

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



**ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞ
İÇİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİYLE SEKTÖRLERİN
SIRALANMASI; KASTAMONU BÖLGESİ ÖRNEĞİ**

OĞUZ ŞAFAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. BAHADIR ÇAĞRI BAYRAM

EYLÜL - 2022

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

OĞUZ ŞAFAK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞ İÇİN AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİYLE SEKTÖRLERİN SIRALANMASI; KASTAMONU BÖLGESİ ÖRNEĞİ

OĞUZ ŞAFAK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ. DR. BAHADIR ÇAĞRI BAYRAM

Dünyada teknolojinin gelişmesi ve dijital dönüşümle birlikte işletmeler için temel amaç üretimde hızın ve kalitenin artması aynı zamanda esneklik ve ucuzluğun sağlanmasıdır. Küresel rekabetinde artmasıyla işletmeler için dijital dönüşüm gerekli hale gelmiştir. Dijital dönüşüm denildiği zaman ilk akla gelen örnek Endüstri 4.0 kavramıdır. Endüstri 4.0 dönüşümüyle birlikte işletmeler robotları, otomasyon sistemlerini, yapay zeka teknolojilerini ve siber fiziksel sistemleri kullanarak üretimde ve hizmette daha verimli hale gelmeyi hedeflemektedir. Türkiye'de Endüstri 4.0 dönüşümü fikri henüz farkındalık aşamasındadır. Türkiye'de bazı sektörler Endüstri 4.0 dönüşümüne uygun, bazı sektörler ise daha hazır değildir. Bu çalışmada, Türkiye'deki orman ürünleri sektörlerinin Endüstri 4.0 dönüşümü için ne durumda olduğu incelenmiştir. Çalışmanın uygulanacağı bölge olarak Kastamonu ili seçilmiştir. Kastamonu'da bulunan bazı orman ürünleri sektörleri, AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak Endüstri 4.0'a geçiş için sektörel olarak sıralanmıştır. Sektörel sıralamanın gerçekleştirilmesi için orman ürünleri sektörlerine hakim olan 11 kişiye yüz yüze anket yöntemi uygulanmıştır. Anket çalışmasında belirlenen 6 kriterin önem dereceleri belirlenmesi için ikili karşılaştırma yapılmıştır. Daha sonra bu kriterlerin, Endüstri 4.0'a geçiş için orman ürünleri sektörlerine uygunluğu değerlendirilmiştir. Kriterler önem derecesine göre sıralandığında en önemli kriter entegrasyon kriteridir. İkinci önemli kriter ise bilgi kriteridir. Bu kriterleri önem sırasına göre fonksiyonellik, iletişim, varlık ve işletme kriteri izlemektedir. Kriterlerin ağırlıklarından faydalanılarak belirlenen sektörlerin Endüstri 4.0'a geçiş sıralaması gerçekleştirilmiştir. Uygunlukları incelendiğinde ilk sırada parke sektörü karşımıza çıkmaktadır. Bunları sırasıyla lif levha, yonga levha ve mobilya sektörleri takip etmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER:Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Orman Ürünleri Endüstrisi, AHP, TOPSIS.

Eylül 2022, 74 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

THE RANKING OF FOREST PRODUCTS INDUSTRY SECTORS WITH AHP AND TOPSIS METHODS ON TRANSITION TOWARDS TO INDUSTRY 4.0; CASE STUDY OF KASTAMONU REGION

OĞUZ ŞAFAK

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST INDUSTRIAL ENGINEERING
SUPERVISOR:ASSOC. PROF. BAHADIR ÇAĞRI BAYRAM**

With the development of technology in the world and digital transformation, the main purpose for businesses is to increase the speed and quality in production, as well as to provide flexibility and cheapness. With the increase in global competition, digital transformation has become necessary for businesses. The first example that comes to mind when it comes to digital transformation is the concept of Industry 4.0. With the Industry 4.0 transformation, businesses aim to become more efficient in production and service by using robots, automation systems, artificial intelligence technologies and cyber physical systems. The idea of Industry 4.0 transformation in Turkey is still in the awareness stage. Some sectors in Turkey are suitable for Industry 4.0 transformation, while some sectors are not yet ready. In our study, the situation of the Forest Products Sectors, one of the leading sectors of Turkey, for the Industry 4.0 transformation has been examined. The region where the study will be applied is the province of Kastamonu, which comes to mind first in forestry. Some forest products sectors in Kastamonu have been ranked by sector for the transition to Industry 4.0 using AHP and TOPSIS methods. In order to realize the sectoral ranking, 11 people were interviewed in Kastamonu. A survey was conducted with 11 people who dominate the forest products sectors. Pairwise comparison was made to determine the importance levels of the 6 criteria determined in the survey study. Then, the suitability of these criteria for the forest products sectors for the transition to Industry 4.0 was evaluated. When the criteria are ranked according to their importance, the most important criterion is the integration criterion. The second important criterion is the information criterion. These criteria are followed by functionality, communication, presence and business criteria in order of importance. The transition ranking of the sectors determined by using the weights of the criteria to Industry 4.0 was carried out. When their suitability is examined, the parquet sector comes first. These are followed by fiberboard, particleboard and furniture sectors, respectively.

KEYWORDS:Industry 4.0, Digital Transformation, Forest Products Industry, AHP, TOPSIS.

September 2022, 74 Page

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde ilk andan son ana kadar desteğini, bilgi ve birikimini esirgemeyen zorlandığım zamanlarda başaramayacağımı düşündüğüm anda bile sözleriyle inancımı tazeleyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Bahadır Çağrı BAYRAM'a teşekkürlerimi sunarım. Orman Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Alperen KAYMAKCI'ya çalışmamda yol gösterdiği için her yanına gittiğimde vaktini ve yardımlarını esirgemediğinden dolayı teşekkür ederim. Doç. Dr. Nadir ERSEN'e katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Çalışmama katılıp görüş ve bilgilerini paylaştıkları için Kastamonu ilinde Orman Ürünleri Endüstrisinde alanındaki uzman katılımcılara teşekkür ederim. Çalışmamda ve hayatımın her anında maddi manevi desteğini esirgemeyen iyi günümde kötü günümde yanımda olan benim ve oğlum Kerem'in hayatına anlam katan canım eşim Beyza ŞAFAK'a en içten sevgilerimi sunuyorum.

OĞUZ ŞAFAK

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR	3
3.ENDÜSTRİ 4.0	7
3.1 Endüstri 4.0 Kavramı ve Tanımı	7
3.2 Endüstri 4.0 Gelişim Süreci.....	8
3.3 Endüstri 4.0'ın Avantajları	10
3.3.1 Üretim Sistemleri	10
3.3.2 BT Sistemleri	10
3.3.3 İşçi.....	11
3.3.4 Enerji Verimliliği	11
3.3.5 Değer Zinciri.....	11
3.4 Endüstri 4.0'ın Dezavantajları.....	12
3.4.1 Teknik Problemler	12
3.4.2 Maliyet ve Süre Problemleri	12
3.4.3 Yasalar ve Regülasyonlar	13
3.4.4 Güvenlik.....	13
3.4.5 İşsizlik ve Kalifiyeli Eleman Gereksinimi	13
3.4.6 Organizasyonel Değişim İhtiyacı.....	14
3.5 Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri	14
3.5.1 Üç Boyutlu Yazıcılar	14
3.5.2 Nesnelerin İnterneti.....	15
3.5.3 Akıllı Fabrikalar.....	15
3.5.4 Arttırılmış Gerçeklik (AG)	16
3.5.5 Yapay Zekâ	17
3.5.6 Siber ve Fiziksel Sistemler (SFS)	17
3.5.7 Büyük Veri.....	17
3.5.8 Otonom Robotlar	18
3.5.9 Simülasyon.....	19
3.5.10 Sistem Entegrasyonu.....	19
3.5.11 Bulut Teknolojisi Sistemi	19
3.6 Türkiye'de Endüstri 4.0.....	20
4. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİ	22
4.1 Orman Ürünlerinin Tanımı.....	22
4.2 Orman Ürünleri Endüstrisinin Tarihçesi	23
4.3 Orman Ürünleri Endüstrisinin Tanımı ve Sınırlandırılması.....	24
4.4 Orman Ürünleri Endüstrisinin Genel Özellikleri	25

4.5 Türkiye’de Orman ve Orman Ürünleri Endüstrisi.....	25
4.6 Çalışmada Yer Alan Orman Ürünleri Sektörleri	27
4.6.1 Yonga Levha Sektörü	27
4.6.2 Lif Levha Sektörü	28
4.6.3 Parke Sektörü	29
4.6.4 Mobilya Sektörü	30
4.7 Türkiye’de Orman Ürünleri Endüstrisinin Avantajları ve Dezavantajları	31
4.8 Türkiye’de Orman Ürünleri Endüstrisinin Endüstri 4.0 Dönüşümü Önerileri. 32	
4.9 Orman Ürünleri Endüstrisinde Kastamonu İlinin Yeri ve Önemi.....	33
5. YÖNTEM.....	36
5.1 Çalışmanın Gerçekleştirildiği Bölge	36
5.2 Uzman Sayısının Belirlenmesi	36
5.3 Anket Tekniği.....	36
5.3.1 Anket Formunun Hazırlanması.....	37
5.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi.....	39
5.4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulama Adımları	40
5.4.1.1 Hiyerarşik yapının elde edilmesi.....	40
5.4.1.2 İkili karşılaştırma matrisi ve üstünlük belirleme.....	41
5.4.1.3 Görelî önem vektörünün bulunması.....	42
5.4.1.4 Görelî önem vektörünün tutarlılığının bulunması.....	43
5.4.1.5 Hiyerarşik yapının genel sonucunun bulunması	44
5.4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Üstün ve Zayıf Yönleri.....	44
5.4.3 AHP Yönteminin Çalışmada Kullanılması.....	46
5.5 TOPSIS Yöntemi.....	46
5.5.1 TOPSIS Yöntemi Uygulama Adımları	46
5.5.1.1 Karar matrisinin elde edilmesi	46
5.5.1.2 Normalize matrisinin elde edilmesi	47
5.5.1.3 Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmesi.....	47
5.5.1.4 İdeal ve ideal olmayan çözüm değerlerinin elde edilmesi	48
5.5.1.5 İdeal ve ideal olmayan noktalara uzaklık değerlerinin bulunması.....	49
5.5.1.6 İdeal çözüme görelî yakınlığın bulunması	50
6. BULGULAR.....	51
6.1 Ankete Katılan Uzmanlara Dair Bulgular	51
6.2 AHP Grup Karar Matrisi	52
6.3 Normalizasyon Matrisi	53
6.4 Öncelik Vektörü	53
6.5 TOPSIS Grup Karar Matrisi.....	53
6.6 Normalize Matris.....	54
6.7 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi	54
6.8 İdeal ve Negatif İdeal Çözümler.....	54
6.9 Pozitif İdeal Çözüm Uzaklık Değerleri	55
6.10 Negatif İdeal Çözüm Uzaklık Değerleri.....	55
6.11 İdeal Çözüme Görelî Yakınlık	55
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	56
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	70
EK 1 Anket/Ölçek Formu.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1 Ana Fonksiyonların Genel Ormanlık Alana Oranı	26
Şekil 4.2 Levha ürünleri ithalat ve ihracat rakamları	29
Şekil 4.3 Mobilya ithalat ve ihracat rakamları grafiği	31
Şekil 5.1 RAMI 4.0 yapısı	37
Şekil 5.2 AHP Hiyerarşi Yapısı	41

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Türkiye'nin Ormanlık Alan Oranı	26
Tablo 4.2 Türkiye'nin yongalevha üretim, ithalat ve ihracatı.....	28
Tablo 4.3 Orman servetinin orman bölge müdürlükleri düzeyinde dağılımı.....	33
Tablo 4.4 Fonksiyonel verimli ormanların OBM düzeyinde dağılımı	34
Tablo 5.1 Hiyerarşi kriterleri ve tanımları	38
Tablo 5.2 Kriterlerin karşılaştırma skalası	38
Tablo 5.3 Endüstri 4.0 için kriterlerin sektörlere uygunluğunun değerlendirilmesi	39
Tablo 5.4 İkili Karşılaştırma Ölçeği	42
Tablo 5.5 Rassallık Değer İndeksi	44
Tablo 6.1 Ankete katılan uzmanların demografik özellikleri	51
Tablo 6.2 AHP grup karar matrisi.....	52
Tablo 6.3 Normalizasyon matrisi	53
Tablo 6.4 Öncelik vektörü.....	53
Tablo 6.5 TOPSIS grup karar matrisi	53
Tablo 6.6 Normalize matris.....	54
Tablo 6.7 Ağırlıklandırılmış karar matrisi	54
Tablo 6.8 Smax ve Smin değerleri.....	54
Tablo 6.9 Pozitif ideal çözüme uzaklık değerleri.....	55
Tablo 6.10 Alternatiflerin Smax değerleri	55
Tablo 6.11 Negatif ideal çözüme uzaklık değerleri	55
Tablo 6.12 Alternatiflerin Smin değerleri	55
Tablo 7.1 Kriter ağırlıkları	56
Tablo 7.2 Sektörlerin sıralaması	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AR	: Arttırılmış Gerçeklik
ARGE	: Araştırma Geliştirme
BT	: Bilişim Teknolojileri
CI	: Tutarlılık İndeksi
CR	: Tutarlılık Oranı
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
EBSO	: Ege Bölgesi Sanayi Odası
KOBM	: Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü
MDF	: Medium – Density Fiberboard (Orta Yoğunluklu Lif Levha)
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
OSB	: Yönlendirilmiş Yonga Levha
R	: Sonuç Vektörü
RAMI	: Reference Architectural Model Industrie
RI	: Ortalama Rastsal Tutarlılık
ROI	: Yatırım Geri Dönüş Süresi
SFS	: Siber Fiziksel Sistemler
SGM	: Sanayi Genel Müdürlüğü
TDK	: Türk Dil Kurumu
TOPSIS	: Technique for Order by Similarity to Ideal Solution
TÜSİAD	: Türkiye Sanayiciler ve İş İnsanları Derneği
W	: Üstünlük Vektörü

1.GİRİŞ

Günümüzde artık herşey değişim içindedir ve bu değişime ayak uydurmak insanlık ve dünya için önemli bir husustur. Değişim denildiğinde ise akla devrim kelimesi gelmektedir. Devrim bazen olağan üstü olayların gerçekleşmesiyle, bazen sosyal ve ekonomik sebeplerden dolayı, bazende önemli buluşların hayatımıza girmesiyle karşılaştığımız değişimlerle gerçekleşebilir.

Devrim denilince akla gelen önemli olayların başında Sanayi Devrimi gelmektedir. Din, bilim, felsefe, siyaset gibi kavramların 16. ve 17. yüzyılda değişikliklere uğraması ve bilim, teknoloji gibi alanlardaki gelişmeler Sanayi Devriminin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Deane, 1994). Sanayi Devrimini meydana getiren nedenlerden biriside Avrupa'nın nüfus olarak artış göstermesi ve bunun sonucunda tarımdaki gelişim kırsal nüfusa olan gereksinimi azaltmıştır. Kırsal bölgelerden şehirlere doğru gerçekleşen nüfus göçüyle birlikte şehirlerde hazır işgücü ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda ise hayat kalitesi yükselmiş, alt ve orta sınıf için lüks diye tabir edilen kahve, çay, şeker tarzındaki gıdalar insan hayatının doğal bir parçası haline gelmiştir. Sonuç olarak tüketime olan talep artış göstermeye başlamıştır. (Arkan, 2018).

Sanayi Devrimi ile birlikte endüstri kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram sürekli değişim gösteren bir süreç haline gelmiştir (Pamuk ve Soysal, 2018). Suyun ve buharın gücünden yararlanılmak suretiyle üretimde makineleşmenin adımları atılmıştır. Daha sonrasında ise 20. yüzyıl başlarında elektrik enerjisinden faydalanılarak, seri üretime geçilmiştir. 1970'lerden itibaren ise teknolojinin daha fazla gelişmesiyle üretimde otomasyon gerçekleşmiştir. Almanya'da 2011 yılında Endüstri 4.0 kavramı ortaya atılmıştır ve bu kavram yeni bir sürecin doğuşu olarak nitelendirilmiştir (Soylu, 2018). Endüstri 4.0 içinde bulunduğumuz dönemin endüstriyel anlamdaki dönüşüm hareketidir. Bir diğer deyişle Dördüncü Sanayi Devrimi'nin asıl amacı dijital gelişmelere uyum sağlayarak fırsatları değerlendirmek ve artan tüketim taleplerine karşı üretimi daha fazla verimlileştirmektir (Dengiz, 2017). Üretimin verimli hale gelmesiyle birlikte rekabetin artması beklenmektedir.

Gerçekleşen endüstriyel devrimlerin temelinde yatan sebep ise sürekli olarak gelişimin sağlanması ve yeni değişimlerin meydana gelmesidir. Değişimlerin farklı boyutlarda farklı etkileri görülmektedir. Küresel düzende ekonominin yapı taşı görevini üstlenen işletmelerin bu etkilerin farkına varması, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi için stratejik önem arz etmektedir (Aytar, 2019). Gelişen teknoloji ve taleplerin artmasıyla birlikte dünya Endüstri 4.0 dönüşümünün önemini kavrayarak bu dönüşümü hızla gerçekleştirmektedir ve işletmeler üretimini, iş modellerini esnek hale getirerek, dijital teknolojileride sürece entegre ederek dönüşüme hazır hale gelmiştir. Özellikle gelişmiş Avrupa ülkeleri buna örnek olarak gösterilebilir (Özkan vd. 2018).

Türkiye’de ise Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili araştırmalar ve dönüşüm çalışmaları yeni yeni kendini göstermektedir. Dördüncü Sanayi Devriminin Türkiye’ye etkileri, dönüşüm süreci, olumlu ve olumsuz yönlerinden bu çalışmada bahsedilmesi amaçlanmaktadır. Türkiye gibi orman alanları fazla olan ve orman ürünleri sanayisinin büyük bir kesimini oluşturan bir ülkede Endüstri 4.0’a geçişte orman ürünleri sektörleri arka plana atılmamalıdır. Bu sebepten dolayı çalışmada Endüstri 4.0’a geçişte orman ürünleri sektörlerinin hazır olup olmadığını tespit ederek, Endüstri 4.0 dönüşümü için orman ürünleri sanayisinde sektörel sıralama gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma için pilot bölge olarak Kastamonu ili seçilmiştir. Kastamonu ili orman ürünleri sektörü için oldukça öneme sahiptir (Gökçe ve Akyıldız, 2010). Hem hammadde hem de üretim için orman ürünleri sektöründe başı çeken illerden bir tanesidir. Çalışmada veriler, anket yöntemiyle Kastamonu ili sınırlarında çalışan orman ürünleri sektörlerinde uzman olan kişilerden elde edilmiştir.

Yöntem olarak AHP ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanılmış olup, öncelikle orman ürünleri sektörlerinde Endüstri 4.0’a geçiş için belirlenen önem kriterleri uzmanlarca karşılaştırılmıştır. Daha sonra ise bu kriterlerin Endüstri 4.0’a geçişte hangi orman ürünleri sektörüne daha uygun hangisine daha az uygun puanlaması gerçekleştirilmiştir. Uzmanların değerlendirmeleri sonucunda analizler gerçekleştirilerek Endüstri 4.0’a geçiş için orman ürünleri sanayisi sektörlerinin sıralaması yapılmıştır.

2.LİTERATÜR

Hatipoğlu ve Tunacan (2020) alışmasında Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde bulunan işletmelerin Endüstri 4.0 kavramına ne kadar hâkim olduklarını ve geçiş sürecinde ne aşamada olduklarını öğrenmeyi amaçlamıştır. Organize sanayi bölgesinde bulunan işletmelerden 71 tanesiyle iletişime geçilmiştir. Çalışmada veri toplama yöntemi olarak anket yöntemi uygulanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda istatiksels analizler yapılmıştır. Anket yöntemiyle toplanan veriler SPSS 22.0 uygulamasıyla analiz edilmiş ve sonuçlandırılmıştır. Ankete katılım gerçekleştiren çoğu işletmenin Endüstri 4.0 dönüşümü için kendilerini hazır görmediklerini ve öncelikli sorunlarının nitelikli iş gücüyle, yatırım sermayesi eksikliği olduğu ortaya konulmuştur.

Koç (2020) alışmasında Dünyada ve Türkiye de Endüstri 4.0'ın yansımalarından bahsetmiştir. ABD, Almanya, Çin, Japonya, Güney Kore, İngiltere ve Türkiye gibi ülkeleri dijital rekabet gücü, ar-ge durumu, dijital dönüşüm karneleri gibi alt başlıklarla inceleyip Endüstri 4.0 potansiyellerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Tunçel vd. (2017) alışmasında mobilya endüstrisinde Endüstri 4.0'a olan yaklaşımın nasıl olduğunun ve gelecekte mobilya sektörünün nasıl şekillenebileceğinin araştirmasını yapmıştır.

Öztürk ve Koç (2017) alışmasında Endüstri 4.0'ın Türkiye de mobilya sektörü için geçiş süreciyle ilgili öneriler ve mobilya sektöründe ki sorunlar için çözüm nerileri ortaya koymuştur. Endüstri 4.0'a dönüşüm sürecini değerlendirmiş ve tartışmıştır. Bunun yanında mobilya sektörünün durumu ve Türkiye de dijitalleşmeyle ilgili bilgiler sunmuştur.

Yazıcı ve Düzkaya (2016) alışmasında Toplumsal, endüstriyel ve iktisadi dönüşümleri, Endüstri 4.0 devrimini ortaya çıkaran dinamikleri ve bu devrimin karşısında dünya endüstrisinin ne durumda olduğunu, Endüstri 4.0 devrimine Türkiye'nin hazır olup olmadığını ve bu dönüşümde karşılaşılabilecek sorunları ortaya koymuştur.

Öztemel vd. (2019) çalışmasında Endüstri 4.0 dönüşüm sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanarak performans kriteri belirlenmesinden bahsetmiştir. Bu çalışmada Endüstri 4.0'a geçişin değerlendirilmesini sağlayacak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Analizi gerçekleştirilen değerler istenilen güven aralıklarında hesaplanmıştır. Çıkan sonuçların değerlendirme ve karar verme süreçleri için etkili olması beklenmektedir.

Yıldız (2018) çalışmasında Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar ile ilgili araştırmalardan bahsetmiştir. Siber – Fiziksel sistemler, nesnelerin interneti ve bulut tabanlı üretim hakkında bilgiler verilmektedir.

Özsoylu (2017) çalışmasında Endüstri 4.0 hakkında ve temel bileşenleri ile ilgili bilgiler vermiştir. Endüstri 4.0 yapısı ve bilişim alt yapısıyla ilgili derlemelere de bu çalışmada ulaşılmaktadır. Hukuki altyapı ve yeni iş modelleriyle araştırmalar çalışmada sunulmaktadır.

Gökçe ve Akyıldız (2010) çalışmasında Kastamonu ili Orman Ürünleri Endüstri hakkında bilgiler vermektedir. Çalışmada hedef kitle Kastamonu sınırları içinde orman ürünleri üretimini gerçekleştiren işletmeler olarak belirlenmiştir. Anket yöntemini işletmelere uygulamıştır. İşletmelerin belirlenmesinde Kastamonu kamu kurumlarından alınan verilerden yararlanılmıştır. Veri girişleri için SPSS programından yararlanılmıştır. Anketin güvenilirliği Alfa Yöntemi ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda işletmelerin çoğunun aile tipi olduğu belirlenmiştir. İşletmenin ölçeği büyüdükçe nitelikli çalışan sayısında artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak Kastamonu ilinin orman ürünleri endüstrinde ki büyümeye yetişemediği, geri kaldığı görülmektedir. Bu yüzden teknolojik yatırıma, AR-GE çalışmalarına, mesleki eğitimlere ağırlık verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Üçüncü ve Bayram (2016) çalışmasında Kastamonu ilinde orman ürünleri endüstrisinde ki kuruluş yeri seçiminde etkili olan faktörlerin AHP yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Uzmanlar yardımıyla 8 faktör belirlenmiştir. Belirlenen faktörlerden AHP yöntemine uygun anket oluşturulmuştur, Kastamonu ili orman

ürünleri sektöründe çalışma yürüten işletmelerde ki yöneticilere ve Kastamonu Üniversitesinde görev yapan akademisyenlere anket uygulanmıştır. AHP yöntemin uygulanırken uzman görüşüyle elde edilen verilerle oluşturulan matrisler, geometrik ortalamayla birleştirilerek incelenmiştir ve Kastamonu ilinin gerek orman varlığı gerek orman endüstrisi alanında uzman tesisleri bünyesinde bulundurması gerekse de büyük pazarlara yakınlığıyla yatırımlara açık bir konumda olduğu belirtilmiştir.

Usta (2021) çalışmasında Türkiye de yürütülen Endüstri 4.0 araştırmaları hakkında bilgiler vermiştir. Yapılan bu çalışmanın hedefi 2017 yılından itibaren Türkiye de bulunan dergilerde yapılan Endüstri 4.0 araştırmalarını sistematik olarak ele almak ve anlamlı sonuçlar elde etmektir. Bu çalışma kapsamında yayın taraması sistematik biçimde gerçekleştirilerek, belirlenmiş araştırma sorularına cevaplar aranmıştır. Gelecek araştırmalar için farklı veri tabanlarından, güncel makalelerden oluşan daha kapsamlı ve zengin çalışmaların gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Yalçın ve Çaylak (2020) AHP ve TOPSIS yöntemlerinden faydalanarak Türkiye’de dijital dönüşüme geçiş ile ilgili sektörel sıralama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Endüstri 4.0’a geçişe hangi sektörden başlanılmasının daha doğru olacağını belirlemek hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda Türkiye’de ki bazı temel sektörlerin verimlilik, istihdam, ithalat-ihracat oranları gibi kritik karar verme yöntemleri göz önüne alınarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri ile sektörel sıralama elde edilmiştir. Elde edilen sonuçta tekstil, otomotiv, gıda, beyaz eşya, kimyasallar şeklinde sıralamanın en uygun olduğu görülmüştür.

Üçüncü vd. (2017) çalışmasında Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan iller arasından 7 tanesi seçilerek, panel mobilya üretim tesisinin bu illerden hangilerine kurulmasının daha avantajlı olacağı, belirlenen kriterlerin TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda bulunmuştur. Çalışmada karşılaştırması yapılan iller Kastamonu, Bolu, Karabük, Sinop, Düzce, Bartın ve Zonguldak olarak belirlenmiştir. Bu illerin karşılaştırılması için kriter olarak hammaddeye yakınlık, nüfus, teşvik düzeyi, Ankara’ya yakınlık, minimum yatırım miktarı, komşu illerin sayısı, fakülte-

yüksekokul mezun sayısı şeklinde belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda kuruluş yeri olarak sırasıyla Kastamonu, Düzce ve Bolu illeri ön plana çıkmaktadır.

Arkan (2018) çalışmasında Endüstri 4.0'a geçişin üretim maliyetleri açısından etkilerini araştırmıştır ve Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili bilgiler sunmuştur. Bu sanayi 4.0 dönüşümünün üretim maliyetlerine etkisi üzerine vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Bu vaka çalışması örneği bebek bezi üretimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0'a geçişin maliyetlerin azalmasına, lojistik ve proseslerde tasarrufların sağlanmasına önemli etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Yalpa (2020) çalışmasında Endüstri 4.0 kavramı ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin özellikleri, işletme fonksiyonlarına olan etkilerinden bahsetmiştir. Özellikle eğitim, sağlık ve hizmet gibi farklı sektörlerde gerçekleştirilecek olan akademik çalışmaların artırılması ve bu çalışmaların sonucunda elde edilen bulgularla bir yol çizilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Şenel (2021) çalışmasında Endüstri 4.0'ın sağlık sektöründeki kullanım alanları ve etkileriyle ilgili araştırmaları sunmaktadır. Endüstri 4.0'ın dönüşüm süreci, Türkiye de Endüstri 4.0'ın ne durumda olduğu ve dönüşüm hazırlıklarıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

Aylaz (2021) çalışmasında Endüstri 4.0 teknolojileriyle ilgili bilgiler vererek, bu teknolojilerden makine üreticilerini ne yönde ve nasıl etkilendiği bunun kullanıcılara nasıl yansıdığından bahsedilmiştir. Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim sektörlerine pozitif etkileri olduğu sonucu belirtilmiştir.

3.ENDÜSTRİ 4.0

3.1 Endüstri 4.0 Kavramı ve Tanımı

Endüstri 4.0 adıyla ortaya çıkan bu kavram dördüncü sanayi devrimiyle ortaya çıkmıştır. Bu devrim günümüz yaşam tarzıyla karşılaştırıldığında oldukça farklı bir bakış ortaya çıkarmaktadır (Dirsehan, 2017). Literatürde Endüstri 4.0'ın "Bilgisayar, Makine, Nesne ve İnsanların İnterneti" şeklinde betimlenmektedir. Üçüncü sanayi devriminde ortaya çıkan yazılım, donanım ve dijital teknolojilerin internet ile birleşmesiyle birlikte verilerin işlenmesi, siber fiziksel sistemler ile çok daha kaliteli ürün ve hizmetler, çok daha az bir maliyetle üretilebilmeyi sağlamaktadır (Özsoylu, 2017).

Üretim sistemlerinde, teknolojik olarak ilerleme ve gelişme dördüncü sanayi devrimiyle ortaya çıkan Endüstri 4.0 ile hız kazanmıştır. İnternetin de bu devrim ile beraber sürece entegre olması üretim evrelerinin akıllı hale gelmesini sağlamıştır (Arıksoy, 2016). Üretim sistemlerine Endüstri 4.0 etmenlerinin entegrasyonu ve internetin etkin kullanılması ile beraber yeni bir devrim süreci ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu devrim sürecinin sonucunda özellikle gelişmiş ülkelerin önderliğinde Endüstri 4.0'ın devletlerin gelecek planlarında ve sanayi iş birliklerinde önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Gelişmiş olan ülkeler bu yeni sisteme geçişin kolaylığı için devlet politikaları, düzenlemeler ve yeni uygulamalar hazırlamışlardır. Bu çalışmaların haricinde ise sanayinin de Endüstri 4.0 uygulamalarına geçişi için çalışmalar yapmaktadırlar (Kamber, 2019).

Dünyanın geleceğini büyük ölçüde etkileyecek, endüstriye farklı ve önemli bir boyut kazandıracak bir vizyon olarak Endüstri 4.0 yaklaşımı ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak Federal Almanya Hükümetinin 2011 yılında Hannover Fuarında sanayi modernleşmesi projesi olarak duyurmasıyla ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 olarak ortaya çıkan bu kavramın amacı dünya üzerindeki üretim, mal, hizmet ve tedarik zincirinin otomasyona dayalı şekilde gerçekleşmesidir (Schwab, 2016).

Günümüzdeki hızlı zaman akışı ve karmaşıklığın karşımıza çıkardığı zorlukları ortadan kaldırmak için bireysel liderlik kültürünün yerine kolektif liderlik kültürünü benimsemekte olup daha akıllı sistemlerin kullanımının zorunlu olduğunu göstermektedir (Dirsehan, 2017). Fabrikalar artık üretimlerinde Endüstri 4.0 atılımı sayesinde değişim gerçekleştirmekte olup üretim kalitesini ve üretim verimliliğini arttırmaktadır. Endüstri 4.0'ın içinde yapay zeka, dijital planlama, üç boyutlu yazıcılar, giyilebilir teknoloji, drone, robotlaşma, inovasyon, sürekli öğrenme, nesnelerin interneti gibi birçok teknolojik kavram bulunmaktadır (Öztürk ve Koç, 2017).

Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde uyumu sağlayabilmek için sadece işletmelerin üretim ile ilgili sistemleri uyumlu seviyeye getirmeleri yeterli değildir, üretimin yanında pazarlama süreçlerini de yukarıdan aşağı Endüstri 4.0'a uygun şekilde uyarlamak gerekmektedir (Kılıç, 2016). Endüstri 4.0 ürünün siparişinin verilmesiyle birlikte başlayan daha sonrasında ürünün imalat ve gelişim aşamasında devam eden ve müşteriye teslim edilinceye kadar süren uzunca bir süreçten oluşmaktadır. Daha sonrasında ise bütün ürünlerin veya hizmetlerin geri dönüşümüyle son bulmaktadır. Sonuç olarak bir ürünün ya da hizmetin üretiminden geri dönüşümüne kadar geçen tüm aşamaları birbiriyle birleştiren geniş bir operasyondur. Sistemleri ve nesnelere birbirine entegre eden bu operasyon dünyayı büyük bir bilgi sistemine dönüştürmektedir (Öztürk ve Koç, 2017).

3.2 Endüstri 4.0 Gelişim Süreci

Dünyada sanayinin gelişimi yüzyıllardan beri sürmektedir. Günümüze kadar üç büyük sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Günümüzde ise Endüstri 4.0 şeklinde isimlendirilen dördüncü sanayi devrimi olarak da nitelendirilen kavram ortaya çıkmıştır ve uygulanmaktadır (Can ve Kıymaz, 2016). Endüstri 4.0 kavramı teknoloji ve interneti kullanarak, kendi arasında iletişime geçen, sensörler vb. teknolojilerle ortamı algılayan, verilerin analizini gerçekleştirerek ihtiyaçların neler olduğunu farkına varabilen robotlar ile üretim aşamasını devralarak, maliyeti çok daha düşük, daha kaliteli, daha hızlı ve daha verimli bir üretim gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. İlk başta bir teknoloji denemesi şeklinde düşünülen Endüstri 4.0, günümüzde ise değişken ve gelişmekte olan endüstri ortamı için rekabet gücünü korumanın gerekliliği olarak

görülmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte daha fazla bilgisayarlaşma ve daha fazla yazılımın, akıllı sistemlerin üretiminde kullanılması beklenmektedir (Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkmasını hızlandıran bazı unsurlar bulunmaktadır. Özellikle Endüstri 3.0 olarak adlandırılan, teknoloji ve internetin üst seviyede kullanılması ve gelişmesi Endüstri 4.0'a ortam hazırlamıştır. Bu teknolojik gelişmelerin yanında ise 1990'lı yıllardan sonra dünya üzerinde üretimdeki payın gelişmekte olan ülkelere yönelmesi ve gelişmiş olan ülkelerdeki nüfus ve üretim maliyetlerindeki artışlar bu ülkeleri yeni bir endüstri devrimine mecbur kılmıştır. Özellikler Avrupa'nın ekonomik anlamda büyümesinde etkin olan ana sektör üretim sektörüdür (Kamber, 2019).

Gelişmiş Avrupa ülkelerinin yaşlı nüfusunun artmış olması, gelişmekte olan ve genç iş gücüne sahip ülkelerle rekabet etmesini zorlaştırmaktadır. Bu soruna çözüm olarak gelişmiş ülkeler beden gücü ve genç nüfusun eksikliğini yüksek teknolojik sistemlere ve otomasyon sistemlerine yönelerek ve bu sistemleri yaygınlaştırmayı bulmuştur (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017).

Üretim sektöründe maliyetlerin azaltılması daha fazla üretim yapılmasına ve kapitalist düşüncenin küreselleşmesine yol açmıştır. (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Gelişmekte olan Brezilya, Türkiye, Arjantin, Endonezya, Hindistan, Tayland ve Çin gibi ülkeler bu süreçte elde ettikleri maddi gücü, gelişmiş olan diğer ülkelerden elde edindikleri bilgilerle beraber kullanarak kendi endüstrilerini geliştirmeye başlamıştır. Özellikle Çin bu konuda öncü ülkelerin başında gelmektedir. Bu gelişim fırsatını doğru değerlendiren bu ülkeler gelişmiş ülkelerle rekabet etmektedir (Adıgüzel, 2011).

Dünya genelinde dijital dönüşüme öncü olan ülkelere Almanya, ABD ve Japonya'yı örnek gösterebiliriz. İlk kez Almanya da ortaya çıkan Endüstri 4.0 hareketini Japonya ise "Society 5.0" adıyla Endüstri 4.0'a benzer faaliyetler yürüterek sektörün ötesine geçmiştir ve "akıllı toplum" kavramını kullanmıştır (Özdestici, 2017). İnsan faktörünü ön plana çıkartarak farklı bir konsept oluşturmayı amaçlayan Japonya teknolojiyle insan arasında uyumlu bir yapı oluşturmayı amaçlamıştır. Bu saymış olduğumuz ülkelere dijital dönüşümün önemli paydası olan Fransa'yı da eklememiz mümkündür.

Fransa geleceğin endüstri birliğinin aktif bir üyesi olarak, esnek ve modüler bir tedarik zinciri çevresinde şekillenen eksiksiz bir dijital ürün portföyüne sahip bir endüstriyi oluşturmayı hedeflemektedir (Yalçiner ve Çaylak, 2020).

3.3 Endüstri 4.0'ın Avantajları

Endüstri 4.0 birçok konuda avantaj sağlamıştır. Avantaj sağlanan temel konular üretim sistemleri, BT sistemleri, işçi, enerji verimliliği ve değer zinciridir. Bu başlık altında bu konulara Endüstri 4.0' olumlu etkilerinden bahsedilmektedir.

3.3.1 Üretim Sistemleri

Endüstri 4.0 üretimde önemli avantajlar ve kolaylıklar elde edilmesini sağlamaktadır. Üretim sistemleri daha dinamik hale gelerek değişikliklere açık ve uyumlu hale gelmektedir. Üretimde verimliliğin ve esnekliğin artmasına katkıda bulunmaktadır. Esnek sistemler hem üretim aşamasında hem de tedarik aşamasında kullanılabilir. Örnek verecek olursak, müşteriler, çalışanlar veya yöneticiler üretim hattı çalışmaya devam ederken ürünlerin üretimi, değişimi, yaşam döngüsü gibi bilgileri kolayca elde edebilir ve bu sayede sürece dahil olabilir (Yılmaz ve Özdağoğlu, 2020).

Birbirlerine bağlı olan sistemler, üretimdeki kaliteyi olumlu şekilde değiştirmektedir. Üretimde aksaklıklar ve kusurlar, birbirine entegre şekilde çalışan sistemlerle beraber daha kolay şekilde tespit edilerek düzeltilmesi sağlanmaktadır. Esnek üretimin faydalarından bazıları da planlama, mühendislik, lojistik ve operasyonel süreçlerde olumlu gelişmeler ve iyileşmelerin gerçekleşmesidir (Aylaz, 2021).

3.3.2 BT Sistemleri

Teknolojinin ve internetin gelişmesiyle birlikte ürünler akıllı hale gelmektedir ve bu ürünlerin hepsinin ayrı ayrı kendilerine özgü kimlikleri bulunmaktadır. İnternet tabanlı teknolojilerin sayesinde insanlar, tedarikçiler, kaynaklar, makinalar ve akıllı fabrikalar birbirleri arasında iletişim sağlayabilmektedir. Ayrıca üretim, hizmet, hammadde, akıllı ağlar ve diğer nesnelere kendi aralarında bulut sistemleri denilen teknoloji ile iletişime geçebilmektedir (Yılmaz ve Özdağoğlu, 2020).

3.3.3 İşçi

İşletmelerin iş süreçlerinde, iş tanımlamalarında ve işçilerin seçiminde Endüstri 4.0'ın etkili olduğu görülmektedir. Endüstri 4.0'ın kullanımıyla birlikte iş tanımları gelişme kaydederek teknoloji daha verimli kullanıma uygun hale getirilecek, çalışanların iletişimi artacak, işlerin birbirleriyle daha entegre hale gelmesi sağlanacak ve ofis binaları daha eğitimle hale gelecektir. İşletmeler çalışanları işe alırken bilişim teknolojileri, yazılım geliştirme alanında bilgi birikimi ve yeteneği olan çalışanları tercih etmeye başlayacaktır (Kagermann vd. 2013).

Endüstri 4.0 ile birlikte akıllı sistemlerin devreye girmesi sonucunda çalışanlarında yetkilerinde artış ve firmaların karar almalarında daha aktif hale gelmesi sağlanmaktadır (Stock ve Seliger, 2016).

3.3.4 Enerji Verimliliği

Endüstri 4.0 sadece işletmeler ve işletmelerin üretim sistemlerinde ki problemler için değil, kaynakların ve enerjinin daha verimli şekilde kullanılması gibi evrensel problemlere de çözüm üretmektedir. Sürekli bir şekilde kesintisiz üretimin sağlanması, hammadde ve kaynakların daha etkin bir şekilde temin edilmesi ve kullanılması, enerji israfının azaltılması, emisyon miktarında azalmanın sağlanması, organizasyonu daha verimli şekilde oluşturulan lojistik rotalar, düzgün planlanan kapasiteler Endüstri 4.0'ın olumlu etkileridir (Kagermann vd. 2013).

3.3.5 Değer Zinciri

Sistemde bulunan tüm aşamalar ve akıllı değer zinciri birbirine bağlıdır. Ürün yaşam döngüsü içindeki akışlar akıllı lojistik sistem ile kolay bir şekilde takip edilebilmektedir (Stock ve Seliger, 2016). Akıllı değer zincirinde, ürün özelliklerinin belirlenmesi, hammaddelerin hangisinin ne şekilde kullanıldığı, ürünlerin nerede ve ne zaman üretilmiş olduğu gibi bilgilerin alıcı ve üretici değer zincirinde bulunanlar tarafından kolaylıkla gözlemlenebilmesi ürünlerin barkodları ve sensörler ile sağlanmaktadır (Aylaz, 2021).

3.4 Endüstri 4.0'ın Dezavantajları

Endüstri 4.0 sürecinin olumlu yönlerinin yanında bazı olumsuzluklar ve problemlerle de karşılaşabilmektedir. Endüstri 4.0 sürecine geçiş kolay olmayan uzun bir süreçtir. Bu sürecin planlaması yapılırken ve uygulamaya başlandığında işletmeler birtakım zorluklarla karşılaşabilmektedir. Karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmek için çözümler üretmek zorundadırlar. Endüstri 4.0 sürecinde karşılaşılabilecek zorluklar olarak teknik sıkıntılar, maliyet ve zaman, yasalar ve regülasyonlar, güvenlik, işsizlik ve kalifiyeli işçi gereksinimi, organizasyonel değişim gereksinimleri şeklinde sıralanabilmektedir (Aylaz, 2021).

3.4.1 Teknik Problemler

Endüstri 4.0 akıllı sistemlerin üzerine inşa edilmiş bir süreçtir. Bu süreçte her aşamada verilerin toplanıp, analiz edildikten sonra amaçlar doğrultusunda sonuçlar elde edilir. Bu çok sayıda ki verileri toplamak donanımsal açıdan gereksinim ortaya koyarken, bu toplanan verilerin de analiz edilmesi ise veri analisti gereksinimi doğurmaktadır. Bunlar teknik olarak karşılaşılan zorluklara örnek gösterilebilir (Aylaz, 2021).

3.4.2 Maliyet ve Süre Problemleri

Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde doğru bir yol haritası belirleyip, doğru adımları atmak için işletmelerin yatırımlar yapması gerekmektedir. Bu yatırımlarda işletmelere ek yatırım maliyeti anlamına gelmektedir. Burada asıl olay ise İngilizce de ROI kısaltması şeklinde literatüre girmiş olan yatırım geri dönüş süresidir. Bu geri dönüş süresine örnek olarak ise Rockwell Automation'ın uygulamış olduğu AR teknolojisi gösterilebilir. Bu teknoloji üretimde arıza süresini, tamir süresini, işletmelerde kalifiyeli uzman çalışan gereksinimi azaltıp, bakım yapan çalışanların daha verimli şekilde işlerini gerçekleştirerek üreticiye orta ve uzun vade için yapılan bu yatırımın maliyetinden çok daha fazla bir gelir elde etmesini sağlamaktadır (Automotion, 2021).

3.4.3 Yasalar ve Regülasyonlar

Endüstri 4.0 serüveninde işletmelerdeki makine ve insan arasındaki yeni iş birliği çeşitleri işletmelerin üretim sürecine dahil olacaktır. Bu iş birliklerinin ise güvenlik açısından yeni düzenlemelere gidilmesini ve elemanların bu iş birliğine entegrasyonunun olumlu ve olumsuz yönleri bakımından eğitime alınmasını gerektirmektedir (Yılmaz ve Özdağoğlu, 2020). Yasalar ve regülasyonlar alanında verilebilecek örneklerden bir tanesi olarak otonom sürüş örneği verilebilir. Otonom sürüşün gerçekleştiği esnada ortaya çıkacak bir kaza durumunda sorumlu olarak kimin gösterileceği önemli bir tartışma konusudur (Aylaz, 2021).

3.4.4 Güvenlik

Günümüzde sistemlerin tamamının birbirine bağlı şekilde olması, bulut teknolojilerinin yoğun biçimde kullanılması, verilerin alışverişi ve depolanmasının artmasıyla birlikte Endüstri 4.0 süreci içinde güvenlik risklerini arttırmaktadır. Bu süreç içinde bulunan işletmelerin, hem işletme içindeki gizli kalması gereken bilgilerin hem de müşterilerinin verilerinin üçüncü kişilerin eline geçmemesi amacıyla gereken tüm güvenlik önlemlerini alması gerekmektedir. Endüstri 4.0'ı uygulayan bir işletmede tüm zincirin birbirine bağlı olduğu düşünürse, işletmenin ağına giriş yapan kötü amaçlı bir yazılım işletmedeki tüm birimlere zarar verebilir ve üretimde aksaklıklara sebep olabilir (Aylaz, 2021).

3.4.5 İşsizlik ve Kalifiyeli Eleman Gereksinimi

Endüstri 4.0'ı uygulayan işletmelerde üretim hatlarında robotlar kullanılmaktadır. Bu durumla gelecekte daha fazla karşılaşılabilecek ve hatta bu robotların, üretim hatlarının daha az maliyetli hale gelmesi ile beraber orta ve küçük ölçekteki işletmeler de Endüstri 4.0'ın faydalarından istifade edebilmek için geçiş sürecine girecektir. Fakat teknolojinin ve robotların kullanımının bu denli artması istihdamın azalmasına sebep olacaktır (Doğru ve Meçik, 2018).

Bu olumsuz senaryoya rağmen, Endüstri 4.0 günümüzdeki iş tanımlarını değiştirecek, yeni iş alanları ortaya çıkacaktır. Örnek verecek olursak daha önce bir montajı

gerçekleştirirken vidayı monte eden çalışandan artık o vidayı monte eden robota gerektiği zaman gerekli müdahaleyi yapması istenecektir. Sonuç olarak fiziksel olarak yapılan nitelik gerektirmeyen iş gücünün yerini zihinsel yeteneklerin gerektiği nitelikli iş tanımları alacaktır (Işık ve Erol, 2020).

3.4.6 Organizasyonel Değişim İhtiyacı

Endüstri 4.0' avantajlarından faydalanmak ve dezavantajlarının üstesinden rahatça gelebilmek için işletmelerin organizasyonel değişikliklere gereksinim duymaları bilinen bir gerçektir. İşletmelerin bu değişim için özellikle bilişim teknolojileri departmanlarını daha kapsamlı hale getirdikleri, siber güvenlik, veri analizi, dijital dönüşüm, bulut teknolojisi gibi alanlarda uzman nitelikli çalışanları bünyesine katmak istemeleri bu değişim gereksinimini dikkate aldıklarını göstermektedir (Gibson, 2018).

3.5 Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri

3.5.1 Üç Boyutlu Yazıcılar

3D adı verilen bu teknoloji Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerinden biridir. 1984 yılında küresel dünya ile paylaşılan bu teknoloji, Endüstri 4.0 ile gelişimi sağlanarak elle tutulabilir gerçek nitelikler şekline getirilmiştir. "Reprap" adı verilen üç boyutlu yazı projesi ile birlikte 3D teknolojisi geniş kitlelere ulaşmayı başarmıştır (EBSO, 2015).

İlk başlarda ürünlerin prototip halini üretmek amacı ile ortaya çıkan üç boyutlu yazıcıları artık parçaların üretiminde, aksesuar, ayakkabı hatta yapay organ ve tüketim ürünlerini üretmede kullanıldığı görülmektedir (Manners ve Lyon, 2012). 3D yazıcılar nesnelerin üretiminde etkisi birinci ve ikinci endüstri dönüşümünden çok daha farklıdır. Bu dönüşümlerde süreçler çıkarmalı süreç biçiminde oluşmaktadır; maddenin ilk hali önce kesilir, daha sonra şekli oluşturulur sonrasında ise birleştirme işlemi gerçekleştirilerek ürünün son hali elde edilir. Bu süreçte hammaddenin yeterince tasarruflu kullanılmaması ve israfın fazla olduğu görülmektedir. Üç boyutlu yazdırma işleminde ise bu sürecin aksine eritilen malzemenin eklenmesi ile katmanlar meydana gelir ve parça bütün haline getirilmek sureti ile ürünün son hali oluşmaktadır (Rifkin, 2015). Üç boyutlu yazıcı yöntemiyle üretimi, geleneksel yöntemlerle yapılan üretim

ile karşılaştırdığımızda kullanılan hammadde kullanımı bakımından daha az kullanıldığı ve bunun önemli bir avantaj sağladığı görülmektedir (Şenel, 2021).

3.5.2 Nesnelerin İnterneti

İnsanlara veya bilgisayarlara gerek duyulmadan nesnelere takılan çiplerin sayesinde yapay zeka belirtisi göstererek internet üzerinden verilerin paylaşımını gerçekleştiren sistemlerdir. Bilgisayar işletim teknolojilerinin köprü, demiryolu, otoyollar, binalar, gaz ve su hatları, güç şebekelerine uygulanmasıdır. Bundan sonra ise nesnelerin interneti bulut bilişim teknolojisi ile bütünleşmiştir (Su vd. 2011).

Sanayi alanında incelendiğinde ise nesnelerin interneti, üretim evrelerinin dönüşümünü gerçekleştirerek makineleri ve robotların internet aracılığıyla birbirleri arasında iletişim kurmasını ve bununla birlikte akıllı fabrikalarda üretimin tamamlanmasını sağlamaktadır. Bununla da kalmayıp, akıllı fabrikalarda ki insan, makine ve üretim arasındaki etkileşimin akıllı ağlar sayesinde artmasıyla birlikte ürünlerin daha kusursuz, daha dayanıklı ve çok daha hızlı bir şekilde üretimi gerçekleşmektedir (Bulut, 2017). Günümüzde gelinen duruma bakıldığında artık etrafta bulunan birçok nesnede internetin olduğu ve internet bağlantısı ile akıllı hale gelen bu nesnelerin insan yaşamını kolaylaştırdığı görülmektedir. Bu da nesnelerin internetinin artık ne kadar önemli ve gerekli olduğunu göstermektedir (Şenel, 2021).

3.5.3 Akıllı Fabrikalar

Endüstri 4.0'ın önemli temel bileşenlerinde bir tanesi de akıllı fabrikalardır. Akıllı fabrikalarda temel ilke olarak fiziksel ve sanal dünyadan alınan verilerin insan ve makinenin görevlerini yerine getirmesi için kullanılmasıdır. (Obitko ve Jirkovsky, 2015). Akıllı fabrikaların insan hayatına hızlı bir biçimde girmesinin temel sebebi olarak insanların teknoloji ve internete bakışının olumlu şekilde değişmesi, küresel olarak üretimin ve talebin çeşitliliğinin artmasına bağlı olarak tedarik zincirinin karmaşık ve çok çeşitli hale gelmesi, hammaddelerin temin edilmesinde rekabet baskısının ortaya çıkması, operasyonel teknolojilerin ve bilişim teknolojisinin buluşması olarak gösterilmektedir. Teknolojinin günümüzde hızla gelişmesiyle

beraber siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti üretimde kullanılır hale gelmiştir ve Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleşmesine sebep olmuştur (Wang vd. 2016).

Farklı biçimde anlatacak olursak nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler Endüstri 4.0 kavramının temel bileşenleridir. Bu temel bileşenlerin entegre hale gelmesiyle akıllı fabrikalar ortaya çıkmıştır (Bartodziej, 2017). Hammaddelerin verimli bir şekilde ve etkin olarak kullanılması akıllı fabrikaların temel amaçlarından biridir. Akıllı fabrikaların bu şekilde etkin ve verimli kullanılmasıyla birlikte firmalar esnek üretim, zamandan ve kaynaktan tasarruf sağlayacaktır (Şenel, 2021).

3.5.4 Arttırılmış Gerçeklik (AG)

Grafiksel bir ortamda ses, görüntü, grafik, gps verileri kullanılarak bilgisayarlar aracılığıyla üretilen canlandırmalardır. İnsanların duyularına etki eden bu dijital ortamdaki canlandırmalar sonucunda fiziksel olarak gerçek alanda birleşme sağlanmaktadır ve kullanıcı için yeni bir algılama alanı ortaya çıkmaktadır. Bu yeni algılama ortamı ise canlı bir şekilde doğrudan veya dolaylı görseller ile yansıtılmaktadır. Bu arttırılmış gerçeklik ile insan duyularını etkileyecek girdiler dijital ortam kullanılarak simüle edilip, sistem kullanıcısının algısına hitap etmektedir. Görüntüler ile algı seviyesini artırma programı gerçek zamanlı kullanılarak, ortamın etrafında bulunan öğeler ile etkileşim içine girilebilmektedir (URL-1, 2020).

AG ilk olarak askeriyede uygulanmıştır. Pilotların kasklarına yerleştirilen saydam özelliğe sahip ekranlar kullanılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu saydam ekranların sayesinde pilotların hem uçuş anını kontrol edebilmesi hem de veri ekranını aynı anda görebilmesi amaçlanmıştır (İçten ve Güngör, 2017). AG birçok yerde kullanılmaktadır. Örneğin simülasyon eğitimde arttırılmış gerçeklik, sanal gözlükler sayesinde sağlanarak zamandan ve maliyetten tasarruf, hata payının azaltılması, doğruya ulaşma oranında artış gibi birçok fayda sağlanmaktadır. Artık yaşamın içinde bilgisayar oyunlarında, psikoteknik merkezlerinde, mimari projelerde ve birçok yerde arttırılmış gerçeklik kullanılmaktadır. Farkında olmasak da artık hayatımıza birçok alanda endüstri 4.0 bileşenlerinden biri olan arttırılmış gerçeklik hızlı bir giriş yapmıştır ve tek yönlü olarak değil çok yönlü karşımıza çıkmaktadır (Şenel, 2021).

3.5.5 Yapay Zekâ

Nesnelerin interneti ile nesnelerin birbiriyle iletişiminin sonucunda veri birikimi ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu veri birikimlerin insan zekasıyla beraber yorumlanması ve fonksiyonel hale gelmesi, insanlara özgü duygu ve davranışların yorumlanması ve tüm bunların programlar bütünü haline getirilmesine yapay zekâ denmektedir. Yapay zekada en dikkat çekici durum insan gibi karar verme yeteneğini elde etmesidir (Özdoğan, 2019).

3.5.6 Siber ve Fiziksel Sistemler (SFS)

Üretimin ana unsurlarından olan gözlem, uyum ve denetlemenin iletişim ve bütünleşmiş teknolojilerce yönetimi sayesinde ortaya çıkan sistemlerdir. Siber fiziksel sistemler kavramı, fiziksel yapıların ve siber teknolojilerin bir araya gelerek akıllı hale gelmesinin sağlanmasına ve bu sürecin tamamına söylenen kavramdır. Siber teknolojinin makinelere entegre edilmesiyle beraber nano teknoloji devrimine geçilerek farklı bir boyut ortaya çıkmıştır (EBSO, 2015).

Siber ve fiziksel sistemler, internetin ve kullanıcılar arasında bütünleştirilen bilgisayar tabanlı sistemlerce kontrolü sağlanan sistemlerdir. Bu sistemlerde yazılım ve fiziksel bileşenler birbiriyle bağlantılı olup, farklı birçok şekilde birbirleriyle iletişime geçmektedir. Bu sistem geleneksel sistemlerden farklıdır, nesnelerin internetinde olduğu gibi fiziksel girişe ve çıkışa sahiptir ve birbirleriyle etkileşime geçen nesnelerin ağı olarak şekillendirilmiştir (Lee, 2008).

3.5.7 Büyük Veri

Nesnelerin internetiyle elde edilen veri tabanlarının, veri ve bilgi gibi değişkenler ile birleştirilmesiyle çevrimiçi veya çevrimdışı şekilde istenildiği zaman veriye ulaşılabilir hale getirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Tenkorang ve Helo, 2016). Sonuç olarak büyük veri niye nitelendirilen kavram insanların sosyal medya platformlarında paylaştıkları video ve fotoğraf gibi verilerden, firmaların sistemlerinde kullanmış oldukları verilere ve ağ günlüklerine kadar birçok çeşitli kaynaktan

meydana gelen ve bunların anlam kazanmasıyla birlikte gerçekleşen dönüşümdür (EBSO, 2015).

Karar almada büyük verilerin önemli bir yeri bulunmaktadır. Çeşitli işletmelerde ve uygulamalarda ihtiyaç duyduğumuz hızlı karar alma ortamı büyük veri elde etmemizi sağlayacaktır. Alınan kararların otomatik olması firmaların üretimini ve insan yaşamını rahatlatacaktır. Örnek verecek olursak otomatik ödeme talimatı ile faturanın günü geldiğinde ödemenin otomatik gerçekleştirilmesi veya kurumların devlete vergi ödemesi sistemden otomatik şekilde ödenmesiyle birlikte hem gecikmenin hem de karmaşıklığın önüne geçilmektedir. Ancak bu sistemin güvenilir olduğunun garantisini verebilmek mümkün değildir ama işletmelerde güvenliğin sağlanmasıyla işletmenin gelişimi doğru orantılıdır (Schwab, 2016).

3.5.8 Otonom Robotlar

Otonom robotlar artık pek çok alanda kullanılmaktadır. Bunların kullanımıyla birlikte üretimde kalitenin ve verimin arttığı, tehlikeli ortamlarda kullanılabilirdiği için çalışanlar açısından risklerin ve iş gücünün azaldığı, işletmelerde uzun soluklu işgücü gibi avantajların elde edilmesini sağlamıştır (Gür vd. 2017).

Gelecekte insanların yerini tam olarak robotlar dolduracak demek mümkün olmasa da gelecekte işletmeler çalışanlarında fiziksel değil özel yetenek ve nitelikli iş gücü arayacaktır. Üretimde veya hizmette herhangi bir aksama meydana geldiğinde sistem otomatik olarak bilgi mesajı vererek arızayı tespit edecek, yöneticiler ve teknisyenler oluşan bu sorunun çözümünü kolaylıkla bulabilecek ve giderebilecektir. (Şenel 2021).

Teknolojideki gelişmenin giderek hızlanmasıyla beraber robotlar daha kolay entegre olabilen ve esnek yapıya gelmektedir. İşlev olarak ve yapısal olarak robotlar karmaşık biçimde bulunan biyolojik yapılardan ilham alarak ortaya konulmaktadır. Sensörler sayesinde robotlara çevreyi algılayıp ona göre tepki verme becerisi yüklenmektedir. Yeni nesil robotlar artık bulut teknolojisi vasıtasıyla uzaktan yönetilebilmektedir, başka robotlarla iletişim ve etkileşime girebilmektedir, ağ sistemlerine bağlanabilmektedir (Schwap, 2016).

3.5.9 Simülasyon

Reel dünyada oluşan veriler sanal dünyaya aktarılma olayına simülasyon denilmektedir. Bu bileşeni dijital ikiz kavramı ile bağdaştırmak yanlış olmaz. Dijital ikiz gerçek dünyadaki bir ürünün sanal kopyasıdır. Ancak dijital ikiz çok daha karmaşık ve yoğun teknolojik ürünlerden oluşmaktadır (Tao vd. 2017).

Tasarım aşamasındaki ürünler, üretim evrelerinin ve malzemelerin üç boyutlu simülasyonlarından faydalanacaktır ve gelecekte işletmeler simülasyonları çok daha etkin bir şekilde uygulayacaklardır (Şenel, 2021). Simülasyon gerçek zamanlı veriler ile oluşturulan sanal modellemeyle verimliliği ve kalitesi daha fazla olan ürünlerin üretilmesini sağlamaktadır. Simülasyon sanal gerçeklik teknolojileri kullanılarak günümüzde uygulanmaktadır. Örneğin simülasyon cihazlarıyla insanların trafik psikolojileri ölçülmektedir veya tıp öğrencileri anatomi derslerinde kadavra simülasyonu ile pratik yapabilmektedir. Bu teknolojik gelişmeler önemli konularda büyük kolaylık sağlamaktadır (TÜSİAD, 2016).

3.5.10 Sistem Entegrasyonu

Network ağları, kurumsal uygulamalar, işlem süreci yönetimi ve yazılım gibi yöntemlerin kullanımıyla birbirinden farklı olan sistemlerin birleşmesi ile meydana gelen sistem entegrasyonu tek bir sisteme benzer şekilde çalışan ancak çoklu olan bir sistem koordinasyonudur. Alt sistemlerin entegrasyonu ile beraber sistem işlevsel hale gelmektedir (EBSO, 2015).

3.5.11 Bulut Teknolojisi Sistemi

Gelişen dünyada teknolojinin kullanım alanı giderek genişlemiştir. Bundaki temel sebep ise bilgiyi elde etmekte zamana ve mekâna bağlı olmadan çabuk ve rahat bir biçimde elde etme arzusudur. Yenilikçi teknolojilerde bir tanesi olan bulut bilişim sistemi de bunu sağlamaktadır (Sarıtaş vd. 2013). Temel dayanağı sanallaşma olan bulut bilişim teknolojisi sanal bilgisayarlar vasıtası ile daha verimli kullanım imkânı oluşturmaktadır. Firmalar donanımı daha düşük ekipmanlarla sağlayarak buraya yapacağı yatırımı hammaddeye veya firmaya kazanç olarak yatırmak suretiyle büyük

avantaj sağlamaktadır (Lee ve Sawyer, 2009). İşletmeler hem çeşitli avantajlara sahip olmak hem de rekabette üstünlüğü elde etmek için süreçlerinde sürekli iyileştirmeler, geliştirmeler ve yenilikler yapmak zorundadırlar, dijital tedarik zincirini bulut bilişimine entegre etmek suretiyle hem performansta artış gerçekleştirebilir hem de operasyonel maliyeti düşürebilir (Akben ve Avşar, 2017).

3.6 Türkiye’de Endüstri 4.0

Dijital dönüşüm aracılığı ile ileri seviye teknoloji ve nitelikli insan kaynaklarından faydalanılarak geleceğin üretim sistemlerine yön verecek bir fırsat olarak görülen Endüstri 4.0 küresel düzende etkin olmak isteyen ve yüksek rekabet ortamına dahil olmayı hedefleyen ülkeler açısından kaçırılmaması gereken bir fırsat konumundadır. Bu dönüşüm ve değişimler ile ilgili Türkiye’de çalışmalar yürütülmektedir ve farklı sektörler için mevcut durum ortaya konularak yol haritaları belirlenmektedir (Usta, 2021).

Türkiye’de Endüstri 4.0 hakkında çalışmalar yoğun bir biçimde sürmektedir. Bu çalışmaların büyük kısmı akademik alandadır ve çalışmalar bu kapsamda yayınlanmaktadır. İşletmeler ise ivedilikle yapılan bu araştırmaları ve çalışmalarını takip ederek Endüstri 4.0 kavramını literatürlerine sokmaya ve verimli bir biçimde uygulamaya çalışarak, değişen ve gelişen dünya şartlarına ve rekabet ortamına uyum sağlamaya çalışmaktadır (Usta, 2021). Türkiye’de Endüstri 4.0 alanında farkındalığın analiz çalışmaları incelendiğinde çok az firmanın Endüstri 4.0 hakkında bilgi sahibi olduğu görülmektedir. Bilişim sektörleri ve yüksek teknolojiye gereksinim duyan sektörler haricinde bu farkındalık seviyesinin çok daha az olduğu anlaşılmaktadır. Firmaların birçoğu eski teknolojileri kullanmaya devam etmekte ve bu konuda ısrar ederek teknolojik yenilik için çizilmesi gereken yol haritasını belirlemedikleri görülmektedir. Endüstri 4.0’a geçişin bu işletmeler tarafından göz ardı edilmesinin temel sebebi olarak ise bu dönüşümün ve teknolojik yenilenmenin maliyetinin yüksek olmasıdır (Öztemel vd. 2019).

Dördüncü sanayi devrimiyle birlikte gelişmiş teknolojilerin üretim açısından önemli bir paya sahip olması diğer gelişmekte olan ülkeler gibi Türkiye içinde dezavantaj

olmaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte üretimdeki maliyetler azalma eğilimindedir. Özellikle Uzakdoğu Asya ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler ucuz işçiliğe sahip olduğundan dolayı üretim sektöründe ön plana çıkmaktadırlar. Endüstri 4.0 atılımıyla birlikte ise bu ülkelerin rekabet şansları azalarak, Almanya, Amerika, Japonya gibi gelişmiş ülkeler rekabette avantaj elde etmektedir (Alçın, 2016). Rekabette üstünlüğü gelişmiş ülkelerin ele geçirmesi Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler için olumsuz bir sonuçtur. Türkiye'nin üretimdeki maliyeti gelişmekte olan ülkelere göre yüksektir. Bu nedenden dolayı ülke olarak üretimde pazar paylarının artırılması için, diğer gelişmekte olan ülkeler ile maliyeti azaltma rekabetine girmek yerine, donanımlı ve nitelikli işgücüne, teknolojik altyapı çalışmalarına önem vermesi gerekmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016).

Türkiye'nin üretim de çoğunlukla düşük veya orta düzeyde teknolojiyi kullandığı ortaya çıkmaktadır. Katma değeri fazla olan ürünler çok az miktarda üretilmektedir, bu durumda ekonomik büyümede olumsuz sonuçlar şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Yazıcı ve Düzkaya, 2016).Türkiye'nin ihracat rakamları incelendiğinde yüksek teknoloji ürün gruplarının payı gelişmekte olan diğer ülkeler ile kıyaslama yapıldığında oldukça düşük olduğu görülmektedir (Kabaklarlı, 2016).

Türkiye'nin Endüstri 4.0'a teknolojik alt yapı olarak hazır olmadığı ve uygulama konusunda zorluklarla karşı karşıya olduğu görülmektedir. Ancak Endüstri 4.0'ın ülke de son zamanlarda daha fazla tartışılıp, incelendiği ve araştırmaların arttığı görülmektedir. Türkiye'nin ikinci ve üçüncü endüstri devrimlerinin arasında olduğundan ve üçüncü endüstri devrimine uyum sağlayıp, tam olarak entegrasyonun gerçekleşmemesinden dolayı Endüstri 4.0 geçiş ve uygulamada zorluklarla karşılaşabileceği belirtilmektedir (Öztürk ve Koç, 2017). Türkiye'de düşük ve orta katma değer seviyesinde ürünlerin imalatı, orta gelir grubunda kalmasına sebep olmaktadır. Türkiye'nin orta gelir grubundan kurtulup, yüksek gelir grubuna dahil olabilmesi için yüksek katma değere sahip ürünleri üretmesi gerekmektedir ve bunu ülkenin üretim stratejisi olarak benimsemesi gerekmektedir. Devletin ve özel sektörlerin bu doğrultuda yatırımlar yaparak, inovasyon ve AR-GE çalışmalarını yüksek katma değerli ürünlerin üretimine yöneltmesi gerekmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016).

4. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİ

4.1 Orman Ürünlerinin Tanımı

Ürün kavramı 4 farklı şekilde Türk Dil Kurumu (TDK) Sözlüğüne girmiştir. Doğadan elde edilen mahsuller anlamı ilk olarak karşımıza çıkmaktadır. Davranışların ve tutumların ortaya çıkaracağı şey anlamı ikinci anlam olarak karşımıza çıkarken, üçüncü anlamı ise çeşitli endüstriyel piyasalarda hammaddelerin işlenmesi sonucunda elde edilen şeydir. Son olarak ise eser olarak tanımlanmaktadır (Karaçam, 2019).

Ormancılık uygulamaları açısından değerlendirildiğinde ürün kavramı ana ürün ve yan ürün şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Ağaçlardan kesilerek elde edilen odun hammaddesi bu uygulamalarda ki ana ürün grubunu oluşturmaktadır. Yan ürün grubu ise reçine, ıhlamur, palamut, mazi, balzami yağ, mantar, yaprak, çiçek, kök, orman bitkilerinin kabukları, meyveleri ve bunlar gibi her türlü orman örtüsünden oluşmaktadır. Fakat orman ürünü olarak sayılma konusunda orman içi sular ve madenler, av hayvanları tartışılmaktadır (Türker, 2009). Sonuç olarak bakıldığında orman ürünleri kavramı, ormanlardan sağlanan odun ve odun dışı ürünler şeklinde betimlenmektedir (Kurt vd. 2016). Doğada doğal bir şekilde bulunan ve hammaddesi odun olan ürünlerin dışındaki ürünlere ve hizmetlere odun dışı orman ürünleri tanımı yapılmaktadır (Ok ve Tengiz, 2018).

Sonuç olarak bakıldığında orman ürünü denildiğinde sadece odun hammaddesi ile bağdaştırmak doğru bir olgu değildir. Odun hammaddesi genel olarak asıl ürün şeklinde betimlenirken, diğer ürünler yan ürün olarak nitelendirilmektedir (Bozkurt vd. 1982). Ancak günümüzde ürünlerden hangisi yan ürün hangisi ana ürün olduğunun tanımı genelleme yapılarak bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı talebi olan mal ve hizmetleri, sırf odun dışında kaldığı için yan ürün olarak nitelendirmek doğru bir yaklaşım değildir (Ok vd. 2012).

Ormanların birçok çevresel işlevi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları zararlı gazların etkilerini azaltmak, toprağın kaymasını önler, buldukların yerin yaşam kalitesini oksijen seviyesini yükseltir. Ormanların bütünleyici parçası ise ağaçlardır. Ağaçların

ormanlar için bütünüleyici parça oldukları Türk Medeni Kanunu ile güvence altındadır. Ağaçların bütünüleyici parçalar olduğu tartışılmaya açık değildir lakin hangi aşamaya kadar bütünüleyici kaldıkları tartışma konusudur (Türker, 2009).

4.2 Orman Ürünleri Endüstrisinin Tarihçesi

Geçmişten günümüze kadar insanoğlunun günlük hayatının her alında ahşap ve ahşaba dayalı ürünler yer almaktadır. Ahşap ürün kullanımı MÖ 9000’li yıllardan günümüze kadar ulaşmıştır. Ahşabın kendine has doğal güzelliği, sıcak dokusu, yenilenebilir ve çevre dostu bir malzeme olması onu vazgeçilmez kılmaktadır. Dünya nüfusunun artması ahşap ürünlere olan talebi ve ormanlar üzerindeki baskıyı artırmaktadır (Yörür vd. 2017).

Araştırmalar sonucunda elde edilen verilerden M.Ö 1500-1350 senelerinde odunun işlendiği anlaşılmaktadır. Birkaç kişinin el testeresinden faydalanılarak kesme, biçme işlemleriyle ormanlardan temin edilen tomruklar tahtalara dönüştürülmeye başlanmıştır. Tomrukların hareketli kuvvetlerden yararlanarak kesilmesi ve biçilmesi 14.yüzyılda ortaya çıkmıştır. Testereli su hızarları ilk olarak 1500’lü yıllarda oluşturulmuştur (Karaçam, 2019).

Farklı sanayi alanlarında gerçekleşen gelişmeler kadar orman ürünleri sanayisi gelişim gerçekleştirilememiştir. 19.yüzyılın ikinci yarısından sonra orman ürünleri sanayisinde gelişmelerde ilerleme kaydedilmiştir. Odunların işlenebilmesi amacıyla kullanılan malzemeler ilk başta rüzgar gücü, su gücü, hayvan gücü ve insan gücünden yararlanmak suretiyle çalıştırılmıştır. Daha sonrasında ise sırasıyla önce buhar gücünden ve elektrik gücünden faydalanılmıştır (Aydın, 2011).

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber orman ürünlerinden faydalanma faaliyetleri çok yönlü hale gelmiştir ve farklı kullanım alanlarında karşımız çıkmaktadır. Odun hammaddesinden alçılı ve çimentolu yonga levha, odun gazı, tutkal, şeker gibi maddeler elde edilmektedir (Balaban, 2007).

Kuzey Amerika, Avrupa, Rusya, Kazakistan ve Ukrayna dünya üzerinde odun üretiminin en fazla olduğu yerlerdir. Enerji kaynağı olarak dünya da odun talebi artış

göstermektedir. Briket ve palet gibi odunun işlenmesi sonucunda biyokütle enerji ticareti artış göstermektedir (Aydın, 2011).

4.3 Orman Ürünleri Endüstrisinin Tanımı ve Sınırlandırılması

Ülkelerin ekonomilerine katkı verme amacıyla olan endüstri faaliyetlerinden önemli bir tanesi de orman ürünleri endüstrisidir. Bu orman ürünleri endüstrisi de kendi içinde alt gruplardan ve faaliyet sınıflarından meydana gelmektedir (Cındık ve Akyüz, 1995).

Orman endüstrisi öncelikle ormanlardan elde edilen ham maddelerin yarılp kesilmesi, soyulup biçilmesi gibi yöntemlerle biçim değişikliğine gidilerek yongalanmaya başvurulması veya liflere ayırma gerçekleştirilerek, yapıştırıcı ya da yapıştırıcı kullanılmadan presleme yöntemiyle, buharlama yöntemi kullanılarak, kurutma emprenye etme gibi işlemler sonucunda odunun yapısında değişiklikler gerçekleştirilerek veya değişikliğe başvurulmadan mamul, yarı mamul üretimi gerçekleştiren ve ihtiyaç duyulduğu takdirde bir mamulü diğer mamulün üretimi için hammadde kaynağı olarak kullanan bir endüstridir (Balaban, 2007).

Orman ürünleri endüstrisini daha iyi öğrenebilmek için farklı açılardan sınıflandırmak gerekmektedir. Bu endüstri iki grupta toplanmaktadır. Birincil imalat endüstri grubu, odunu doğrudan hammadde olarak kullanan endüstridir ve bu grup ürün çeşitleri açısından da bıçkı sanayisi, levha sanayisi, kâğıt ve kâğıt hamuru sanayisi şeklinde 3 kısma ayrılmaktadır. İkincil imalat endüstri grubu ise birincil imalat endüstrisiyle imal edilen ürünlerin işlenmesi sonucunda parke, ahşap, mobilya, doğrama, inşaat malzemesi gibi ürünlerin üretimini gerçekleştiren endüstri alanlarından oluşmaktadır (Çağlar, 1988).

Türkiye’de ise bu endüstri 1930’lu yıllarda devletçilik prensipleri çerçevesinde uygulamaya geçirilen sanayi planıyla birlikte Etibank ve Sümerbank gibi devlete bağlı endüstriyel kurumlar kurulmuştur. Sümerbank Kurumu tarafından 1934 yılında kağıt ve karton fabrikası kurulmuştur (Okan, 2009).

Orman ürünleri endüstrisinin Türkiye’de en hızlı gelişim gösterdiği dönemlerden biriside 1973-1977 yılları arasındadır. Özellikle yonga levha ve kaplama sektörleri

beklenenden fazla gelişim göstermiştir. Kaplama endüstrisinin yıllık artış oranı %30, yonga levha endüstrisinde ise %34 seviyesinde görülmüştür (Tank vd., 1998).

4.4 Orman Ürünleri Endüstrisinin Genel Özellikleri

Orman ürünleri endüstri sektörü büyük, orta, küçük birçok işletmeden oluşan üretim endüstrisinin alt sektörlerinden bir tanesidir. Bu sektör kendi içinde faaliyet gruplarına ayrılmaktadır. Uluslararası standartların dikkate alınarak gerçekleştirilen endüstri sınıflandırması açısından üretim endüstrisinin alt grubu olan orman ürünleri endüstrisi, ara ürünleri meydana getiren endüstriler içinden ağaç ürünleri ve mantar ürünleriyle tüketim ürünlerini oluşturan endüstriler içinde olan mobilya endüstrisinden meydana gelmektedir (Akyüz vd. 2006 ; Cındık ve Akyüz, 1995).

Günümüzde hızla artış gösteren nüfusla beraber ormanlarda da aynı hızla azalış göstermektedir. Bununla birlikte orman ürünleri endüstrisi alanında sorunlar giderek artmaktadır. Bu sektördeki arzda ve talepte meydana gelen dengesizliklerin, orta ölçekli ve küçük ölçekli işletmelerle ilgili sorunlarla birlikte ele alınması gerekmektedir (Salihoğlu, 2004).

Amenajman planlarına dikkat edilerek ormanlık bölgelerde sağlanan ormancılık çalışmalarının sonucunda sanayi odunu, tomruk, maden direği, tel direği, yonga odunu, lif odunu, çubuk, sıruk, kağıtlık odunlar ve yakacak odunlar gibi orman ürünleri elde edildikten sonra mobilya, maden, inşaat, yonga levha, lif levha, kağıt sektörleri ve ahşap temelli diğer sektörlerde kullanılmaktadır (OGM, 2021).

Türkiye'nin yıllık bazda odun tüketimi 32 milyon metreküp iken bu rakamın 26,4 milyon metreküplük kesimi Orman Genel Müdürlüğü tarafından elde edilmektedir. Özel sektör tarafından ise 5 milyon metreküplük kısmı üretilirken yaklaşık 2 milyon metreküp ise ithalat yapılarak karşılanmaktadır (OGM, 2021).

4.5 Türkiye'de Orman ve Orman Ürünleri Endüstrisi

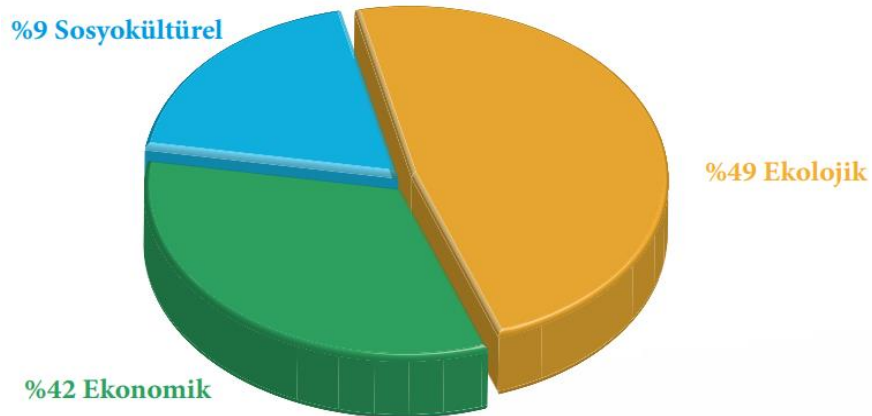
Ormanların yeterli seviyede olması için bir ülkedeki ormanlık alanın yüzde 30'luk kısmını oluşturması gerekmektedir. Türkiye açısından bu değer incelendiğinde ülkenin

ormanlık alan açısından kötü durumda olmadığı görülmektedir. Orman Genel Müdürlüğü 2020 yılı verileri incelendiğinde 78 milyon hektarlık alanı ile çeşitli orman ekolojisine sahiptir. Türkiye'nin toplam alanının yüzde 29,4 oranını ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Bu orana ağaç bulunmayan ormanlık alanlar dahil değildir (OGM, 2020).

Tablo 4.1 Türkiye'nin Ormanlık Alan Oranı (OGM 2020)

Arazi Kullanımı	Alan (ha)	%
Orman	22.933.000	29,4
Diğer(*)	55.071.644	70,6
Genel Alan	78.004.644	100

Türkiye’de ormanların alanların ve fonksiyonların belirlenmesi, orman yönetiminin sürdürülebilirliği bakımından oldukça önemlidir. Fonksiyonel planlama mantığıyla çalışmalar 2000’li yılların başında hız kazanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2008 yılında fonksiyonel planlamayı, katılımcılığı ve ekosistem yaklaşımını esas alan “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle beraber orman amenajman kuralları hazırlanıp uygulanmaktadır. Yenilenen bu planlar doğrultusunda ormanlık alanların ana fonksiyonlara göre dağılımı şekil 4.1’de gösterilmiştir (OGM 2020).



Şekil 4.1 Ana Fonksiyonların Genel Ormanlık Alana Oranı (OGM 2020)

Türkiye’de orman ürünleri endüstrisi 19.yüzyıl sonlarına kadar sadece bıçkı sanayisi şeklinde su ve el hızarları biçiminde kalarak, gelişmekte ağır kalmıştır. Fıçı üretimi,

düvencilik, yaba ve saba gibi tarım materyalleri gibi orman ürünlerine 12.yüzyıla kadar olan zaman diliminde rastlanılmaktadır lakin bunları sanayi kategorisine katmak mümkün değildir (Karaçam, 2019).

Türkiye'nin bu endüstride ilk kuruluşları 19.yüzyıl sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. İlk kereste fabrikası İstanbul ilinde 1882 senesine faaliyete geçmiştir. 20.yüzyılın başlarında bu ve benzeri işletmelerde artış görülmektedir. Yapılan bir araştırmanın sonucu incelendiğinde 1938 yılında Türkiye 33 tane kereste fabrikasına sahiptir. Ülke olarak 1963 senesinden itibaren planlı bir döneme girilmesiyle birlikte orman ürünleri endüstrisi hızla gelişmeye başlamıştır. Türkiye'de bütün teknolojilerin geliştirilmesiyle bu sektör ülke koşullarına bakarak büyük boyutlara ulaştığı görülmüştür (Can, 2001).

4.6 Çalışmada Yer Alan Orman Ürünleri Sektörleri

Orman ürünleri endüstrisi incelendiğinde odun hammaddesini arzının ve talebinin yapısı, parke ve kereste sektörü, kontraplak ve kaplama sektörü, yonga levha ve lif levha sektörü, mobilya sektörü gibi ana başlıklar karşımıza çıkmaktadır (Kurtoğlu vd. 2009). Bu sektörlerden çalışmamızda kullanılacak olan yonga levha, lif levha, parke ve mobilya sektörleri hakkında genel bilgiler aşağıda verilmektedir.

4.6.1 Yonga Levha Sektörü

Sentetik reçine tutkalları sayesinde sıcaklı ve basınç altında uygulanan pres ile kurutulmuş odun yongalarından elde edilen levhalar yonga levha olarak tanımlanmaktadır. Yonga levhalar yapılarına ve şekillerine göre yatık, dikey, kalıplanmış, yönlendirilmiş, çimentolu diye sınıflara ayrılmaktadır (Öztürk, 2006).

Yonga levha endüstrisi Türkiye'de 1950'lerde kurulmuştur. Bu sektör 2. Dünya Savaşının ardından yerleşim yerlerinin yeniden düzenlenmesi sırasında kullanılması gereken malzemelerin geniş boyutlu olmasına duyulan ihtiyacın sonucunda yonga levha endüstrisi hızlı bir biçimde gelişmiştir (Özlüsoylu, 2018).

Yonga levha sektörü kapasitesi Türkiye’de kısa bir sürede yıllık üretim kapasitesini 5.8 milyon m³’e çıkarmıştır. Yonga levha üretiminde Avrupa’da 3. sırayı alırken dünyada ise 5. sırada yer almaktadır. Türkiye’nin 2016 – 2019 yılları arası yonga levha üretim, ithalat ve ihracat rakamları tablo 4.2’de gösterilmiştir (Aydın ve Nemli, 2022).

Tablo 4.2 Türkiye’nin yongalevha üretim, ithalat ve ihracatı (Aydın ve Nemli, 2022)

	2016	2017	2018	2019
Üretim (m³)	4.202.000	4.286.000	4.355.000	4.370.000
İthalat (m³)	78.000	78.000	59.000	13.434
İhracat (m³)	554.000	737.000	870.200	819.205

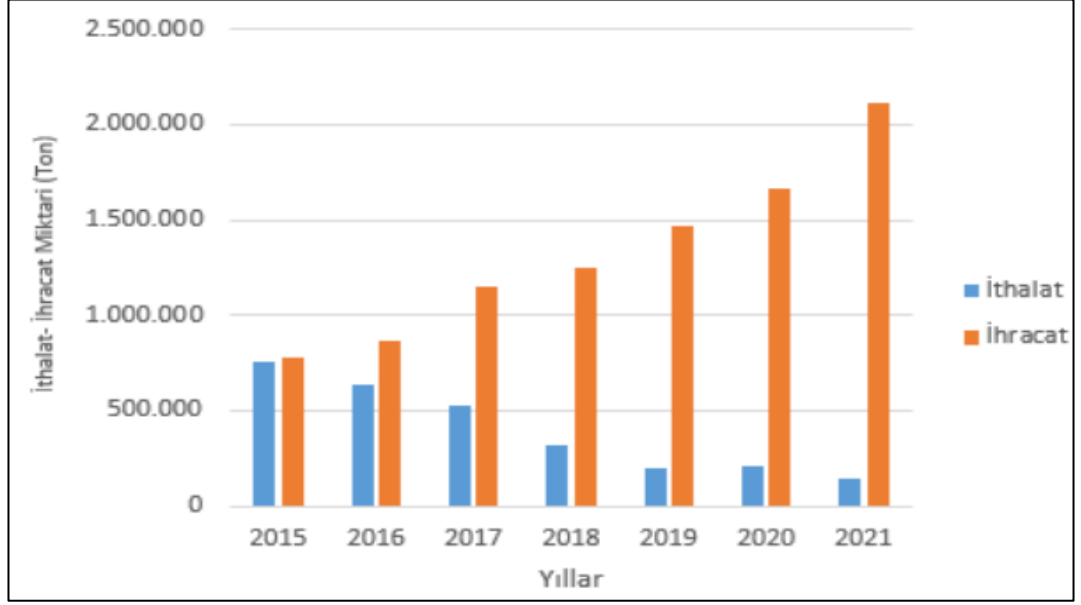
4.6.2 Lif Levha Sektörü

Lif levhanın kullanılması M.Ö. 6. yüzyıla kadarki zamana kadar varmaktadır. Japonyada ev duvarları için kullanılan ağır kağıtların bir tür lif levha olarak tanımlandığı görülmektedir. Clay’in 1772 yılında Avrupada patentini aldığı papier mache isimindeki levhaların kapı, duvar, mobilyalarda kullanımı tavsiye edilmiştir (Özlüsoylu, 2018). Sert lif levha fabrikası ise ilk olarak 1926 yılında Company tarafından ABD’de açılmıştır (Suchsland ve Woodson, 1986).

Odun ve odunlaşmış selülozik hammaddelerden elde edilen liflerin ve lif demetlerinin keçeleşme özelliği ve doğal yapışma özelliğinden faydalanılarak ya da ekstra yapışkan maddelerin uygulanması ile meydana gelen levha taslağının yüksek ısı ile kurutma işlemi ya da preslenme işlemi yapılarak üretilen geniş yüzeye sahip olan levhalara lif levha denir (Özlüsoylu, 2018). Bu levhaların içerdikleri bitkisel lif oranı en az %80 oranındadır ve mekanik olarak, teknolojik olarak yüksek değerde özellikler bulundurmaktadır. Ağaç malzemedeki olmayan özellikleride lif levha içinde bulundurmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Lif Levhaların sınırlandırılmasında hammadde ya da lifin üretim yöntemleri, lif keçesi oluşturma yöntemleri, yoğunlukları ve kullanım alanları gibi ölçütler dikkate alınmaktadır (Akyıldız, 2003).

Türkiye MDF üretiminde Avrupa’da 1. Sırada yer alırken, dünyada ise 2. sırada yer almaktadır. Levha ürünlerinin ihracatı 2015 yılından itibaren artış gösterirken, ithalat rakamlarında ise azalma görülmektedir (Kömürlü vd. 2022).



Şekil 4.2 Levha ürünleri ithalat ve ihracat rakamları (Kömürlü vd. 2022)

4.6.3 Parke Sektörü

Tarihi geçmişte parke 3000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Kral Salamon mabedinin kazı çalışmalarında bir çok ağaç çeşidinin birleştirilmesiyle ortaya çıkan taban döşemeleri bulunmuştur. Bu bulunan yapılar günümüz parkelerinin ilk örnekleri olarak görülmektedir (Kantay, 1986). Bilinen ilk kullanım yeri Viyana’da bulunan Karpuz İner Manastırı olduğu için parkeye eski zamanlarda Viyana yer döşemesi, Karpuz İner yer döşemesi gibi isimler verilmiştir (Özkara, 2004).

Parke düzgün yüzeye sahip olan, baş ve yan yüzeyleri birbirleri ile birleşebilmesi için uygun biçimde lamba ve zivana açılmış olan, homojen kalınlığa sahip prizma şeklinde döşeme veya kaplama malzemesidir. Masif, mozaik ve tabla olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Çolakoğlu, 2004).

Türkiye’de 1934 yılında Ayancık kereste fabrikasında, Ayancık ormanlarını işleten Zingal isimli şirket tarafında ilk parke tesisi kurulmuştur (Kantay, 1986). Parke

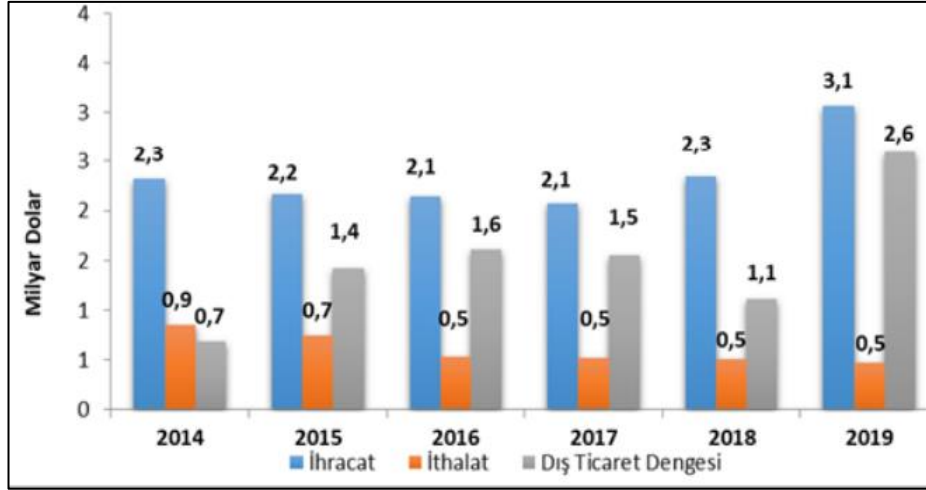
tesisleri yalnız başına veya kereste fabrikalarının yanı başında tali bir imalat kolu şeklinde çalışmalarını gerçekleştirmektedir. Türkiye’de parkecilik sektörü genellikle kereste ile ilgili fabrikalarda şube olarak bulunmaktadır. Kayın ve meşe ağacı kerestelerinin boyutları küçük, keresteye elverişsiz bölümleri parkecilikte değerlendirilmektedir (As, 2000).

4.6.4 Mobilya Sektörü

TS 4521’e göre çalışma, yatma, oturma, yemek yeme vb. eylemlerin gerçekleşmesine kolaylık sağlayan ve parçaların büyük bir kısmı lifli, yongalı, masif ve tabakalı ağaç malzemeden oluşan taşınabilir veya sabit eşyalara mobilya denmektedir (TS, 1985). Günümüzde hızlı nüfus artışıyla birlikte sosyal gelişimler ve göçlerin etkisiyle konut ihtiyacı ve bunla beraber iç mekanların düzenlenmesi, donatılması ihtiyacı doğmuştur. Kültürel ve estetik ihtiyaçları karşılayan iç mekan donatı elemanları denilince akla genel olarak mobilya gelmektedir. Sonuç olarak mobilya yaşam alanlarının güzelleştirilmesi ve farklı amaçlar doğrultusunda donatılmasına yardımcı olan eşyalardır (Dinçel ve Işık, 1979).

Mobilya sektörünün birçok sektörle ilişkisi bulunmaktadır. Bu sebepten ötürü ülkelerin ekonomileri için önderlik yapan sektörler arasında kabul edilmektedir. Sektörün oluşturduğu katma değer, ticaret hacmi, ekonomik büyüme, ihracat gibi gelişmeler ülkelerin ekonomisine katkı sağlamaktadır. Mobilya sektörü Türkiye ekonomisinde de önemli bir yere sahiptir (İmren ve Kaygın, 2021).

Dünyada gerçekleşen sosyal ve ekonomik gelişmeler şehirlerin kaliteye olan bakış açılarını değiştirerek modern ve fonksiyonel özellikleri barındıran mobilyalara olan talebi yükseltmiştir. Bu gelişmeler Türkiye ekonomisi ve mobilya sektöründe olumlu etkilerin görülmesini sağlamıştır. Mobilya sektöründe gerçekleşen talebin artış sebepleri olarak nüfus artışları, kentsel dönüşüm projeleri, yükselen yaşam standartları ve dış ticaretteki artışlar gösterilebilir. Ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmasında önemli pay sahibi olan mobilya sektörünün tüm dünyada rekabete sebep olduğu görülmektedir. Türk ekonomisinde mobilya sektörünün katkıları sayesinde uluslararası rekabetteki gücü artmaktadır (Ulay vd. 2016).



Şekil 4.3 Mobilya ithalat ve ihracat rakamları grafiği (SGM, 2020)

Türkiye’de mobilya sektöründe ihracat rakamları 2016 yılından sonra artış gösterirken ithalat rakamları ise 2015 yılından itibaren azalma eğilimine girmiştir (SGM, 2020). Dış ticaret ve ekonomik dalgalanmalarda elde ettiği tecrübe ile mobilya sektörü büyük bir potansiyel ve dinamizm elde etmiştir. Ancak toplam ihracatın %33’ü, ithalatın ise %50’den fazlası Avrupa Birliği ülkeleriyle gerçekleşmektedir. Mobilya sektörünün bölgesel bir pazar yoğunluğuna sahip olması, uzun dönemde gerçekleşmesi beklenen hedefler açısından yeni alternatif pazarların gereksinimini oluşturmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2018).

4.7 Türkiye’de Orman Ürünleri Endüstrisinin Avantajları ve Dezavantajları

Orman ürünleri sektöründe, gelişme alanının sınırlı olması, kurumsallaşmanın yetersizliği, mali yapının yetersiz olması, ürünlerin tanıtım ve pazarlamasının tam anlamda gerçekleştirilememesi, sektörde paydaşlar arasında iletişim ağında eksikliklerin bulunması, inovasyon faaliyetlerinin yetersiz olması başlıca problemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurumsallaşmak açısından ar-ge odaklı, yeniliklere açık, maliyetleri minimum seviyeye indiren ve sektöre odaklı, işletmenin vizyonuna yansıtılabilir pozisyona gelmek bu alanda oldukça zor ve yetersizdir (Mutlu vd. 2012).

Aynı zamanda dünya piyasasına oranla odun hammadde fiyatlarının oldukça yüksek olması, hammaddeye olan gereksinimin belli oranda dışarıdan sağlanması, Türkiye’de kış mevsiminde kesim işlemi gerçekleştirilemediğinden dolayı stok giderlerinin artış

göstermesi, fon ve vergilerin yüksekliği, kalifiyeli eleman yetersizliği, sanayi ile üniversitelerin işbirliklerinin istenilen seviyeye gelememiş olması, üretimdeki maliyetlerin fazla oluşu ve döviz kurunda gerçekleşen dalgalanma hareketlerinin üretici açısından mali baskılar oluşturması sektörde bulunan dezavantajlardandır (İstek vd. 2017).

Modern imalat işletmeleri, yüksek teknolojinin üretimde verimli kullanılması, özellikle Avrupa'da gelişmekte olan diğer ülkelere nazaran daha az işgücü gereksinimi, pazarlara olan fonksiyonel yakınlık ve coğrafi konum, performans artışının vermiş olduğu motivasyon ve özgüven sektörün avantajları olarak görülmektedir (Mutlu vd. 2012). Teknolojinin kullanılması, geniş kitlelere ulaşma olanağı, marka ve tasarım bilincinin öne çıkması, tüketici ve üretici için özel hizmet ve ürünlerin sunulması, çevreye uyumlu üretilen mobilyalar, tüketici tercihlerinde görülen değişimler, ülke pazarlarındaki küreselleşmeyle beraber oluşan rekabet baskısı bu alanda sunulan fırsatlar olarak görülmektedir (Koç vd. 2017).

4.8 Türkiye’de Orman Ürünleri Endüstrisinin Endüstri 4.0 Dönüşümü Önerileri

Farklı çalışmalar ve gözlemler sonucunda orman ürünleri endüstrisi olarak Endüstri 4.0’a geçiş için bazı önerilerde bulunulmuştur.

- Marka ve kalite konusunda imajın geliştirilmesi
- Ar-ge çalışmalarının merkezi ve daha verimli hale getirilerek inovatif ürünlere geçilmesi
- Kendi ürün ve markalarını üretip kullanıcıyla buluşturan işletmelerin oluşturulması, siber güvenlik alanında yüksek düzeyde koordinasyonun ve risk yönetiminin oluşturulması
- Çalışanların bilinçli hale getirilmesi, dijitalleşme konusunda organizasyonel süreçlerin yeniden tasarlanıp ele alınması
- Danışmanlık konusunda çalışmaların artırılması, yöneticilerin yenilikçi ve girişimci bireylerden seçilmesi
- Gelecekte gereksinimi duyulacak olan yeni meslekler için ihtiyaç duyulacak olan sistemleri ve materyalleri üretebilecek yeni girişim olanaklarının araştırılması

- Proje odaklı destek sağlanması, nitelikli çalışan ihtiyacının karşılanması için dijital dönüşüm konusunda eğitim verebilecek okulların açılması
- İşletmelerin yaptıkları işleri daha az insan gücünden yararlanarak nasıl daha az maliyetle gerçekleştirebileceklerinin araştırmasını yapması gibi öneriler. Endüstri 4.0'a geçiş önerileri olarak gösterilmektedir (Öztürk ve Koç, 2017).

4.9 Orman Ürünleri Endüstrisinde Kastamonu İlinin Yeri ve Önemi

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Kastamonu il olarak Türkiye yüzölçümünde %1,71 oranında bir alanı oluştururken ülke içinde toplam ormanlık alan içindeki payı ise %3,71 oranındadır bunlara ek olarak Türkiye bulunan normal kuru ormanlık alanının %5,52'si Kastamonu ilindedir. Bozuk kuru alanını oranı ise %3,22 civarındadır (OGM, 2021).

Tablo 4.3 Orman servetinin orman bölge müdürlükleri düzeyinde dağılımı (OGM, 2021)

ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	TOPLAM	NORMAL	BOŞLUKLU KAPALI
TÜRKİYE	1.702.958.837	1.639.226.909	63.731.928
ADANA	46.291.183	44.513.002	1.778.181
AMASYA	90.104.274	85.628.146	4.476.128
ANKARA	46.782.101	45.022.033	1.760.068
ANTALYA	104.334.833	99.913.483	4.421.350
ARTVİN	57.435.389	56.086.454	1.348.935
BALIKESİR	63.250.351	61.629.151	1.621.200
BOLU	128.393.725	127.354.680	1.039.045
BURSA	73.190.068	71.636.357	1.553.711
ÇANAKKALE	57.979.728	56.934.766	1.044.962
DENİZLİ	43.165.846	40.131.469	3.034.377
ELAZIĞ	9.556.125	6.920.397	2.635.728
ERZURUM	26.182.769	23.784.329	2.398.440
ESKİŞEHİR	26.682.918	24.421.340	2.261.578
GİRESUN	74.276.930	72.768.725	1.508.205
ISPARTA	32.780.060	30.510.257	2.269.803
İSTANBUL	57.067.554	56.380.242	687.312
İZMİR	47.202.046	44.823.417	2.378.629
KAHRAMANMARAŞ	25.546.817	23.130.732	2.416.085
KASTAMONU	144.021.059	142.432.979	1.588.080
KAYSERİ	21.889.876	18.985.497	2.904.379
KONYA	19.228.512	16.726.626	2.501.886
KÜTAHYA	51.211.133	49.216.217	1.994.916
MERSİN	48.244.360	44.722.826	3.521.534
MUĞLA	77.830.209	73.893.325	3.936.884
SAKARYA	35.876.759	35.567.497	309.262
ŞANLIURFA	6.450.410	2.425.805	4.024.605
TRABZON	77.778.223	75.974.784	1.803.439
ZONGULDAK	132.100.093	131.242.326	857.767
SİNOP ¹	53.287.793	52.630.886	656.907
HATAY ²	24.817.694	23.819.161	998.533

Orman Genel Müdürlüğü 2021 yılı istatistik verilerine göre Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nün (KOBM) orman serveti diğer Orman Bölge Müdürlükleri ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğu görülmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı 2021 yılı verilerine göre Türkiye'nin en çok orman servetine sahip ili Kastamonudur. Türkiye'nin sahip bulunduğu orman servetinin %8,45'i Kastamonu ilinde bulunmaktadır (OGM, 2021). Ağaç türlerinin ormanlık alan dağılım oranları Kastamonu ilinde karaçam %27, ibreli-yapraklı karışık %18, meşe %13, ibreli karışık %12, yapraklı karışık %9, sarıçam %7, göknar %5, kayın %5 ve diğer ağaç türleri ise %4 oranı olarak dağılım göstermektedir (URL-2, 2021).

Tablo 4.4 Fonksiyonel verimli ormanların OBM düzeyinde dağılımı (OGM, 2021)

BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	FONKSİYONEL VERİMLİ
ADANA	613.348
AMASYA	1.022.938
ANKARA	550.609
ANTALYA	1.056.955
ARTVİN	322.215
BALIKESİR	492.124
BOLU	549.902
BURSA	637.070
ÇANAKKALE	447.213
DENİZLİ	610.609
ELAZIĞ	827.636
ERZURUM	371.589
ESKİŞEHİR	511.756
GİRESUN	461.054
ISPARTA	653.659
İSTANBUL	585.311
İZMİR	696.632
KAHRAMANMARAŞ	664.439
KASTAMONU	1.061.302
KAYSERİ	498.295
KONYA	615.491
KÜTAHYA	523.884
MERSİN	722.661
MUĞLA	995.652
SAKARYA	322.040
ŞANLIURFA	576.323
TRABZON	486.999
ZONGULDAK	556.257
GENEL TOPLAM	17.433.961

Ayrıca Türkiye'nin en fazla fonksiyonel verimli ormanına sahip ilidir, 1 milyon 61 bin civarında fonksiyonel verimli ormanları bulunmaktadır. Fonsksiyonel verimsiz orman ise 369 bin civarındadır (OGM, 2021). Kastamonu ilinde 2021 yılında elde edilmiş olan sektör ve istihdam bilgileri incelendiğinde orman ürünleri ve mobilya imalatı sektöründe 360 adet işletme sayısı bulunurken bu işletmelerde toplam 3831 kişi istihdam edilmektedir (URL-3, 2021).

Kastamonu ilinde 2022 yılı verilerinden oluşan sanayi durum raporuna bakıldığında Kastamonu Organize Sanayi Bölgesinde proje doluluk oranı %100 oranındadır. Ağırlıklı sektör grubu ise fabrikasyon sunta levha, mdf ve mobilyadır. Tosya Organize Sanayi Bölgesinde ise doluluk oranı %79 oranındadır (URL-4, 2022).

5. YÖNTEM

5.1 Çalışmanın Gerçekleştirildiği Bölge

Çalışma Kastamonu ili sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Kastamonu ilinin orman ve orman ürünleri sektörü açısından önemi çalışmada verilmiştir. Kastamonu ili sınırları içerisinde orman ürünleri sektörleri alanında faaliyet gösteren 4 tane büyük ölçekli firmanın toplam 11 adet kendi sektöründe uzman çalışanına anket yöntemi uygulanmıştır.

5.2 Uzman Sayısının Belirlenmesi

Ölçeklerin geliştirilme çalışmaları gerçekleştirilirken deneysel uygulamalardan faydalanılmasının mümkün olmadığı durumlarda kapsam geçerlilik oranından yararlanılmaktadır. Uzmanların görüşlerine dayalı olarak nitel çalışmaları istatistiksel nicel çalışmalara dönüştürmek amacıyla kullanılan yöntem kapsam geçerlilik oranı denilmektedir (Yurdugül, 2005).

Kapsam geçerlilik oranı 1975 yılında Lawshe tarafından geliştirilmiştir. Bu yüzden Lawshe tekniği olarak da bilinmektedir (Yurdugül, 2005). Lawshe tekniğinde en az 5 en fazla ise 40 uzman görüşüne ihtiyaç duyulmaktadır (Lawshe, 1975).

Çalışmamızda ankete katılım gerçekleştirecek uzman sayısı belirlenirken literatürden elde edilen bu bilgiler dikkate alınmıştır.

5.3 Anket Tekniği

Bilimsel çalışmaların kalitesinin uygulanan yöntem ile toplanan verilerin amaca uygun ve tutarlı olmasıyla doğru orantılı olduğu bilinmektedir. Anket yöntemi gerek nicel verilerle yapılan araştırmalarda gerekse nitel verilerle gerçekleştirilen çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Arıkan, 2018).

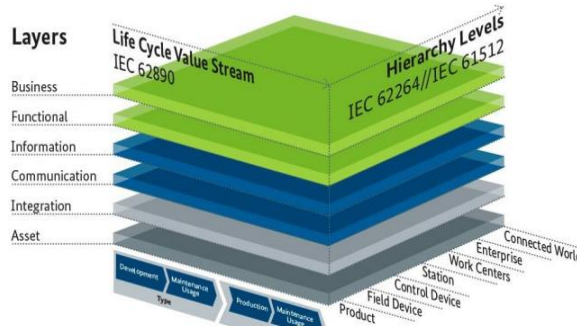
Bilimsel araştırmalarda veri ve bilgi toplama yöntemi en önemli aşamalardan bir tanesidir. Bazı araştırmalarda veri kaynağı olarak insanların görüşlerinden yararlanılmaktadır. İnsanlardan doğrudan bilgi alma yöntemlerinden bir tanesinde anket

yöntemidir. Birinci elden verilerin toplanması anket yöntemi olarak ifade edilmektedir (Odabaşı, 1999).

Bu çalışma kapsamında anket yöntemi gerçekleştirilirken uzmanlar ile yüz yüze görüşme sağlanmıştır. Uzmanların anketi özenli ve dikkatli şekilde gerçekleştirmelerine büyük önem verilmiştir.

5.3.1 Anket Formunun Hazırlanması

Bu çalışmadan anket ile veri toplama yönteminden yararlanılmıştır. Sektöründen uzman kişilerin anket yöntemi ile görüşleri alınmıştır. Anket iki aşamalı olarak hazırlanmıştır ilk aşamada kullanılan anket Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemine göre hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise TOPSIS yöntemine uygun olarak bir anket oluşturulmuştur. Literatür taramaları neticesinde ölçek ve kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde Referans Mimari Model Endüstri 4.0 (RAMI 4.0) baz alınmıştır.



Şekil 5.1 RAMI 4.0 yapısı (Hankel ve Rexroth, 2015)

Endüstri 4.0 için geliştirilen modellerden olan Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) daha fazla tercih edilmektedir. Önermiş olduğu referans yapıyı RAMI 4.0 bazı başlıklarda birleştirmiştir. Şirketler arası yatay entegrasyon, şirket içi düzeylerin dikey entegrasyonu, çalışanların sosyal altyapısı, siber fiziksel sistemler, mühendislik uygulamaları birleştirilen bu başlıklardır. Bu yapılar RAMI 4.0 üç konu dahil etmiştir. Bu konular hiyerarşik düzeyler, yaşam çevrimi ve mimari katmanlardan oluşmaktadır. Hiyerarşik düzeyler ağa bağlı dünya, işletme, iş merkezi, istasyon, kontrol cihazı, saha cihazı ve ürün şeklinde en yukarıdan en aşağıya

doğru inmektedir. Mimari katmanlar ise iş, fonksiyonel, bilgi, iletişim, entegrasyon ve varlık olarak belirtilmiştir (Sümen, 2019).

Yapılan literatür taraması ve değerlendirmeler sonucu Orman Ürünleri Sektörlerinde Endüstri 4.0'a geçiş için 6 adet önem kriteri belirlenmiştir.

Tablo 5.1 Hiyerarşi kriterleri ve tanımları

Kriterler	Tanımlar
İşletme	Endüstriyel süreçlerde değiş tokuş edilen işle ilgili verileri temsil eder.
Fonksiyonel	Çalışma süresi ve iş ortamı ile ilgili modellemeler yaparak işletme katmanına bilgi sağlar.
Bilgi	İşlevler, hizmetler ve bileşenler arasında kullanılan ve değiş tokuş edilen verileri tanımlar.
İletişim	Bileşenler arasında birlikte çalışabilir bilgi alışverişi için protokoller ve mekanizmalar üzerine yoğunlaşır.
Entegrasyon	Fiziksel varlıkların dijital eşdeğerlerini ortaya koyar. Bu katman, fiziksel dünyadan siber alana geçişi çeşitli yenilikçi yaklaşımlarla temsil etmenin en önemli sorumluluğunu üstlenir.
Varlık	Fiziksel dünyadaki gerçek varlıkları belirler ve tarif eder.

Belirlenen kriterler yukarıdaki tablo 5.1'de tanımlarıyla beraber verilmiştir. Kriterlerin birbirlerine olan üstünlüklerinin karşılaştırması uzman kişiler tarafından gerçekteştirilmektedir.

Tablo 5.2 Kriterlerin karşılaştırma skalası

No		Katmanların Önem Düzeylerine Göre Karşılaştırmaları																	
1	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fonksiyonel
2	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bilgi
3	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
4	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
5	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
6	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bilgi
7	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
8	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
9	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
10	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
11	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
12	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
13	İletişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
14	İletişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
15	Entegrasyon	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık

Tablo 5.2'de Endüstri 4.0'a geçiş için hangi kriterin daha önemli, üstün veya eşit önemli olduğu değer tanımlarına uygun bir şekilde 1-9 arası rakamlar ile puanlanarak önem derecesi belirlenerek ve kriterler birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. İkili

karşılaştırmalar ölçeği dikkate alınarak değerlendirme gerçekleştirilmektedir. Tablo 5.4'deki İkili Karşılaştırma Ölçeğinde değerlerin önem dereceleri ve tanımları açıklanmıştır. Bu karşılaştırma Kastamonu ilinde görev yapan orman ürünleri sektörlerinde uzman 11 kişi ile yüz yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.3 Endüstri 4.0 için kriterlerin sektörlere uygunluğunun değerlendirmesi

İlgili katmanın ilgili sektöre göre uygunluğunu puanlayınız. (1-10 arası değerlerle) 10 tamamen uygun 1 hiç uygun değil						
	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha						
Lif levha						
Parke						
Mobilya						
Diğer:						

Tablo 5.3'de Endüstri 4.0 geçiş için belirlenen 6 kriterin Orman ürünleri sektörleri uzmanları tarafından 1 ile 10 sayı değerleri arasında puanlama işlemi gerçekleştirilmek suretiyle, kriterlerin sektörlere uygunluğu belirlenmektedir.

5.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Pensilvanya Üniversitesinde Matematikçi olarak görev yapan Thomas Saaty'nin geliştirmiş olduğu ve insanlığa sunduğu çok kriterli karar verme yöntemidir (Saaty, 1991). Belirli yada belirsiz durumlarda birden fazla alternatifin arasından seçimin gerçekleştirilmesi gereken durumlarda ve birden fazla karar vericinin bulunduğu çok kriterli karar verme evresinde Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılabilir (Harker ve Vargas, 1987).

Saaty'nin 1970'lerde alt yapısını oluşturduğu AHP yöntemi, daha rasyonel kararları elde etmek için karar verenlerin kendi karar verme mekanizmalarını kullanmasını sağlayan bir yöntemdir (Dyer, 1990). Ayrıca 1980'li yıllarda geliştirilen bu yöntem karmaşık karar verme problemlerinin öncelik sıralamasının gerçekleştirilmesinde ve en uygun olan alternatifin belirlenmesi için ortaya çıkarılan bu yöntemin karar vermede en fazla kullanılan karar verme yöntemi olduğu söylenebilir. Bunun sebebi olarak ise elde edilen başarılı sonuçlar gösterilmektedir. Belirlenen kriterlerin uzmanlar tarafından gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar ile kendi aralarındaki

üstünlükleri belirlenir. Ana kriterler ve alt kriterler karmaşık problemin amacına yönelik belirlendikten sonra alternatifler karşılaştırılır ve en iyi olan alternatifin seçimi yapılır (Saaty ve Niemira, 2006).

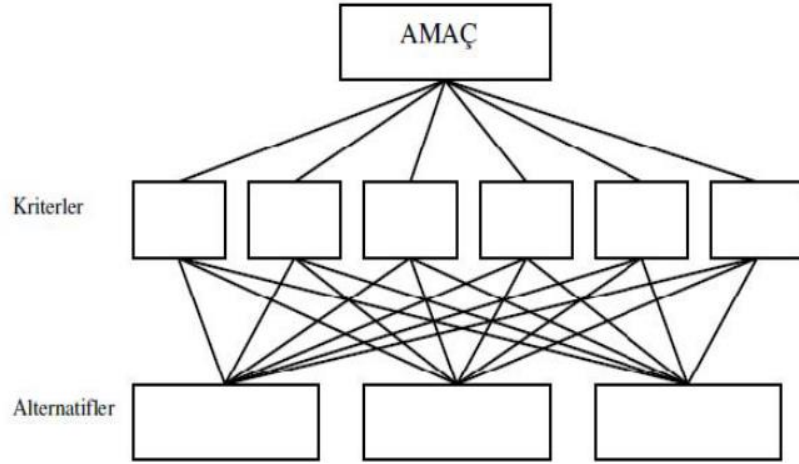
Bir araya toplanmış olan alternatif verilerin birbirleriyle bağlantılı olanları öncelik sırasına bakılarak şemaya soktuktan sonra karar vericinin de geçmiş tecrübeleri ve bilgisinden yararlanılarak ve karar verme prosesinde bulunan seçeneklerin tutarlılığı göz önüne alınarak, prosesin en verimli şekilde sonuçlanması AHP yönteminin asıl amacıdır. Niteliksel ve niceliksel faktörleri sistematik bir şekilde planlaması ve tüm faktörlerin göz önüne alınmasıyla proseste daha uygun, daha yararlı ve uygulanması çok daha kolay çözüm yolu oluşturması AHP yönteminin etkili olan yönleridir (Özyörük ve Özcan, 2008).

5.4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulama Adımları

Saaty tarafından ortaya konulan ve geliştirilen Analitik Hiyerarşi Yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

5.4.1.1 Hiyerarşik yapının elde edilmesi

En üstten başlanarak karar amacıyla, karar hiyerarşisi elde edilir. Kriterler orta katmanları oluştururken, alt katmanları ise alternatifler meydana getirmektedir (Saaty, 2008). Bu matematiksel yöntemde karar aşamasını etkilemekte olan bütün nicel ve nitel faktörler, anket çalışmaları, uzman kişilerin görüş ve önerileri dikkate alınarak belirlenir ve toplanan bilgilerle amaç, kriterler, alt kriterler ve diğer alternatifler oluşturularak önem derecelerine göre fazladan aza doğru olacak şekilde bir şema meydana getirilmektedir (Kecek ve Yüksel 2016).



Şekil 5.2 AHP Hiyerarşi Yapısı (Saaty ve Vargas, 2001)

5.4.1.2 İkili karşılaştırma matrisi ve üstünlük belirleme

Bu matris yapısı oluşturulurken amaç, kriter ve alt kriter belirlenir daha sonra ise belirlenen bu alt kriterlerin birbirleri arasındaki üstünlük dereceleri bulunması amacıyla aşağıda bulunan (nxn) ikili karşılaştırma matrisi elde edilir. Karar verici alternatifleri ikili karşılaştırma yaparak kriter matrisi veya alternatif matrisi oluşturur (Saaty, 1991).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & \dots & a_{n1} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{nxn} \quad (5.1)$$

Yukarıdaki matriste yer alan her ölçütün, amaç için fayda bakımından göreceli önemleri ve her hedefin de ölçütler açısından üstünlükleri, uzmanların görüşlerine göre, ikili karşılaştırma yöntemi ile belirlenir. Bu matrisle ilgili karar vericiler ve uzman yöneticilere ikili karşılaştırma için anket soruları yöneltilerek elde edilir. İkili karşılaştırmaların her biri için etkenlerin kendi aralarındaki bağıl önem derecesi bulunur. Etkenlerin diğer etken üzerinde önem derecesinin bulunmasında 9 skaladan oluşan Saaty'nin ikili karşılaştırma ölçeği üzerinden elde edilir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Tablo 5.4 İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Değer Tanımları	Açıklaması
1	Eşit Önemli	Her iki kriter de amaca eşit katkıda bulunur.
3	Orta Önemli (Az Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir kriter diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Güçlü Önemde (Fazla Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir kriter diğerine göre çok daha tercih edilir.
7	Çok Güçlü Önemde (Çok Üstünlük)	Bir kriter diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)	Bir kriter diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)	Bir değerlendirmeyi yapmakta yukarıdaki ifadeler yetersiz kalıyorsa, tercih edilen iki değer arasındaki bir değer verilir.

5.4.1.3 Göreli önem vektörünün bulunması

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinden sonra ilgili matriste bulunan her bir ögenin diğer öğelere göre önemini ortaya koyan özvektör yani göreli önem vektörünün hesaplanmasıdır (Sipahioğlu, 2008). Matrisin $n \times 1$ boyutunda göreceli önem vektörü aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (5.2)$$

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (5.3)$$

Kriterlerin yüzde olarak önem dağılımlarını bulmak için $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörleri bulunmalıdır. W sütun vektörü, 5.2 numaralı denklemde belirtilen b_{ij}

değerlerinin oluşturduğu matrisin satır öğelerinin aritmetik ortalamasının alınmasıyla bulunur (Supçiller ve Çapraz, 2011).

5.4.1.4 Görelî önem vektörünün tutarlılığının bulunması

Bütün ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranı (CR) bulunur ve matrisin karar vericiler tarafından gerçekleştirilen seçimler karşısında tutarlı olması için tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçük olması gerekmektedir. Bu değerden büyük çıkması durumunda ikili karşılaştırma matrislerinin tekrar incelenerek, uzmanlar ile görüşmelerin yeniden görüşülmesi sonucunda yeniden düzenlenerek uygulanan işlemler ve adımlar tekrarlanmalıdır (Özyürük ve Özcan 2008). CR değerini elde edebilmek için ilk önce A matrisinin en büyük öz vektörünü (λ_{max}) bulmak gerekmektedir.

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere,

CI: Tutarlılık İndeksi

λ_{max} : Matristeki öz değerlerden en büyüğü

n : Her bir matrisin eleman sayısı

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (5.4)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (5.5)$$

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (5.6)$$

Tutarlılık indeksinin (CI) aynı boyutta bulunan matrise karşılık gelen rastgele indeksine (RI) bölünmesi sonucunda tutarlılık oranı (CR) elde edilir. Aşağıda formül olarak gösterilmektedir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.7)$$

RI: Ortalama Rassal Tutarlılık

Tablo 5.5 Rassallık Değer İndeksi (Saaty, 2006)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Tablo 5.2’de farklı büyüklükte olan matrisler için oluşturulmuş rassal indeks tablosu bulunmaktadır. Matrisin karar vericiler tarafından gerçekleştirilen seçimler karşısında tutarlı olması için tutarlılık oranı 0,10 değerinden küçük olması gerekmektedir. Bu değerden büyük çıkması durumunda ikili karşılaştırma matrislerinin tekrar incelenerek, uzmanlar ile görüşmelerin yeniden görüşülmesi sonucunda yeniden düzenlenerek uygulanan işlemler ve adımlar tekrarlanmalıdır (Özyürük ve Özcan 2008).

5.4.1.5 Hiyerarşik yapının genel sonucunun bulunması

Bu aşamanın öncesinde bulunan ilk dört aşama hiyerarşik yapının hepsi için hesaplanır. Daha sonra bu aşamada hiyerarşik yapıda bulunan n adet ölçütün her biri oluşturduğu mx1 boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek mxn boyutunda DW karar matrisi elde edilir. Bulunan bu matrisin ölçütleri arası W üstünlük vektörüyle çarpımının sonucunda R sonuç vektörü elde edilir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

i=1,2,3,...,n ve j=1,2,3,...,n olmak üzere,

$$DW = [W_{ij}]_{mxn} \quad (5.8)$$

$$R = DW \times W \quad (5.9)$$

5.4.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Üstün ve Zayıf Yönleri

AHP yönteminde önemli özelliklerin başında nicel kriterler haricinde nitel kriterlerinde değerlendirmeye alınabilmesidir. Birçok karar verme yöntemi karmaşık

yapıya sahiptir. Karmaşık yapıya sahip olunmasının sebebi alternatiflerin çok olmasıdır. Bu yüzden büyük problemleri alt başlıklara ayırarak, problemlerin çözümünü kolaylaştırmak mümkün hale gelmektedir. Bu problemleri böl ve yönet şeklinde çözdüğünden dolayı AHP yöntemi daha çok tercih edilmektedir (Yıldırım ve Önder, 2015).

AHP yöntemi farklı durumlar altında karar vericilerin kararlarını formüle dökmesine yardım etmektedir. Ayrıca matematiksel model oluştururken birçok değerlendirme kriterini dikkate alan bir yöntemdir. Önce üst kriterlerin birbirleri ile ikili karşılaştırma işlemi yapılmakta sonra bu kriterlerin kendi içinde bulunan alt kriterlerin birbiri ile ikili karşılaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde yöntem daha da basit hale gelmektedir. Bunlarla beraber büyük boyuttaki matrislerin karşılaştırma işlemine gerek kalmadan çok sayıda kriter analiz işlemlerine dahil edilebilmektedir. AHP birçok kriteri tutarlı olarak tek bir ortalamada birleştirmeyi bu özellikler sayesinde sağlamaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015). AHP yönteminin çok geniş uygulama alanı olması, uygulanmasının ve anlaşılmasının kolay olması, MS Excel programıyla matematiksel model kurulması, birçok sektörde karar verme yöntemlerine çözüm oluşturması çok kriterli karar verme yöntemleri arasında en fazla tercih edilen yöntemlerin başında gelmesinin sebebidir (Topdemir, 2019).

AHP yönteminin araştırmacılar için zayıf olarak algılanmasının nedenlerinin başında karar vericinin tamamen kendi değerlendirmesinden faydalanarak yürütülmesidir. Bunun sonuçların geçerli olduğunu onaylayan tam bağımsız bir yöntem olmamasıdır. Çalışmanın araştırmacılar tarafından yürütülmesinde karar vericilerin bilgi, birikim ve tecrübesine göre değişkenlik göstereceğinden, AHP yöntemi için elde edilen verilerin geçerliliği eleştirilere mahal vermektedir (Yıldırım ve Önder, 2015).

Analize daha sonradan yeni bir parametre eklenmesi durumunda tüm sürecin başından sonuna kadar tekrarlanması da araştırmacıların yönelttiği eleştirilerdendir (Topdemir, 2019). Büyük boyutlu matrislerin oluşturulmasında çok fazla sayıda ikili karşılaştırma işleminin uygulanması sonucunda kaybedilen zaman araştırmacılar tarafından AHP yönteminin zayıf olan yönlerinden biri olarak gösterilmektedir (Yıldırım ve Önder, 2015).

5.4.3 AHP Yönteminin Çalışmada Kullanılması

5.5 TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order by Similarity to Ideal Solution) yöntemi çoğu sektörde karar verme süreçlerinde uygulanan bir yöntemdir (Monjezi vd., 2010). Alternatifler arasında en iyi olan alternatifin seçilmesi amacıyla 1981 senesinde Hwang ve Yoon tarafından ortaya atılarak geliştirilen bu yöntem çok nitelikli karar verme yöntemleri içinde yer almaktadır (Hwang ve Yoon, 1981). TOPSIS yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi kompleks algoritma ve karışık matematiksel veriler içermeyen basit bir modeldir. Kullanıcılar tarafından kolay biçimde uygulanması ve anlaşılması sebebiyle çok alanda sıkça kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlara örnek olarak üretim alanları, tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetimi, pazarlama sektörü gösterilebilir (Topdemir, 2019).

Bu yöntemin çıktılarının anlaşılmasının kolay olmasında ki sebep kullanıcılardan girdi parametrelerinin az sayıda istenmesidir. TOPSIS yöntemi karar verici karar verirken tercih edeceği alternatifin ideal çözüme yakın ideal olmayan çözüme ise uzak olmasını amaçlamaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015).

5.5.1 TOPSIS Yöntemi Uygulama Adımları

Bu yöntemde ilk başta karar matrisi oluşturulmaktadır. Daha sonrasında ise oluşturulan bu karar matrisinden faydalanılarak normalize edilmiş karar matrisi elde edilir (Shyjith vd., 2008). Bu aşamalardan sonra ise matrisin ağırlıklandırma işlemi yapılır ve TOPSIS yönteminin amacı olan ideal çözüm ve ideal olmayan çözümlere olan uzaklıklar belirlenir. Bu uzaklıkların belirlenmesinin ardından son olarak her bir alternatifin puan değeri hesaplanıp, sıralaması yapılır. Bu şekilde kriterler dikkate alınarak alternatifler sıralanmış olur (Topdemir, 2019).

5.5.1.1 Karar matrisinin elde edilmesi

İlk başta karar matrisinin karar verici tarafından oluşturulması gerekmektedir. Bu matris $m \times p$ boyutlu bir matris olmalıdır. Matrisi elde ederken karar vericinin satır

kısımlarına karar noktalarını, sütunlara ise faktörleri yerleştirmesi gerekmektedir. Karar matrisi aşağıda gösterildiği gibidir (Yıldırım ve Önder, 2015).

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mp} \end{bmatrix} \quad (5.10)$$

5.5.1.2 Normalize matrisinin elde edilmesi

Öncelikler normalize matrisin elde edilebilmesi için normalizasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Bunun yapılabilmesi içinde karar matrisi elde edildikten sonra bütün a_{ij} değerlerinin ($a_{11}, a_{21}, a_{31} \dots a_{m1}$) kareleri alınarak bu değerlerin toplamlarından meydana gelen sütun toplamları oluşmaktadır ve her bir a_{ij} değeri bulunduğu sütun toplamının kareköküne bölünmesi işlemi sonucu normalizasyon gerçekleştirilir (Monjezi vd., 2010).

$$N_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, n) \quad (5.11)$$

Normalize matris aşağıdaki gibi elde edilir.

$$N_{ij} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1p} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mp} \end{bmatrix} \quad (5.12)$$

5.5.1.3 Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmesi

Normalize edilen matriste bulunan bütün değerler w_{ij} şeklinde değerle ağırlıklı hale getirilir. Gerçekleştirilen bu ağırlıklandırma işlemi kriterlerin önem derecesi dikkate alınarak yapıldığından TOPSIS yönteminin öznel yönü ön plana çıkmaktadır. Bulunan bu ağırlıklar TOPSIS yönteminin öznel olan tek parametresini oluşturmaktadır. Bu adımda dikkat edilecek hususlardan birisi w_i değer toplamlarının 1 değerine eşit bulunmasıdır. Formül ise aşağıdaki gibidir;

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i} = 1 \quad (5.13)$$

Böylece normalize edilmiş matris ile bulunan n_{ij} değerleri, w_{ij} ağırlıkları ile çarpılmak suretiyle ağırlıklandırılmış normalize matris (V matrisi) elde edilmiş olur (Monjezi vd., 2010).

$$V = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & w_n n_{1p} \\ w_1 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & w_n n_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{m2} & \dots & w_n n_{mp} \end{bmatrix} \geq V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1p} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mp} \end{bmatrix} \quad (5.14)$$

5.5.1.4 İdeal ve ideal olmayan çözüm değerlerinin elde edilmesi

Ağırlıklandırması yapılan normalize matris elde edildikten sonra çözülmesi gereken problemin yapısının dışına çıkılmadan varılmak istenen amaç doğrultusunda maksimizasyon işleminde her bir sütuna ait olan maksimum değerler belirlenmektedir. Bu belirlenen maksimum değerler ise ideal çözüm değerlerini ifade etmektedir. Bu işlemlerden sonra iste her bir sütunun minimum değerleri tespit edilir. Tespit edilen bu minimum değerler ise negatif ideal çözüm değerlerini vermektedir. Problem çözümündeki amaç minimizasyonu bulmak ise değerler tam tersi şekilde dikkate alınacaktır (Yıldırım ve Önder, 2015).

İdeal çözüm değerleri aşağıdaki gibidir.

$$A^* = \{ \max_j v_{ij} \mid j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, m \} \quad (5.15)$$

$A^* = \{v_1^*, v_2^*, v_3^*, \dots, v_n^*\}$ sütunların kendi içinde bulunan maksimum değerleridir.

İdeal olmayan çözüm değerleri aşağıdaki gibidir.

$$A^- = \{ \min_i v_{ij} \text{ olmak üzere} \} \quad (5.16)$$

$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ sütunların kendi içinde bulunan minimum değerleridir.

5.5.1.5 İdeal ve ideal olmayan noktalara uzaklık değerlerinin bulunması

Noktaların arasında bulunan mesafenin hesaplanması gerçekleştirilirken öklidyen uzaklıktan faydalanılmaktadır. Buna ideal ve ideal olmayan noktalara bulunan uzaklığın hesap edilmesi denir. Koordinat düzleminde bulunan iki nokta arasındaki mesafenin uzaklığının hesaplanmasında aşağıda bulunan formülden yararlanılmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (5.17)$$

x_{ik} = i. Gözlemin k. Değişken değeri

x_{jk} = j. Gözlemin k. Değişken değeri

P = Değişken sayısını gösteren ifadedir.

Koordinatlar arasında bulunan mesafenin uzaklıklarını bulmak amacıyla negatif ideal çözüme en uzak olan ve ideal çözüme en yakın öklidyen uzaklık bulunmaya çalışılmaktadır (Shyjith vd., 2008). Bu formülü ideal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklıkların hesaplanması için genelleştirmek gerekirse aşağıda bulunan formüller kullanılabilir (Monjezi vd., 2010).

İdeal uzaklık formülü aşağıdadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - v_j^*)^2} \quad (5.18)$$

İdeal olmayan uzaklık formülü aşağıdadır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - v_j^-)^2} \quad (5.19)$$

Hesaplama işlemi gerçekleştirilirken S_i^* ile S_i^- değerleri karar noktası sayısı kadar bulunacaktır.

5.5.1.6 İdeal çözüme göreli yakınlığın bulunması

TOPSIS yönteminde bütün karar noktaları için ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplanmasında ideal ve ideal olmayan noktalara olan mesafelerin uzaklığından yararlanılmaktadır. Değer C_i^* olarak sembolize edilir ve göreli yakınlığı ifade eder. $0 \leq C_i^* \leq 1$ değerleri arasında yer almaktadır. $C_i^*=0$ ifadesinde karar noktasının ideal olmayan çözüme olan mutlak yakınlığı gösterilirken, $C_i^*=1$ ifadesindeyse karar noktasının ideal çözüme olan mutlak yakınlığı belirtilmektedir (Monjezi vd., 2010).

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^*} \quad (5.20)$$

6. BULGULAR

6.1 Ankete Katılan Uzmanlara Dair Bulgular

Tablo 6.1 Ankete katılan uzmanların demografik özellikleri

Cinsiyet	Adet	Yüzde (%)
Erkek	11	100
Kadın	0	0
Deneyim		
≤5	1	9,09
5-10	1	9,09
10-15	4	36,36
15-20	1	9,09
≤20	4	36,36
Eğitim Düzeyi		
Lise	0	0
Lisans	4	36,36
Yüksek Lisans	6	54,54
Doktora	1	9,09
Çalıştığı Sektör		
Yonga Levha	3	27,27
Lif Levha	3	27,27
Parke	3	27,27
Mobilya	2	18,18

Ankete katılan 11 adet uzmanın demografik verileri tablo 6.1’de incelendiğinde: Ankete katılan uzmanların tamamının erkeklerden oluştuğu görülmektedir. Meslekteki çalışma yılları dikkate alındığında uzmanların %9,09’u 5 yıldan az süredir sektörde çalışmaktadır. Uzmanların yine %9,09’luk kısmı 5 ile 10 yıl arası gibi bir süredir sektörde çalışmaktadır. Anketi uyguladığımız uzmanların %36,36 oranındaki kesimi ise çalıştığı sektörlerde 10 ile 15 yıl arası bir süredir faaliyet göstermektedir. Uzmanların 15 ile 20 yıl arasında deneyime sahip olanların oranı ise %9,09 olarak görülmektedir. Meslekte 20 yıldan fazla deneyime sahip olan uzmanların oranı ise %36,36 olarak görülmektedir. Bu oranlara göre ankete katılan uzmanların, meslekteki deneyimleri açısından yoğunluk incelendiğinde 20 yıl üzeri çalışan ve 10 ile 15 yıl arasından deneyime sahip olanlar çoğunluktadır.

Ankete katılım sağlayan uzman kişilerin eğitim durumlarına bakıldığında %36,36'sı lisans öğrenimini tamamlamıştır. Uzmanlardan yüksek lisans mezunu olanların oranı ise %54,54 olarak görülmektedir. Doktora mezunu uzman oranı ise %9,09 olarak karşımıza çıkmaktadır. Lise mezunu uzman ise bulunmamaktadır. Uzmanların eğitim durumları incelendiğinde çoğunlukla lisans ve yüksek lisans mezunu oldukları görülmektedir. Bu veriler incelendiğinde ankete katılan uzmanların eğitim seviyesinin oldukça yüksek düzeyde olduğu gözlemlenmektedir.

Ankete katılanların yonga levha, lif levha, parke, mobilya sektörlerinde çalıştığı ve bu sektörlerde uzman oldukları görülmektedir. Yonga levha, lif levha ve parke sektöründe çalışan uzmanlar eşit sayıdadır ve %27,27 gibi bir orana sahiptir. Ankete katılan uzmanlardan 2 tanesi ise mobilya sektöründe faaliyet göstermektedir. Demografik veriler incelendiğinde uzmanların faaliyet gösterdikleri sektörler dengeli olarak dağılmıştır.

6.2 AHP Grup Karar Matrisi

Aşağıda Tablo 6.2'de bulunan karar matrisi bireysel yargıların geometrik ortalama ile birleştirilmesi sonucunda grup karar matrisi olarak elde edilmiştir. Bu sayede kriterlerin ağırlıkları grup yargısında göre hesaplanmaktadır. Karar matrisi elde edilirken 11 tane uzman görüşünden ayrı ayrı oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinde ki elemanların geometrik ortalaması alınarak her bir matris elemanı elde edilmiştir.

Tablo 6.2 AHP grup karar matrisi

Ana Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
İşletme	1,0000	0,5976	0,6260	0,4775	0,3480	1,1248
Fonksiyonel	1,6733	1,0000	0,9571	1,3247	0,5566	1,4171
Bilgi	1,5975	1,0448	1,0000	1,2180	0,9681	2,8157
İletişim	2,0944	0,7276	0,8210	1,0000	0,8993	1,1913
Entegrasyon	2,8734	1,7967	1,0330	1,1120	1,0000	1,3024
Varlık	0,8891	0,7056	0,3552	0,8394	0,7678	1,0000

6.3 Normalizasyon Matrisi

Tablo 6.3 Normalizasyon matrisi

Ana Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
İşletme	0,0987	0,1018	0,1306	0,0800	0,0767	0,1271
Fonksiyonel	0,1652	0,1703	0,1997	0,2218	0,1226	0,1601
Bilgi	0,1577	0,1779	0,2087	0,2040	0,2132	0,3181
İletişim	0,2068	0,1239	0,1713	0,1675	0,1981	0,1346
Entegrasyon	0,2837	0,3060	0,2155	0,1862	0,2203	0,1471
Varlık	0,0878	0,1202	0,0741	0,1406	0,1691	0,1130
Toplam	10,1276	5,8724	4,7922	5,9715	4,5398	8,8514

6.4 Öncelik Vektörü

Tablo 6.4 Öncelik vektörü

Ana Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık	Öncelik vektörü
İşletme	0,0987	0,1018	0,1306	0,0800	0,0767	0,1271	0,1025
Fonksiyonel	0,1652	0,1703	0,1997	0,2218	0,1226	0,1601	0,1733
Bilgi	0,1577	0,1779	0,2087	0,2040	0,2132	0,3181	0,2133
İletişim	0,2068	0,1239	0,1713	0,1675	0,1981	0,1346	0,1670
Entegrasyon	0,2837	0,3060	0,2155	0,1862	0,2203	0,1471	0,2265
Varlık	0,0878	0,1202	0,0741	0,1406	0,1691	0,1130	0,1175

Kriter ağırlıkları incelendiğinde işletme kriteri 0,1025; fonksiyonel 0,1733; bilgi 0,2133; iletişim 0,1670; entegrasyon 0,2265; varlık 0,1175 olarak bulunmuştur.

6.5 TOPSIS Grup Karar Matrisi

AHP grup karar matrisinde olduğu gibi burada da karar matrisi oluşturulurken bireysel tercihler, geometrik ortalama ile birleştirilmek suretiyle elde edilmiştir. Bu işlemler tüm matris elemanları için yapılarak karar matrisi elde edilir.

Tablo 6.5 TOPSIS grup karar matrisi

	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha	7,5905	7,3996	7,3342	7,5879	7,5935	8,0607
Lif Levha	7,7659	7,4900	7,4132	7,8089	7,7801	8,2588
Parke	8,0218	7,6182	7,5427	8,1021	7,8752	8,1231
Mobilya	6,9943	5,5800	7,4441	5,4782	5,5842	7,7122

6.6 Normalize Matris

Tablo 6.6 Normalize matris

Kriter Ağırlıkları	0,1025	0,1733	0,2133	0,1670	0,2265	0,1175
Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha	0,49921	0,52319	0,49330	0,51844	0,52227	0,50121
Lif Levha	0,51074	0,52958	0,49861	0,53354	0,53511	0,51353
Parke	0,52758	0,53865	0,50732	0,55358	0,54164	0,50509
Mobilya	0,46000	0,39454	0,50068	0,37430	0,38407	0,47954

6.7 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Standart karar matrisinin değerlerinin ağırlık katsayıları (W) ile çarpılması sonucunda ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir.

Tablo 6.7 Ağırlıklandırılmış karar matrisi

Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha	0,05115	0,09067	0,10521	0,08659	0,11828	0,05887
Lif Levha	0,05234	0,09177	0,10634	0,08912	0,12119	0,06032
Parke	0,05406	0,09335	0,10820	0,09246	0,12267	0,05932
Mobilya	0,04714	0,06837	0,10678	0,06252	0,08698	0,05632

6.8 İdeal ve Negatif İdeal Çözümler

Tablo 6.7’de bulunan ağırlıklandırılmış karar matrisinde her kriterin ilgili sütundan pozitif ideal çözüm için pozitif ideal (Smax) ve negatif ideal (Smin) çözüm için de negatif ideal değerler seçilerek pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerleri elde edilir. Kriterlerin ilgili sütununda bulunan en büyük değer Smax, en küçük değer Smin olarak belirlenir. Bu değerler Tablo 6.8’de gösterilmektedir.

Tablo 6.8 Smax ve Smin değerleri

Smax	0,05406	0,09335	0,10820	0,09246	0,12267	0,06032
Smin	0,04714	0,06837	0,10521	0,06252	0,08698	0,05632

6.9 Pozitif İdeal Çözüm Uzaklık Değerleri

Tablo 6.9 Pozitif ideal çözüme uzaklık değerleri

Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha	0,00000845	0,00000717	0,00000894	0,00003444	0,00001924	0,00000209
Lif Levha	0,00000297	0,00000246	0,00000345	0,00001119	0,00000219	0,00000000
Parke	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000098
Mobilya	0,00004795	0,00062371	0,00000200	0,00089669	0,00127353	0,00001593

Tablo 6.10 Alternatiflerin Smax değerleri

Smax	
s1	0,0089638274
s2	0,0047206190
s3	0,0009914874
s4	0,0534774109

6.10 Negatif İdeal Çözüm Uzaklık Değerleri

Tablo 6.11 Negatif ideal çözüme uzaklık değerleri

Kriterler	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha	0,0000161	0,000497	0,00000000	0,000579	0,000979	0,00000647
Lif Levha	0,0000270	0,000547	0,00000128	0,000707	0,00117	0,00001593
Parke	0,0000479	0,000623	0,00000894	0,000896	0,001273	0,00000900
Mobilya	0,0000000	0,000000	0,00000248	0,000000	0,000000	0,00000000

Tablo 6.12 Alternatiflerin Smin değerleri

Smin	
s1	0,0455963764
s2	0,0496942190
s3	0,0534774744
s4	0,0015752096

6.11 İdeal Çözüme Göreli Yakınlık

$$C_1^* = 0,83571, C_2^* = 0,91325, C_3^* = 0,98180, C_4^* = 0,02861 \quad (6.1)$$

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hızla gelişen teknoloji günümüzde iş hayatının da değişmesini zorunlu kılmaktadır. Üretimde, hizmette ve birçok alanda teknoloji iş hayatının vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu nedenle gelişen teknolojiye ayak uydurabilen işletmeler rekabet ortamında ön plana çıkmaktadır. Teknolojinin iş hayatında, etkin olması ve internetin de teknolojiyle entegre olmasıyla Endüstri 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 işletmeler için insan gücüne olan ihtiyacı azaltmak, nitelikli insan istihdamı sağlamak, maliyetleri azaltmak, problemleri en aza indirmek gibi hedefler doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 gelişmiş Avrupa ülkelerinde birçok alanda uygulanırken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise yeni yeni yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bu çalışmada Endüstri 4.0 ile ilgili bilgiler ve geçmişte yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Çalışmanın asıl amacı ise Endüstri 4.0'a geçiş için çeşitli orman ürünleri sektörlerinin hazır durumda olup olmadıklarını, geçiş için sektörlerin ne derece uygun olduğunu ortaya koymaktır. Çalışmada orman ürünleri sektöründe Endüstri 4.0'a geçiş için Kastamonu ilinde çalışan alanında uzman 11 kişi ile gerçekleştirilen anketler ile sektörlerin uygunluğu değerlendirilmiş ve yapılan analizler sonucunda bulgular ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde belirlenen 6 kriterin önem dereceleri hesaplanmıştır. Çalışma yürütülürken AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerin nihai sonuçları Tablo 7.1'de ve Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.1 Kriter ağırlıkları

İşletme	0,1025
Fonksiyonel	0,1733
Bilgi	0,2133
İletişim	0,1670
Entegrasyon	0,2265
Varlık	0,1175

Elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde entegrasyon kriterinin %22,65 ile diğer kriterlerden daha fazla öneme sahip olduğu

görülmektedir. Entegrasyon kriterinden sonra en fazla öneme sahip olan kriter ise %21 ile bilgi kriteridir. Entegrasyon ve bilginin Endüstri 4.0'a geçişte en önemli kriterler olduğu ve bilgi kriterinin ardından ise fonksiyonel kriterinin en önemli 3. kriter olarak sıralandığı görülmektedir. Bu sonuca göre Endüstri 4.0'a geçişin ana unsurları olarak entegrasyon ve bilgiyi göstermek yanlış olmaz. Bu kriterlerinden ardından %16,70 ile iletişim kriteri gelmektedir. Fonksiyonel ve iletişim kriterleri Endüstri 4.0 için entegrasyon ve bilgi kriterleri kadar olmasada oldukça önemli kriterlerdir. Bunları %11,75 ile varlık kriteri takip ederken, %10,25 ile işletme kriteri takip etmektedir. Varlık ve işletme kriterleri diğer kriterlere oran daha az öneme sahiptirler. Buna göre Endüstri 4.0'a geçişte kriterlerin önemi sırasıyla entegrasyon, bilgi, fonksiyonel, iletişim, varlık, işletme şeklinde bulunmuştur.

Tablo 7.1 dikkatli incelendiğinde rakamlar birbirine yakın gözükse de aslında kriterlerin önem düzeyleri arasında ciddi farklılıklar olduğu görülmektedir. Özellikle peş peşe sıralanan kriterlerin ikili gruplar oluşturduğunu söylemek mümkündür. Yani entegrasyon ve bilgi kriterleri peş peşe sıralanmış olup yakın değerlere sahiptirler (sırasıyla 0,2265-0,2133). Bu iki kriteri takip eden sonraki iki kriter ise fonksiyonel ve iletişim olmuştur. Aldıkları değerler ise sırasıyla 0,1733-0,1670'tir. Son olarak, bunları takip eden 5. ve 6. sırada yer alan varlık ve işletme kriterleri ise sırasıyla 0,1175-0,1025 olarak hesaplanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta artarda sıralanan ve kısmen ikili gruplar oluşturan bu kriterler birlikte uyum gösterdikleri için mi bu şekilde sıralanmıştır veya birbirlerini mi tamamlamaktadırlar yoksa tamamen raslantısal bir durum mu söz konusudur? Bu noktada farklı araştırmacıların gelecekte bu veya benzer konuları araştırmaları önerilmektedir.

Bununla beraber, çalışma kapsamında söz konusu durum ile ilgili düşünceler şu şekilde özetlenebilir: entegrasyon ve bilginin birbirini tamamlayıcı kriterler olabilir. Çünkü, Endüstri 4.0'a geçişte bilgi çok önemlidir fakat sahip olunan bilgi sisteme entegre edilmez ise bu önem bir anlam ifade edemeyecektir bu nedenle entegrasyonun bilgi kriterinin önüne geçtiği ve her iki kriterin de yakın ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yine aynı şekilde sistem fonksiyonel olmalıdır ve fonksiyonelliğin en önemli unsurlarından biri iletişimdir. İletişimin eksik veya olmadığı sistemlerde ne bilgi transferinden ne de fonksiyonellikten söz edilebilir. Bu nedenle de bu iki kriterin

birbiriyle yakın ilişkili olduğu ve bu doğrultuda yakın değerler alarak bir grup oluşturduğu söylenebilir. Son olarak işletmeyi oluşturan önemli unsurlardan biri olan fiziksel varlıklar olmadan herhangi bir değiş tokuş sürecinden bahsedilemez. Bu sebeple de birbiriyle bağlantılı bu iki kriterin bir çift oluşturduğu ve yakın önem düzeylerine sahip olduğu düşünülmektedir. Bütün bunlardan hareketle, endüstri 4.0'a etki eden bu kriterler var olduğu düşünülen gruplar dikkate alındığında, 6 yerine kapsayıcı bir şekilde isimlendirilmiş 3 adet kriterle de ifade edilebilir. Bu sayede karmaşık olan karar verme süreci daha sade bir hale gelerek daha doğru kararlar alınmasının önü açılabilir.

Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinden sonra ise kriterlerin ağırlıklarından faydalanılarak Endüstri 4.0'a geçiş için sektörlerin uygunluğu incelenmiştir ve belirlenen sektörlerin sıralaması yapılmıştır.

Tablo 7.2 Sektörlerin sıralaması

Sektörler	C*	Sıralama
Yonga Levha	0,83571	3
Lif Levha	0,91325	2
Parke	0,98180	1
Mobilya	0,02861	4

Bu sıralamaya bakıldığında Endüstri 4.0'a geçiş için parke sektörünün en uygun sektör olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Parke sektörü %98 civarında yüksek bir oranla endüstri 4.0'a geçiş uygunluğuna sahiptir. Oranın bu denli yüksek olması Kastamonu ilinde bu çalışmanın verilerini oluşturan uzmanların parke sektörünü iyi bilmesi ve bu sektörlerin uzmanlara göre diğer sektörler açısından daha kurumsal ve teknolojik gelişmelere açık olması olabilir. Bunun yanında parke sektöründeki iş hattının makine parkurunun, yüksek otomasyon düzeylerinin, çalışan sayısının azlığının ve makinelerin halihazırdaki gelişmişliğinin de sektörü endüstri 4.0'a geçişe uygun kıldığı düşünülmektedir.

Parke sektörünü ise %91 civarı bir oranla lif levha sektörü takip etmektedir. Lif levha sektörü de parke sektörü gibi teknolojiyle entegre bir sektör olarak görülmesi Endüstri 4.0 dönüşümüne uygun olarak düşünülmesinde etken oluşturmuş olabilir. Yonga Levha sektörü %83 gibi bir yüksek bir uygunluk oranına sahiptir ancak parke ve lif

levha sektörlerine oranla biraz düşük kalmıştır. Bunun sebebi ise Kastamonu'da yonga levha tesislerinde kullanılan üretim hatlarının parke ve lif levhaya göre daha az teknolojiye entegre gözükmeye olabir. Bununla beraber bu sonuçların yorumlanmasında dikkat edilmesi gereken bir takım önemli noktalar mevcuttur. Öncelikle bu çalışma lokal bir çalışmadır ve Kastamonu Bölgesi ile sınırlıdır. Sonrasında, lif levha sektörü ve yonga levha sektörü teknolojik olarak üretim hattı manasında benzer özellikler göstermekte ve genellikle aynı tesislerde farklı hatlarda üretilmektedir. Bu nedenle sektörel uygunluk rakamlarının lif levha ve yonga levha sektörleri için daha yakın çıkacağı tahmin edilmiş olup araştırma neticesinde beklenen durum gözlenmemiştir. Bunun sebebi çalışma her ne kadar matematiksel modelleri kullansa da elde edilen verilerin subjektif kaynaklı olması olabilir. Yani, ilgili sektöre mensup uzman görüşlerinin bu bulguları doğrudan etkilediği unutulmamalıdır. Gelecekteki araştırmalarda özellikle ülkemiz ekonomisinde çok önemli bir yer tutan lif levha ve yonga levha sektörlerinin endüstri 4.0'a geçiş süreçlerinin bilhassa araştırılması önerilmektedir.

Endüstri 4.0'a geçişte sıralamanın en sonunda mobilya sektörü karşımıza çıkmaktadır. Mobilya sektörünün diğer üç sektöre göre uygunluk oranı oldukça düşük kalmaktadır. Bunun sebebi olarak Kastamonu bölgesinde daha çok parke, yonga levha, lif levha sektörlerinin yaygın olması, uzmanlar açısından mobilya sektörüne diğer sektörlerle nazaran daha az hâkim olunması şeklinde açıklanabilir. Kastamonu Bölgesinde çok sayıda büyüklü küçüklü mobilya üreticisi mevcut olup küçük işletmelerin araştırma kapsamı dışında tutulduğu unutulmamalıdır. Kaldı ki endüstri 4.0'a geçiş, makineleşmenin ve otomasyonun son derece yoğun olduğu büyük işletmelerin konusudur. Öte yandan, il merkezi bazında özellikle levha sektörünün önde olduğu göz önüne alındığında mobilya sektöründe çok fazla uzmana ulaşma imkânı olmamıştır. Mobilya sektörünün de ülkemiz ekonomisi içindeki payı dikkate alındığında gelecekteki araştırmalarda özellikle büyük şehirlerde ve büyük mobilya fabrikalarında benzer çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak Endüstri 4.0'a geçişte parke, lif levha, yonga levha sektörleri yüksek oranlarda uygunluğa sahipken, mobilya sektörü bu dönüşüm için daha az uygun olarak belirlenmiştir. Orman ürünleri sektörleri olarak Kastamonu özelinde yapılan bu

Çalışma bizlere Endüstri 4.0 dönüşümü için sektörlerin çoğunlukla hazır ve uygun olduğu, dönüşümün temellerinin hızlı bir şekilde atılmaya başlanmasının gerektiği düşüncesini oluşturmaktadır. Türkiye’de Endüstri 4.0’a geçiş için hem orman ürünleri sektörlerinde hem de diğer sektörlerde devlet desteği ve dönüşüme teşvik programları hazırlanmalıdır. Endüstri 4.0 dönüşümü ülke ekonomisi için kazanımlar sağlamanın yanında uluslararası alanda da rekabetin dışında kalmaması ve geleceğe güçlü, sağlam adımlarla ilerlemesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, M. (2011). Uluslararası Rekabet Gücü: Belirli Faktörler ve Ölçülmesi, *Türkiye Bağlamında Bir Değerlendirme*. 1. Basım, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Akben, İ., & Avşar, İ. İ. (2017). Dijital tedarik zinciri, *1. Uluslararası El Ruha Sosyal Bilimler Kongresi*, 104-113, Şanlıurfa.
- Akyıldız, M.H. (2003). Türkiye'de yonga levha ve lif levha endüstrisinin yapısı ve sorunları. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akyüz, K. C., Balaban, Y., Gedik, T & Yıldırım, İ. (2006). Türkiye'nin orman ürünleri dış ticareti üzerine bir araştırma. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 179-197.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(8),19. Doi: 10.15637/jlecon.129
- Arıkan, R. (2018). Anket Yöntemi Üzerinde Bir Değerlendirme. *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 97-159.
- Arıksoy, G. (2016). *Endüstri 4.0: Akıllı fabrikaların akıllı güvenliği*. <https://hbirturkiye.com/blog/endustri-4-0-akilli-fabrikalarin-akilli-guvenligi>, Erişim tarihi: 14/04/2022.
- Arkan, Ö. (2018). Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine Bir Vaka Çalışması: Bebek Bezi Üretimi . Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- As, N. (2000). Laminat Parke, *Parke Dekorasyon Dergisi*, 1, 45-48.
- Automation, R. (2021). Advances in Intelligent Systems and Computing. R. Szweczyk, C. Zielinski & M. Kaliczynska (Eds.), *Automation 2021: Recent Achievements in Automation, Robotics and Measurement Techniques*. Switzerland: Springer.
- Aydın A., & Nemli, G. (2022). Türkiye Yongalevha Endüstrisinin Üretim Problemleri ve Çözüm Önerilerinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(3), 1469-1475.
- Aydın, A.S. (2011). Türkiye'nin Orman Ürünleri Dış Ticaretinin Çekim Modeli İle İncelenmesi . Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Aylaz, İ. (2021). Endüstri 4.0 ve Dijitalleşmenin Makine İmalatı Sektörüne Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.

- Aytar, O. (2019). Endüstri 4.0 ve bu paradigmanın örgüt yönetimi üzerindeki olası etkileri. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 21(2), 75-90.
- Balaban, Y. (2007). Orman Ürünleri Sanayi ve Ekonomik Büyüme. Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Bartodziej, C. J. (2017). The Concept Industry 4.0. In: *The Concept Industry 4.0* 27-50, Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bozkurt, Y., Yaltırık, F., & Özdönmez, M. (1982). *Türkiye'de Orman Yan Ürünleri.*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Bulut, E. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 7, 50-72.
- Can A. V., & Kıymaz, M. (2016). T Bilişim teknolojilerinin perakende mağazacılık sektörüne yansımaları: muhasebe departmanlarında endüstri 4.0 etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 107-117.
- Can, M. (2001). Orman Ürünleri Sanayisinin Özelleştirme Öncesi ve Sonrasının Çeşitli Ekonomik Göstergelerle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Cındık, H. & Akyüz, K. C. (1995). İmalat sanayisi içerisinde orman ürünleri sanayisinin yeri, 1. *Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi*, 2, 228-232, Trabzon.
- Çağlar, Y. (1988). *Odun kökenli ürün sanayilerinde dikey entegrasyon olanakları ve yararları*. Trabzon: MPM Yayınları.
- Çolakoğlu, H. M. (2004). Türkiye'de Kereste ve Parke Endüstrisinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Deane, P. (1994). *İlk Sanayi İnkılabı*. Ankara: Türk Tarih Kurumu.
- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde kavram ve algı devrimi. *Makine Tasarım ve İmalat Dergisi, Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 38-45.
- Dinçel, K., & Işık, Z. (1979). *Mobilya sanat tarihi*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Dirsehan, T. (2017). *Endüstri 4.0 Çağında Yeni İstihdam Fırsatları ve Tehditleri*. <https://hbirturkiye.com/blog/endustri-4-0-caginda-yeni-istihdam-firsatlari-ve-tehditleri>, Erişim tarihi: 12/04/2022.
- Doğru., N. B., & Meçik, O. (2018). Türkiye'de endüstri 4.0'ın işgücü piyasasına etkileri: firma beklentileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(özel sayı), 1581-1606.
- Dyer, J. S. (1990). Remarks on the Analytic Hierarchy Process. *Managament Science*, 36(3), 249-258.

- EBSO Ege Bölgesi Sanayi Odası. (2015). *Sanayi 4.0*. http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf, Erişim tarihi: 22/05/2022.
- Eroğlu, H. & Usta, M. (2000). *Lif levha üretim teknolojisi*. Trabzon: KTÜ Matbaası.
- Gabaçlı, N. & Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. Uluslararası Politik, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Kongresi*, Bildiriler Kitabı, Cilt:2 Ekonomik Araştırmalar , 149-174.
- Gibson, R. (2018). *The Rise and Role of the Chief Digital Officer*. <https://theleadershipnetwork.com/article/the-rise-and-role-of-the-chief-digitalofficer>, Erişim tarihi: 22/05/2022.
- Gökçe, A., & Akyıldız, M. H. (2010). Kastamonu ili orman ürünleri endüstrisi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 10(2), 147-163.
- Gür, N., Ünay, S., & Dilek, Ş. (2017). *Sanayiye Yeniden Düşünmek*, İstanbul: Seta Kitapları.
- Hankel, M., & Rexroth, B. (2015). The reference architectural model industrie 4.0 (rami 4.0). *zvei.org*.
- Harker, P. T., & Vargas, L. G. (1987). The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 33(11), 1383-1403.
- Hatipoğlu , C., & Tunacan, T. (2020). Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde bulunan işletmelerin endüstri 4.0 açısından durum değerlendirmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(4), 3689-3701.
- Hwang, C. L., & Yoon K., (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application*, Newyork: Springer.
- Işık , M., & Erol, Ö. (2020). Endüstri 4.0 farkındalığı ve işgücü nitelikleri üzerine etkileri: Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencileri üzerine bir araştırma. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 8(24), 86-112.
- İçten, T., & Güngör, B. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 111-136.
- İmren, E., & Kaygın, B. (2021). Türkiye Mobilya Sektörü Dış Ticaretinin Zaman Serileri Yöntemiyle Tahmini. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 149-159.
- İstek, A., Özlüsoylu İ., & Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.
- Kabaklarlı , E. (2016). Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomi, *Dünya ve Türkiye ekonomisi için fırsatlar, etkiler ve tehditler*. 1. Basım, Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.

- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig J. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0*. Industrie 4.0 Çalışma Grubu, Almanya.
- Kamber, E. (2019). Türkiye'de Endüstri 4.0 Farkındalığı. Yüksek Lisans Tezi, *Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Alanya.
- Kantay, R. (1986). Parkelik ağaç malzemenin kurutulması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 36(3), 53-69.
- Karaçam, S. (2019). Ağaç Ve Orman Ürünleri Sanayisinde Rekabet Analizi: Kastamonu İli Tosya İlçesi İşletmelerinde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kastamonu.
- Keçek G., Yüksel R. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve PROMETHEE teknikleriyle akıllı telefon seçimi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 49, 46-62.
- Kılıç, S. (2016). *İkinci Bin Yılın İlk Devrimi: Endüstri 4.0*. <https://hbrturkiye.com/blog/ikinci-bin-yilin-ilk-devrimi-endustri-4-0>, Erişim tarihi: 15/04/2022.
- Koç, K. H., Dilik, T., & Kurtoğlu, A. (2017). Türkiye orman ürünleri endüstrisine stratejik bir bakış. . IV. *Ulusal Ormancılık Kongresi İnsan-Doğa Etkileşiminde Orman ve Ormancılık*, Antalya
- Koç, Ş. (2020). Dördüncü Sanayi Devriminde (Endüstri 4.0) Dünyaya ve Türkiye'ye Ekonomik Yansımaları. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Konya.
- Kömürlü, M., Atmış, E., Alan, M., & Ondaral, S. (2022). 21 Mart 2022 Tarihli Basın Açıklaması Eki Bilgi Notu “Aşırı Odun Üretimi Ormanlarımızın Geleceğini Tehdit Ediyor”. *Türkiye Ormancılar Derneği*, Ankara.
- Kurtoğlu, A., Koç, K. H., Erdinler, E.S. & Sofuoğlu, S. D. (2009). Türkiye orman ürünlerini endüstrisinin yapısal ve eğitsel sorunları, 2. *Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi*, Isparta.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E., & Çabuk Y. (2016). Türkiyede orman ürünleri sektöründe odun dışı orman ürünleri: İhracat analizi. *Bartın Üniversitesi Sosyal Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 158-167.
- Lawshe, C.H. (1975). *A quantitative approach to content validity*. *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- Lee, E. (2008). *Cybe physica systems: design challenges*. University of California, Berkeley Technical Report, Berkeley, USA.
- Lee, L. S., & Sawyer, R. (2009). The new age of virtualization. *Internal Auditor*, 66(6), 2527.

- Manners, J. D., & Lyon K. (2012). The implications of 3d printing for the global logistics industry. *Transport Intelligence*. 1-5.
- Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T.N., Sayadi, A.R., & Gholinejad, A., (2010). Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast design. *Arabian Journal of Geosciences*.
- Mutlu, O.A., Yılmaz, A., & Başer, B. C. (2012). *TR81 Düzey 2 bölgesi mobilya ve orman ürünleri sektör analizi raporu*. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, <https://bakkakutuphane.org/upload/flip-page/tr81-duzey2-bolgesi-mobilyave-orman-urunleri-sektor-analiziraporu/HTML/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Erişim tarihi: 20.04.2022
- Obitko, M., & Jirkovsky V. (2015). Big Data Semantics in Industry 4.0. *International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems*. 217-229, Switzerland.
- Odabaşı, Y. (1999). *Anket Yöntemi*. Eskişehir: TC Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- OGM (2020). *Ormanlık İstatistikleri*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>, Erişim tarihi: 10.08.2022
- OGM (2021). *Ormanlık İstatistikleri*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>, Erişim tarihi: 13.08.2022
- OGM (2021). Orman Genel Müdürlüğü 2021 yılı performans programı. *Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı*, Ankara.
- Özdestici, H. (2017). *Toplum 5.0: Teknolojik Gücü Doğru Yönetecek Akıllı Toplum Felsefesi*. <https://webrazzi.com/201/05/14/Toplum-5-0/>, Erişim tarihi: 19/04/2022.
- Okan, T. (2009). Orman endüstri sektörünün yapısı ve kalkınmaya katkısının geliştirilmesi önlemleri (levha sektörü örneği). Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Ok, K., Alagöz, G.Ö., Atıcı, E., Çoban, S., & Şenyurt, M. (2012). Süsleme Amaçlı Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Sürdürülebilir Yönetimi, *TÜBİTAK 109O264 Proje Sonuç Raporu*. doi:10.13140/RG.2.1.1019.9764.
- Ok, K., & Tengiz, Y.Z. (2018). Türkiye'de odun dışı orman ürünleri yönetimi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3), 457-471.doi:10.18016/ksudobil.342303.
- Özdoğan, O. (2019). *Endüstri 4.0: Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları*, 3.Baskı, İstanbul: Pusula.
- Özkan M., Al, A., & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi'nin etkileri ve Türkiye. *Siyasi Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-30.

- Özkara, Ö. (2004). Türkiye'deki Ahşap Parke Endüstrisinin Bugünkü Durumu ve İleriye Dönük Pazar Potansiyelinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Özluoğlu, Ş. (2018). Lif levha üretiminde silan ve parafin kullanımının özellikler üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztemel, E., Özel, S., & Gürsev, S. (2019). Endüstriyel Dönüşüm Sürecinde AHP Yöntemi ile Performans Kriterlerinin Belirlenmesi. *Balkan Sosyal Bilimleri Dergisi*, 8(16), 105-117.
- Öztürk, E., & Koç, K. H. (2017). Endüstri 4.0 ve mobilya endüstrisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 786-794.
- Öztürk, H. (2006). Türkiye Yongalevha ve Lif Levha Endüstrisinde Talep Tahmini ve Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.
- Özyörük, B., & Özcan E. C. (2008). Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: Otomotiv sektöründe bir örnek. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 13(1), 133-144.
- Pamuk, N. S., & Sosyal, M. (2018). Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme. *Verimlilik Dergisi*, 1, 41-66.
- Rifkin, J. (2015). Nesnelerin interneti ve iş birliği çağı, İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Salihoğlu E. (2004). Orman ürünleri sanayinde faaliyette bulunan kobilerin pazarlama sorunları: Kocaeli ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Trabzon.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Newyork, USA.
- Saaty, T. (1991). Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process. *Behaviormetrica*, 18, 1-9.
- Saaty, T. L., & Niemira, M.P., (2006), A framework for making a better decision. *Research Review*, 13(1).
- Saaty, T. (2006). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With Analytic Hierarchy Process*. 6(2), RWS Publications, USA.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*. 3, Newyork:Springer.
- Sarıtaş, M., Üner, T., & Üner, N. (2013). Eğitimdeki yenilikçi teknolojiler: bulut teknolojisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 192-201.

- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Switzerland : Crown Publishing Group.
- SGM (2020). Sektörel Bazlı Raporlar ve Analizler Serisi; Mobilya Sektörü Raporu.
- Shyjith, K., Ilangkumaran, M., & Kumanan, S. (2008). Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1355-511.
- Sipahioğlu, A. (2008). Analitik hiyerarşi süreci (AHP) ders notları. *Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü*.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımları. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32 , 43-57.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use*, 536-541, Vietnam.
- Su, K., Li, J., & Fu, H. (2011). Smart city and the applications. *International Conference on Electronic. Communications and Control*, 1028-1031, China.
- Suchsland, O. & Woodson, G. E. (1986). *Fiberboard Manufacturing Practices in the United States*. Madison: U.S. Department of Agriculture.
- Supçiller, A. A., & Çapraz, O. (2011). Ahp-Topsis Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13(1), 1-22.
- Sümen, H. (2019). RAMI 4.0 Terminolojisiyle Konuşalım. *ST Endüstri Radyo Haber*. <https://www.stendustri.com.tr/rami-40-terminolojisiyle-konusalim-makale,1341.html>, Erişim Tarihi: 02.08.2022.
- Şenel, E. (2021). Endüstri 4.0'ın Sağlık Sektöründeki Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, *Munzur Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Tunceli.
- Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H., & Sui F. (2017). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94 (9-12), 3563–3576.
- Tank, T., Göker, Y., Kurtoğlu A., & Erdin, N. (1998). Türkiye'de orman ürünleri endüstrisindeki gelişmeler, *Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu*, 471-479, İstanbul.
- Tenkorang, R. A. & Helo, P. T. (2016). Big data applications in operations/supply-chain management: A literature review. *Computers-Industrial Engineering*, 101, 43-528.
- Ticaret Bakanlığı. (2018). Mobilya Sektör Raporu, *T.C. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü*. Ankara.

- Topdemir, S. (2019). Ahp-Topsis Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Doğalgaz Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Beykent Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- TS 4521. (1985). Ağaç mobilya, terimler ve tanımlar, *Türk Standartları Enstitüsü*. Ankara.
- Tunçel, S., Candan, Z., & Satır, A. (2017). Mobilya endüstrisinde gelecek vizyonu: Endüstri 4.0. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 152-159.
- Türker, Y. Ö. (2009). Ormancılıkta ürün kavramı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 59(1), 928.
- TÜSİAD., (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak Sanayi 4.0 geliştirmekte olan ekonomi perspektifi. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, Erişim tarihi: 20/04/2022.
- Ulay, G., Çakıcıer, N., & Koç, K. H. (2016). Yat Mobilyasının Önemi ve Konstrüksiyon İhtiyaçları. *Selçuk-Teknik Dergisi*, Özel sayı (2) , 1055-1075.
- Usta, S. K. (2021). Türkiye'de Yürütülen Endüstri 4.0 Araştırmaları. *Journal of Turkish Operations Management*, 5(2), 839-861.
- URL-1, <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/>, Erişim tarihi: 22.05.2022.
- URL-2, <https://www.kastabil.gov.tr/veritablolari/kastamonu/tarim-ve-orman/agac-turlerine-gore-orman-alani-dagilimi>, Erişim tarihi: 09.05.2022.
- URL-3, <https://www.kastabil.gov.tr/veritablolari/kastamonu/sanayi/sekorel-ve-istihdam-bilgileri>, Erişim tarihi: 09.05.2022.
- URL-4, <https://www.kastabil.gov.tr/veritablolari/kastamonu/sanayi/kastamonu-sanayi-durum-raporu-sanayi-bolgeleri>, Erişim tarihi: 09.05.2022.
- Üçüncü, T., Üçüncü, K., Akyüz K. C., Bayram, B. Ç., & Ersen N. (2017). Topsis yöntemiyle mobilya endüstrisinde kuruluş yeri seçimi: Batı Karadeniz Bölgesi örneği. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 435-443.
- Üçüncü, T., & Bayram, B. Ç. (2016). Kastamonu Orman Ürünleri Endüstrisinde Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörlerin AHP Metodu İle İncelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 599-606.
- Yalçınmer, A. Y., & Çaylak, İ. (2020). Türkiye'de Dijital Dönüşüme Başlangıç için AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Sektörel Sıralama. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(2), 258-265.
- Yalpa, Ö. (2020). Endüstri 4.0 ve Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerine Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Osmaniye.

- Yazıcı, E., & Düzkaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?. *Eğitim ve İnsani Bilimleri Dergisi*, 7(13), 49-88.
- Yıldırım, B. F., & Önder, E. (2015). *Çok kriterli karar verme yöntemleri*. 2.Baskı, Bursa : Dora Yayınları
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Yılmaz, K., & Özdağoğlu, A. (2020). *Awareness analysis of industry 4.0*. Bursa : Ekin Basım Yayın Dağıtım
- Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliliği için kapsam geçerlilik indekslerinin kullanılması, *14. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, Denizli.
- Yörür, H., Günaydın, N. G., & Birinci, E. (2017). Türkiye'de orman endüstri alanında eğitim ve sektör hakkındaki son gelişmeler. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 145-151.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks Volume*, 1-10.

EKLER

EKLER

EK 1 Anket/Ölçek Formu

ANKET FORMU

Kurumda çalıştığınız pozisyon/unvan:

Deneyim (Meslekteki yılınız):

Eğitim durumu:

Orman Ürünleri Sanayiinde Endüstri 4.0'a geçiş için AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Sektörlerin Sıralanması; Kastamonu Bölgesi Örneği adlı çalışmamızda Kastamonu ilinde orman ürünleri sektörlerinin alanında uzman kişileri ile aşağıda belirtilen kriterlerin Endüstri 4.0'a geçiş açısından önem düzeylerinin karşılaştırması yapılacaktır. Belirlenen kriterlerin kendi arasında ikili karşılaştırması tamamlandıktan sonra bu kriterlerin Endüstri 4.0'a geçiş için belirlenen sektörler ile uygunluğu değerlendirilecektir.

Aşağıda bulunan tabloda belirlenen kriterler ve tanımları bulunmaktadır.

Hiyerarşi (Katmanlar)	Bu katman:
İşletme	Endüstriyel süreçlerde değiş tokuş edilen işle ilgili verileri temsil eder.
Fonksiyonel	Çalışma süresi ve iş ortamı ile ilgili modellemeler yaparak işletme katmanına bilgi sağlar.
Bilgi	İşlevler, hizmetler ve bileşenler arasında kullanılan ve değiş tokuş edilen verileri tanımlar.
İletişim	Bileşenler arasında birlikte çalışabilir bilgi alışverişi için protokoller ve mekanizmalar üzerine yoğunlaşır.
Entegrasyon	Fiziksel varlıkların dijital eşdeğerlerini ortaya koyar. Bu katman, fiziksel dünyadan siber alana geçişi çeşitli yenilikçi yaklaşımlarla temsil etmenin en önemli sorumluluğunu üstlenir.
Varlık	Fiziksel dünyadaki gerçek varlıkları belirler ve tarif eder.

EK 1'in devamı

Aşağıda bulunan tabloda belirlenen kriterlerin karşılaştırması için kullanılacak ikili karşılaştırma ölçeği bulunmaktadır. Kriterlerin Endüstri 4.0'a geçiş için birbirlerine olan üstünlüğü önem derecesi olarak ifade ettiğimiz 1-9 arası rakamlar ile karşılaştırılacaktır.

Rakamların değer tanımları ve açıklaması tabloda verilmiştir.

İkili Karşılaştırmalar Ölçeği (Saaty, 1990)		
Önem Derecesi	Değer Tanımları	Açıklaması
1	Eşit Önemli	Her iki kriter de amaca eşit katkıda bulunur.
3	Orta Önemli (Az Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir kriter diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Güçlü Önemde (Fazla Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir kriter diğerine göre çok daha tercih edilir.
7	Çok Güçlü Önemde (Çok Üstünlük)	Bir kriter diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son Derece Önemli (Kesin Üstünlük)	Bir kriter diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)	Bir değerlendirmeyi yapmakta yukarıdaki ifadeler yetersiz kalıyorsa, tercih edilen iki değer arasında ortadaki bir değer verilir.

Aşağıda Endüstri 4.0'a geçiş için hangi kriterin daha önemli, üstün veya eşit önemli olduğu değer tanımlarına uygun bir şekilde 1-9 arası rakamlar ile puanlanarak önem derecesi belirlenecek ve kriterler birbirleriyle karşılaştırılacaktır. Verilen bilgilere ve açıklamalar dikkat ederek aşağıda bulunan tabloyu değerlendiriniz.

No		Katmanların Önem Düzeylerine Göre Karşılaştırmaları																	
1	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fonksiyonel
2	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bilgi
3	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
4	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
5	İşletme	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
6	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bilgi
7	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
8	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
9	Fonksiyonel	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
10	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	İletişim
11	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
12	Bilgi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
13	İletişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Entegrasyon
14	İletişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık
15	Entegrasyon	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Varlık

EK 1'in devamı

Aşağıda Orman ürünleri sanayisi sektörleri ve belirlenen kriterler aşağıda bulunmaktadır. Bu kriterlerin Endüstri 4.0'a geçiş için hangi sektöre daha uygun hangi sektöre daha az uygun olduğunu 1-10 arası değerler ile puanlayınız.

İlgili katmanın ilgili sektöre göre uygunluğunu puanlayınız. (1-10 arası değerlerle) 10 tamamen uygun 1 hiç uygun değil						
	İşletme	Fonksiyonel	Bilgi	İletişim	Entegrasyon	Varlık
Yonga Levha						
Lif levha						
Parke						
Mobilya						
Diğer:						