,26	3,30	0,82	1,07	1,57	1,46	1,13	0,78	1,26	1,06	1,96	1,00	1,90	1,08
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	1,73	0,50	0,83	0,43	0,56	0,84	0,66	1,73	0,43	0,56	0,83	0,77	0,59	0,41	0,66	0,56	1,03	0,53	1,00	0,57
	3,04	0,87	1,45	0,76	0,99	1,48	1,16	3,04	0,76	0,99	1,45	1,35	1,04	0,72	1,16	0,98	1,81	0,92	1,76	1,00

EK 5. AHP yöntemiyle Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi Adımı

	Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	İşe alım sürecinde yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikler farklıdır.	İşe alım sürecinde yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikler farklıdır.	Yeni teknolojik sistemler insanlardan ihtiyaç duyulmaktadır.	Görüşmelerde değişiklikler yapılmaktadır.	Organizasyon süreçlerinde değişiklikler yapılmaktadır.	Sürekli değişim teknolojileri şirketlerin iş gücü planlaması için zorunludur.	Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	Personel devri oranları artmaktadır.	Oryantasyon programlarında yeni oluşturan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zorunludur.	Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	Eğitim ihtiyaçlarının artmasıyla iş gücü ve maliyet kaybı artmaktadır.	Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinliklere kazandırılması mümkündür.	Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaşmaktadır.	İş gücü maliyetleri artmaktadır.	Yeni iş kollarının ücret aralığı belirlenmektedir.	Ücret skalasının dengesi için neden olmaktadır.	Farklı performans değerlendirmesi sistemlerinin oluşturulması gereklidir.
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
İşe alım sürecinde yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikler farklıdır.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
İşe alım sürecinde yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikler farklıdır.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Yeni teknolojik sistemler insanlardan ihtiyaç duyulmaktadır.	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Görüşmelerde değişiklikler yapılmaktadır.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Organizasyon süreçlerinde değişiklikler yapılmaktadır.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sürekli değişim teknolojileri şirketlerin iş gücü planlaması için zorunludur.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Personel devri oranları artmaktadır.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Oryantasyon programlarında yeni oluşturan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zorunludur.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Eğitim ihtiyaçlarının artmasıyla iş gücü ve maliyet kaybı artmaktadır.	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinliklere kazandırılması mümkündür.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaşmaktadır.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Yeni iş kollarının ücret aralığı belirlenmektedir.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Ücret skalasının dengesi için neden olmaktadır.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Farklı performans değerlendirmesi sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

EK 6. AHP Yöntemiyle Ağırlıkların Belirlenmesi

	Ağırlıklar
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	0,019
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	0,065
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	0,039
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	0,075
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	0,057
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	0,039
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	0,049
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	0,019
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	0,075
Personel devir oranları artmaktadır.	0,057
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	0,039
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	0,042
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	0,055
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	0,079
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	0,049
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	0,058
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	0,031
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	0,062
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	0,032
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	0,057

EK 7. AHP Yöntemiyle Tutarlılık Hesaplaması

Tutarlılık	di	wi	Ei
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	0,375	0,019	20
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	1,309	0,065	20
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	0,785	0,039	20
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	1,504	0,075	20
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	1,148	0,057	20
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	0,772	0,039	20
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	0,979	0,049	20
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	0,375	0,019	20
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	1,504	0,075	20
Personel devir oranları artmaktadır.	1,148	0,057	20
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	0,785	0,039	20
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	0,847	0,042	20
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	1,092	0,055	20
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	1,582	0,079	20
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	0,979	0,049	20
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	1,163	0,058	20
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	0,629	0,031	20
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	1,234	0,062	20
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	0,649	0,032	20
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	1,140	0,057	20

EK 8. TOPSIS Yöntemiyle Karar Matrisinin Oluşturulması Adımı

	O-Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	O-Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitime desteklerim.	O-Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	O-Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulayırım.	O-Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygulayarak düzenli olarak geribildirim alırım.	O-Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	O-Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	4	4	3	2	3	3	3
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlemek zordur.	6	6	5	4	5	4	5
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	4	5	4	3	3	3	4
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	5	6	5	3	4	4	4
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	4	5	4	3	4	3	4
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	6	7	6	4	5	5	6
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	3	4	3	2	3	2	3
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	8	9	8	6	8	7	8
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	6	6	6	4	5	5	5
Personel devir oranları artmaktadır.	6	7	6	4	6	5	6
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	6	6	6	4	5	5	5
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	3	3	3	2	2	2	3
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	2	3	2	1	2	1	2
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	6	7	6	4	6	5	6
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	4	4	3	2	3	3	3
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	6	7	6	5	6	5	6
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	6	7	6	4	5	5	5
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	6	7	6	5	6	5	6
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	6	6	5	4	5	4	5
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	3	4	3	2	3	2	3

EK 9. TOPSIS yöntemiyle Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması Adımı

	O-Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	O-Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitime desteklerim.	O-Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	O-Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygulayırım.	O-Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	O-Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	O-Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	2,629	2,776	2,578	2,242	2,495	2,370	2,516
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlemek zordur.	0,752	0,794	0,738	0,642	0,714	0,678	0,720
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	1,255	1,325	1,231	1,070	1,191	1,131	1,201
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	0,655	0,691	0,642	0,558	0,621	0,590	0,626
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	0,858	0,905	0,841	0,731	0,814	0,773	0,821
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	1,276	1,347	1,251	1,088	1,210	1,150	1,221
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	1,006	1,062	0,986	0,857	0,954	0,906	0,962
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	2,629	2,776	2,578	2,242	2,495	2,370	2,516
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	0,655	0,691	0,642	0,558	0,621	0,590	0,626
Personel devir oranları artmaktadır.	0,858	0,905	0,841	0,731	0,814	0,773	0,821
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	1,255	1,325	1,231	1,070	1,191	1,131	1,201
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	1,163	1,228	1,141	0,992	1,104	1,048	1,113
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	0,902	0,952	0,884	0,769	0,856	0,813	0,863
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	0,623	0,657	0,611	0,531	0,591	0,561	0,596
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	1,006	1,062	0,986	0,857	0,954	0,906	0,962
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	0,847	0,894	0,830	0,722	0,803	0,763	0,810
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	1,565	1,653	1,535	1,335	1,485	1,411	1,498
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	0,798	0,842	0,782	0,680	0,757	0,719	0,763
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	1,518	1,603	1,489	1,294	1,440	1,368	1,452
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	0,864	0,912	0,847	0,737	0,820	0,779	0,827

EK 10. TOPSIS yöntemiyle Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması Adımı

	O-Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	O-Yeni teknolojilere uyum sağlaman konusunda çalışanlarımı eğitime desteklerim.	O-Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	O-Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygularım.	O-Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	O-Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	O-Organizasyon şemalarını yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	0,007	0,008	0,007	0,006	0,007	0,007	0,007
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	0,026	0,027	0,025	0,022	0,024	0,023	0,025
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	0,015	0,016	0,015	0,013	0,015	0,014	0,015
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	0,030	0,031	0,029	0,025	0,028	0,027	0,028
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	0,023	0,024	0,022	0,019	0,021	0,020	0,022
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	0,015	0,016	0,015	0,013	0,014	0,014	0,015
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	0,019	0,020	0,019	0,016	0,018	0,017	0,018
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	0,007	0,008	0,007	0,006	0,007	0,007	0,007
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	0,030	0,031	0,029	0,025	0,028	0,027	0,028
Personel devir oranları artmaktadır.	0,023	0,024	0,022	0,019	0,021	0,020	0,022
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	0,015	0,016	0,015	0,013	0,015	0,014	0,015
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	0,017	0,018	0,016	0,014	0,016	0,015	0,016
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	0,022	0,023	0,021	0,018	0,020	0,019	0,021
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	0,031	0,033	0,031	0,027	0,030	0,028	0,030
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	0,019	0,020	0,019	0,016	0,018	0,017	0,018
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	0,023	0,024	0,022	0,020	0,022	0,021	0,022
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	0,012	0,013	0,012	0,011	0,012	0,011	0,012
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	0,024	0,026	0,024	0,021	0,023	0,022	0,023
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	0,013	0,014	0,013	0,011	0,012	0,012	0,012
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	0,022	0,024	0,022	0,019	0,021	0,020	0,021

EK 11. TOPSIS Yöntemiyle İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

Adımı

	Negatif	Pozitif
Endüstri 4.0 ile birlikte yeni iş kolları ortaya çıkmaktadır.	0,008	0,006
İşe alımda yeni iş kollarının gerektirdiği yetkinlikleri belirlenmek zordur.	0,027	0,022
İşe alım aşamaları uzun ve çok aşamalı olmaktadır.	0,016	0,013
Yeni teknolojik sistemler insana olan ihtiyacı azaltmaktadır.	0,031	0,025
Görev tanımlarında değişikliğe yol açmaktadır.	0,024	0,019
Organizasyon şemalarında belirsizlikler yaşanmaktadır.	0,016	0,013
Sürekli değişen teknolojiler şirketlerin iş gücü planlaması yapmalarını zorunlu kılacaktır.	0,020	0,016
Yeni işler için iş gücü planlaması yapmak zaman ve maliyet kaybına yol açmaktadır.	0,008	0,006
Yeni alanlara uygun nitelikli personel bulmak zorlaşmaktadır.	0,031	0,025
Personel devir oranları artmaktadır.	0,024	0,019
Oryantasyon programlarında yeni oluşan pozisyonlara yönelik ihtiyaçları belirlemek zordur.	0,016	0,013
Gerekli personel yetkinlikleri değişmektedir.	0,018	0,014
Eğitim ihtiyaçları artmaktadır.	0,023	0,018
Eğitim ihtiyacının artmasıyla iş gücü ve maliyet kayıpları artmaktadır.	0,033	0,027
Mevcut çalışanların devam etmesi farklı yetkinlikleri kazanmalarıyla mümkündür.	0,020	0,016
Yeni teknolojik sistemler kariyer planlaması yapmayı zorlaştırmaktadır.	0,024	0,020
İş gücü maliyetleri artmaktadır.	0,013	0,011
Yeni iş kolları için ücret aralığı belirlemek zordur.	0,026	0,021
Ücret skalalarında dengesizliğe neden olmaktadır.	0,014	0,011
Farklı performans değerlendirme sistemlerinin oluşturulması gereklidir.	0,024	0,019

EK 12. TOPSIS Yöntemiyle İdeal ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık**Değerlerinin Elde Edilmesi Adımı**

	Pozitif	Negatif
O-Çalışanların ihtiyaç duyduğu gerekli becerilerin kazanılmasına odaklanırım.	0,957	0,959
O-Yeni teknolojilere uyum sağlamaları konusunda çalışanlarımı eğitimle desteklerim.	0,906	0,898
O-Yeni teknolojilerle birlikte ortaya çıkacak yeni işlerle ve mevcut işlerin değişimiyle ilgili iş gücü planlaması yaparım.	0,807	0,818
O-Artan yetkinliklerle orantılı olarak ücretlerde artış uygularım.	0,717	0,680
O-Yeni gelişen teknolojilere uygun farklı performans değerlendirme kriterleri uygular, düzenli olarak geribildirim alırım.	0,438	0,411
O-Yeni iş kollarının gerekliliklerini ve gelecek durumlarını belirler, buna uygun kariyer planlaması yaparım.	0,167	0,186
O-Organizasyon şemalarımı yeni pozisyonlara göre revize eder, en adil hiyerarşik yapıyı oluşturmaya çalışırım.	0,029	0,031