



T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI

LİMANLARDA ETKİNLİĞİN ARTIRILMASINDA AKILLI LOJİSTİK BAŞARI
KRİTERLERİNİN AĞIRLIKLANDIRILMASI VE EN İDEAL SÜREÇ YÖNETİMİ
YAKLAŞIMININ SEÇİMİ: SAMSUN İLİ ÖRNEĞİ

WEIGHTING OF SMART LOGISTICS SUCCESS CRITERIA IN INCREASING
EFFICIENCY AT PORTS AND CHOOSING THE MOST IDEAL PROCESS
MANAGEMENT APPROACH: THE CASE OF SAMSUN

HAZIRLAYAN
Buğse Nur KÜÇÜK

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Selçuk KORUCUK

GİRESUN-2023

JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI

Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünün 29/ 03 / 2023 tarihli toplantısında oluşturulan jüri, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Buğse Nur KÜÇÜK ’ün, “Limanlarda Etkinliğin Artırılmasında Akıllı Lojistik Başarı Kriterlerinin Ağırlıklandırılması ve En İdeal Süreç Yönetimi Yaklaşımının Seçimi: Samsun İli Örneği” başlıklı tezini incelemiş olup aday 29/ 03 / 2023 tarihinde, saat 14:30 jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Aday çalışma, sınav sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi	Unvanı, Adı Soyadı	İmzası
Üye (Başkan)	Doç. Dr. Çağlar KARAMAŞA	
Üye	Doç. Dr. Selçuk KORUCUK	
Üye	Dr. Öğretim Üye. Mustafa ERGÜN	

ONAY

.....// 2023

Prof. Dr. Güven ÖZDEM

Enstitü Müdürü V.

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Limanlarda Etkinliğin Artırılmasında Akıllı Lojistik Başarı Kriterlerinin Ağırlıklandırılması ve En İdeal Süreç Yönetimi Yaklaşımının Seçimi: Samsun İli Örneği” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

15 /05/ 2023

Buğse Nur KÜÇÜK

ÖN SÖZ

Tez yazım sürecinde yoğun çalışma temposuna rağmen mesai saati sınırlaması yapmadan bana her türlü yol gösterici olan, bu yola çıkmam da bana öncülük eden, olumlu tavrıyla beni cesaretlendiren, bilgi birikimiyle çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan, beraber çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, hayatım boyunca akademik duruşunu ve karakterini örnek alacağım kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Selçuk KORUCUK'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana daima yol gösterici olan Dr. Öğretim Üyesi Mustafa ERGÜN'e, uygulama sürecinde kurumsal ve yönetsel desteğini esirgemeyen Samsunport liman yönetici ve çalışanlarına saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Buna ek olarak ilk öğretmenim olan, her şeyden önce doğru insan olmayı öğrendiğim büyükannem Zeynep Küçük'e gerek eğitim gerekse kişisel hayatımda her zaman yanımda olan, beni cesaretlendiren ve güç veren annem Gönül Küçük'e, aldığım kararları her zaman destekleyen babam Hüseyin Küçük'e ve kardeşim Berkay Küçük'e sonsuz sevgimi sunar ve teşekkür ederim.

Son olarak, tez sürecimde zorlukların üstesinden birlikte geldiğim ve her durumda bana destek olan, üniversite hayatımın bana verdiği en güzel insanlardan olan, motivasyonumu daima yüksek tutmama destek olan Mehmet Göze, Nesrin Arslan ve Hasret Dağlı Gürses arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Küresel pazarların ortaya çıkması ve rekabetin küreselleşmesi ile her sektör hatasız ve maksimum etki sağlayacak şekilde çalışmak zorunda kalmıştır. Bu zorunluluklar göz önüne alındığında akıllı lojistik, yeni müşteri beklentileri, yeni iş modelleri ve stratejileri, mevcut pazarda öncülük ve yeni pazar arayışlarını kapsayan çok geniş ve dinamik bir yapıya sahip olarak lojistiği dijital ortama göre yeniden yapılandırmıştır. Akıllı lojistik olarak adlandırılan süreç; insan kaynaklı hataların minimuma indirildiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemler gibi teknolojilerin içerisinde yer aldığı bir yeniliktir. Bu sayede tüm süreçlerin izlenebilirliği ve şeffaflığı artmakta ve yeni bir lojistik yapısı ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada limancılık sektörünün akıllı lojistik başarı kriterleri ile etkinliğinin artırılmasına ve mevcut potansiyellere odaklanılmaktadır. Bu kapsamda Samsun ilinde faaliyet gösteren Samsunport limanı ve liman müşterisi olan lojistik firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda SuperDecisions programında kriter ağırlıklandırma analizi gerçekleştirilmiş ve ilgili literatür taranmıştır. Elde edilen bulgulara çalışmanın dördüncü bölümünde yer verilmiştir. Bu amaçla, ilk olarak literatür araştırmasıyla akıllı lojistik başarı kriterleri belirlenmiştir. Uygulamanın ilk aşamasında AHP yöntemi ile belirlenen kriterler ağırlıklandırılmıştır. Kriter karşılaştırması yapılarak liman etkinliğinin artırılmasında en yüksek ve en düşük öneme sahip kriter belirlenmiştir. İkinci aşama da ise MAUT yöntemi ile en ideal süreç yönetimi yaklaşımları alternatif olarak değerlendirilmiş ve önem derecesine göre sıralanmıştır. Bu nedenle söz konusu literatür incelendiğinde şirketlerin limanların etkinliğinin artırılmasında akıllı lojistik başarı kriterlerinin ağırlıklandırılması üzerine az sayıda çalışma olduğu belirlenmiş ve limancılık sektörüne yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, limancılık sektörünün akıllı lojistik başarı kriterlerine göre ağırlıklandırılmasına yönelik yeni bir yaklaşım sunmak olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Lojistik, Dijital Teknolojiler, İnovasyon, Liman Etkinliği, Süreç Yönetimi.

ABSTRACT

With the emergence of global markets and the globalization of competition, every industry has had to work flawlessly and with maximum impact. Given these requirements, logistics has been restructured to suit the digital environment, with a very broad and dynamic structure encompassing smart logistics, new customer expectations, new business models and strategies, leadership in existing markets, and the search for new markets. The process known as smart logistics is an innovation that minimizes human errors and incorporates technologies such as artificial intelligence, the internet of things, and cyber-physical systems. As a result, the traceability and transparency of all processes are increasing, and a new logistics structure is emerging.

This study focuses on increasing the efficiency of the port industry and focusing on existing potential through the smart logistics success criteria of the maritime sector. In this context, interviews were conducted with Samsunport, a port located in the city of Samsun, and logistics companies that are customers of the port, and a criterion weighting analysis was carried out in the SuperDecisions program, and relevant literature was reviewed. The findings obtained are presented in the fourth section of the study. For this purpose, in the first stage, smart logistics success criteria were determined through a literature review. In the first step of the implementation, the criteria identified using the AHP method were weighted. By comparing the criteria, the most important and least important criteria for increasing port efficiency were determined. In the second stage, the most ideal process management approaches were evaluated as alternatives using the MAUT method and ranked according to their importance. Therefore, when the literature was examined, it was determined that there were few studies on the weighting of smart logistics success criteria in increasing port efficiency, and no studies had been conducted on the maritime sector. Based on this, the aim of this study was determined to provide a new approach to the weighting of smart logistics success criteria for the maritime sector.

Keywords: Smart Logistics, Digital Technologies, Innovation, Port Efficiency, Process Management.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	I
ÖN SÖZ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	IX
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XII
TABLOLAR LİSTESİ.....	XIII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XIV
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1.LİMANLARIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

1.1. Liman Kavramı	7
1.2. Limanların Tarihsel Gelişimi ve Amaçları	10
1.3. Liman Çeşitleri	12
1.3.1. Faaliyet Alanlarına Göre Limanlar	12
1.3.2. Yük Tiplerine Göre Limanlar	13
1.3.2.1. Kargo Limanı.....	13
1.3.2.2. Konteyner Limanı	14
1.3.2.3. Çok Amaçlı Liman	15
1.3.2.4. Ro-Ro Limanı	16
1.3.2.5. Dökme Limanı	17
1.3.2.6. Sıvı Yük Limanı.....	19
1.3.3. Mülkiyet Hakkına Göre Limanlar.....	19
1.4. Limanlarda Etkinlik ve Önemi	20

1.5. Limanların Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Liman Yönetimi ve Etkinliği Etkileyen Faktörler	23
--	----

İKİNCİ BÖLÜM

2.AKILLI LOJİSTİK

2.1. Akıllı Lojistik Kavramı.....	29
2.2. Akıllı Lojistik Tarihsel Gelişimi.....	53
2.3. Akıllı Lojistik Önemi ve Katkıları	58
2.4. Akıllı Lojistik Başarı Kriterleri	60
2.4.1. Nesnelerin İnterneti.....	62
2.4.2. Siber Fiziksel Sistemler	68
2.4.3. Büyük Veri Analizi.....	72
2.4.4. 3D Yazıcılar	79
2.4.5. Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik	81
2.4.6. Siber Güvenlik	84
2.5. Akıllı Lojistik Teknik Bileşenleri.....	86
2.6. Akıllı Lojistik ile İlgili Literatürde Daha Önceden Yapılan Çalışmalar	88

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.SÜREÇ YÖNETİMİNİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

3.1.Süreç Kavramı ve Özellikleri	98
3.2.Süreç Yönetimi Kavramı	108
3.3.Süreç Yönetimi Uygulama Nedenleri ve Amaçları.....	122
3.4.Süreç Yönetimi Uygulama Adımları	125
3.5.Süreç Yönetiminde Başarıya Etki Eden Faktörler.....	129
3.6.Süreç Yönetimi Yaklaşımları	130

VI
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4.YÖNTEM

4.1. PROBLEM DURUMU.....	132
4.1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	132
4.1.2. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları	133
4.1.3. Araştırmanın Modeli.....	133
4.1.4. Araştırmanın Kapsamı	134
4.2. Veri Toplama Araçları ve Yöntemi	134
4.2.1. AHP Yöntemi.....	138
4.2.2. MAUT Yöntemi	146
4.2.3. Uygulama	150
4.2.4. Çalışmada Kullanılan Kriterler	150
4.2.5. Kriterlerin AHP Yöntemi ile Ağırlıklandırılması	153
4.2.6. Alternatiflerin MAUT Yöntemi ile Ağırlıklandırılması	155
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	158
KAYNAKÇA	165
EKLER.....	210

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	:Analytic Hierarchy Process
AG	:Arttırılmış Gerçeklik
ÇKKV	:Çok Kriterli Karar Verme
EATWIOS	:Efficiency Analysis Technique with Input Output Satisficing
EDAS	:Evaluation based on Distance from Average Solution
ELECTRE	:Elimination Et Choix Traduisant la Realite
ERP	:Kurumsal Kaynak Planlaması
GİA	:Gri İlişkisel Analiz
IOT	:Internet of Things
İK	:İnsan Kaynakları
LSP	:Lojistik Hizmet Sağlayıcısı
MAUT	:Multi- Attribute Utility Theory
MOORA	:Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
OCRA	:Operational Competitiveness Rating
ORESTE	:Organisation, rangement et synthèse de données relationnelles
PROMETHEE	:Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
SAW	:Simple Additive Weighting
SWARA	:Step-Wise Weight Assess- ment Ratio Analysis
TKY	:Toplam Kalite Yönetimi
TOPSIS	:Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
Vb.	:ve benzeri
Vd.	:ve diğerleri
VIKOR	:Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
VZA	:Veri Zarflama Analizi
WASPAS	:Weighted Aggregated Sum Product Assessment
WPM	:Weighted Product Method

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Terminal Etkinliğini Etkileyen Faktörler

Tablo 2: Lojistik Operatörleri 4.0 ve Akıllı Lojistik Operasyonları için Lojistik Alanları ve İlgili Endüstri 4.0 Teknolojileri

Tablo 3: Lojistik evrim aşamaları

Tablo 4: Zaman İçinde Endüstriyel ve Lojistik Gelişmeler

Tablo 5: Karşılaştırma Ölçeği

Tablo 6: Karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri

Tablo 7: Çalışmada Kullanılan Başarı Kriterleri

Tablo 8: Ana Kriterlerin Karar Vericilerin Ön Görüşüne Göre Karşılaştırılması

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Lojistik 4.0'ın tümevarımsal olarak rafine edilmiş çerçevesi

Şekil 2: Çalışma Uygulama Adımları

Şekil 3: Hiyerarşik Yapı

Şekil 4: Kargo Limanı

Şekil 5: Konteyner Limanı

Şekil 6: Çok Amaçlı Liman

Şekil 7: Ro-Ro Limanı

Şekil 8: Dökme Limanı

Şekil 9: Sıvı Yük Limanı

Şekil 10: SuperDecisions Kriter Ağırlıklandırma Sonuçları

Şekil 11: SuperDecisions Kriter Ağırlıklandırma Sonuçları Devamı

GİRİŞ

Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren bilgi ve iletişim teknolojisinin hızla gelişmesi ve küreselleşmeye paralel şekilde ekonomik ve ticari faaliyetlerin büyük oranda artması ile lojistik kavramı önem kazanmış, firmaların başarısı ekonomik, güvenli ve zamanında gerçekleştirilerek lojistik süreçlere entegre hale gelmiştir. Lojistik, ekonominin temel yapı taşlarından biri olmakla birlikte, sürekli değişen ve gelişen, etkin ve rekabetçi bir yapı ile lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin piyasadaki varlıklarını koruyabilmeleri ve rekabet avantajı elde edebilmeleri için mevcut kaynakları verimli kullanmaları ve değişime açık hale getirmeleri zorunlu hale gelmiştir. Küreselleşme, dünya ekonomisinde büyük değişikliklere neden olmaktadır. Şirketler, çevrelerindeki ürün ve süreçler üzerindeki tehditlerin etkisini azaltmak ve rekabet avantajı elde etmek için çeşitli stratejiler benimsemektedirler. Global ekonomide müşterilerin artan talep ve ihtiyaçlarını karşılamayı hedefleyen erken ürün lansmanları ve geliştirme yetenekleri, şirketlere rekabet fırsatı sunmaktadır. Birçok şirket, günümüz piyasasında minimum maliyet, maksimum kalite, yenilik, hız ve esneklik gibi faktörler ile rekabet edebileceklerini keşfetmektedirler.

Lojistik sektörü dünya çapında gelişmeye devam ettikçe, sektördeki rekabet düzeyi de artmaktadır. Bu nedenle lojistik sektöründeki firmalar daha rekabetçi olabilmek için insan kaynakları, maliyetler, yönetim süreçleri, faaliyetlerin kalitesi, teknoloji ve verimlilik açısından sürekli gelişmek zorundadırlar. Son zamanlarda tüm sektörleri büyük ölçüde etkisi altına alan küreselleşme, ulusal sınırları ortadan kaldırmış ve uluslararası ticaret hacimlerinin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Bu da ürün ve hizmetlerin ulaşılabilir olmasına katkı sağlamıştır. Bu durum sayesinde hem insanlar ve işletmeciler ürün ve hizmetleri daha ucuz ve kaliteli alabilmekte hem de işletmelerin pazara tutunabilmeleri ve rekabet avantajı elde edebilmeleri için yeni teknikler geliştirmesini gerektiren bir yenilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun vadeli başarıya ulaşmak için lojistik sektöründeki şirketlerin rekabet avantajı elde etmesi ve kaynaklarını, yeteneklerini ve becerilerini sürekli geliştirmesi gerekmektedir.

Dijital dünyanın yol haritasında Lojistik 4.0, otomasyonlu ulaşım sistemleri, akıllı koridorlar ve depolama alanları ulaşım sektörünün öncelikli konuları arasında

yer almaktadır. Bu kapsamda hem teslimi gerçekleşen hem de sevk edilen ürünlere uygulanan akıllı teknolojiler lojistik sorunlara çözüm sunmaktadır. Diğer tüm sektörlerde olduğu gibi lojistik sektörünün de amacı, hizmet maliyetlerini düşürürken ve karı maksimize ederken eş zamanlı olarak rakiplerinden farklılaşıp ilerlemektir. Lojistik uygun şekilde planlanır ve yönetilir ise kalite ve rekabet gücü ile erişim kolaylığı ve maliyet avantajı sağlama aşamasında şirketi birçok yönden güçlendiren kilit bir faktör olarak hizmet vermektedir. Lojistik de verim sağlanamaz ya da doğru planlanmaz ise, doğru işleyen bir üretim hattı, pazarlama stratejileri ve karlı ticaret mümkün olmayacaktır. Lojistik 4.0; mümkün olduğunca insan faktöründen arındırılmış, tamamen otonom ve teknolojik süreçlere dayalı sistemlerin inşasıdır. Amaç; tüm sistemleri kendi kendini yöneten ve akıllı hale getirmektir. Bu nedenle akıllı lojistik olarak da bilinen Lojistik 4.0, pazar değişikliklerine daha uyumlu, daha esnek, müşteri ihtiyaçlarını daha hızlı karşılayan ve daha az maliyetli yeni bir lojistik sistem olarak tanımlanabilir. Çoğu modern ekonomik model, teknolojik gelişmeyi doğrudan ekonomik büyüme ile ilişkilendirmektedir. Son dönemlerde bazı ekonomistlerin, üretimin temel öğelerinden sermaye, iş gücü gibi öğelerin yanına teknolojiyi de ekledikleri görülmektedir. Üretim öğeleri arasında teknolojinin yer alması tartışmaya açıktır fakat teknolojinin diğer üretim öğelerinin verimliliği üzerinde de etkisi açıktır. Akıllı lojistik ile maliyet ve zaman kazandıran operasyonel süreçler, daha yüksek üretim hızı, artan üretkenlik, yüksek hassasiyet ve kalite, iş süreçlerinde gerçek zamanlı iyileştirme, daha az makine arıza süresi, artan verimlilik gibi ileri dönük faydalar sağlamaktadır. Tüm lojistik süreçlerde Lojistik 4.0 anlayışında; tedarikçiler, depolar, araçlarla akıllı fabrikaların tüm süreçleri birbiri ile bağlantılı şekilde yönetilebilecektir. Akıllı makineler sürekli olarak tedarik zinciri kesintilerini, envanter seviyelerini, talep değişikliklerini ve ürün hasar takibini izler, böylece tüm iş süreçleri yerinde koordine ve verimli biçimde sağlanır. Bu bileşenlerin gelişimi çok hızlıdır. Bu nedenle şirketlerin Lojistik 4.0 konusunun farkına varmaları, üretim sistemlerinin dijital teknolojilere zamanında uyum sağlamaları açısından oldukça önemlidir. Lojistik 4.0 makineler ve insanlar arasında eş zamanlı iletişimi sağlamak için internetin aşamalı kullanımının bir sonucudur. Tedarik zincirinde etkin ve verimli tedarik için doğru zamanda doğru yerde doğru lojistik operasyonların yapılması önemlidir. Akıllı lojistik süreçlerinde tüm siparişler bir ağ tarafından gerçek zamanlı

olarak yönetilir. Ürünlerin fabrika ve depo içi hareketleri de sürücüsüz araç ve sistemle programlanmış cihazlarla gerçekleştirilerek, ürün ve hizmetlerin müşterilere doğru zamanda doğru yerde ve doğru şekilde ulaştırılması için gerekli depolama maliyetleri minimize edilmektedir. Akıllı teknolojiler, şirketlerin diğer sektörlerde olduğu gibi lojistik sektöründe de değer yaratmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu gelişmeleri entegre edemeyen hiçbir şirket maliyet ve zaman avantajı elde edemez.

Firmaların temel faaliyetlerinde olduğu gibi pazarda rekabet avantajı elde etmeleri, küresel dünyada hızla gelişen değişimlere uyum sağlamaları, iş esnekliğini artırmaları, maliyetleri ve riskleri azaltmaları gerekmektedir. Tüm bunlar da çeşitli yenilikler ile mümkün olmaktadır. Lojistik 4.0 ile birlikte endüstri, gelişmiş ülkeleri yeni trendler, stratejiler ve tartışmalar geliştirmeye zorlamıştır. Küresel sistemin sürdürülebilirliğinin devamı olan gelişme ve yenilik ihtiyacı, teknolojik gelişme ile birlikte devam etmelidir. Genel olarak firmaların temel amaçlarının başında “kar” elde etmek gelmektedir. Başka bir ifade ile bir şirketin hayatta kalabilmesi için kar etmesi bir zorunluluktur. Bu nedenle sürdürülebilir bir şirket ekonomik açıdan karlılıklarını devam ettirmelidir. Akıllı teknolojilerin trend hale gelmesinden sonra güvenli, sürdürülebilir ve verimli ulaşım sistemlerine yönelik yaygın ihtiyaç, lojistik sektöründe de akıllı teknolojilere olan ihtiyacı vurgulamıştır.

Çalışmanın amacı; ilk üç sanayi devriminden etkilenen lojistik sektörünün, akıllı teknolojilerin devreye girdiği dördüncü sanayi devriminden nasıl etkilendiğinin belirlenmesi ve Lojistik 4.0’ın gerektirdiği yatırımlar hakkında girdi toplamak, bütünü ve bileşenlerini lojistik sektörüne uyarlamak ardından limancılık sektöründe akıllı lojistik uygulamalarının etkinliği artırmadaki rolünü tespit etmektir.

Bir diğer amaç ise; sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak ve global pazarda tutunabilmek için önemli ticari ve endüstriyel sonuçları olan bu devrime uyum sağlamanın önemine ve küçük de olsa duyulabilmesine katkı sağlayabilmektir.

Giderek küreselleşen dünyada ivme kazanan dünya ticaret hacminin büyümesi için denizyolu taşımacılığının dünyanın önde gelen taşımacılık modu olduğu düşünüldüğünde, limanların önemi her geçen gün artmaktadır. Uluslararası ticareti kolaylaştırmak ve kesintisiz hale getirmek için en önemli sektörün lojistik olduğu açıktır. Limanların lojistik süreçlerin gerçekleştirildiği merkezler olarak görülmesi, limanların önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Liman işletmeleri müşterilerine

daha iyi hizmet verebilmek ve uluslararası ölçekte büyümek için sürekli olarak gelişmeli, kilit faaliyet alanlarına odaklanmalıdır. Denizyolu taşımacılığında kilit nokta limanlardır. Limanlar deniz ve kara arasında bağlantı sağlamalarının yanı sıra farklı taşıma modları arasında yük alışverişi sağlamak için yine kilit nokta haline gelmektedirler. Bu nedenle liman sıkışıklığı, verimlilik ve üretkenlik kayıpları, tüm taşıma ağını olumsuz yönde etkilemektedir.

Liman, gemilere hizmet ve tesis sağlayan bir üretim birimidir. Burada önemli olan yüklerin toplanıp yurtdışı pazarlara gönderilmesidir. Yine dış pazarlardan getirilen yükler de iç pazarlara dağıtılmaktadır. Önceleri sadece gemilerin barınması amacıyla kullanılan limanlar, daha sonra hizmet üretim merkezleri haline gelmişlerdir. Limanlar için asıl önemli olan taşıma sistemleri arasında yükün ucuz, hızlı ve güvenli bir şekilde taşınması iken ikincil önemi de gemi barındırma işlevi olmaktadır. Bu durum limanları ekonomik düşünmeye ve ekonomik hareket etmeye teşvik etmektedir. Liman işletmeleri, liman ticaret hacmini artırmak için müşterilerinin talep ettiği her türlü hizmete yanıt vermek zorundadır. Örneğin bir limanın, limanda bulunan gemiye hizmet sağlayabilmesi için gemilerin ihtiyaçlarını karşılayacak kılavuzluk, yük elleçleme, römorkör ve diğer hizmetleri bünyesinde bulundurması gereklidir. Bu tür hizmetlerin sağlanamaması, müşteri memnuniyetsizliğine ve verimlilik kaybına neden olabilir. Liman işletmeleri, bu tür sorunları teknolojik yenilikler sayesinde çözebilirler.

Liman operasyonlarından kaynaklanan aksaklıklar, gemileri ve yükleri doğrudan etkiler ve bu etki hem nakliye hem de pazarlama maliyetlerine yansır. Limanın faaliyetlerini sürdürebilmesi için ana faaliyet alanlarının maliyetlerine ek olarak, güvenlik, servis, bakım/onarım, temizlik, yemek vb. maliyetler de mevcuttur. Teknolojik yenilikler ile ilgili hizmetler sağlanabileceğinden iş gücü ve katlanılması gereken maliyetler de ortadan kaldırılır. Liman tesisi güvenliği, limanı, gemileri, insanları, yük ve yük taşıma birimlerini potansiyel tehditlerden korumak için görevlidir. Küresel ticaret hacmi ve değerinin denizyolu üzerinden sağlandığı göz önüne alındığında denizyolu taşımacılığının ana merkezi limanların güvenliği oldukça önemlidir. Limana olası bir saldırı, sadece liman işletmesini değil başta bölgede yaşayanlar olmak üzere tüm vatandaşları etkileyen ciddi sonuçlar doğurur. Bunun nedeni, bir limanda saldırı olması durumunda limanın güvenlik seviyesi artırılacağından operasyonel süreçler yavaşlayacak ve gemilerde gecikmeler

yaşanacaktır. Bu durumda hem nakliye gecikmelerinden kaynaklanan ekonomik kayıplar hem de güvenlik önlemleri, üreticilere yansıtılacak nihayetinde ürün fiyatlarına da yansiyarak herkesi etkileyecektir. Bu nedenle güvenlik kapsamında çalışmada akıllı lojistik başarı kriterlerinden siber fiziksel sistemler teknolojisi oldukça büyük paya sahiptir.

Tüm bunlara rağmen denizcilik sektörü teknolojik yeniliklere en geç kalan alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Pek çok dijital teknoloji aslında limanlara uygulanabilir niteliktedir. Dijital teknolojiler, liman işletmecilerine verimliliği artırma, çevreyi koruma ve katma değer artırma gibi birçok fırsat sunmaktadır. Bu nedenle limanlar, küresel deniz taşımacılığındaki rollerini yeniden şekillendirmeli, dijital yenilikleri ve teknolojileri aktif şekilde benimsemeleri ve bunlardan yararlanmaya hazır hale gelmeleri gerekmektedir.

Bu çalışma, limancılık sektörünün akıllı lojistik ile ilişkisine odaklanmaktadır. İlk olarak, akıllı lojistik kavramı ve teknolojiler açıklanmıştır. Sonrasında limancılık sektöründe akıllı lojistik ile ilgili literatür ve uygulamalar incelenmiştir.

Çalışmada yukarıda açıklanan ve araştırma problemini oluşturan durumlardan sonra; liman yöneticilerinin Lojistik 4.0'ın maliyet, karlılık, işgücü, yatırım ve en önemlisi etkinlik anlamında etkilerine odaklanılarak, Samsun'da faaliyet gösteren lojistik firmaları ve Samsunport limanı kapsamında yapılan nitel bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1.LİMANLARIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Limanlar, dünyadaki en yaygın taşımacılık türlerinden biridir. Limanlar ticari nakliye faaliyetleri için kullanılır. Deniz konumunda olup hem küçük hem de büyük gemilerin barınmasına olanak sağlamaktadır. Limanların çoğu kıyı şeridinde yer alır ve devam eden kargo işlemlerini aktif olarak yürütür. Gönderiyi depolamak ve düzenli stoklamayı sürdürmek için özel depolar da inşa edilmiştir. Ayrıca limanda oteller, restoranlar, liman karşılama tesisleri ve tuvaletler gibi tesisler de bulunmaktadır. Limanlar ayrıca kargo limanı veya kurvaziyer limanı olarak kategorize edilebilir.¹

Limanların yerel bir fiziksel varlığı vardır. Nakliye ve yüklerin taşınması için sermaye kaynakları, altyapı, rıhtımlar, vinçler ve depolama gerekir. Limanlar, ticaretin tüm ekonomik bileşiklerinin bir araya geldiği yerdir. Deniz taşımacılığına yapılan yatırımlarla mümkün kılınan ve başka yerlerde alınan ticari ve politik kararların bir sonucu olarak oluşturulan lojistik zincirinin bir unsurudur. Tersine, eğer bir liman kara ve deniz arasındaki bir ara yüzden daha fazlaysa, o zaman bir liman kenti veya liman bölgesi, bir sahil şeridinin ötesinde yerleşmiş bir alandan daha fazlasıdır.²

Limanlar, ulaşım sisteminin temel bir özelliğidir. Liu limanları deniz taşımacılığının ana bileşenlerinden biri olarak tanımlarken, deniz ekonomisi olgusu Stopford tarafından gemi ve kargodan sonra deniz taşımacılığı sisteminin üçüncü bileşeni olarak tanımlanmaktadır. Stopford'un bir limanı “kargo yüklemek ve boşaltmak için gemilerin karaya yanaştığı bir coğrafi alan genellikle bir körfez veya nehir gibi korunaklı bir derin su alanı olarak tanımlanabilmektedir. Limanların tanımlanmış işlevlerinin yanı sıra yük elleçlemesinden depolamaya ve gümrük hizmetlerine kadar birçok işlevi vardır.³

¹ Merk, O. and Dang, T., “Efficiency of World Ports in Container and Bulk Cargo (oil, coal, ores and grain), OECD Regional Development Working Papers”, OECD Publishing, p. 9-25, 2012.

² Yehuda Hayuth and David Hilling, “Technological Change and Seaport Development”, in B.S. Hoyle and D.A. Pinder, eds., European Port Cities in Transition, p.40–58, 1992.

³ Stopford, M., **Maritime Economics**, Taylor&Francis Group, London p. 217-222, 2009.

1.1. Liman Kavramı

Limanlar, mal ve hizmetlerin bir taşıma modundan diğerine aktarılması için mal ve hizmetlerin gemiden gemiye veya gemiden başka bir taşıma sistemine aktarıldığı yerlerdir. Limanlar; demiryolu, karayolu ve denizyolu arasında bir ara yüz görevi görerek, kara taşımacılığı ve deniz taşımacılığı arasında bir bağlantı oluşturmuştur. Liman, deniz ulaşımının başlangıç veya bitiş noktasını oluşturur. Bu nedenle limanı "deniz taşımacılığının başlangıç veya bitiş noktası" olarak tanımlamak mümkündür.⁴

Aynı zamanda limanlar, dünya ticaretinde verimli bir ulaşım altyapısıdır. Burada yük ve yükleyicilere yükleme, boşaltma, terminal içi aktarma ve depolama hizmetleri verilmektedir; yükleyiciler ayrıca kapıdan kapıya taşıma sürecinde taşıma sistemleri arasında aktarılır.⁵

Limanlar, kendi aralarında bağlantılı birçok faaliyetten oluşmakta olan karmaşık sistemlerdir. Bu nedenle; limanların ticari ve iktisadi sistem değişikliklerinin gerçekleştiği merkezler haline gelmesi, ulaşım zincirinde oldukça önemli kilit noktalar olma özelliğinden kaynaklanmaktadır.⁶

Taşımacılık alanında birçok faaliyetin yürütülmesinde büyük önem taşıyan limanlar, yükleme-boşaltma, römorkaj hizmetleri ve depolama işlevlerinin yanı sıra liman sektörü ile ilgili birçok sektör ile bağlantılı olarak çalışmaktadır. Bu ilişkiler kapsamında limanlar, ithalat ve ihracatı hızlandırmaya yönelik yardımlarıyla birçok gümrük işleminin yanı sıra yükleme ve boşaltma işlemlerine de katkıda bulunarak ülke ekonomisine önemli ölçüde faydalar sağlamaktadır.⁷

Bu kapsamda literatürde mevcut liman tanımları şu şekildedir:

⁴ Carbone, V. & Martino, M., "The Changing Role of Ports in Supply-Chain Management. An Empirical Analysis. Maritime Policy and Management", 30 (4), p. 305-320, 2013.

⁵ Akten, N. ve Koldemir, B., "Limanlarda Dış Kaynak Kullanımının Etkileri" Kıyı Alanları Kongresi, Trabzon, s.32-45, 2011.

⁶ Zorlu, Ö., "Türkiye Limanlarının İşletme Verimliliğinin İrdelenmesi ve Transit Liman İhtiyacı. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.13-18, 2008.

⁷ Bengi, S. B., "Limanların Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Analizi: Tekirdağ İli Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Yayınları, Tekirdağ, s.13-16, 2015.

Agerschou ve arkadaşlarına göre korunan alanlarda, gemilerin çeşitli ihtiyaçları karşılanıyor ise, bakım ve onarım yapılıyor ise, yükleme ve tahliye hizmetleri veriliyor ve depolama tesisleri varsa bu alanlara liman denilebilir.⁸

Branch'a göre liman, yüklerin gemilere yüklendiği ve boşaltıldığı, gemilerin dönüşünü beklediği, bekletildiği veya beklemeye zorlandığı yerleri içeren terminal veya saha olarak tanımlanabilir. Ayrıca diğer ulaşım biçimlerinin imkanlarına sahip olup, bu niteliği ile aralarında entegrasyon da sağlamaktadır.⁹

Altınçubuk'a göre limanlar rıhtımlarına gemilerin, deniz ulaşım araçlarının yanaşıp demirleyebileceği olanakları kapsayan tesislerdir. Kıyıdan tekneye, tekneden tekneye ya da tekneden kıyıya kargo veya insan taşımacılığı, teknelerin demirlenmesi, yükün hem karada hem denizde sevkine kadar muhafazası için olanakları bulunan sınırlandırılmış deniz ve kara alanlarıdır.¹⁰

Yüksel ve Çevik'e göre limanlar gemiden karaya ve karadan gemiye kargo ve yolcu taşımacılığını, teknelerin demir atılması ve indirilmesi, taşınan malların teslim alanına kadar karada veya denizde korunması, gemileri buz, akıntı, kasırga ve dalga gibi dış faktörlere karşı koruyarak deniz araçlarının rıhtımlarına yanaşabildiği, gemilerin tüm ihtiyaçlarının karşılandığı tesisleri de içerisinde bulunduran su alanlarıdır.¹¹

Tüm bu tanımlamalar göz önünde bulundurulduğunda limanlar özetle şu şekilde tanımlanabilir. Limanların üstlendiği işlevler günümüze kadar çeşitli değişiklikler geçirmiştir. Daha önce sadece gemi barınakları olarak işlev gören liman, zamanla hizmet sağlanan üretim merkezleri haline gelmiştir. Hizmet üretim merkezleri olarak limanların temel hedefleri nakliye sistemleri arasında ucuz, hızlı ve güvenilir şekilde yük aktarımı yapmaktır. Bu hedef, limanların ekonomik düşünmesini ve hareket etmesini sağlamıştır.¹²

⁸ Agerschou, H. vd, **Planning and Design of Ports and Marine Terminals**, Thomas Telford Publishing, London, p.312-317, 1985.

⁹ Branch, A. E., **Elements of Port Operation and Management**, Chapman and Hall, London, p.114-117, 1986.

¹⁰ Altınçubuk, F., **Liman İdare ve İletmesi**, Deniz Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, s.9, 2000.

¹¹ Yüksel, Y., Çevik, E.Ö., **Liman Mühendisliği**, Deniz Mühendisliği SerisiNo:3, Arıkan Basım Yayım Dağıtım Ltd.Şti., İstanbul, s.9, 2005.

¹² Esmer, S., **Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli**, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir, s.6, 2010.

Talley'e göre liman ekonomik bir birimdir ve üretici bir firmanın ürün üretimine karşı transfer hizmeti sağlar. Bu transfer hizmetinin miktarı sık-sık limanın işlem hacmi (konteyner sayısı ya da yükün tonu, liman üzerinden hareket eden yolcular vb.) olarak adlandırılır. Limanlar, gemilere veya gemilerden yük ve yolcu transferinde işgücü, hareketli sermaye (kreyenler) ve altyapı (iskele) gibi kaynakları kullanmaktadır. Teknik bakımdan verimlilik arayışındaki liman çokluk belirli düzeyde kaynak istihdamıyla iş hacmini maksimize etmenin yollarını araştırır olarak belirtilmiştir.¹³

Küresel boyuttaki ticari faaliyetler, ülkeler arası mal değişimini ve bu mal değişimine bağlı deniz taşımacılığı gerektirmektedir. Bu taşıma işlemleri için yüklerin aktarılacağı belirli noktalarda durma noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yük aktarma istasyonları olan limanlar, sahip oldukları çeşitli ekipman ve tesisler ve sağladıkları hizmetler ile deniz ve kara arasında kilit nokta olan bağı kurmakta ve uluslararası ticaretin ana noktalarını oluşturmaktadır. Ticari faaliyetleri yoğun olan ve uluslararası rekabetin merkezi haline gelen limanlar, sınırları kaldırarak ülkelerin kalkınmasına da önemli paya sahiptir.

Kara ve deniz olanaklarının kesişme noktaları olan limanlar, gemilerin konaklama, yükleme ve boşaltma işlemleri, yüklerin toplanması, depolanması, teslimi ve deniz yolu taşımacılığı ile ilgili faaliyetleri içeren karmaşık bir sisteme sahip yerler şeklinde tanımlanmıştır.¹⁴

“Her bir limanın tüm özelliklerini içeren genel bir liman tanımı yapmak mümkün değildir ve birçok iki liman arasında önemli farklar bulunmaktadır.”¹⁵ Bir liman; gemilerin yükleme ve tahliye yapması için karaya yanaştıkları, genellikle körfez ya da nehir ağzı gibi açık denizden korunaklı bir coğrafi bölgedir.¹⁶

Bu açıdan limanlar, gemilerin duraksaması ve kargo operasyonlarını yürütmesi için bir sığınak olarak kabul edilebilir. Bunun yanı sıra, limanlar intermodal ulaşım ağlarının birleştirildiği ve dağıtım, üretim ve endüstriyel faaliyetleri içeren merkezler olma özelliği de taşımaktadırlar.

¹³ Talley, W.K., **Port Economics**, Routledge, New York, p.112-116, 2009.

¹⁴ Puig Duran, M., “Identification and selection of environmental performance indicators (EPs) for use in the management of European seaports”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cardiff University, United Kingdom, 2012.

¹⁵ Esmer, S. ve Karataş Çetin, Ç., **Liman İşletme Yönetimi**, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi, Beta yay., İstanbul, s. 379-415, 2016.

¹⁶ Stopford, M., **a.g.e.**, p.81.

1.2. Limanların Tarihsel Gelişimi ve Amaçları

Limanlar geçmişte geleneksel bir görünüm içerisinde olup herhangi bir mal için taşıma yapmazdı. Bu nedenle gemiler, tüm mal içeriğini kapsayacak şekilde ve kapasitede inşa edilirdi. Gemiler, limanlarda genel kargoları yükleyip boşaltmak ve liman hizmetini gerçekleştirmekteydi. Bu nedenle gemiler, taşıma, yükleme/boşaltma faaliyetlerini tamamlamak için inşa edilmiştir. Zaman içerisinde bu gelenek değişim göstermeye başlamıştır. Bunun nedeni, değişik mal içeriğine sahip ürünlerin tek bir gemiye yüklenmesi ve boşaltılması, zaman ve maliyet açısından ekstra ekonomik yük oluşturmaya başlamıştır. Geliştirme sürecine bakıldığında, birçok farklı türde malın ortadan kalktığı ve bir veya birkaç tipte yükleme /boşaltma faaliyetlerinin gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumda tek tip ya da benzeri malların farklı teçhizat kullanılmadan yüklenmesi/boşaltılması sonucunda uğrak liman ve gemi seferleri sayısında yükseliş olduğu görülmektedir.¹⁷

Limanların tarihi gelişimini dört dönem olarak inceleyebiliriz:¹⁸

1960 yılından önce (Birinci Kuşak): Gemi mallarının limanlarda yükleme ve boşaltma faaliyetlerinin gerçekleştiği yerler olarak görüldüğü süreçtir.¹⁹ Birinci kuşak limanlar pazarlama bakımından değerlendirildiğinde müşteri memnuniyeti açısından zayıf kalmaktadır. Bunun ana sebebi, liman müşterilerinin ihtiyaç ve isteklerinin nadiren hesaba katılmasıdır. Farklı bir bakımdan değerlendirildiğinde ise limanlar, liman dışı sektörlerle uyum içinde çalışmadıkları için lojistik zincirinin aktif üyeleri olmamaktadır.

1960-1980 yılları arası dönem (İkinci Kuşak): Limanların yükleyici ve taşıyıcılara daha rahat hizmet veren merkezler olmanın yanı sıra hammadde ve ithal kargo kullanan endüstrilerle bir hizmet alanına dönüştüğü dönemdir. Birinci kuşak limanların aksine ikinci kuşak limanlarda liman müşterilerinin memnuniyetlerine

¹⁷ Akten, N., M. A. Albayrak, **Deniz Taşımacılığı Kılavuzu**, Ekim Matbaası, İstanbul, s.27, 1988.

¹⁸Koçak, E., Kişi, H., “**Liman Özelleştirmeleri: Mersin Limanı için Beklentiler ve Gerçekleşmeler**”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Sayı XV, s. 279-296, 2015.

¹⁹ Shi, X. & Voss, S., **Container terminal operations under the influence of shipping alliances**, In: Bichou, K., Bell, M.G. ve Evans, A. (Eds.) **Lloyd's practical shipping guides, Risk management in port operations, Logistics and Supply Chain Security**, Informa, London, p.297-300, 2007.

önem verilmekte ve ihtiyaçları göz önüne alınmaktadır. Başka bir deyişle müşteri odaklı anlayış mevzubahis olmaktadır. Bunun yanı sıra ikinci kuşak limanlar lojistik zincirinin aktif üyeleri olmaya başlamıştır.

1980-2000 yılları arası dönem (Üçüncü Kuşak): Birinci ve ikinci kuşak limanlar altyapısının tedarikini amaçlarken, üçüncü kuşak limanların armatör ve nakliyecilerin taleplerini karşılamak için daha fazla hizmet verme eğiliminde olduğu görülmektedir. Liman politikası açısından limanı işletenlerin düşüncesi, limanı ve dış ticareti iyileştirebilecek hizmetler geliştirmektir. Karayolu taşımacılığı ağlarının gelişmesi nedeniyle limanlar arasındaki rekabetin hızlı büyümesi, limanların gemileri çekmek için daha fazla kargoyu yönetmeye zorlamıştır. Üçüncü kuşak limanların ana hedefi, nakliyecilerin lojistik platformu olması sebebiyle, üçüncü kuşak limanlar uzun süre tedarik zincirinde yer almaktadır. Malların dağıtım faaliyetlerinin gerçekleştiği limanlar bu dönemlerde aynı zamanda depolama hizmetlerinin de gerçekleştiği lokasyonlar olmaktadır.

2000 sonrası ve günümüzde (Dördüncü Kuşak): Belirli kargo türlerine yönelme, depolama, doldurma, tartım vb. hizmetlerin verilmeye başlandığı, müşteri istek ve ihtiyaçlarının ön plana çıktığı, liman hizmetlerine değer kattığı dönemdir. Günümüzde limanların rolü, nakliye ve gemi hizmetleri gibi basit bir işlev olmaktan çıkmaktadır. Geleneksel deniz/kara ara yüzü rolüne ek olarak, limanlar etkileşimde bulundukları farklı kanal üyeleri arasında katma değerli lojistik oluşturan birimlerdir.

Denizcilik konseptinin geliştirilmesindeki bazı teknik değişiklikler gelecek dönemler için örnek teşkil etmekte ve büyük değişikliklerin yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu değişiklikler denizcilik tarihinin belli zamanlara ayrılmasına neden olacak kadar farklılıklar oluşturmıştır. Eski çağlara kadar uzanan denizcilik kavramı, zaman içinde farklı şekilde gelişmiş ve deniz araçlarının türlerine göre dönemlere bölünmüştür.²⁰

Tüm ülkelerde ithalat ve ihracatın büyük bir kısmı denizyolu ile tercih edilmektedir. Bunun sebebi denizyolunun hem zaman hem de maliyet hesaplaması

²⁰Özdemir, Ü., “Denizcilik Gücünün Tarihsel Gelişim Süreci ve Günümüz Denizciliğinin Şekillenmesindeki Rolü”, Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu Doğu Karadeniz, Trabzon, Türkiye, cilt I, s.315-332, 2012.

açısından en uygun olmasıdır. Dış ticaret faaliyetlerinin %87,6'sı yüksek tonajlı deniz taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir.²¹

Denizyolu Ulaşımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu'na göre, deniz taşımacılığının temel amacı; ülkenin sosyal ve ekonomik kalkınma hedeflerinin gerekli kıldığı hizmeti en düşük maliyetli ulaşım türü olarak, çevreye zarar vermeden, can ve mal güvenliğini sağlayarak diğer ulaşım türleri ile entegre halde Avrupa Birliği politikaları ve uluslararası kurallar çerçevesinde uyumlu şekilde sağlamak, şeklinde ifade edilmiştir.²²

Limanlar deniz ticaretine etki etmelerinin yanı sıra bulundukları şehirlerin ekonomilerine de olumlu yönde etki sağlamaktadır. Liman bulunan şehirler zamanla "Liman Kent" kavramı ile anılmaktadırlar.²³

Liman kentlerde liman hizmetlerinin yanı sıra farklı hizmetlerde sunulduğundan limanları elleçleme, barınma ve depolama hizmetlerinin sağlandığı yerler olarak tanımlamak doğru değildir. Limanlarda ayrıca rehberlik, römorkör, atık toplama ücretleri gibi gelirlerin olduğu ve bu gelirlerin limandan limana değişebileceği yerlerdir.²⁴

1.3. Liman Çeşitleri

Liman çeşitleri aşağıdaki gibidir.

1.3.1. Faaliyet Alanlarına Göre Limanlar

Faaliyet alanlarına göre limanları dört farklı grupta değerlendirilmiştir. Bunlar;²⁵

- Kıtalararası Limanlar: Uluslararası ticarete ve gemilerin ihtiyaçlarına göre karşılık veren limanlardır.

²¹Erdönmez, E. S.; S. İncaz “2018 Yılına Kadar AB Denizyolu Taşımacılığının Stratejik Hedefleri ve Önerilerinin Türkiye'ye Yansıması”, Journal Of Emerging Economies And Policy, Cilt I, Sayı I, s. 111-125, 2016.

²² Devlet Planlama Teşkilatı, Denizyolu Ulaşımı: Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007.

²³ M. Es ve E. Kudu, “Liman – Kent İlişkileri ve Dünyada Liman Kentleri – II”, Yerel Siyaset, Sayı 35, s. 28-39, 2008.

²⁴ Saban, M.; G. Güğərçin “Deniz Taşımacılığı İşletmelerinde Maliyetleri Etkileyen Faktörler ve Sefer Maliyetleri”, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Dergisi, cilt I, Sayı I, s. 2-16, 2009.

²⁵ Balık, İ. “Limanlar ve Liman Yeri Seçimi”, Kent Akademisi-Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, Cilt VII, Sayı II, s. 37-48, 2014.

- Ulusal Limanlar: Ülkelerin kendi liman taşımacılığına, ticaret alanlarına ve denizyolu ulaşımına karşılık veren limanlardır.
- Bölgesel Limanlar: Bölgesel denizyolu ulaşımı ve ticari faaliyetlere karşılık veren limanlardır.
- Yerel Limanlar: Genellikle denizyolu ulaşımı olan, ticari alan ve bakım onarım vs. alanları içinde barındıran limanlardır.

1.3.2. Yük Tiplerine Göre Limanlar

Yük tiplerine göre limanlar; kargo limanı, konteyner limanı, çok amaçlı liman, Ro Ro limanı, dökme liman ve sıvı yük limanı olarak incelemek mümkündür.²⁶

1.3.2.1. Kargo Limanı

Kuru yük için uygun araç, gereç ve teçhizat kullanılarak gemilerin yüklendiği, boşaltıldığı, depolandığı ve istiflendiği limanlardır. Paletli yük, kuru yük, paket vb. yüklerin faaliyet gördüğü limanlardır.²⁷

Kargo limanları adından da anlaşılacağı gibi yönettiği yüke göre işlev görmektedir. Kargo limanları, gönderiyi yüklemek veya boşaltmak için birçok mekanik teknik içerir. Yükleme ve boşaltma için kaldırma vinçleri ve çeşitli makineler kullanılmaktadır. Bir kargo limanı, tek veya birden fazla ürün türüyle ilgilenmek üzere tasarlanabilir. Sıvı yakıtlar, kimyasallar, gıda taneleri, kereste, makineler ve otomobiller gibi maddeler çeşitli yerlere taşınmaktadır. Bu limanlar uluslararası ticarete en çok kullanılan limanlardır. Konteyner terminalleri, konteyner sevkiyatı ve depolama konusunda uzmanlaşmış kargo limanlarının özel bir şeklidir. Konteyner trafiği son yüzyılda çok hızlı bir şekilde büyümüştür. Konteyner trafiği, katma değeri en yüksek taşıma türlerinden biri ve karlı bir dağıtım faaliyeti olmaya devam etmektedir. Kargo limanları aynı zamanda petrol terminali olarak da işlev görür. Ham petrol, sıvı gaz ve petrol, deniz trafiğinin elleçlendiği başlıca emtialar arasındadır. Sıvı ve gaz taşımacılığı, toplam taşıma hacminin ortalama yarısını alır. Kömür dökme yük terminalleri başka bir kargo limanı türüdür. Deniz trafiğinde kuru dökme yük,

²⁶ İsmet, Balık, **a.g.m.**, s.38.

²⁷ İsmet, Balık, **a.g.m.**, s.39-48.

mineraller (kömür, demir cevheri vb.) ve sebzelerin (tahıl, odun, yenilebilir gıdalar vb.) toplam hacminin dörtte birini oluşturmaktadır. Kuru yük deniz taşımacılığı, ham petrol ve konteyner taşımacılığına göre nispeten daha az karlı olsa da alt yapı inşa etmenin konteyner ve sıvı dökme yük terminalleri kadar maliyetli olmaması nedeniyle, kuru yük terminali inşa etmek için daha düşük giriş maliyeti ile karşı karşıyadır. Ayrıca dökme demir terminalleri, tahıl terminalleri de kargo limanı çeşitleridir.²⁸

Şekil 4. Kargo Limanı



Kaynak: www.poliport.com, 2016

1.3.2.2. Konteyner Limanı

Kargo gemilerinin yükleme ve boşaltma yaptığı, ağır tonajlı araçların girip çıkabildiği, kara ve deniz taşımacılığında kullanılan konteyner denilen standart yüklerin elleçlendiği ve gümrük işlemlerinin gerçekleştiği limanlardır.²⁹

Deniz taşımacılığında konteyner kullanımı, konteynerlere duyulan ihtiyaç ve dış ticareti kolaylaştırması nedeni ile dünya çapında yaygınlaşmıştır. Aynı zamanda limanların, gemilerin ve iş yöntemlerinin değişiminin mali maliyeti gibi yeni ve öngörülemez problemlere neden olmaktadır.³⁰

Konteyner taşımacılığının uyarlanmasıyla birlikte, liman dinamikleri, özel konteyner limanlarının ortaya çıkması lehine önemli ölçüde değişti. Liman tesislerindeki ana değişiklikler, sermaye yoğun vinçler ve konvansiyonel dökme yük gemilerine kıyasla çoğunlukla konteyner gemilerinde vinç bulunmadığından,

²⁸ Merk, O. and Dang, T., **a.g.m.**, s.9-25.

²⁹ Klose, A., & Marcum, C., **The Container Principle: How A Box Changes The Way We Think**, MIT Press, London, p.416, 2015.

³⁰ Kendall, L.C., Buckley, J.J., **The Business of Shipping**, Seventh Edition, Maryland, Cornell Maritime Press, Centreville, p. 32-47, 2000.

konteynerleri istiflemek için geniş depolama alanı olarak ortaya çıkmıştır. Konteyner terminallerinde görülen bir diğer gelişme ise, rıhtımların, hızlı gemi dönüşü ve vinç ile konteyner depolama alanları arasında daha etkin liman operasyonları için yeniden tasarlanmasıdır. Bu nedenle, deniz konteyner terminalleri, teknolojik olarak gelişmiş ve yüksek verimlilik performansı ile idare edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca deniz konteyner terminallerinin esasen daha büyük olması ve konteynerlerde taşınacak ithalat/ihracat yüklerinin yüksek hacimli olduğu, hinterlandı için iyi tasarlanmış demiryolu ve karayolu bağlantılarına sahip büyük şehirlerin yakınında yer alma eğiliminde olması da gerekmektedir.³¹

Şekil 5. Konteyner Limanı



Kaynak: www.lojiblog.com, 2016

1.3.2.3. Çok Amaçlı Liman

İsminden de anlaşıldığı üzere birden fazla kargo tipinin istiflenmesine olanak tanıyan limanlar olarak tanımlanmıştır.³²

Çok amaçlı liman, insan gücü ve ekipmanın en iyi şekilde kullanılmasına izin veren, belirli gemi ve kargo türlerinin hizmet talebine birleşik ve esnek bir yanıt sunan bir altyapı, ekipman ve hizmetler kompleksi olarak tanımlanabilir. Limanlar, küçük sevkiyatlardaki genel kargolardan konteynerlere kadar heterojen kargoları barındıracak şekilde planlanmalıdır; bu, limanların her türlü kargoyu barındırması gerektiği anlamına gelmez. Birleştirilecek yüklerin belirli alt grupları,

³¹ İsmail, K., “Game Theoretical Offshore Container Port Competition”, Doktora Tezi, University of Strathclyde, Department of Naval Architecture, Ocean and Marine Engineering, p. 23-24, 2018.

³² İsmet Balık, **a.g.m.**, s.37-48.

gruplandırıldıkları çok amaçlı terminal içinde özel bir terminal çağrısı yapacak veya özel elleçleme talep edecek kadar büyük olmamalıdır.³³

Şekil 6. Çok Amaçlı Liman



Kaynak: www.dunya.com, 2016

1.3.2.4. Ro-Ro Limanı

Kapıdan kapıya teslimat düşüncesinin hâkim olduğu, araba, kamyon, tır ve treyler gibi taşıtların nakliyesinin büyük gemilerle gerçekleştirildiği limanlardır. Böylelikle, tek noktadan yüklenen bir taşıt indirme-bindirme ve yükleme-boşaltma yapmaya gerek olmadan gideceği yere taşıma yapma olanaklarına sahiptir. Bu sayede daha seri ve daha düşük maliyetli transfer gerçekleşir. Bunun yanı sıra büyük gemilerin yanaştığı, yükleme ve boşaltma faaliyetini gerçekleştirdiği, gümrük prosedürlerinin yapıldığı, geniş hareket ve park alanlarının yer aldığı limanlara Ro-Ro limanları denir.³⁴

Stopford'a göre, Ro-Ro taşımacılığı, taşıma modları arasında geçiş yapmak için en uygun araçlardan biridir.³⁵ Medda ve Trujillo, Ro-Ro gemilerinin, yenilikçi nakliye teknolojisi sayesinde düşük nakliye maliyetlerine ve daha hızlı kargo elleçleme operasyonlarına olanak tanıyan kargoların yatay elleçlenmesini sağladığını belirtmektedir.³⁶ Dolayısıyla bu tip gemilerin SSS rekabet gücünün artırılmasında etkin rol oynadığı sonucuna varılabilir. Ro-Ro, katma değerli hizmetlerin eksikliği, kuyruk gecikmeleri, gümrükleme ve kota sorunları, diğer modlarla entegrasyon

³³ Francisco E. A. vd., **Unctad Monographs on Port Management**, Multi-purpose port terminals Recommendations for planning and management, p. United Nations, New York 1991.

³⁴ İsmet, Balık, **a.g.m.**, s.37-48.

³⁵ Stopford, M., **a.g.e.**, p.26.

³⁶ Medda, F. and Trujillo, L., **“Short-Sea Shipping: An Analysis of Its Determinants. Maritime Policy & Management”**, Taylor & Francis, 37(3), p.285-303, 2010.

başarısızlığı, trafik güvenliği sorunları gibi karayolu taşımacılığı ile ilgili sorunlara yaratıcı bir çözüm olarak gösterilmektedir.³⁷ Ng, karayolu taşımacılığına göre rekabet avantajı elde etmek için makul sıklık, birlikte çalışabilirlik ve düzenliliğin gerekli olduğunu öne sürmektedir. Bu bağlamda, hat yapısından kaynaklanan önceden belirlenmiş arama limanları arasında tarifeli ve sık servisler sunması nedeniyle Ro Ro taşımacılığı bir rekabet kaynağı olarak da değerlendirilebilir.³⁸

Ro-Ro'lar, denizcilik sektöründe dev yatırımlarla rekabet avantajı sağlayan ve taşımaları hızlandıran ihtisas gemilerinin başında gelmektedir.³⁹ Limanda minimum yük akışları ile karadan/demiryolundan gemiye etkin yük transferi, daha sık hizmet imkânı ve uzun liman sürelerinden kaynaklanan maliyet avantajlarından yararlanma, yüksek seviyeli taşıma kapasitesi gibi hızlı, güvenilir Ro-Ro taşımacılığının yarattığı birçok avantaj vardır.⁴⁰

Şekil 7. Ro-Ro Limanı



Kaynak: istanbulbolge.ticaret.gov.tr, 2019

1.3.2.5. Dökme Limanı

Dökme yük genellikle petrol ve petrol ürünleri, tahıl, maden, çimento, kömür ve kükürt gibi istifleme ve taşımaya müsait hammadde ya da ürün şeklindeki kargolar için kullanılmaktadır. Dökme yükler; gemi, tanker, boru hattı ve yük treni

³⁷Deveci, D.A., “Türkiye’de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi”, DEU Denizcilik Fakültesi Dergisi, 2 (1), s.13-32, 2010.

³⁸ Ng, A. K. Y., “Competitiveness of Short Sea Shipping and the Role of Port: The Case of North Europe”, Maritime Policy & Management, 36(4), p. 337-352, 2009.

³⁹ Gammelgaard, B., vd., “Competencies in the Danish Maritime Cluster: A Benchmarking-Analysis”, Denmark: Danish Maritime Cluster, 2013.

⁴⁰ Varbanova, A., “Ro-Ro Shipping Networks in the Black Sea Region and Ports Connectivity: Comparative Assessment”, Science, Business, Society, 3(3), p. 124-127, 2018.

gibi taşıtlar ile taşınırlar. Dökme limanlar da yukarıda bahsedilen dökme kuru yüklerin istiflendiği limanlardır.⁴¹

Dökme limanlar, bir limana karayolu veya demiryolu ulaşım olanaklarıyla bağlanabilen iç terminaller olarak tanımlanmaktadır. Genellikle çok modlu lojistik merkezleri olarak kullanılırlar ve yakındaki bir limandaki kaçınılmaz tıkanıklığı azaltmaya yardımcı olabilirler. İşlevleri, kıyı şeridine yakın olmayan tek farkla, bir limana oldukça benzemektedir. Bir dökme liman, uygun kargo araçları, demiryolu hatları, depolar ve hatta konteyner sahaları gibi, sevkiyatın sürekli olarak temizlenmesini sağlamak için gerekli makinelerden oluşur. Taşıma modları arasında transfer dökme bir limanda gerçekleşir. Karayolundan demiryoluna veya tam tersi; karayolu veya demiryolundan iç sulara çeşitli seçeneklerde olurlar. Dökme limanlar ayrıca büyük sevkiyatların bir araya getirildiği veya ileri doğru geçiş için daha küçük yüklere ayrıldığı alanlar olabilir. Dökme limanlar, tankerlerdeki sıvıları, kuru dökme yükleri, konteynırsız genel kargoları ve karışık kargoları işleyebilir. Bununla birlikte, en yaygın olarak, dökme limanlar, ağırlıklı olarak birleştirilmiş kargoyu elleçlemeye yöneliktir.⁴²

Şekil 8. Dökme Limanı



Kaynak: www.virahaber.com, 2020

⁴¹ Baykal, R. **Karma Taşımacılık Yaklaşımıyla Limanlar ve Terminaller**, Birsen Yayınevi, İstanbul 2012.

⁴² UNCTAD, **Handbook On The Management And Operaton Of Dry Ports**, Unted Nations Conference on Trade and Development, Geneva, p. 2-3, 1991.

1.3.2.6. Sıvı Yük Limanı

Sıvı yükler petrol tankerleri, su tankerleri, azot, doğalgaz gibi kimyasal ürünlerdir. LPG ve LNG gemileri ile aktarımı gerçekleşen bu yükler boru yapısı ve pompa ile istiflenmektedir.⁴³

Ürünün yükleme rıhtımlarında boşaltılması, gemideki pompalarla yapılmaktadır. Terminaller yeterli irtifada ise, ürün uygun şekilde gemiye teslim edilir. Yüklenecek yükün sıvı halde oluşu bağlama şamandıraları ve boru hatları ile yükleme-boşaltma işlemlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Petrol ürünleri söz konusu olduğunda, yükleme / boşaltma denizaltı boru hatları ile gerçekleştirilebilir. Sıvı yük limanlarının, operasyonlarına güvenli yaklaşımı operasyon açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü işledikleri yükten değil, kiraladıkları sıvı yük depolarından kazanç sağlayan sıvı dökme yük limanlarının verimlilik ve etkinlik ölçümleri için finansal kaynaklara ihtiyaç vardır. Bu verileri limanlardan temin etmek mümkün olmadığından verimlilikleri de ölçülemez.⁴⁴

Şekil 9. Sıvı Yük Limanı



Kaynak: www.yilport.com, 2020

1.3.3. Mülkiyet Hakkına Göre Limanlar

Mülkiyet haklarına göre limanlar, Kamu, Kamu-Özel ve Özel liman olmak üzere üç türdedirler.⁴⁵

- Kamu limanları: Devletin sahipliğini ve işletmesini yaptığı limanlardır.

⁴³ Long, D., **International Logistics Global Supply Chain Management**, Kluwer Academic Publishers, Holland, 2003.

⁴⁴ Çağlar, Volkan, “Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi”, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, s.88, 2012.

⁴⁵ İsmet, Balık, **a.g.m.**, s.37-48.

- Kamu-Özel limanlar: Arazi ve sahipliği devlete ait olan fakat işletmesi özel sektöre ait olan limanlardır.
- Özel limanlar: Arazi ve işletmenin sahipliği özel şirketlere ait olduğu limanlardır.

1.4. Limanlarda Etkinlik ve Önemi

İngilizce karşılığı “efficiency” olan etkinlik kavramı iktisat biliminin ilgilendiği bir konudur. Ekonomik olarak mevcut olan kaynaklar ve üretim teknikleri; insanların arzuladığı mal ve hizmetleri ya da sınırsız gereksinimlerini karşılayabilecek büyüklükte değildir. Kısıtlı mal ve hizmet üretme olasılığı, karşılanmayan ihtiyaçlar olumsuz durumları ortaya çıkarmaktadır. Ekonomide kıtlık şeklinde tanımlanan bu sorun, sahip olunan kaynakları daha ekonomik kullanmayı gerekli kılmaktadır. Ekonomi biliminin ana problemi olarak kabul edilen bu konu, yıllardır ekonomik başarı ve kıtlıktan kurtulma için iktisatçıların başarı kriterleri arasında ele aldığı ve etkinlik olarak ifade edilen noktadır.⁴⁶

Kavramsal olarak pek çok alanda kullanılan etkinlik; iktisadi olarak “kaynakların ve malların bir kısmının yeniden dağılımı ile kendi değer yargıları içerisinde diğer kişileri daha kötü duruma getirmeden, insanların bir kısmını veya tamamını, yine kendi değer yargıları içinde, daha iyi bir konuma getirme imkanının olmadığı bir durum” olarak tanımlanmıştır.⁴⁷ Yani, üretim faktörlerinin üretilecek olan mal ve hizmetler arasında dağılımı ve üretilenlerin alıcılar arasında dağılımı, bazı bireyleri daha da kötüleştirmiyorsa ekonomik etkinlik bir diğer adıyla “Pareto Etkinlik” sağlanmış olur. Herhangi bir değişiklik bazı bireylerin refahını, diğer bireylerinkini azaltmadan artırır ise, toplumun refahı artar ve bu sayede ekonomik etkinlik sağlanmış olur.⁴⁸

Liman işletim sürecinde, çeşitli altyapı ve üstyapı girdilerini kullanarak yük elleçlemek ve limana gelen gemilere hizmet vermek, elleçlenen bu yüklerden ve hizmet verilen gemilerden de gelir elde etmek amaçlanır. Dolayısıyla, liman işletim sürecinde karşımıza birbirini takip eden iki aşamalı bir süreç çıkmaktadır. Bu süreçte

⁴⁶Bakırcı, F., **Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama**, Atlas Yayınları, İstanbul, 2006.

⁴⁷Yaylalı, M., **Mikroiktisat**, Beta Basım Yayım, İstanbul, 2003.

⁴⁸Bakırcı, F., **a.g.e.**, s.101-178.

birinci aşamanın çıktıları, ikinci aşamanın girdilerini oluşturmaktadır. Liman yönetimi, birinci aşamada kullanılan kaynaklar ile en yüksek seviyede yük elleçlemeyi ve en fazla sayıda gemiye hizmet vermeyi, ikinci aşamada ise elleçlenen bu yüklerden ve hizmet verilen gemilerden maksimum seviyede gelir elde etmeyi amaçlar şeklinde ifade edilmiştir.⁴⁹

Liman operasyon süreçlerinde, birçok altyapı ve üstyapı girdileri kullanılarak yük istiflenmesi, limana gelen gemilere hizmet sunulması, istiflenen yüklerden ve hizmet sunulan gemilerden gelir elde edilmesi hedeflenmektedir. Liman etkinliğini ölçmede parametrik yöntemlerden Stokastik Sınır Analizi ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi kullanılırken bunların yanı sıra parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Serbest Atılabilir Zarf yöntemleri de kullanılmaktadır.⁵⁰

Liman etkinliğine ilişkin yeni bir gösterge, 1995 ile 2000 yılları arasındaki yıllık firma düzeyinde anketlerden oluşturulmuştur ve Dünya Ekonomik Forumu tarafından yayınlanan Küresel Rekabet Edebilirlik Raporunda rapor edilmiştir.⁵¹

Liman etkinliğine çok sayıda faktör katkıda bulunur. Bu faktörlerden bazıları, rıhtım tesisleri, demiryolu ve kamyon hatlarına bağlantılar, liman özellikleri (kanal derinliği ve okyanus/gelgit hareketleri dahil), gümrükten geçme süresi ve çalışma ilişkilerini içerir. Bununla birlikte, önlemler oluşturmak ve limanlar arasında karşılaştırmalara izin vermek için tutarlı veriler ve yöntemler, gelişmiş ülkelerde bile şu anda mevcut değildir.⁵²

Limanlar ticaret ve ekonomi sektörü içerisinde çok önemli bağlantı merkezleridir. Bu nedenle limanların etkinliği de şehir ve ülke ekonomilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Hem ülkemizde hem de dünyada birçok akademik çalışmada liman etkinliği konusuna yer verilmektedir.

Etkinlik ölçümü araştırmalarının şu faydaları sağlayacağı öne sürülmektedir: Öncelikle, benzer ekonomik birimlerin karşılaştırılmasına ve daha rasyonel karar

⁴⁹Güner, Samet, “Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama”, Alphanumeric Journal, Volume 3, Issue 2, s. 100, 2015.

⁵⁰ Panayides, P.M., vd. “The Relative Efficiency of Shipping Companies”. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation**, Review, 47, p. 681–694, 2011.

⁵¹ Estache, Antonio, vd., “Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico,” *World Development*, 30, p.545–60, 2002.

⁵² Bruce A. Blonigen and Wesley W. Wilson. “Port Efficiency and Trade Flows”. **Review of International Economics**, 16(1), p.21–36, 2008.

verilmesine katkı sağlar. İkinci olarak, ekonomik birimler arasındaki etkinlik değişmelerinin yönü ve büyüklüğünü belirler. Son olarak da etkinliklerin ve dolayısıyla faktör verimliliğinin artmasında yeni politikaların oluşumuna katkı sağlar.⁵³

Bu kapsamda etkinlik ölçümlerinde beş çeşit etkinlik tipi ele alınmaktadır. Etkinlik ölçüm yöntemlerinde bu yaklaşımlara ait girdileri kapsayan değişkenlerin yer alması önem taşımaktadır.⁵⁴

1.Ekonomik Etkinlik: Firma performansı genellikle ekonomik etkinlik kavramı ile ifade edilmektedir. Teknik ve tahsis etkinlik olarak iki unsurdan oluşmaktadır. Tahsis etkinliği “ürünün marjinal değerini, marjinal maliyetine eşitleyen” yaklaşım, teknik etkinlik ise “ekonomik birimin veri teknoloji düzeyinde girdi ile olabilecek en üst düzeyde çıktıyı sağlama kapasitesi” olarak değerlendirilen yaklaşımdır.⁵⁵ Performans ölçümlerinde teknik etkinlik önemli bir nokta olmaktadır. Özetle ekonomik etkinlik; tahsis etkinlik ve teknik etkinliğin birleşimidir demek yanlış olmayacaktır.

2.Teknik Etkinlik: Ekonomik olarak teknik etkinlik, girdi ve çıktı öğeleri arasında en az ekonomik olmayan öğeyle üretimin gerçekleştiriliyor olmasıdır. Buna istinaden, böyle bir öğede çıktıların bir bölümünü girdileri değişmez şekilde tutarak yükseltmek söz konusu değildir. Teknik etkinlik, üretimde savurganlığın yer almadığı bir süreç olarak değerlendirilir. Bu durumda teknik etkinlik; girdi öğesini en etkili kullanan metodu seçerek mümkün olan en yüksek çıktıyı sağlama başarısı olarak tanımlanmıştır.⁵⁶ Başka bir tanımda teknik etkinlik; ekonomik birimin, veri girdi teknolojisi ile mümkün olan en büyük çıktıyı üretmedeki kapasitesi ve istekliliği olarak ifade edilmiştir.⁵⁷

3.Tahsis Etkinlik: İşletmelerde, üretim aşamalarında kullanılan girdi ve çıktıların sayıları kadar, bu öğelerin fiyatları da önemlidir. Ekonomik anlamda tahsis etkinlik kaynakların dağılımında etkinlik hedefine ulaşılması anlamına gelir. Aslında

⁵³ Kalijaran, M. V & Shand, R.T., “**Frontier Production Functions and Tecnical Efficiency Measures**”, Journal of Economic Surveys, 13(2), p.149 172, 1999.

⁵⁴ Çağlar, Volkan, **a.g.e.** s.88-89.

⁵⁵ Bakırcı, F., **a.g.e.**, s.101-178.

⁵⁶ Bakırcı, F., **a.g.e.**, s.101-178.

⁵⁷ Deliktas, E., “**Türkiye Özel Sektör İmalatı Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi**”, ODTÜ Geliştirme Dergisi, 29 (3-4), s. 247-284, 2002.

var olan kaynak dağılımı bu özelliğe sahip değilse ekonomide refah kaybı olduğu anlamına gelmektedir. Başkasının durumunu kötüleştirmeden kimsenin durumunun düzeltilmemesi şeklinde özetlenir. Yani kaynak etkinliği, var olan kaynak dağılımında kimsenin durumunu kötüleştirmeden bazı insanların durumunu iyileştirme imkanının olmamasıdır. Tahsis etkinliği; girdiye yönelik tahsis etkinliği ve çıktıya yönelik tahsis etkinliği olarak iki çeşitte ele alınmaktadır. Girdiye yönelik tahsis etkinliği; girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak, çıktıya yönelik tahsis etkinliği ise çıktı fiyatlarının göz önünde bulundurularak en uygun bileşimi seçme başarısı olarak ifade edilmiştir.⁵⁸

4.Yapısal Etkinlik: Anandalingam ve Kulatilaka tarafından 1987 yılında ortaya çıkan bir etkinlik türüdür. Yapısal etkinlik, tahsis etkinliğindeki yanlış ölçümleri tahmin etmektedir. Genel olarak yapısal unsurlar, değişen dışsal koşullara bağlı olduğundan yapısal etkinlik de dışsal koşulları kapsamaktadır.⁵⁹

5.Ölçek Etkinliği: Üreticinin uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Ölçek etkinliğinde, Karar Verme Birimlerinin tekil olarak etkinliği yerine, toplumsal bir etkinlik söz konusudur. Bir başka açıdan da ölçek etkinliği, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık olarak tanımlanmaktadır.⁶⁰ Etkinlik seviyelerinde en üst düzeylere ulaşmak ve ulaşılan seviyede kalabilmek, mevcut etkinlik düzeylerine karşı bir çaba şeklindedir.⁶¹

1.5. Limanların Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Liman Yönetimi ve Etkinliği Etkileyen Faktörler

Bir işletmenin etkinliğini sağlamada en önemli husus organizasyondur. İşletmenin amacına uygun şekilde modern ya da geleneksel organizasyon yapısı belirlemesi gerekmektedir. Müşterilerine en yüksek düzeyde hizmet sağlayabilen, çeşitli tipte yük istifleyebilen, temel liman faaliyetlerini gerçekleştirebilen, personele

⁵⁸ Tarım, A., **Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı**, T.C. Sayıştay Başkanlığı, Ankara, 2001.

⁵⁹ Kök, R., **Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama**, Atatürk Üniversitesi Kitabevi, Erzurum, 1991.

⁶⁰ Webster, R., Kennedy, S. ve Johnson L., **“Comparing Techniques for Measuring The Efficiency and Productivity of Australian Private Hospitals”**, Working Paper Econometrics and Applied Statistic, Australian Bureau of Statistics, Canberra, (3), 1998.

⁶¹ Webster, R, **a.g.e.**, p.3.

uygun pozisyon dağılımını organize eden, uygun şirket gereksinimlerini ulusal ve uluslararası boyutta karşılayabilen liman yönetimi etkinliği sağlayabilecektir.⁶²

Organizasyon, çalışanlar arasındaki ilişkiyi ve her bir çalışanın organizasyonun hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmak için ne yapması gerektiği konusunda yol gösteren, şirket bünyesinin planlı oluşumudur.⁶³

Bu kapsamda bir limanın etkinliği, faaliyetlerinin güvenli, verimli ve çevre dostu olması ile ilişkilidir. Limanlar gemilere barınak sağlama işlevlerini yerine getirirken; birçok farklı faaliyetin, insan kaynaklarının, doğal ve finansal kaynakların da etkin yönetimini gerektirmektedir.⁶⁴

Geçmişte, birkaç limanın açık ve net yönetim hedefleri olduğu görülmüştür. Ancak, 1990'ların başında ISM Code (Uluslararası Güvenli Yönetim Kodu) 9000'in benimsenmesi ve limanlar tarafından kalite yönetiminin geliştirilmesi, liman kurullarının zihinlerinin bu soruna odaklanmasına ve aşağıdakilerin bir varyasyonunun ortaya çıkmasına neden olmuştur:⁶⁵

1. Maliyetleri en aza indirmenin yolları:
 - a. Limandaki gemiler dahil olmak üzere limandaki kullanıcılar tarafından yapılan ödemeleri en aza indirmek;
 - b. Taşıma maliyetleri yoluyla kullanıcı toplamını en aza indirmek; ve
 - c. Liman maliyetlerini en aza indirmek.
2. Faydaların maksimize edilmesi:
 - a. Liman sahiplerine faydaları maksimize etmek; ve
 - b. Kasabaya, bölgeye veya ülkeye faydaları en üst düzeye çıkarmak, şeklinde ifade edilir.

Bu doğrultuda tüm işletmelerin etkinliğine etki eden katı faktörler, esnek faktörler, yapısal düzenlemeler, doğal kaynaklar, hükümet ve altyapı gibi iç ve dış etkenler, limanları da aynı şekilde etkileyecektir.

⁶² Yercan, H.F., **Liman İşletmeciliği ve Yönetimi**, Necdet Bükey Tarım Ürünleri ve Matbaacılık A.Ş., 1. Baskı, İzmir, 1996.

⁶³ ERDAL, M., (2017). **Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği**, Beta Yayınları, 2.Baskı, İstanbul.

⁶⁴ Burns, M. G., **Port management and operations**, CRC press, United States of America, 2015.

⁶⁵ Patrcik M. Alderton, **Port Management and Operations**, Informa Law Mortimer House 37-41 Mortimer Street, London 2008.

İşletme etkinliğini etkileyen iç ve dış faktörler, limanları da etkilemektedir. Önceki yapılan çalışmalar arasında liman etkinliğini etkileyen faktörler en kapsamlı Dowd ve Leschine tarafından ele alınmıştır. Fakat Dowd ve Leschine çalışmasında yalnız konteyner liman etkinlik faktörlerini belirlemiştir. Bunun yanı sıra ilgili çalışma incelenerek genel kargo ve dökme yük limanları da eklenmiş ve Tablo 1'deki gibi uyarlanmıştır:

Tablo 1. Terminal Etkinliğini Etkileyen Faktörler

Terminal operasyon bölümü	Etkinliği Etkileyen Faktörler	Operasyon Üzerindeki Etkinin Yapısı	Etkinlik Ölçüsü	Ölçülen Etkinlik Faktörü
Depo alanı	-Alan -Biçim -Plan -Depo elleçleme yöntemi -Yük yoğunluğu -Terminalde kalma süresi	Depolama alanının toplam boyutları	-Yük miktarı / Brüt alan -Yük miktarı / Net depolama alanı	Depo alanı girdisi verimi
Vinç	-Vinç karakteristikleri -Operatör kabiliyeti -Arıza Nedenli duraksamalar/gecikmeler -Gemi Karakteristikleri	Operasyonel Gecikmeler	Vincin saatlik yük elleçleme kapasitesi	Brüt Elleçleme Verimliliği
Kapı	-Operasyon süresi -Yol şerit sayısı -Otomasyon seviyesi -Verilerin geçerliliği -Kapı Adedi	Gönderilen Yükün Muayene Kontrol Belgeleri	Kamyon döngü süresi	-Net verim -Brüt verim
Yanaşma Yeri	-Gemi çizelgesi -Yanaşma yeri uzunluğu -Vinç sayısı	Yanaşma Yeri Kullanma Oranı	Gemi çalışma süresi / Yanaşma yerinde harcadığı süre	Net kullanma
Personel	- Posta sayısı - Çalışma ve güvenlik Kuralları -Çalışma potansiyeli - Eğitim - Motivasyon -Gemi karakteristikleri	Genel operasyon temposunun hızı	Bir saatlik çalışma içindeki taşıma miktarı	Brüt Personel Verimliliği

Kaynak: Dowd ve Leschine, 1989.

Tüm işletmeler gibi liman işletmelerinin de kuruluş yeri ve büyüklüğü etkinlik açısından büyük önem taşımaktadır. Limanın yapılacağı yer bazı kriterlere göre seçilmelidir. Hinterlandın geniş olması nedeniyle doğru bölgeye yerleştirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı, ulaşım için elverişli doğal koşulların bulunduğu yerler

seçilmelidir. Bunlara ek olarak, talebi karşılamak için uygun ekipman, kargo vs. satın alma kapasitesine sahip olmak etkinlik açısından oldukça önemlidir. Limanların etkinliği için diğer önemli faktörler ise;⁶⁶

İş etüdü; kaynakların etkin kullanımını geliştirmek ve yürütülen faaliyetler için performans standartları oluşturmak için faaliyetleri yürütme yöntemlerinin sistematik olarak incelenmesidir.⁶⁷

Ergonomi; insanlarla makineler arasındaki etkileşimin ve etkileşimi etkileyen faktörlerin incelenmesidir. Amacı, insan makine etkileşimini geliştirerek sistemlerin performansını iyileştirmektir. Bu, daha iyi bir arayüz 'tasarlanarak' veya çalışma ortamındaki, görevdeki veya insan-makine performansını düşüren işin organizasyonundaki faktörleri 'tasarlayarak' yapılabilir.⁶⁸

Kalite kontrol; bu özelliklerin belirli bir standarttan sapması durumunda, ürün / hizmet özellikleri hakkında geri bildirim ve iyileştirici eylemlerin uygulanması yoluyla istenen bir kalite seviyesini koruyan bir sistem olarak tanımlanabilir. Bu genel alan üç ana alt alana ayrılabilir: çevrimdışı kalite kontrolü, istatistiksel süreç kontrolü ve kabul örnekleme planları.⁶⁹

Teknoloji hem ürün ve servis yaratmada hem de bunların üretim ve dağıtım süreçlerinde kullanılan tüm teorik ve pratik bilgi ve yetenek bütünüdür.⁷⁰

Talepleri karşılama da limanın teknik alt yapısının sağlam olması oldukça önemlidir. Bu durumda talepler hızla zamanında karşılandığında, liman işletmesi için etkinlik sağlanmış olacaktır. Teknik alt yapı sağlam değil ise liman etkinliği tam tersi bir durum ortaya çıkacaktır.⁷¹

Limanlar, toplumsal ve psikolojik faktörlerden de etkilenebilmektedir. Personelin eğitimi, yetki dağılımında netlik yaratmayan etkin bir yönetim yapısı,

⁶⁶ Yücel, C., "Limanda Verimliliği Arttırmaya Yönelik Uygulamalarla Limanların Yönetimi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1997.

⁶⁷ British Standards Institution (BSI): Glossary of terms used in management services, BS 3138, London, 1991.

⁶⁸ Frederick Winslow Taylor, **The Principles of Scientific Management**, Harper & Brothers, New York and London, 1911, p. 7.

⁶⁹ Mitra, Amitava, **Fundamentals Of Quality Control and Improvement**, Auburn University College of Business Auburn, Alabama, Fourth Edition, New Jersey, 2016.

⁷⁰ Çetindamar, D. Günsel, A., "Teknolojik Yetenek Kapasitesinin Değerlendirilmesi: Nedir ve Nasıl Uygulanır?", TÜSIAD- Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu, 2009, s.6.

⁷¹ Yücel, C., **a.g.e.**, s.85-97.

verilen ücretler ve hizmetlerden alınan ücretler, çalışanların moral ve motivasyonunun yanı sıra etkinliği de büyük ölçüde etkileyecektir. Aynı zamanda serbest piyasa şartları, limanın finansal imkân ve politikaları da etkinlik üzerinde oldukça etkilidir.



İKİNCİ BÖLÜM

2.AKILLI LOJİSTİK

Lojistik kavramı, talep tahmini, satış planlaması, tedarik gereksinimleri, envanter yönetimi ve ürün dağıtımı gibi bir dizi faaliyeti dahil ederek şirketin fiziksel akışlarının yönetimini sağlar. Lojistik için, teknolojik gelişme ve dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkışı, çeşitli zorlukların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bunlar, teknolojinin tüm lojistik süreçlere entegrasyonunu hızlandırmıştır. Bu anlamda, 'akıllı lojistik' veya 'lojistik 4.0' olarak adlandırılan yeni bir kavram ortaya çıkmıştır. Akıllı lojistik, akıllı araçlar ve yöntemlerle planlama ve kontrol ile ilgilidir. Zekâ derecesinin, ürünlerin izlenebilirliğinden ve çevre unsurlarının tanımlanmasından, problemin saptanmasına, çözümün seçimine ve otomatik olarak yürütülmesine kadar uygulamalara ve kullanılan yöntemlere bağlı olduğunu ifade etmiştir.⁷²

Öte yandan, başka bir tanımda ise akıllı lojistik, malzemenin akışı hakkında bilgi elde etmek için teknolojinin kullanılması, ardından izleme, kontrol ve diğer amaçlar için işleme gibi akıllı ürün ve akıllı hizmet kavramına dayanmıştır. Akıllı varlık izleme araçları ve ekipmanları ile tüm tedarik zincirleri, farklı değişiklikleri fark ederek daha verimli ve etkili hale gelmiştir.⁷³

İşletmeler "mümkün olduğunca verimli hareket etme" konusunda önemli bir zorlukla karşı karşıya kalmıştır. Gerçekten malzeme akışları ve intralojistik süreçler her zaman en iyi şekilde uyumlu olmalıdır. Bir yerde takılıp kalırsa, sonuçları tüm değer zincirini ve dolayısıyla rekabet gücünü etkilediği açıktır. Endüstri 4.0'da akıllı sensörler ve birbirine bağlı sistemler verimli lojistik süreçlere katkıda bulunmaktadır. Veriler gerçek zamanlı olarak toplanır, işlenir ve otonom ve kontrollü süreçlerin karar verme temelini oluşturmaktadır.⁷⁴

Akıllı lojistik süreci ile ilgili olarak temel kavramlar şu şekildedir:⁷⁵

⁷² D.McFarlane, V Giannikas, and W. Lu., “**Intelligent logistics: Involving the customer**”, Computers in Industry, vol. 81, 2016, p. 105-115.

⁷³ Uckelmann., “**A Definition Approach to Smart Logistics**”, Lecture Notes in Computer Science, 2008, p. 273-284.

⁷⁴ Yassine Issaouia, “**Smart Logistics: Blockchain trends and applications**”, Journal of Ubiquitous Systems & Pervasive Networks, Volume 12, No. 2, 2020, p. 9-15.

⁷⁵ Yassine, Issaouia, **a.g.e.**, p. 9-15.

Pratik: Akıllı sistemlerle birleştirilmiş ürünlerin ve süreçlerin sürekli izlenebilirliği, prosedürlerin otonom olarak optimize edilmesini mümkün kılmıştır.

Bağlantı: Bağlı bir tedarik zinciri, çalışanları, iş ortaklarını, sistemleri ve nesneleri birleştiren genişletilmiş ve entegre dijital ekosistemler aracılığıyla işin büyümesini sağlamıştır.

Zekâ: Akıllı bir tedarik zinciri, iş operasyonlarınızı optimize edecek ve otomatikleştirecek ve bilinçli kararlar vermenize yardımcı olacak gelişmiş Analitik ve Makine Öğrenimi özellikleriyle rekabet gücünü artırmıştır.

İş birliği: İşbirliğine dayalı bir tedarik zinciri, çalışanların, iş ortaklarının, sistemlerin ve nesnelerin herkesin yararına ortak çözümler bulmasını sağlayarak güvenli ve zenginleştirilmiş bir iş birliği sağlamıştır.

Güvenlik: Güvenli bir tedarik zinciri, yalnızca yetkili kişilerin, sistemlerin ve nesnelerin belirli bir süre boyunca istenen bilgilere erişmesini sağlamıştır.

Blok zinciri; Merkezi bir aktörün olmadığı, işbirlikçi aktörlerin doğal olarak birbirine güvenmediği, verilere erişimin merkezileştirilmesinin gerektiği ve verilerin korunmasının gerekli olduğu karmaşık ekosistemlere çözümler sağlamak için tasarlanmıştır.

2.1. Akıllı Lojistik Kavramı

En genel anlamda lojistik, gerektiğinde sevk, dağıtım, sevkiyat ve depolama işlemidir. Lojistik, malların gerektiği yerde depolanması sürecidir ve nakliye, depolama, paketleme, katma değerli hizmetler, sipariş yönetimi ve müşteri hizmetleri, envanter yönetimi, gümrükleme, güvence ve denetim olmak üzere 9 temel hizmetten oluşur.⁷⁶

Lojistik kavramı, bir malın doğru yerde, doğru zamanda, doğru miktarda, en yüksek kalitede, en güvenli şekilde ve uygun maliyetle tutulması olarak tanımlanabilir.⁷⁷ Tek, lojistiği "maddi ve maddi olmayan tüm işlem ilişkilerinde

⁷⁶ IGD, Lojistik Piyasası Raporu, İstanbul Gayrimenkul Değerleme ve Danışmanlık A.Ş., 2012, İstanbul.

⁷⁷ Kaynak, M., "Ulaştırma Yeni Eğilimler ve Türkiye'nin Bölgesel Lojistik Güç Olma Potansiyeli", Avrasya Etütleri, Sayı: 24, 2003, s. 3-18.

zaman, hareket, enerji ve konumun yönetimi ve kontrolünde duyarlılık yaratmada önemli bir felsefe ve araç" olarak tanımlamaktadır.⁷⁸

Lojistik sistem, küresel bir pazardaki müşterilere mal veya hizmet tedarik etmek, üretmek ve sunmak için yapısal ve işlevsel olarak düzenlenmiş ürünler, hammaddeler, depolar, organizasyonlar, kişiler, faaliyetler, sermaye ve bilgiler kümesidir. Günümüzde, özelleştirilmiş ürün ve hizmetlere yönelik artan taleplerin yanı sıra sık sık yaşanan piyasa dalgalanmaları lojistik sistemlerin yönetimi ve kontrolünde zorluklar yaratmaktadır.⁷⁹ Geleneksel lojistik yönetim sistemleri, bu zorluklara etkin bir şekilde yanıt veren özelliklerden yoksundur ve lojistik hedeflerine yönelik operasyonel verimsizliğe neden olur. Ancak dijital dönüşüm çağından itibaren teknolojik gelişmeler lojistik sistemlerin özelliklerini ve dinamiklerini değiştirmiştir.⁸⁰ Bulut bilişim, veri odaklı analitik, otonom ulaşım araçları, yatay ve dikey entegrasyon ve nesnelerin interneti, endüstri tedarik zincirinin verimliliğini ve rekabet gücünü güçlendiren teknolojik itici güçlerden bazılarıdır.⁸¹ Bu teknolojiler, tedarik zinciri sürecinin iyileştirilmesine, yeterli müşteri odaklılık sürecine ulaşılmasına, operasyonel verimliliklere ulaşılmasına ve artan rekabet ortamında uyarlanabilirlik özelliklerine sahip olmasına katkıda bulunmuştur.⁸²

Ürün ve hizmetlerle ilişkilendirilen "Akıllı" terimi teknolojik yeniliklerden çıkarılabileceğinden, Akıllı Lojistik tanımı güncel teknolojik gelişmelere göre değişime bağlı olmuştur. Weiser'e göre, zamana bağımlılığı göz önüne alındığında "Akıllı" teriminin yanıltıcı ve kritik olduğunu bile düşünmüştür: 1935'teki "Akıllı Ev"nin her odasında bir elektrik ışığı vardı. 1955'teki "Akıllı Ev"nin her odasında bir televizyon ve telefon kullanılmaya başlandı. Ve 2005'in "Akıllı Ev"inde ise her oda da bilgisayar yer almaktadır. Bu örnekler, "Akıllı"nın yenilikçi ve ticari olarak mevcut en son teknolojinin konuşlandırılmasıyla tanımlandığını göstermektedir. "Akıllı lojistik"

⁷⁸ Tek, Ö. B. ve Karaduman, İ., **Lojistik Yönetimi**, İhlas Gazetecilik A.Ş., İzmir 2012.

⁷⁹ Wang, Y., vd., **"Mechanical assembly assistance using marker-less augmented reality system"**, Assembly Autom, 38(1), 2018, p. 77–87.

⁸⁰ Cichosz, M., vd., **"Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices"**, Int.J. Logistics Manage, 31(2), 2020, p. 209– 238.

⁸¹ Manuel Maqueira, vd., **"Drivers and consequences of an innovative technology assimilation in the supply chain: cloud computing and supply chain integration"**, International Journal of Production Research, 57(7), 2019, p. 2083–2103.

⁸² Hübner, A.H., vd., **"Demand and supply chain planning in grocery retail: an operations planning framework"**, International Journal of Retail & Distribution Management, Vol. 41 No. 7, 2013, p. 512-530.

tanımı, ilgili araştırmaları bir araya getirmek ve ortak bir anlayışa varmak için mantıklıdır. Tanım, gelecekteki teknolojik gelişmeleri entegre etmek için esnek ve uyarlanabilir olmalıdır.⁸³

Akıllı lojistik kavramı bu anlamda, lojistik sektöründeki Endüstri 4.0'ı simgelemektedir. Her iki kavram sonucunda, dijitalleşme yoluyla birçok yeni olasılık ve çözümler oluşturulmaktadır.

Bu nedenle, mevcut çözümleri karakterize etmeye, sistematik olarak yenilerini geliştirmeye ve bunları etkin ve verimli bir şekilde bir araya getirmeye yardımcı olan genişletilmiş bir lojistik teorisine ihtiyaç vardır. Akıllı lojistik dahil olmak üzere mevcut ve gelecekteki lojistik çözümler için yeni bir kavramsal model, bir çerçeve modeli ve bir prosedür modeli geliştirilmelidir. Modeller, lojistik bilginin sistemleştirilmesine yardımcı olabilir. İlgili bilgi alanları örn. Lojistik 4.0 teknolojileri ve temelleri, geleceğe yönelik süreçleri ve eğilimleri iyileştirmeye yönelik stratejiler ve yöntemler sunabilir.⁸⁴

Aynı zamanda lojistik, endüstrinin gereksinimlerini karşıladığından, endüstriyel gelişmeyi desteklemelidir, buna göre endüstri 4.0'ın başarısı, yeni endüstriyel devrimin ilerlemesini destekleyebilen bir lojistikle, dolayısıyla akıllı lojistiğin ortaya çıkmasıyla doğrudan bağlantılı olarak tanımlanmıştır.⁸⁵

Dijitalleşme, toplumun her alanında ağ bağlantılı dijital sistemlerin artan kullanımı anlamına gelmiştir. Endüstri 4.0 terimi, endüstriyel değer yaratmada dijitalleşmeye yönelik farklı yapıda yaklaşımları içermektedir. Uygulama alanları, artan şeffaflık, çeviklik, uyarlanabilirlik ve esneklik yoluyla rekabet gücünü önemli ölçüde artırmak amacıyla ürün geliştirme, tasarım ve üretimden malzeme akışlarının kontrolüne kadar uzandığı belirtilmiştir.⁸⁶

⁸³ Weiser, M., “Open House. In: ITP Review”, the web magazine of the Interactive Telecommunications Program of New York University, Principal Scientist, Xerox PARC, 1996.

⁸⁴ Elke GLISTAU vd., “Logistics 4.0 – Solutions and Trends”, Advanced Logistic Systems – Theory and Practice, 13(1), 2019, p. 47-53.

⁸⁵ T. Bauernhansl, M. ten Hompel, B. Vogel-Heuser (Eds.), “Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung Und Logistik”, Springer, Wiesbaden, 2014.

⁸⁶ “Statista – Das Statistik-Portal: Welche Anwendungsbereiche von Industrie 4.0 sind heute bzw. werden zukünftig in Unternehmen stark ausgeprägt sein”, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/605446/umfrage/anwendungsbereiche-von-indsutrie-40-heute-und-zukuenftig-in-der-dach-region/>, (Erişim Tarihi: 23.02.2023)

Endüstri 4.0'ın temel kavramları ağ oluşturma ve kendi kendini kontrol etmedir.⁸⁷ Üretim ağının düğümlerinde, üretim birimlerinde, depolama konumlarında ve aktarma noktalarında, sensörler ve diğer kayıt sistemleri aracılığıyla bilgi toplanmaktadır. Ürünler, bileşenler ve malzemeler, yapıları, özellikleri ve durumları hakkında bilgi taşır ve bu düğümler ve nesneler ağa bağlı olup, birbirleriyle iletişim kurmaktadır.⁸⁸

Kısmi veya tam otokontrol, kurallar ve algoritmalar kullanılarak oluşturulabilir. Üretim adımları ve sıraları herhangi bir zamanda dinamik olarak ayarlanabilir. Stok seviyeleri sürekli kontrol edilir ve gerektiğinde otomatik olarak doldurulabilir.⁸⁹

Nesnelerin ve durumların sürekli olarak tanımlanmasına, sistemlerin ve ürünlerin BT (Bilişim Teknolojileri) ağının oluşturulmasına ek olarak, bu aynı zamanda otonom malzeme akış sistemlerini ve kontrol sistemlerini gerektirmiştir. Tedarik zincirlerinin akıllı yönetimi, yeni dijital teknolojilerin potansiyelinden yararlanmak için temel bir ön koşuldur.⁹⁰

“Akıllı” kavramı, sosyal ve ekonomik yaşamın çeşitli alanlarında giderek daha sık karşımıza çıkmaktadır. Çoğu zaman akıllı telefon, akıllı araba, akıllı saat, akıllı ev gibi şeyleri veya akıllı uzmanlık, akıllı lojistik veya akıllı şehir gibi sosyoekonomik alanlar gibi iş alanlarını ifade eder. Farklı insanlar için farklı anlamlar taşıyabileceğinden kendi içinde belirsiz olduğu için genellikle farklı bağlamlarda kullanılmıştır.

“Akıllı lojistik” kavramının bu şekilde anlaşılması gerektiği varsayılabilir. Bu kavram için anlamsal alanın bu şekilde sınırlandırılmasının kabulünün açık bir konu olduğu ve daha fazla tartışmayı gerektirdiği vurgulanmalıdır.

Üretim ve lojistik iç içedir, lojistik, Endüstri 4.0 için uygun bir uygulama alanıdır.⁹¹ Dahası, Endüstri 4.0 saf vizyonunda ancak lojistik, üretim sistemlerine

⁸⁷ Bosch, G., vd., “**Industrie und Arbeit 4.0. Befunde zu Digitalisierung und Mitbestimmung im Industriesektor auf Grundlage des Projekts „Arbeit 2020“**”, IAQ-Report: Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Institut Arbeit und Qualifikation, Nr. 04, 2017, p.1–24.

⁸⁸ Helmut Zsifkovits und Manuel Woschank, “Smart Logistics – Technologiekonzepte und Potentiale”, **Lehrstuhl für Industrielogistik**, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich, BHM Vol. 164 (1), 2019, p. 42–45.

⁸⁹ Helmut Zsifkovits, **a.g.e.**, p. 42–45.

⁹⁰ T. Bauernhansl, **a.g.e.**, p. 615–624.

⁹¹ T. Bauernhansl, **a.g.e.**, p. 615–624.

ihtiyaç duyulan girdi faktörlerini doğru zamanda, doğru kalitede ve doğru yerde sağlayabiliyorsa gerçek olabilmektedir.⁹²

Dolayısıyla endüstri 4.0'ı uygulamaya koymak, uyarlanabilir bir lojistik sistemi olmadan başarılı olamaz. Lojistik, desteklediği üretim sistemleri olan Endüstri 4.0

kadar esnek ve çevik olmalıdır. Dördüncü sanayi devrimi ile lojistik, malzeme akışlarının gerçek zamanlı izlenmesini, daha iyi nakliye yönetimini ve hassas yönetim risklerini sağlamayı taahhüt eden "akıllı lojistiğe" doğru bir sıçrama yapmıştır. Lojistik sistemlerde siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti kullanılmaya başlanmıştır.⁹³

Kagermann'a göre, Endüstri 4.0'ı "CPS'nin (Siber Fiziksel Sistemler) üretim ve lojistiğe teknik entegrasyonunun yanı sıra, değer yaratma, iş modelleri ve alt hizmetler ve iş organizasyonu için ortaya çıkan sonuçlar da dahil olmak üzere endüstriyel süreçlerde nesnelerin ve hizmetlerin internetinin kullanılması" olarak tanımlamıştır.⁹⁴

Üretim ve lojistik burada açıkça temel alanlar olarak ele alınırken, iş modelleri ve diğer kurumsal işlevler bu tanıma göre dolaylı olarak etkilemektedir. "Akıllı Lojistik" bu nedenle Endüstri 4.0'ın temel bir unsurudur. Akıllı lojistik, lojistik çözümlerinin ilerlemesini izlemeyi ve tahmin etmeyi amaçlayan birçok araştırma ve geliştirme projesinin merkezinde yer almaktadır.⁹⁵

Lojistikte uygulanan Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında araştırma yapmak için, esnek ve pazar değişikliklerine ve müşteri ihtiyaçlarına göre ayarlanabilen lojistik sistemlerine atıfta bulunan Akıllı Lojistik terimi kapsamlı bir şekilde kullanılmıştır.⁹⁶

Günümüzde, küresel lojistik sistemleri çok sayıda ürün çeşidine sahiptir. Bu anlamda farklı yönetim yöntemleri türetilmiştir. Bununla birlikte, sıradan lojistik sistemleri, maliyetleri artırmadan veya kaliteyi düşürmeden daha da karmaşık

⁹²E. Hofmann and M. Rüsch, "Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics", Computers in Industry, vol. 89, 2017, p. 23– 34.

⁹³Kaoutar, Douaioui, "The interaction between industry 4.0 and smart logistics: concepts and perspectives", Laboratoire d'Ingénierie Management Industriel et Innovation, April 2018, p.130.

⁹⁴Kagermann, H., vd., "Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0", Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Nr. 04, 2013, p.1-116.

⁹⁵A. Baumgrass, vd., "A conceptual architecture for an event-based information aggregation engine in smart logistics", In EMISA, GI, September 2015, p.109–123.

⁹⁶Barreto, L., vd., "Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview", Procedia Manufacturing, Vol. 13, 2017, p. 1245-1252.

durumlarla başa çıkamamaktadır.⁹⁷ Bu karmaşıklıkların üstesinden gelmek için, ani değişikliklere tepki vermek gerçek zamanlı görünürlük sağlarken, lojistik hedeflere ulaşmak için dinamik, müşteri odaklı uyarlamayı gerekli kılmıştır.⁹⁸

Bu nedenle, üreticiler ve müşteriler arasındaki ilişkiyi etkileyebilecek arızaları çözmek için ilgili bir akıllı lojistik sistemine ihtiyaç vardır. Açıkçası lojistik, talep tahmini, satış planlaması, tedarik gereksinimleri, envanter yönetimi, malzeme taşıma paketleme, sipariş toplama ve ürün dağıtımı gibi bir dizi faaliyeti dahil ederek şirketin fiziksel akışlarının yönetimini sağlamaya yöneliktir. Lojistik için, teknolojik gelişme ve dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkışı, çeşitli zorlukların ortaya çıkmasına katkıda bulundu. Bunlar, teknolojinin tüm lojistik süreçlere entegrasyonunu hızlandırabilir. Bu, 'akıllı lojistik' veya 'lojistik 4.0' olarak adlandırılan yeni bir kavramın ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Araçlar ve akıllı yöntemlerle planlama ve kontrol ile ilgili olan Akıllı Lojistik, zekâ derecesinin, ürünlerin izlenebilirliğinden ve çevresinin unsurlarının tanımlanmasına kadar kullanılan uygulamalara ve yöntemlere bağlı olduğunu söylemektedir. Bunlar problemin tespiti, çözümün seçimi ve otomatik olarak yürütülmesi olabilmektedir. Uckelmann'a göre, akıllı ürün ve akıllı hizmet kavramına dayanarak, malzeme akışı ve ardından işleme, izleme, kontrol ve diğer amaçlar hakkında bilgi elde etmek için teknolojinin kullanımına dayanan bir akıllı lojistik tanımını vermiştir.⁹⁹

Bu çözümler, Lojistik süreçleri esnek, ölçeklenebilir ve akıllı hale getirmiştir ve bu nedenle "akıllı lojistik" adını alır. Akıllı lojistik, lojistik görünürlüğü artırabilir ve tüm tedarik zincirini yönetebilir. Bu kavram, tedarik zincirinin tamamında ve zincirdeki ürünler, insanlar ve araçlar gibi kaynaklar genelinde sezgisel izleme bilgileri ve görünürlük sağlamaktadır. Yeni teknolojilerin sağladığı bu akıllı izleme ortamı, müşteriye her zaman ve her yerde, uygun maliyetli hizmetler ve güvenli, dayanıklı ve zamanında ürünler sunarak küresel tedarik zincirlerinin ve mevcut ulaşım

⁹⁷ K Windt, vd., “Autonomy in Production Logistics: Identification, Characterisation and Application”, International Journal of Robotics and Computer Integrated Manufacturing 24 (4), 2008, p. 572–578.

⁹⁸ F Kache, S Seuring, “Challenges and Opportunities of Digital Information at the Intersection of Big Data Analytics and Supply Chain Management”, International Journal of Operations & Production Management 37 (1), 2017, p. 10–36.

⁹⁹ D. McFarlane, V., a.g.m., p.105–115.

sistemlerinin artan taleplerine hızla yanıt verebilmek için lojistik ortamlarını daha akıllı hale getirmeleri konusunda imkân sunmaktadır.¹⁰⁰

Lojistik alanındaki yeni teknolojilerin ana uygulamalarını belirtmek için Strandhagen ve arkadaşlarına göre, lojistik üretimi için uygulanan Endüstri 4.0 teknolojilerini dört gruba ayırmıştır.¹⁰¹

Akıllı teknolojilerin temelleri, değerin oluşturulmasında rol oynayan tüm unsurların ağ iletişimi yoluyla gerçek zamanlı olarak ilgili bilgilerin kullanılabilirliği, bilgi ve verilerden en uygun katma değerli süreçlerin herhangi bir zamanda çıkarılabilmesi ve bilgiye entegre bir katma değerli sürecin gerçekleştirilmesidir.¹⁰²

Dijitalleşme, mevcut süreçleri veya ürünleri dijitalleştirmekten daha yapısal bir değişimdir.¹⁰³ Dijitalizasyonun kapsamı, ‘bir iş modelini değiştirmek ve yeni gelir ve değer üretme fırsatları sağlamak için dijital teknolojilerin kullanımı; dijital bir işletmeye geçme sürecidir’ olarak tanımlanmaktadır.¹⁰⁴ Gerçekten de teknolojinin en son üstel gelişimi, birbirine bağlı ve sofistike sistemler demetinin bulunduğu dijitalleşme sürecine geçişi hızlandırdı.¹⁰⁵

Lojistik 4.0 terimi Endüstri 4.0'ın lojistik alanındaki özel uygulamalarını ifade eder. Lojistik, müşterinin gereksinimlerini karşılamak için menşe ile tüketim noktası arasındaki insan, mal ve hizmet akışının yönetimi anlamına gelir. Lojistik 4.0'ın ilgili teknolojileri, örneğin tanımlama, mobil iletişim, yerelleştirme, elektronik veri değişimi, veri analiz yöntemleri ve veri analitiği işlemidir.¹⁰⁶

¹⁰⁰ N. Jabeur, vd., “**Toward Leveraging Smart Logistics Collaboration with a Multi-Agent System Based Solution**”, Procedia Computer Science, vol. 109, 2017, p. 672–679.

¹⁰¹ Strandhagen, J. vd., “**Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models**”, Advances in Manufacturing, 5(4), 2017, p. 359- 369.

¹⁰² Elke, Glistau, vd., “**Logistics Concepts and Logistics 4.0**”, Advanced Logistic Systems, Vol. 12. No. 1. 2018, p. 37-46.

¹⁰³ Gassmann, O., K. Frankenberger, and M. Csik. “**Revolutionizing the Business Model**”, In Management of the Fuzzy Front End of Innovation, Cham: Springer, 2014, p. 89–97.

¹⁰⁴ ÇUBUKÇU, C., AKTURK, C., (2020), DIGITAL TRANSFORMATION TO UNIVERSITY 4.0: ROADMAP, Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, Vol. 25, No. 3, p.1391-1404.

¹⁰⁵ Schwab, K., **The Fourth Industrial Revolution**, World Economic Forum, Geneva, 2016.

¹⁰⁶ Elke, Glistau, vd., “**Logistics Concepts and Logistics 4.0**”, Advanced Logistic Systems Vol. 12. No. I., 2018, p. 37-46.

Endüstri 4.0, modern ekonominin yeni bir gerçekliğidir¹⁰⁷ ve Endüstri 4.0'ın bir türevi olan Lojistik 4.0, tedarik zinciri ağında, özellikle lojistik alanında, yenilik geliştirmek için sayısız fırsatın önünü açan yeni bir terimdir.¹⁰⁸ Önceki araştırmacılar tarafından tartışılan bu fırsatları ve temaları araştırmak için, Endüstri 4.0 uygulamalarının lojistikteki literatürünü eleştirel olarak analiz etmek önemlidir.

Geçmişten günümüze lojistik tedarik zinciri yönetiminde temel bir operasyon olarak kabul edilmiştir¹⁰⁹ ve tedarik zinciri sisteminin merkezinde yer almaktadır.¹¹⁰ Tedarik zinciri ağının bir alt kümesi olarak lojistik, günümüzde birbirine bağlı kuruluşlar arasındaki karmaşık ağlarda faaliyet göstermek anlamına gelmektedir. Bu karmaşıklıkla başa çıkabilmek için, özellikle güncel Endüstri 4.0 teknolojileri aracılığıyla bilgi teknolojileri aracılığıyla sunulan akıllı çözümler önem kazanmakta ve bu tür ağların kontrol ve destek araçları olarak kabul edilmektedir.¹¹¹

Endüstri 4.0 uygulamalarından maksimum fayda elde etmek için, tedarik zincirindeki diğer bileşenleri ile entegrasyon, bir iyi tasarlanmış entegrasyon, farklı tedarik zinciri aktörleri arasında iş birliği (örneğin tedarikçiler, üreticiler, müşteriler) için, LSP ile, gerekli olur ve tüm ürün yaşam döngüsü şeffaflığı artırmak için kritik öneme sahiptir. Bu bakımdan lojistiğin tedarik zincirlerinin entegrasyonunun sağlanmasında merkezi bir rol oynadığı açıktır.¹¹² Bu entegrasyonda böylesine önemli bir rol üstlenerek lojistik, Endüstri 4.0 uygulamalarının başarısını gözlemlemek için kilit bir alan olarak ortaya çıkmaktadır.¹¹³ Benzer şekilde, Tjahjono ve arkadaşlarının bulguları, ulaştırma lojistiğinin Endüstri 4.0'ın tedarik zinciri alanına girmesinden en

¹⁰⁷ Slusarczyk, B., “**Industry 4.0: Are we Ready?**”, Polish Journal of Management Studies 17 (1), 2018, p. 232–248.

¹⁰⁸ Barreto, L., **a.g.m.**, p. 1245–1252.

¹⁰⁹ Papadopoulos, T., vd., “**Big Data and Analytics in Operations and Supply Chain Management: managerial Aspects and Practical Challenges**”, Production Planning & Control 28 (11–12), 2017, p. 873–876.

¹¹⁰ Shibin, K. T., vd., “**Frugal Innovation for Supply Chain Sustainability in SMEs: Multi-Method Research Design.**” Production Planning & Control 29 (11), 2018, p. 908–927.

¹¹¹ Gracht, H. A., and I. L. Darkow, “**Scenarios for the Logistics Services Industry: A Delphi-Based Analysis for 2025**”, International Journal of Production Economics 127 (1), 2010, p.46–59.

¹¹² Caputo, A. vd., “**Integrating Transport Systems in Supply Chain Management Software Tools**”, Industrial Management & Data Systems 103 (7), 2003, p.503–515.

¹¹³ Hofmann, E., **a.g.m.**, p.23–34.

çok etkilenen alanlardan biri olduğunu ve bu alandaki etkilerin çoğunluğunun fırsatlar olarak kavrandığını belirtmiştir.¹¹⁴

Karar-Destek ve Karar Verme – Karar süreçlerini otomatikleştirmek veya veri odaklı bir yaklaşımla insan kararlarını desteklemek için Yapay Zekâ (AI) ve Büyük Veri Analitiğinin potansiyellerini ifade eder.

Tanımlama ve Ara Bağlantı – Ürünleri ve malzemeleri benzersiz bir şekilde tanımlayabilen ve sonuç olarak fabrikaların içinde ve dışında ürünlerin izlenmesini, iyileştirebilen IoT (Nesnelerin İnterneti) ve akıllı sensör teknolojilerini tanımlar.

Kesintisiz Bilgi Akışı – Daha duyarlı bir gerçek zamanlı üretim planlaması ve zamanlamayı belirtir.

Otomasyon, Robotlar ve Yeni Üretim Teknolojileri – Manuel operasyonlarda insan çalışmasının yerini alabilen veya destekleyebilen yeni cihazların ve akıllı/akıllı ulaşım sistemlerinin tanıtımıyla ilgilidir.

Böylece Endüstri 4.0 teknolojileri, hem malzeme taşıma, depolama veya nakliye ile ilgili fiziksel operasyonlarda hem de esas olarak kaynak planlaması ile ilgilenen yönetim faaliyetlerinde lojistiği aktif olarak desteklemektedir. Aynı zamanda, yeni teknolojilerin paydaşlar arasında görünürlük ve koordinasyonlarını geliştiren “yatay entegrasyon” sağlama olasılığı sayesinde hem iç lojistik akışları hem de tüm tedarik zinciri organizasyonu üzerinde potansiyel etkileri vardır.¹¹⁵

Ancak, teknolojik yeniliklerin tanıtılmasından yararlanabilecek herhangi bir lojistik alanında, bu tür teknolojilerin insan çalışması üzerindeki etkileri hakkında bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır.¹¹⁶

Lojistikte insanın rolünün evrimi hakkındaki araştırmalar son derece önemlidir ve farklı yönler tasavvur edilebilir. Endüstri 4.0, örneğin insanları akıllı telefon cihazlarıyla bağlama, veri depolama kapasiteleri ve neredeyse sınırsız olan bilgiye erişim gibi milyarlarca fırsatı temsil etmektedir. Bu seçenekler, yapay zekâ, robotik, Nesnelerin İnterneti, otonom araçlar, 3D baskı, nanoteknoloji, biyoteknoloji, malzeme

¹¹⁴ Tjahjono, B., vd., “What Does Industry 4.0 Mean to Supply Chain?”, *Procedia Manufacturing* 13, 2017, p.1175-1182.

¹¹⁵ Wamba, S.F. and Akter, S., “Big Data Analytics for Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda”, *Enterprise and Organizational Modeling and Simulation*, Springer, 2015, p. 61-72.

¹¹⁶ Schmidtke, N.; vd., “Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0”, 4th International Conference on Logistics Operations Management, 2018, p.1-10.

bilimi, güç depolama ve kuantum hesaplama gibi yükselen trendlerden kaynaklanmaktadır.¹¹⁷

Siber-fiziksel sistemler, Nesnelerin İnterneti ve İnternet sistemlerinin birleşimi Endüstri 4.0'ı ve akıllı fabrikayı gerçeğe dönüştürmüştür. Büyük miktarda veriye eriştikçe daha da akıllı hale gelen akıllı makineler, işletmeleri daha verimli ve üretken kılmakta ve maliyetlerini düşürmektedir. Nihayetinde, Endüstri 4.0 etkilerine yol açan bilgileri oluşturan ve paylaşan, dijital olarak birbirine bağlı olan bu makinelerin ağıdır. Bazı şirketler şu anda Endüstri 4.0'ın işlerini değiştirebilecek devasa faydaları reddetmektedir. Öte yandan bazı şirketler, akıllı makinelerin işlerini iyileştireceği geleceğe hazırlanmak için şimdiden önlemler almıştır.¹¹⁸

Genel Endüstri 4.0 devrimi, insanların, makinelerin, ekipmanların, lojistik sistemlerin ve ürünlerin birbirine bağlı olması ve bu nedenle doğrudan iletişim kurabilmesi ve iş birliği yapabilmesidir. Her şey birbirine bağlı hale gelmiştir. Her şeyin birbirine bağlı olmasının nedeni, lojistikte önemli ölçüde daha hızlı ve daha doğru karar vermek için büyük miktarda henüz yakalanmamış bilgiyi kullanma olanağına sahip olmaktır. Ürünlerin, ekipmanların ve insanların entegrasyonu, üretim makinelerinin ve ekipmanlarının verimliliğini artırır, maliyetleri düşürür ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır. İşletmeler ve lojistik yönetimi, onlara sürekli denetim sağlayan akıllı izleme ve şeffaf süreçler sayesinde pazar değişikliklerine esnek ve hızlı bir şekilde yanıt verebilecek hale gelmiştir.¹¹⁹

Endüstri 4.0, makinelerin tek bir topluluğa entegre edildiği geleceğin endüstrisini tasarlar. Lojistikte, Dördüncü Sanayi Devrimi'ni etkileyen çeşitli alanlar mevcuttur, örneğin:¹²⁰

- Makine aşınmasını tahmin etme,
- Makine duruş süresini azaltma,

¹¹⁷ Stock, T., Seliger, G., “**Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0**”, Procedia CIRP 40, 2016, p. 536-541.

¹¹⁸ Martin Holubčík, vd., “**Industry 4.0 in Logistics Operations**”, Department of management theories, Faculty of management science and informatics, University of Žilina, Univerzita 8215/1, 010 26 Žilina, Slovak republic, Transportation Research Procedia 53, 2021, p. 282-288.

¹¹⁹ Zraková, D., vd., “**Online reputation in the transport and logistics field**”, Transportation Research Procedia, 40, 2019, p. 1231-1237.

¹²⁰ Lee, J., vd., “**Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment**”, Procedia CIRP, 16, 2014, 3-8.

- Üretim yönetimini optimize etmek, servis ve onarımları planlamak ve makine güvenliğini sağlamak için ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) sistemi,
- Üretim hattı, iş yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi arasındaki bilgi akışı,
- Enerji tasarrufu, bakım planlaması ve tedarik zinciri yönetimi maliyetlerinin azaltılması şeklindedir.

Endüstri 4.0, lojistik zinciri içerisinde birbiriyle iletişim kuran ekipman ve teknoloji tabanlı üretim süreçlerinin organizasyonu anlamına gelmektedir. Bu endüstrinin lojistiğini, bilgisayar sistemlerinin fiziksel süreçleri izlediği, fiziksel süreçlerin sanal kopyalarını oluşturduğu ve kendi kendine organizasyon mekanizmalarına dayalı merkezi olmayan kararlar aldığı bir “akıllı fabrika” modeli olarak görülmüştür. Fiziksel nesnelerin bilgi ağına sorunsuz bir şekilde entegre edildiği lojistik üretim dallarının artan otomasyonudur. Ana fikir, sensör verilerinin sanal cihaz modelleri ve simülasyon modelleri ile ilişkilendirilmesiyle oluşturulan akıllı fabrikanın sanal bir kopyasıdır. Veriler toplanır ve analiz edilir, ardından anında değerlendirilir ve ardından anında aksiyon alınmaktadır.¹²¹

Lojistik Operatörleri 4.0 farklı lojistik alanlarına ait akıllı iç ve dış lojistik ortamlarında çalışmaktadır: toplama, paketleme, malzeme taşıma ve depolama yönetimi iç lojistiğe, izlenebilirlik ve lojistik akış yönetimi dış lojistiğe. Endüstri 4.0 teknolojileri farklı lojistik alanlarına yayılmıştır. Bilimsel literatür analizine dayanan Tablo 2, her lojistik alan için en çok uygulanan ‘destekleyici’ ve ‘etkinleştirici’ teknolojileri rapor ederek, Lojistik Operatörleri 4.0’ın ve lojistik operasyonlarının benimsenmesinden elde edilebilecek farklı faydaları vurgulamaktadır.¹²²

¹²¹ Martin Holubčík, **a.g.m.**, p.282–288.

¹²² Cimini Chiara etc., “**Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0**”, IFAC PapersOnLine 53-2, 2020, p. 10615–10620.

Tablo 2. Lojistik Operatörleri 4.0 ve Akıllı Lojistik Operasyonları için Lojistik Alanları ve İlgili Endüstri 4.0 Teknolojileri

L	Alan	Destekleyici Teknolojiler	Etkinleştirme Teknolojileri	Faydalar	Kaynaklar
Dahili/İç Lojistik	Toplama	Malzeme Akışları İşleme için: • Dış iskeletler (kaldırma) • AGV'ler (Otomatik Yönlendirmeli Araç) (toplama) • Dronlar (toplama) • İşbirlikçi Robotlar (toplama) Bilgi Akışları Yönetimi için: • El Bilgisayarları (toplama) • Sipariş bilgileri) • Giyilebilir Tarayıcılar (barkodlar, RFID (Radyo Frekans Tanımlama) etiketleri • Doğrudan Sesli Kulaklıklar (ses toplama) • Akıllı Gözlükler (pick-put Aydınlatma) • Aktivite İzleyiciler (adımlar, kalp atış hızı)	Malzeme Akışları İşleme için: • Akıllı Hızlı Döndürme Depolama • Sistemler • Akıllı Trasloelevatörler • Akıllı Mini Yükleyiciler Bilgi Akışları Yönetimi için: • Sipariş Yönetim Sistemleri (OMS) • Envanter Yönetim Sistemleri (IMS) • Yol Seçimi Yönetim Sistemleri (PRMS) • Zamanlama Yönetim Sistemleri (SMS)	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Daha Az Yorgun Operatörler • Verimli Emek Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Daha Hızlı Toplama • Seçim Doğruluğu • Daha Hızlı Bilgi Değişimi • Azaltılmış İşletme Giderleri	(Grosse et al., 2015; van Lopik et al., 2019; Wahrmann et al., 2019)
	Ambalajlama	Malzeme Akışları İşleme için: • İşbirlikçi Robotlar (muayene, kit oluşturma ve paketleme) Bilgi Akışları Yönetimi için: • Etiketleme Sistemleri	Malzeme Akışları İşleme için: • Endüstriyel Robotlar (denetim, kitleme ve paketleme) Bilgi Akışları Yönetimi için: • Sipariş Yönetim Sistemleri (OMS)	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Daha Az Yorgun Operatörler • Operatörler için Daha Az Risk • Verimli Emek Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Daha Hızlı Paketleme • Daha Hızlı Bilgi Değişimi • Azaltılmış İşletme Gideri	(Wahrmann et al., 2019)

Harici/Dış Lojistik	Depolama	Malzeme Akışları İşleme için: • Dış iskeletler (hareket eden) • AGV'ler (Otomatik Yönlendirmeli Araç) (hareketli) • Dronlar (hareket eden) • İşbirlikçi Robotlar(yükle me-boşaltma) Bilgi Akışları Yönetimi için: • Akıllı Sensörler (işaret verilebilir)	Malzeme Akışları İşleme için: • Akıllı Hızlı Döndürme Depolama Sistemleri • Akıllı Traslolevatörler • Akıllı Mini Yükleyiciler Bilgi Akışları Yönetimi için: • Envanter Yönetim Sistemleri (EYS)	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Daha Az Yorgun Operatörler • Operatörler için Daha Az Risk • Verimli emek Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Konum/Durum Doğruluğu • Daha Az Alan Kullanıldı • Gelişmiş Envanter Görünürlüğü • Anında Envanter • Daha Hızlı Bilgi Değişimi • Azaltılmış İşletme Giderleri	(Gong & De Koster, 2008)
	Malzeme taşıma	Malzeme Akışları İşleme için: • Dış iskeletler (hareketli) • AGV'ler (hareketli) • Dronlar (hareketli) • İşbirlikçi Robotlar(yükle me-boşaltma) Bilgi Akışları Yönetimi için: • Akıllı Sensörler (beacon etiketleri) • Giyilebilir Tarayıcılar	Malzeme Akışları İşleme için: • Otomatik Kimlik Teknolojileri (RFID) • Akıllı Asansörler ve Forkliftler • Giyilebilir Tarayıcılar Bilgi Akışları Yönetimi için: • Depo yönetimi Sistemler (WMS) • Envanter Kaynak Planlaması (ERP)	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Daha Az Yorgun Operatörler • Operatörler için Daha Az Risk • Verimli emek Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Gelen ve Giden Optimizasyon • Daha Az İşleme Riski • Azaltılmış İşletme Giderleri	(Zou & Zhong, 2018)
	İzlenebilirlik	Malzeme Akışları İşleme için: • Akıllı Konteynerler Bilgi Akışları Yönetimi için: • Görsel Analitik Araçlar	Malzeme Akışları İşleme için: • Otomatik Kimlik Teknolojileri (RFID etiketler) • IoT/IIoT Cihazları Bilgi Akışları Yönetimi için: • Takip ve İşleme Sistemleri • GPS Sistemleri • Blok zinciri	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Görünürlük • Şeffaflık • Öngörülebilirlik • Uyarlanabilirlik Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Daha İyi Kalite Kontrol • Daha Az Güvenlik Riski • Gerçek Zamanlı Karar Verme • Daha Hızlı Bilgi Değişimi • Azaltılmış İşletme Giderleri	(Park & Huh, 2018)

Lojistik Akışları ve Stok Yönetimi	Malzeme Akışları İşleme için: • Akıllı Kargo Taşıma Dişlileri • Akıllı Konteynerler	Malzeme Akışları İşleme için: • Akıllı Konveyörler	Lojistik Operatörleri 4.0 için: • Görünürlük • Şeffaflık • Öngörülebilirlik • Uyarlanabilirlik	(Grosse et al., 2015)
	Bilgi Akışları Yönetimi için: • Sanal Asistanlar • Görsel Analitik Araçlar	Bilgi Akışları Yönetimi için: • Depo Yönetimi Sistemler (WMS) • Ulaştırma Yönetimi Sistemler (TMS) • Büyük Veri Analitiği	Akıllı Lojistik Operasyonları için: • Daha İyi Kalite Kontrol • Tedarikçilerle Entegrasyon • Bilgi Doğruluğu • Daha Hızlı Bilgi Değişimi • Azaltılmış İşletme Giderleri • İyileştirilmiş Müşteri İlişkileri • İyileştirilmiş Tedarikçi İlişkileri	

Kaynak: Cimini Chiara etc., Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0, IFAC PapersOnLine 53-2 (2020) 10615–10620.

Lojistik 4.0 üzerine yapılan incelemeler, çerçevenin boyutlarına göre altı temel yönü ortaya koymaktadır. Çerçeve, Şekil 1’de gösterildiği gibi bu boyutlara göre düzenlenmiştir.¹²³

- (1) Tanımlayıcı sonuçlardan Lojistik 4.0 sistemleri üzerine yapılan araştırmaların zaman içinde ilgi gördüğü anlaşılmaktadır. Müşteri memnuniyetini desteklemek için verimli, esnek ve bireysel hizmetler sağlamak için çok sayıda sistem geliştirilmiştir. Bu bulgular, nedenlerin üç kategoride gruplandırılmasıyla birlikte, dış değişikliklerin Lojistik 4.0 gelişimini tetiklediği varsayımını desteklemektedir: müşteri tarafından tetiklenen, rekabet tarafından tetiklenen ve çevre tarafından tetiklenen şeklindedir. Aynı zamanda siyasi programların bu gelişmelerle ilgili olduğunu da ortaya koymaktadır.
- (2) Örnek araştırmada incelenen tüm teknolojin merkezini bilgi oluşturmaktadır. Bu nedenle teknolojiler üç alt kategoriye ayrılabilir. Bunlar: bilgi üretme teknolojileri, bilgi işleme teknolojileri ve bilgiyi kullanma teknolojileridir.

(2a) Bilgi üretmek, mekansal ve zamansal olarak dağıtılmış, karmaşık sistemleri planlamak ve kontrol etmek için gerekli olan görünürlüğü sağlar. Numune alternatif teknolojileri ortaya çıkarsa da ana uygulama olarak IoT, RFID’ye derinden bağlıdır. Bugüne kadar, fiziksel akışlar ve bilgi akışları

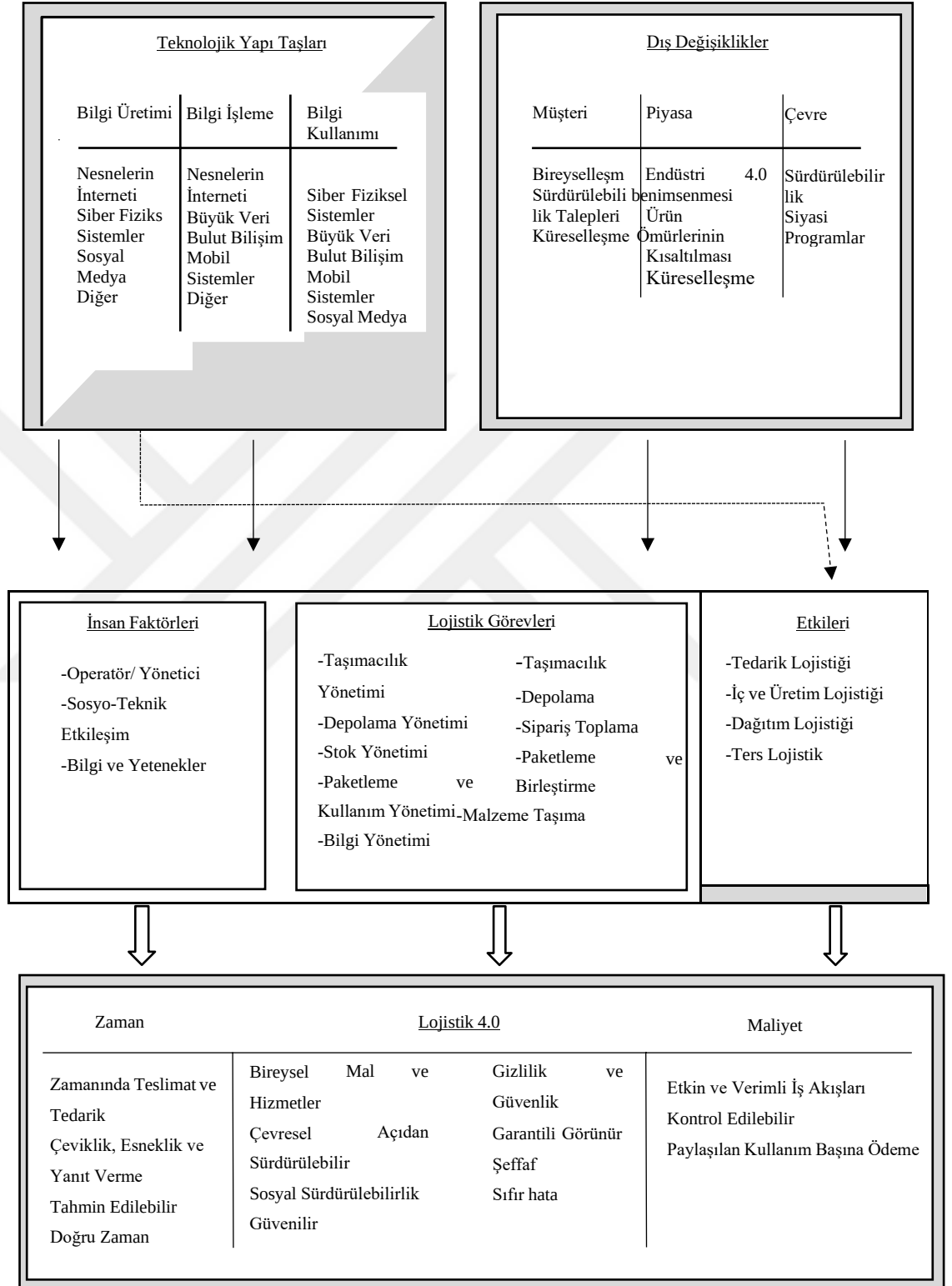
¹²³ Sven Winkelhaus & Eric H. Grosse, “**Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system**”, International Journal of Production Research, 58:1, 2019, p.16.

genellikle ayrı ayrı ele alınmakta veya medya süreksizlikleri, verimsizliklere yol açan süreci kesintiye uğratmaktadır. Bu nedenle, IoT görünürlüğü sağlar ve böylece lojistik faaliyetlerinin çoğunu doğrudan destekler, örn. planlama ve kontrol görevleri veya dolaylı olarak da kalite kontrol gibi olanaklar sağlayarak paketleme ve sipariş toplama faaliyetlerini gerçekleştirir.

(2b) IoT tarafından üretilen büyük miktardaki veriyi işlemek zor fakat yönetsel karar desteği almak için gereklidir. Önceki incelemelerin, anahtar kelime analizinin ve içerik analizinin gösterdiği gibi büyük veri, kitle verilerinin işlenmesine ve bu verilerden bilgilerin incelenmesine odaklanan hayati bir araştırma alanıdır. Bu bağlamda, örnek veri ve bilgi işleme için iki ilkeye ilişkin ipucu vermektedir. Bunlar; merkezi bulut bilişim yoluyla ve merkezi olmayan otonom sistemlerdir. Ayrıca işlem yönetimi için blockchain teknolojisi kullanılabilir.

(2c) Toplanan bilgiler farklı şekillerde kullanılabilir. Lojistik 4.0'a göre üç ilkenin kesin olduğu görülmektedir. Birincisi, görevlerin yürütülmesinde bilgi sistemlerin kendileri tarafından kullanılabilir olmasıdır. Örneğin CPS'de görevler özerk olarak gerçekleştirilebilecektir. İkincisi, karmaşık planlama görevlerinde, bilgiler insanlar tarafından günümüz sistemlerini ve karar verme süreçlerini desteklemek için kullanılabilir. Büyük veri kullanarak envanter düzeyleri optimize edilir veya çalışanlar artırılmış gerçeklikle desteklenebilir. Dolayısıyla, bu tür sistemlerde insanların rolleri bir operatörden yönetici rolüne dönüşebilir. Bilgi kullanımının üçüncüsü ise her şeyin bir hizmet olarak sağlanabileceği anlamına gelen 'XaaS' (hizmet olarak her şey) yaklaşımında görülmektedir. Hizmetlerin sağlanması, seçimi, kullanımı ve kontrolü için bilgi gereklidir.

Şekil 1. Lojistik 4.0'ın tümevarımsal olarak rafine edilmiş çerçevesi



Kaynak: Sven Winkelhaus & Eric H. Grosse (2019): Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system, International Journal of Production Research, s.16.

- (3) Şekil, lojistikte görev yürütme üzerindeki çeşitli etkileri göstermektedir. Örneklemde depolama ve ambar yönetimi görevleri sık görülmektedir ve bunu bilgi yönetimi görevleri izlemektedir. Bu farklılaşma birbiriyle aynı gözükse de örneklemdeki farklı odaklara işaret etmektedir. Depolama hala emek yoğun olduğundan, depolamayı öncü görevlerden biri olarak görmek kaçınılmazdır. Ayrıca ulaşım ve ulaşım yönetimine göre de çeşitli katkılar bulunabilmektedir. Son olarak, diğer görevlerin yanı sıra malzeme taşıma da görülmektedir. Lojistik sistemlerdeki hemen hemen tüm görevler, örnek içinde yer aldığından Lojistik 4.0 sistemlerine dönüştürülebilir.
- (4) Şekil, aynı zamanda dış tetikleyicilerin ve teknolojik gelişmelerin bu boyutlar üzerindeki etkisine de işaret etmektedir, çünkü tahmini nakliye olasılığı, dağıtım lojistiğinin gerçekleştirilme şeklini değiştirmektedir.
- (5) Lojistik 4.0'a yönelik gelişmelere insan katılımı ile ilgili olarak da iki görüş ayırt edilmektedir. Bir yandan, insanların doğal etkileriyle ilgilidir. Öte yandan ise işçi araştırmanın merkezine koyulmaktadır. Malzeme taşıma görevleri veya insan-makine arayüzleri için destek sistemleri geliştirilir.
- (6) Şekildeki amaçlar genellikle belirli bir sürecin geliştirilmiş verimliliği, geliştirilmiş yanıt verme, özelleştirilmiş hizmetler ve süreç görünürlüğü gibi operasyonel hedeflerdir. Maliyet artışını önlemek için verimlilik gerektiğinden ve müşteri taleplerine yanıt vermek için yanıt verme gerektiğinden, bu hedefler kitlesel özelleştirme fikri ile uyumludur. Bu nedenle, Lojistik 4.0 maddelerinin hedefleri; yanıt verme veya kısaltılmış aktarım süreleri ile temsil edilen süre, özelleştirilmiş süreçlerle gösterilen kalite ve hataların azaltılması, verimlilik iyileştirilmelerine kullanım başına ödeme hizmetlerine ve kaynaklarına dayanan maliyettir.

Bu önemli boyutlar, Lojistik 4.0'ın yalın lojistik gibi sistemlerin yerine geçmediğini, verimsizliklerin ortaya çıktığı veya yönetimin çok karmaşık hale geldiği durumlarda bunları tamamlandığını ve geliştirdiğini vurgulamaktadır. Entegre ürünler, hizmetler, süreçler, teknolojiler ve hatta organizasyonlar ve ağlar tüm yaşam döngüsü boyunca desteklenebilir. Kalite geliştirilebilir ve ürün ve hizmetler müşteri gereksinimleriyle daha iyi eşleşebilir. Çalışanların işi daha

verimli, ergonomik ve motive olmaları için desteklenebilir ve işçi sıkıntısı önlenir. Buna karşılık, örneğin teknolojilerin standardizasyonunun olmaması ve ekonomik değerler ve maliyetlerle ilgili belirsizliklerin uygulamayı engellemesi gibi çeşitli engeller tanımlanabilir. Ayrıca, düzenleyici belirsizlikler ve altyapı sorunları örneklem içinde ele alınmıştır. İnsan bakış açısından, özellikle beceri ve bilgi, olası engeller olarak ele alınmıştır.

Yeni sanayi çağında, iş süreçleri ve teknik yönler büyük ölçüde çalışmaların odak noktasına odaklanmış olsa da insan sermayesi ve çalışanların katılım düzeyi gibi bazı özel konular daha sığ kalmıştır.¹²⁴ Bununla birlikte, Endüstri 4.0 ilerlemelerinden beklenen olası senaryoları ele alırken, insanlar ve makineler arasında karmaşık bir etkileşim ortaya çıkma eğiliminde olduğundan, teknolojinin benimsenmesi ile insan müdahalesi arasındaki dengenin kuruluşlar için büyük önem taşıdığı açıktır.¹²⁵ Aslında Endüstri 4.0'ın etkinliği ve başarısı, işçilerin makine hassasiyeti ve hızı ile eşleştirilmiş bilgi ve adaptasyon yeteneklerine bağlıdır. Benzer bir destekleyici argüman olarak, Sauter, Bode ve Kittelberger, Endüstri 4.0 uygulamalarının başarısının büyük ölçüde bir her seviyede yetkin iş gücü olduğunu belirtmiştir. Bu noktadan itibaren, bu insan yetkinliklerinin kalitesi ve erişilebilirliği endüstri 4.0'ın benimsenmesinde örgütsel başarının en önemli sınırlayıcı ve kilit faktörleri olmaktadır.¹²⁶

İnovasyon insan yeterliliğinin bu önemli rolüne rağmen, Endüstri 4.0 literatüründe araştırmacılar tarafından önerilen işgücüyle ilgili farklı senaryolar bulunmaktadır. Örneğin, Lasi ve arkadaşları, yeni üretim sistemlerinin tasarımında insan ihtiyaçlarının kuruluşlar tarafından hala göz önünde bulundurulması gerektiğini öne sürmüştür.¹²⁷ Başka bir çalışmada Strandhagen ve arkadaşlarının Lojistik 4.0 odaklı araştırması, yüksek derecede otomasyonda insan sermayesinin hala gerekli olarak kalacağını ifade ederek bu tartışmayı daha da ilerletmiştir; ancak rollerinin değişiklik göstermesi beklenmektedir.¹²⁸

¹²⁴ Shamim, S., vd., “**Management Approaches for Industry 4.0: A Human Resource Management Perspective**”, Evolutionary Computation, IEEE Congress (July), IEEE, 2016, p. 5309–5316.

¹²⁵ Alqahtani, A., vd., “**Warranty and Maintenance Analysis of Sensor Embedded Products Using Internet of Things in Industry 4.0**”, International Journal of Production Economics 208, 2019, p. 483–499.

¹²⁶ Sauter, R., M. Bode, and D. Kittelberger, “**How Industry 4.0 is Changing How We Manage Value Creation**”, White Paper Horvath & Partners, 2015.

¹²⁷ Lasi, H., vd., “**Industry 4.0**”, Business & Information Systems Engineering 6 (4), 2012, p. 239–242.

¹²⁸ Strandhagen, J., **a.g.m.**, p. 359–369.

Aynı şekilde, lojistik alanında, Barreto, Amaral ve Pereira, insan kaynakları profilinin, daha yüksek düzeyde analitik becerilerin gerekliliğinden dolayı dramatik olarak değişeceğini ve faaliyetlere insan katılımının azalacağını belirtmiştir.¹²⁹ Bu nedenle, Hofmann ve Rusch'un çalışmasında da benzer şekilde vurgulandığı gibi, stratejik düzeyde hala bir şekilde ihtiyaç duyulmaya devam etmesine rağmen, operasyonel düzeyde insan karar vermesinin büyük ölçüde değişmesi beklendiği açıktır.¹³⁰

Buna paralel olarak, bu farklı görüşler, Endüstri 4.0'ın getirdiği ilerlemelerin, aslında derli toplu olması gereken insan sermayesinin gelecekteki projeksiyonlarında belirsizliğe neden olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle lojistik alanında, lojistik sektörünün emek yoğun bir yapıya sahip olması¹³¹ ve LSP'LERİN tedarik zinciri ağındaki bileşenler arasında bir ara rol üstlenmesi nedeniyle bu zorluğun üstesinden gelmek çok daha önemli hale gelmektedir.¹³² Bu anlamda, teknolojiye ileriye gidenlerin, tıpkı Endüstri 4.0 uygulamaları gibi, beşerî sermaye yönünden farklı projeksiyonlar üretme potansiyeline sahip olduğunu ve bunun da iş süreçlerinde de bir değişikliğe yol açtığını belirtmek gerekir.

Ayrıca, Lojistik 4.0 teknolojilerinin benimsenmesinin yalnızca ürün ve hizmetler üzerinde değil, ekonomik (örneğin maliyet indirimleri), sosyal (örneğin çevre ile ilgili enerji verimliliği) ve politik (örneğin politikalar) gibi kuruluşların diğer bazı yönleri üzerinde de olumlu etkileri vardır. Bu argümana uygun olarak, Lasi ve arkadaşlarının Endüstri 4.0 ile birlikte gelen sosyal, ekonomik ve politik değişimlerin kısa gelişme süreleri, yüksek inovasyon kabiliyeti, talep üzerine bireyselleşme, kaynak verimliliği ve maliyet azaltma gibi bazı parametrelerle temsil edilebileceğinin altını çizmiştir.¹³³

Bu parametreler arasında Sauter, Bode ve Kittelberger, özellikle Lojistik 4.0 uygulamaları için temel itici gücün maliyetleri düşürme olasılığı olduğunu belirtmişlerdir. Bu anlamda, Almanya bağlamında elde ettikleri vaka bulgularına göre,

¹²⁹ Barreto, L., **a.g.m.**, p. 1245–1252.

¹³⁰ Hofmann, E., **a.g.m.**, p.23–34.

¹³¹ Staub, S., and T. Akkaya, “**The Influence of Leader-Member Exchange on Job Satisfaction**”, *Current Debates in Business Studies* 1, 2018, 123–145.

¹³² Hertz, S., and M. Alfredsson, “**Strategic Development of Third Party Logistics Providers**”, *Industrial Marketing Management* 32 (2), 2003, p. 139–149.

¹³³ Lasi, H., **a.g.m.**, p. 239–242.

başvuruların yaklaşık dörtte üçünde maliyet düşürme doğrudan veya dolaylı bir hedef olarak gösterilmiştir. Benzer şekilde, lojistik alanında Karia, anket tekniğini gerçekleştirerek bilgi kaynakları, teknoloji kaynakları ve Malezya LSP'leri için maliyet avantajları arasındaki ilişkileri araştırdı. Malezya'daki 122 LSP'den elde edilen verilere dayanan araştırma bulguları, bilgi kaynakları ile maliyet avantajları arasında doğrudan bir ilişki olduğunu, teknoloji kaynaklarının ise maliyet avantajlarını dolaylı olarak etkilediğini göstermiştir. Yani, LSP'ler için bilgi, teknolojik performansı artırmak ve maliyet avantajlarına sahip olmak için temel bir kaynaktır. Buna göre, bu çalışmalardan, beşerî sermaye yoluyla edinilen bilginin, özellikle LSP'ler, kuruluşlar ve maliyet avantajlarına ulaşmak için bir temel teşkil ettiği sonucuna varılmıştır.

Spesifik bir yaklaşımla Kovacs ve Kot, lojistik alanında rekabet gücünü tetikleyen başarılı iş operasyonları için yenilikçi teknolojilerin benimsenmesinin önemini vurgulamıştır. Bununla birlikte, Endüstri 4.0 uygulamalarının rekabet avantajlarına sahip olmak için uygulanmasının önemini vurgulanmasına rağmen, Endüstri 4.0'ın lojistik üzerindeki etkisinin belirsizliğini koruduğu açıktır. Lojistik alanındaki bu belirsizliği yok etmek için, lojistik endüstrilerindeki profesyoneller tarafından önerilen projeksiyonlar, politika temelli açıdan, yetkinlik düzeyini mikro düzeyde (örneğin organizasyonel) veya makro düzeyde (örneğin ülke) geliştirmek için erken bir sinyal olarak kullanılabilir.¹³⁴

Endüstri 4.0, tedarikçilerden müşterilere tam şeffaflık, bağlı süreçler ve merkezi olmayan ve özerk yönetim gibi çeşitli vaatler sunma konusunda yüksek bir potansiyele sahiptir.¹³⁵ Bu vaatlere bağlı olarak, dördüncü sanayi devrimi ile gelen dijital dönüşümün sadece üretim aşaması olan başlangıç noktasında değil, lojistiğin temel bir bileşen olarak büyük önem taşıdığı tedarik zincirinde var olan çeşitli aşamalarda gerçekleştiği açıktır.¹³⁶ Aslında, çeşitli ürünlerin nakliye gereksinimi nedeniyle lojistik, faaliyetleri bir tedarik zinciri içinde bütünleştirmenin anahtarı

¹³⁴ Kovacs, G., and S. Kot, “New Logistics and Production Trends as the Effect of Global Economy Changes”, Polish Journal of Management Studies, 14 (2), 2016, p. 115–126.

¹³⁵ Kayıkçı, Y., “Sustainability Impact of Digitization in Logistics”, Procedia Manufacturing, 21, 2018, p. 782–789.

¹³⁶ Mehmi, J., vd., “Smart Automated Guided Vehicles for Manufacturing in the Context of Industry 4.0”, Procedia Manufacturing 26, 2018, p.1077–1086.

haline gelir¹³⁷ ve lojistik hizmet sağlayıcıları farklı tedarik zinciri üyeleri arasında bir ara rol üstlenir. Endüstri 4.0'ın dağıtım ve depolama gibi üretimin yakın ilişkilere sahip olduğu bazı faaliyetler üzerindeki muhtemel etkileri nedeniyle dördüncü endüstri devrimi doğal olarak lojistik sektörünü etkileme potansiyeline sahiptir¹³⁸ ve bu nedenle lojistiği başarı bir endüstri 4.0 uygulamasını incelemek için kilit bir alan haline getirir.

Lojistik alanında Endüstri 4.0, farklı yönlerden bir dizi yenilik ve gelişmeyi beraberinde getirmektedir. Örneğin, dijital teknolojilerin tam olarak uygulanması, şirketlerin stratejik düzeyde hiper bağlantılı lojistik çözümleri oluşturmaya, yeni bir esneklik ve yanıt verme düzeyinde çalışmasına, büyük ölçekli bir veri edinmesine (örn. Büyük Veri) ve finansal ve operasyonel marjları artırmasına olanak tanır.¹³⁹ Daha spesifik olarak, finansal açıdan bakıldığında, bilgi kaynakları aracılığıyla yenilikçi düşüncenin önemi LSP'ler (Lojistik Hizmet Sağlayıcılar) için daha belirgin hale gelmiştir, çünkü maliyet avantajlarına yol açmakta ve rekabet gücünü kışkırtmaktadır. Bu önemine rağmen, Karia'nın belirttiği gibi, mevcut literatür, Lsp'lerin teknolojik ve bilgi kaynakları aracılığıyla maliyet avantajlarını nasıl elinde tutabileceğini açıklamak için yetersiz kalmaktadır.¹⁴⁰

Operasyonel süreç perspektifinden bakıldığında Endüstri 4.0 bağlamında dinamik değişimlere esneklik ve yanıt verebilirliğin ulaşım ve dağıtım sistemlerinde büyük önem kazandığı görülmektedir.¹⁴¹ Ayrıca, farklı tedarik zinciri üyeleri dikkate alındığında lojistik, aslında, süreç kurulumları sırasında Endüstri 4.0 projeksiyonlarının başarısı için temel disiplinlerden biri olmaya devam etmektedir.¹⁴² Bu doğrultuda Endüstri 4.0 sayesinde üretim süreçlerinde meydana gelen inovasyon

¹³⁷ Lin, L. C., “An Integrated Framework for the Development of Radio Frequency Identification Technology in the Logistics and Supply Chain Management”, *Computers & Industrial Engineering*, 57 (3), 2009, p. 832–842.

¹³⁸ Maslaric, M., vd., “Logistics Response to the Industry 4.0: The Physical Internet”, *Open Engineering*, 6 (1), 2016, p. 511–517.

¹³⁹ Kayıkçı, Y., a.g.m., p.782–789.

¹⁴⁰ Karia, N., “Knowledge Resources, Technology Resources and Competitive Advantage of Logistics Service Providers”, *Knowledge Management Research & Practice* 16 (3), 2018, p. 414–426.

¹⁴¹ Teschemacher, U., and G. Reinhart., “Ant Colony Optimization Algorithms to Enable Dynamic Milkrun Logistics”, *Procedia CIRP* 63, 2017, p. 762–767.

¹⁴² Herter, J., and J. Ovtcharova., “A Model Based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios”, *Procedia CIRP* 57, 2016, p. 398–403.

odaklı gelişmeler, hizmet sektörünü de benzer şekilde etkilemekte ve dolayısıyla akıllı sistemler ve dijitalleştirilmiş katma değerli faaliyetler, Endüstri 4.0'ın lojistik endüstrisindeki eşdeğer terimini ortaya çıkarmayı mümkün kılmaktadır ki bu 'Lojistik 4.0'dır.¹⁴³

Lojistik 4.0'ın Endüstri 4.0 konseptinden doğuşu sadece sürdürülebilirlik, verimlilik ve müşterilere yanıt verme gibi farklı operasyonel konular için önemli değil, aynı zamanda tüm temel iş unsurlarındaki iyileştirmeleri kolaylaştırmak için de kritik öneme sahiptir.¹⁴⁴ Buna göre lojistik, üretim sistemlerine doğru zaman ve yerde doğru miktar ve kalitede girdi sağladığı için lojistik sektörü, Endüstri 4.0'ın pratik uygulamaları ve yansımaları için uygun bir alan olarak değerlendirilebilir.¹⁴⁵ Bu anlamda, tüm tedarik zincirinin verimliliğinin ve etkinliğinin artırılması için LSP'lerin Lojistik 4.0 ilerlemelerine ilişkin operasyonel süreçleri büyük önem taşımaktadır.

Finansal ve operasyonel yönüne ek olarak lojistik alanındaki insan sermayesi ve işgücünün sonuçları olan LSP'lerden özellikle dikkat edilmesi gereken başka bir yön daha vardır. Yaygın olarak bilindiği üzere, genellikle iş-iş ilişkilerine olanak sağlayan lojistik alanı, insan kaynakları ve yönetsel becerilerin kritik rollere sahip olduğu bir hizmet alanıdır. Aslında, Endüstri 4.0 gelişmelerinin temelini oluşturan inovasyon kavramı bireylerin öğrenme ve bilgi yeteneklerine bağlı olduğundan, insan sermayesinin bu önemi Endüstri 4.0'ın doğasıyla örtüşmektedir.¹⁴⁶ Bu kapsamda lojistik sektöründe Endüstri 4.0 uygulamalarının bir sonucu olarak, değişen çalışan sayısı ve nitelikleri gibi demografide de bazı değişiklikler beklenmektedir. Yine de Shamim ve arkadaşları, Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmaların büyük ölçüde teknik ve teknolojik yönlere odaklandığının altını çizerken, insan kaynakları, işgücü ve yönetsel beceriler gibi diğer bazı yönler nispeten az dikkat edildiği açıktır. Buna paralel olarak, pratik açıdan bakıldığında lojistik şirketleri rekabet güçlerini artırmak için bilgi ve teknoloji kaynaklarını indirmekte zorluklarla karşılaşmakta ve bu nedenle üstün performansa ulaşmak için katalizör olduğu için LSP'LERİN insan sermayesini koruma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.¹⁴⁷

¹⁴³ Barreto, L., **a.g.m.**, p. 1245–1252.

¹⁴⁴ Strandhagen, J., **a.g.m.**, p.359–369.

¹⁴⁵ Hofmann, E., **a.g.m.**, p.23–34.

¹⁴⁶ Shamim, S., **a.g.m.**, p.5309–5316.

¹⁴⁷ Karia, N., **a.g.m.**, p. 414–426.

Lojistik 4.0'ın piyasaya sürülmesi, piyasada kalmak isteyen tüm şirketler için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu, büyük yatırımlar, çalışma ve karar alma yöntemlerinde değişiklikler, çağdaş eğitim ve çalışan eğitimi gerektirir. Lojistik 4.0 kavramının uygulanmasının etkileri hakkında somut bir veri bulunmamakla birlikte, çeşitli makaleler lojistik şirketleri ve kullanıcılar tarafından gerçekleştirilebilecek sayısız olasılık ve iyileştirmeyi belirtmektedir. Lojistik 4.0'ın bazı avantajları şunlardır:¹⁴⁸

- Fiziksel ve sanal dünyanın tam entegrasyonunu sağlar.
- Kullanıcıların, makinelerin ve sistemlerin gerçek zamanlı iletişim kurabilme imkânı ve lojistik süreçlerdeki tüm katılımcıların bağımsız karar alma olanaklarını oluşturur.
- Tedarik zincirlerindeki tüm süreçlerin iyileştirilmesi, bir sürecin gerçekleştirilmesi sırasında yapısal veya örgütsel hata riskinin azaltılması ve kullanıcıların istekleri doğrultusunda süreç gerçekleştirme süresinin kısaltılması olasılığını sağlar.
- Büyük miktarda veriyi işlemek ve analiz etmek için çağdaş teknolojilerin erişilebilirliğini sağlar.

Tedarik zincirlerinin görünürlüğü ve esnekliğini arttırmayı sağlar.

Lojistik 4.0'ın dezavantajları ise, organizasyonel, teknik ve yazılım çözümleri ile ilgili yüksek taleplerin sonucudur. Bir şirketin faaliyet biçimini, yönetim organizasyonunu değiştirmesi ve en yeni BT çözümlerini uygulaması, böylece yeni bir akıllı lojistik konseptinin getirilmesinin ön koşullarını karşılayabilmesi gerekir. Bunların yanı sıra yüksek giriş ve uygulama maliyetleri, donanım altyapısı açısından katı gereksinimler, süreç odaklı yönetim yöntemlerinin uygulanmasına yönelik gereksinimler Lojistik 4.0'ın zorlukları arasındadır. Belirtilen zorlukların çözümü, iyi uygulama, tüm şirketin değişime bağlılığı, çalışanların daha fazla eğitim için motivasyonu ve değişiklikleri destekleyen kendi entelektüel kaynaklarının geliştirilmesidir.¹⁴⁹

¹⁴⁸ Oleśków-Szłapka J., Stachowiak A., “The Framework of Logistics 4.0 Maturity Model”, Poznan University of Technology, Strzelecka 11, 2019, p .60-965.

¹⁴⁹ Oleśków-Szłapka, **a.g.m.**, p.1-8.

Mevcut literatürde Lojistik 4.0'ı uygulama sürecini tamamen kapsayan lojistik şirketleri hakkında veri bulunmamakla birlikte, Lojistik 4.0'ın bazı bileşenlerinin uygulanmasına ilişkin birçok örnek bulunmaktadır. Çoğu zaman bu, kendi BT sektörlerine sahip olan veya inovasyon merkezleri, açık laboratuvarlar veya projeler aracılığıyla BT şirketleriyle iş birliği yapan büyük ve başarılı şirketleri ifade eder.¹⁵⁰

Lojistik Endüstrisi 4.0 konsepti, lojistik endüstrisini veri odaklı anlayışlarla dönüştürmek için sayısız fırsata sahiptir. Otonom araçlar, robotlar ve diğer “akıllı” makineler de dahil olmak üzere birden fazla kaynaktan veri toplama gerekliliği nedeniyle veri boyutundaki artış kaçınılmazdır. Lojistik şirketleri için üç temel zorluk söz konusudur. Bunlar:¹⁵¹

1. Veri toplama, depolama ve işleme: Üretilen yapılandırılmış veri miktarındaki sürekli artışla birlikte, veri depolama ve işleme için farklı yollara duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Sensörlerle donatılmış yenilikçi BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) çözümlerine yapılan yatırımlar, ek performanslarının veri toplama, saklama ve iletme kapasitelerinin artmasıyla birlikte artmaktadır. Yeni algoritmalar ve modeller sürekli geliştirilmektedir. Veri depolama için merkezi olmayan veri tabanı, merkezi bir veri tabanı sistemi ile değiştirilmektedir. Sonuç olarak, şirketin farklı sektörlerinde yedek tarihler depolanmakta ve bunları mümkün olduğunca ortadan kaldırmak için ek maliyetlere ihtiyaç duyulmaktadır.
2. Veri güvenliği ve standartların eksikliği: Karmaşık ve son derece parçalanmış bir lojistik endüstrisinde, şirketlerin lojistik süreçlerini optimize etmek için verileri sürekli paylaşımları gerekmektedir. Avantajlardan biri, stok seviyesini minimumda tutmaktır. Ancak, güvenlik sorunları karar vericiler için büyük endişe kaynağı olmaktadır. Bir güvenlik ihlali, bir lojistik şirketinin hassas verileri kaybettiği bir olay olarak tanımlanabilir. Hassas verilere yetkisiz erişim birden fazla açıdan yüksek maliyetlere neden olabilir. Örneğin, üretim planının yeniden değerlendirilmesi gerekebilir ve ticaret ortakları güvenliğini

¹⁵⁰ Kückelhaus, M., Chung, G., “**Logistics Trend Radar, DHL Customer Solutions & Innovation**”, Matthias Heutger, Germany, 2018.

¹⁵¹ Vladimir Ilin, vd., “**Logistics Industry 4.0: Challenges and Opportunities**”, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia, Logistics International Conference, Belgrade, Serbia, 2019, p. 298.

kaybedebilir. Düzenlemeler olmadan, küçük ve orta ölçekli şirketler tedarikçi oldukları büyük şirketin standartlarına uyum sağlamak zorunda kalacaklardır.

3. Dijital strateji eksikliği: Tedarik zinciri boyunca (ve değer yaratma zincirinde de) verilerin dikey ve yatay olarak bütünleştirilmesi ve ilgili tüm taraflar için erişilebilir olması gerekir. Dikey entegrasyon, çeşitli BİT çözümlerinin karmaşık bir bilgi sistemine entegrasyonunu ifade eder. Yatay entegrasyon, paydaşlar arasındaki süreçlerin tedarik zinciri boyunca entegrasyonunu ifade eder. Bu, tüm kapalı döngü tedarik zinciri boyunca birçok lojistik şirketinin farklı sektörleri (tedarik, üretim ve satış gibi) arasında veri alışverişini içerir. Bu nedenle, arka uçta dijital tedarik zincirine ulaşmak için önemli kurumsal yatırımların hayata geçirilmesi gerekmektedir.

2.2. Akıllı Lojistik Tarihsel Gelişimi

Konuyla ilgili literatürde lojistiğin evrimini gösteren birçok bilgi yer almaktadır.¹⁵² Yazarlar genellikle 20. yüzyılda lojistiğin gelişiminin aşağıdaki aşamalara ayrıldığını ele almıştır:¹⁵³

- Lojistik Uyanış Aşaması- ABD'de 1950'lerin ortaları
- Lojistik Teorisini ve İlk Pratik Uygulamalarını Tanımlama ve Kavramsallaştırma Aşaması- ABD'de 1960'lar ve Batı Avrupa'da 1970'lerin başı
- Entegre Lojistiğin Boyutlarını Oluşturma Aşaması- 70'lerin ikinci yarısı ve 80'lerin ortası
- Entegre Bir Kurumsal Yönetim Kavramı olarak Lojistiğin Dinamik Gelişim Aşaması- 1980'lerin ikinci yarısı ve 1990'ların ilk yarısı
- Tedarik Zinciri Konseptinin Gelişim Aşaması- 90'ların ikinci yarısı, şeklinde ifade edilmiştir.

¹⁵² Bowersox D.J., **Logistical Management**, McMillan Publishing Co., New York 1978.

¹⁵³ Kałużek M., Politechnika C., **“Fazy i kierunki rozwoju logistyki zorientowanej na klienta, Logistyka”**, Instytut Logistyki i Zarządzania Międzynarodowego, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, nr 4., 2010.

21. yüzyılın başında, lojistiğin işleyişini şekillendiren önde gelen belirleyiciler şunlardır: tedarik zincirinde derinleşen uzmanlaşma, sürdürülebilir kalkınma, müşteri ilişkileri yönetimidir.¹⁵⁴

21. yüzyılda lojistik gelişim senaryoları veya yönleri birçok çalışmanın konusu olmuştur. DB Schenker ve Berlin Teknoloji Üniversitesi tarafından hazırlanan "Global Logistics 2015+" çalışmasında önemli sonuçlar yer almaktadır. Dikkate değer, Capgemini tarafından 2005 yılından bu yana yürütülen araştırmalar temelinde hazırlanan ve "Uçucu Bir Pazarda Başarılı Olmak: 2018 Gelecek Değer Zinciri" raporuyla desteklenen "2016 Gelecek Değer Zinciri" raporudur. Bahsedilen çalışmalar, gelecekteki tedarik zincirlerini etkileyen temel faktörlerin, tüketici satın alma davranışındaki değişiklikler ve modern teknolojilerin bilgi ve fiziksel akışlarda daha fazla kullanılması olduğunu göstermektedir. Birbiriyle ilişkili üç zorluğa özellikle dikkat edilmiş ve bu zorluklar aşağıda verilmiştir:¹⁵⁵

1. Temel unsur, kültür alanında sürdürülebilir değişiklikler, ekonomik iş birliği ve ekonomik etkilerden yararlanarak yeni faaliyetlerin planlanması dahil olmak üzere yeni iş birliği yollarının geliştirilmesidir.

2. Şirketler arasında uygun bir iş birliği kültürü oluşturarak daha kolay ve daha etkili bilgi alışverişi için temel oluşturan rapor, "şeffaflık sayesinde giderek karmaşıklaşan tedarik zincirlerini yönetmenin en iyisi olduğunu" vurgulamıştır.

3. Yalnızca açık bir iş birliği ortamı, gelecekteki değer zincirlerinin uygun değişikliklerini ve esnekliğini yaratabilir ve malların fiziksel hareketi, enerji fiyatlarındaki değişiklikler, nüfus yoğunluğundaki değişiklikler ve diğer dış güçler üzerindeki etkiyi etkin bir şekilde hesaba katabilir şeklindedir.

21. yüzyılda lojistiğin gelişimindeki ana faktörler kuşkusuz dinamik olarak gelişen bilgi teknolojileri ve internetin yaygınlaşması ve yeni fırsatlar yaratmasıdır. Bu belirleyiciler, ileri bilgi ve iletişim teknolojilerinin lojistikte kullanılmasına dayalı

¹⁵⁴ Dembińska-Cyran I. "Zastosowanie tramwajów towarowych w obsłudze dostaw na obszarze miasta", LogForum, nr 1(3), 2005, p. 1–14.

¹⁵⁵ Bujak A., vd., "Współczesna logistyka – obszary i kierunki przekształceń, Logistyka", nr 1, 2014.

olarak akıllı lojistiğin gelişimi için geniş bir alan oluşturmuş ve bu da onu “akıllı” olarak tanımlamayı mümkün kılmıştır.¹⁵⁶

2016 için DHL raporu "Logistics Trend Radar", modern lojistik için yirmi altı temel trend ve zorluk belirlemiştir. Çoğu, yapay zekanın gelişimi ve kişiselleştirme ile ilgilidir. Kendi kendine öğrenme sistemlerini kullanarak veya bir bilgisayar kullanarak kendi kendine öğrenmeyi kullanarak akıllı tedarik zincirleri geliştirmesi ve parti büyüklüğü ve isteğe bağlı teslimat seçeneklerini yaygınlaştırması beklenmektedir. Lojistik üzerinde önemli bir etki yaratacak şekilde oluşturulan isteğe bağlı teslimat seçeneği, esnek kurye kullanımı sayesinde tüketicilerin alışverişlerini istedikleri yere ve kendi belirledikleri zamanda teslim etmelerini sağlayacaktır. Parti boyutu bir seçeneği, son derece kişiselleştirilmiş ürünlere yönelik tüketici talebinin, lojistik hizmet sağlayıcılarının üretim zamanında ve yerinde değişime hızlı ve esnek bir şekilde yanıt vermesini gerektiren, yaklaşan ve hızla değişen tedarik zincirlerinde seri üretimle aynı hizaya gelmesi durumunda neler olabileceğini araştırmaktadır.¹⁵⁷

Kullanılan "Lojistik 4.0" terimi ile ilgili olarak, lojistiğin gelişimi aşağıdaki aşamalara ayrılmıştır:¹⁵⁸

Lojistik 1.0 - 18. yüzyılın sonuna kadar,

Lojistik 2.0 - 1960'ların sonuna kadar,

Lojistik 3.0 - 20. yüzyılın sonuna kadar,

Lojistik 4.0. - 21. yüzyılın başından itibaren olarak verilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 3.de Lojistik Evrim Aşamaları gösterilmiştir.

¹⁵⁶ Izabela Dembinska, vd., “**Smart Logistics**”, Wydawnictwo edu-Libri ul. Zalesie 15, Kraków, 2018, p. 30-384.

¹⁵⁷ Kückelhaus, M., Chung, G., “**Logistics Trend Radar, DHL Customer Solutions & Innovation**”, Deutsche Post DHL Group, Troisdorf, Germany, 2018, p.2-42.

¹⁵⁸ Izabela Dembinska, **a.g.m.**, p. 30-384.

Tablo 3. Lojistik evrim aşamaları

Lojistik 1.0	Lojistik 2.0	Lojistik 3.0	Lojistik 4.0
Taşımanın mekanizasyonu	Elektriğin geliştirilmesi ve seri üretim Aktarma süreçlerinin mekanizasyonu Otomasyonun gelişimi	Lojistik sistemlerinde bilgisayarlaşma ve BT	İnternet kullanımı
1800-1969		1969-2000	2000

Kaynak: Izabela Dembinska, Marzena Frankowska, Magdalena Malinowska, Blanka Tundys, Smart Logistics, Wydawnictwo edu-Libri ul. Zalesie 15, Kraków, 2018, p. 30-384.

Endüstri ilerlemesi yolunda lojistik, akıllı lojistik olan ideale ulaşmak için Taylorizm'den yalın yoluyla başlayan üretimle aynı gelişim aşamalarını almıştır.¹⁵⁹

Lojistik için bir başlangıç noktası olarak, standart paletlerin tanıtılması 1950'lerde evrensel bir nakliye yardımı olarak kabul edilebilir. Bu, malzeme akışı ve lojistik için bileşenlerin ve sistemlerin standartlaştırılması için ön koşulu oluşturmuştur. Dahili taşıma ve yük taşıyıcıların (forkliftler) transferi ve bunların depolanması (istifleme vinci) için ilk cihazlar daha sonra geliştirilmiştir. Sonuç olarak, yük taşımacılığı büyük miktarlarda verimli bir şekilde yönetilebilir ve üretkenlikte büyük artışlar sağlanmıştır.¹⁶⁰

Önümüzdeki on yıllarda, malzemelerden bitmiş ürüne kadar tüm akışın yönetimi olmak için bir disiplin olarak lojistik anlayışı geliştirilmiştir. Endüstriyel yoğunlaşmanın odağı müşterilere kayarken, lojistik gereksinimleri de değişmiştir; artık mallar müşteriye tam zamanında ve mümkün olduğunca bireysel olarak sağlanmalı ve aynı zamanda maliyetleri düşürme şeklindedir.¹⁶¹

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte lojistik, tüm lojistik sistemlerde artan bilgi mevcudiyetine dayalı değişken bir ortama esnek ve hızlı bir şekilde uyum sağlayan ve ayrıca kaydedilen verilerden sonuçlar çıkarabilen "akıllı lojistik" yolunda bir sonraki adımı atacaktır. Üretimin merkezileşmediği ve bireyselleştirildiği zamanlarda, lojistik görevler maliyetleri, zamanı ve kaynakları daha iyi optimize etmek için daha esnek ve akıllı hale gelmiştir. Ancak bu şekilde lojistik, doğru ürünü, doğru zamanda, doğru

¹⁵⁹ Kohler, Dorothée, et Jean-Daniel Weisz. “**Industrie 4.0 : comment caractériser cette quatrième révolution industrielle et ses enjeux ?**”, Annales des Mines - Réalités industrielles, vol. novembre 2016, no. 4, 2016, p.51-56.

¹⁶⁰ A. Baumgrass, **a.g.m.**, p.109–123.

¹⁶¹ Kaoutar Douaioui, **a.g.m.**, p.130-131.

yerde ve doğru miktar ve kalitede sağlayarak gelecekte müşteri için değer oluşturabilmektedir.¹⁶²

Tablo 4. Zaman İçinde Endüstriyel ve Lojistik Gelişmeler

	Endüstri 1.0 ve 2.0	Endüstri 3.0	Endüstri 4.0
Üst Sistem	• Analog iletişim • Ulusal pazarlar • Harika hesap makineleri	• İnternet ve İntranet • İhracat pazarları • Bilgisayar	• Nesnelerin interneti • Yerelleştirilmiş pazarlar • Mobil ve Bulut Bilişim
Sistem	• Neo-Taylorizm • Stoklu üretim • Yürütme görevi • Ustabaşı ile organizasyon	• Yalın Üretim • Tam zamanında üretim • Süreç yönelimi • Takım • Organizasyon	• Akıllı Fabrika • Kişiselleştirilmiş üretim • Esnek üretim • Operatör için artırılmış gerçeklik
Alt Sistem	• Mekanizasyon konvansiyonel makineler • İş planları • Çizim tahtaları • Direksiyon tekerlekleri	• Otomasyon • Sayısal kontrol için takım tezgâhı • ERP(Kurumsal Kaynak Planlama) / MES(Üretim Yürütme Sistemi) • 3D • CAD/CAD-CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım-Bilgisayar Destekli İmalat) • Kontrol paneli	• Sanallaştırma • Sosyal makine • Sanal Üretim • Akıllı ürünler • Mobil iletişim sistemi

Kaynak: Kohler, Dorothée, et Jean-Daniel Weisz. “Industrie 4.0 : comment caractériser cette quatrième révolution industrielle et ses enjeux ?”, Annales des Mines - Réalités industrielles, vol. novembre 2016, no. 4, 2016, p. 51-56.

Son yıllarda, küreselleşme ve uluslararası ticaretin serbest bırakılması, lojistik zincirinin karmaşıklık düzeyini artıran farklı ülkeler ve kuruluşlar arasındaki lojistik akışları çoğaltmıştır. Bu karmaşıklık, işletmeler için birçok zorluk sunmuş: uluslararası rekabetin büyümesi, pazarın sürekli dalgalanması, kişiselleştirilmiş ürünlere olan talep ve ürün yaşam döngülerinin kısalması örnek olarak verilebilir.¹⁶³

¹⁶² Kaoutar Douaioui, **a.g.m.**, p.130-131.

¹⁶³ T. Qu, S. P. Lei, Z. Z. Wang, D. X. Nie, X. Chen, and G. Q. Huang, “**IoTbased real-time production logistics synchronization system under smart cloud manufacturing,**” The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 84, no. 1–4, 2015, pp. 147-164.

Bu zorluklarla yüzleşmek için Almanlar, 2011 yılında Nesnelerin İnterneti ve Büyük Verinin gelişiminin sonucu olan "Endüstri 4.0" adlı yeni bir sanayi devriminin temelini atmıştır.

İlk sanayi devrimi, buhar motorları ile üretimin mekanizasyonu ile bağlantılıydı, ikincisi, iş süreçlerinin bilgisayarlaştırılmasına ve endüstriye hizmet eden yeni bilgi teknolojilerine dayanan elektrik yoluyla seri üretimin tanıtılmasıyla ilgiliydi. Bugün dördüncü devrim, akıllı ürünler, 3D yazıcılar ve otonom araçların egemenliği altında kalmıştır.¹⁶⁴

2.3. Akıllı Lojistik Önemi ve Katkıları

Teknolojideki gelişmeler, özellikle dijital teknolojiler, müşteri odaklı olma ve bireyselleşme açısından tedarik zinciri yönetimi ve lojistiği etkilemiştir.¹⁶⁵ Geleneksel tedarik zinciri, doğruluk ve zamandan yoksun olup dijitalleştirilmiş tedarik zinciri ise sorunu çözmüştür.¹⁶⁶ Ayrıca, iyileştirme, lojistik ilerleme fırsatları elde etme prosedürlerini dijitalleştirme konusunda endüstri üzerinde baskı yaratarak, akıllı lojistiğe daha fazla yol açmıştır.

Akıllı lojistiğin 5 işlevi vardır. Bunlar; veri toplama ve işleme, yardım sistemleri, ağ oluşturma ve entegrasyon ve hizmet yönelimi, kendi kendine organizasyon ve özerkliktir.¹⁶⁷

Bu işlevsel alanlar, şirketler arası iş birliğini kolaylaştıran değer ağları aracılığıyla yatay entegrasyon mekanizmaları, ürün yaşam döngüsü boyunca entegre paydaş ağları, ürünler ve ekipman oluşturan uçtan uca entegrasyon tarafından

¹⁶⁴ D. Zuehlke, "SmartFactory—Towards a factory-of things," Annual Reviews in Control, vol. 34, no. 1, pp. 129–138, 2010. A. Radziwon, A. Bilberg, M. Bogers, and E. S. Madsen, "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions," Procedia Engineering, vol. 69, 2014, p. 1184–1190.

¹⁶⁵ Ameri, F., Patil, L., "Digital manufacturing market: a semantic web-based framework for agile supply chain deployment", Journal of Intelligent Manufacturing 23(5), 2012, p. 1817-1832.

¹⁶⁶ Fawcett, S.E., Wallin, C., Allred, C., Fawcett, A.M., Magnan, G.M., "Information technology as an enabler of supply chain collaboration: a dynamic-capabilities perspective", Journal of supply chain management 47(1), 2011, p. 38-59.

¹⁶⁷ Prinz, C., Morlock, F., Freith, S., Kreggenfeld, N., Kreimeier, D., Kuhlenkötter, B., "Learning factory modules for smart factories in industrie 4.0", Procedia CiRp 54, 2016, p. 113-118.

desteklenmektedir.¹⁶⁸ Akıllı lojistikte ulaşım, envanter, bilgi akışı vb. birçok aktiviteden etkilenmektedir.

Akıllı lojistik, barkodlar, Radyo Frekansı Tanımlama Teknolojisi (RFID), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) vb. teknolojilerin bir toplamıdır. Bu teknolojilerin kullanımı nakliye, depo yönetimi, dağıtım vb. sektörlerdedir. Lojistik operasyonlarının otomasyonu artabilir ve verimlilik anlamında daha yüksek hizmet düzeyine ve müşteri memnuniyetine yol açabilir.¹⁶⁹

2011'den bu yana Akıllı lojistik olarak adlandırılan süreç gelişmektedir. Amacı, sürekli değişen müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak ve ihtiyaçları sürdürülebilir çözümler kullanarak sağlamak ve gerçek zamanlı bilgilere göre hız sürecini iyileştirmektir.¹⁷⁰

Akıllı lojistik, mal hareketinin planlanması ve kontrolünü ve ayrıca malların bilgi akışını içermektedir. Ayrıca müşterilerine maliyet artışı olmadan çözümler sunmaktadır.¹⁷¹

Akıllı lojistik, Nesnelerin İnterneti (IoT), Büyük Veri (BD), Siber-fiziksel Sistemler (CPS) ve Bulut Bilişim dahil olmak üzere birçok farklı teknolojiyi kullanmaktadır.¹⁷² Bu teknolojiler genellikle her şirketin depolar, nakliye, bilgi güvenliği, sipariş işleme için otomatik olarak Blockchain kullanımı gibi farklı bölümlerinde kullanmaktadır.¹⁷³

Aslında, akıllı lojistik, lojistik ve tersine lojistik akışının gerçek zamanlı olarak mevcut olmasına yardımcı olan çeşitli teknolojilerin bir karışımıdır. Akıllı lojistik, bunu süreçlerini iyileştirmek için kullanan firmalara bazı faydalar sağlar. Bu avantajlar, zamanında teslimat ve tedarik, çeviklik ve esnekliktir. Avantajları kullanmak, müşterilerle teslimat sürelerinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Akıllı lojistik, çeşitli düzeylerde (taktik, operasyonel ve stratejik) karar vermeyi tersine

¹⁶⁸ Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., Rosenberg, M., “How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective”, *FormaMente* 8(1), 2017, p. 37-44.

¹⁶⁹ Glistau, E., “Industry 4.0, logistics 4.0 and materials-Chances and solutions”, *a.g.m.*, pp. 307-314.

¹⁷⁰ Sven Winkelhaus, *a.g.m.*, p.18-43.

¹⁷¹ Frank, A.G., Dalenogare, L.S., Ayala, N.F., “Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies”, *International Journal of Production Economics* 210, 2019, p. 15-26.

¹⁷² Sven Winkelhaus, *a.g.m.*, p.18-43.

¹⁷³ Barreto, L., *a.g.m.*, p. 1245–1252.

etkileyerek, tedarik zinciri maliyetlerini azaltmanın yanı sıra üç boyutta da sürdürülebilirliği destekleyebilir.¹⁷⁴

Daha iyi stratejik kararlar almak için, tedarik zinciri yönetimi ve tahmine dayalı analitik uygulama becerisine sahip olan akıllı lojistiğin yetenekleri faydalı olabilir. Yetenekleri ayrıca taktik kararlar vermede faydalı olan bilgileri toplayabilir. Operasyonel kararlarda faydalı olarak kalite, zaman ve maliyeti kontrol etme yeteneği de sağlayabilir. Bilgi Teknolojisi (BT), Akıllı lojistiğin operasyonları üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu, akıllı lojistik faaliyetlerini kolaylaştıracak ve tedarik zinciri yönetimi ortakları için akıllı lojistiğin birçok rutin aktivitesi için otomasyon sağlayarak, akıllı lojistik uygulayıcıları için stratejik konulara daha iyi odaklanmaya yol açacaktır.¹⁷⁵

Lojistiğin verimli ilerlemesinde teknolojiye dayalı altyapılar ve bileşenler, geçmiş yıllarda buhar gücü ve elektriğin oluşturduğu piyasaları dönüştürmede ve rekabet gücünü karşılamada görevlidir. Tedarik zinciri süreçlerinin etkin yönetiminde ve bunun sonucunda büyümelerinde dijitalleşme bir araç durumundadır. Bununla ilgili yapılması gerekenler her geçen gün zorunluluk haline gelmektedir. Aynı zamanda uygulanacak dijital sistemlerin sürdürülebilir olması ve zorunlu önlemlerin belirlenmesi karlılığı doğrudan etkileyecektir.¹⁷⁶

Dijitalleşmenin tüm sektörlerde olduğu gibi lojistik sektöründe de ihtiyaç haline gelmesinin sebepleri 3 temel başlık olarak toplanmaktadır.

- Küreselleşme sonucu büyüyen rekabet,
- Karlılık ve verimlilik,
- Yeni iş süreçleri ve müşteri ile etkileşimdir.

2.4. Akıllı Lojistik Başarı Kriterleri

Endüstri 4.0 teknolojileri, bir organizasyonun süreçlerini ve yapısını değiştirme gücüne sahiptir. Endüstri 4.0 ile birlikte ortaya çıkan teknolojik kavramlar, kuruluşların yalın ve çevik uygulamalarda üstün başarı elde etmelerinde etkin rol

¹⁷⁴ Sven Winkelhaus, **a.g.m.**, p.18-43.

¹⁷⁵ Handfield, R., Nichols Jr, E., **“Introduction to. Supply Chain Management”**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1999.

¹⁷⁶ Bob Lowson, Russell King ve Alan Hunter, **“Quick Response, Managing the Supply Chain to Meet Consumer”**, dergi adı, vol, 2016, p.14-15.

oyunmaktadır. Endüstri 4.0 kavramı ve içerdği teknolojiler düşünüldüğünde birbiriyle ilişkili birçok kavram bulunmaktadır. Endüstri 4.0, konseptinde yer alan teknolojiler sayesinde üretimde hız, esneklik ve kişiye özel ürün ve hizmetlerin üretilmesini sağlamanın yanı sıra, otomasyon ve optimizasyon teknolojilerinin şekillenmesinde ve yeni iş süreçlerinin buna göre şekillenmesinde de etkilidir.¹⁷⁷

Endüstri 4.0, artırılmış gerçeklik, simülasyon, makine öğrenimi gibi gerçek zamanlı veriler için yepyeni bir dizi süreci ifade eder. Bazı durumlarda bu süreçler IoT (Nesnelerin İnterneti), sensör teknolojisi gibi farklı teknolojilerde eklenmekte ve bu teknolojilerin ortak amacı tedarik zinciri odaklı çalışan firmaların birbirine bağlı yapılar içerisinde daha etkin ve verimli operasyonlar gerçekleştirmesini sağlamaktır. Ayrıca, IoT ve sensör teknolojisinin varlığı, gelişmiş izleme- kontrol ve analiz sağlar. Bu sayede üretim sahasında yürütülen süreçler ile bu süreçlere dahil olan çalışanlar arasında analiz, akıl yürütme ve iletişime dayalı bir mekanizma çalışır.¹⁷⁸

Endüstri 4.0 konsepti ile gelişen teknolojik bileşenler ciddi bir yatırım gerektirmektedir. Ancak yatırımın geri dönüşü, süreçlerin yapısını ve performansını güçlendirmekte ve böylece organizasyonu ciddi kayıplardan korumaktadır. Örneğin, Endüstri 4.0 ile bağlantılı olarak tam zamanında bakım faaliyetleri üzerine yapılan araştırmalar, maliyetlerde %30'luk bir azalma ve makine-teçhizat arızalarında %70'lik bir azalma olduğunu göstermektedir.¹⁷⁹

Kısaca Endüstri 4.0 konseptinde yer alan teknolojiler, kuruluşların verim, etkinlik ve çevikliklerini artırmalarını sağlarken, değer zincirini güçlendirip yenilikçi çözümlere olanak tanıyarak, organizasyonel maliyetleri azaltıp, kâr ve faydaları maksimize etmelerini sağlamaktadır.¹⁸⁰

¹⁷⁷ T. Özgür Özkan, "A Contemporary Analysis Of Industry 4.0 for Logistics Supply Chain Management and Transportation", Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, şehir, 2019, p. 29.

¹⁷⁸ T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.29.

¹⁷⁹ Sullivan, G.P., Pugh, R., Melendez, A.P., and Hunt, W.D., "**Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency**", Federal Energy Management Program, Release 3.0, 2010, p. 49 – 58.

¹⁸⁰ T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.29.

2.4.1. Nesnelerin İnterneti

“Nesnelerin İnterneti” (IoT) terimi ilk olarak 1999 yılında İngiliz teknoloji öncüsü Kevin Ashton tarafından fiziksel dünyadaki nesnelerin sensörler aracılığıyla internete bağlanabileceği bir sistemi tanımlamak için kullanılmıştır.¹⁸¹

Ashton bu terimi, kurumsal tedarik zincirlerinde kullanılan Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) etiketlerini insan müdahalesine gerek kalmadan malları saymak ve izlemek için İnternet'e bağlamanın gücünü göstermek için icat etmiştir. Bugün, Nesnelerin İnterneti, İnternet bağlantısı ve bilgi işlem yeteneğinin çeşitli nesnelere, cihazlara, sensörlere ve günlük öğelere yayıldığı senaryoları tanımlamak için popüler bir terim haline gelmiştir.¹⁸²

“Nesnelerin İnterneti” terimi nispeten yeni olsa da cihazları izlemek ve kontrol etmek için bilgisayarları ve ağları bir araya getirme kavramı uzun zamandan beri görülmektedir. Örneğin, 1970'lerin sonlarında, telefon hatları aracılığıyla elektrik şebekesindeki sayaçları uzaktan izlemeye yönelik sistemler zaten ticari kullanımda olmuştur. 1990'larda, kablosuz teknolojiadaki gelişmeler “makineden makineye” (M2M) kurumsal ve endüstriyel çözümlere ekipman izleme ve işletiminin yaygınlaşması için izin vermiştir. Bununla birlikte, bu erken M2M çözümlerinin çoğu, İnternet Protokolü (IP) tabanlı ağlar ve İnternet standartları yerine, kapalı amaca yönelik ağlara ve tescilli veya sektöre özel standartlara dayandırılmıştır.¹⁸³

Bilgisayar dışındaki cihazları İnternet'e bağlamak için IP kullanmak yeni bir fikir değildir. İlk internet aygıtı internet üzerinden açılıp kapatılabilen IP özellikli bir ekmek kızartma makinesi üzerinde 1990'da bir internet konferansında gösterilmiştir. Sonraki birkaç yıl içinde, diğer her şey IP özellikli hale gelmiştir. ABD'deki Carnegie Mellon Üniversitesi'nde bir makine ve İngiltere'deki Cambridge Üniversitesi'ndeki Truva Odasında bir cezve 2001 yılına kadar internete bağlı kaldı. Bu tuhaf

¹⁸¹ T. Kramp, R. Van Kranenburg, and S. Lange, "Introduction to the Internet of Things", in Enabling Things to Talk: Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, p. 1-10.

¹⁸² Abubakar Musa Ahmad, Ubaida Shehu Kalgo, Muhammad Saidu Aliero, Salisu Adamu Aliero, "An overview of Internet of Things: Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World", dergi adı, Vol. II, Issue I, 2020, p. 2-3.

¹⁸³ Abubakar Musa Ahmad, a.g.m., p.3.

başlangıçlardan itibaren, akıllı nesne ağına yönelik sağlam bir araştırma ve geliştirme alanı, günümüzün nesnelerin internetinin temelini oluşturmaya yardımcı olmuştur.¹⁸⁴

Birçok kuruluş, IoT uygulamaları ve kullanım senaryoları için kendi sınıflandırmalarını geliştirmiştir. Örneğin, "Endüstriyel IoT", şirketler ve dernekler tarafından imalat ve kamu hizmetleri dahil olmak üzere mal ve hizmetlerin üretimi ile

ilgili IoT uygulamalarını tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Diğerleri, IoT'yi giyilebilir cihazlar ve diğer cihaz türüne göre tartışılmıştır. Yine de diğerleri, "akıllı evler" veya "akıllı şehirler" gibi entegre konum tabanlı uygulamalar bağlamında IoT'ye (Nesnelerin İnterneti) odaklanmıştır. Uygulama ne olursa olsun, IoT kullanım durumlarının hayatımızın neredeyse her alanına yayılabileceği açıktır.¹⁸⁵

Popüler zihniyette, World Wide Web neredeyse İnternet'in kendisiyle eş anlamlı hale gelmiştir. Web teknolojileri, insanlar ve içerik arasındaki etkileşimlerin çoğunu kolaylaştırarak, onu mevcut internet deneyiminin tanımlayıcı bir özelliği haline getirmiştir. Web tabanlı deneyim, büyük ölçüde, bilgisayarlar ve akıllı telefonlar aracılığıyla içerik indiren ve oluşturan kullanıcıların aktif katılımı ile karakterize edilmiştir. IoT (Nesnelerin İnterneti) ile ilgili büyüme projeksiyonları gerçeğe dönüşürse, kullanıcılar tarafından otomobil bileşenleri, ev aletleri ve kendi kendini izleme cihazları gibi nesnelerle daha pasif internet etkileşimine doğru bir

kayma görebilir. Bu cihazlar, kullanıcı adına çok az insan müdahalesi ve hatta farkındalık ile veri gönderir ve alabilir.¹⁸⁶

İnternet ile en yaygın etkileşim ve bu etkileşimden türetilen ve değiş tokuş edilen veriler daha geniş ortamdaki bağlantılı nesnelerle pasif etkileşimden geliyorsa, IoT (Nesnelerin İnterneti), düşüncede bir değişimi zorlayabilir. Bu sonucun potansiyel olarak gerçekleştirilmesi "hiper bağlantılı bir dünya" internet mimarisinin genel

¹⁸⁴ N. Sharma, M. Shamkuwar, and I. Singh, "The history, present and future with IoT," in Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation: Springer, 2019, p. 27-51.

¹⁸⁵ BAUGLEY, Richard, and Colin McDonald, "Appliance Science: The Internet of Toasters (and Other Things)", CNET, March 2, 2015, (<https://www.cnet.com/home/kitchen-and-household/appliance-science-the-internet-of-toasters-and-other-things/>) Erişim Tarihi: 14.02.2022

¹⁸⁶ Mukesh Kumar, "The Internet of Things: An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World", Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World, vol, 2015, p.10.

amaçlı doğasının bir kanıtıdır ve bu, teknolojiyi kullanabilen uygulamalar veya hizmetler üzerinde doğal sınırlamalar getirmeyen bir durum olarak ifade edilmiştir.¹⁸⁷

Nesnelerin interneti, nesneleri birbirine bağlamak için birçok teknoloji kullanır. Bu şeyler, radyo frekansı tanımlama gibi veri iletişim kaynakları kullanılarak internet üzerinden iletişim düğümleri gibi davranabilir. Bu kavram, makineler arası

konuşma dahil olmak üzere, insan etkileşimi olmadan belirli görevleri yerine getirebilen akıllı şeyler de içerir. Dolayısıyla internetin sosyal özellikleri ve sıfır insan etkileşimi içerdiği düşünülebilir.¹⁸⁸

Nesnelerin interneti paradigması genellikle üç katman içerir: bir uygulama katmanı, bir ağ katmanı ve bir fiziksel katmandır. Ancak, bazı yeni araştırmalar iki katman daha eklemeyi önermiştir. Bunlar bir iş katmanı ve bir ara katmandır.¹⁸⁹

Fiziksel katman, nesnelerin interneti modelindeki en alt katmandır. Bu katmanın temel amacı, aynı zamanda bu katman tarafından gerçekleştirilen bir görev olarak kabul edilen veri toplama, verileri algılama gibi şeylerden/nesnelerden gelen verileri tanımlamaktır.¹⁹⁰

Ağ katmanı, fiziksel katmandan alınan veri paketlerini uygulama katmanına ileterek yukarı ve aşağı katmanlara hizmet eder ve bunun tersi de geçerlidir. Rolü, TCP/IP (Geçiş kontrol protokolü/İnternet iletişim kuralları dizisi) modelinin ağ katmanına benzerdir, bu katmanın ana işlevi, sensör ağının ve internetin her iki tarafında bir veya daha fazla ağ arabirimine sahip ağ geçitleri sağlamaktır.¹⁹¹

Ara katman amacı, bilgi işleme, hizmet yönetimi, kimlik doğrulama ve depolama yönetimidir. Bu katman, elde edilen sonuçlara bağlı olarak dinamik olarak tepki verebilir.¹⁹²

¹⁸⁷ Abubakar Musa Ahmad, **a.g.m.**, p. 4.

¹⁸⁸ Gerd K., Fahim K., Daniel F., and Vasughi S., **“Smart Objects and Building Blocks of Internet of Things”**, IEEE Internet Computing Journal, Vol.14, Issue I, 2010, p.44-51.

¹⁸⁹ Rafiullah K, Sarmad U., Rifaqat Z., and Shahid K., **“Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges”**, proceedings of 10 International Conference on Frontiers of Information Technology, Islamabad, Pakistan, 2012, p.3-4.

¹⁹⁰ Dieter U., Mark H., and Florian M., **“Architecting the Internet of Things”**, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, ISBN:978-3-642-19156-5, 2011, p. 97-120.

¹⁹¹ Miao W. et. al., **“Research on the architecture of Internet of things”**, proceedings of 3rd International Conference on Advanced Computer theory and Engineering, Beijing, China, 2012, p.484-487.

¹⁹² Rafiullah Khan, **a.g.e.**, p. 4-6.

Uygulama katmanı, verilerin son gösterimini gerçekleştirir. Ara katmandan veri alır ve tüketiciye bu verileri sunan uygulama içinde işlenmesine ilişkin genel bir görünüm verir. Bu kurulan veriler, ara katman katmanından gelen doğrulamaya dayanmaktadır ve bu aşamada yalnızca yetkili tüketici kendi verilerini görebilir.¹⁹³

İş katmanı, bu yeni önerilen katman ise, parayla veya yeni bir tüketici ihtiyacını karşılamak için halihazırda sunulan hizmetin nasıl düzeltileceğiyle ilgilidir.¹⁹⁴

Nesnelerin interneti, sıfır insan etkileşimi ile makineden makineye konuşmaya dayalı olarak hareket eder, ancak bununla sınırlı değildir, insanlar ve bağlı olmayan nesneler, hatta akıllı olmayan cihazlar bile nesnelerin internetinin bir parçası olabilir. Bu nedenle nesnelerin internetinin iki aktörü vardır; nesneler ve insanlar olarak söylenmiştir.

Akıllı Yük Taşımacılığında Nesnelerin İnterneti: Yük taşımacılığı, bir gemi, uçak, tren veya motorlu taşıt tarafından emtia ve yüklerin fiziksel akışıdır. Yükleme kapasitesinin israfı, yükleme görevlerindeki hatalar, düşük verimli operasyonlar ve nakliye güvenliği ve mal güvenliği ile karşı karşıyadır.¹⁹⁵ IoT'e dayalı akıllı yük taşımacılığı, bu tür sorunları hafifletmek için bilişim teknolojileri aktarma tesislerine ve mallara dahil etmek için bir çerçevedir.

RFID etiketinde taşınan Elektronik Ürün Kodu (EPC) ürün bilgilerini içerir ve nakliye sürecini izleyebilir.¹⁹⁶ Kaplara gömülü RFID etiketleri,¹⁹⁷ kamyonlar¹⁹⁸ ve tıbbi kaplar¹⁹⁹, yol boyunca okunabilir olmaktadır.

¹⁹³ Rafiullah Khan, **a.g.e.**, p. 4-6.

¹⁹⁴ Rafiullah Khan, **a.g.e.**, p. 4-6.

¹⁹⁵ Hidalgo Fort, E., J. R. Garcia Oya, F. Munoz Chavero, and R. Gonzalez Carvajal, **"Intelligent Containers Based on a Low-power Sensor Network and a Non-Invasive Acquisition System for Management and Tracking of Goods"**, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 19 (8), 2018, p. 2734–2738.

¹⁹⁶ Zhang, Y., W. Wang, L. Yan, B. Glamuzina, and X. Zhang, **"Development and Evaluation of an Intelligent Traceability System for Waterless Live Fish Transportation"**, Food Control 95, 2019, p. 283–297.

¹⁹⁷ Lun, Y. H. V., C. W. Y. Wong, K. H. Lai, and T. C. E. Cheng, **"Institutional Perspective on the Adoption of Technology for the Security Enhancement of Container Transport"**, Transport Reviews 28 (1), 2008, p. 21–33.

¹⁹⁸ Zacharewicz, G., J. C. Deschamps, and J. Francois, **"Distributed Simulation Platform to Design Advanced RFID Based Freight Transportation Systems"**, Computers in Industry 62 (6), 2011, p. 597–612.

¹⁹⁹ Garcia Zuazola, I. J., A. Moreno, H. Landaluce, I. Angulo, A. Perallos, U. Hernández-Jayo, N. Sainz, M. A. Ziai, J. C. Batchelor, and J. M. H. Elmirghani, **"Telematics System for the Intelligent Transport and Distribution of Medicines"**, IET Intelligent Transport Systems 7 (1), 2013, p. 131–137.

Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve coğrafi bilgi sistemi (GIS) gibi diğer yardımcı teknolojiler genellikle navigasyon, rota planlama ve ulaşım süreci izleme sağlamak için RFID ile birleştirilir.²⁰⁰ GPS, bir aracın konumunu gerçek zamanlı olarak bulmak ve izlemek için kullanılır; CBS, yolların ve ilgili tesislerin mekânsal dağılımını, yol koşullarını ve sürücüler için en uygun yönlendirme navigasyon hizmetlerini sağlar.

Akıllı Depolamada Nesnelerin İnterneti: Depolama, sipariş toplama ve kamyon yükleme dahil olmak üzere depolama ve sipariş yerine getirme faaliyetlerini ifade eder. Düşük işletme verimliliği, zayıf depolama alanı kullanımı, yanlış stoklar ve stok kayıtlarındaki hatalar gibi müşteri siparişlerinin karmaşıklığı ve çeşitliliğinden kaynaklanan zorlukların üstesinden gelmek için çaba sarf edilmiştir.²⁰¹ Nesnelerin İnterneti çerçevesindeki akıllı depolama bu çabalara önemli katkılarda bulunmuştur.

Nesnelerin interneti teknolojisi, nesneleri nesnelere ve işleçleri depodaki nesnelere bağlar. Raflar, arabalar, ürünler ve insan operatörleri gibi birbiriyle bağlantılı öğeler, merkezi bir depo yönetim sisteminde merkezi olmayan karar desteği sağlayarak ortam sensörlerini yerleştiren WSN (kablosuz sensör ağları) düğümleri ile izlenebilir. Merkezi olmayan karar alma sistemi, forklift arızaları ve sipariş yerine getirme değişiklikleri gibi acil durumlara hızlı bir şekilde yanıt verebilir. Karar verme gecikmelerini azaltır ve aksaklıkların çözümünde verimliliği artırır, bu da eşya-konut güvenliğini garanti eder.²⁰² Paletler, raflar ve arabalar gibi depo varlıkları arasındaki öz-örgütlenme davranışı ve ara bağlantı ağları, RFID, ortam istihbaratı ve çok aracı bir sistemle ilişkilendirilerek sağlanabilir.²⁰³

Akıllı Teslimatta Nesnelerin İnterneti: Teslimat, malların bir depodan veya dağıtım merkezinden belirlenen yere zamanında teslim edilmesini ifade eder. Daha

²⁰⁰ Liu, S., Y. Zhang, Y. Liu, L. Wang, and X. V. Wang, "An 'Internet of Things' Enabled Dynamic Optimization Method for Smart Vehicles and Logistics Tasks", *Journal of Cleaner Production* 215, 2019, p. 806–820.

²⁰¹ Lee, C. K. M., Y. Lv, K. K. H. Ng, W. Ho, and K. L. Choy, "Design and Application of Internet of Things-based Warehouse Management System for Smart Logistics", *International Journal of Production Research* 56 (8), 2018, p. 2753–2768.

²⁰² Trab, S., E. Bajic, A. Zouinkhi, A. Thomas, M. N. Abdelkrim, H. Chekir, and R. H. Ltaief, "A Communicating Object's Approach for Smart Logistics and Safety Issues in Warehouses", *Concurrent Engineering Research and Applications* 25 (1), 2017, p. 53–67.

²⁰³ Readdy, P. J., A. Gunasekaran, and A. Spalanzani, "Bottom-up Approach Based on Internet of Things for Order Fulfillment in a Collaborative Warehousing Environment", *International Journal of Production Economics* 159, 2015, p. 29–40.

hızlı, daha güvenli ve daha doğru bir teslimat hizmetine sahip olmak gerekir. Bununla birlikte, düşük operasyonel verimlilik,²⁰⁴ teslimat başarısızlığı,²⁰⁵ mevcut teslimat sisteminde kargo hırsızlığı²⁰⁶ ve bozulabilir ürünlerin bozulması.²⁰⁷ IoT tabanlı akıllı teslimatla ilgili yukarıdaki sorunları azaltmak için araştırmalar devam etmektedir.

IoT teknolojisi, teslimat sürecini izlemek ve izlemek için kullanılmış ve teslimat bilgilerini paylaşılabilir ve etkileşimli hale getirmiştir. RFID, sensör teknolojileri ve kablosuz özel ağ teknolojileri gibi nesnelerin interneti teknolojileri ve gömülü sistemler bilginin sanal iletimini destekler ve dağıtım hizmeti sağlayıcıları arasında bilgi akışını ve paylaşımını kolaylaştırır.²⁰⁸ Paylaşılan veya ortak teslimat, fiziksel lojistik kaynaklarının IoT yoluyla birbirine bağlanması, teslimat verimliliğinin artırılması ve kaynak optimizasyonu ile desteklenir.²⁰⁹ Teslimat araçlarına çeşitli akıllı sensörler, RFID etiketleri ve GPS cihazları monte edilir ve algılama bilgilerinin iletilmesini ve paylaşılmasını sağlayan sunucular ve diğer kullanıcıların akıllı cihazlarıyla bağlantı kurulur.²¹⁰ Teslimat araçlarına ek olarak, bir GPS alıcısını ve aktif bir RFID etiketini entegre eden bir mobil terminali taşıyan bir teslimat görevlisi hem iç hem de dış mekanlarda gerçek zamanlı konumu ile izlenebilir.²¹¹ Burada, GPS dış mekân coğrafi koordinatlarını sağlar ve RFID iç mekân konumlandırması için kullanılır. Kargo ve depolama ortamının teslimat sırasındaki görünürlüğü, bulut

²⁰⁴ Cagliano, A. C., A. De Marco, and C. Rafele, “E-Grocery Supply Chain Management Enabled by Mobile Tools”, *Business Process Management Journal* 23 (1), 2017, p. 47–70.

²⁰⁵ Fu, H. Pi., T. H. Chang, A. Lin, Z. J. Du, and K. Y. Hsu, “Key Factors for the Adoption of RFID in the Logistics Industry in Taiwan”, *International Journal of Logistics Management* 26 (1), 2015, p. 61–81.

²⁰⁶ Yang, M. H., J. N. Luo, and S. Y. Lu, “A Novel Multilayered RFID Tagged Cargo Integrity Assurance Scheme”, *Sensors* 15 (10), 2015, p. 27087–27115.

²⁰⁷ Shi, J., J. Zhang, and X. Qu, “Optimizing Distribution Strategy for Perishable Foods Using RFID and Sensor Technologies”, *Journal of Business and Industrial Marketing* 25 (8), 2010, p. 596–606.

²⁰⁸ Yu, J., N. Subramanian, K. Ning, and D. Edwards, “Product Delivery Service Provider Selection and Customer Satisfaction in the Era of Internet of Things: A Chinese e-Retailers’ Perspective”, *International Journal of Production Economics* 159, 2015, p. 104–116.

²⁰⁹ Wang, F., F. Wang, X. Ma, and J. Liu, “Demystifying the Crowd Intelligence in Last Mile Parcel Delivery for Smart Cities”, *IEEE Network* 33 (2), 2019, p. 23–29.

²¹⁰ Sivamani, S., K. Kwak, and Y. Cho, “A Study on Intelligent User-centric Logistics Service Model Using Ontology”, *Journal of Applied Mathematics*, vol., 2014, p. 1–10.

²¹¹ Lin, C. Y., W. T. Cheng, and S. C. Wang, “An End-to-End Logistics Management Application Over Heterogeneous Location Systems”, *Wireless Personal Communications* 59 (1), 2011, p. 5–16.

tabanlı CBS, GPS ve farklı sensörlere bağlı akıllı ölçüm cihazları²¹² aracılığıyla sağlanabilir.

2.4.2. Siber Fiziksel Sistemler

Bu terim 2006 yılında Helen Gill tarafından ABD tarafından yürütülen NSF (Ulusal Bilim Vakfı) CPS (Siber Fiziksel Sistemler) Çalıştayında önerilmiştir. Artık CPS'ler, ABD'nin ve birkaç Avrupa ülkesinin yenilik öncelik listelerine dahil edilmiştir.²¹³

- . CPS'nin mevcut gömülü sistemlerden veya otomatikleştirilmiş süreç kontrol sistemlerinden (APCS) yeniliği ve temel farkı, görünüşte benzer olmalarına rağmen, CPS'nin sibernetik başlangıcı, bilgisayar donanımı ve yazılım teknolojilerini, niteliksel olarak yeni aktüatörleri entegre etmesidir. Çevrelerini ve değişikliklerini algılayabilir, onlara cevap verebilir, öğrenebilir ve kendilerini uyarlayabilirler.
- . Bilgisayar bilimi açısından CPS, bilgi işlem ve fiziksel süreçlerin entegrasyonudur. Bunlar, fiziksel süreçlerin hesaplamaları etkilediği ve tam tersi durumlarda, genellikle geri bildirimle sahip gömülü bilgisayarlar, ağ monitörleri ve denetleyicileri içerir.²¹⁴
- . Otomasyon teknolojileri açısından CPS'ler, faaliyetlerin fiziksel çevrenin nesnelere ve yapılarına gömülü bilgi işlem ve iletişim çekirdekleri tarafından kontrol edildiği özel sistemlerdir.²¹⁵
- . ABD NSF'ye göre, geleceğin CPS'si performans, uyarlanabilirlik, hata toleransı, güvenlik ve kullanım kolaylığı açısından mevcut sistemleri çok aşacaktır.

²¹² Bogataj, D., M. Bogataj, and D. Hudoklin, “Reprint of Mitigating Risks of Perishable Products in the Cyberphysical Systems Based on the Extended MRP Model”, International Journal of Production Economics 194, 2017, p. 113– 125.

²¹³ Rasim A., Yadigâr I. and Lyudmila S., “Cyber-physical systems and their security issues”, Institute of Information Technology, Azerbaijan National Academy of Sciences, sayı, vol, Azerbaijan, 2018, p. 213.

²¹⁴ E.A. Lee, “Cyber physical systems: design challenges”, 11th International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, Orlando, Florida, USA, 2018, p. 363-364.

²¹⁵ K.H. Johansson, “Control of cyber-physical systems: fundamental challenges and applications to transportation networks”, 27th International Conference on Architecture of Computing Systems, Lübeck Germany, 2014, p. 3120-3121.

Siber-fiziksel sistemlerin teknik arka planı aşağıdaki gibidir:²¹⁶

1) Gömülü işlemcilere dayanan çok sayıda cihaz ve sonuç olarak veri depolama için artan bellektir.

2) CPS kontrol algoritmasının kalitesi, karmaşıklığını ve güvenilirliğini etkileyebilir, bu da bilgi işlem iş yükünün yoğunluğunu artırabilir.

3) Tepki süresi, geri besleme gecikmesini karakterize eder. Geri bildirim gecikmesi ne kadar fazlaysa, nesnenin kalite kontrolü o kadar kötü olur.

4) Büyük sistemlerde farklı teknolojik trendlerin kombinasyonu: IoT (Nesnelerin İnterneti), Akıllı ortam, vb.'dir.

5) Bilgi hacimlerinin büyümesiyle, bir insanı döngüde tutarak CPS (Siber Fiziksel Sistem) kontrolünün bir kısmını aktarmak gereklidir.

Mesleki ve kurumsal engeller, akademide bilim ve mühendislik disiplinleri için dar bir şekilde tanımlanmış, disipline özgü araştırma ve eğitim mekanları ile sonuçlanmıştır. Araştırma, sensörler, iletişim ve ağ oluşturma, kontrol teorisi, matematik, yazılım mühendisliği ve bilgisayar bilimi gibi izole alt disiplinlere ayrılmıştır. Örneğin, sistemler çeşitli modelleme formalizmleri ve araçları kullanılarak tasarlanır ve analiz edilir. Her temsil belirli özellikleri vurgular ve analizi izlenebilir kılmak için diğerlerini göz ardı eder. Tipik olarak, belirli bir formalizm ya siber ya da fiziksel süreci iyi temsil eder, ancak ikisini birden edemez. Fiziksel süreçleri modellemek için diferansiyel denklemler kullanılırken, ayrık davranışı ve kontrol akışlarını temsil etmek için Petri ağları ve otomatlar gibi çerçeveler kullanılır. İş gücü uzmanlığı da benzer şekilde üretkenlik, güvenlik ve verimlilik zararına olacak şekilde bölünmüştür. Modelleme ve formalizmlere yönelik bu yaklaşım, CPS geliştirmeye yönelik bileşen tabanlı bir "böl ve yönet" yaklaşımını desteklemek için yeterli olsa da, sistem düzeyinde ve bileşenden bileşene fiziksel olarak tasarımların genel doğruluğunu ve güvenliğini doğrulamak için ciddi bir sorun teşkil eder.²¹⁷

²¹⁶ J.A. Stankovic, "Research directions for the Internet of Things", IEEE IoT J., dergi ismi, sayı, 2014, p. 3-9.

²¹⁷ A. Rajhans et al., "An Architectural Approach to the Design and Analysis of Cyber-Physical Systems", Third International Workshop on Multi-Paradigm Modeling, Denver, CO, October 2009, p.2-8.

Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) görüşümüze girmiş ve günlük hayatımızda ve iş süreçleri yönetimimizde uygulanacaktır. Gelişen CPS koordineli, dağıtılmış ve bağlantılıdır ve sağlam ve duyarlı olmalıdır.²¹⁸

Yarının CPS'sinin yetenek, uyarlanabilirlik, esneklik, emniyet, güvenlik ve kullanılabilirlik açısından bugünün sistemlerini çok aşması gerekmektedir. Büyük veriler, geleneksel teknolojiler tarafından işlenemeyen büyük, karmaşık veya hızla oluşturulan veri kümeleridir. Karar vericiler, kaynak yöneticileri, mühendisler, ilk müdahaleciler, bilim adamları ve vatandaşlar, her gün birçok kaynaktan birçok formatta gelen ve sürekli olarak akan çok sayıda veri akışıyla karşı karşıya kalmaktadır. Büyük veri hacimlerini anlamak, geniş ve çeşitli bilgi akışlarından yararlı bilgileri analiz edip çıkarabilen son teknoloji araçları ve teknikleri gerektirir. İnsanların harika yaşamı ve iş dünyasının yüksek verimliliği, büyük verinin akıllıca ve doğru bir şekilde nasıl kullanılacağına ve sanal dünya ile fiziksel dünyayı sorunsuz bir şekilde bütünleştirmenin mümkün olacağı şekilde, büyük veriden yararlı bilgilerin nasıl alınacağına bağlıdır.²¹⁹

Lojistik sistemlerin yönetimi ve kontrolü, özellikle otonom veya yarı otonom lojistik sistemler için beklenen hedeflere ulaşmak için kilit unsurlardır. Bu nedenle, küresel rekabet ortamının zorlukları göz önüne alındığında, lojistik operasyonel hedeflere ulaşmak için gereken verimlilik, uyarlanabilirlik, ölçeklenebilirlik, esneklik ve güvenliği elde etmek için bir lojistik sistemin bileşenlerinin her birini birlikte izleyen, yöneten ve pilotluk yapan akıllı bir kontrol sistemine sahip olmak kritik öneme sahiptir.²²⁰

Dijital dönüşüm devrimi nedeniyle, son on yılda üretim alanındaki teknolojik gelişmelerin uygulanmasına yönelik artan bir eğilim görülmüştür. Üretim alanında dijital devrim olarak adlandırılan dördüncü sanayi devrimi, işbirlikçi robotlar, akıllı fabrikalar ve 3D baskı gibi üretim sürecinde üretkenliğe ve uyarlanabilirliğe yönelik birçok teknolojik ilerleme sağlamıştır. Lojistik sistemlerde belirtilen zorluklar göz

²¹⁸ Cheng Xiuzhen, vd., **Big Data and Knowledge Extraction for Cyber-Physical Systems**, Received, 2015, p.1-3.

²¹⁹ Cheng Xiuzhen, **a.g.e.**, p. 1-3.

²²⁰ Damien Trentesaux, etc. **“Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future”**, Proceedings of Sohoma, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, Volume 952, 2020.

önüne alındığında, teknolojik sürücülerini düzenleyen ve üretim sistemi için bir kontrol sistemi görevi gören ana teknolojik itici güçlerden biri tedarik zincirlerinin yönetimi ve kontrolüne genişletilebilir. Siber-fiziksel sistem olarak adlandırılan bu sürücü, çevredeki fiziksel dünya ve devam eden süreçlerle yoğun bir şekilde bağlantılı olan ve aynı zamanda internette bulunan veri erişim ve veri işleme hizmetlerini sağlayan ve kullanan iş birliği yapan hesaplama varlıklarından oluşur.²²¹ Başka bir deyişle, CPS, fiziksel sürecin belirli hedeflerine ulaşmak için bir geri besleme döngüsündeki sensörler ve aktüatörler aracılığıyla fiziksel dünyayla etkileşime giren iletişim kuran dijital cihazlar ve algoritmalar topluluğudur. Tabii ki, üretim alanı, ürünleri, kaynakları, konveyörleri ve operatörleri atölye verimliliğine doğru verimli bir şekilde düzenleme ihtiyacı nedeniyle Siber-Fiziksel Üretim Sistemleri büyük ölçüde kullanmıştır.²²² Bununla birlikte, lojistiğe uygulanan CPS teknolojisi üzerine bazı araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, CPS'nin lojistikte benimsenmesi ve bu teknolojik sürücünün getirebileceği potansiyel faydalar hakkında çok az gelişme ve tartışma olmuştur. Bu bir ihtiyaç olduğunu gösterir. CPS'nin lojistikteki özelliklerini ve bu teknolojik sürücünün lojistik alanında uygulanması için var olan özellikleri kavrar.

Genel olarak imalat ve sanayi üretimi, Siber Fiziksel Sistemler için en çok araştırılan konular olmuştur, çevre ile ilgili kolaylıkları ve kontrol teknolojisi ve iletişim yoluyla fiziksel dünyayı genişletmek farklı endüstriler için önemlidir.²²³

CPS, fiziksel ve sibernetik dünyaların birbirine bağlandığı siber fiziksel olarak formüle edilmiş bir veya daha fazla etkileşim ara birimi oluşturan insan kaynakları, ekipman ve unsurların birleşimidir. CPS, lojistik operasyonlarını izlemek ve kontrol etmek ve lojistik sürecinde insan kaynakları ve ekipmanın ürettiği bilgiden ve ilgili tedarik zincirinin farklı aşamalarında üretilen bilgiden yararlanmak için kullanılır. Bu iç bilgi, zincirdeki lojistik faaliyetlere bağlı olarak operasyonları sürekli iyileştirme,

²²¹ Monostori, L., et al., “Cyber-physical systems in manufacturing”, CIRP Ann. 65(2), 2016, p. 621–641, Ounnar, F., Pujo, P., “Pilotage auto-organisé de l’Internet physique via des systèmes logistiques cyber-physiques: cas du transport Chine-France”, Logistique. Manage. 27(4), 2019, p. 255–263.

²²² Lee, E.A., a.g.e., p. 363-369.

²²³ Baheti, R., Gill, H., “Cyber-physical systems”, Impact Control Technol. 12(1), 2011, p. 161–166, Chen, H., “Applications of cyber-physical system: a literature review”, J. Ind. Integr. Manage. 2(03), 1750012, 2017, p.2-28.

nakliye, depolama ve dağıtım hakkında bilgi üretmek için farklı zaman ölçeklerinde kullanılır. CPS'nin sonuçları, CPS'ye geri bildirim sağlayan ve iyileştirmeye yardımcı olan harici sistemler için de değer üretecektir.²²⁴

Üst düzey bir CPS'nin, otonom ve sürekli sistem yapılandırmasının ortamda karşılaştığı durumun profiline uyum sağladığı bir kendi kendini iyileştirme işlemi gerçekleştirdiği kabul edilir. Bu tür bir zekâ, süreç boyunca insan müdahalesine olan ihtiyacı ortadan kaldırır. CPS etkileşimi, geleceğin endüstrisinin ihtiyaçlarını karşılamak için önemli olduğu düşünülen akıllı çözümlerdir.²²⁵ Schuhmacher ve Hummel (2016), merkezi olmayan kontrol sistemlerinin, bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlere olan yüksek talebe ek olarak, giderek daha hızlı tempolu ve değişen bir dünyada üretimde lojistik yönetimi için neye yanıt verebileceğini göstermiştir.²²⁶

2.4.3. Büyük Veri Analizi

Büyük veri, geleneksel veri tabanı sistemlerinin işleme kapasitesini aşan verilerdir. Veriler çok büyük, çok hızlı hareket etmekte veya veri tabanı mimarilerinin sınırlarına uymamaktadır. Bu verilerden değer elde etmek için, onu işlemek için alternatif bir yol gereklidir.²²⁷

Büyük verinin ilk tanımı Merv Adrian'dan gelmektedir: "Büyük veri, kullanıcı nüfusu için kabul edilebilir bir geçen süre içinde onu yakalamak, yönetmek ve işlemek için yaygın olarak kullanılan donanım ortamlarının ve yazılım araçlarının erişimini aşmaktadır."²²⁸

Bir başka tanım ise McKinsey Global Institute tarafından yapılmıştır: "Büyük veri, boyutu tipik veri tabanı yazılım araçlarının yakalama, saklama, yönetme ve analiz etme yeteneğinin ötesinde olan veri kümelerini ifade eder".²²⁹

²²⁴ Damien Trentesaux, **a.g.m.**

²²⁵ Masoudinejad, M., et al., "Smart sensing devices for logistics application", TU Dortmund University, Dortmund, Germany, Springer, Cham, 2017, p. 41–52.

²²⁶ Schuhmacher, J., Hummel, V., "Decentralized control of logistic processes in cyber-physical production systems at the example of ESB logistics learning factory", Procedia CIRP 54, 2016, p. 19–24.

²²⁷ B. Franks, "Taming the Big Data Tidal Wave", New Jersey, John Wiley & Sons, New York, 2012, p. 336.

²²⁸ M.D. Gutzler, "Dialog: A Journal of Theology", 53(1), 2014, p. 23-29.

²²⁹ J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, "Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity", McKinsey Global Institute, New York, 2011, p. 1.

Bu tanımlar, teknoloji ilerledikçe büyük veri olarak nitelendirilen şeyin zaman içinde değişeceğini ima eder. Yukarıdaki tanımlar, aynı zamanda, mevcut araçlar ve teknolojiler yetenek açısından büyük ölçüde farklılık gösteriyorsa, büyük veriyi oluşturan şeyin sektöre ve hatta kuruluşa göre değişebileceğini ima etmektedir.²³⁰

Büyük veri, tek bir teknoloji değil, şirketlerin eyleme geçirilebilir içgörüler elde etmesine yardımcı olan eski ve yeni teknolojilerin birleşimidir. Bu nedenle, büyük veri, gerçek zamanlı analiz ve reaksiyona izin vermek için büyük miktarda farklı veriyi doğru hızda ve doğru zaman çerçevesinde yönetme yeteneğidir. Büyük Veri, dört farklı bileşenin bir araya gelmesiyle anlamlı bir yapıya dönüşmektedir. Bu bileşenler aşağıdaki şekildedir:²³¹

1. Hacim-Hacim: Büyük Verinin ana bileşeni olan bu, geleneksel veri işleme yöntemlerinin geliştirilmesini ve yüksek teknoloji ile donatılmış sistem ve yöntemlerin varlığını gerektiren bir kavram olarak değerlendirilebilir.²³² Hacim, büyük verilerle gelen ilk düşüncedir. Bazı uzmanlar Petabayt'ı büyük verinin başlangıç noktası olarak görmüştür. Gittikçe daha fazla veri ürettikçe, bu başlangıç noktasının büyümeye devam edeceği kaçınılmazdır. Bununla birlikte, diğer iki V'nin daha doğrudan bir etkiye sahip olduğu düşünülmüş, hacim kendi başına büyük veri için mükemmel bir kriter değildir.
2. Hız-Hız: Bu bileşen, verilerin üretildiği, saklandığı, analiz edildiği ve süreçlerde kullanıldığı hız olarak düşünülebilir. Verilerin saklanması, aktarılması ve işlenmesi sırasında oluşan hız, verilerin gerçek zamanlı ve belirli bir zaman aralığında işlenmesini gerektirmektedir.²³³

Hız, verinin üretildiği hızı veya iletilme sıklığını ifade eder. Los Angeles bölgesindeki otoyolların sensörlerinden gelen veri akışını veya bazı

²³⁰ J. Hurwitz, A. Nugent, F. Halper and M. Kaufman, “**Big Data for Dummies**”, John Wiley & Sons, New York, 2013, p. 15.

²³¹ P. Zadrozny and R. Kodali, “**Big Data Analytics Using Splun**”, Apress, New York, 2013, p. 353.

²³² Alshboul, Y., Wang, Y., and Nebali, R., “**Big Data Life Cycle : Threats and Security Model**”, Twenty-first Americas Conference on Information Systems, Puerto Rico, 2015, p. 3623 – 3630.

²³³ Pouchard, L., “**Revisiting the Data Life Cycle With Big Data Curation**”, International Journal of Digital Curation, 10(2), 2016, p. 176 – 192.

havalimanlarındaki kalabalıktaki yüzleri tarayan ve işleyen video kameralar, popüler e-ticaret sitelerinin tıklama akış verileri de örnek gösterilebilir.²³⁴

3. Çeşitlilik-Çeşitlilik: Büyük Veri çağında, kuruluşlar birçok farklı kaynaktan çok farklı bilgiler alır. Farklı kaynaklardan gelen ve farklı formatlarda bulunan verilerin kullanılması, aktarılması ve saklanması, Büyük Veri kavramlarının muhtemelen en sorunlu yönüdür.²³⁵ Çeşitlilik, mevcut olan tüm farklı veri ve dosya türleri ile ilgilidir. iTunes mağazasındaki müzik dosyalarını veya Netflixteki filmleri, New York Times web sitesindeki makaleler, tweetler, coğrafi konum verileriyle birlikte foursquare check-in'ler ve ardından gömülü bir bilgisayara sahip herhangi bir sistem tarafından üretilen tüm farklı günlük dosyalarına sahip olmaktadır. Bu üç V'yi birleştirdiğinizde, Büyük Veri'nin neyle ilgili olduğuna dair daha eksiksiz bir resim elde etmeye başlanır.²³⁶
4. Değer-Değer: Büyük Veriden değer elde edilmesi, kullanılan yöntemlerin doğruluğuna ve güncelliğine bağlıdır. Büyük Veri, iş süreçlerinde alınan kararları ve süreçleri iyileştirmek için birçok şekilde kullanılabilir. İş dünyası büyük verinin değerini bilir ve bu değeri tüm organizasyonel süreçlerde kullanılabilir kılmak için farklı uygulamalar denemektedir.²³⁷

Bazı büyük veri örnekleri şu şekildedir:²³⁸

- Sosyal medya metin,
- Set üstü kutudan kanal tıklama bilgileri,
- Web tarama ve arama,
- Ürün kılavuzları,
- İletişim ağı olayları,
- Çağrı Detay Kayıtları (CDR'ler),
- Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID) etiketleri,

²³⁴ Pouchard, L., **a.g.m.**, p. 176 – 192.

²³⁵ Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J.A., and Money, W., “**Big Data : Issues and Challenges Moving Forward**”, 46th Hawaii International Conference on System Sciences, 2013, p. 995 – 1004.

²³⁶ A. Sathi, “**Big Data Analytics: Disruptive Technologies for Changing the Game**”, MC Press, Boise, 2012, p. 4.

²³⁷ Watson, J.H., “**Tutorial: Big Data Analytics: Concepts, Technologies, and Applications**”, Communications of the Association for Information Systems, 34(65), 2014, p. 1249 – 1267.

²³⁸ K. Davis and D. Patterson, “**Ethics of Big Data**”, O'Reilly Media, city California, 2012, p. 1.

- Haritalar,
- Trafik şemaları,
- Hava durumu verileri olarak belirtilmiştir.

Devasa veriler analiz edildiğinde ekonomik değer katmaktadır. Bu analizler, büyük yapılandırılmamış verilerle uğraşmaya yardımcı olan yeni bir dizi teknoloji kullanır. Bu verileri keşfetmenin bir yolu, eski keşif yöntemlerini geliştirmektir. Bu verileri analiz etme becerisine sahip olmak, bir kuruluşa dünyaya cevap verme konusunda gelişmiş bir konum ve öncelik sağlar ve gerektiğinde gerektiğinde karar vermesine yardımcı olur. Çevremizdeki dünya, karardan yararlanma fırsatı, verilerin kullanılabilirliği ve nasıl analiz edileceğini bilme üzerine inşa edilmiştir; kişiye ön planda olma motivasyonu ve doğru kararlar vermesi için birey verir. Özel bulut bilişim kullanımı riski azaltır ve veri güvenliğini artırır. Verilerin zamanında analiz edilmesi, doğru görüntünün oluşturulmasına ve gelecek tahminlerinin yapılmasına yardımcı olur.²³⁹

Büyük veri analitiği, uzmanların, kullanıcıların ve veri bilimcilerinin, başka türlü ele alınması zor olan çeşitli veri kaynaklarından ve geleneksel iş sistemlerinden alınan hacimli verileri analiz etmesine yardımcı olur. Konvansiyonel sistemler, çeşitli veri kaynaklarını analiz etme kapasiteleri olmadığı için yeterince performans göstermez. Büyük verileri analiz etmek için en son yazılımlar kullanılır; ancak yapılandırılmamış veriler geleneksel veri ambarlama teknikleri ile işlenemez. Büyük verilerin yüksek işleme ihtiyaçları, geleneksel veri ambarı ile yetersiz şekilde ayarlanır. Sonuç olarak, Hadoop, NoSQL ve MapReduce gibi yeni ve büyük veri ortamı ve işleme teknikleri gelişir. Bu tür teknolojiler, kümelenmiş bir sistemde büyük veri kümelerini işleyen açık kaynaklı bir çerçevenin parçasıdır.²⁴⁰

Büyük verilerin özü bulma ve tahmin etmektir. Verilerin madenciliği ve analizi yoluyla, veri yüzeyinin altında gizlenmiş tarihin geçerli yasasını bulur ve gelecekteki eğilimi tahmin eder. Bu nedenle, büyük verinin arka planı altında, veri bilgisi, lojistik işletmelerinin yönetim modunu değiştirecek ve lojistik işletmelerinin kar modunu

²³⁹ K. Krishnan, “Introducing Big Data Technologies Data Warehousing in the Age of Big Data Chapter 4”, 2016.

²⁴⁰ S. Srinivasa and V. Bhatnagar, “Big Data Analytics”, Second International Conference, BDA 2013, Mysore, India, December 2013, Proceedings, 2012, p.24-26.

yenileyecek önemli bir üretim faktörü haline gelmiştir. Büyük veri varlıklarını kullanma sürecinde, edinim, entegrasyon, yönetişim, analiz, tahmin, kesin eylemde bulunmak için bilimsel karar verme gibi her adım önemli bir rol oynar.²⁴¹

Büyük veri teknolojisinin stratejik önemi, bilginin profesyonel olarak işlenmesinde ve değer madenciliğinde, pazardaki uzun vadeli eğilimlerin analizinde yatmaktadır. Lojistik endüstrisinde büyük verilerin uygulanmasının kademeli olarak derinleşmesiyle, gelecekteki lojistik endüstrisinde elde edilen veriler sadece endüstrinin iç bilgisi değil, aynı zamanda çok sayıda dış bilgiyi de içermektedir. Veri analizine dayanarak, lojistik işletmeleri her müşteri için kişiselleştirilmiş ve farklılaştırılmış hizmeti tahmini ile uyarlayabilir.

Büyük veri analizi, lojistik işletmelerinin müşteri sadakatini artırmasına yardımcı olur. Lojistik işletmeleri için, müşterinin davranış alışkanlığının analizi, pazar tanıtım yatırımlarını, tedarik zinciri yatırımlarını ve tanıtım yatırım getirilerini en üst düzeye çıkarmaktadır. Gelişmiş istatistiksel yöntemlerle, lojistik kurumsal kullanıcılar tarihi kayıt ve analiz edilmesi yoluyla model kurmak, gelecekteki davranışları tahmin edilebilir, o zaman ileriye yönelik lojistik hizmeti plan tasarımı, bu nedenle kaynaklarını entegre ve müşteri kaybını önlemek için müşteri ile iş birliği düzeyini artırabilir. Lojistik işletmeleri, mevcut kullanıcıların değerini yalnızca büyük verilerle çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda veriler aracılığıyla yeni kullanıcılara verimli bir şekilde erişebilir. Büyük veri teknolojisi, devrim ile pazar tanıtımında oyun kurallarını değiştirmektedir. Bilgi etkileşimini teşvik ederek, hizmet ayarlamasını, fiyat değişikliklerini ve pazar değişikliklerini ve diğer bilgileri müşterilere iter ve müşteri ihtiyaçlarının değişimini sürekli olarak karşılar. İnternet bağlamında pazarlama, zaman ve mekân kısıtlamalarından etkilenmeyecek ve artık sadece tek yönlü bir bilgi akışı olmaktan çıkacaktır. En büyük fark, müşterilerle iletişim kurmaktan ve müşterileri çekmek, müşterileri yönetmek, promosyonlar başlatmak ve son olarak bir satışa ulaşmak için tüm pazarlama sürecinin yalnızca bilgi etkileşiminde

²⁴¹ Zi Wucheng, “The Evolution of the Era of "Big Data" Enterprise Ecosystem and Construction”, Social Science, (12), 2013, p. 55-62.

gerçekleştirilebilmesi ve kullanıcı davranışının anlaşılması yoluyla hassas pazarlamanın gerçekleştirilebilmesidir.²⁴²

Büyük veri analizi, lojistik sektörünün hizmet yönetiminin şeffaflığını ve kalitesini artırabilir. Büyük veri analizi, lojistik bilgi iletişiminin açılması ve bilgi paylaşımı yoluyla lojistik uygulayıcılarını ve lojistik organizasyonun performansını daha şeffaf hale getirebilir ve dolaylı olarak lojistik hizmet kalitesinin iyileştirilmesini teşvik edebilir. Lojistik hizmet sağlayıcıları tarafından belirlenen işletme ve performans verilerine göre veriler analiz edilerek görselleştirilmiş akış şeması ve gösterge tablosu oluşturulabilir ve bilgi şeffaflığı artırılabilir.²⁴³

Büyük veri analizi, lojistik işletmenin kar modunu optimize edebilir. Lojistik endüstrisinin ve toplumun ağ platformunu kurarak, platform çok sayıda değerli veri üretebilir, değerli veriler sağlayabilir ve lojistik endüstrisi müşterilerinin tüketim kayıtlarını özetleyebilir ve gelişmiş analizleri sürdürebilir ve nihayetinde karar verme yeteneğini geliştirebilir. Platformdaki kullanıcıların veri analizi, kullanıcıların davranış tahminlerinin her zaman kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarına uygun olmasını sağlamak için gerçek zamanlı olarak güncellenir. Aynı zamanda, davranış tahminine göre dinamik olarak bir miktar pazar stratejisi tasarlanır, pazar genişleme hızı lojistik endüstrisindeki büyük veri toplama ve analizinin gelişmekte olan hızına bağlı olacaktır. Şirketin görünürlüğünü ve karlılığını önemli ölçüde artıracak doğru ve zamanında lojistik bilgi danışmanlığı sağlamak için ulusal bir müşteri veri tabanı oluşturulur.²⁴⁴

Büyük veri lojistiği, lojistik ve taşımacılık şirketlerinin tedarik zinciri süreçleri için faydalı olduğu düşünülen fabrikalarda işlemenin optimizasyonu, fonksiyonların ve iş akışının düzenlenmesi için kullanılır. Üçüncü Taraf Lojistiği ile ilgili 21. Yıllık Toplantıda, üçüncü taraf lojistikçilerin %98'i, iyileştirilmiş verilere dayalı karar vermenin “tedarik zinciri faaliyetlerinin ve süreçlerinin gelecekteki başarısı için gerekli” olduğunu belirtti. Aynı toplantıda, nakliyecilerin %81'i ve üçüncü taraf

²⁴² Yaxing Wang, Lijie Feng, Heyu Chang1 and Min Wu, “**Research on the Impact of Big Data on Logistics**”, School of management and engineering, Zhengzhou University, China, MATEC Web of Conferences 100, 02015, 2017.

²⁴³ Yaxing Wang, Lijie Feng, Heyu Chang1 and Min Wu, “**Research on the Impact of Big Data on Logistics**”, School of management and engineering, Zhengzhou University, China, MATEC Web of Conferences 100, 02015, 2017, p.2-4.

²⁴⁴ Yaxing Wang, **a.g.e.**, p.3-4.

lojistikçilerin %86'sı, büyük verilerin etkin kullanımının tedarik zinciri kuruluşlarının temel yetkinliği olacağını ileri sürmüştür.²⁴⁵

Mal Taşımacılığında Büyük Veri Kullanımı: Büyük veri kullanmanın en büyük faydalarından biri, mal ve malzeme sevkiyatlarını takip etmede şirketlere sağladığı yardımdır. Şirketler, sarf malzemelerinin sevkiyat sürecini baştan sona takip edebilirler. RFID ve IOT teknolojileri kullanılarak mal ve ekipmanların anlık takibi ve teslimat süresinin planlanması organize edilebilir. Örneğin, bazı durumlarda nakliye görevlisinin varış noktasını bulmakta zorluk çekmesi veya trafik sıkışıklığına uğraması mümkün olabilir. Bu durumlarda, nakliye görevlisinin ürünü zamanında teslim edemeyeceği ve alıcıyı bekletemeyeceği ihtimali yüksektir. Bu nedenle, alıcının teslimatın uzunluğunu tahmin etmesi ve izlemesi çok zordur. Büyük veri teknolojisi, bu izleme sürecinde ve bu potansiyel gecikmenin neden olduğu sorunun üstesinden gelmek için kullanışlıdır. Büyük veri sayesinde, malların ve ekipmanların nakliye süreci baştan sona gerçek zamanlı olarak aynı anda izlenebilir. Alıcı, akıllı telefondaki satın alımını takip edebilir ve bu nedenle tedarikçi tarafından sağlanan gerçek zamanlı bilgiler yardımıyla teslimat durumunu kontrol edebilir. Benzer şekilde, teslimat süreci, aracın gerçek zamanlı konumunu, ne kadar uzaklaştığını veya teslimat yerine ulaşmak için ne kadar kaldığını belirlemek amacıyla ürünü teslim eden şirket tarafından da izlenebilir. Sonunda, nakliye süreci hem müşteriler hem de şirketler için şeffaf hale gelir.²⁴⁶ Ayrıca, birçok büyük şirket, genel sevkiyat süreçleri için iyi gönderilerinde Wal-Mart gibi RFID etiketlerini kullanmaktadır.²⁴⁷

Rota Optimizasyonu için Büyük Veri Kullanımı: Lojistik şirketleri için en büyük zorluklardan biri, karlarını maksimize etmek ve maliyetleri en düşük seviyede tutmak için operasyonlarının yüksek oranda optimize edilmesini sağlamaktır. Son kilometre teslimatı için rota planlaması, bırakma sürelerini de hesaba kattığı için özellikle zordur. Teslimat aracı için en kısa rotayı belirlemek de kullanılmaktadır. Tedarikçi ayrıca, araçlara monte edilen sensörler aracılığıyla büyük veri teknolojisi ile

²⁴⁵ Dinç, Y. & Korkmaz, O. (2021). BÜYÜK VERİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE KULLANIMI: MERSİN İLİ ÖRNEĞİ, Verimlilik Dergisi, (4) , 67-88.

²⁴⁶ Joshi, N., "Use Causes of Big Data in Logistics", Allerin Retrieved, 5, 2019, (<https://www.allerin.com/blog/5-use-cases-of-big-data-in-logistics>), Access: 04.06.2022.

²⁴⁷ Rozados, IV. & Tjahjono, B., "Big data analytics in supply chain management: Trends and related research", 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management, 2014, p.1-11.

hava durumu raporları ve trafik güncellemeleri hakkındaki verileri de alabilir. Bu nedenle tedarikçiler, harcama kalemleri listesinin en üstünde yer alan yakıttan tasarruf edebilir ve sarf malzemelerinin normal süreden daha hızlı teslim edilmesine yardımcı olabilir. Rota optimizasyonu konusunda araştırma yapan global bir analitik ve danışmanlık şirketindeki büyük veri analizi uzmanları, şirketlerin gelen ve giden olaylara proaktif olarak tepki vermelerine yardımcı olarak harcama maliyetlerini düşürdüğünü doğrulamıştır. Ayrıca, bu sürecin lojistik hizmet sağlayıcıların tedarik zinciri süreçlerini geliştirmelerine ve sağlam yapılar inşa etmelerine yardımcı olduğunu gözlemlemişlerdir.²⁴⁸

Bozulabilir Malların Teslimi için Büyük Veri Kullanımı: Büyük veri, en yüksek kalitede ürünlerin getirilmesi için kullanılabilir. Örneğin, süt ürünleri gibi bozulabilir malzemeler zamanında teslim edilmelidir. Süt ürünlerinin teslimat aracı tarafından gecikmeli olarak teslim edilmesi süt ürünlerini bozabilir. Bu doğrultuda şirketler, büyük veri teknolojisi ve sensörler ile müşterilerine kaliteli ve sağlıklı ürünler sunabilmektedir. Aslında, gıda gibi bozulabilir malların güvenliği, teslimat görevlileri ve şirketler tarafından, araçta depolanan ürünlerin kalitesini izlemek amacıyla teslimat aracına monte edilen ısı sensörlerinden iletilen bilgilere dayanarak korunabilir.²⁴⁹

2.4.4. 3D Yazıcılar

Üç boyutlu (3D) yazıcılar, Endüstri 4.0 konseptinde bir nevi CNC makinesi görevi görmektedir. Bu yazıcılar sayesinde sanal yapıda tasarlanan bir ürün üç boyutlu olarak üretilebilmektedir. 3D yazıcılar, Endüstri 4.0 konseptinde üretim faaliyetlerinin geliştirilmesine olanak sağlarken, aynı zamanda ürünlerin benzersiz bir şekilde üretilmesine de olanak tanımaktadır. 3D yazıcılar donanım bileşenlerine dayanmakla birlikte, değişen ihtiyaçları karşılamak ve tasarlamak için yazılım bileşenlerine ihtiyaç duyar.²⁵⁰

3D yazıcılar otomotiv, havacılık, mimari, elektronik ve savunma gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Geleneksel üretim tekniklerinde yöntemlerin ve

²⁴⁸ Valmonte, G., “The Distinct Impact of Big Data Analytics in Transport & Logistics”, Monstarlab, 2021, (<https://monstar-lab.com/nl/blog/the-distinct-impact-of-big-data-analytics-in-transport-logistics/>) Access: 05.04.2022.

²⁴⁹ Joshi, N., **a.g.m.**, p. 5.

²⁵⁰ T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.29.

modellemenin sınırlı olması, 3D baskı ve prototipleme yöntemlerinin popülaritesini artırmaktadır. 3D baskı ve prototipleme yöntemlerinin en çok kullanıldığı süreçler, bağımlılık yaratan üretim süreçleridir. Katmanlı üretim, uzun süreli üç boyutlu yazıcılarla hızlı prototipleme aşamasının gelişmiş ve endüstriyel olarak işlevselleştirilmiş hali olarak tanımlanabilir.²⁵¹

Endüstri 4.0 ile gerçekleştirilen üretim süreçlerinde temel amaçlardan biri hedef kitleye özel kişisel ürünler yaratmak olduğundan eski yöntemler uygulamadan kaldırılmıştır. 3D yazıcıların hem üretim süreçlerini hızlandırma hem de karmaşık nesnelerin tasarlanması ve üretilmesi açısından etkin katkısı göz önüne alındığında, yenilikçi bir yaklaşımla üretim süreçlerinin yeniden tasarlanabileceği düşünülmektedir.²⁵²

Akıllı bileşenler, akıllı üretim süreçleri ve 3D baskı gibi teknolojik kavramların katmanlı üretim süreçleri ile dahil edilmesi, ürünün yeniden düzenlenmesi ve tedarik sürelerinin kısaltılması hem üretim platformu hem de müşteri için avantajlıdır. Şekil olarak üretimi zor olan ve geleneksel yöntemlerle üretilmeyen ürünler, eklemeli imalat ve 3D yazıcı teknolojisi ile üretilmektedir. Katmanlı üretim, kişisel ürün tasarlama ve hammadde kullanımını azaltma gibi yeniliklerle kuruluşlara ve çevreye avantajlar sunmaktadır.²⁵³

Kullanılan tedarik, iş gücü, ekipman maliyetleri ve harcanan güç, eklemeli imalat kavramının maliyet kalemleridir. Eklemeli imalat süreçlerinde en fazla maliyet kullanılan hammaddedir. Ayrıca işgücü maliyeti %2-3 ve enerji harcaması maliyeti %1'den azdır.²⁵⁴

3D yazıcılarla gerçekleştirilen katmanlı üretim süreçlerinde kullanılan malzeme çeşitliliği de sınırlıdır. Eklemeli imalat süreçlerinde en yaygın olarak kullanılan malzeme ve besleme stokları plastik esastır. Plastik esaslı malzemelerin

²⁵¹ Dilberoğlu, U., Gharehpapagh, B., Yaman, U., and Dolen, M., “**The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0**”, *Procedia Manufacturing*, 2017, p. 545 – 554.

²⁵² T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.35.

²⁵³ Horst, D.J., Duvoisin, C.A., and Vieira, R.D.A., “**Additive Manufacturing at Industry 4.0**” A Review, *International Journal of Engineering and Technical Research*, 8(8), 2018, p. 3 – 8.

²⁵⁴ Thomas, D.S., and Gilbert, S., 2014. Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing. National Institute of Standards and Technology Technical Report (2014), USA.

kullanılması atık miktarını azaltsa da makine içi ve dışında atık olarak değerlendirilmeyen partiküller çevre sorunlarına neden olmuştur.²⁵⁵

Eklemeli üretim süreçlerinin yaygınlaşmasıyla dünya çapında ekonomik dengeler ve planlar değişmeye başlar. İthalatçı ve ihracatçı ülkelerin konumları, üretim şekillerinde yenilikçi ve vizyoner yaklaşımlarla kurulan tesislere göre değişmektedir. Eklemeli imalat elemanlarının farklı teknolojilerle desteklenmesi sonucunda kapasite ve kabiliyetlerinin artırılması ile farklı sektörlerde faaliyet gösteren kullanıcılara hitap ederek yeni bir endüstriyel üretim sürecinin başlangıcı olarak görülmüştür.²⁵⁶

2.4.5. Simülasyon ve Artırılmış Gerçeklik

Mühendislik uygulamalarında simülasyon modellemesi, üçüncü sanayi devrimi boyunca ivme kazanarak, sadece bilgisayar iş süreçleri ve mühendisler tarafından kullanılan bir teknoloji olmaktan çok, tasarım sorunlarını çözmek için standart bir araç haline gelmiştir.²⁵⁷

Devrim niteliğinde bir potansiyele sahip olan simülasyon teknolojisi, üretim tamamlanmadan sanal ortamda test edilebilmesi ve bu sayede maliyet ve zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle çok büyük ölçekli seri üretim yapan şirketler için önemli bir gelişmedir. Simülasyon uygulama yazılımlarının artması ve katma değer firmalar tarafından fark edilmesi ile kullanım alanlarının yaygınlaşabileceği düşünülmektedir.²⁵⁸

Simülasyonun tanımı, gerçek dünyadaki bir sürecin veya sistemin zaman içinde kopyası, yeniden üretimi, yansıması ve/veya benzerliğidir. Simülasyon temel olarak süreç ve/veya sistemin simüle edilmiş bir kaydını oluşturur ve bu simüle edilmiş kayıtların gözlemlenmesi yoluyla temsil edilen gerçek dünya sürecinin ve/veya sisteminin işleyen yönleri kavranabilir ve analiz edilebilir, olarak ifade edilmiştir.²⁵⁹

²⁵⁵ T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.35.

²⁵⁶ T. Özgür Özkan, **a.g.e.**, s.35.

²⁵⁷ B. Rodic, “**Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm**” dergi adı, sayı, Slovenia 2017, p.194-205.

²⁵⁸ Elitok, Eda, “**Digital Transformation Toward Industry 4.0: A Case Study In Turkey**”, The Graduate School Of Natural and Applied Sciences Of Atılım University, A Master of Science Thesis In The Department of Software Engineering, June, şehir, 2019, p.15.

²⁵⁹ Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K., & Young, T., “**Simulation in manufacturing and business**”, European journal of operational research, 203(1), 2010, p. 1-13.

Simülasyon uygulamaları, kapasite planlama, ulaşım yönetimi, tahmin, süreç tasarımı ve iyileştirme, üretim planlama, stok kontrolü, satın alma, kaynak tahsisi, lojistik, çizelgeleme, tedarik zinciri yönetimi, iş gücü planlaması, bakım yönetimi, proje yönetimi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Finansal yönetim, kalite yönetimi ile savunma, sağlık ve gerçek dünyadaki sorunları teşhis etmek için kamu hizmetleri, sürecin ve/veya sistemin davranışının gösterilmesi ve ardından analiz edilmesi, fırsatların ve olasılıkların araştırılması, temsil edilen çevre ile ilgili "eğer" sorularının sorulması ve temsil edilen ortamdaki kısıtlamaları ve sınırlamaları belirlemede kullanılmaktadır. Ancak, uygulama oldukça zaman alıcı ve pahalı olabilir ve vasıflı bir işgücü gerektirir. Ayrıca, temsil edilen ortamın açıklanması ve analizi de zor olabilir.²⁶⁰

Endüstri 4.0 teknolojileri arasında yer alan simülasyon, sanallaştırma ve optimizasyon için siber-fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar ve artırılmış gerçeklik dahil olmak üzere Endüstri 4.0 ile ilgili diğer trendler ve uzantılarla iş birliği yapmaktadır ve hem kaliteyi tasarlama hem analiz etme hem de iyileştirme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve üretim proseslerinin ve diğer simüle edilmiş fonksiyonların verimliliği için oldukça önemlidir. Ayrıca simülasyon, zaman ve kaynak israfının azaltılması, rota koşullarının optimizasyonu ve değiştirilmesi yoluyla verimliliğin artması, makine işleme süreleri ve üretim hızının yanı sıra artan gelir, verimlilik ve iş güvenliği gibi çeşitli faydalar sağlamaktadır.²⁶¹

Fakat sanal ve artırılmış gerçeklik terimleri benzer bir kelime olarak düşünülebilir, ancak bu iki terim bazı açılardan farklıdır. Örneğin, sanal gerçeklik (VR), sanal platforma gerçek nesneler ekleyerek kullanıcılara sentetik bir platform sağlar ve dolayısıyla sanal iyileştirme gerçekleşir. Ancak, kullanıcılar onu kullanırken gerçek dünyayı göremezler.²⁶²

Öte yandan, artırılmış gerçeklik ise, sanal ve gerçek dünya arasında bir bağ oluşturarak gerçek sözcüğü geliştirir ve kullanıcı deneyimini geliştirir. Ayrıca bu

²⁶⁰ Banks, J., "Introduction to simulation. In Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation" a bridge to the future-Volume I, 1999, p. 7-13.

²⁶¹ Gunal, M. M., & Karatas, M. (2019). Industry 4.0, Digitisation in Manufacturing, and Simulation: A Review of the Literature. Simulation for Industry 4.0, p.19-37.

²⁶² Azuma, R. T., "A survey of augmented reality". Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 1997, p. 355-385.

teknoloji, bilgisayarlar tarafından oluşturulan, etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak çalışan 3 boyutlu sanal nesneleri gerçek kelimeye sunabilmektedir. İlaveten bu teknoloji kullanıcıların sadece görme yetilerini geliştirmekle kalmayacak, aynı zamanda koku alma, dokunma gibi tüm duyu becerilerini de geliştirebilecektir.²⁶³

Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların hayatlarını kolaylaştırmış olup, insanlara yeni görevler hakkında hangi parçaların seçilmesi gerektiği, parçaların yeri ve onarım talimatı gibi bilgilere doğrudan ulaşmasına imkân verir.²⁶⁴ Böylece kullanıcılar dinamik üretim ortamına daha hızlı uyum sağlayabilirler.²⁶⁵

Artırılmış Gerçekliğin lojistikteki kullanım alanı ile ilgili olarak; Lojistik tesislerin planlanması aşamasında, tesisin nerede ve nasıl kurulacağı, tesiste kullanılacak ekipmanların nereye yerleştirileceği gibi konular artırılmış gerçeklik teknolojisi ile belirlenerek maliyetlerin düşürülmesini sağlamaktadır. Ayrıca eşyanın taşınması sırasında seyahat edilecek güzergahın planlanması, eşyanın tanımlanarak en uygun ve etkin yüklemenin belirlenmesi için de bu teknoloji kullanılabilir.

Uluslararası ticarete bu teknoloji, ülkeye göre değişen ithalat/ihracat süreçlerinde belgelerin kontrolü ve tercümesi için kullanılabilir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile depolarda yerleşim planlaması kolaylıkla yapılabilir. Kullanıcıların, bir deponun kullanılabilir alanını envanter kriterlerine göre kolayca maksimize etmelerini sağlar. Kullanıcılar, kat planını fiziksel depoya yerleştirerek, hangi yerleşimin en iyi sonucu verdiğini belirleyebilir ve depo planlamasıyla ilişkili maliyetleri azaltabilir.²⁶⁶ Ayrıca paketleme süreçlerinin optimizasyonu için bu teknoloji ile malların tanımlanması, içerik bilgileri, paketleme talimatları gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmektedir.²⁶⁷

²⁶³ Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), p.34-47.

²⁶⁴ Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group, 9.

²⁶⁵ Paelke, V. (2014). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. In *Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)*, IEEE, p.1-4

²⁶⁶ Yılmaz, Ü., & Duman, B. (2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin lojistik faaliyetleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi*, 2(3), s.1-7.

²⁶⁷ Mättig, B., Lorimer, I., Kirks, T., & Jost, J. (2016). Untersuchung des Einsatzes von Augmented Reality im Verpackungsprozess unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen an die Informationsdarstellung sowie die ergonomische Einbindung des Menschen in den Prozess. *Logistics Journal: Proceedings*, 2016, p.1-10.

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramları endüstriyel dünyada sıkça duyduğumuz terimlerdir. Sanal gerçeklik kavramında, bilgisayar destekli gerçek hayat simülasyonu, fiziksel dünyadan yapay olarak yeniden yapılandırılır. Artırılmış gerçeklikte, fiziksel dünya ve bilgisayar tarafından oluşturulan simülasyon, gerçek zamanlı olarak etkileşim kurmak için duyuşal efektlerle birleştirilir.²⁶⁸

Artırılmış gerçekliği desteklemek için kurulan sistemlerde, herhangi bir bakım ve onarım durumunda, depodan belirli bir yedek parçanın seçilmesi ve gerekli değişim için onarım talimatlarının mobil cihazlara iletilmesi gibi işlemler artırılmış gerçeklik sistemleri ile yapılabilmektedir.²⁶⁹

Artırılmış gerçeklik ve fiziksel ortamın birleşimi, üretim süreçlerini daha anlaşılır ve pratik hale getirerek maliyetleri düşürebilir ve üretkenliği artırabilir.

2.4.6. Siber Güvenlik

Siber güvenlik ve gizlilik sorunları, Endüstri 4.0 için oldukça endişe verici konulardır. Sistem verilerinin bulutta tutulması ve web üzerinden erişim sağlanması ciddi güvenlik tehditlerini de beraberinde getirmiştir. Endüstri tabanlı sistemler, uzaktan kumanda ile yönetilebildikleri ve nesneler arası iletişim sağlanabildikleri için normal veri sistemlerine göre daha fazla risk altındadır.²⁷⁰ Önemli verilerin sızmasını önlemek ve endüstriyel sistemlerin güvenli bir altyapıda tutulmasını sağlamak için siber güvenlik konusu üzerinde durulması gereken bir konudur.

Siber saldırılar, sistemlerin kullanılabilirliği ve bağlanabilirliğinden yararlanarak veya güvenlik açıkları kullanılarak gerçekleştirilebilir.²⁷¹

Ayrıca siber saldırı sonuçları analiz edilirken insanların aklına ilk olarak finansal sonuçlar gelmektedir. Ancak siber saldırıların sonuçları sadece fabrikalara

²⁶⁸ J. Rowley ve F. Slack, «Conducting a literature review,» Emerald Group Publishing Limited, Wales, 2004.

²⁶⁹ M. Rüßmann, **a.g.e.**

²⁷⁰ M. Khan , X. Wu, X. Xu ve W. Do, Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0, P.R.China: State Key Laboratory for Novel Software Technology, 2017.

²⁷¹ Xie, P., Li, J., Out, X., Liu, P., & Levy, R. (2010). Using Bayesian networks for cyber security analysis, pp. 211-220, In Dependable Systems and Networks (DSN), 2010 IEEE/IFIP international conference on IEEE.

veya üretime zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda şirketin itibarını, imajını ve süreçleri kontrol etme yeteneklerini de olumsuz etkilemektedir.²⁷²

Sistemler, cihazlar, makineler ve fabrikalar bulut sistemlerini kullanarak birbirine bağlanarak ve iletişim kuracaktır. Ancak bu açık ağ sistemleri siber güvenlik tehditleriyle daha sık karşılaşabilir. Bağlantı sadece makineler, cihazlar ve sistemler arasında değil, çok daha geniş ağlara bağlı sistemler arasında da mümkün olmaktadır. Böylece tüm sistemlerin güvenliğinin sağlanması Endüstri 4.0 çağında daha da önemli hale gelmiştir. Ayrıca akıllı fabrikalar ve ürünler ne tür ürünlerin üretildiği ve ne kadar üretildiği vb. bilgilere ulaşacaktır. Bu veriler yanlış kullanımdan ve haksız erişimden korunmalıdır.

Akıllı fabrikalar tarafından kullanılan çeşitli akıllı ağ bağlantılı sistemler, hacker saldırılarından korunmalıdır. Sofistike bir ortamda tam güvenliğin mümkün olmayacağı açıktır. Ancak daha güvenli bir ortam oluşturabilmek için çeşitli güvenlik gereksinimleri ve BT (Bilişim Teknolojileri) güvenlik stratejileri geliştirilmelidir. Ayrıca, kullanılmayan eylemleri gerçek zamanlı olarak tespit etmek, sorunlara uygun tepkiler vermek, dijital know-how bilgilerini ve akıllı cihaz, sistem ve fabrika verilerini bilgisayar korsanlarından korumak için güvenlik mimarileri kullanılmalıdır. Örneğin tüm sistemler, makineler birbirine bağlanması, bulut sistemin kullanılması, veri paylaşım ve alınmasıdır. Böylece bağlantının güvenliği sağlandığında insanlar verilere güvenebilir ve karar verirken kullanabilirler.²⁷³

Ayrıca hem fabrika içi malzemeler hem de tüm sistemler zararlı saldırılardan korumak mümkün olacaktır. Firma veri güvenliğini garanti ettiğinde müşteriler ve tüm tedarikçiler buna daha çok güvenecek ve firma bu yeteneği rekabet avantajı olarak kullanabilecektir. İlaveten şirketin itibarı, imajı ve yetenekleri olumlu yönde etkilenecektir.²⁷⁴

Öte yandan makineler, cihazlar ve sistemler arasında güvenli bir bağlantı mümkün olacaktır. Ayrıca ürünlerle ilgili önemli veriler, tedarik zinciri üyeleri ile korunabilir. Ek olarak, verimli planlama, sipariş ve dönüşüm için tüm tedarik zinciri

²⁷² Byres, E., & Lowe, J. (2004). The myths and facts behind cyber security risks for industrial control systems. In Proceedings of the VDE Kongress ,116, p.213-218.

²⁷³ Kagermann, H., vd., **a.g.e.**

²⁷⁴ Byres, E., **a.g.e.**, p. 213-218,

birbirine bağlanacak ve birbirleriyle bilgi paylaşacaktır. Fakat siber güvenlik olmadan, tedarik zinciri üyeleri için veri paylaşımı mümkün olmayacaktır. Ağ ve sistemlerin güvenlik ve güvenilirliğini ve kullanım oranlarını artırmak için sistemlerde kullanıcı dostu çözüm yöntemleri kullanılmalıdır. Aynı zamanda işverenlerin güvenlik gereksinimi konusunda eğitim almaları gerekmektedir.²⁷⁵

2.5. Akıllı Lojistik Teknik Bileşenleri

Akıllı lojistik kavramı; altı teknik bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; tanımlama, konumlandırma, algılama, ağ oluşturma, veri toplama ve analizi ve ticari hizmetler olarak verilmiştir.

1. Tanımlama

RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama), lojistik de dahil çok çeşitli uygulamalarda gelişme sağlayan önemli bir teknolojidir. Nesneye ve okuyucuya takılan bir RFID etiketi, nesneyi tanımlar ve geçerken bilgilerini alır. RFID, ürün bilgilerini radyo dalgaları aracılığıyla verileri işleyen bilgisayara gönderir. Etiket tarafından oluşturulan kimlik numarası ile bir nesnenin kimliği, çoğunlukla doğru ürün, doğru zaman ve doğru yer olarak doğrulanır. RFID, kullanmanın faydaları arasında işçilik maliyetlerinin azalması, iş akışının basitleşmesi ve envanter hatalarının azaltılması ve lojistik akışta maksimum şeffaflık yer almaktadır.²⁷⁶

2. Konumlandırma

Konumlandırma iç ve dış mekân olmak üzere incelenmektedir. Dış mekân konumlandırma sistemlerini fiziksel konum sağlayan GPS, iç mekân konumlandırma sistemlerini ise RFID, ultrason, manyetik ve optik teknolojiler, kızılötesi oluşturmaktadır. RFID teknolojisi, lojistik depolarında tam zamanlı konumlandırma ve sinyal tespitinde kullanılmaktadır.²⁷⁷

²⁷⁵ Kagermann, H., Lukas, W. D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, p.13,11.

²⁷⁶ Galindo, L.D., "The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology", Master's Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Norveç, 2016.

²⁷⁷ Galindo, L.D. a.g.e.

3. Algılama

Akıllı lojistiğin diğer teknik bileşenlerinden olan algılama, CBS içerisinde yer alan uyarıcılar ve mikro denetleyiciler ile sağlanır. Soğuk zincir ve gıda lojistiği gibi alanlarda kullanılan bu teknoloji sensörler sayesinde malzemelerin durumunu ölçmektedir.²⁷⁸

4. Ağ Oluşturma

Sistemler arasındaki ağ nesnelerin interneti tarafından sağlanmaktadır. Nesnelerin interneti, tüm lojistik süreçleri içinde bulunduran akıllı bir lojistik ağı oluşturmayı mümkün kılar. IoT'deki (Nesnelerin İnterneti) objeler; CPS'yi (Siber Fiziksel Sistemler) oluşturan sensörler, uyarıcılar, bu iş birliği olmadan ulaşılamayan hedeflere ulaşmak için akıllı tamamlayıcılarla birlikte çalışabilen cihazlardır.²⁷⁹

Nesnelerin interneti; tedarik zinciri süreçlerinde yönetimi optimize etme, kaynak kullanımında etkinlik, maksimum şeffaflık için görünürlük sağlama, lojistik akışı gerçek zamanlı yönetebilme ve tam entegrasyon sağlayabilme gibi faydalar sağlamaktadır. Bunların yanı sıra nesnelerin interneti, depolama, nakliye, satış, üretim gibi tüm süreçlerin birbirleri ile uyumlu olmasına yardımcı olmaktadır.²⁸⁰

5. Veri Toplama ve Analizi

Akıllı lojistik, hızda maksimum artış, hacim ve veri oluşturmada çeşitlilik sağlamaktadır. Elde edilen verilerin sayısı ve türü, sensör teknolojisinin gelişmesi ve ürünler ile artış göstermiştir. Gelişmelerden önce, basit veri türleri elde edilirken, mevcut gelişmeler sonrasında görüntü, gerçek zamanlı video gibi daha büyük ve detaylı veriler kullanılmaktadır. Büyük veri, geleneksel veri tabanı sistemlerinin

²⁷⁸ Lee, J., B. Bagheri ve H. Kao. (2014). "A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing systems". ScienceDirect. 3.2015, p.18-23.

²⁷⁹ Gamze Ulusoy, "Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma", Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019, s.47.

²⁸⁰ Obitko M. ve V. Jirkovsky. (2001). Big Data Semantics in Industry 4.0. Springer International Publishing Switzerland. 9266, p.217-229.

işleme kapasitesini aşan verilerdir. Veriler çok büyük ve çok hızlı hareket etmektedir.²⁸¹

6. Ticari Hizmetler

IoS (Hizmetlerin İnterneti), çeşitli sağlayıcıların katma değerli hizmetlerle bir arada olabilmesi için internet üzerinden hizmet sağlama kavramıdır. IoS, hizmetleri sunan servis sağlayıcılara, hizmetler için altyapıya ve iş modellerine güvenmektedir. Bu durumda oluşturulan hizmetlere müşteriler tarafından erişim sağlanmaktadır.²⁸²

Alman Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı tarafından düzenlenen “Endüstri 4.0 için Autonomics 4.0” programı dahilinde Smart face adlı projede uygulanan IoS fikri, hizmet odaklı bir teknolojidir. Esnek ve genişletilmiş modüler istasyonların kullanımına izin vermektedir. İstasyonlar arası ulaşımı sağlayan otomatik yönlendirmeli araçlar, hizmetlerini IoS üzerinden sunmaktadır. Bu araçlar müşteri taleplerini bilir ve gerekli çalışma adımlarına otonom bir şekilde karar verebilir. Bu sayede, gerekli süreçler IoS ile bireysel olarak oluşturulabilir.²⁸³

2.6. Akıllı Lojistik ile İlgili Literatürde Daha Önceden Yapılan Çalışmalar

Günümüzde akıllı lojistik ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Akıllı lojistik ile ilgili önerilen bir çözüm de özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelere, bilgileri otomatik olarak yakalama ve belirli bir işletmenin ağı içinde değiş tokuş etme konusunda daha iyi bir olanak sağlandığı belirtilmiştir. Ayrıca, iş ilişkileri kurmaya ve son olarak talep ve arz kapasitesi verilerini daha iyi eşleştirmeye yardımcı olmaktadır. Önerilen model bir simülasyon ortamında test edilecektir. Sistem olarak uygulanması için gerekli çalışma performansını değerlendirmek için izin verir. Gerçekleştirilen simülasyonlar, şirketlerin daha iyi planlama kararlarına götüren güçlü ne olursa olsun analizler yapmalarını sağlayacak ve çeşitli operasyonel alternatiflerin

²⁸¹ Schmidt, R., M. Möhring, R.C. Harting, C. Reichstein, P. Neumaier ve P. Jozinovic. (2015). Industry 4.0- Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. International Conference on Business Information Systems. Cham, Springer, p.16-27.

²⁸² Obitko, M., a.g.e., p. 219.

²⁸³ Herman, M., T. Pentek ve B. Otto. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: System Sciences (HICSS), 49th Hawaii International Conference, Hawaii, p.3928- 3937.

karşılaştırılmasına olanak sağlayacağı belirtilmiştir. Ayrıca, genel tedarik zinciri süreçlerinin ve özelliklerinin grafik /animasyon ile anlaşılmasına yardımcı olacaktır.²⁸⁴

Akıllı konteyner teknolojisi ile ilgili yapılan bir çalışmada genel bilgi vermek ve Türkiye'deki önemli liman tesislerinin bu yeni sistem hakkındaki düşüncelerine değinilmiştir. Liman tesislerince gelecekte küresel ticarete konteyner taşımacılığının önemli bir aracı olacağı düşünülen akıllı konteynerler, Türkiye'deki tesislerde henüz kullanılmamaktadır. Bunun sebebi olarak da akıllı konteyner teknolojisinin dünyada henüz yaygınlaşmamış olması olarak görülmüştür.²⁸⁵

Akıllı lojistik ile ilgili yapılan bir çalışmada lojistik sektöründe Endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığı bazı teknolojik bileşenlerin olumsuz görüşlere neden olduğunu tespit edilmiştir. Lojistik sektörü içerisindeki temel ihtiyaçların nitelikli iş gücü, doğru yatırım ve teknoloji yönetimi yapılması, sektöre dair süreçlerin ve verilerin doğru analiz edilmesi gibi ihtiyaçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu tespit sonucunda lojistik eğitiminin yeni teknolojiler göz önüne alınarak hazırlanması gerektiği ifade edilmiştir. Şirketlere yatırımlar yapabilmeleri için teşvikler ve vergi avantajları sağlanmalıdır. Lojistik sektöründe küresel firmalara sahip olabilmek için değişen dünyayı ve değişen teknolojileri şirketlerin doğru anlaması ve kurum kültürüne doğru aktarması şarttır şeklinde bulgular elde edilmiştir.²⁸⁶

Endüstri 4.0 ile ilgili yapılan bir çalışmada Endüstri 4.0 konseptinin çok yeni olmasından dolayı işletmeler henüz endüstri 4.0 ile anılan teknolojilerden tam anlamıyla yararlanmadığı belirtilmiştir. Ancak, ihtiyaçlarının ve çağın gerekliliklerinin farkında olan işletmeler yakın zamanda endüstri 4.0 ile bambaşka bir çalışma ritmi yakalayacak ve stok kontrol süreçlerinde birbiri ile entegre sistemlerin kullanılması işletmelere ilave maliyeti ve zaman kaybını ortadan kaldırmasını beklemektedir. Ayrıca depolarda yapılan sayımların çalışan personel açısından ilave

²⁸⁴ Kawa, A. (2012). SMART logistics chain. In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (pp. 432e438). Berlin, Heidelberg: Springer.

²⁸⁵ Sarioğlu, Ö., Özdemir, M. (2016). Lojistik Süreçte Yeni bir Uygulama ve Sektörün Bakış Açısı: Akıllı Konteyner.

²⁸⁶ Öztemel, E., & Gürsev, S. (2018). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. Journal of Intelligent Manufacturing, 31(1), 127–182.

iş yükü ve iş güvenliğini olumsuz etkileyen bir unsur olarak görülmesi de ortadan kalkacaktır.²⁸⁷

Lojistik inovasyonlar ile ilgili yapılan bir çalışmada ülke ekonomisinde önemli bir yer tutan ulaştırma ve depolama sektöründe yer alan lojistik işletmeler özelinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından belirlenen; (i) cironun artması, (ii) pazar payının artması, (iii) maliyetlerin düşmesi ve (iv) kâr marjının artması inovasyon amaçlarının önem derecelerinin ortaya konulması amacıyla bir analiz gerçekleştirilmiştir. Lojistik işletmeler tarafından en önemli inovasyon amacı olarak da “cironun artması” belirlenirken sırasıyla, “pazar payının artması”, “kâr marjının artması” ve “maliyetlerin düşmesi” olarak tespit edilmiştir. Çıkan bu sonuçlar düşünüldüğünde özellikle bu olgulara etki eden unsurların lojistik işletmelerin sektörel bakış açısına ilişkin tutumlarından kaynaklandığı söylenebilir.²⁸⁸

Akıllı lojistik uygulamaları ile ilgili yapılan bir çalışmada nesnelerin interneti, büyük veri, sensör/görüntü işleme ve otomasyon teknolojilerinin lojistik sektöründe ağırlıklı olarak kullanılan teknolojiler olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte çalışma kapsamında incelenen üç projede, dokuz Endüstri 4.0’ teknolojisinin beşinin aktif olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Akıllı robotlar, yatay ve dikey sistem entegrasyonu, nesnelerin interneti, büyük veri ve bunlarla bağlantılı olarak bulut bilişim teknolojileri incelenen lojistik firmasında aktif olarak kullanılan teknolojiler olduğu görülmüştür.²⁸⁹

Endüstri 4.0 ile ilgili yapılan bir başka çalışmada işletmeler için Endüstri 4.0 devrimi ile ilgili bir dönüşüm yaratılacaksa, gerekli hukuki altyapılarda oluşturularak, ulusal alanda geçerliliği olan AR-GE merkezleri kurulmalı ve devlet desteği sağlanması gerektiği ifade edilmiştir. Türkiye’de Endüstri 4.0 çağının getirdiklerinden doğru şekilde faydalanmak için ulusal stratejilerini belirledikten sonra kendi yapısına

²⁸⁷ Kılıç, S., & Alkan, R.M. (2018). Dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri. Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 2(3), 29-49.

²⁸⁸ Erdal, H. & Korucuk, S. (2018). Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz . Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , (36) , 1-24 .

²⁸⁹ Saatçioğlu, Ö. , Kök, G. & Özispa, N. (2018). ENDÜSTRİ 4.0 VE LOJİSTİK SEKTÖRÜNE YANSIMALARININ ÖRNEK OLAY KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ . Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı , 1675-1696.

uygun bir plan yapılmalıdır. Türkiye endüstri alanında önceliklerini belirleyerek doğru yatırımlarla kendi vizyonunu oluşturmaktadır.²⁹⁰

Robotik sistemler ile ilgili bir çalışmada robotik sistemlerin birçok gereksinimleri karşılayarak insanların yapabildikleri birçok faaliyeti otonom olarak gerçekleştirdiğini ve daha hızlı, etkin ve optimize edilmiş lojistik süreçlerin en önemli bileşeni haline gelecek şekilde sonuca varılmıştır.²⁹¹

Nesnelerin interneti ve lojistik sektörü ile ilgili yapılan bir çalışmada treyler sektöründeki dijital dönüşüm çalışmalarının lojistik sektörünün verimliliğini arttıracığı ifade edilmiştir. Gelişen teknolojik imkanlar ve Endüstri 4.0 sürecinin gereklilikleri ile birlikte treyler üreticilerinin “ürüne dayalı” modelden “ürün ve çözüm odaklı” modele geçiş için çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Treyler sektöründeki bu gelişmeler treyleri “ticari bir ürün” olmaktan “nakliye çözümüne” taşımıştır.²⁹²

Endüstri 4.0 ile ilgili yapılan bir başka çalışmada mevcut dördüncü sanayi devrimi "Endüstri 4.0" ın temelini oluşturan üç sanayi devrimi ele alınmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi, üretim mantığında, Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), Nesnelerin İnterneti (IOT), İnternet Hizmetleri (IOS) ve akıllı fabrika gibi kavramlar ve teknolojiler aracılığıyla değer yaratmaya yönelik giderek merkezi olmayan ve kendi kendini düzenleyen bir yaklaşıma doğru bir kayma olarak tanımlanır. Bu yeni teknikler, şirketlerin gelecekteki üretim gereksinimlerini karşılamasına yardımcı olacağını ve bu devrimin küresel niteliği, şirketleri Endüstri 4.0'ın kendileri için ne anlama geldiğini bireysel olarak tanımlamaya zorlamaktadır. Sonuç olarak, Endüstri 4.0'ın arkasında tek bir gerçek ve gerçeklik yoktur şeklinde belirtilmiştir.²⁹³

²⁹⁰ Zorlu, Hilal, G. (2018). Lojistik İşletmelerde Uygulanan Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinde Verimlilik. Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

²⁹¹ Görçün, Ö. F. (2018). LOJİSTİKTE TEKNOLOJİ KULLANIMI VE ROBOTİK SİSTEMLER - TECHNOLOGY UTILIZATION IN LOGISTICS AND ROBOTIC SYSTEMS . Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 10 (24) , 351-368 .

²⁹² Bacak, G. , Yiğit, F. & Çakıroğlu, E. (2018). TREYLER SEKTÖRÜNDEKİ ENDÜSTRİ 4.0 GELİŞMELERİ İLE NESNELERİN İNTERNETİNE DAYANAN NAKLİYE ÇÖZÜMLERİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ . Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges) , ICETID 2018 , 92-94 .

²⁹³ Douaioui, K., Fri, M., Mabrouk, C. ve Semma, E.A. The Interaction Between Industry 4.0 and Smart Logistics: Concepts and Perspectives . 2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management, 128-132.

Dördüncü sanayi devriminin lojistik sektörü üzerine olan etkisi ile ilgili bir çalışmada firmaların çoğunluğunun Endüstri 4.0'ı başta üretim olmak üzere tüm iş süreçlerinde teknolojinin başrolde olmasını ve dijital dönüşüm kapsamında bu süreçlerin birbirine bağlanması olarak algıladıkları tespit edilmiştir. Firmaların geleceğe yönelik Endüstri 4.0 stratejileri incelendiğinde, çoğunluğunun kavramsal hale gelmiş bir stratejilerinin bulunmadığını fakat konu hakkında geleceğe yönelik beklentilerinin olduğu ifade edilmiştir. Endüstri 4.0 uyumlu makineler noktasında ise firmaların büyük bir kısmında bu makinelerin mevcut olmadığını, kullanılan firmalarda ise bu makinelere daha çok depo yönetiminde ürünlerin paketlenmesi, etiketlenmesi ve tasnif edilmesi vb. süreçlerde yer verildiği görülmektedir.²⁹⁴

Yeni lojistik sistemler ile ilgili bir çalışmada yeni lojistik sistemlerin kendi içinde bir son değil, gelecekteki üretim ve ticaret ağlarının gerekli bir unsuru olduğu varsayımına dayandığı belirtilmiştir. Araştırma ayrıca Endüstri 4.0 ile ilgili araştırmaları da göz önünde bulundurmakta ve böylece gelecekteki çalışmalar için kapsamlı bir temel oluşturmaktadır. Öte yandan bu gözden geçirme, mevcut lojistik sistemlerini geliştirme, Endüstri 4.0 uygulamalarını entegre etme ve teknolojik çözümleri geliştirme olanakları hakkında bilgiler sunmaktadır. Ayrıca bu gözden geçirme Lojistik 4.0'ın gelişmesinde insanların önemini ortaya koymaktadır. İncelemenin sonuçlarına dayanarak, umut verici araştırma fırsatları vurgulanmıştır. Uygulayıcılar için bu gözden geçirme, maliyet, zaman ve kalite boyutlarına göre lojistiği iyileştirmek için uyarlanabilen ve birleştirilebilen çeşitli teknoloji örneklerini göstermektedir, örn. daha karmaşık ortamlarda bile hizmet kalitesini optimize etmek veya hataları azaltmak gibi. Ayrıca, Lojistik 4.0, örneğin lojistikteki beceri eksikliğine göre zorluklarla nasıl başa çıkılacağına dair yaklaşımlar sunduğu belirtilmiştir.²⁹⁵

Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili bir çalışmada Endüstri 4.0 teknolojilerini daha çok yüksek bütçeli firmaların uygulayabildiği ifade edilmiştir. Dünyanın Toplum 5.0 projesiyle, Endüstri 4.0'ın da ötesine geçerek, süper akıllı toplumlar yaratma sürecine odaklandığı mevcut durumda, ülke olarak bu koşullara ayak uydurabilmemiz

²⁹⁴ Bolat, S., (2019). Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Sektörüne Etkileri: Antalya Bölgesinde Lojistik Faaliyette Bulunan İşletmelerde Bir Araştırma. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

²⁹⁵ Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43.

öncelikle kobilerin gelişmesiyle sağlanabileceği söylenmiştir. Bundan sonraki araştırmalarda ve yapılacak geliştirme çalışmalarında, Kobilerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecini tamamlayabilmeleri ve işletmelerinde etkin olarak kullanabilmeleri adına çalışmalar yapılması uygun olacağı ifade edilmiştir.²⁹⁶

Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne uyarlanması ile ilgili bir çalışmada Endüstri 4.0 yapılanmasının lojistiğe uyarlanması esnasında gerekli olan yatırımlara bakış açısının demografik değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediği analiz edilmiştir.²⁹⁷

Lojistik firmalarının akıllı lojistiğe bakış açısı ile ilgili bir çalışmada Türkiye'deki lojistik işletmeleri yeniliğe çok açık olmamakla beraber, teknoloji yatırımlarını büyük maliyet kalemi olarak görüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca lojistik 4.0 uygulamalarından, tüm lojistik süreç yerine özellikle yoğun olarak nakliye ve depolamada kullanıldığı görülmüştür.²⁹⁸

Lojistik firmalarının Endüstri 4.0 uyum süreci ile ilgili bir çalışmada büyük veri yönetimi, akıllı fabrikalar ve enformasyon sistem ve teknolojileri olarak sıralanan üç faktörün işletme açısından en önemli başarı faktörü olduğu ortaya koyulmuştur.²⁹⁹

Lojistik ve tedarik zincirinde büyük veri teknolojisinin kullanımı ile ilgili bir çalışmada tedarik zincirleri ve lojistik süreçleri ile büyük veri arasındaki ilişkilerin yanı sıra, büyük verinin bu sistemler üzerinde yaratması muhtemel etkilere odaklanılmıştır. Bu kapsamda, mevcut durum analiz edilerek ve büyük verinin lojistik süreçlerde meydana getirdiği değişimler gözlemlenerek, gelecekte nasıl bir görünüm sergileyeceği sezgisel yaklaşım çerçevesinde analiz edilmiştir.³⁰⁰

²⁹⁶ Ulusoy, G., (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

²⁹⁷ Seyhan, Ç., (2019). Lojistik 4.0: Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Uyarlanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

²⁹⁸ Karagöz, B. & Bumin Doyduk, H. B. (2020). Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı . İnsan ve İnsan , 7 (23) , 37-51 .

²⁹⁹ Ömürgönülşen, M. , Çekiç, B. & Ar, İ. M. (2020). LOJİSTİK FİRMALARINDA ENDÜSTRİ 4.0 UYUM SÜRECİNDE DİKKATE ALINACAK FAKTÖRLERİN BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ . Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi , Prof. Dr. Talha Ustasüleyman Özel Sayısı , 167-184 .

³⁰⁰ İyigün, İ. (2019). Lojistik ve Tedarik Zinciri Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımı ve Etkilerinin Analizi . Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , Cilt: 7 Sayı: ICOAEF' 19 , 95-103 .

Akıllı limanlar ile ilgili yapılan bir çalışmada limancılık sektöründe endüstri 4.0 uygulamalarına geçişin önündeki zorlukları derlenmiş ve bu zorluklar arasındaki ilişkiler uzman görüşleri neticesinde belirlenmiştir. Yorumlayıcı yapısal modelleme yöntemi kullanılarak, zorluklar arasındaki ilişkiler hiyerarşik bir model haline getirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre akıllı liman olabilmenin önündeki en önemli engeller bu konudaki bilgi eksiklikleri ve personel kaynaklı sıkıntılar olduğunu söylemişlerdir. Bu zorluklar aynı zamanda diğer zorlukları en çok etkileyen güce sahip faktörlerdir şeklinde bulgular elde edilmiştir.³⁰¹

Lojistik yönetiminin dijitalleşmesi ile ilgili bir çalışmada akıllı lojistik alanında sistematik literatür taraması gerçekleştirerek bu alandaki çalışmaların durumu ortaya koyulmuştur. Bu çalışmanın tanımlayıcı ve tematik bulguları değerlendirildiğinde üç ana unsur öne çıkmaktadır. İlk olarak, akıllı lojistik ile ilgili yapılan çalışmalar 2015 yılı itibariyle çalışmaların sayısının arttığı, atıf sayısı açısından ise 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki çalışmaların atıf sayılarında belirgin bir artış olduğu görülmüştür. İkinci olarak, çalışmaların türlerine göre değerlendirildiğinde en çok derleme-anket ve tartışma makalelerin yoğun olduğu gözlenmiştir. Bu durumun temel sebebi olarak da akıllı lojistik kavramının yeni başlamış olması ve bu alanda pratik çözümler sunacak kadar yoğun uygulamaların olmadığı düşünülmektedir. Son olarak, akıllı lojistiğin faydalarını değerlendirildiğinde ise var olan çalışmalar dijital dönüşümün lojistik süreçlere temel anlamda önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Başta maliyet verimlilik, izlenebilirlik gibi unsurlar olmak üzere önemli avantajlar sunduğu tespit edilmiştir.³⁰²

Akıllı lojistikte dijital trendlerin incelendiği bir çalışmada 2017 yılı ve sonrasında, lojistik alanındaki eğilimler, supergrid lojistik, sürücüsüz araçlar, robotik ve otomasyon, nesnelerin interneti, bulut lojistik ve büyük veri olduğu ifade edilmiştir. Anket sonuçlarına göre, Türkiye'deki firmalar, e-ticaretin öneminin anlamış gözükmekte ve konuya yatırımlarını sürdürmektedir. Çeşitli sektör aktörleri, maliyet

³⁰¹ Çalışkan, A. (2020). AKILLI LİMAN DÖNÜŞÜMÜNDE ZORLUKLARIN YORUMLAYICI YAPISAL MODELLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ . Beykoz Akademi Dergisi , 8 (1) , 305-320

³⁰² Karlı, H. & Tanyaş, M., (2020). Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistematik Literatür Haritalaması. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 7 (2) , 613-632 .

ve rekabet baskısı nedeniyle, lojistik alanına yatırım yapmada tereddüt yaşamaktadır. Dijital teknolojilerin getirdiği büyük avantajlardan faydanılmaması, lojistik alanında müşteri beklentilerini karşılayamama, verimlilik ve etkinlikte azalma, giderlerde artma gibi sonuçlar doğurduğu ve bu da bahsi edilen maliyet ve rekabet baskısının oluşmasına neden olduğu tespit edilmiştir.³⁰³

Blok zincir teknolojisi ile ilgili yapılan bir çalışmada akıllı lojistik ve Blok zincir teknolojisinin özellikleri anlatılmış ve Blok zinciri teknolojisinin getirdiği yeniliklerin akıllı lojistik uygulamasına ne gibi katkı sağlayacağı kurgulanmıştır. Blok zincir teknolojisi şeffaflık, güvenlik ve izlenebilirlik gibi birçok fayda sağlamaktadır şeklinde sonuca varılmıştır.³⁰⁴

Akıllı lojistiğin operasyonel verimlilik ile ilgili ilişkisi üzerine yapılan bir çalışmada Endüstri 4.0 teknolojilerini daha çok yüksek bütçeli firmaların uygulayabildiği görülmüştür. Ancak günümüz itibarıyla ülkemizde orta ölçekli işletmelerin sayısı oldukça fazladır. Dünyanın Toplum 5.0 projesiyle, Endüstri 4.0'ın da ötesine geçerek, süper akıllı toplumlar yaratma sürecine odaklandığı mevcut durumda, ülke olarak bu koşullara ayak uydurabilmemiz öncelikle KOBİ'lerin gelişmesiyle sağlanabileceği ifade edilmiştir.³⁰⁵

Lojistik 4.0 ile ilgili yapılan bir çalışmada Ankara Lojistik Üssü' nün Lojistik 4.0 konusunda belli bir farkındalık düzeyine ulaşıldığını ancak, Lojistik 4.0 ile ilgili yürütülen çalışmaların (ar-ge, yatırım, eğitim vb.) geliştirilmesi gereken alanlar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca insan kaynağı ve eğitimin önemine vurgu yapılmış, Lojistik 4.0' a ilişkin bütün lojistik sektörünün farkındalığı ve bilgi düzeyinin artması gerektiği belirtilmiştir. Uygulama düzeyi açısından değerlendirildiğinde ise; firmaların neredeyse yarısının paydaşları ile entegre sistemler kullanmadığını, %75' inin ürün takip sistemi bulunmadığını, %20' sinin ise herhangi bir dijital teknolojiyi kullanmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Firmaların en çok kullandığı dijital teknoloji ise

³⁰³ AYLAK, B. L., KAYIKÇI, Y. ve TAŞ, M. A. (2020), Türkiye'de Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Dijital Trendlerinin İncelenmesi, Journal of Yaşar University, 15 (57), 98-116.

³⁰⁴ Tekin, M. , Öztürk, D. & Bahar, İ. (2020). Akıllı Lojistik Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisi . Kent Akademisi , 13 (3) , 570-583

³⁰⁵ ALKIŞ G, PİRİTİNİ S, ERTEMEL A (2020). LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ OPERASYONEL VERİMLİLİĞE ETKİSİ. Business and Management Studies: An International Journal, 8(1), 371 - 395.

“Büyük Veri” olmuş ve “Otonom Robot” uygulamasını kullanan firma bulunmamıştır.³⁰⁶

Endüstri 4.0’ın lojistik sektörüne olan etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada Endüstri 4.0’ın tarihsel gelişimi ve lojistik sektörüne olan etkisi ile olgunlaşan Lojistik 4.0 kavramı ele alınmıştır. Lojistik 4.0 kavramını oluşturan teknolojik gelişimler, sektörel örneklerle zenginleştirilerek ortaya konulmuştur. Henüz emekleme aşamasındayken Covid-19 pandemisi ile birlikte sıçrayışa geçen Lojistik 4.0’ın önemi bu çalışma ile daha da fazla vurgulanmış olup, sonraki araştırmalar için bilgilendirici nitelik taşımadığı ifade edilmiştir.³⁰⁷

Nesnelerin interneti ile ilgili bir çalışmada nesnelerin interneti teknolojisi, lojistik faaliyetlerinde büyük bir potansiyele ve öneme sahip olduğunu, potansiyelin önümüzdeki yıllarda dikkatli bir şekilde ele alınarak ihtiyaçların giderilmesi lojistik sektöründe büyük gelişmeler sağlayacağını ve alınacak yolda kullanılacak bu teknolojiler her aşamadan geçişi kolaylaştıracak bir araç özelliğini kazanacağını ifade edilmektedir.³⁰⁸

Büyük verinin lojistik sektöründe kullanımı ile ilgili bir çalışmada büyük verinin lojistik işletmelerinin hizmetlerinin iyileştirilmesinde/ geliştirilmesinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle katılımcı ifadelerinden lojistik firmalarının büyük veriyi uygulamada; operasyonel verimlilik alanında, risk planlamasında, müşteri deneyimi ve iletişimde kullandıkları belirtilmiştir. Lojistik firmalarının operasyonel verimlilik kapsamında büyük veriyi; güzergâh ve personel optimizasyonunda, gelen ve giden sevkiyat bilgilerini, güzergâhtaki trafik durumunu, resmî tatilleri, malların teslimat sıralarını ve hava koşullarını öğrenmede kullandıkları saptanmıştır. Optimum güzergâh zekâsı ile, lojistik işletmelerinin daha önceleri birçok personelle manuel hazırladıkları güzergâh raporlarına gerek kalmadığı ve bundan dolayı bu işi yapan personel sayısında ve araçların kat ettikleri mesafelerde azalmanın

³⁰⁶ Çiçekli, S., (2020). Lojistik 4.0: Ankara Lojistik Üssü’nün Farkındalık ve Uygulama Düzeyinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara.

³⁰⁷ Gönçer Demiral, D. (2021). Endüstri 4.0’ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0 . IBAD Sosyal Bilimler Dergisi , (9) , 231-251

³⁰⁸ Yılmaz, Ü. & Kuvat, Ö. (2021). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Lojistik Faaliyetlerindeki Uygulama Alanları ve Verimliliğe Etkileri . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat 2021 Ek Sayı 1 , 746-754

ve yakıt tasarrufunun sağlandığını, başarısız teslimatların ise önüne geçildiğini yani minimize edildiği tecrübe edilmiştir.³⁰⁹

Arttırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili yapılan bir çalışmada AG (Arttırılmış Gerçeklik) teknolojilerinin ergonomik ve işlevsel olması, tedarik zincirinin hizmet başlangıç noktasından başlayıp kontrol etme süreçlerinin tamamını kapsayan lojistik sektöründe kullanımını artırdığı belirlenmiştir. Bu durum gelişen teknolojilerle birlikte yakın gelecekte daha da yaygınlaşacak, insan gücüne dayalı çalışma sistemini azaltacağı, AG uygulamalarını kullanan firmalara büyük avantajlar sağlayacağı ve aynı zamanda yeni mesleklerin oluşumunu teşvik edeceği sunulmaktadır.³¹⁰

Lojistik sektörü üzerinde Endüstri 4.0 farkındalıkları üzerine yapılan bir çalışmada işletmelerin Lojistik 4.0 teknolojilerini aktif bir şekilde kullanıp kullanmamaları fark etmeksizin belirli bir farkındalık düzeyine sahip olduğu, fakat bununla birlikte uygulama noktasında özellikle de küçük ve orta düzeyde sayılabilecek

işletmelerin Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı konusunda istenilen seviyede olmadığı, pasif kaldığı tespit edilmiştir. Bunun başlıca nedeni olarak da katılımcıların

Endüstri 4.0'a geçişte işletmelerin karşılaşacakları en büyük sorunun lojistik işletmelerinin daha çok bilgi ve firma kültüründen kaynaklanacağı düşünülmüştür.³¹¹

Blockchain teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmada lojistik sektöründe blockchain'in benimsenme durumu gün ışığına çıkarılmış ve bu alanda teknolojinin başlaması sırasında karşılaşılan bazı zorluklar ortaya koyulmuştur. İş hacmi ve gecikme kısıtlamaları gibi birçok lojistik ve taşımacılık sektörünün tam ölçekli adaptasyonunu engelleyen birkaç engel vardır. İşlem hacmi büyüdükçe, blokların kimliğini doğrulamak için gereken boyut ve hesaplama gücü de artmaktadır. En önemli

bileşen ise, engelleri ve sorunları ortadan kaldırmaya, uzun süren bir vizyonu paylaşmaya ve gerekli kaynakları dağıtmaya yardımcı olmaktır.³¹²

³⁰⁹ Dinç, Y. & Korkmaz, O. (2021). BÜYÜK VERİNİN LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE KULLANIMI: MERSİN İLİ ÖRNEĞİ . Verimlilik Dergisi , (4) , 67-88

³¹⁰ Özdemir, E.G. & Seymen Aksu, N. (2021). "Akıllı Lojistik Alanında Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 7(45): 1100-1108

³¹¹ Taş, A. & Alagöz, S.B. (2021). Lojistik Sektörü Özelinde Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 23(41), 404-417

³¹² Aylak, B. L. (2022). The Effects of the Applications of Blockchain Technology on the Logistics sector . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat Özel Sayı 2022 (ICAENS-1) , 148-152.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3.SÜREÇ YÖNETİMİNİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Bir metodoloji olarak süreç yönetimi dört aşamadan oluşur: başlatma, tanımlama, kontrol ve iyileştirme. Başlatma aşaması, amaçların ifade edilmesinden, süreç misyonunun ve sahipliğinin belirlenmesinden ve girdi ve çıktı sınırlarının tanımlanmasından oluşur. Tanımlama aşaması, iyileştirme için bir temel sağlamak üzere halihazırda gerçekleştirilen çeşitli faaliyetlerin grafiksel olarak haritalanmasını içerir. Bu aşamada, etkinliği fiilen gerçekleştiren bireyler olan aktörler, şu anda uygulandığı şekliyle süreci gerçek dünya açısından tanımlar. Üçüncü aşamada kontrol, fiili kontrolün uygulandığı noktalar belirlenir ve iyileştirmeye yönelik etkinlik ve verimlilik ölçümleri değerlendirilir. Son aşama olan iyileştirme, kavramsal süreçlere göre fiili sürecin karşılaştırmasının yapıldığı ve bariz süreç eksikliklerinin tartışıldığı ve uygulanabilir olduğu düşünülen iyileştirmelerin üzerinde anlaşmaya varıldığı yerdir. Uygulamada, metodolojinin, sahibin, aktörlerin ve paydaşların katılımıyla ekip tabanlı ve kolaylaştırıcı odaklı olması amaçlanmıştır.³¹³

3.1.Süreç Kavramı ve Özellikleri

Süreç kavramı proses kelimesine karşılık olarak dilimizde yer almaktadır. Süreç kavramı çok geniş alanlarda kullanıldığından dolayı çeşitli tanımlara sahiptir.³¹⁴ Süreç kavramının tanımları aşağıdaki gibidir:

ISO 9001: 2000 Kalite Yönetim Sistemi Standardına göre süreç, girdileri çıktı olarak sunan birbiri ile sürekli etkileşim halinde olan faaliyetler bütünüdür.³¹⁵

Birbirlerini takip eden durum analizlerinin sonucunda süreçler ortaya çıkmaktadır. Yani bir süreç bir veya birden fazla varlık durumunu değiştirme amacı ile girdilerin çıktılara dönüştüğü faaliyetler bütünüdür.³¹⁶

³¹³ Eugene H. Melan, Process Management, School of Management, Marist College Poughkeepsie, New York 12601, U.S.

³¹⁴ ERKUT, Haluk, Süreçlerle Yönetim, Anadolu Yıldızı Eğitim Merkezi Yayın, No:2., 1998

³¹⁵ Tütüncü, Ö., Doğan, Ö.İ. ve Topoyan M. (2004). Süreçlerle Yönetim ve Bir Hizmet İşletmesi Uygulaması. IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu. Selçuk Üniversitesi. Konya. 2004.

³¹⁶ Gürsözlü, S. (2009). Proses Tanımı ve Kavramı, s.23.

Süreç insanlar, yöntemler, malzemeler, ekipmanlar ve çevresel unsurların toplamı olarak belirli bir çıktı elde etmeyi amaçlayan bu nedenle sürekli etkileşim içinde olan faaliyetlerdir.³¹⁷

Süreç girdi ve çıktılardan oluşmaktadır. Girdiler hammadde, talep ve bilgidен çıktılar ise ürün veya hizmetlerden oluşmaktadır.³¹⁸

Süreç girdilerin insan gücü, ekipman, malzeme ve hizmet çıktılarına dönüştürülmesidir.³¹⁹

Süreçler üç temel faaliyetten oluşmaktadır. Bunlar; müşteri beklentilerini karşılayan yani değer oluşturan faaliyetler, kontrol faaliyetleri ve örgütsel ve fonksiyonel sınırlar arasında iş süreci sağlayan faaliyetlerdir.³²⁰

Bir süreç başı ve sonu olan iş anlamına gelmektedir. Yani bir işi yapmak için daha detaylı işlerden bir araya gelen kümeye süreç denilmektedir.³²¹

Hammer (2001) göre ise süreçler müşteri değerlerinden oluşan birbiri ile etkileşim halinde olan aktiviteler grubudur. Süreçlerin odak noktası müşteriler için değer oluşturmak üzere etkin faaliyetler gerçekleştiren bir bütündür.³²²

Süreç, birtakım girdilerin insan ve makineler desteği ile çıktılarına dönüştürülmesidir. Süreçler bu şekilde ürüne değer katan dönüşümler olmaktadır. Bu değer sayesinde kaynakların verimliliği artmaktadır. Bu durumun özetinde ise hedeflenen çıktıyı elde etme yolunda kullanılan girdiler üzerinde değer katan faaliyetler gerçekleştirmek süreç anlamına gelmektedir. Girdileri çıktı olarak yani bir sonuç olarak sunan işlemler zinciridir denilebilmektedir.³²³

Süreçler, ardışık durum değişikliklerinin analizinden doğar, yani bir süreç, bir veya daha fazla ilgili varlığın durumunu değiştirerek girdilerin çıktılarına dönüştürüldüğü bir dizi faaliyettir. Faaliyetler ve kaynaklar bir süreç olarak ele

³¹⁷ Rıdvan Bozkurt, **Süreç İyileştirme**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 3.Basım No:661, Ankara, 2003.

³¹⁸ Bozkurt, R, a.g.e., s.

³¹⁹ Bozkurt, R, a.g.e., s.

³²⁰ Gürsözlü, S., **a.g.e.**, s.23.

³²¹ Tütüncü, Ö., vd., **a.g.e.**

³²² De Bruin, T., "Business Process Management: Theory on Progression and Maturity", Unpublished PhD Thesis, Queensland University on Technology School of Information Technology, Brisbane 2009.

³²³ Demet Bayram, "Süreç Yönetimi ve Jantaş A.Ş.'de Uygulaması", Bitirme Projesi, D.E.Ü.Müh.Fak.End.Müh.Böl., İzmir 2003, s. 3.

alındığında, hedeflenen sonuca daha etkin bir şekilde ulaşılır. Temel faydaları şu şekildedir,³²⁴

- Kaynakların etkin kullanımı ile daha düşük maliyetler ve daha kısa çevrim süreleri,
- İyileştirilmiş, tutarlı, öngörülebilir sonuçlar,
- Odaklanmış ve öncelikli geliştirilmiş fırsatlar, olarak belirtilmiştir.

Yukarıdaki tanımlara bakıldığında süreç, kalite yönetim standardına göre, girdileri çıktılara dönüştüren birbiriyle ilişkili veya etkileşimli faaliyetler bütünüdür.³²⁵ Üretim açısından tanımlandığında ise süreç; enerji, hammadde, bilgi vb. girdileri ürün veya hizmet gibi çıktılara dönüştüren faaliyetler bütününe verilen isimdir.³²⁶ Hammer ve Champy'e göre; "bir veya birden fazla girdinin alındığı ve bunlardan müşteri için değer yaratacak bir çıktının oluşturulduğu faaliyetlerin toplamıdır."³²⁷ Jablanski'ye göre ise; "girdilerin birbirine bağlı bir dizi faaliyeti yoluyla değer artışı elde etme sürecidir" şeklinde tanımlanmaktadır.³²⁸

Süreç yaklaşımının uygulama şekli aşağıdaki gibidir:³²⁹

- Hedeflenen sonuca ulaşmak için gerekli faaliyetler sistemli şekilde tanımlanır,
- Ana faaliyetlerin yürütülmesinde takip sağlayacak bir sorumluluk belirlenir,
- Ana faaliyetlerle ilgili kapasite analizi gerçekleştirilir ve ölçüm yapılır,
- Ana faaliyetlerin ve organizasyonun işlevleri ile ilişkisi tespit edilir,
- Kuruluşun temel faaliyetlerini iyileştirecek kaynaklar, yöntemler ve materyaller gibi faktörlere odaklanılır,
- Operasyonel risklerin etkileri ve sonuçları, müşteriler, tedarikçiler ve diğer taraflar üzerindeki etkileri değerlendirilir.

Bu kapsamda süreç, tanımlanması, ölçülmesi, birbirine bağlanması ve birbirinden etkilenmesi gereken tutarlı işlemler kümesidir; bunların her biri,

³²⁴ Tütüncü, Ö., vd., **a.g.e.**, s. 354-355.

³²⁵ TSE, TS EN ISO 9001:2000 "Kalite Yönetim Sistemi – Şartlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 19 Nisan 2001.

³²⁶ DALAY, İsmail, Recai Coşkun, Remzi Altunışık, **Modern Yönetim Yaklaşımları**, Beta Basım Yayım, İstanbul 2002.

³²⁷ HAMMER, Michael, James Champy, **Değişim Mühendisliği**, Sabah Yayınları, İstanbul 1997.

³²⁸ ERTEN, S., (2010). "Lojistik Süreç Yönetimi Bir Kamu Kurumu Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

³²⁹ Tütüncü, Ö., vd., **a.g.e.**

gerçekleştirilmesi gereken bir görevi gerçekleştirmek için işlevler içinde veya işlevler arasında farklı şekilde tanımlanabilir. Girdiler işlemin soluna yerleştirilir, artan değerler sağa yerleştirilir. Süreç ilerledikçe devam eden şey, belirli bir sonuca yol açan kademeli bir değişim olan bir süreçler dizisi olarak da tanımlanabilir.³³⁰ Her sürecin amacı müşteri ihtiyaç ve beklentilerini aynı anda ve doğru bir şekilde karşılamaktır.³³¹ Birbirine bağlı bir dizi adım, bir girdiyle başlayan süreçler, bir iç ve dış müşteriden gelen bir istek, bilgi veya hammadde ile bu girdiye katma değer katarak belirli bir çıktı üretmek ve bu girdiye değer katmak olarak verilir. Yani girdilerin çıktıya dönüştürülmesi için yapılan tüm çalışma ve çabalara süreç denir.³³² Süreç içerisinde gerçekleşen bu dönüşüm girdilere değer katmakta ve sistemdeki alıcılar için daha etkin ve kullanışlı bir ürün oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, bir süreç, her aşaması gerçekleştirilmesi gereken bir görevin uygulanmasına yönelik farklı süreçleri içeren, birbirinden etkilenen, birbirine bağlı süreçler olan aşamalar halinde olan bir dizi işlemlerdir.³³³

Süreç kavramı ile sistem ve dönüşüm kavramları arasında doğrudan bir ilişki vardır. Süreç kavramı sistem kavramı ile ortak çalışır. Bir işlem dizini olan bir işlem, sistem içinde bir akış olarak tanımlanabilir ve işlem, tıpkı sistem gibi bir dönüşüm sağlar. Başka bir deyişle, girdilerden farklı çıktılar alır. Süreç ve dönüşüm arasındaki ilişki, süreçlerin girdileri çıktılarına dönüştürmesine dayanır. Bir süreç, birbiriyle ilişkili olan ve bir veya daha fazla dönüşümün sonucu olarak daha değerli çıktılar sağlayan belirli sınırlara sahip bir süreçler grubudur.³³⁴ Süreçlerin en temel unsurunun, zaman ve girdilerin toplamının yanı sıra, amaç için uygun çıktıların elde edildiği süreçlerin toplamı olduğu söylenebilir. Tanımlarında, sürecin ortak noktasının çıktıya değer sağlayan dönüşüm olduğu görülmektedir. Ancak değerın geçerli olabilmesi için müşterilerin veya alıcının görüşleri esas alınarak üretilmesi gereklidir. Çünkü alıcının

³³⁰ Özay, H.E., “Süreçlerle Yönetim Sistemi ve Küçük ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir 2003.

³³¹ Çetin C. , Besim A. ve Vedat E., **Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi** (ISO 9000-2000 Revizyonu), 2. Baskı, Beta Basım Yayın, İstanbul 2001.

³³² FİLİZ, Atilla, **a.g.e.**

³³³ BORN, Gary Process Management to Quality Improvement, Chichester : Joh Wiley & Sons., 1994.

³³⁴ Aksu, M. A. (1997). Süreç Yönetiminin İş Odaklı Sistemlerden Gelişme Odaklı Sistemlere Geçişteki Yeri. 6. Ulusal Kalite Kongresi Tebliğler ve Özgeçmişler-2 (27-34). Kalder. İstanbul. s.12-13, 2007.

gözü tarafından üretilmeyen her değer gereksiz olacaktır. Sürece dahil edilmesi istenen değerlerin bir sınırı da vardır. Bu sınır, alıcının mal veya hizmetler için ödeyeceği bedeldir.³³⁵

Süreçler, en az bir müşteri için değer yaratabilecek, bir dizi aktör ve belge içeren ve birbiriyle ilişkili bir çıktıyı hedefleyen bir dizi faaliyet ve karar noktası ile ilgili olaylardır.³³⁶ Süreç çalışması, bir müşteri için değer yaratmak veya işletmenin stratejik hedeflerine ulaşmak için uygulanması gereken, bütünsel olarak koordine edilmiş ve dinamik olarak birbiriyle ilişkili mantıksal görevler ve faaliyetler kümesidir.³³⁷

Süreçler, teknik çevre ile organizasyon ortamının birlikte koordine edilmesiyle oluşturulan faaliyetlerdir.³³⁸ Süreç, işletmelerin tedarikçilerinden sağladıkları girdilere bir takım değerler katarak müşterileri için elde ettikleri çıktıları oluşturmak için yaptıkları mantıksal, sıralı, ilişkili ve birbirine bağlı faaliyetler olarak tanımlanmaktadır.³³⁹ Açıkça tanımlanmış süreç girdileri ve çıktıları, başlangıcı ve sonu olan, belli bir yer ve zamanda gerçekleştirilen faaliyetlerden bir araya gelen iş yapısıdır.³⁴⁰ Kelimenin tam anlamıyla, süreç “işlerin ve olayların belirli bir taslağa uygun olarak ve belirli bir sonuç verecek şekilde düzenlenmesi, ardışık olarak sıralanması”³⁴¹ veya “belirli bir sistematik düzenle tekrarlanan ayırık olaylar veya eylemler dizisi”³⁴² olarak tanımlanabilir. İşletmeler açısından süreç kavramı “girdi alan, ona katma değer katan ve çıktıya dönüştüren faaliyetler” olarak tanımlanmaktadır.³⁴³ Süreçler bir kuruluşun insan, makine, malzeme ve benzeri

³³⁵ Esin, A., **İşğında Hizmette Toplam Kalite**, 2. Basım, ODTÜ Yayıncılık, Ankara 2004.

³³⁶ Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J. ve Reijers, A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

³³⁷ Trkman, P. “The Critical Success Factors of Business Process Management”, Ljubljana: International Journal of Information Management, 10(2), 2009, p. 125-134.

³³⁸ Weske, M. (2007). *Business Process Management Concepts, Languages, Architectures*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

³³⁹ Harrington, H.J., **Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design and Management of Business Process Improvement**, McGraw-Hil, New York 1997.

³⁴⁰ Davenport, T.H., **“Process Innovation: Reengineering Work Trough Information Technology”**, Harvard Business School Press, Vol.7, Boston 1993.

³⁴¹ Peter, M. B. Walker, Larousse Dictionary of Science and Technology, Larousse Kingfisher Chambers, November 1, 1995, s. 874.

³⁴² Safa Kılıçoğlu, Nezihe Araz, Hakkı Devrim, **Meydan-Larousse: Büyük Lûgat ve Ansiklopedi**, Meydan Yayınevi, İstanbul, 1971.

³⁴³ Henry J. Johansson, **Business process reengineering: breakpoint strategies for market dominance**, John Wiley and Sons, Chichester 1993, p. 7.

kaynaklarını belirtilen sonuçlara ulaşmak için işler ve değer katarak iç ve dış müşteri isteklerini karşılayacak ürün veya hizmetler üretir şeklinde ifade edilmiştir.³⁴⁴

Dictionnaire Larousse ise süreci "belirli bir taslağa uygun vakalar veya olaylar, belirli bir sonuç verecek şekilde uygun ve düzenlenmiş bir dizi olarak tanımlamıştır.³⁴⁵ Davenport, süreci basitçe "belirli bir müşteri veya pazar için istenen çıktıyı vermek üzere tasarlanmış birbirine bağlı ölçülü faaliyetler" olarak tanımlamıştır.³⁴⁶ Harrington'a göre, "bir süreç, bir girdi alan, ona değer katan ve bir iç veya dış müşteri için çıktı oluşturan bir veya bir grup faaliyettir".³⁴⁷ Keen, süreçleri çoğu durumda işletmelerin ana sermayesi olarak görür ve süreçleri "insanları, yöntemleri ve teknolojiyi içeren düzenli faaliyetler" olarak belirtmiştir.³⁴⁸

Bu noktada bir sürecin başarılı ve etkin şekilde uygulanabilmesi için birtakım özellikler gerekmektedir. Bunlar aşağıdaki gibidir:³⁴⁹

- Süreçler belirlenen ilkelere göre iyi tasarlanmalıdır.
- Süreçleri uygulayan kişiler gerekli bilgi ve becerilere sahip olmalıdır.
- Bir süreç sahibi, kuruluştaki istenen sonuçların elde edilmesinden sorumlu üst düzey yöneticilerden biri olmalıdır.
- Kuruluş, süreçleri desteklemek için altyapısını yapılandırmalıdır.
- Kuruluştaki süreç performansını ölçmek için doğru metriklerin belirlenmesi gereklidir. Aksi takdirde, istenen sonuçlar elde edilemeyecektir.

Bozkurt'a (2003) göre ise sürecin temel özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Tekrarlanabilir olma,
- Tanımlanabilir olma,
- Ölçülebilir olma,
- Katma değer yaratma,
- Bir sorumlunun olması,

³⁴⁴ İ. Halil Kürkçü, Süreç ve Sistem Yaklaşımına İnsan Kaynakları Yönetim Penceresinden Bir Bakış, Mess Yayınları, Temmuz 2005, Sayı 39, s. 123.

³⁴⁵ Coşkun Dalay, R., Altunışık, R., **Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları**, Beta Yayıncılık, İstanbul 2002.

³⁴⁶ Thomas H. Davenport, **a.g.m.**, p. 5.

³⁴⁷ H. James Harrington, **a.g.e.**, p. 9

³⁴⁸ Peter G. W. Keen, *The Process Edge: Creating Value Where It Counts*, Harvard Business School Press, Boston, 1997, s. 13.

³⁴⁹ Klimas, D., "**Business Process Maturity Level Determination: A Methodological Outline**", *Ekonomika*, 90 (2), 2011, p. 114-127.

- Fonksiyonlar arası yapı,
- Hiyerarşinin tersine yatay organizasyon gerektirmez.

Bu çerçevede sürecin temel özellikleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

1. Tekrarlanabilir Olma

Kavram müşteri ihtiyaç ve beklentilerini sürekli karşılamak için süreci harekete geçiren, aynı veya değişen girdilerin işlenmesi sonucu üretilen çıktılarının kabiliyetidir.³⁵⁰ Süreçler yenilebilir faaliyetlerin bir endeksidir. Söz konusu faaliyetler açıkça tanımlanmalı, bilinmeli, anlaşılmalı, tutarlı olmalı ve sürekli tekrarlanabilmelidir.³⁵¹ Tekrarlanabilir bir döngü standartlaştırılabilir. Bir yandan süreç sadeleştirme ve standardizasyon çalışmaları yapılırken, diğer yandan süreç üzerinde kontrol noktaları tanımlanabilmekte ve istatistiksel karar alma analizleri yapılabilmektedir. Sürekli bir döngü içinde gerçekleştirilecek en küçük gelişme faaliyeti kazanç olarak gösterilecektir. Süreç üzerinde çalışmalar yapmak, bu çalışmalara belirli bir kaynağın tahsis edilmesini gerektirir.

Tekrarlanabilir olma; süreci harekete geçiren aynı ya da değişen girdilerin işlenmesi sonucu üretilen çıktılarının müşteri ihtiyaç ve beklentilerini devamlı karşılayabilme yeteneğidir. Süreçleri belirlerken, tekrarlanabilirliklerine dikkat edilir. Ancak bu durumda süreçler üzerinde kontrol noktaları belirlenebilir, bir standart oluşturulabilir ve mevcut süreçlerin kontrolü gerçekleştirilebilir. Ayrıca, belli bir kalıba oturtulmuş olan süreç üzerinde yapılabilecek küçük iyileştirme, sürecin tekrar edilmesinden kaynaklanmakta, iyileştirme için ayrılan kaynağın geri dönüşümü ile büyük bir kazanç sağlamaktadır. Süreçler ve faaliyetler ile girdi-çıkıtı arasındaki ilişkinin iş akışında herhangi bir farklılık olmadan aynı şekilde gerçekleştirilmesidir. Böylece, süreçlerin sistematik olarak kontrol edilmesi de kolay olacaktır. Ek olarak, iş akışının tekrarı sayesinde, aksaklıklar tespit edilebilir ve eski dönemlerle karşılaştırılabilir.³⁵²

³⁵⁰ ÖZAY, H.E..**a.g.e.**

³⁵¹ Süreç Yönetimi Kılavuzu. (2005). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh. Basımevi: Ankara s.2-4.

³⁵² H. James Harrington, **a.g.e.**, p.

2. Tanımlanabilir Olma

Kavram sürecin temel unsurlarının belirlenebilmesi karakteristiktir.³⁵³ Tedarikçiler, müşteriler, girdiler ve çıktılar, süreç belgelerini tanımlanmalıdır.³⁵⁴ Organizasyonda yürütülen faaliyetleri süreçler olarak tanımlamaya başladığında çıkan sorun, süreçler arasında ilişkiyi yani hiyerarşiyi deşifre etmektir. Süreç sınırlarının belirlenmesi hem süreç çıktılarının hem de bu çıktıları kullanan müşterilerin yanı sıra girdileri ve bu girdileri sağlayan tedarikçilerin belirlenmesi için gereklidir. Tanımlama, bir süreçte olması gereken en temel özelliktir ve sürecin temel unsurları ile ortaya çıkarılabilir ve sınırları çizilebilir. Bir kuruluştaki var olan işlevler süreçler adı altında tanımlandıktan sonra, bu süreçlerin birbirleriyle ilişkisi, yani hiyerarşik yapısının belirsizliğinden doğacak sorunlar, farklı süreçler altında yer almalarını engellemek için aynı süreçler tanımlanmalıdır.³⁵⁵

Sürecin girdisini, bu aşamalarda gerçekleştirilen işlemlerin adımlarını, süreç haritasını, elde edilen çıktıyı ve belirlenebilecek müşteri portföyünü sağlayan tedarikçidir.³⁵⁶ Açıklanan tüm süreçlerin, kuruluştaki yer alan tüm çalışanların bu konuya hâkim olması gerekir. Tüm süreçleri belirlemek, yazılı olarak tanımlamak ve çalışanların bu süreçleri bilmelerini sağlamak çok önemlidir. Çalışanların kendileri dışındaki tüm süreçler için süreci ayrıntılı olarak bilmek ve bu süreçleri kolay ve doğru bir şekilde incelemek için bu sistemlere sistemin oluşturulmasında çalışanlar tarafından erişim sağlanmalıdır.³⁵⁷

3. Ölçülebilir Olma

Kavram süreci performans ölçütleriyle izleme yeteneğidir.³⁵⁸ Ölçülemeyen hiçbir şey kontrol edilemez. Kontrol ve geliştirme çalışmaları sırasında harcanan çabanın ne kadar etkili olduğunu belirleyebilmek için açıklanan süreçlerin ölçülebilir olması önemlidir. Ayrıca, kritik parametreleri ölçülebilir hale getirdiğimiz bir sürecin performansını, istenen çıktıları üretmek ve müşterilerini memnun etmek için

³⁵³ ÖZAY, H.E., a.g.e.

³⁵⁴ Süreç Yönetimi Kılavuzu. (2005). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh. Basımevi: Ankara.

³⁵⁵ Erten, S., a.g.e.

³⁵⁶ Bozkurt, R, a.g.e.

³⁵⁷ Eyüpoğlu, F., **Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme**, Sistem Yayıncılık, İstanbul 2012.

³⁵⁸ ÖZAY, H.E., a.g.e.

değerlendirilebilir. İşlem performansını izlemek için bunu ölçmek gerekir. Süreç ölçümleri doğrudan veya dolaylı olarak yapılabilir. Sürecin performansını iç ölçümler göstermektedir. Sürecin çıktısının performansını ise çıktı ölçümleri göstermektedir. Süreç performansının müşteri tarafından nasıl algılandığı ise müşteri memnuniyeti ölçümleri ile elde edilmektedir.³⁵⁹

Süreç ölçütleri çeşitli şekilde yapılmaktadır. Bu ölçümler sayesinde hata oranları, kalite oranları, çevrim zamanları, etkinlikler ve müşteri memnuniyeti gibi birçok unsur saptanmaktadır. Bir süreç ölçülebilir ise gereken düzeltmeler ve iyileştirmeler yapılabilir. Çünkü tanımlanan süreçlerin ölçülmesi izlenebilmesini ve kontrol edilebilmesini sağlamaktadır.³⁶⁰

4. Katma Değer Yaratmak

Kavram sürecin çıktı kalitesini ve çıktıyı kullanan müşterinin memnuniyetini olumlu yönde etkileyebilme yeteneğidir. Değerler üç şekilde ifade edilebilir:³⁶¹

- a. Zaman Değeri; ihtiyaç duyulan şeyin zamanında edinilmesini,
- b. Konum Değeri; ihtiyaç duyulan yerde ihtiyaç duyulan şeyin mevcudiyetini,
- c. Şekil Değeri, her şeyin gerektiği gibi hazır olması olarak belirtilmiştir.

Katma değer sağlayan faaliyetler ise iki türe ayrılır: gerçek ve iç katma değerler. Gerçek katma değer müşteri taleplerine katkı sağlayan faaliyetlerdir. Örneğin bir müşteri siparişinin hızlı ve doğru teslimi. İç katma değer ise kuruluş taleplerine katkı sağlayan faaliyetlerdir. Örneğin satın alma siparişinin hızlı ve doğru açılması gibi. Bu iki sınıf dışında yapılan çalışmalar değer sağlamaz ve bunların ortadan kaldırılmasına yönelmek gereklidir. Örneğin yeniden işleme gibi.³⁶²

Katma değer, çıktı elde etme sürecinde değer oluşturulmasıdır. Müşteri memnuniyetine ve farklı işlerin entegrasyonuna olumlu katkısı vardır. Süreç tanımlarında özellikle belirtilen bu özellik, amaçlanan çıktıyı elde etmede sürece değer katabilme yeteneğidir. İşletmenin müşteri memnuniyetine yönelik faaliyetlerinin uygulanmasına ve diğer çalışmalarla entegrasyonuna olumlu katkı sağlaması gerekmektedir.³⁶³

³⁵⁹ Memet Özkan, Süreçlerle Yönetim ve Süreç İyileştirme, 2010.

³⁶⁰ Arzu Aras Akçal, **Sürdürülebilir Süreç Yönetimi**, Kalder yayınları, İstanbul, 2003.

³⁶¹ ALCAN, Pelin, Yıldız Teknik Üniversitesi Ders Notları, 2010.

³⁶² ÖZKAN, Memet, **a.g.e.**

³⁶³ Arzu Aras Akçal, **a.g.e.**

5. Bir Sorumlunun Olması

Süreçlerde girdiler sonucunda elde edilen çıktıların tüm koşullarda beklentileri karşılayabilmesi amacı ile sorumlu olan bir kişi olmalıdır. Bu kişi, sürecin içerisinde aktif rol olan ve süreç çıktılarından etkilenen bir kişi olmalıdır. Süreçten sorumlu bir kişinin olması; sürecin sahibi birinin olması, süreci izlemesi, analiz yapması ve sonuçları değerlendirmesi ve süreci devam ettirmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle sürece hâkim olan bir kişinin olması gereklidir. Süreçte eşit sorumluluğa sahip birden fazla kişi varsa, bu sürecin sahibinin sürecin çıktısını kullanan kişi tarafından belirlenmesi önerilir ve yalnızca bir sorumlu kişi olduğu kabul edilir. Süreci sahiplenen bir sorumlunun olması, performans takibinde her zaman bilgi sahibi olabilmesi ve gerekli iyileştirme faaliyetlerinin yerine getirilmesi için önemlidir.³⁶⁴

6. Fonksiyonlar Arası Yapı

Yalnızca bir noktada başlayan ve biten faaliyetler bütünü süreç olarak tanımlanmaz. Süreç ara yüz yönetimi yaklaşımına dayanmaktadır. Süreç yönetimi metodolojisinin temellerinden biri, süreci oluşturan adımlar arasındaki ilişkinin saptanmasıdır.³⁶⁵ Kavram istatistiksel anlamda süreçleri kontrol altında tutma yeteneğidir. Bu, süreçte oluşabilecek sapmaların önceden belirlenmiş sınırlar içinde kalmasını sağlamak içindir. Bu şekilde çıktılardaki değişkenlik kontrol edilecektir.³⁶⁶

7. Hiyerarşinin Tersine Yatay Organizasyon Gerektirme

Bir kuruluştaki faaliyetleri süreç yaklaşımıyla gruplandırırken, geleneksel yönetim sisteminden etkilenen ve hiyerarşik bir yapı gerektiren tanımlamalar yapmaktan kaçınmak gerekir. Kararlar işin yapıldığı yerde verilmeli, iş ve çıktıları otomatik olarak kontrol edilmezse işi yapan kişi tarafından yapılmalıdır.³⁶⁷

Geleneksel yönetimden süreç yönetimine geçiş, süreç odaklı ve takım odaklı yatay bir yapıya radikal bir geçişi gerektirmektedir. Politika ve yön üst yönetimce belirlenecek, fakat iş metotlarını inceleme, sorgulama ve değiştirme yetkisi fonksiyonlar arası takımlarda bulunacaktır. Geleneksel organizasyonlarda, yöneticiler

³⁶⁴ ÖZAY, H.E., a.g.e.

³⁶⁵ MELAN, Eugene H., Process Management Methods For Improving Products and Service, McGraw Hill, 1993.

³⁶⁶ Ekip Becerileri ve Kavramları. (2001). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh., Ankara.

³⁶⁷ Buğra Alp Buldur, "Süreç Yönetiminde Performans Değerlendirme ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul 2006.

düşünür ve yardımcılarını yapar. Yönetim, öncelikleri ve sınırlamaları belirler, emirler verir, olayları kontrol eder. Süreç yönetimi yapısında, süreç sahipleri, takımlar ve işi yapanlar düşünür ve yapar, kendi çıktılarını kontrol eder ve gelişimi güvence altına almak için sistemleri yeniden tasarlar. Müşteri beklentilerini karşılamaktan, maliyetleri ve çevrim zamanlarını düşürmekten, süreç çıktılarının performanslarındaki değişkenliği azaltmaktan takımlar sorumlu olur.

3.2. Süreç Yönetimi Kavramı

Süreç kavramı yüzlerce yıldır bilinmektedir. Orta Çağ simyacıları kurşunu altına dönüştürmek için bir süreç bulmakla meşguldü. 1800'de İngiltere'deki Soho Mühendislik Dökümhanesi, demir üretimi için sırayla gerçekleştirilen görevleri tanımlarken süreç fikrini uygulamıştır.³⁶⁸

Süreç yönetimi, bir kuruluş gibi amaçlı bir sistemin, organizasyon yapısından büyük ölçüde bağımsız, birbiriyle ilişkili bir süreç grubu olarak görülebileceği fikrine dayanır. Karmaşık süreçler sıklıkla birkaç işlevsel sınır içerir ve işlevsel 'siloların' varlığı nedeniyle doğasında sahiplik, sınır genişletme ve alt optimizasyon sorunlarına sahiptir. İyi yönetilen bir endüstriyel süreç incelenerek karmaşık süreçleri yönetmek için bir model türetilir. Ekonomik kaygılar tarafından yönlendirilen endüstriyel süreçlerin verimli olduğu kadar etkili olması da amaçlanır ve şu özelliklere sahiptir: kesin mülkiyet, tanımlanmış sınırlar, belgelenmiş işlemler, önceden belirlenmiş kontrol noktaları ve düzenleyici eylem için bir temel olarak hizmet edecek önlemlerdir. Bir firmanın temel süreçlerinin genellikle bu özelliklerden veya daha fazlasından yoksun olduğunun farkına varılması (böylece verimliliği ve etkinliği artırma fırsatı sağlar), iş süreçlerini yönetmek ve iyileştirmek için bir metodoloji geliştirmek için bir gerekçe sağlar.³⁶⁹

Bir metodoloji olarak süreç yönetimi dört aşamadan oluşur; başlatma, tanımlama, kontrol ve iyileştirme.³⁷⁰

³⁶⁸ George, C., 1968, "A History of Management Thought", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1st Edition.

³⁶⁹ Melan, E., 1986, Process Management, Transactions 40 th Annual Quality Congress, American Society for Quality Control, Milwaukee, Wis.

³⁷⁰ Eugene, H, Melan., a.g.e.

Başlatma aşaması, amaçların ifade edilmesinden, süreç misyonunun ve sahipliğinin belirlenmesinden, girdi ve çıktı sınırlarının tanımlanmasından oluşur.

Tanımlama aşaması, iyileştirme için bir temel sağlamak üzere hali hazırda gerçekleştirilen çeşitli faaliyetlerin grafiksel olarak haritalanmasını içerir. Bu aşamada, etkinliği fiilen gerçekleştiren bireyler olan aktörler şu anda uygulandığı şekliyle süreci gerçek dünya açısından tanımlar.

Üçüncü aşamada kontrol, fiili kontrolün uygulandığı noktalar belirlenir ve iyileştirmeye yönelik etkinlik ve verimlilik ölçümleri değerlendirilir.

Son aşama olan iyileştirme ise kavramsal süreçlere göre fiili sürecin karşılaştırmasının yapıldığı ve bariz süreç eksikliklerinin tartışıldığı ve uygulanabilir olduğu düşünülen iyileştirmelerin üzerinde anlaşmaya varıldığı yerdir. Uygulamada, metodolojinin, sahibin, aktörlerin ve paydaşların katılımı ile ekip tabanlı ve kolaylaştırıcı odaklı olması amaçlanmıştır.

Bir organizasyonu yönetebilmek ve başarıyı getirecek şekilde hareket edebilmek için organizasyonun sistematik ve açık bir şekilde yönetilmesi ve izlenmesi gerekir. Karar vermenin işlevselliğini ve sonuçlarının çok boyutlu yapısını dikkate alan organizasyonun verimli yönetimi, homojen ve tutarlı bir yönetim sistemine dayanmalıdır. Klasik yönetimin kusurlarına radikal cevap, süreçleri ilk kez fark eden ve büyük önem veren iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması (BPR) adı verilen bir kavramdır. Bu nedenle, BPR'nin başarıları temelinde daha olgun ve daha zengin bir forma dönüşen ve eleştirilere maruz kalan süreç yönetimi anlayışının öncüsü olarak kabul edilebilir. Şu anda süreç yönetimi en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Mevcut alt bölüm, bir sistem yönetimi bağlamında yönetime ve bir kuruluşun eylemlerinin sürekli iyileştirilmesine yönelik süreç yönetimi tanımını vermeyi amaçlamaktadır.³⁷¹

Süreç yönetimi, bir organizasyonda bir yönetim sistemi yaratmanın temelini oluşturur. Ayrıca Toplam Kalite Yönetimi (TKY) felsefesinin gerçekleşmesinin de temelini oluşturur. “Süreç yönetimi” terimi genellikle sadece bir slogan olarak ele alınır. Yönetim sistemlerini oldukça özgür ve hatta bazen kaotik bir şekilde oluşturmak

³⁷¹ Hammer, M., and J. Champy 1993, **Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution**, HarperBusiness, New York.

için sıklıkla bir argüman olarak kullanılır. Bununla birlikte, günümüzde “süreç yönetiminin” daha çok, bir kuruluşun faaliyetinin özellikle kalite, çevre koruma ve iş sağlığı ve güvenliğini sağlama bağlamında kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini sağlayan bir gereklilik olarak ele alınması gerektiği belirtilmelidir. Süreç yönetiminin uygulanmasının, süreçlerin işleyişinin istikrarını sağlamanın ve ardından bunları büyük ölçüde geliştirmenin, bir kuruluşun eylemlerinin ve gelişiminin verimliliğini büyük ölçüde etkilediği unutulmamalıdır. İlgili mesleki literatürde, süreç yönetiminin önemi genellikle bir organizasyonun eylemlerinin verimliliği ile ilgili olarak vurgulanmıştır.³⁷²

Dönüşüm, girdi ve çıktı gibi süreç kavramının altında yatan kavramların Genel Sistemler Teorisinden önce geldiği açıktır. Bir süreci, bir girdi sınırından devam eden bir “iş” (faaliyetten kaynaklanan) akışıyla sonuçlanan, bir veya daha fazla dönüşümle karakterize edilen, tekrarlanabilir, sınırlı amaçlı ve birbiriyle ilişkili faaliyetler grubu olarak tanımlanır. Tüm faaliyetler dönüşüm değildir. Kendi başına bir süreç, ayrı bir varoluşu sürdürme yeteneği açısından uygulanabilir olmadığı için, bir alt sistemin bir bileşeni olarak kabul edilebilir. Genel tanıma göre değişim mühendisliği, bir organizasyondaki süreçlerin temelden yeniden düşünülmesi ve radikal bir şekilde terk edilmesidir; bu, kritik çağdaş önlemlere ve elde edilen sonuçlara göre, örneğin maliyetler, hizmet, hız gibi çığır açan iyileştirmelere yol açar.

Süreç yönetimi, değişim mühendisliğinin erken radikal versiyonu tarafından benimsenmeyen kaizen ve kıyaslama kavramları dahil olmak üzere aşamalı süreç iyileştirme yöntemlerini içerir. Bu nedenle süreç yönetiminin daha geniş, daha olgun bir anlayış olduğu ve sadece devrim niteliğindeki değişim zamanları için değil, aynı zamanda örgütlerin evrimsel gelişim dönemleri için de uygun olduğu belirtilmelidir. Diğer yönetim yöntemleriyle birlikte (örn. kontrol etme, dengeli puan kartının uygulanması) süreç yaklaşımı, artık eylemlerini iyileştirmeye odaklanan kuruluşlarda en sık kullanılan araçtır. Yeterli bilgi teknolojisi kullanılmadan bir işletmeyi verimli bir şekilde yönetmek neredeyse imkansızdır. Tüm aşamalarını ve bileşen unsurlarını belirlemek zor olduğu için yönetimin kendisi son derece karmaşık bir süreçtir. Bu, esas

³⁷² Mosslam, A.I., Ghoniem, A.M., “A Process Approach-based System for Management System Documentation”, Housing and Building Research Center Journal, Vol. 2, No 2, 2006, p. 98-108.

olarak, organizasyonunun mevcut durumunu dikkate alması gereken yönetici tarafından seçilen seçeneğe bağlıdır.

Bir organizasyonda süreçleri tanımlarken sürecin başlangıcı ve bitişi, sürecin yapısı, girdi ve çıktı unsurları, tedarikçiler ve müşteriler, süreç sahibi, süreç değerlendirme kriterleri, tüm organizasyon üzerindeki etkisi, süreç gibi birçok önemli unsur dikkate alınmalıdır. Önlemler, ölçüm araçları, süreç değerlendirme araçları, süreç yönlendirme yöntemleri ve kriterleri, kaynaklar ve istisnalar ile süreç dokümantasyonu ve sürecin gidişatının dokümantasyonu gibi.³⁷³

Bu nedenle, bir sürecin, zaman içinde sıralanmış ardışık değişiklikler ve durumlar zinciri olduğu söylenebilir. Fiziksel bir sistem her zaman her sürecin bir aracıdır. Sonraki her durum/değişiklik, önceki durumdan/değişiklikten veya sistem üzerindeki dış etkiden kaynaklanır. Müşteri beklentilerine uygun olarak, ilk durumu nihai duruma dönüştürmeyi amaçlayan, gerçekleştirilen görevlerin global dizisidir. Süreç yaklaşımı, büyük ölçüde, bir işletmenin eylemlerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmayı, yani müşteri beklentilerini daha yeterli ve doğru bir şekilde karşılamayı da amaçlar.³⁷⁴

Süreç her şeyden önce müşteri için yüksek bir değere sahip olmalıdır. Bu nedenle, müşteriler dahili ve harici olarak ayrılmalıdır. İkincisi özel bir ilgi ile ele alınmalıdır. Elbette, tüm süreçler, farklılıklarına rağmen, yönetim sisteminin diğer bileşen unsurlarıyla ilgili olarak tamamen izole bir şekilde gerçekleştirilmeyecektir.

Genel olarak süreçler üç temel gruba ayrılabilir: yönetim süreçleri, ana süreçler ve destek süreçleridir. Bir kuruluştaki bir yönetim sisteminin süreç yapısı, süreçlerin kuruluş içinde birbiriyle ilişkili olma şeklinin sunumuyla belirlenir. Bir yönetim sisteminin süreç yapısının, az ya da çok, organizasyon yapısından kaynaklandığı unutulmamalıdır. Öte yandan, bir işletmenin organizasyon yapısı, verilen, uygulamada kabul edilen bir yönetim yöntemini ve aynı zamanda işletmenin ve üretim sürecinin örgütlenme biçimini yansıtır. Sonuç olarak, üretim sürecinin organizasyonu, üretilen

³⁷³ Biazzo, S., Bernardi, G., “**Process Management Practices and Quality Systems Standards**”, Risks and Opportunities of the New ISO 9001 Certification, Business Process Management Journal, vol. 9, No 2, 2003, p. 149-169.

³⁷⁴ Bullington, S.F., Easley, J.Y., Greenwood, A.G., Bullington, K.E., 2002.

ürünlerin türü ve aralığının yanı sıra ilgili teknolojilere, üretimi destekleyen lojistik faaliyetlere, gerekli kaynakların sağlanmasına ve süreç lokasyonuna bağlıdır.³⁷⁵

Bir organizasyonun verimli yönetimini sağlamanın ilk adımı ana süreçlerin ayrımıdır. Belirli bir organizasyonun özgüllüğüne bağlı olarak, birkaç ila bir düzine kadar ana süreç olabilir. Yönetim sürecini ciddiye alan çoğu kuruluş, farklı türde belgeler oluşturur. Geliştirme stratejileri ve gelecekteki eylemler için en umut verici yönleri ve ayrıca gelişimlerinin stratejik planlarını formüle eden çeşitli vizyonlar gibi. Ana süreçler belirlendikten sonra, organizasyonun gelişim stratejisinde belirlenen hedeflerle karşı karşıya getirilmeli ve süreç haritası şeklinde sunulmalıdır.

Stratejik hedefler her zaman gerçekleştirilen süreçlere yansıtılmalıdır. Bu tür bir işlem, henüz uygun şekilde programlanmamış olan unsurların farkına varılmasına izin verir. Ayrıca kaynakları fazla olan lokasyonlardan yetersiz olduğu lokasyonlara aktarma imkânını da arttırmaktadır. Yukarıda belirtilen argümanlar, bir işletmenin iyi tanımlanmış bir kalkınma stratejisinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, işletme tarafından geliştirilen süreç modeli üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Bir organizasyonda eylemlerin gerçekleştirilmesinde verimlilik sağlayan süreç yaklaşımını uygularken şu hususlara dikkat etmek gerekir;³⁷⁶

- Ana hedefleri tanımlamak,
- Ana süreçlere eklenecek öğeleri tanımlamak,
- Bir organizasyondaki süreçlerin seyrini kapsamlı ve kapsamlı bir şekilde geliştirmek,
- Bir sürecin planlanan seyrine uygun aksiyonlar almak,
- Bir süreç için hedefleri belirlemek ve tanımlamak,
- Gerçekleştirilen sürecin verimliliğini ve etkililiğini değerlendirmeye izin veren belirli önlemleri belirlemek,
- Süreç yeteneklerini izlemek,
- Süreçleri mümkün olduğunca verimli olacak şekilde sürekli iyileştirmek ve güncellemek şeklindedir.

³⁷⁵ Alina Matuszak-Flejszman, Product& Process Management in Companies, Poznań University of Economics and Business bears sole responsibility for the content of this publication, Poznan, 2018, p.47-54.

³⁷⁶ Alina Matuszak-Flejszman, **a.g.e.**, p. 47-54.

Sürekli iyileştirme, güncelleme ve yenilik yapma çabası, pazarda kalmaya, yeni müşteriler edinmeye ve kar elde etmeye izin verdiği için bir organizasyonun yönetiminin önemli bir ilkesidir. Kuruluşlarda yürütülen süreçler ise şunlardır: ³⁷⁷

- Rekabet gücünü artırmanın temel faktörlerinden biri,
- İşletmenin gelişim stratejilerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir katalizörü,
- Bir işletmenin faaliyetlerini müşteri beklentileri doğrultusunda gerçekleştirmesini sağlayan bir faktörü,
- Örgüt üyelerinin niteliklerini geliştirmelerini kolaylaştıran bir unsur,
- Hem çalışanların (kendilerini profesyonelce tatmin edebilen) hem de müşterilerin (yüksek kaliteli ve beklentilerini büyük ölçüde karşılayan ürünler tüketen) memnuniyetinin sağlanmasına katkı sağlayan bir araç olarak belirtilmiştir.

Belirli bir organizasyonun süreçleri iyi yönetebilmesi, yani eylemlerinin verimli olması bağlamında, bu eylemlerin iyileştirilmesi için çaba sarf edilmesi daha da önemlidir. Süreç yönetimini uygulayarak kararların sadece yöneticiler tarafından alınmamalıdır. Karar verme, belirli bir sürece doğrudan dahil olan alt kademelerdeki çalışanlar tarafından da gerçekleştirilir. Bu durumda, organizasyon yapısı gözle görülür şekilde daha yatay hale gelir. Sonuç olarak, belirli konularla ilgilenen kişilerin aldığı kararlar doğal hale gelir. Artık yöneticilerin ve üst düzey liderlerin alanı değildir. Ayrıca, gerçekleştirilen eylemler daha verimli hale gelir ve iyileştirilir. ³⁷⁸

Tüm süreçlerin birkaç farklı versiyonda meydana gelebileceği vurgulanmalıdır. Farklı zevklere sahip tüm müşterileri memnun etmek için çok önemlidir. Ayrıca, çeşitli organizasyon türlerinde çok sayıda meslek birleştirilmiştir. Dar uzmanlaşma veya belirli bir görevi bir kişi tarafından yerine getirme kârsız hale gelir. Bu çalışma biçimi, çağdaş iş dünyasında giderek daha az yaygın hale gelmektedir. Süreç yönetimi, tek bir kişinin tüm süreci izleyebilmesi için bireysel faaliyetleri ve eylemleri birleştirmeyi gerektirir. Gerçekleştirilen süreç, bir kişiyi bundan sorumlu kılmak için çok karmaşıksa, çoğu zaman belirli bir sürecin gerçekleştirilmesinin sorumluluğunu almak için bir ekip oluşturulur. Süreç

³⁷⁷ Alina Matuszak-Flejszman, **a.g.e.**, p. 47-54.

³⁷⁸ Alina Matuszak-Flejszman, **a.g.e.**, p. 47-54.

yönetiminin kullanılmasıyla verimli bir şekilde yönetilen organizasyonlarda, belirli görevler ancak çok mantıklı olan lokasyonlarda gerçekleştirilmektedir.³⁷⁹

Süreçler, organizasyon yapısı içinde, tutarlılıklarına izin veren, verimlilik ve etkinliklerini sürdüren bu tür yerlerde yürütülmelidir. Tüm organizasyon içindeki eylemlerin verimliliğini sağlamak için çok önemli olan maliyetlerin önemli bir kısmından tasarruf edilmesine yardımcı olur. Süreç yönetiminin uygulanması, bir organizasyondaki doğal çalışma düzenini dışlamaz. Çoğu organizasyonda, doğrusal bir düzendir; bu, bir görevin bitişinin bir sonrakinin başlangıcını belirlediği anlamına gelir. Bununla birlikte, bazı durumlarda aynı anda birkaç eylemi gerçekleştirmek mümkün olduğundan, bu yöntem bazen kârsızdır. Değerli zamandan tasarruf şeklinde faydalar beklenebilecek her yerde doğrusal olmayanlığı tanıtmak için ciddi bir argümandır. Ayrıca, çeşitli kontrol ve kontrol türlerinin sayısı önemli ölçüde azaltılmıştır. İşletmeler genellikle aşırı sayıda gereksiz kontrolle uğraşırlar.³⁸⁰

Süreç yönetimi, kontrol eylemlerinin kritik minimuma indirildiğini varsayar. Bir kuruluştaki süreç yönetiminin uygulanması, kuruluşla ilgili hem dış hem de iç çok sayıda hatayı ortadan kaldırmaya yardımcı olur. Hem zamandan tasarruf sağlar hem de maliyetleri düşürür. Süreç yönetiminin kullanılmasının, öz eğitime yatırım yapan, şirketten ve başarısından sorumlu hissedenlerin tanınmasını teşvik ettiği vurgulanmalıdır. Sadece çalışanlara değil, aynı zamanda şirketin müşterilerine de atıfta bulunur. Bu nedenle hem iç hem de dış müşterileri, beklentileri ile belirlemek ve tanımlamak son derece önemlidir. Belirli bir müşteriyle temastan kaynaklanan bir işletmenin gelecekteki faydalarının belirlenmesi de önerilir.³⁸¹

Yönetici de olağanüstü bir önem kazanmaktadır. Bir organizasyondaki insan kaynakları ile fiziksel kaynakları birbirine bağlayan bir bağ haline gelir. Yönetici tüm süreci koordine eder ve bunun gerçekleştirilmesinden ve müşteri ile temastan sorumludur. Karma operasyonlar, özellikle merkezi ve merkezi olmayan operasyonlar giderek daha popüler hale gelmektedir. Günümüzde bu iki modelin çeşitli unsurları

³⁷⁹ Alina Matuszak-Flejszman, **a.g.e.**, p. 47-54.

³⁸⁰ Skrzypek, E. (2000). *Jakość i efektywność*, Wydawnictwo Marii Curie Skłodowskiej, Lublin.

³⁸¹ Skrzypek, E., **a.g.e.**

sıklıkla bir araya getirilmektedir. En son teknolojilerin kullanımı sayesinde mümkündür.³⁸²

Müşteri ve pazar ihtiyaç ve beklentilerinin nispeten kolay bir şekilde karşılanmasına da katkı sağladığını vurgulamak gerekir. Bir organizasyonun eylemlerinin verimliliğini sağlamak için, organizasyonda gerçekleştirilen süreçlerin sürekli iyileştirilmesi sağlanmalıdır. Süreçlerin iyileştirilmesi, mevcut durumun değiştirilmesine yol açarak sürecin verimliliğini ve etkinliğini artırır. İyileştirme, işleyişin küçük bir alanı içinde süreci rasyonelleştirmek veya sürecin sadece bazı unsurlarını değiştirmek amacıyla uygulanır. Etkin süreç yönetimi, bir organizasyonun pazar değişikliklerini tahmin etme, yönetme ve bunlara yanıt verme kapsamında yeteneklerini genişletir. Ayrıca, ekonomik faaliyetle ilgili fırsatları maksimize eder. Yeterli süreç yönetimi, verimsizliği azaltabilir ve aşırı miktarda iş bilgisi ve ilgili eylemlerden kaynaklanan hataların sayısını sınırlayabilir. Ekonomik süreç yönetimi ile bir şirketin iyi durumunu korumak, rekabet gücünü korumanın önemli bir faktörü haline geldi. Ancak, bir süreç yönetim sisteminin geliştirilmesi zor ve zaman alıcı olabilir. Ayrıca, böyle bir sistemin tek etkisi, bazı çalışanlar için sıklıkla ek iş yüküdür.³⁸³

Süreç yönetimi aracılığıyla bir kuruluş, çok daha düşük maliyetler, daha yüksek hızlar, daha fazla doğruluk, azaltılmış varlıklar ve gelişmiş esneklik ile çalışan yüksek performanslı süreçler oluşturabilir. Şirketler, organizasyonel sınırları aşan uçtan uca süreçlere odaklanarak ve tasarlayarak, bu sınırlarda biriken değer katmayan ek yükü ortadan kaldırabilir. Süreç yönetimi aracılığıyla bir kuruluş, süreçlerinin vaatlerini yerine getirdiğini ve yetenekli oldukları düzeyde tutarlı bir şekilde çalıştığından emin olabilir. Süreç yönetimi aracılığıyla bir kuruluş, bir sürecin ne zaman kendisinin ve müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamadığını ve dolayısıyla değiştirilmesi gerektiğini belirleyebilir. Tutarlılık, maliyet, hız, kalite ve hizmetin bu operasyonel faydaları, daha düşük işletme maliyetleri ve gelişmiş müşteri memnuniyeti anlamına gelir ve bu da daha iyi kurumsal performans sağlar.³⁸⁴

³⁸² Biazzo, S., Bernardi, G., **a.g.m.**, p. 149-169.

³⁸³ Biazzo, S., Bernardi, G., **a.g.m.**, p. 149-169.

³⁸⁴ Hammer, M. (2014). What is Business Process Management? Handbook on Business Process Management 1, p.3-16.

Süreç yönetimi ayrıca çeşitli stratejik faydalar sunar. Birincisi, süreç yönetimi şirketlerin hızlı değişim dönemlerine (bizimki gibi) daha iyi yanıt vermesini sağlar. Konvansiyonel kuruluşlar, finansal performansla yansıyana kadar değişimin gerçekleştiğinin farkına bile varmazlar, bu durumda çok geç olur; değişimin meydana geldiğini kabul etseler bile, buna disiplinli bir şekilde yanıt verecek mekanizmaları yoktur. Bir süreç yönetimi rejimi altında, aksine, değişim, süreç yönetim sistemi tarafından not edilen operasyonel performans ölçütlerinin düşüşüne yansır; sürecin tasarımı, organizasyonun bu değişime yanıt verebileceği araçtır. Süreç yönetimi ayrıca küreselleşme ve birleşme entegrasyonundan ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) uygulamasına ve e-işletmeye kadar çok çeşitli diğer performans iyileştirme girişimleri için bir yol sağlar. Çok fazla işletme, bu fenomenlerin her birini bağımsız olarak ele almaktadır ve bu da koordinasyonsuz ve çelişkili değişim girişimlerinin çoğalmasına yol açmaktadır. Aslında bunların hepsi ya yüksek performanslı süreçleri destekleyen mekanizmalardır ya da bunlar aracılığıyla ulaşılabilecek hedeflerdir.³⁸⁵

Büyük ve küçük, özel ve kamuya ait binlerce kuruluş, uçtan uca iş süreçlerini yöneterek olağanüstü faydalar elde etmektedir. Yakın geçmişten birkaç örnek verilecek olur ise:³⁸⁶

- Bir tüketim malları üreticisi, malları ürettiği ve dağıtım merkezlerine teslim ettiği ürün dağıtım sürecini yeniden tasarladı; envanter %25 azalırken, stokta kalmama durumları %50 azalmıştır.
- Bir bilgisayar üreticisi, pazara sunma süresini %75 azaltan, geliştirme maliyetlerini %45 azaltan ve yeni ürünlerle müşteri memnuniyetini %25 artıran yeni bir ürün geliştirme süreci oluşturmuştur.
- Bir sermaye malları üreticisi, müşterilerine verdiği yeni ürünlerin bulunabilirlik tarihlerinin doğruluğunu %500 artırmış ve tedarik zinciri maliyetlerini %50'ye varan oranda azaltmıştır.
- Bir sağlık sigortası, müşterileriyle etkileşim kurmak için yeni bir süreç oluşturmuş ve müşteri memnuniyetini artırırken maliyetleri yüz milyonlarca dolar azaltmıştır.

³⁸⁵ Hammer, M., **a.g.e.**, p. 3-16.

³⁸⁶ Hammer, M., **a.g.e.**, p. 3-16.

Bu kapsamda dikkat edilmesi gereken bir husus, görünüşte uyumsuz hedeflerin eşzamanlı olarak başarılmasıdır: örneğin, stokları azaltırken, stokta kalmamış stoğu da azaltır. Geleneksel kuruluşlar, bunları birbiriyle çelişen hedefler olarak görür ve birini diğerine karşı takas eder; süreç tarafından yönetilen kuruluşlar, yeni bir süreç tasarımı oluşturarak geliştirilebileceğini kabul eder. Süreç yönetimi kavramlarını, bazıları açık, bazıları açık olmayan ve birlikte ana temalarını ifade eden mantıksal ilke açısından özetlemek faydalı olabilir. Bunlar:³⁸⁷

- a) **Tüm İşler Süreç İşidir:** Bazen süreç ve süreç yönetimi kavramlarının yalnızca sipariş karşılama, satın alma, müşteri hizmetleri ve benzeri gibi yüksek düzeyde yapılandırılmış, işlemsel iş için geçerli olduğu varsayılır. Sürecin erdemleri aynı zamanda ürün geliştirme, talep yaratma vb. gibi oldukça yaratıcı görevlere odaklanan gelişimsel süreçlere de bağlıdır. Süreç, yaratıcı çalışmayı basit prosedürlere indirgeyerek, rutinleştirme veya otomasyonla eşanlamlı olarak yanlış yorumlanmamalıdır.
- b) **Herhangi Bir Süreç, Süreçsizlikten İyidir:** İyi tanımlanmış bir süreç tasarımının olmaması birçok sorunu beraberinde getirir. İyi tanımlanmış bir süreç, en azından öngörülebilir, tekrarlanabilir sonuçlar verir ve iyileştirme için hazırlık zemini olarak hizmet edebilir.
- c) **İyi Bir Süreç, Kötü Bir Süreçten Daha İyidir:** Süreç tasarımının kritikliğini, bir süreç tasarımının kalibresinin performansının kritik bir belirleyicisi olduğunu ve bazı süreçlerin diğerlerinden daha iyi tasarlandığını ifade eder. Eğer bir şirket kötü bir süreç tasarımıyla boğuşuyorsa, onu daha iyisiyle değiştirmesi gerekir.
- d) **Bir Süreç Versiyonu Pek Çoğundan Daha İyidir:** Bir işletmenin tüm bölümlerinde süreçlerin standartlaştırılması, müşterilere ve tedarikçilere tek bir yüz sunar, eğitim ve BT (Bilişim Teknolojileri) sistemleri gibi destek hizmetlerinde büyük ekonomiler sağlar. İnsanların bir iş biriminden diğerine yeniden yerleştirilmesine olanak tanır ve bir dizi başka fayda sağlayabilir. Bu getiriler, farklı birimlerin ve müşterilerinin doğal olarak farklı ihtiyaçlarına

³⁸⁷ Hammer, M., a.g.e., p. 3-16.

karşı dengelenmelidir, ancak bizim önyargımız standardizasyondan yana olmalıdır.

- e) **İyi Bir Süreç Bile Etkin Bir Şekilde Yürütülmelidir:** İyi bir süreç tasarımı, yüksek performans için gerekli ancak yetersiz bir ön koşuldur; tasarımın yeteneklerinin pratikte gerçekleştirilebilmesi için dikkatli bir şekilde yönetilen yürütme ile birleştirilmesi gerekir.
- f) **İyi Bir Süreç Bile Daha İyi Hale Getirilebilir:** Süreç sahibinin performansını daha da artırmak için süreç tasarımında değişiklik yapma fırsatlarını arayarak sürekli tetikte olunması gerekir.

Her iyi süreç sonunda kötü bir süreç haline gelebilir. Değişim karşısında hiçbir süreç sonsuza kadar etkili kalmaz. Müşterinin değişime ihtiyacı vardır. Çünkü teknolojiler değişiyor, rekabet değişiyor ve eskiden yüksek düzeyde olan performans zayıf hale geliyor ve eskiden iyi olan süreci yenisiyle değiştirmek gerekli olmaktadır.

Bu kapsamda yüksek performanslı bir süreç için beş kritik etkinleştirici vardır.

Bunlar aşağıdaki gibidir: ³⁸⁸

1. **Süreç Tasarımı:** Bir sürecin en temel yönüdür. Hangi görevlerin, kim tarafından, ne zaman, hangi yerlerde, hangi koşullar altında, hangi hassasiyette, hangi bilgilerle vb. gerçekleştirileceğinin belirtilmesidir. Tasarım, sürecin spesifikasyonudur; bir tasarım olmadan, yalnızca koordine edilmemiş bireysel faaliyetler ve örgütsel kaos vardır.
2. **Süreç Metrikleri:** Çoğu kuruluş, yanlış hizalama, alt optimizasyon ve karışıklık yaratan işlevsel performans metriklerini kullanır. Süreçler, müşteri ihtiyaçlarından ve kurumsal hedeflerden türetilen uçtan uca ölçümlere ihtiyaç duyar. Bu metriklere göre hedefler belirlenmeli ve bunlara karşı performans izlenmelidir. Dengeli bir süreç metrikleri seti (maliyet, hız ve kalite gibi) konumlandırılmalıdır, böylece bir alandaki iyileştirmeler diğerindeki düşüşleri yok etmez.
3. **Süreç Yürütücüler:** Süreçlerde çalışan insanlar, geleneksel işlevler ve departmanlarda çalışanlardan farklı bir dizi beceri ve davranışa ihtiyaç duyar. Genel süreci ve hedeflerini, ekip halinde çalışma becerisini ve kendilerini

³⁸⁸ Hammer, M (2007) The process audit. Harv Bus Rev 85: p.111–123

yönetme kapasitesini anlamaları gerekir. Bu özellikler olmadan, uçtan uca çalışmanın potansiyelini gerçekleştiremeyeceklerdir.

4. **Süreç Altyapısı:** Süreç sorumluluklarını yerine getirmeleri için uygulayıcıların BT ve İK sistemleri tarafından desteklenmesi gerekir. İşlevsel olarak parçalanmış bilgi sistemleri, entegre süreçleri desteklemez ve geleneksel İK sistemleri (eğitim, ücret ve kariyer, vb.) parçalı iş perspektiflerini güçlendirir. Entegre süreçler için entegre sistemlere (ERP sistemleri ve sonuç bazlı ücretlendirme sistemleri gibi) ihtiyaç vardır.
5. **Süreç Sahibi:** Geleneksel bir organizasyonda, hiç kimse uçtan uca bir süreçten sorumlu değildir ve bu nedenle hiç kimse onu uçtan uca yönetecek (yani süreç yönetimi döngüsünü yürütecek) bir konumda olmayacaktır. Süreçleri konusunda ciddi olan bir organizasyonun süreç sahipleri olmalıdır: bir bütün olarak organizasyon genelinde bir süreç için yetki ve sorumluluğa sahip üst düzey yöneticilerdir.

Süreç yönetimi uygulamaları, toplam kalite yönetimi (TQM), Malcolm Baldrige Ödülü kriterleri, ISO 9000 ve Altı Sigma programları dahil olmak üzere bir dizi kalite ile ilgili girişimin ortak temel bileşenidir. Süreç yönetimi teknikleri, bir kuruluşun faaliyetlerinin rasyonelleştirilmiş bir uçtan uca süreçler sisteminde üst düzey koordinasyonu yoluyla bir kuruluşun verimliliğini artırmaya odaklanır. Örgütsel süreçleri rasyonelleştirmeye, koordine etmeye ve tekrar etmeye odaklanan süreç yönetimi felsefesi ve ilgili prosedürler, süreç odaklı, müşteri odaklı, gerçeklere dayalı ve bir firma genelinde katılımcı olan kapsamlı bir problem çözme buluşsal yöntemidir.³⁸⁹

Süreç yönetimi teknikleri üç ana faaliyetten oluşur. İlk olarak, bir kuruluşun ürün veya hizmetinin kuruluş genelinde sunulmasının altında yatan rutinleri haritalamak veya belgelemek için uyumlu çaba gösterilmesidir.³⁹⁰ Rutinler daha sonra, özellikle süreçleri rasyonelleştiren ve arayüzleri ve birbirine bağlı organizasyonel alt

³⁸⁹ Winter, S. "Organizing for continuous improvement: Evolutionary theory meets the quality revolution." In J. Baum and J. Singh (eds.), *Evolutionary Dynamics of Organizations*, Oxford University Press, New York, sene, p. 90-108.

³⁹⁰ Hammer, M., vd., **a.g.e.**

birimler arasındaki geçişleri düzene sokan kademeli değişimi hedefleyen süreç iyileştirmesine tabidir.³⁹¹

Süreç yönetimi çabaları, sürekli iyileştirme çabalarını yönlendirmek için artan verim, azaltılmış atık ve yeni ürünler için pazara sunma süresi ve müşteri memnuniyeti gibi süregelen süreç verimliliği ve etkinliği önlemlerine dayanır. Süreç yönetimi yaklaşımlarını kullanan bir organizasyonda, ilgili müşteriler sadece organizasyonun çıktılarının dış müşterileri değil, aynı zamanda organizasyonel süreçler arasındaki geçiş noktalarındaki iç müşterilerdir.³⁹²

Süreç yönetimi faaliyetleri genellikle yeni ürün geliştirme süreçlerine uygulanır. Yeni ürün geliştirme süreçlerinde iyileştirme çabaları için süreç verimliliği ve etkinliği, genellikle yeni ürünler ve müşteri memnuniyeti için pazara sunma süresi ile ölçülür. Müşteri memnuniyeti aynı zamanda iç müşterileri, yani alt süreçlerin sahiplerini de içerir. Bu durumda, ürün geliştirme etkinliği, üretim ve dağıtım süreçlerinde ürün geliştirmeden sonraki iç müşterilerin ihtiyaçlarını ne kadar iyi karşıladığı ile ölçülecektir. Ürün geliştirme süreci ise araştırma faaliyetlerinin ve yukarı yöndeki diğer süreçlerin iç müşterisidir. Yeni ürün geliştirmede sürekli iyileştirmeye odaklanmak, yukarı yönlü araştırma faaliyetlerinden elde edilen aktarımları veya girdileri değiştirmeyi amaçlar. Buna karşılık, üretim veya dağıtım süreçlerinde verimlilikte sürekli iyileştirmelere odaklanmak, ürün geliştirme sürecinin yukarı akışından kaynaklanan çıktıları veya devirleri muhtemelen etkileyecektir. Süreç yönetimi iyileştirme çabaları, bu nedenle, kısa vadeli önlemlerin anında geri bildirim tarafından yönlendirilen süreçlerde ve aralarındaki geçişlerde artan iyileştirmeler yoluyla bir kuruluştaki tüm süreç sistemini düzene koymayı amaçlar edinmiştir.³⁹³

Süreçler haritalandıktan ve iyileştirildikten sonra, süreç yönetiminin son unsuru, bir kuruluş genelinde standartlaştırılmış en iyi uygulamaların benimsenmesi

³⁹¹ Dean, J. W., Jr., and D. E. Bowen 1994 "Management theory and total quality: Improving research and practice through theory development" Academy of Management Review, vol. 19, 1994, p. 392-418.

³⁹² Garvin, D. A. "The processes of organization and management." Sloan Management Review, 39 (4), 1988, p. 33-50.

³⁹³ Cole, R. E., and W. R. Scott (eds.), **The Quality Movement and Organizational Theory**, Sage, London 2000, p. 44-95.

yoluyla rutinlere bağıllığı içerir. Bu aşama, sürekli verimlilik iyileştirmelerine izin vererek organizasyonel süreçlerin tekrarlanmasını sağlar.³⁹⁴

Rutinlere bağlı kalmaya odaklandıkları için süreç yönetimi faaliyetleri bir organizasyonun teknolojik yeniliklerini etkileme potansiyeline sahiptir. Teknolojik inovasyon, organizasyonlarda önemli bir çeşitlilik kaynağı ve dolayısıyla organizasyonel adaptasyonun bir köküdür.³⁹⁵ Teknolojik yenilik, kuruluşlara teknolojik değişimi başlatmak veya bunlara yanıt vermek için seçenekler sunar. Dinamik yetenekler, hem mevcut teknolojilerin ve kaynakların verimlilik faydaları için kullanılmasına hem de keşif yoluyla yeni olanaklar yaratılmasına bağlıdır.³⁹⁶

Teknolojik yenilik araştırmaları, yerel arama ve sömürüye yönelik örgütsel eğilimleri ve yerleşiklerin teknolojik değişime uygun şekilde yanıt verememelerinde istikrarlı rutinlerin rolüne dikkat çekmiştir.³⁹⁷ Daha genel olarak, öğrenme ve evrimde çalışma, bir organizasyonun faaliyetlerinde artan rutinleşme ve koordinasyonun, istikrarlı ortamlarda yanıt vermeyi hızlandırabileceğini, ancak aynı zamanda değişime karşı dirence, yetkinlik tuzaklarına ve yetersiz veya uygunsuzluğa da katkıda bulunduğunu ileri sürmüştür.³⁹⁸

Süreç yönetiminin faydaları ise şu şekildedir:³⁹⁹

- Departmanların değil süreçlerin yönetimine odaklanır.
- Birincil, ikincil ve iş (veya alt) süreçlerini içerir.
- Tüm sistemin performansını optimize etmeyi amaçlamaktadır.
- Süreçlerin standartlaştırılmasını sağlar.
- Ölçümlerin vizyonu desteklemesini sağlar.
- En iyi uygulamaların incelenmesini sağlar.
- Müşteri memnuniyetine odaklanır.

³⁹⁴ Hackman, J. R., and R. Wageman "Total quality management: Empirical, conceptual, and practical issues" Administrative Science Quarterly, 40, 1995, p. 309-342.

³⁹⁵ Nelson, R., and S. Winter, **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, MA: Harvard University Press, şehir 1982.

³⁹⁶ March, J. G., and H. A. Simon, **Organizations**, Wiley, New York 1958.

³⁹⁷ Henderson, R. M., and K. B. Clark 1990 "Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms" Administrative Science Quarterly, 35, 1990, p. 9-30.

³⁹⁸ Levitt, B., and J. G. March, "Organizational learning", Annual Review of Sociology, 14, 1988, p. 319-340.

³⁹⁹ Mcneese, W., ve Marks, C. (2001). The Power of Process Management. Annual Quality Congress Proceedings.

- Sürekli iyileştirme ve ölçülebilir değer sağlar.
- Şirketin yönetim şeklini temsil eder.

3.3. Süreç Yönetimi Uygulama Nedenleri ve Amaçları

Organizasyonlar gelişmelerine devam edebilmek ve varlıklarını sürdürebilmek için sürekli değişime uğramaktadır. Bu kapsamda sürekli gelişme gösteren yönetim teknik ve uygulamalarına bağlı olarak yönetim uygulamalarını, anlayışlarını ve yöntemlerini değiştirmektedir.⁴⁰⁰ Doğal olarak, her organizasyon, herkes tarafından zorluğu kabul edilmiş kalkınma temelli değişime girmez ve aslında buna da gerek yoktur. Bu süreci başlatan organizasyonlar, gelecekte de başarılarını sürdürme fırsatına sahip olanlardır. Ayrıca bu tür organizasyonlar aslında müşterilerine bir bakıma duyarlı olan, kalite ve performanslarını geliştirerek maliyetleri düşürmeyi amaçlayan organizasyonlardır.⁴⁰¹

Süreç yönetimi ise, süreçlerin doğru ve hedeflere uygun olarak işlediğinin garantisidir, ancak işlemeyen süreçlerin yeniden iyileştirilmesi gerekir. Kuruluş içi ve kuruluş dışı olarak iki başlıkta incelenmiştir;⁴⁰²

Kuruluş Dışı Nedenler;

- Küreselleşme,
- Demokratikleşme sürecinin sürekliliği,
- Bilgi teknolojisinin ilerlemesi,
- Küreselleşme etkisiyle artan rekabet,
- Politik ve siyasi gelişmeler,
- Ekonomik değişimler,
- Müşteri ihtiyaçlarındaki farklılık ve artışlar,
- Üretim/hizmet sektörlerinde teknoloji gelişimi,
- Yönetim yaklaşımlarında değişim ve gelişmeler olarak ifade edilmiştir.

⁴⁰⁰ Bozkurt, R, a.g.e.

⁴⁰¹ Sema Soydan, "Süreç Yönetimi ve İyileştirilmesi Üzerine Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, şehir 2006, s. 9-10.

⁴⁰² Okay, I. , "İşletmelerde Süreç Yönetimine Geçiş ve Uygulama Sonuçları", 7.Ulusal Kalite Kongresi,İstanbul, 1998, s.14

Kuruluş İçi Nedenler;

- Gelecekteki değişikliklere uyum sağlamak için hedef ve politika değişikliklerini,
- Müşteri ihtiyaçlarının karşılanamamasını,
- Müşteri şikayetlerinde artışını,
- Finansal göstergelerde bozulmaları,
- Ürün ömrünün kısa olmasını,
- Ürün / hizmet kalitesinde azalmasını,
- Performans göstergelerinde bozulmasını,
- Geleneksel fonksiyonel ve hiyerarşik bölümlemelere dayalı ağır ve yavaş işleyen kuruluş yapılarını,
- Kalite maliyetlerinde artışı,
- Çalışanların artan talep ve beklentilerini,
- Düşük moral ve motivasyonun varlığını olarak ifade edilmiştir.

Müşterileri memnun etmek ve rekabet avantajı elde etmek için, işletmelerin çıktılarla ilgili sürekli geri bildirim alarak rakiplerinden daha üstün, daha pratik ve daha düşük maliyetle ürün ve hizmetler sunmaları gerekir. En yüksek performans ve kaliteyi sağlamak için bir sürecin planlanması ve yönetimi için ilgili faaliyetleri gerçekleştirmek, operasyonel performans ve nihayetinde süreç yönetiminin amacını müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik fırsatları belirlemek oluşturur.⁴⁰³ Bu nedenle bir sürecin temel amacı müşterileri memnun etmek ve ihtiyaçlarını başarılı şekilde karşılamak olmalıdır.⁴⁰⁴

İşletmelerin rekabet ortamına ayak uydurabilmeleri ve rekabet avantajı elde edebilmeleri için yenilikleri takip etmeleri ve değişimlere ayak uydurmaları gerekmektedir. Şimdi bile, işletmeler öncesinden değişimi öngörme yeteneğine sahip olmalıdır. Çünkü teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmeyle birlikte işletmelerin

⁴⁰³ J. R Evans, W. M Lindsay, The Management and Control of Quality. (Ohio: South-Western Thomas Learning, SA, 2002

⁴⁰⁴ Necmi Selimoğlu, “Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirmede Bilgi Yönetiminin Rolü ve Uygulamaya İlişkin Bir Araştırma”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2005.

rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri zorlaşmış, müşteri memnuniyeti işletmenin kalitesi için önemli bir merkez haline gelmiştir. İşletmeler, müşterilerin beklentilerini ve sorunlarını belirleyerek ve çözerek rekabet avantajı elde eder. Süreç yönetimi ise bu aşamalarda müşteri taleplerini doğru ve bir anda giderilmesini sağlayacak süreçleri ortaya koymaya yardımcı olan uygulamalardır.⁴⁰⁵

Süreç yönetiminin amacı, gerekli yönetim faaliyetlerini yürütmek, performansı iyileştirmeyi, kaliteyi daha sonraki aşamalarda iyileştirmeyi ve operasyonel performansı iyileştirmeyi planlamaktır. Bu gelişmeler sağlandıktan sonra müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik fırsatlar değerlendirilmektedir.⁴⁰⁶ Performansı artırmak için yönetim faaliyetleri sistematik gerçekleştirilmeli ve geliştirilecek unsurlar hakkında karar alınırken güvenilir bilgiler esas alınmalıdır. Süreç yönetimi ile istenilen sonuçlara odaklanmak, kaynakları ve çalışanları en üst düzeyde değerlendirmek, tutarlı sonuçlar elde etmek ve değişkenleri kontrollü bir şekilde yönetmek mümkündür. Bu, stratejik yönetime dayalı hedeflerin ve veri tabanlı yönetimin gerçekçi bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır.⁴⁰⁷

Sürecin gerekli şekilde yönetiminin sağlanması için ise süreç sorumlularının tespit edilmesi, sınırların ve ara yüzlerin belirlenmesi, iş ve süreç tanımlamalarının yapılması, müşteri taleplerinin tespit edilmesi, kontrol noktalarının oluşturulması, süreçlerin analiz ölçümü, geri bildirim ve performans takibinin yapılması gibi yedi ana başlıktan oluşmaktadır.⁴⁰⁸ McNeese ve Marks'a göre süreç yönetiminin ana amacı ise kalite ve iş süreçlerini koordine şekilde entegre etmek ve firma vizyonu oluşturmaktır. Bu açıdan bakılacak olursa süreç yönetiminin çok fazla amacı bulunmaktadır. Bu amaçlar aşağıdaki gibidir: ⁴⁰⁹

- Bölümlerin değil tüm sürecin yönetimine odaklanır,
- Tüm sistemin verimini optimize etmeye odaklanır,
- Birincil, ikincil ve iş süreçlerini kapsar,
- Süreçlerde standartlaşmayı sağlar,
- Vizyonlara ölçüm desteği sağlar,

⁴⁰⁵ Çetin C., **a.g.e.**

⁴⁰⁶ Evans, J.R., Windsay, **a.g.e.**

⁴⁰⁷ EFQM. (2000). EFQM Mükemmellik Modeli 2000. İstanbul: Kalder Yayınevi.

⁴⁰⁸ Melan, E. H., **a.g.e.**

⁴⁰⁹ McNeese, William vd., **a.g.e.**

- Uygulamalarda en iyi olanı incelemeyi sağlar,
- Müşteri memnuniyeti odaklı çalışır,
- Sürekli geliştirme ve ölçülebilir değer sunar,
- Şirkette yönetilme şeklini temsil eder.

3.4. Süreç Yönetimi Uygulama Adımları

Süreç yönetiminin temel aşamaları süreç değerlendirme, süreç analizi ve süreç geliştirmedir.⁴¹⁰ Süreç değerlendirmesi, sürecin öğelerinin belirlenmesini içerir. Süreç analizi ise, sürecin en etkili şekilde nasıl işleyeceğinin oluşumunun gerçekleşmesini içerir. Geliştirilen süreç sahiplenilir ve uygulanır. Bu ihtiyaç bir döngüde tekrarlanır.⁴¹¹

ISO 9001:2000'e göre süreç yönetimine geçiş adımları ise şu şekildedir:⁴¹²

- Süreçlerin tanımlanması,
- Süreç sahiplerinin ve sorumluluklarının belirlenmesi,
- Süreç öğelerinin (girdi, çıktı, müşteri ve tedarikçi) tespiti,
- Süreç haritalarının çizilmesi,
- Süreç ölçüt ve göstergelerinin tespiti/güncellenmesi,
- Süreçlerin hedeflerinin tespiti/güncellenmesi,
- Kritik süreçlerin tespiti,
- Süreçlerin analizi ve geliştirmesi olarak belirtilmiştir.

1. Süreçlerin Tanımlanması

Süreci tanımlamak ve mevcut durumu belirlemek zaman alır. Süreyi kısaltmak için sürecin genel hatları belirlenmesi gerekir. Bu aşamalarda süreç haritaları oluşturulmalı ve süreçleri tanımlamak için süreçler belirlenmelidir. Sürecin nasıl işlediğini, sürece dahil olan kişi sayısını, detaylı akışları, aksaklıkların nerede meydana geldiğini, sürecin iyi çalışması için neler yapılması gerektiğini, kullanılan sistem ve araçlarda problem olup olmadığını belirlemek gerekir. Süreçteki sorunların nedenine ilişkin herhangi bir yorum ya da öngöründe bulunulmamalı, kökenleri iyice araştırılmalı ve tanımlanmalıdır.⁴¹³

⁴¹⁰ Erten, S., **a.g.e.**

⁴¹¹ Buğra Alp Buldur, **a.g.e.**

⁴¹² Standart BM Trada Belgelendirme, "Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000", Reklama Ajans, İstanbul, 2004:9.

⁴¹³ Eyüpoğlu, F., **a.g.e.**

Süreçlerdeki işleyiş akışı ve ilişkiler kendi kendini tanımlar. Analiz ve iyileştirme aşamalarında sürecin süreç yönetimi ile gerçekleştirilebilmesi için süreçlerin içinde işleyen akışın tanımlanabilir olması da önemlidir. Bu nedenle, yeni bir süreci tanımlayacak şekilde çalışılması gerekir. Bu aşamada yapılacak ise sürecin gelişmesiyle amacın ne olduğu ve organizasyon üzerindeki olumlu etkinin ne olacağı belirlenir. Süreç tedarikçileri, girdiler, yapılan işler ve birbirleriyle, çıktılarla ve müşterilerle olan ilişkileri sürecinde yer alan tüm unsurları kısaca tanımlamak ve özetlemek gerekir.⁴¹⁴

2. Süreç Sahiplerinin ve Sorumluluklarının Belirlenmesi

Süreç sahibi, sürecin günlük aşamalarından sorumludur ve sürecin standartlarını belirler. Süreç performansından da sorumludur bu nedenle süreci sürekli izler, sürecin verimliliğini ve etkinliğini ölçer. Süreç sahibi, sürecin başından sonuna kadar tüm aşamalarından sorumlu olan yönetici, lider veya proje yöneticisi olabilir. Süreç sahibi, ekip lideri olmayı ve süreç iyileştirme faaliyetlerine doğrudan katılmayı talep edebilir veya ekip liderinin görevini süreç sürekliliği süreci hakkında yeterli bilgiye sahip başka birine devredebilir. Kurulusta süreç sahibi; süreci tanıma, iyileştirme çalışmalarına yatkın, açık noktaları tespit edebilen, ekibi yönlendirebilme gibi özellikler taşımalıdır. Süreç sahibinin temel sorumlulukları; süreç standartlarını oluşturmak, süreç etkinliğini takip etmek, süreçteki iyileştirme fırsatlarını tespit etmek ve hayata geçirmektir.⁴¹⁵

3. Süreç Öğelerinin (Girdi, Çıktı, Müşteri ve Tedarikçi) Tespiti

Süreç girdilere değer katmak ve çıktı elde etmek olduğundan, sürecin en temel unsurları bir girdi ve çıktı olmasıdır. Ek olarak; girdi sağlayan tedarikçi, çıktıyı kullanan müşteri, sürecin faaliyet aralıklarının ölçüldüğü performans kriterleri, müşteri ihtiyaç ve talepleri ve süreç faaliyetleri de sürecin temel unsurları arasındadır.⁴¹⁶ Bu nedenle süreç yönetiminin etkinliği açısından süreç öğelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

⁴¹⁴ Arzu Aras Akçal, **a.g.e.**

⁴¹⁵ Bozkurt, R, **a.g.e.**

⁴¹⁶ PRITCHETT, Price, **Süreçlerle Yönetim** (Çeviren: Tekin Siya), Mü-Ka Matbaacılık, İstanbul 2002.

4. Süreç Haritalarının Çizilmesi

Süreç haritası, sürecin yarattığı işleri basitçe anlamayı sağlayan, katılımcıların birbirleriyle ilişkilerini grafiksel şekilde gösteren, süreci görsel şemaya dönüştüren bir diyagramdır. Böylece süreç bir bütün olarak görülebilir ve süreçte ortaya çıkabilecek değişiklikler tespit edilebilir. Süreçler ve süreçler arası ilişki hakkında bilgi sahibi olmak süreç haritasının oluşturulması için gereklidir.⁴¹⁷

5. Süreç Ölçüt ve Göstergelerinin Tespiti/Güncellenmesi

Süreç ölçüt ve performans göstergeleri ile süreç başarısı ölçülmektedir. Bunlar standart olarak üç kategoride gruplandırılmaktadır:⁴¹⁸

- a) Kalite: Süreç performans belirleyicileri ile ürünün kalitesi izlenir, analiz edilir ve geliştirilmesi sağlanır. Standardın amacına ulaşp ulaşmadığı, hedefin hangi kısmında olduğunu bilmek gibi konularda fayda sağlamaktadır. Hata oranı, şikâyet adetleri gibi unsurlar belirlenmektedir.
- b) Maliyet: Tüm ürün ve hizmetlerin üretimden satışa tüm aşamalarında maliyetler bilinmelidir. Süreç faaliyet sonuçlarının belirlenmesinde, karar aşamalarında, karşılaştırmalarda ve ölçümlerde maliyetlerden yararlanılmaktadır.
- c) Çevrim Zamanı: Bir sürecin baştan sona geçen tüm süresine çevrim zamanı denilmektedir. Sürecin talep edilen verimlilik ile ilerlemesi, müşteri ihtiyaçlarını ve taleplerini karşılaması ve hatasız bir süreç işlemesi için çevrim zamanı dikkate alınmalıdır.

6. Süreçlerin Hedeflerinin Tespiti/Güncellenmesi

Karşılaştırmalar yapıldıktan sonra müşteriler tarafından belirlenen kriterler ve sürecin iç performansına yönelik değerler belirlenir. Böylece tespit edilen hedefler doğrultusunda yeni bir süreç tasarımı yapılabilir. Bu nedenle, karşılaştırma sırasında belirlenecek performans ölçütü değerlerinin her iki türü de performans hedeflerinin belirlenmesini sağlamaktadır.⁴¹⁹

⁴¹⁷ Arzu Aras Akçal, **a.g.e.**

⁴¹⁸ Kalder Kıyaslama Komitesi, Kıyaslama (Benchmarking) Başkalarından Öğrenmek. Kalder Yayınları, şehir 2000.

⁴¹⁹ İmren Selek, “Süreç Yönetiminin Başarısında Ekip Çalışmasının Etkisi Ve Funika Tekstil A.Ş.'de Bir Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir 2006.

7. Kritik Süreçlerin Tespiti

Kritik başarı faktörlerine bağlı olarak destek, temel ve alt süreçlerin toplam etkileri hesaplanarak kritik süreçler belirlenmektedir. Ana hedef ile kritik süreçlerdeki durum arasındaki farklar karar alanındaki süreç bölgesini oluşturmaktadır. Bu aşamada, görevler üzerindeki etki, işlem planları, gerekçeleri ve hedefleri doğru bir şekilde belirlenmelidir. Kritik süreçler ancak belirli bir süre içinde kalmalı ve toplam süreçteki paylarını düşük tutmak için iyileştirmeye yönelik çabalar gösterilmelidir. İyileştirme aşamalarında öncelikli olarak kritik süreçler yer almaktadır.⁴²⁰

Kritik süreçlerde iyileştirme ihtiyacını belirlemek için ekip olarak çalışılması gerekir. Süreçlerin mevcut durumu belirlenmeli ve hedeflerle karşılaştırılmalı ve mevcut duruma göre iyileştirme ihtiyacı tespit edilmelidir.⁴²¹ Bu aşamada şirketlerin hedeflerine ulaşmaları için kritik süreçler önemlidir. Bu nedenle kritik süreçlerin performans takibinde ve süreç iyileştirmelerinde önemli rol oynar. İş sonuçlarının başarısında kritik süreçler yer alır.⁴²²

8. Süreçlerin Analizi ve Geliştirmesi

Süreç analizi, süreçlerde var olan unsurların belirlenmesi, belirlenen unsurlardaki performans göstergelerinin tespit edilmesi, zaman, işçilik ve kalite ölçümleri yapılarak mevcut durumun saptanması ve izlenmesidir. Süreç analizinin başarısı, toplanan verilerin doğruluğu ile doğrudan ilişkilidir. Gerçek sonuçlar elde etmek için, verilerin doğruluğundan emin olmak gerekir. Mevcut durum gibi müşteri istek ve ihtiyaçları tam olarak belirlenmeli ve süreçler bunlar üzerinden analiz edilmelidir. Süreç çalışanları ile yapılan çalışmalarda süreçleri aksatan yönler belirlenmeye çalışılmaktadır. Diğer tüm uygulamalarda olduğu gibi bu aşamada da üst yönetimin desteği önem taşımaktadır. Süreç analizinin amacı, ürün ve süreçlerin eksiksiz ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Süreç analizi, olası

⁴²⁰ Özkan, M. (2013), Süreç Yönetimine Giriş, (danismend.com/kategori/altkategori/surec-yonetimine-giris/) Erişim Tarihi: 10/04/2018.

⁴²¹ Özdemir, E., “Süreç Yönetimi ve Kara Kuvvetlerine Bağlı Bir Birlikte Süreç Yönetimi Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir 2007.

⁴²² Erten, S., a.g.e.

hata ve uyumsuzlukların tespitinde ve süreçlerin aksayan parçalarının fark edilmesini sağlamada önemlidir.⁴²³

3.5. Süreç Yönetiminde Başarıya Etki Eden Faktörler

Süreç yönetiminde başarıyı etkileyen faktörlere literatürde kritik başarı faktörleri de denir. Kritik başarı faktörleri, kurumun sektöründe başarılı ve farklı olmasını sağlayacak, yoğun rekabet ortamında üstünlük sağlamasına destek olacak, güçlendirilmesi ve üzerinde durulması gereken yönlerin belirlenmesinde kullanılacak kriterler olarak tanımlanabilir. Bunlar, kuruluşun süreçlerinin başarısını ve genel olarak kuruluşun performans düzeyini takip etmek ve ölçmek için kullandığı değişkenler ve parametrelerdir. Kritik başarı değişkenleri olarak da bilinir ve ölçülebilir olmalıdırlar. Kritik başarı faktörleri, genellikle yalnızca bir yöntem veya araç kullanılarak kolayca belirlenemez. Detaylı ve çok yönlü analiz genellikle 3 seviyede gereklidir. Bunlar; kurum ve kurum iç faktörlerine yönelik analizler, faaliyet alanı, kullanılan teknoloji, rekabete yönelik analizler, ekonomik, politik ve sosyolojik etkenlere ve çevrelere yönelik analizlerdir.⁴²⁴

Kritik başarı faktörleri sayesinde kuruluşun vizyonuna ulaşma derecesi, süreçlerinin ne kadar verimli olduğu ve performansları değerlendirilir. Bu nedenle kritik başarı faktörleri ölçülebilir olmalıdır. Süreç yönetiminde kritik başarı faktörleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır: ⁴²⁵

1. Yönetim Desteği ve Liderlik: Süreç yönetiminde üst düzey yöneticilerin süreci finans açısından desteklemesi ve tüm yöneticilerle süreç yönetiminde istikrarlı olması gerekmektedir. Desteklenmeyen bir sürecin yönetimini iyileştirmek ve başarıya ulaşmak imkânsız hale gelir.
2. Çalışanların Yetkilendirilmesi: Süreç yönetiminde sürecin hızlı ilerlemesi için çalışanlara gerekli yetkiler verilmelidir.
3. Değişim Yönetimi: Süreç yönetimi ve süreç iyileştirme çalışmaları yetkili çalışanlar tarafından yapılacaktır. Bu nedenle çalışanların süreci iyi bilmesi

⁴²³ YILMAZER, Ş., (2014). “Toplam Kalite Yönetiminde Süreç Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

⁴²⁴ Süreç Yönetimi Kılavuzu. (2005). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh., Ankara

⁴²⁵ Tokcan, T. (2011). **Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme Teknikleri: Gıda İşletmesinde Bir Uygulama**. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

gerekir. Müşterilerin ve çalışanların fikirleri süreci başarıya taşıyacak faktörlerden biridir.

4. Proje Yönetimi: Süreç yönetimi ve süreç iyileştirme çalışmaları proje olarak değerlendirilmeli ve deneyimli bir yönetici önderliğinde gerçekleştirilmelidir. Belirlenen hedeflere ve son teslim tarihlerine kesinlikle uyulmalı ve proje aşamaları belirlenmelidir.
5. Rekabet Bilgileri: İşletmenin aynı sektörde yer aldığı rakip işletmeler ve diğer tüm kuruluşların kullandıkları yöntemler izlenmeli ve karşılaştırılmalıdır.
6. Ürün ve Hizmet Kalitesi: Ürün ve hizmet kalitesi ile ilgili müşteri geri bildirimleri alınmalı ve süreç bu görüşler doğrultusunda yönlendirilmelidir.

3.6. Süreç Yönetimi Yaklaşımları

Süreç yönetimi yaklaşımı, kuruluşların performanslarının iyileştirilmesi, yönetilmesi, sorunların tespiti ve çözümü, artan etkinlik seviyesi, maksimum müşteri memnuniyeti ve rekabet üstünlüğü sağlayan bir yaklaşımdır.

Süreç yaklaşımında uygulama metotları ise şu şekildedir:⁴²⁶

- İstenilen sonuca ulaşmak için gerekli faaliyetler sistematik olarak tanımlanır.
- Ana faaliyetlerin doğru bir şekilde yürütülebilmesi için sorumluluk anlaşılır bir şekilde oluşturulur.
- İlgili faaliyetler için kapasite analizi yapılır.
- Ana faaliyet ile örgütsel işlevler arasındaki bağlantı tespit edilir.
- Ana faaliyetleri destekleyecek kaynak, yöntem ve materyaller gibi faktörler üzerinde durulur.
- Faaliyetin risk, sonuç ve etkilerinin müşteri, tedarikçi ve diğer ilgililer tarafından nasıl değerlendirildiği araştırılır.

Süreç yönetimi yaklaşımı ile ilgili, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından belirtilen faydalar şu şekildedir:⁴²⁷

- İyileştirme girişimlerini kilit süreçlere ve iyileştirme fırsatlarına odaklayabilme,

⁴²⁶ Doğan, Ö. İ., ve Tütüncü, Ö., **Hizmet İşletmelerinde Toplam Kalite Yönetimi Kapsamında ISO 9001:2000 ve Bilgisayar Destekli Bir Uygulama**, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir 2003.

⁴²⁷ ISO, **Kalite Yönetim Prensipleri**, yayınevi, 2. Yayın, 2015.

- Süreçlerin etkin yönetimi, kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak, istikrarlı ve tahmin edilebilir sonuçlar elde etmek,
 - Fonksiyonlar arası işlevsel engelleri azaltarak en iyi performansı sağlamak, etkinlik ve tutarlılık boyutlarıyla kuruluşa ve çevresine güven vermektir.
- Süreç yönetimi yaklaşımı ise dört başlık altında incelenebilir:⁴²⁸

Bütünsel Yaklaşım: Firma içerisindeki tüm süreçler kritiktir ve iyileştirme çalışmalarında değerlendirilir.

Yönetim Seçimi Yaklaşımı: Üst yönetim firma stratejilerinin günümüz modern süreçleri göz önüne alınarak iyileştirme yapılması tahmin edilen süreçlerin belirlenmesidir.

Ağırlıklı Seçim Yaklaşımı: Süreçler 1 ile 5 arasında puan verilerek birtakım kriterlere göre ölçülür. “1”, süreç iyileştirmesi yapmak çok zordur ve getirisi azdır. “5”, süreç için iyileştirme kolaylıkla yapılabilir ve getirisi yüksektir.

Bilgilenme Yaklaşımı: Müşteri odaklı bir yöntemdir. Bu yaklaşıma göre iyileştirmeler müşteri taleplerine odaklı olmalıdır. Uzun zaman gerektiren bir yaklaşımdır.

⁴²⁸ Standart BM Trada Belgelendirme, “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, İstanbul, 2004:31.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. YÖNTEM

4.1. Problem Durumu

4.1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu tez çalışmasının amacı, limanlarda etkinliğin artırılmasına etki eden akıllı lojistik başarı kriterlerinin ağırlıklandırılması ve en ideal süreç yönetimi yaklaşımının seçimini lojistik işletmeleri açısından değerlendirmektir. Bu değerlendirme sonucunda akıllı lojistik başarı kriterleri ve liman etkinliğine olan katkısı tespit edilmiştir. Literatür taraması aracılığıyla tespit edilen kriterler Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden (ÇKKV) biri olan AHP yöntemiyle sıralanmıştır. İlerleyen aşamada ise AHP yöntemi ile saptanan ağırlıklar kullanılarak MAUT yöntemi ile en ideal süreç yönetimi yaklaşımının seçimi yapılmıştır.

Yapılan bu çalışma ile liman işletmelerinde etkinliğin artırılmasına etki eden akıllı lojistik başarı kriterlerinin tespit edilerek sıralanması ve buna yönelik en ideal süreç yönetimi yaklaşımının belirlenmesi kritik bir bileşendir. Aynı zamanda rekabetin yoğun olduğu pazar ortamında limanların akıllı dönüşümlerine geç uyum sağlamasından kaynaklı güvenilir ve başarılı bir gerçek hayat probleminin analizine ihtiyaç duyulması açısından önemli görülmüştür. İkinci aşamada AHP yöntemi ile saptanan ağırlıklar kullanılarak MAUT yöntemi ile en ideal süreç yönetimi yaklaşımı seçiminin yapılmış olması da liman işletmeleri için maliyet, verimlilik ve performans bakımından pozitif katkı anlamında değerli olduğu düşünülmektedir. Öte yandan kullanılan yöntemler itibari ile de çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda ortaya çıkan sonuçların, liman işletmecileri ve liman kullanıcıları, akademik araştırmacılar, dış ticaret işletmeleri, gümrükler gibi liman etkinliği ile ilgili bilgi edinmek isteyen tarafların uygulayabileceği modeller geliştirilmesi ve bu modeller sonucunda liman performansının ve rekabet ortamında öne çıkabilirliğini artırmak amaçlanmıştır. Limancılık sektörü için belirlenen yöntem ve ulaşılan sonuçlar açısından kaynak olması çalışmanın başka bir hedefidir.

Çalışma ile akıllı teknolojilerin birçoğunun limanlara uygulanabilirliği ve gelecek açısından sunduğu fırsatlar göz önünde bulundurulduğunda limanların dijitalleşmeye hazır olmaları ve etkin bir şekilde benimsemeleri gerektiği Samsun ili liman örneği ile desteklenerek ortaya koyulacaktır. Akıllı lojistik teknolojileri konusunda zengin olan literatüre limancılık sektörü özelinde katkı sağlamak ve hem liman işletmecileri hem de liman kullanıcıları için farkındalık yaratma, rehber olma ve önemini tartışma ile literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Bu noktada çalışmada Samsun ilinde faaliyet gösteren liman işletmelerinde etkinliğe etki eden akıllı lojistik başarı kriterlerinin sıralanması ve en ideal süreç yönetimi yaklaşımının seçimi amaçlanmıştır. Kompleks ve karmaşık problemlerin çözümünde başvurulacak Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden AHP ve MAUT'dan faydalanılmıştır.

4.1.2. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları

Bu araştırma Samsun ilinde faaliyet gösteren liman işletme yöneticilerine, çalışanlarına, lojistik firma yöneticilerine ve çalışanlarına, konu ile ilgisi olan uzmanlara ve Samsun Liman Başkanlığı yetkililerine uygulanmıştır.

Araştırma farklı bir sektöre uygulandığında farklı sonuçlar çıkması muhtemeldir. Araştırmada, belirlenen örneklem grubunun evreni temsil ettiği varsayılmaktadır. Ayrıca, örneklem grubunun kendilerine sunulan araştırma içeriğini anlayacakları ve yöneltilen anket sorularını tarafsız, samimi ve gerçeği yansıtacak şekilde cevaplayacağı varsayılmaktadır.

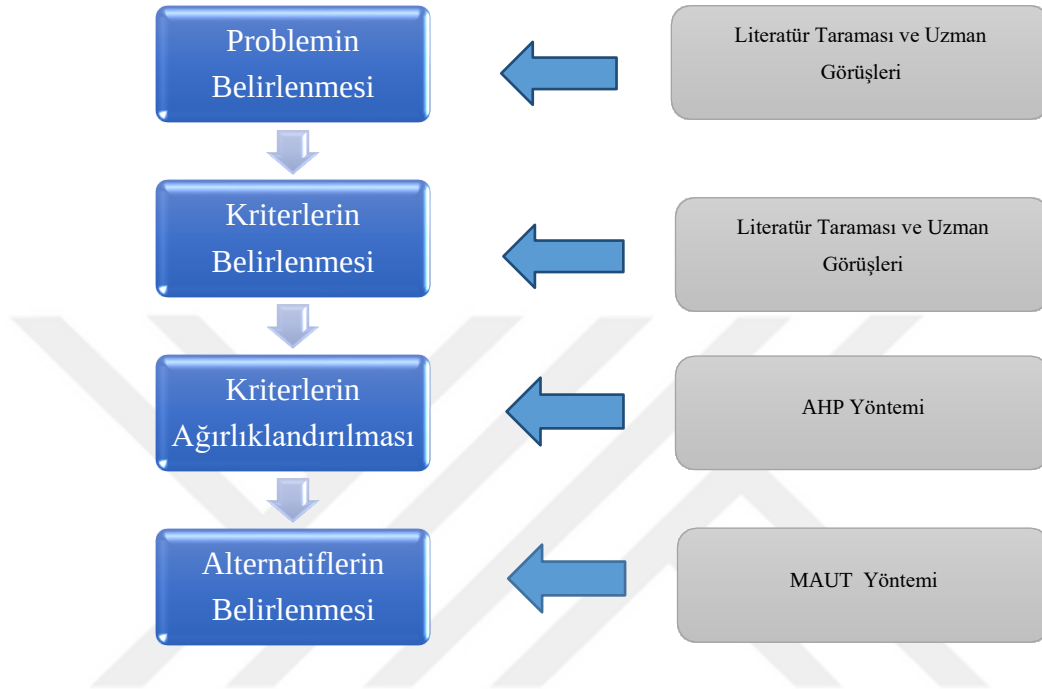
Yapılan çalışma, araştırma problemlerinin cevaplarının aranmasında veri toplama aracı olarak kullanılan anket soruları ve katılımcıların verdikleri cevaplar ile sınırlıdır. Bir diğer sınırlılık ise halihazırda Lojistik 4.0 teknolojilerini uygulayan az sayıda şirket bulunmasıdır. Başka bir sınırlılık sebebi de zaman kısıtı olarak gösterilebilir.

4.1.3. Araştırmanın Modeli

Araştırma modeli aşağıda şekilde verilmiştir. Yapılan anket çalışması öncesi lojistik işletmelerinde akıllı lojistik başarı kriterleri ve ilgili kriterlerin etkinliğe olan etkisi ve en ideal süreç yönetimi yaklaşımının tespiti ayrıntılı literatür taraması ile

belirlenmiştir. Daha sonra anket karar vericilere (Samsun ilinde faaliyet gösteren liman işletme yöneticilerine, çalışanlarına, lojistik firma yöneticilerine ve çalışanlarına, konu ile ilgisi olan uzmanlara ve Samsun Liman Başkanlığı yetkililerine) sunulmuştur.

Şekil 2: Çalışma Uygulama Adımları



4.1.4. Araştırmanın Kapsamı

Araştırmanın kapsamını, Samsun ilinde faaliyet gösteren liman işletme yöneticileri, çalışanları, lojistik firma yöneticileri ve çalışanları, konu ile ilgisi olan uzmanlar ve Samsun Liman Başkanlığı yetkilileri oluşturmaktadır.

4.2. Veri Toplama Araçları ve Yöntemi

Çalışmada veri toplama tekniği olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinden olan AHP ve MAUT yöntemlerine bağlı olarak anket (yüz yüze) yöntemi kullanılacaktır. Çalışmanın örneklemini Samsun ilinde faaliyet gösteren liman işletme yöneticileri, çalışanları, lojistik firma yöneticileri ve çalışanları, konu ile ilgisi olan uzmanlar ve Samsun Liman Başkanlığı yetkililerinden oluşacaktır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler Super Decision ve Excel programı ile analiz edilecek ve bulgulara erişilecektir.

Liman ve lojistik işletmelerinde etkinliğin belirlenmesi, akıllı lojistik başarı kriterlerinin tespiti ve en ideal süreç yönetimi yaklaşımının belirlenmesi bakımından önemli avantajlar sağlayacaktır. Başarı kriterleri ve süreç yönetimi yaklaşımlarının karmaşık ve komplike bir yapıda olması ÇKKV yöntemlerinden faydalanmayı gerektirmektedir. Bu noktada çalışmada kullanılan AHP ve MAUT yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Çok Kriterli Karar Verme, karar vermenin bilinen bir parçasıdır. Yöneylem araştırması modellerinin genel bir sınıfının parçasıdır. ÇKKV yöntemleri, insanların birçok farklı bilgi akışını verimli bir şekilde analiz etme konusundaki yetersizliklerine bir yanıt olarak kademeli olarak geliştirilmiştir. Bir karar vericinin ölçülebilir veya ölçülemez ve çoklu kriterler arasından seçim yapması gerekmektedir. Hedefler genellikle çelişkilidir ve bu nedenle çözüm, büyük ölçüde karar vericinin seçeneklerine bağlıdır ve bir uzlaşma olmalıdır. Olayların çoğunda, farklı karar verici grupları sürece dahil olur. Her grup, karşılıklı uzlaşma çerçevesinde çözülmesi gereken farklı bakış açıları ve kriterlerle birlikte gelir.⁴²⁹

Karar yöntemlerinin ve varyantlarının çoğalmaya devam etmesiyle, karşılaştırmalı değerlerinin anlaşılması önemlidir. Yöntemlerin her biri, karar vericilerin ayrı bir alternatif kararlar kümesi arasından seçim yapmalarına yardımcı olmak için sayısal teknikler kullanır. Bu, alternatiflerin belirli kriterler üzerindeki etkisine ve dolayısıyla karar vericilerin genel yararlarına dayanarak sağlanır. Karar yöntemlerini karşılaştırmaya ve en iyisini seçmeye çalışırken her zaman ortaya çıkan zorluk, bir paradoksa ulaşılmasıdır.⁴³⁰

Günümüz yaşantısında çeşitli kriterlere göre pek çok karar alınmakta, bu nedenle farklı kriterlere ağırlık verilerek karar alınabilmekte ve tüm ağırlıklar uzman gruplarından elde edilmektedir. Problemin yapısının belirlenmesi ve çoklu kriterlerin açık bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Örneğin bir nükleer santral inşasında farklı kriterlere göre belirli kararlar alınmıştır. Sadece çok kriterli çok karmaşık

⁴²⁹ Zeynep Aydın, TURKEY'S ENERGY PLANNING BY USING MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS, The Graduate Institute of Sciences and Engineering Fatih University, Master of Science in Industrial Engineering, June 2012, Istanbul, Turkey.

⁴³⁰ TRIANTAPHYLLOU, E., (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods, Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Springer Science Business Media Dordrecht, APOP, volume 44, pp 5-21.

konular değil, bazı kriterlerin bazı problemlere etkisi olabilir, ancak hepsinden daha iyi bir çözüme sahip olmak için, tüm alternatiflerin daha bilinçli ve daha iyi kararlara yol açan ortak kriterlere sahip olması gerekir.⁴³¹ Çok Kriterli Karar Verme, çok kriterli karar ve planlama problemlerini yapılandırmak ve çözmekle ilgilidir. Tipik olarak, bu problemler için benzersiz bir optimal çözümün olmadığı durumlarda, çözümler arasında ayırım yapmak için karar verici kullanmak gerekir.

Alternatifler için birçok kriter mevcut olduğunda problem karmaşık hale gelir. Bir ÇKKV problemi için benzersiz bir optimal çözüm, istenen bilgi birleşimi olmadan elde edilebilir. Optimal bir çözüm fikri, genellikle baskın olmayan çözümler kümesi tarafından geri konur. Baskın olmayan bir çözüm, en az bir kriterden ödün vermeden ondan başka bir çözüme geçmenin mümkün olmaması özelliğine sahiptir. Bu nedenle karar verici, baskın olmayan kümeden kolayca bir çözüm seçebilir. Aksi takdirde karar verici bunların hiçbirinde daha kötüsünü yapamaz ve tüm kriterler açısından daha iyisini yapabildi. Ancak, baskın olmayan çözümler seti, karar vericiye nihai seçimleri için sunulamayacak kadar büyüktür.⁴³²

Çok kriterli problemlerin çözümünde kullanılan ÇKKV teknikleri şunlardır:⁴³³

- AAS Yöntemi,
- AHP Yöntemi,
- ARAS Yöntemi,
- COPRAS Yöntemi,
- DEMATEL Yöntemi,
- Durum Tabanlı Çıkarsama (DTÇ) Yöntemi,

⁴³¹ Albayrak, E., Erensal, Y. C. (2005). “A study bank selection decision in Turkey using the extended fuzzy AHP method”, Proceeding of 35th International conference on computers and industrial engineering, Istanbul, Turkey.

⁴³² Martin Aruldoss et al., “A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications”, Department of Banking Technology, Pondicherry University, Puducherry, India American Journal of Information Systems, Science and Education Publishing, , Vol. 1, No. 1, 2013, p. 31-43.

⁴³³ Özbek, A., & Engür, M., “Çok kriterli karar verme yöntemleriyle öğrenci işleri otomasyon seçimi”, KOCATEPEİİBF Dergisi, 21(1), Haziran 2019, s. 1-18.

- EATWIOS Yöntemi,
- EDAS Yöntemi,
- ELECTRE Yöntemi,
- ENTROPİ Yöntemi,
- Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemi,
- İstatistiksel Yöntemi,
- Matematiksel Programlama,
- MAUT Yöntemi,
- MOORA Yöntemi,
- OCRA Yöntemi,
- ORESTE Yöntemi,
- PROMETHEE Yöntemi,
- SAW Yöntemi,
- SWARA Yöntemi,
- TOPSIS Yöntemi,
- Uzman Sistemler,
- Veri Zarflama Analizi (VZA),
- VIKOR Yöntemi,
- WASPAS Yöntemi,
- WPM Yöntemi,

- Yapay Zekâ.

4.2.1. AHP Yöntemi

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan ve çalışma da kullanılan AHP yöntemi, karar hiyerarşisi tanımlanabiliyorsa kullanılabilir, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahmin yöntemi olarak tanımlanabilir. AHP, Thomas L. Saaty tarafından 1970'lerde Wharton İşletme Okulu'nda çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için geliştirilmiştir. Kriterlere göre derecelendirme için uzman görüşü gerektiren bu yöntemde, önem derecelerinin belirlenmesi için uzman görüşüne ihtiyaç vardır. Karar vericiler, Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılarak hazırlanan değerlendirme formunda kriter ve alt kriterleri karşılaştırır. Tüm kriterler karşılaştırılır ve karar alternatiflerinin öncelikleri listelenir.⁴³⁴

AHP, karar verme problemlerinde hem nitel hem de nicel faktörlerin değerlendirilmesini sağlarken bireylere ve gruplara büyük ölçüde yardımcı olur. AHP'nin hiyerarşik bir modeli vardır ve bu yapı ile karar vericilerin karmaşık sorunları ile sorunun temel amacı, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiye olanak tanır. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra karar verici, kriterlerin her seviyedeki göreceli önemini belirlemek için önceliklendirme prosedürünü başlatır. Önceliklendirmede temel amaç, bir kriterin diğerine üstünlüğünü göstermektir. Kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak, uzmanların veya karar vericilerin görüşlerine danışmak için Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılır. Her bir kriter çifti arasındaki tercih, karar verici tarafından sözlü olarak eşit derecede önemli, orta derecede daha önemli, güçlü bir şekilde daha önemli, çok güçlü bir şekilde daha önemli ve son derece daha önemli olarak ifade edilebilir. Bu tanımlayıcı tercihler daha sonra sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 sayısal değerlerine çevrilecektir. Ardından, birbirini izleyen iki nitel yargı arasındaki karşılaştırmalar için ara değerler 2, 4, 6 ve 8'dir.⁴³⁵

⁴³⁴ Nergis Özispa, "SUSTAINABILITY PERFORMANCE MEASUREMENT IN PORTS BY USING AHP AND TOPSIS METHODOLOGY", Master Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir 2017, p. 87.

⁴³⁵ Aysel Gezen, EVALUATING OF OUTSOURCING SERVICE PROVIDERS WITH AHP AND TOPSIS METHODS: "A STUDY IN FACILITY MANAGEMENT SECTOR", Master Thesis, Bahçeşehir University, şehir 2020, p. 39.

AHP, kriterlerin ve alt kriterlerin anlamlılık düzeylerini bir boyuta indirerek olası sonuçların en iyisini belirleme sırasını oluşturan öncelik vektörleri tarafından belirlenir. AHP, uzmanın belirli bir konudaki görüş ve düşüncelerini belirterek ortak bir yargı oluşturmak ve ortak bir yargı oluşturmak için etkili bir yöntemdir.⁴³⁶

AHP'nin avantajı, karar vericilerin ikili karşılaştırmalara genel bakış açısı sağlamakta, birbirleri arasındaki ilişkileri sayısal değerlemeleri açısından şart koşturur. Bu bağlamda, karar vericiyi detaylı olarak düşünmeye zorlamakta, daha rasyonel kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. AHP'de kullanılan ağırlıklı puanlamanın dezavantajı ise, puanlamaların probleme genel bakış açısından, tümünden gelerek ikili karşılaştırmalara dağıtılması gerekmektedir. Karar vericilerin her ikili karşılaştırmaların birbirinden bağımsız çiftlerde puanlamaların da bağımsız olduğuna kanaat getirebilmektedir.⁴³⁷

Literatür de Yau ve Davis 1993 yılında büyük ölçekli yazılım sistemlerinde uygulamanın yeterliliğinden emin olmak amacıyla denetim görevlerinin önceliklendirilmesini AHP yöntemi ile elde etmişlerdir,⁴³⁸ Tsaur ve arkadaşları 2002 yılında havaalanlarında hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde,⁴³⁹ Yurdakul ve İç 2005 yılında üretim şirketleri için bir performans ölçüm modelinin geliştirilmesinde,⁴⁴⁰ Lin ve arkadaşları 2008 yılında müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde,⁴⁴¹ Ustasüleyman 2009 yılında bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde,⁴⁴² Mahdavi ve arkadaşları 2011 yılında tedarikçi seçiminde,⁴⁴³

⁴³⁶ Özispa, N., a.g.e., s.87.

⁴³⁷ GÜNEY, H., (2021). AHP Yöntemi ile Endüstri 4.0 Perspektifinden Teknoloji Odaklı Yeni Ürün Geliştirme Üzerine Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

⁴³⁸ Yau, Chuck, Tim Davis, "Using Analytic Hierarchy Process (AHP) to Prioritize Auditing Tasks for Large-Scale Software Systems", Journal of Systems Management, Yıl: 44, Sayı: 1993, ss. 26-31.

⁴³⁹ TSAUR, S.H., Chang, T.Y., Yen, C.H. (2002), "The Evaluation Of Airline Service Quality By Fuzzy MCDM", Tourism Management, Cilt.23, S.2, ss. 107-115.

⁴⁴⁰ Yurdakul, M. & İç, Y. (2013). İMALAT FİRMALARINDA BAŞARIYI SAĞLAYAN KOŞUL VE UYGULAMALARI KRİTER OLARAK KULLANAN BİR PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ . Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 14 (1)

⁴⁴¹ Lin, M.-C., Wang, C.-C., Chen, M.-S., Alec Chang, C., (2008), Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process, Computers in Industry, 59, p.17-31

⁴⁴² Ustasüleyman, T., (2009) Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi, Bankacılar Dergisi, 69, s.33-43

⁴⁴³ Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., Ashoori, M.T., Kaviani, S., Mahdavi-Amiri, N., (2011), A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period

Baltacı 2020 yılında lojistik sektöründe dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesinde etkili olan kriterlerin belirlenmesinde,⁴⁴⁴ Yang ve diğerleri 2020 yılında kaliteli kredi değerlendirme sisteminin gelişimini ele alıp, internet şirketleri için değerlendirme sistemi oluşturmada,⁴⁴⁵ Zhang ve diğerleri 2021 yılında öğretmen eğitiminde uzmanlaşan üniversite öğrencilerinin öğretim yeterliliğini değerlendirmede,⁴⁴⁶ Fadjar ve diğerleri 2021 yılında organizasyonun üst düzey yönetim tarafından daha doğru kararlar ile kontrol edilmesi ve izlenmesi için karar verme sürecinin araştırılmasında,⁴⁴⁷ Karlı ve diğerleri 2021 yılında akıllı liman faktörlerinin belirlenmesinde,⁴⁴⁸ Nehir 2022 yılında global liman işletmelerinde verimlilik ölçümü için belirlenen kriterlerin önem derecesini tespit etmek ve kriterleri sistematik olarak karşılaştırıp değerlendirilmesinde,⁴⁴⁹ Yavuz 2022 yılında blok zincirinin tedarik zinciri yönetimine en çok fayda sağlaması beklenen kullanım kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılmasında,⁴⁵⁰ Yorulmaz ve diğerleri 2022 yılında gemi brokerliği mesleğindeki etik ilkelerin önceliklendirilmesinde,⁴⁵¹ Aykan ve diğerleri 2022 yılında insan kaynakları uzman yardımcısı seçiminde belirlenen kriterlerin önem derecelerinin

scheduling in an electronic market, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52, p.1039-1052

⁴⁴⁴ Baltacı, İ. (2020). Lojistik sektöründe dijital olgunluk seviyesinin ölçülmesi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

⁴⁴⁵ Wu, X., Zhang, C. ve Yang, L. (2020). "Evaluation and Selection of Transportation Service Provider by TOPSIS Method With Entropy Weight", Thermal Science, (00), 50-50.

⁴⁴⁶ Zhang, J., Shi, J., Liu, X., & Zhou, Y. (2021). An Intelligent Assessment System of Teaching Competency for Pre-service Teachers Based on AHP-BP Method. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 16(16), 52-64

⁴⁴⁷ Fadjar, A., Kusumaningsih, N., & Yanto, H. (2021). Decision Making with AHP Approach (Analytical Hierarchy Process). Review Of International Geographical Education, 11(3), 1520-1531.

⁴⁴⁸ Karlı, H., Öztaş Karlı, R. G. & Çelikyay, S. (2021). Fuzzy AHP Approach to The Determination of Smart Port Dimensions: A Case Study on Filyos Port . Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi , 9 (1) , 322-336.

⁴⁴⁹ Nehir, E.M., (2022). Global Liman İşletmelerinde Verimlilik Ölçümü: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Veri Zarflama Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, Sakarya.

⁴⁵⁰ Yavuz, E. & Avunduk, H. (2022). TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE BLOK ZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI . Izmir Democracy University Social Sciences Journal , 4 (1) , 33-56 .

⁴⁵¹ Yorulmaz, M. & Tonguç, B. (2022). Gemi Brokerlerinin Mesleki Etik İlkelerinin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi . Academic Knowledge , 5 (1) , 118-140

ölçülmesinde,⁴⁵² Güleriyüz 2023 yılında lojistik köylerin karşılaştırılmasında ve lojistik köy seçiminde,⁴⁵³ AHP yöntemini kullanmışlardır.

AHP tekniğini kullanarak karar verme problemini çözme adımları aşağıdaki gibidir.⁴⁵⁴

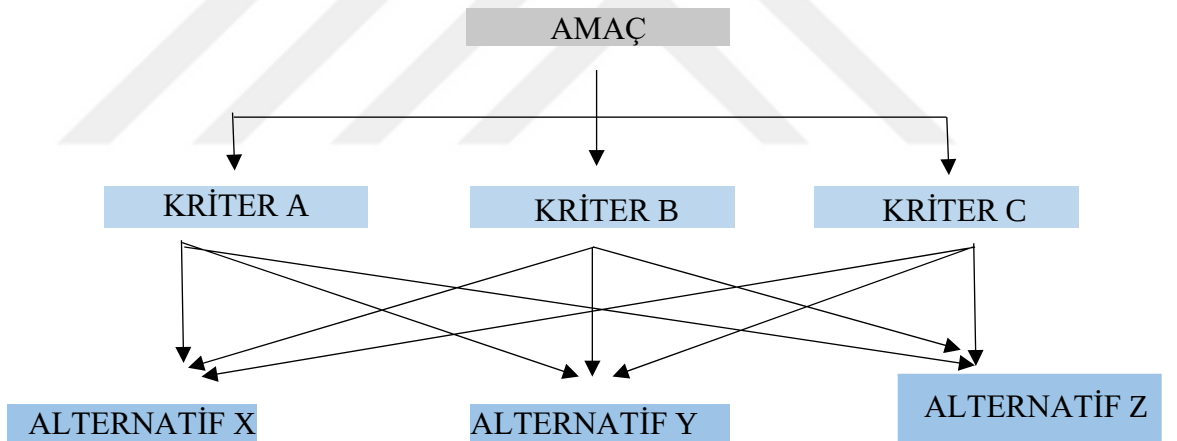
Adım 1: Problemin tanımlanması

Karar için gerekli olan ölçütler belirlenerek, ölçüt öncelikleri tespit edilir.

Adım 2: Hiyerarşinin oluşturulması

En üstte ulaşılması gereken temel hedef yer alır. Onun altında ise temel ölçütler ve alt ölçütler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise alternatifler yer almaktadır. Hiyerarşinin aşama sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır. Hiyerarşi oluşturulurken, aynı düzlemde yer alan seçeneklerin birbirlerinden tamamen bağımsız olduğu kabul edilir. Hiyerarşik yapı Şekil 3’ de gösterilmektedir.⁴⁵⁵

Şekil 3. Hiyerarşik Yapı



Kaynak: Wang vd., 2008: 515.

⁴⁵² Aykan, E. & Çataltepe, O. (2022). AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE İNSAN KAYNAKLARI UZMAN YARDIMCISI SEÇİMİ . Süleyman Demirel Üniversitesi İnsan Kaynakları Yönetimi Dergisi , 1 (1) , 41-51

⁴⁵³ Güleriyüz Ergül, S. (2023). Lojistik Köy Seçimi için AHP-TOPSIS Temelli Bir Karar Verme Yaklaşımı . Journal of Transportation and Logistics , 7 (2) , 321-340

⁴⁵⁴ Sürücü, E. (2015). Lojistik Sektöründe Sürdürülebilir Performans Ölçümü İçin AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması: Lojistik Firmaları Üzerine Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.

⁴⁵⁵ Wang Y., Liu J. ve Elhag T., “An Integrated AHP-DEA Methodology For Bridge Risk Assessment”, Computers & Industrial Engineering, 54(3), 2008, p. 513-525.

Adım 3: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

1 ile 9 arasında değerler alan bir önem derecesi ölçeği kullanılarak, önce temel ölçütler, varsa alt ölçütler ve son olarak tüm ölçütlerin dikkate alınarak ölçütlere göre karar seçeneklerinin karşılaştırıldığı matrisler oluşturulur. Karşılaştırma matrisleri köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{ij} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1j} & 1/a_{2j} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1/a_{in} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

a_{ij} , i . ölçüt ile j . ölçütün ikili karşılaştırma değeri olup, a_{ij} değeri $1/a_{ij}$ den elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir. a_{ij} değeri, “Ölçüt i değeri bir başka ölçüt j ye göre ne oranda tercih edilmelidir?” sorusunun cevabıdır. Karar seçenekleri her bir ölçüte göre ayrı ayrı karşılaştırılır. Karar matrisleri, aşağıda Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur.

Tablo 5. Karşılaştırma Ölçeği

Önemi	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki seçenekte eşit değerde öneme sahiptir
2	Zayıf ya da hafif	
3	Biraz önemli	Bir ölçüt diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır
4	Makul artı	

5	Fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır.
6	Güçlü artı	
7	Çok fazla önemli	Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır.
8	Çok çok güçlü	
9	Son derece önemli	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.

Kaynak: Saaty, Thomas L (1994), “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, Interfaces, 24(6), 19-43

Adım 4: İkili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi

Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilir. Normalize edilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olur.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 5: Öncelik vektörünün hesaplanması

Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bulunan bu değerler her bir ölçüt için hesaplanan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur.

$$w_i = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a'_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \right]$$

Böylece, ölçütlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. Öncelikler vektörünün oluşturulması aşamasında dört farklı yol izlenebilir. Bunlar, En Genel Yöntem, Daha İyi Bir Yöntem, İyi Bir Yöntem, En İyi

Yöntem başlıkları ile tanımlanabilir. Karşılaştırma matrisleri tutarlı olduğunda bu yöntemlerin dördü de aynı sonucu verecektir.

Adım 6: Tutarlılık oranının hesaplanması

İkili karşılaştırmaların yapılması ve önceliklerinin belirlenmesinin ardından karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanır. İkili karşılaştırma yargısı sonucu oluşan bir A matrisinin tutarlı olup olmadığını belirleyebilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan “Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI)” adı verilen katsayının hesaplanması gerekir. CI katsayısı

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada,

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right) \quad \text{dır.}$$

$$A \times W = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} = 1/a_{1n} & a_{n2} = 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ W_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{pmatrix}$$

$$d_i = \frac{x_i}{w_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Tutarlılığı değerlendirebilmek için “Rassal Indeks (Random Index-RI)” değerinin bilinmesi gerekir. n boyutlu karşılaştırma matrisleri için tanımlanan RI değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

Kaynak: Saaty, Thomas L ve Ozdemir, M (2003a), “Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process”, Mathematical and Computer Modelling, 37, p.1063-1075.

CI ve RI değerleri belirlendikten sonra “Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR)” hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR’nin 0.10’dan küçük çıkması durumunda karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilir.⁴⁵⁶

Adım 7: Ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak, karar seçeneklerinin öncelik vektörü hesaplanır. Bu öncelik vektörü, ölçütler için ağırlık vektörü olarak da tanımlanabilir.⁴⁵⁷

Adım 8: Seçeneklerin sıralanması: Ölçütler için elde edilen öncelik vektörleri birleştirilerek, tüm öncelikler matrisi elde edilir. Tüm öncelikler matrisi ile karar seçeneklerinin öncelik vektörü çarpılıp toplanarak sonuç vektörü elde edilir. Bu vektörde en yüksek ağırlığa sahip olan karar seçeneği problemin çözümü için tercih edilmesi gereken karar seçeneği olarak belirlenir.⁴⁵⁸

⁴⁵⁶ Sürücü, E., a.g.e.73-93.

⁴⁵⁷ Sürücü, E., a.g.e. 73-93.

⁴⁵⁸ Sürücü, E., a.g.e. 73-93.

4.2.2. MAUT Yöntemi

Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem olan MAUT, Çok Nitelikli Fayda Teorisi olarak bilinmektedir. Keeney ve Raiffa tarafından 1976 yılında sonuçlarla ilgili belirsizlikler için geliştirilmiştir.⁴⁵⁹ MAUT'un sistematik yapısı, karmaşık problemlerin çözümünde yardımcı olan çelişkili kriterler içerir. MAUT, karar vericinin karar problemini basit bir hiyerarşide yapılandırmasına izin vererek nitel ve nicel kriterlerin öznel değerlendirmesine izin verir.⁴⁶⁰ Nitel ve nicel ölçütlerin birlikte değerlendirilmesini sağlayan MAUT yönteminin amacı, ÇKKV problemlerinde en faydalı alternatifi bulmaktır.⁴⁶¹

MAUT, olası her sonuca bir yardımcı program atayarak ve mümkün olan en iyi yardımcı programı hesaplayarak belirli bir problemdeki en iyi eylem biçimine karar verebilecek beklenen bir yardımcı program teorisidir.⁴⁶² Maut'un en büyük avantajı belirsizliği hesaba katmasıdır. Kendisine atanmış bir yardımcı programa sahip olabilir; bu, birçok ÇKKV yönteminde muhasebeleştirilen bir kalite değildir. Kapsamlıdır ve yöntemin her adımında her sonucun tercihlerini hesaba katabilir ve dahil edebilir. Bu doğruluk miktarı uygundur, ancak birçok olası dezavantaja yol açabilir. Karar vericinin tercihlerini doğru bir şekilde kaydetmek için prosedürün her adımında inanılmaz miktarda girdi gereklidir, bu da bu yöntemi son derece veri yoğun hale getirir. Bu girdi düzeyi ve veri miktarı her karar verme sorunu için kullanılamayabilir. Karar vericilerin tercihlerinin de kesin olması ve sonuçların her birine belirli ağırlıklar vermesi gerekir; bu da her seviyede daha güçlü varsayımlar gerektirir. Bunun tam olarak uygulanması zor olabilir ve nispeten öznel olabilir. MAUT'un ortak uygulamaları, belirsizliği hesaba katma yeteneği olan büyük gücüne dayanır.⁴⁶³

⁴⁵⁹ Ömürbek, N., Akçakaya, E.D.U., “**Forbes 2000 Şistesinde Yer Alan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, Maut, Copras ve Saw Yöntemleri ile Analizi**”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari ve Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), 2018, s. 257-278.

⁴⁶⁰ Timor M., **Analitik Hiyerarşi Prosesi**, Türkmen Kitabevi, İstanbul 2011, s.24-25.

⁴⁶¹ Konuşkan Ö. ve Uygun Ö. (2014), “Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması”, ISITES Karabük, s. 1403-1412.

⁴⁶² Konidari, P., and Mavrikis, D. (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. Energy Policy, 35(12): 6235-6257.

⁴⁶³ Mark Velasquez, Patrick T. Hester, An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods, P.O. Box 64732, Virginia Beach, VA, 23467, Department of Engineering Management and Systems Engineering, Old Dominion University, Norfolk, VA USA 23508, International Journal of Operations Research Vol. 10, No. 2, 5666 (2013).

Bu kapsamda MAUT yöntemi uygulama adımları aşağıda verilmiştir.⁴⁶⁴

Adım 1: Kriterlerin ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Karar probleminin çözümünde yer alan kriterler ve kriterlerin seçilmesinde yardımcı olacak nitelikler/kriterler belirlenir.

Adım 2: Ağırlık Değerlerinin hesaplanması

Alternatiflerin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin (w_{jj}) ataması yapılır. Tüm ağırlık değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1$$

Adım 3: Karar Matrisinin hesaplanması

Bu adımda kriterlerin değer ölçülerinin ataması yapılır. Nicel kriterler için nicel değerlerinin atamaları yapılır. Nitel kriterler için ise ikili karşılaştırma yapılarak atamaları yapılır.

Adım 4: Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması

Karar matrisinde atamaları yapılan değerlerin normalizasyon işlemleri gerçekleştirilir. Niteliklerin en iyi ve en kötü olanları belirlenir. En iyi değere '1' ve en kötü değere '0' verilir. Diğer değerleri eşitlik (1) formülü ile hesaplanır.

$$u_i(X_i) = \frac{x_i - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (1)$$

x_i^+ : Nitelik için en iyi değer

x_i^- : Nitelik için en kötü değer

X: Hesaplanan satırdaki mevcut fayda değeri

Adım 5: Toplam Fayda Değerinin Hesaplanması

Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra fayda değerlerinin hesaplanmasına geçilir. Fayda fonksiyonu eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmaktadır.

⁴⁶⁴ ISHIZAKA, A., NEMERY, P., **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software**, John Wiley & Sons Ltd. Published, Chichester 2013.

$$U_{(x)} = \sum_{i=1}^m u_i(x_i) * w_j \quad (2)$$

$U_{(x)}$: alternatiflerin fayda değeri

$U_{i(x_i)}$: her kriter ve her alternatiflerin normalize fayda değerleri

w_{jj} : ağırlık değerleri

Adım 6: Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin hesaplanmaları tamamlandıktan sonra bu adımda en çok fayda sağlayan alternatiflerin sıralaması yapılır.⁴⁶⁵

Yanık ve Eren 2017 yılında Borsa İstanbul'da işlem gören ve otomotiv sektöründe faaliyette bulunan 6 adet firma için performans değerlendirmesinde,⁴⁶⁶ Urmak ve diğerleri 2017 yılında illerin ormancılık faaliyetlerinin değerlendirilmesinde,⁴⁶⁷ Ömürbek ve Karataş 2018 yılında girişimci ve yenilikçi üniversitelerin 2016 yılı performans değerlendirmesinde,⁴⁶⁸ Akgül 2019 yılında 2010-2018 yılları için Türk bankacılık sisteminin belirli finansal göstergeler ışığında finansal performans analizinde,⁴⁶⁹ Kaplanoğlu 2019 yılında Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı fabrikaların kriterlere göre performans sıralamalarını oluşturmada,⁴⁷⁰ MAUT yöntemini kullanmışlardır. Bulğurcu 2019 yılında akıllı saatlerin tercihinde önemli görülen kriterlerin önem tespitinde,⁴⁷¹ Parlar ve Palancı 2020 yılında Times Higher Education tarafından yayınlanmış World University Rankings 2018 listesinde yer alan, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 81 ülke

⁴⁶⁵ ISHIZAKA, A., NEMERY, P., a.g.e.

⁴⁶⁶ Yanık, L. & Eren, T. (2017). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Otomotiv İmalat Sektörü Firmalarının Finansal Performanslarının AHP, TOPSIS, ELECTRE ve VIKOR Yöntemleri ile Analizi . Yalova Sosyal Bilimler Dergisi , 7 (13) , 165-188

⁴⁶⁷ Urmak, E. D. , Çatal, Y. & Karaatlı, M. (2017). İLLERİN ORMANCILIK FAALİYETLERİNİN AHP TEMELLİ MAUT VE SAW YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ . Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 22 (2) , 301-325 .

⁴⁶⁸ Ömürbek, N. & Karataş, T. (2018). GİRİŞİMCİ VE YENİLİKÇİ ÜNİVERSİTELERİN PERFORMANSLARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ - EVALUATING PERFORMANCE OF ENTREPRENEURIAL AND INNOVATIVE UNIVERSITIES WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS . Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 10 (24) , 176-198

⁴⁶⁹ Akgül, Y. (2019). ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TÜRK BANKACILIK SİSTEMİNİN 2010-2018 YILLARI ARASINDAKİ PERFORMANSININ ANALİZİ . Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi , 4 (4) , 567-582

⁴⁷⁰ Kaplanoğlu, E. (2019). Entropi Tabanlı Maut Yöntemiyle Performans Ölçümü: MKEK Fabrikalarının Sıralanması. İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi. 2(1): s.7-18.

⁴⁷¹ Bulğurcu, B. (2019). Çok Nitelikli Fayda Teorisi ile CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği . OPUS International Journal of Society Researches , 13 (19) , 1930-1957

üniversitelerinin performans ölçümünde,⁴⁷² Eş ve Kocadağ 2020 yılında bir kamu kurumunun ortaya çıkan kamera ihtiyacı için 4 tedarikçi arasından optimal tedarikçinin seçilmesinde,⁴⁷³ Işık ve Koşaroğlu 2020 yılında pay senetleri Borsa İstanbul'da işlem gören Türk petrol şirketlerinin finansal performanslarının sıralanmasında,⁴⁷⁴ Maharani ve Dwi 2020 yılında en iyi çalışan seçiminde,⁴⁷⁵ Yürük ve Orhan 2020 yılında imalat sanayi alt sektörlerinin finansal performanslarının analizinde,⁴⁷⁶ Maruf ve Özdemir 2021 yılında Türkiye'deki büyükşehirlerin ihracat performanslarının değerlendirilmesinde,⁴⁷⁷ Başdeğirmen ve Yalçın 2021 yılında şehir hastanelerinin kapasite değerlendirmesinde,⁴⁷⁸ Bolelli 2021 yılında Avrupa ve Asya ülkelerinin Covid-19 durumlarının değerlendirilmesinde,⁴⁷⁹ Karakış 2021 yılında bir tekstil işletmesinde alternatiflerin değerlendirilerek makine seçiminde,⁴⁸⁰ Altan ve diğerleri 2021 yılında Balıkesir ilindeki rüzgar enerjisi santrallerinin performans değerlendirilmesinde,⁴⁸¹ Lewis Vajda 2021 yılında madencilik ve açık deniz petrol ve gaz aramalarında karar verme ve petrol şist çıkarma alternatiflerini değerlendirmede,⁴⁸² Akpan ve diğerleri 2022 yılında Nijerya'da kırsal erişilebilirliği iyileştirmek için kırsal yolların önceliklendirilmesinde,⁴⁸³ MAUT yöntemini kullanmışlardır.

⁴⁷² Parlar, G. & Palancı, O. (2020). ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DÜNYA ÜNİVERSİTELERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ . Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi , 11 (26) , 203-227

⁴⁷³ EŞ A, KOCADAĞ D (2020). Entropi Tabanlı MAUT ve VIKOR Yöntemleriyle Tedarikçi Seçimi: Bir Kamu Kurumu Örneği. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18(Cumhuriyet Armağan Sayısı), 265 - 280

⁴⁷⁴ IŞIK Ö, KOŞAROĞLU Ş (2020). Analysis of the Financial Performance of Turkish Listed Oil Companies Through the Application of SD and MAUT Methods. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 55(3), 1395 - 1411

⁴⁷⁵ Maharani, D., & Sena, M.D. (2020). THE MFEP AND MAUT METHODS IN SELECTING THE BEST EMPLOYEES. International Conference on Social, Sciences and Information Technology Kisan, August 19th, hlm. 19 - 26 ,Indonesia.

⁴⁷⁶ Yürük, M. F. & Orhan, M. (2020). CRITIC VE ENTROPİ TEMELLİ MAUT YÖNTEMİ İLE İMALAT SANAYİ ALT SEKTÖRLERİNİN FİNANSAL PERFORMANSLARININ ANALİZİ . Munzur Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 9 (2) , 150-172

⁴⁷⁷ Maruf, M. & Özdemir, K. (2021). Türkiye'deki Büyükşehirlerin İhracat Performanslarının CRITIC ve MAUT Yöntemi ile Değerlendirilmesi . Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 5 (1) , 85-99

⁴⁷⁸ Başdeğirmen, A. & Yalçın Çal, D. (2021). ŞEHİR HASTANELERİNİN ENTROPİ TEMELLİ MAUT YÖNTEMİ İLE KAPASİTE DEĞERLENDİRMESİ . Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi , 3 (1) , 78-90

⁴⁷⁹ Bolelli, M. (2021). Seçilmiş Avrupa ve Asya Ülkelerinin COVID-19 Durumlarının Entropi ve MAUT Yöntemleriyle Değerlendirilmesi . OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , 18 (44), 7483-7504

⁴⁸⁰ Karakış, E. (2021). Bir Tekstil Firmasında CRITIC ve MAUT Yöntemleri ile Makine Seçimi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (27) , 842-848 .

⁴⁸¹ KAHRAMAN A, EDİZ A, KAĞIZMAN M (2021). ENTROPİ Temelli MAUT Yöntemiyle Balıkesir İlindeki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Performans Değerlendirmesi. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (Online), 23(3), 637 - 652.

⁴⁸² Vajda, J. L., (2021). Evaluation and Selection of Oil Shale Extraction Methods Using Multi Attribute Utility Theory, The George Washington University ProQuest Dissertations Publishing.

⁴⁸³ Uduak A., Risako M.,(2022). An application of Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) to the prioritization of rural roads to improve rural accessibility in Nigeria, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 82, Part B, 101256, ISSN 0038-0121.

4.2.3. Uygulama

Bu bölümde ilk olarak AHP yöntemine ilişkin ana kriterlerin açıklamalarına yer verilmiştir. Daha sonra alanında uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda ana kriterler AHP tekniği kullanılarak ağırlıklandırılmıştır.

4.2.4. Çalışmada Kullanılan Kriterler

Limanların etkinliğini artırmaya yönelik olarak çalışmada kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Limanların etkinliğini artırmada etkili olan kriterler, literatür taraması ve uzman görüşlerinden faydalanılarak; nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, bulut bilişim, büyük veri analizi, otonom robot, artırılmış gerçeklik, simülasyon, yapay zekâ ve yatay ve dikey sistem entegrasyonu olmak üzere 9 kriter olarak belirlenmiştir. Belirlenen ana kriterler aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

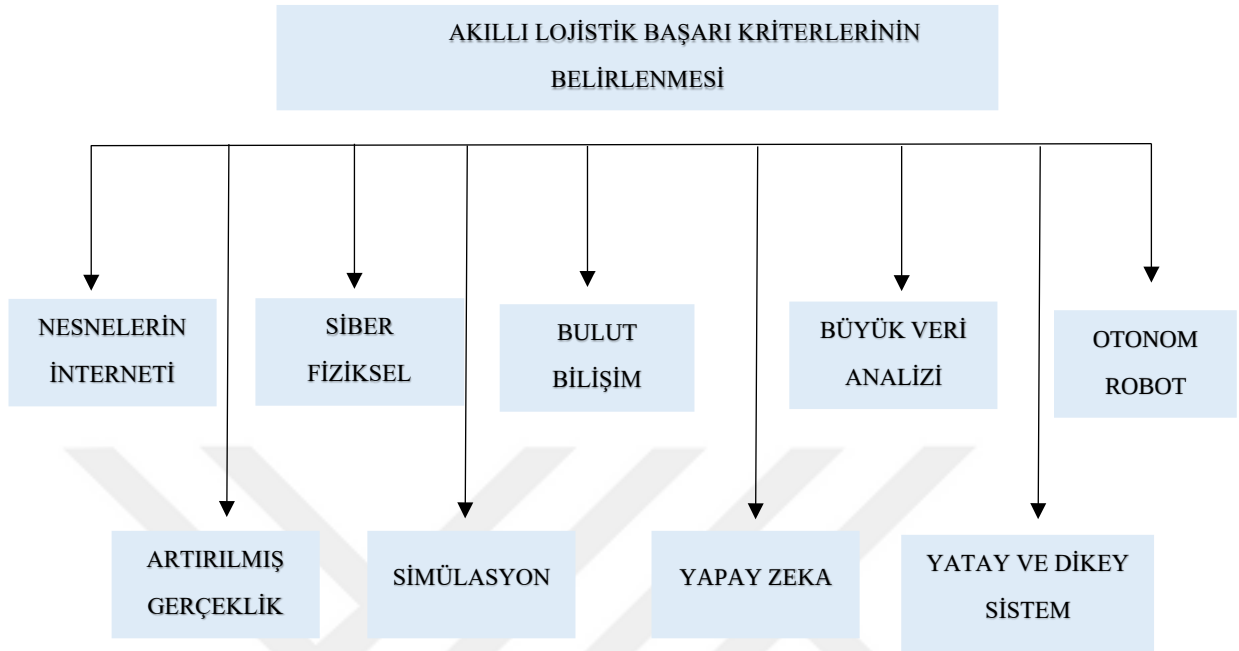
Tablo 7. Çalışmada Kullanılan Başarı Kriterleri ve Alternatifler

	Ana Kriterler	Açıklama	Kaynak
C1	Nesnelerin İnterneti	Sanayi 4.0'ın temel teknolojilerinden birisi olarak gömülü yazılım, donanım ve sensör içeren nesnelerin (fiziksel cihazlar, makineler, taşıtlar vb.) kablolu veya kablosuz bağlantılarla bir internet ağına bağlanmalarını, birbirleriyle bütünleşmelerini ve iletişim kurmalarını ve bu sayede her noktada veri toplanmasını sağlayan bir sistemdir. Nesnelerin interneti, ağ bağlantısına sahip olan fiziksel cihazların birbiriyle iletişimini ve bu cihazların uzaktan kontrol edilmesini kapsamaktadır.	(Banger, 2018, Gubbi, vd., 2013)
C2	Siber Fiziksel Sistemler	Siber fiziksel sistemler, fiziksel ve sibernetik dünyaların birbirine bağlandığı siber fiziksel olarak formüle edilmiş bir veya daha fazla etkileşim ara birimi oluşturan insan kaynakları, ekipman ve unsurların birleşimidir. Lojistik operasyonlarını izlemek ve kontrol etmek ve lojistik sürecinde insan kaynakları ve ekipmanın ürettiği bilgiden ve ilgili tedarik zincirinin farklı aşamalarında üretilen bilgiden yararlanmak için kullanılır.	(Trentesaux, vd., 2020)

C3	Bulut Bilişim	Kullanıcıların internet bağlantılı cihazları (bilgisayar, tablet vb.) ile istenilen her yer ve zamanda paylaşımlı bir ağ vasıtasıyla bilgi ve yazılımlara ulaşmalarını sağlayan bir sistemdir. Geleneksel sistemlerde kişi kullandığı yazılımlara ve bilgilere ancak kendi bilgisayarına giriş yaparak ulaşabilirken, bulut bilişimde internet ortamındaki bir sunucu bilgisayara tüm kullanıcılar erişebilmekte ve böylece işletmelerin bilişim yatırımı ihtiyaçları (kullandığın kadar ödeme) azalmaktadır.	(Banger, 2018)
C4	Büyük Veri Analizi	Büyük veri, boyutu tipik veri tabanı yazılım araçlarının yakalama, saklama, yönetme ve analiz etme yeteneğinin ötesinde olan veri kümelerini ifade eder. Veriler çok büyük, çok hızlı hareket etmekte ve veri tabanı mimarilerinin sınırlarına uymamaktadır. Bu verilerden değer elde etmek ve onu işlemek için alternatif bir yol olan büyük veriye ihtiyaç duyulmaktadır.	(J. Manyika, vd., 2011, B. Franks, 2012)
C5	Otonom Robot	Elektrik, elektronik bilgisayar ve makine mühendisliklerinin müşterek araştırma alanı olan robotlar; hareketler vasıtasıyla birçok işin yapılabilmesi amacıyla, özel parçaları hareket ettirmek amaçlı tasarlanmış, parça, malzeme, değişken veya takımların tanımlanmış olduğu çok yönlü, istenildiği zaman programlanabilen ve yönlendirilebilen araçlardır.	(Özsoylu, 2017)
C6	Artırılmış Gerçeklik	Artırılmış gerçeklik kullanıcılara yeni görevler hakkında hangi parçaların seçilmesi gerektiği, parçaların yeri ve onarım talimatı gibi bilgilere doğrudan ulaşma imkânı sağlayan bir teknolojidir.	(Lorenz, vd., 2015)
C7	Simülasyon	Simülasyon, Gerçek dünyadaki bir sürecin veya sistemin zaman içinde kopyası, yeniden üretimi, yansıması veya benzerliğidir. Simülasyon ile üretim tamamlanmadan sanal ortamda test edilebilir ve bu sayede maliyet ve zaman tasarrufu sağlanabilmektedir.	(Jahangirian, vd., 2010 ve Elitok, 2019)
C8	Yapay Zekâ	Yapay zekâ, makinelere, insanların sahip olduğu zekâyı aktararak, onların yapabildiği işleri yapabilmesini sağlamak olarak tanımlanmaktadır. Yapay zekanın ana hedeflerinden biri makine öğrenmesi olarak adlandırılan öğrenme ve öğrenerek elde edilen bilgileri simüle edebilmedir. Ayrıca problem çözme, muhakeme, algı, dil işleme gibi insana özgü diğer becerilerin makinelere aktarımı da yapay zekanın gerçekleştirebildiği beceriler arasında yer almaktadır.	(Özdoğan, 2017)

C9	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu	Planlama ve üretim sistemlerinde bulunan her bir bölümün birbiriyle, ayrıca diğer işletmelerin planlama ve üretim sistemlerindeki bölümler arasında devamlı bir iletişim sağlaması yatay entegrasyondur. Üretim noktalarından üretim hatları, hücreleri ve fabrikalar vasıtasıyla bir değer oluşum modelinin, hiyerarşik seviyelerdeki farklı birleştirme ve akıllı çapraz bağlanmasıyla dijitalleştirilmesi ise dikey entegrasyondur.	(Şimşek vd., 2016, Stock ve Seliger, 2016)
A1	Bütünsel Yaklaşım	Firma içerisindeki tüm süreçler kritiktir ve iyileştirme çalışmalarında değerlendirilir.	(Standart BM Trada Belgelendirme, “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, 2004)
A2	Yönetim Seçimi Yaklaşımı	Üst yönetim firma stratejilerinin günümüz modern süreçleri göz önüne alınarak iyileştirme yapılması tahmin edilen süreçlerin belirlenmesidir.	(Standart BM Trada Belgelendirme, “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, 2004)
A3	Ağırlıklı Seçim Yaklaşımı	Süreçler 1 ile 5 arasında puan verilerek birtakım kriterlere göre ölçülür. “1”, süreç iyileştirmesi yapmak çok zordur ve getirisi azdır. “5”, süreç için iyileştirme kolaylıkla yapılabilir ve getirisi yüksektir.	(Standart BM Trada Belgelendirme, “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, 2004)
A4	Bilgilenme Yaklaşımı	Müşteri odaklı bir yöntemdir. Bu yaklaşıma göre iyileştirmeler müşteri taleplerine odaklı olmalıdır. Uzun zaman gerektiren bir yaklaşımdır.	(Standart BM Trada Belgelendirme, “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, 2004)

4.2.5. Kriterlerin AHP Yöntemi ile Ağırlıklandırılması



Bu aşamada ilk olarak 16 karar verici olan Samsun’da lojistik ve limancılık alanında faaliyet gösteren 8 işletme yöneticisi, 6 liman operasyon çalışanı ve konu ile ilgisi olan 2 akademisyen ile yüz yüze görüşülmüş, liman etkinliğinin artırılmasında akıllı lojistik başarı kriterlerinin önem düzeylerine göre sunulan ankette karşılaştırılması istenmiştir. Karşılaştırma yapılırken ana kriterler için 1, 5, 7, 9 şeklinde sayısal değerler ardından birbirini izleyen iki nitel yargı arasındaki karşılaştırmalar için 2, 4, 6 ve 8 olarak ara değerler belirlenmiştir. Bu karşılaştırma anketi Ek.1’de mevcuttur. Tabloda da görüldüğü üzere KV1’in seçtiği en önemli kriter büyük veri (BK3) iken en önemsiz kriter yatay ve dikey sistem entegrasyonu (BK9) şeklindedir. Bu noktada aşağıdaki Tablo 8’de ana kriterlerin karar vericilerin öngörüsüne göre sıralanması verilmiştir.

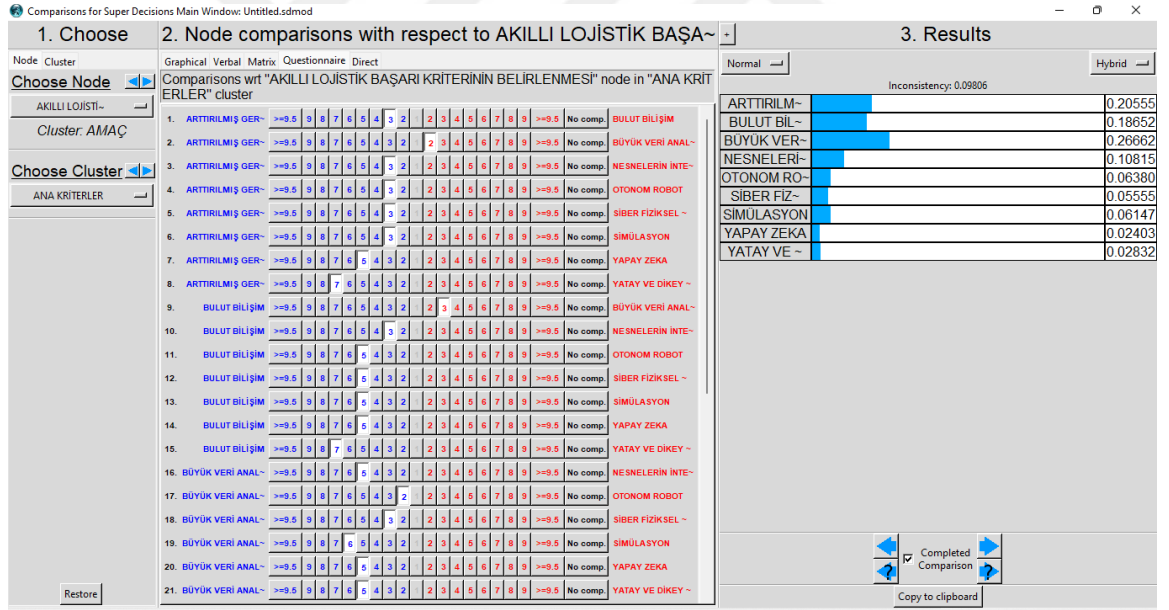
Tablo 8. Ana Kriterlerin Karar Vericilerin Ön Görüsüne Göre Karşılaştırılması

Karar Vericiler										
An	Kriterler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9
	BK1	1	3	1/2	3	3	3	3	5	7
	BK2	1/3	1	1/3	3	5	5	5	5	7

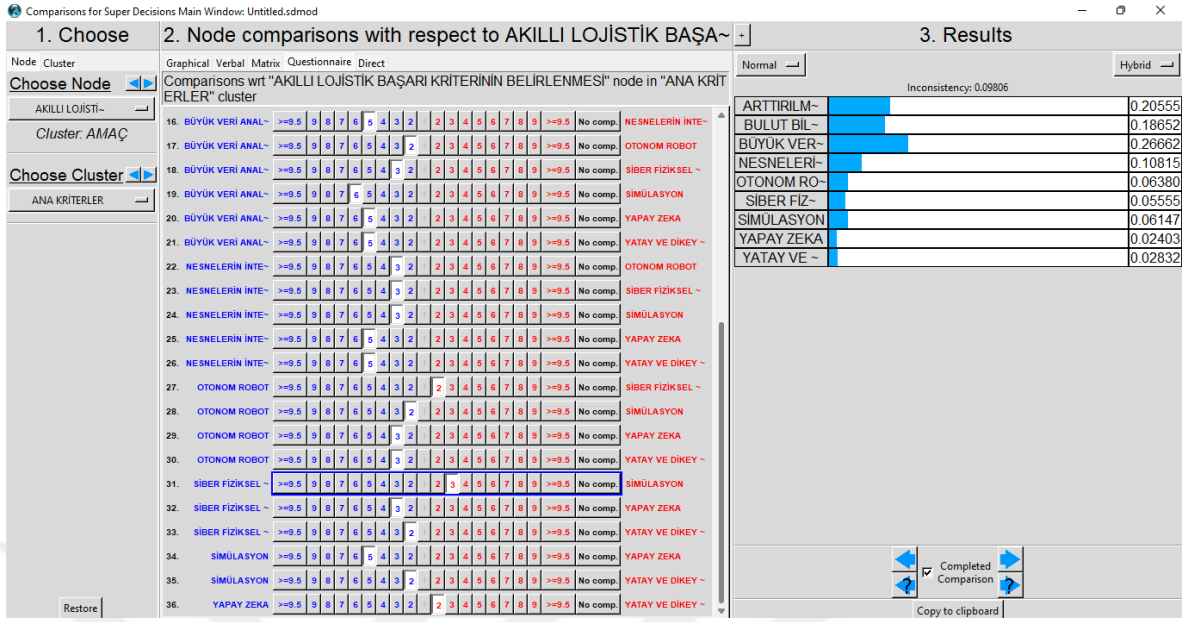
BK3	2	3	1	5	2	3	6	5	5
BK4	1/3	1/3	1/5	1	3	3	3	5	5
BK5	1/3	1/5	1/2	1/3	1	1/2	2	3	3
BK6	1/3	1/5	1/3	1/3	2	1	1/3	3	2
BK7	1/3	1/5	1/6	1/3	1/2	3	1	5	2
BK8	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1	1/2
BK9	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	2	1

Bu kapsamda çalışmanın tutarlık oranı, 0,09806 olarak tespit edilmiştir. Çalışmadaki tutarlık oranının 0,10'dan aşağı olması araştırmanın güvenilirliği ve geçerliliğinin bir kanıtıdır.

Aşağıda Şekil 10'da SuperDecisions Kriter ağırlıklandırma sonuçlarına yer verilmiştir.



Şekil 10. SuperDecisions Kriter Ağırlıklandırma Sonuçları



Şekil 11. SuperDecisions Kriter Ağırlıklandırma Sonuçları Devamı

Bu kapsamda Samsun ilinde faaliyet gösteren Samsunport limanı ve liman müşterisi olan lojistik firmaları ile yapılan görüşmeler sonucunda SuperDecisions programında kriter ağırlıklandırma analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar incelendiğinde; en önemli kriterin Büyük Veri (0,266) olduğu tespit edilmiştir. Ardından, Arttırılmış Gerçeklik (0,205), Bulut Bilişim (0,186), Nesnelerin İnterneti (0,108), Otonom Robot (0,063), Simülasyon (0,061), Siber Fiziksel Sistemler (0,055), Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu (0,028), Yapay Zekâ (0,024) izlemektedir.

4.2.6. Alternatiflerin MAUT Yöntemi ile Ağırlıklandırılması

Alternatiflerin seçiminde kullanılacak olan MAUT Yöntemi hesaplama adımları ve değerler aşağıdaki Tablolarda verilmiştir.

EK: 1. MAUT yöntemi için karar matrisi ve en iyi ve en kötü değerler

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
A1	4,00	4,12	4,37	3,93	3,56	3,68	3,43	3,75	4,06
A2	4,18	3,62	3,87	3,93	3,06	3,18	3,12	3,62	3,62

A3	4,18	3,68	4,00	4,18	2,93	3,00	3,31	3,37	3,87
A4	4,31	4,18	3,87	3,81	3,25	3,37	3,37	4,06	3,93
En İyi Değer	4,31	4,18	4,37	4,18	3,56	3,68	3,43	4,06	4,06
En Kötü Değer	4,00	3,62	3,87	3,81	2,93	3,00	3,12	3,37	3,62

EK: 2. MAUT yöntemi için normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
A1	0	0,892	1	0,325	1	1	1	0,550	1
A2	0,581	0	0	0,325	0,206	0,265	0	0,362	0
A3	0,581	0,107	0,26	1	0	0	0,612	0	0,570
A4	1	1	0	0	0,507	0,545	0,806	1	0,705

EK: 3. MAUT yöntemi için ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
A1	0	0,166	0,266	0,035	0,064	0,056	0,061	0,013	,028
A2	0,119	0	0	0,035	0,013	0,014	0	0,008	0
A3	0,119	0,020	0,069	0,108	0	0	0,037	0	0,015
A4	0,206	0,187	0	0	0,032	0,030	0,049	0,024	0,019

EK: 4. MAUT yöntemi sıralama sonuçları

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Topla m Fayda Değeri	Sıralama
A1	0	0,166	0,266	0,035	0,064	0,056	0,061	0,013	0,028	0,689	1
A2	0,119	0	0	0,035	0,013	0,014	0	0,008	0	0,189	4
A3	0,119	0,020	0,069	0,108	0	0	0,037	0	0,015	0,368	3
A4	0,206	0,187	0	0	0,032	0,030	0,049	0,024	0,019	0,547	2

MAUT yöntemi sonucunda elde edilen EK 4'e göre, limanlarda en ideal süreç yönetimi yaklaşımının seçimi sıralamasında Samsun' da bütünsel yaklaşım (A₁) seçeneği ideal süreç yönetimi yaklaşımı olarak belirlenmiştir. Öte yandan ideal süreç yönetimi yaklaşımı seçeneklerinin genel sıralaması ise $A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ şeklinde gerçekleşmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişmiş ülkeler, teknoloji ve bilim alanında yüksek standartlara ulaşarak, ürettikleri ürün veya hizmetleri dünya pazarlarına sunar ve kendilerine güçlü ekonomik kaynaklar yaratırlar. Bu sayede küresel anlamda söz sahibi olurlar. Gelişmekte olan ülkelerin günümüzün hızlanan küresel rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için teknolojiye yatırım yapmanın en temel yol olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada Lojistik 4.0 uygulamalarının deniz taşımacılığı sektöründe mevcutta görülen ve gelecek görülmesi mümkün potansiyel etkileri incelenmiştir.

Günümüzün küresel dünyasında şirketler, her alanda teknolojik gelişmelerin yaşandığı ve müşteri beklentilerinin sürekli yükseldiği bir rekabet ortamında faaliyet göstermektedir. Böylesine rekabetçi bir ortamda, hizmet sağlayıcıların teknoloji geliştirmede en yüksek memnuniyetle hizmet sunmaları önemli bir araç haline gelmiştir. Bu ihtiyaçlara en iyi şekilde hizmet edebilen lojistik firmaları, rekabet ortamında fark yaratmaktadır.

Lojistik faaliyetler, müşteri memnuniyetini, üretimi artırmayı, maliyetleri düşürmeyi ve kaliteyi doğrudan etkilemesi nedeniyle her sektörde rekabet avantajı elde edilmesinde kritik bir faktördür. Dünyada dinamik bir sektör olan lojistik sektörü sürekli gelişim göstermekle birlikte sektör içindeki rekabet seviyesini de artırmaktadır. Bu nedenle lojistik alanına giren ve rekabet gücünü artırmak isteyen firmalar insan kaynakları, yönetim süreçleri ve maliyetler açısından faaliyetlerinin kalitesini, teknolojisini ve verimliliğini ihmal etmemelidir. Bu gereklilik, lojistik sektöründe yetişmiş yetenekli ve bilgili bir iş gücünü zorunlu kılmaktadır. Teknolojik değişime ayak uyduran, teknolojiyi kullanacak nitelikli ve deneyimli kadroya sahip olan firmalar diğer sektörlerle göre avantaj elde etmektedir.

Lojistik 4.0 uygulamaları, nakliye yönetiminin operasyonel verimliliğini etkin bir şekilde artırmaktadır. Lojistik 4.0 uygulamaları ile araç müsaitliği ve doluluk seviyeleri, seyir sırasında aracın istenilen saat ve rotada olup olmadığı, müşteriye kararlaştırılan tarihte ulaşıp ulaşamayacağı gibi hususlar kontrol edilebilmektedir. Sensörlerin firmaların kullandığı eş zamanlı izleme ve takip sistemleri ile entegrasyonu sayesinde sürücünün sürüş güvenliği ve frenleme hızından aracın yakıt

tüketimi ve karbon seviyelerine kadar her şey ölçülmekte ve firmalar konuya anlık müdahale ederek kritik süreçleri yönetme yeteneklerini geliştirmektedir. Güzergâh planlaması, hataların en aza indirilmesini, nakliye ve teslimat hızının, hizmet kalitesinin ve müşteri memnuniyetinin artmasını sağlamaktadır.⁴⁸⁴

Otonom araçların kullanımı, kas gücü gerektiren görevleri mümkün kılarak yorgunluk, düşük performans ve fiziksel uygunluk sorunlarını ortadan kaldırmaktadır. Bu araçlar, insanlara uygun olmayan koşullarda çalışabilmekte, insan hatalarını önlemekte ve iş sağlığı ve güvenlik risklerini en aza indirmektedir.⁴⁸⁵

Entegre bir teknik altyapı, yalnızca üretim ekosisteminin değil, aynı zamanda Lojistik 4.0'ın da çıktı ürünlerini ve dağıtım sistemlerini akıllı ve özerk bir şekilde yönetebileceği anlamına gelir. Bu koşullar altında, sektörün önde gelen taşıyıcılarından biri olan lojistik sektörü, geçmişten günümüze tüm sanayi devrimlerinde olduğu gibi, kaçınılmaz olarak Lojistik 4.0 ile büyük bir dönüşüm yaşayacaktır. Bu kapsamda Lojistik 4.0'a eşlik eden yeniliklerin diğerleri gibi lojistik sektöründeki iş süreçlerini de etkilemesi beklenmektedir.

Bu kapsamda Samsun'da faaliyet gösteren lojistik şirketleri ve liman saha operasyon çalışanları kapsamında akıllı lojistik başarı kriterlerinin liman etkinliğine olan etkisine ilişkin önem düzeylerine ve bu konudaki hazırlıklarına odaklanan yapılandırılmış görüşmeler ile nicel bir çalışma yapılmıştır. Limanlarda akıllı lojistik uygulamaları ile ilgili literatürün eksik olması ve sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmasından dolayı çalışma önem arz etmektedir.

Bu doğrultuda, akıllı lojistik uygulamaları olan nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, büyük veri, otonom robot, artırılmış gerçeklik, simülasyon, yapay zekâ, yatay ve dikey sistem entegrasyonu çalışmanın Lojistik 4.0 başarı kriterleri olarak belirlenmiş ve değerlendirme kriterlerinin lojistik firmalar ve limanlar açısından önem düzeylerinin farklı olabileceği düşünülmüştür. Önem düzeylerinin belirlenmesi için AHP yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılmış ve MAUT yöntemi ile en ideal süreç yönetimi yaklaşımı seçilmiştir.

Çalışma sonucunda AHP yöntemi ile elde edilen ağırlıklar incelendiğinde; en önemli kriterin Büyük Veri (0,266) olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni limanlarda

⁴⁸⁴ Gamze Ulusoy, **a.g.e.**, s. 91.

⁴⁸⁵ Gamze Ulusoy, **a.g.e.**, s. 91.

geleceğe yönelik karar alabilmenin önem arz etmesidir. Bu sayede departmanlar arasındaki veri akışının otomatikleşmesi ve etkinliğinin artması, israfa azalma, süreç içindeki insan, araç ve yüklerin verimli bir şekilde takip edilebilmesi ve konteynerlerin taşıma sürecindeki güvenliğindeki artış, bekleme sürelerinin azalması, insan hatalarının en aza indirilmesi, trafik yoğunluğunda azalma, gümrük sürelerinde kısılma, konteyner depo yönetiminde verimlilik artışı, kayıp veya çalıntı malzeme azalışı, işlem sürelerinde azalmalar sağlanmaktadır.

Ulaşılan sonuç Korucuk ve diğerlerinin 2022 yılında yaptığı Covid-19 döneminde akıllı lojistik uygulamaları ve talep tahmin yöntemi ile ilgili engellerin değerlendirilmesi, Sezgin'in 2019 yılında lojistik 4.0 ekseninde en uygun bilgi teknolojisinin belirlenip lojistik 4.0 teknolojik düzeyi en yüksek olan lojistik firmasının belirlenmesi, Korucuk ve Memiş'in 2022 yılında pazarlama inovasyonu kriterlerinin önem derecelerinin tespit edilmesi ve belirlenen önem dereceleri çerçevesinde inovasyon kriterlerinin uygulanma düzeyine göre en ideal firmanın seçilmesi çalışmaları ile örtüşmektedir.

Büyük Veri (0,266), Arttırılmış Gerçeklik (0,205), Bulut Bilişim (0,186), Nesnelerin İnterneti (0,108), Otonom Robot (0,063), Simülasyon (0,061), Siber Fiziksel Sistemler (0,055), Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu (0,028), Yapay Zekâ (0,024) izlemektedir.

AHP yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılarak MAUT yöntemi ile alternatiflerin sıralanması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise; en ideal süreç yönetimi yaklaşımı Bütünsel Yaklaşım (A1) olduğu tespit edilmiştir. En İdeal süreç yönetimi yaklaşımı seçeneklerinin genel sıralaması ise $A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ şeklinde gerçekleşmiştir.

Araştırmanın literatür çalışmasında ortaya konan Lojistik 4.0 teknolojilerinin günümüzde çok yeni teknolojiler olduğu ve işletmelerin bu teknolojileri yeni yeni kullanmaya başladığı görülmektedir.

Araştırma konusunun çok güncel bir konu olması, limanların Lojistik 4.0 uygulamalarını henüz çok aktif olarak uygulamaya başlanmamış olması ve bu konuda çalışmalara başlayan işletmelerin az sayıda olması nedeniyle etkinlik konusunda somut biri veri elde edilememiştir. Ancak yapılan literatür taraması ve saha

araştırmaları sonucu Lojistik 4.0 uygulamalarının liman etkinliğini nasıl etkileyeceği konusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu çalışmanın literatüre birçok yönden katkısı söz konusudur. Birincisi, MAUT ve AHP yönteminin bütünleşik kullanıldığı bir yaklaşım önermesidir. Literatürde limancılık sektöründe akıllı lojistik başarı kriterlerinin değerlendirilmesine ve ideal süreç yönetimi yaklaşımının seçimine yönelik yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmanın bir diğer katkısıdır. Bu alışma ile önerilen çok kriterli karar verme yaklaşımıyla AHP ve MAUT yöntemleri ile kriterlerin ve alternatiflerin sıralamasının yapılabileceğinin görülmüş olmasıdır. Limancılık sektörünün akıllı lojistik başarı kriterlerinin değerlendirilmesine ve ideal süreç yönetimi yaklaşımı alternatiflerinin sıralanmasına yönelik olan bu çalışma başka sektörlere de uygulanabilmesi açısından katkı sağlamaktadır.

Önümüzdeki dönemlerde çok daha popüler ve aktif olması beklenen yeni bir kavram olan Lojistik 4.0 konusunda yapılan bu akademik çalışmada; mevcut akıllı lojistik başarı kriterlerinin limancılık sektörüne ilişkin etkilerinin belirlenmesi ve eksik yönlerine ilişkin öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu alışma ile bundan sonra yapılacak olan çalışmalara, limancılık sektörünün Lojistik 4.0 kapsamında lojistik yöneticileri ve liman operasyon çalışanları tarafından nasıl değerlendirildiği yönünde bir fikir sunması açısından önem teşkil etmektedir. Ayrıca sektörde işletmelere karlılık, maaliyet optimizasyonu, verimlilik, iş gücü ve yatırım konularında değer kazandırmak isteyen uygulamacılara bu tür çalışmaların avantaj ve dezavantajları konusunda kaynak sağlamış olacaktır. Bu süreçte, ilgili uygulamaların hayata geçirilmesi sürecinde söz konusu uygulamaların doğru bir şekilde oluşturulmasını sağlayacak nitelikli eleman almaları veya yetiştirmeleri önerilmektedir.

İşletmelerin akıllı teknolojilere ayak uydurabilmesi için ciddi yatırımlar gerekmektedir. Yapılan yatırımlarla hem müşteri beklentilerinin karşılanacağı hem de ülkelerin endüstri alanında büyüme sağlayacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Kısacası, Lojistik 4.0'a yatırım yapılması işletmeler için hızlı ve olumlu bir şekilde karşılık sunacaktır. Akıllı teknoloji ile ilgili en yaygın sorunlardan biri istihdamdır. Robotların akıllı fabrikalarda çalışması ve tam otomasyona geçişin sürmesi nedeniyle birçok kişinin işini kaybedeceği endişesi düşünülmektedir. Bu

endişenin aksine, Lojistik 4.0 çağı, insan işgücünü tamamen terk etmeyi ve en değerli insan varlığı olan beyinden yararlanmayı amaçlamaktadır. Yaşadığımız ekonomik büyüme ile daha uzmanlaşmış ve eğitilmiş insan gücü gerektiren yeni iş alanları ortaya çıkacaktır.

Lojistik 4.0'a yatırım yapmakla ilgili olumlu görülen sonuçlar; araçların insan müdahalesi olmadan kendi kendini belirleyen (otonom ve akıllı) bir sisteme sahip olduğundan ulaşım performansı artırılır. Yeni nesil depo otomasyon teknolojisi, operasyonel verimliliği artırır. Lojistik veri analizi, iş süreçlerinin analizine ve geliştirilmesine katkıda bulunur. ASRS (Otomatik Yükleme ve Boşaltma Sistemleri) otomatik ayrıştırma sistemleri karlılığı ve verimliliği artırır. Görsel simülasyon ve gerçek dünyanın (artırılmış gerçeklik) entegrasyonu, depo yönetimine kolaylık ve verimlilik getirir. Bulut bilişim sistemi uygulamaları, lojistik uygulamalarının verimliliğini artırır. Lojistik sektöründeki yeni uygulamalar, verimliliği ve karlılığı önemli ölçüde artırır.

Çalışma konusu bakir bir konudur ve sürekli gelişme göstermektedir. Dolayısıyla birçok yönü ile ele alınabilir. Limancılık sektöründe teknolojik gelişmeleri takip eden dünya ülkeleri ile rekabet seviyesine gelebilmek için Lojistik 4.0'ı daha fazla duyurabilmek de hedeflenenler arasındadır.

Lojistik 4.0'a geçmenin önündeki başlıca engeller, yüksek yatırım maliyetleri ve vasıflı iş gücü eksikliğidir. İşletmeler, maliyetlerin düşme ihtimaline karşın olabildiğince hızlı hareket edebilmek için Lojistik 4.0 uyumluluk süreçlerini tamamlamalıdır. Bu noktada Lojistik 4.0'a geçiş yapan şirketlerin devlet teşviklerini derinlemesine araştırmaları ve bu teşvikleri kendi faaliyetlerinde değerlendirmeleri önem taşımaktadır.

Yöneticilerin tutumları ve liderlik vizyonlarının Lojistik 4.0 çalışmasını desteklemesi, çalışanlar ve müşteriler üzerinde olumlu bir etki yaratacaktır. Böylece çalışanların; becerileri, verimlilikleri ve şirkete bağlılıkları artar. Müşterilerin ise işletme memnuniyeti ve bağlılığı artar. Böylece iki yönde de katma değer yaratılması sağlanır.

Lojistik sektöründe veya başka herhangi bir sektörde kullanılan teknolojinin yüksek bir yatırım gerektirmesi nedeniyle finansal kaynak ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle hem ülke hem de sektör için teknolojik değişim ve Ar-Ge desteği ile

ekonomik teşvikler sağlanması önemlidir. Ayrıca yerli teknolojinin üretimi ciddi yatırım, teşvik ve destek gerektirmektedir. Ülkede kullanılan teknolojinin üretimi de ülke ekonomisi için oldukça önemlidir. Devletler için bir diğer önemli konu da teknoloji eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesidir. Özellikle üniversiteler bu konuda önemli rol oynamaktadır. Üniversitelerin etkin faaliyetleri sayesinde hem tüm değişim alanlarında kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi hem de kullanılacak çalışanların eğitimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu amaçla devlet, üniversiteleri bünyesinde güçlü bir düzeyde teknoloji geliştirme birimleri bulundurmalı, gerekli desteği sağlamalı ve teknoloji eğitimi için sektöre özgü gereksinimleri karşılayacak öğrenci eğitim programları tasarlamaya ihtiyaç duymaktadır. Teknolojinin günlük yaşamın önemli bir parçası olması ve yeni neslin en önemli mesleklerinden biri olması nedeniyle ülkede teknoloji eğitiminin oranı artırılmalı ve teknoloji lise ve ortaöğretim eğitimlerinin yaygınlaştırılması ile teknolojiyi seven ve amacına uygun kullanan bir toplum inşa edilmesi açısından oldukça önemlidir.

Günümüz şirketleri, sektördeki konumlarını korumak ve her şeyden önce daha ileri teknolojilere sahip olmak için akıllı teknolojinin getirdiği yenilikleri geliştirerek çağa ayak uydurmaya çalışmalıdır. Tedarikten üretime, iş modellerinden otomasyona kadar pek çok alanda, dönüşümü mümkün kılmak için Lojistik 4.0 yeniliklerini entegre etmek gerekmektedir.

Lojistik 4.0'ı uygularken ortaya çıkabilecek engelleri ve zorlukları anlamının önündeki belki de en büyük engel, değişime direnenlerdir. İnsanların işlerini kaybetme korkusu ve diğer sosyal faktörler, Lojistik 4.0 ile gelen yeni teknolojilerin iş süreçlerine ve hayatın her alanına uyarlanmasında kilit faktördür.

Nihai kullanıcılara daha iyi hizmet verebilmek ve rekabet avantajı elde edebilmek için şirketlerin en son teknolojiyi tüm lojistik süreçlerine uyarlaması gerekmektedir. Bu anlamda Lojistik 4.0'ın lojistik faaliyetlerde bir dönüm noktası olduğu açıktır. İmalat sanayinin temelini oluşturan lojistik faaliyetler, sanayi devrimi tarihi boyunca değişmeye devam etmiştir. Lojistik 4.0, dijital teknolojiyi tüm üretim süreçlerine dahil eder. Lojistik 4.0 sayesinde üretimin maksimum verimlilik ve minimum maliyetlerle gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu sayede daha fazla ürün daha fazla tüketiciye ulaştırılır ve dolaylı olarak lojistik departmanlar da bu değişimden olumlu şekilde faydalanır. Tam zamanında lojistik uygulama, depolama maliyetlerini

en aza indirme ve verimliliği büyük ölçüde iyileştirme gibi dijital teknolojinin avantajları nedeniyle, giderek daha fazla şirket kendi lojistik faaliyetlerini yürütmektedir. Lojistik şirketleri doğrudan akıllı teknolojiye yatırım yapmakta ve önümüzdeki yıllarda bu alanda daha fazla yatırım yapılacak olması açıktır.



KAYNAKÇA

AGERSCHOU, H., DAND, I., ERNST, T., GHOOS, H., JENSEN, O.J., KORSGAARD, J., LAND, J.M., MCKAY, T., OUMERACI, H., PETERSEN, J.B., SCHMİDT, L.R., SVENDSEN, H.L., (1985). **Planning and Design of Ports and Marine Terminals**, Thomas Telford Publishing, London.

AHMAD, A., KALGO, U., ALIERO, M., ALIERO, S., (2020). “**An overview of Internet of Things: Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World**”, Vol. II, Issue I, p.2-10.

AKÇAL A.A., (2003). **Sürdürülebilir Süreç Yönetimi**, Kalder Yayınları, İstanbul.

AKGÜL, Y. (2019). **Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türk Bankacılık Sisteminin 2010-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi**, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi , 4 (4) , p.567-582

AKSU, M. A., (1997). Süreç Yönetiminin İş Odaklı Sistemlerden Gelişme Odaklı Sistemlere Geçişteki Yeri. 6. Ulusal Kalite Kongresi Tebliğler ve Özgeçmişler-2, Kalder, İstanbul. (<http://www.geocities.ws/yilmazaynali/YAZILAR/surec.htm>) Erişim Tarihi: 02.03.2022.

AKTEN, N., ALBAYRAK, M. A., (1988). **Deniz Taşımacılığı Kılavuzu**, Ekim Matbaası, İstanbul.

AKTEN, N., KOLDEMİR, B., (2011). “**Limanlarda Dış Kaynak Kullanımının Etkileri**” Kıyı Alanları Kongresi, Trabzon.

ALBAYRAK, Y. E., ERENSAL, Y. C. (2005). “**A study bank selection decision in Turkey using the extended fuzzy AHP method**”, Proceeding of 35th

International conference on computers and industrial engineering, Istanbul, p.81-86.

ALCAN, P., (2010). Yıldız Teknik Üniversitesi Ders Notları, İstanbul.

ALDERTON, P. M., (2008). **Port Management and Operations**, Informa Law Mortimer House, London..

ALKIŞ G, PİRİTİNİ S, ERTEMEL A (2020). **Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi**, Business and Management Studies: An International Journal, 8(1), p. 371 - 395.

ALQAHTANİ, Y.A., GUPTA, M.S., NAKASHİMA, K., (2019). **“Warranty and Maintenance Analysis of Sensor Embedded Products Using Internet of Things in Industry 4.0”**, International Journal of Production Economics 208, p. 483–499.

ALSHBOUL, Y., WANG, Y., NEBALİ, R., (2015). **“Big Data Life Cycle: Threats and Security Model”**, Twenty-first Americas Conference on Information Systems, Puerto Rico, p. 3623 – 3630.

ALTINÇUBUK, F., (2000). **Liman İdare ve İletmesi**, Deniz Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.

AMERİ, F., PATİL, L., (2012). **“Digital manufacturing market: a semantic web-based framework for agile supply chain deployment”**, Journal of Intelligent Manufacturing 23(5), p. 1817-1832.

ARULDOSS, M., LAKSHMİ, T.M., VENKATESAN, V.P., (2013). **“A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications”**, Department of Banking Technology, Pondicherry University, Puducherry,

India American Journal of Information Systems, Science and Education Publishing, Vol. 1, No. 1, p. 31-43.

AYDIN, Z., (2012). Turkey's Energy Planning by Using Multicriteria Decision Analysis, The Graduate Institute of Sciences and Engineering Fatih University, Master of Science in Industrial Engineering, Istanbul.

AYKAN, E., ÇATALTEPE, O. (2022). **AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile İnsan Kaynakları Uzman Yardımcısı Seçimi**, Süleyman Demirel Üniversitesi İnsan Kaynakları Yönetimi Dergisi , 1 (1) , p.41-51.

AYLAK, B. L. (2022). **The Effects of the Applications of Blockchain Technology on the Logistics sector** . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat Özel Sayı 2022 (ICAENS-1) , p.148-152.

AYLAK, B. L., KAYIKÇI, Y. ve TAŞ, M. A. (2020), **Türkiye’de Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Dijital Trendlerinin İncelenmesi**, Journal of Yaşar University, 15 (57), p.98-116.

AZUMA, R. T., (1997). **“A survey of augmented reality”**. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), p. 355-385.

AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., MACINTYRE, B. (2001). Recent advances in augmented reality. IEEE computer graphics and applications, 21(6), p.34-47.

BACAK, G., YİĞİT, F., ÇAKIROĞLU, E., (2018). **Treyler Sektöründeki Endüstri 4.0 Gelişmeleri ile Nesnelerin İnternetine Dayanan Nakliye Çözümlerinin Lojistik Sektörüne Etkileri**, Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges) , ICETID 2018 , p.92-94 .

BAHETI, R., GILL, H., (2011). **“Cyber-physical systems”**, Impact Control Technol. 12(1), p. 161–166.

BAKIRCI, F., (2006). **Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama**, Atlas Yayınları, İstanbul.

BALIK, İ., (2014). **“Limanlar ve Liman Yeri Seçimi”**, Kent Akademisi-Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, Cilt 7, Sayı 2, s.37-48.

BALTACI, İ. (2020). Lojistik Sektöründe Dijital Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BANKS, J., (1999). **“Introduction to simulation. In Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation”** a bridge to the future-Volume I, p. 7-13.

BARRETO, L., AMARAL, A., PEREIRA, T., (2017). **“Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview”**, Procedia Manufacturing, Vol. 13, p. 1245-1252.

BAŞDEĞİRMEN, A., YALÇINER, Ç., D. (2021). **Şehir Hastanelerinin ENTROPİ Temelli MAUT Yöntemi ile Kapasite Değerlendirmesi**. Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi , 3 (1) , p.78-90.

BAUGLEY, R., MCDONALD, C., (2015). **“Appliance Science: The Internet of Toasters (and Other Things)”**, CNET, March 2, (<https://www.cnet.com/home/kitchen-and-household/appliance-science-the-internet-of-toasters-and-other-things/>) Erişim Tarihi: 14.02.2022

BAUMGRASS, A., (2015). **“A conceptual architecture for an event-based information aggregation engine in smart logistics”**, In EMISA, GI, September, p.109–123.

- BAURNHANSL, T., HOMPEL, M., HEUSER, V.B., (2014). **“Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung Und Logistik”**, Springer, Wiesbaden.
- BAYKAL, R., (2012). **Karma Taşımacılık Yaklaşımıyla Limanlar ve Terminaller**, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- BAYRAM, D., (2003). “Süreç Yönetimi ve Jantaş A.Ş.’de Uygulaması”, Bitirme Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir, s.3.
- BENGİ, S. B., (2015). “Limanların Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Analizi: Tekirdağ İli Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Yayınları, Tekirdağ.
- BIAZZO, S., BERNARDI, G., (2003). **“Process Management Practices and Quality Systems Standards”**, Risks and Opportunities of the New ISO 9001 Certification, Business Process Management Journal, vol. 9, No 2, p. 149-169.
- BLONIGEN, B.A., WILSON, W.W., (2008). **“Port Efficiency and Trade Flows”**. **Review of International Economics**, 16(1), p. 21–36.
- BOGATAJ, D., BOGATAJ M., HUDOKLİN, D., (2017). **“Reprint of Mitigating Risks of Perishable Products in the Cyberphysical Systems Based on the Extended MRP Model”**, International Journal of Production Economics 194, p. 113– 125.
- BOLAT, S., (2019). Dördüncü Sanayi Devriminin Lojistik Sektörüne Etkileri: Antalya Bölgesinde Lojistik Faaliyette Bulunan İşletmelerde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

- BOLELLİ, M. (2021). **Seçilmiş Avrupa ve Asya Ülkelerinin COVID-19 Durumlarının Entropi ve MAUT Yöntemleriyle Değerlendirilmesi** . OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , 18 (44), p. 7483-7504
- BORANGIU, T., TRENTESAUX, D., LEITAO, P., GIRET, A., (2020). **“Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future”**, Proceedings of Sohoma, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, Volume 952.
- BORN, G., (1995). **Process Management to Quality Improvement**, Chichester: John Wiley & Sons., January.
- BOSCH, G., BROMBERG, T., HAIPETER, T., SCHMITZ, J., (2017). **“Industrie und Arbeit 4.0. Befunde zu Digitalisierung und Mitbestimmung im Industriesektor auf Grundlage des Projekts „Arbeit 2020”**, IAQ-Report: Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Institut Arbeit und Qualifikation, Nr. 04, p.1–24.
- BOWERSOX, D.J. (1978). **Logistical Management**, McMillan Publishing Co., New York.
- BOZKURT, R., (2003). **Süreç İyileştirme**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 3.Basım No:661, Ankara.
- BRANCH, A, E., (1986). **Elements of Port Operation and Management**, Chapman and Hall, London.
- BRETTEL, M., FRIEDERICHSEN, N., KELLER, M., ROSENBERG, M., (2017). **“How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective”**, FormaMente, 8(1), p. 37-44.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI), (1991). Glossary of terms used in management services, BS 3138, London.

BUJAK, A., GEBCZYNSKA, A., MILER, R., (2014). **“Współczesna logistyka – obszary i kierunki przekształceń, Logistyka”**, nr 1.

BULĞURCU, B. (2019). **Çok Nitelikli Fayda Teorisi ile CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği** . OPUS International Journal of Society Researches , 13 (19) , p.1930-1957.

BULLINGTON, S.F., EASLEY, J.Y., GREENWOOD, A.G., BULLINGTON, K., (2002). Success factors in initiating versus maintaining a quality improvement process, Engineering Management Journal, 14, p.8-14.

BURNS, M. (2018). Port Management and Operations. 1st edn. Taylor and Francis. Available at: <https://www.perlego.com/book/2193457/port-management-and-operations-pdf> (Accessed: 15 October 2022).

BYRES, E., LOWE, J. (2004). The myths and facts behind cyber security risks for industrial control systems. In Proceedings of the VDE Kongress ,116, p.213-218.

CAGLINO, A. C., DE MARCO, A., RAFELE, C., (2017). **“E-Grocery Supply Chain Management Enabled by Mobile Tools”**, Business Process Management Journal 23 (1), p. 47–70.

CAPUTO, C.A., PELAGAGGE, M.P, SCACCHIA, F., (2003). **“Integrating Transport Systems in Supply Chain Management Software Tools”**, Industrial Management & Data Systems 103 (7), p.503-515.

- CARBONE, V., MARTINO, M., (2013). **“The Changing Role of Ports in Supply-Chain Management. An Empirical Analysis. Maritime Policy and Management”**, 30 (4), p. 305-320.
- CHEN, H., (2017). **“Applications of cyber-physical system: a literature review”**, J. Ind. Integr. Manage. 2(03), 1750012, p.2-28.
- CHENG, X., SUN, Y., JARA, J.A., SONG, H.H., (2015). **Big Data and Knowledge Extraction for Cyber-Physical Systems**, Received, p.1-3.
- CICHOSZ, M., WALLENBURG, M.C., KNEMEYER, M.A., (2020). **“Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices”**. Int.J. Logistics Manage, 31(2), p. 209– 238.
- CIMINI, C., LAGORIO, A., ROMERO, D., CAVALIERI, S., (2020). **“Smart Logistics and The Logistics Operator 4.0”**, IFAC PapersOnLine 53-2, p. 10615–10620.
- COLE, R.E., SCOTT, R.W., (2000). **The Quality Movement and Organizational Theory**, Sage, London, p.44-95.
- ÇAĞLAR, V., (2012). **“Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi”**, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- ÇALIŞKAN, A. (2020). **Akıllı Liman Dönüşümünde Zorlukların Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ile Değerlendirilmesi**. Beykoz Akademi Dergisi , 8 (1) , p. 305-320.
- ÇETİN, C., AKIN, B., EROL, V., (2001). **Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi (ISO 9000-2000 Revizyonu)**, Beta Basım Yayım, 2.Baskı, İstanbul.

ÇETİNDAMAR, D., GÜNSEL, A., (2009). **“Teknolojik Yetenek Kapasitesinin Değerlendirilmesi: Nedir ve Nasıl Uygulanır?”**, TÜSİAD- Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu.

ÇİÇEKLİ, S., (2020). Lojistik 4.0: Ankara Lojistik Üssü’nün Farkındalık ve Uygulama Düzeyinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara.

ÇUBUKÇU, C., AKTURK, C., (2020). Digital Transformation To University 4.0: A Roadmap, Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, Vol. 25, No. 3, p.1391-1404.

DALAY, C., ALTUNIŞIK, R., (2002). **Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları**, Beta Yayıncılık, İstanbul.

DALAY, İ., COŞKUN, R., ALTUNIŞIK, R., (2002). **Modern Yönetim Yaklaşımları**, Beta Basım Yayım, İstanbul.

DAVENPORT, T.H., (1993). **“Process Innovation: Reengineering Work Trough Information Technology”**, Harvard Business School Press, Vol.7, Boston.

DAVIS, K., PATTERSON, D., (2012). **“Ethics of Big Data”**, O’Reilly Media, city California, p.1.

DE BRUIN, T., (2009). “Business Process Management: Theory on Progression and Maturity”, Unpublished PhD Thesis, Queensland University on Technology School of Information Technology, Brisbane.

DEAN, J.W., BOWEN, D.E., (1994). **"Management theory and total quality: Improving research and practice through theory development"** Academy of Management Review, vol. 19, p. 392-418.

- DELİKTAŞ, E., (2002). **“Türkiye Özel Sektör İmalatı Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi”**, ODTÜ Geliştirme Dergisi, 29 (3-4), s. 247-284.
- DEMBİŃSKA C.I., (2005). **“Zastosowanie tramwajów towarowych w obsłudze dostaw na obszarze miasta”**, LogForum, nr 1(3), p. 1–14.
- DEMBİŃSKA, I., TUNDYS, B., FRANKOWSKA, M., MALINOWSKA, M., (2018). **Smart Logistics**, Wydawnictwo edu-Libri ul. Zalesie 15, Kraków.
- DEVECİ, D.A., (2010). **“Türkiye’de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi”**, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 2 (1), s.13-32.
- DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI, (2007). **Denizyolu Ulaşımı: Özel İhtisas Komisyonu Raporu**, Ankara.
- DİLBEROĞLU, U.M., GHAREHPAPAGH, B., YAMAN, U., DÖLEN, M., (2017). **“The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0”**, Procedia Manufacturing, p. 545 – 554.
- DİNÇ, Y., KORKMAZ, O. (2021). **Büyük Verinin Lojistik Sektöründe Kullanımı: Mersin İli Örneği**, Verimlilik Dergisi , (4) , p. 67-88.
- DİNÇ, Y., KORKMAZ, O., (2021). **Büyük Verinin Lojistik Sektöründe Kullanımı: Mersin İli Örneği**, Verimlilik Dergisi, (4) , s.67-88 .
- DOĞAN, Ö. İ., TÜTÜNCÜ, Ö., (2003). **Hizmet İşletmelerinde Toplam Kalite Yönetimi Kapsamında ISO 9001:2000 ve Bilgisayar Destekli Bir Uygulama**, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

DOUAIOUI, K., (2018). **“The interaction between industry 4.0 and smart logistics: concepts and perspectives”**, Laboratoire d’Ingénierie Management Industriel et Innovation, p.128-131.

DOUAIOUI, K., FRI, M., MABROUKKI, C., ve SEMMA, E.A., (2018). **The Interaction Between Industry 4 .0 and Smart Logistics: Concepts and Perspectives**. International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management, p.128-132.

DUMAS, M., LA ROSA, M., MENDLING, J., REIJERS, A., (2013). Fundamentals of Business Process Management, Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

EKİP BECERİLERİ VE KAVRAMLARI, (2001). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh. Basımevi: Ankara.

ELİTOK, E., (2019). **“Digital Transformation Toward Industry 4.0: A Case Study In Turkey”**, The Graduate School Of Natural and Applied Sciences Of Atılım University, A Master of Science Thesis In The Department of Software Engineering, June, Ankara, p.15.

ERDAL, H., KORUCUK, S. (2018). **Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz**. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , (36) , p.1-24 .

ERDAL, M., (2017). **Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği**, Beta Yayınları, 2.Baskı, İstanbul.

ERDÖNMEZ, E. S., İNCAZ, S., (2016). **“2018 Yılına Kadar AB Denizyolu Taşımacılığının Stratejik Hedefleri ve Önerilerinin Türkiye’ye Yansıması”**, Journal Of Emerging Economies And Policy, Cilt I, Sayı I, s. 111-125.

ERKUT, H., (1998). Süreçlerle Yönetim, Anadolu Yıldızı Eğitim Merkezi, İstanbul.

ERTEN, S., (2010). Lojistik Süreç Yönetimi Bir Kamu Kurumu Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

ES, M., KUDU, E., (2008). **“Liman – Kent İlişkileri ve Dünyada Liman Kentleri – II”**, Yerel Siyaset, Sayı 35, s. 28-39.

ES, M., KUDU, E., (2008). **“Liman – Kent İlişkileri ve Dünyada Liman Kentleri – II”**, Yerel Siyaset, Sayı 35, s. 28-39.

ESİN, A., (2004). **Işığında Hizmette Toplam Kalite**, 2. Basım, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

ESMER, S., (2010). **Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli**, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.

ESMER, S., KARATAŞ, Ç. Ç., (2016). **Liman İşletme Yönetimi**, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi, Beta Yayınları, İstanbul.

ESTACHE, A., GONZALEZ, M., TRUJILLO, L., (2002). **“Efficiency Gains from PortReform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico,”** World Development, 30, Great Britain, p.545–60.

EŞ A, KOCADAĞ D (2020). **Entropi Tabanlı MAUT ve VIKOR Yöntemleriyle Tedarikçi Seçimi: Bir Kamu Kurumu Örneği**. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18(Cumhuriyet Armağan Sayısı), p.265 – 280.

EVANS, J. R., LINDSAY, W. M., (2002). The Management and Control of Quality. (Ohio: South-Western Thomas Learning, SA.

EYÜBOĞLU, F., (2010). **Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirilmesi**, Sistem Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.

EYÜPOĞLU, F., (2012). **Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme**, Sistem Yayıncılık, İstanbul.

FADJAR, A., KUSUMANINGSIH, N., YANTO, H. (2021). **Decision Making with AHP Approach (Analytical Hierarchy Process)**. Review Of International Geographical Education, 11(3), p.1520-1531.

FAWCETT, S.E., WALLIN, C., ALLRED, C., FAWCETT, A.M., MAGNAN, G.M., (2011). **“Information technology as an enabler of supply chain collaboration: a dynamic-capabilities perspective”**, Journal of supply chain management 47(1), p. 38-59.

FAZLOLLAHTABAR, H., MAHDAVI, I., ASHOORI, M.T., KAVIANI, S., MAHDAVI-AMIRI, N., (2011), **A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period scheduling in an electronic market**, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52, p.1039-1052.

FLEJSZMAN, A.M., (2018). Product& Process Management in Companies, Poznań University of Economics and Business bears sole responsibility for the content of this publication, Poznan, p.47-54.

FORT, H.E., OYA, J.R.G., CHAVERO, F.M., CARVAJAL, R.G., (2018). **“Intelligent Containers Based on a Low-power Sensor Network and a Non-Invasive Acquisition System for Management and Tracking of Goods”**, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 19 (8), p. 2734–2738.

FRANCISCO, E.A., CAMINOS, D., PUERTOS, C., (2003). **Unctad Monographs on Port Management**, Multi-purpose port terminals recommendations for planning and management, United Nations, New York and Geneva.

FRANK, A.G., DALENOGARE, L.S., AYALA, N.F., (2019). **“Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies”**, International Journal of Production Economics 210, p. 15-26.

FRANKS, B., (2012). **“Taming the Big Data Tidal Wave”**, New Jersey, John Wiley & Sons, New York, p. 336.

FU, H. P., CHANG, T.H., LIN, A., DU, Z.J., HSU, Y.K., (2015). **“Key Factors for the Adoption of RFID in the Logistics Industry in Taiwan”**, International Journal of Logistics Management 26 (1), p. 61–81.

GALINDO, L.D., (2016). **“The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology”**, Master's Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Norway.

GAMMELGAARD, B., FRISE, H.S., HANSEN, J., JESSEN, M., LARSEN, M., (2013). **“Competencies in the Danish Maritime Cluster: A Benchmarking-Analysis”**, Denmark: Danish Maritime Cluster, p.18-102.

GARVIN, D. A. (1988). **“The processes of organization and management.”** Sloan Management Review, 39 (4), p. 33-50.

GASSMANN, O., FRANKENBERGER, K., CSIK, M., (2014). **“Revolutionizing the Business Model”**, In Management of the Fuzzy Front End of Innovation, Cham: Springer, p. 89–97.

GEORGE, C., (1968). **“A History of Management Thought”**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1st Edition.

- GERD. K., FAHIM, K., DANIEL, F., VASUGHI S., (2010). **“Smart Objects and Building Blocks of Internet of Things”**, IEEE Internet Computing Journal, Vol.14, Issue I, p.44-51.
- GEZEN, A., (2020). Evaluating of Outsourcing Service Providers With AHP and TOPSIS Methods: “A Study In Facility Management Sector”, Master Thesis, Bahçeşehir University, İstanbul.
- GLISTAU, E., COELLO, M.N.I., (2018). **“Industry 4.0, logistics 4.0 and materials-Chances and solutions”**, Materials Science Forum, Trans Tech Publ, p. 307-314.
- GLISTAU, E., MACHADO, N.I.C., (2018). **“Logistics Concepts and Logistics 4.0”**, Advanced Logistic Systems Vol. 12. No. I., p. 37-46.
- GLISTAU, E., MACHADO, N.I.C., (2019). **“Logistics 4.0 – Solutions and Trends”**, Advanced Logistic Systems – Theory and Practice, 13(I), p. 47-53.
- GÖNÇER, D, D. (2021). **Endüstri 4.0'ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0** . IBAD Sosyal Bilimler Dergisi , (9) , p.231-251.
- GÖRÇÜN, Ö. F. (2018). **Lojistikte Teknoloji Kullanımı ve Robotik Sistemler**, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 10 (24) , p. 351-368 .
- GRACHT,, H. A., DARKOW, I. L., (2010). **“Scenarios for the Logistics Services Industry: A Delphi-Based Analysis for 2025”**, International Journal of Production Economics 127 (1), p.46-59.
- GÜLERYÜZ, E, S,. (2023). **Lojistik Köy Seçimi için AHP-TOPSIS Temelli Bir Karar Verme Yaklaşımı**. Journal of Transportation and Logistics , 7 (2) , p.321-340 .

GÜNAL, M. M., KARATAŞ, M., (2019). Industry 4.0, Digitisation in Manufacturing, and Simulation: A Review of the Literature. Simulation for Industry 4.0, p.19-37.

GÜNER, S., (2015). “**Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama**”, Alphanumeric Journal, Volume 3, Issue 2, Sakarya.

GÜNEY, H., (2021). AHP Yöntemi ile Endüstri 4.0 Perspektifinden Teknoloji Odaklı Yeni Ürün Geliştirme Üzerine Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

HACKMAN, J. R., WAGEMAN, R., (1995). "**Total quality management: Empirical, conceptual, and practical issues**" Administrative Science Quarterly, 40, p. 309-342.

HAMMER, M., (2007). The Process Audit, Harvard Business Review., 85(4): p.111–123, (<https://hbr.org/2007/04/the-process-audit>) Access: 06.03.2022.

HAMMER, M., (2010). Handbook on Business Process Management 1., Berlin: Springer Berlin Heidelberg, p.3-16.

HAMMER, M., CHAMPY, J., (1993). **Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution**, HarperBusiness, New York.

HAMMER, M., CHAMPY, J., (1997). **Değişim Mühendisliği**, Sabah Yayınları, İstanbul.

HANDFIELD, R., NICHOLS, J. E., (1999). “**Introduction to. Supply Chain Management**”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- HARRINGTON, H.J., (1997). **Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design and Management of Business Process Improvement**, McGraw-Hil, New York.
- HAYUTH, Y., HILLING, D., (1992). **“Technological Change and Seaport Development”**, in B.S. Hoyle and D.A. Pinder, eds., *European Port Cities in Transition*, (derginin sayısı), p. 40–58.
- HENDERSON, R. M., CLARK, K. B., (1990). **"Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms"** *Administrative Science Quarterly*, 35, p. 9-30.
- HERMAN, M., PENTEK, T., OTTO, B., (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: *System Sciences (HICSS), 49th Hawaii International Conference, Hawaii*, 3928- 3937.
- HERTER, J., OVTCHAROVA, J., (2016). **“A Model Based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios”**, *Procedia CIRP* 57, p. 398–403.
- HERTZ, S., ALFREDSSON, M., (2003). **“Strategic Development of Third Party Logistics Providers”**, *Industrial Marketing Management* 32 (2), p. 139–149.
- HOFMANN, E., RUSCH, M., (2017). **“Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics,”** *Computers in Industry*, vol. 89, p. 23– 34.
- HOLUBAK, M., KOMAN, G., SOVIAR, J., (2021). **“Industry 4.0 in Logistics Operations”**, Department of management theories, Faculty of management science and informatics, University of Žilina, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovak republic, *Transportation Research Procedia* 53, p. 282–288.

- HORST, D.J., DUVOISIN, C.A., VIEIRA, R.D.A., (2018). **“Additive Manufacturing at Industry 4.0”** A Review, International Journal of Engineering and Technical Research, 8(8), p.3-8.
- HUBNER, A.H., KUHN, H., STERNBECK, M.G., (2013). **“Demand and supply chain planning in grocery retail: an operations planning framework”**, International Journal of Retail & Distribution Management, Vol. 41 No. 7, p. 512-530.
- HURWITZ, J., NUGENT, A., HALPER, F., KAUFMAN, M., (2013). **“Big Data for Dummies”**, John Wiley & Sons, New York, p. 15.
- IGD, (2012)., Lojistik Piyasası Raporu, İstanbul Gayrimenkul Değerleme ve Danışmanlık A.Ş, İstanbul.
- ILIN, V., SIMIC, D., SAULIC, N., (2019). **“Logistics Industry 4.0: Challenges and Opportunities”**, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia, Logistics International Conference, Belgrade, Serbia, p.293-299.
- ISHIZAKA, A., NEMERY, P., (2013). **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software**, John Wiley & Sons Ltd. Published, Chichester.
- ISO, **Kalite Yönetim Prensipleri**, 2. Yayın, İstanbul, 2015.
- ISSAOUIA, Y., (2020). **“Smart Logistics: Blockchain trends and applications”**, Journal of Ubiquitous Systems & Pervasive Networks, Volume 12, No. 2, p. 9-15.
- IŞIK Ö, KOŞAROĞLU Ş (2020). **Analysis of the Financial Performance of Turkish Listed Oil Companies Through the Application of SD and MAUT Methods**. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi, 55(3), p.1395 – 1411.

- İYİĞÜN, İ. (2019). **Lojistik ve Tedarik Zinciri Süreçlerinde Büyük Veri Kullanımı ve Etkilerinin Analizi** . Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , Cilt: 7 Sayı: ICOAEF’ 19 , p. 95-103 .
- JABEUR, N., BELUSHI, T.A., MBARKI, M., GHARRAD, H., (2017). **“Toward Leveraging Smart Logistics Collaboration with a Multi-Agent System Based Solution”**, Procedia Computer Science, vol. 109, p. 672–679.
- JAHANGIRIAN, M., ELDABI, T., NASEER, A., STERGIOULAS, L. K., YOUNG, T., (2010). **“Simulation in manufacturing and business”**, European journal of operational research, 203(1), p. 1-13.
- JOHANSSON, H.J., (1993). **Business process reengineering: breakpoint strategies for market dominance**, John Wiley and Sons, Chichester, p. 7.
- JOHANSSON, K.H., (2014). **“Control of cyber-physical systems: fundamental challenges and applications to transportation networks”**, 27th International Conference on Architecture of Computing Systems, Lübeck Germany, p. 3120-3121.
- JOSHI, N., (2019). **“Use Causes of Big Data in Logistics”**, Allerin Retrieved, 5, (<https://www.allerin.com/blog/5-use-cases-of-big-data-in-logistics>), Access: 04.06.2022.
- KACHE, F., SEURING, S., (2017). **“Challenges and Opportunities of Digital Information at the Intersection of Big Data Analytics and Supply Chain Management”**, International Journal of Operations & Production Management 37 (1), p. 10–36.
- KADLUBEK, M., (2010). **“Fazy i kierunki rozwoju logistyki zorientowanej na klienta, Logistyka”**, Politechnika Częstochowska, vol. 4., p.55-59.

KAGERMANN, H., LUKAS, W. D., WAHLSTER, W., (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, 13,11.

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W., HELBIG, J., (2013). **“Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0”**, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Nr. 04, p.1-116.

KAHRAMAN, A, EDİZ, A, KAĞIZMAN, M., (2021). **ENTROPİ Temelli MAUT Yöntemiyle Balıkesir İlindeki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Performans Değerlendirmesi**, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (Online), 23(3), p. 637 - 652.

KAISLER, S., ARMOUR, F., ESPINOSA, J.A., MONEY, W., (2013). **“Big Data : Issues and Challenges Moving Forward”**, 46th Hawaii International Conference on System Sciences, p. 995 – 1004.

KALDER KİYASLAMA KOMİTESİ, (2000). Kıyaslama (Benchmarking) Başkalarından Öğrenmek, Kalder Yayınları.

KALIJARAN, M. V., SHAND, R.T., (1999). **“Frontier Production Functions and Tecnical Efficiency Measures”**, Journal of Economic Surveys, 13(2), p.149 172.

KAPLANOĞLU, E. (2019). **Entropi Tabanlı Maut Yöntemiyle Performans Ölçümü: MKEK Fabrikalarının Sıralanması**. İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi. 2(1): s.7-18.

KARAGÖZ, B., DOYDUK, H. B. (2020). **Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı**. İnsan ve İnsan , 7 (23) , p.37-51 .

KARAKIŞ, E., (2021). **Bir Tekstil Firmasında CRITIC ve MAUT Yöntemleri ile Makine Seçimi** . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (27) , p.842-848

KARIA, N., (2018). **“Knowledge Resources, Technology Resources and Competitive Advantage of Logistics Service Providers”**, Knowledge Management Research & Practice 16 (3), p. 414–426.

KARLI, H. , ÖZTAŞ KARLI, R. G., ÇELİKİYAY, S. (2021). **Fuzzy AHP Approach to The Determination of Smart Port Dimensions: A Case Study on Filyos Port** . Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi , 9 (1) , p.322-336.

KARLI, H., TANYAŞ, M., (2020). **Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistematik Literatür Haritalaması**. Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 7 (2) , p.613-632 .

KAWA, A. (2012). **Smart logistics chain. In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems**, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 432-438.

KAYIKÇI, Y., (2018). **“Sustainability Impact of Digitization in Logistics”**, Procedia Manufacturing, 21, p. 782–789.

KAYNAK, M., (2003). **“Ulaştırma Yeni Eğilimler ve Türkiye’nin Bölgesel Lojistik Güç Olma Potansiyeli”**, Avrasya Etütleri, Sayı. 24, s. 3-18.

KEEN, P.G.W., (1997). **The Process Edge: Creating Value Where It Counts**, Harvard Business School Press, Boston, p. 13.

KENDALL, L.C., BUCKLEY, J.J., (2000). **The Business of Shipping**, Seventh Edition, Maryland, Cornell Maritime Press, Centreville.

KHAN, M., WU, X., WU, X., DO, W., (2017). Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0, P.R.China: State Key Laboratory for Novel Software Technology.

KILIÇ, S., ALKAN, R.M., (2018). **Dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri.** Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 2(3), p.29-49.

KILIÇOĞLU, S., ARAZ, N., DEVRİM, H., (1971). **Meydan-Larousse: Büyük Lûgat ve Ansiklopedi**, Meydan Yayınevi, İstanbul.

KLIMAS, D., (2011). **“Business Process Maturity Level Determination: A Methodological Outline”**, Ekonomika, 90 (2), p. 114-127.

KLOSE, A., MARCRUM, C., (2015). **The Container Principle: How A Box Changes The Way We Think**, MIT Press.

KOÇAK, E., KİŞİ, H., (2015). **“Liman Özelleştirmeleri: Mersin Limanı için Beklentiler ve Gerçekleşmeler”**, Sayı 15, s. 279-296.

KOHLER, D., WEISZ, D.J., (2016). **“Industrie 4.0 : comment caractériser cette quatrième révolution industrielle et ses enjeux ?”**, Annales des Mines - Réalités industrielles, vol. novembre 2016, no. 4, p.51-56.

KONIDARI, P., MAVRAKIS, D., (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. Energy Policy, 35(12): 6235-6257.

KONUŞKAN, Ö., UYGUN, Ö., (2014). **“Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması”**, ISITES Karabük, s. 1403-1412.

- KOVACS, G., KOT, S., (2016). **“New Logistics and Production Trends as the Effect of Global Economy Changes”**, Polish Journal of Management Studies, 14 (2), p. 115–126.
- KÖK, R., (1991). **Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama**, Atatürk Üniversitesi Kitabevi, Erzurum.
- KRAMP, T., KRANENBURG, R.V., LANGE, S., (2013). **“Introduction to the Internet of Things”**, in Enabling Things to Talk: Springer, Berlin, Heidelberg, p. 1-10.
- KRISHNAN, K., (2016). **“Data Warehousing in the Age of Big Data”** Chapter 4.
- KT, S., DUBEY, R., GUNASEKARAN, A., LUO, S.Z., (2018). **“Frugal Innovation for Supply Chain Sustainability in SMEs: Multi-Method Research Design.”** Production Planning & Control 29 (11), p. 908–927.
- KUCKELHAUS, M., CHUNG, G., (2018). **“Logistics Trend Radar, DHL Customer Solutions & Innovation”**, Deutsche Post DHL Group, Troisdorf, Germany, p.2-42.
- KUMAR, M., (2015). **“The Internet of Things: An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World”**, Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World.
- KURT, İ., (2018). **“Game Theoretical Offshore Container Port Competition”**, PhD Thesis, University of Strathclyde, Department of Naval Architecture, Ocean and Marine Engineering, İzmir.
- KÜRKÇÜ, İ.H., (2005). **Süreç ve Sistem Yaklaşımına İnsan Kaynakları Yönetim Penceresinden Bir Bakış**, Mess Yayınları, Sayı 39, s. 123.

- LASI, H., KEMPER, G.H., (2012). **“Industry 4.0”**, Business & Information Systems Engineering 6 (4), p. 239–242.
- LEE, C.K.M., LV, Y., NG, K.K.H., WILLIAM, H., CHOY, K.L., (2018). **“Design and Application of Internet of Things-based Warehouse Management System for Smart Logistics”**, International Journal of Production Research 56 (8), p. 2753– 2768.
- LEE, E.A., (2018). **“Cyber physical systems: design challenges”**, 11th International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, Orlando, Florida, USA, p. 363-364.
- LEE, J., BAGHERI, B., KAO, H., (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing systems. ScienceDirect. 3, p. 18-23.
- LEE, J., KAO, H.A., YANG, S., (2014). **“Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment”**, Procedia CIRP, 16, 3-8.
- LEVITT, B., MARCH, J. G., (1988). **“Organizational learning”**, Annual Review of Sociology, 14, 1988, p. 319-340.
- LIN, C. Y., CHENG, W. T., WANG, S. C., (2011). **“An End-to-End Logistics Management Application Over Heterogeneous Location Systems”**, Wireless Personal Communications 59 (1), p. 5–16.
- LIN, L. C., (2009). **“An Integrated Framework for the Development of Radio Frequency Identification Technology in the Logistics and Supply Chain Management”**, Computers & Industrial Engineering, 57 (3), p. 832–842.
- LIN, M.-C., WANG, C.-C., CHEN, M.-S., CHANG, C., (2008), **Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process**, Computers in Industry, 59, p.17-31.

- LIU, S., ZHANG, Y., LIU, Y., WANG, L., WANG, X. V., (2019). **“An ‘Internet of Things’ Enabled Dynamic Optimization Method for Smart Vehicles and Logistics Tasks”**, Journal of Cleaner Production 215, p. 806–820.
- LONG, D., (2003). **International Logistics Global Supply Chain Management**, Kluwer Academic Publishers, New York.
- LOWSON, B., KING, R., HUNTER, A., (1999). **“Quick Response, Managing the Supply Chain to Meet Consumer”**, John Wiley & Sons Inc.
- LUN, Y. H. V., WONG, C. W. Y., CHENG, T. C. E., (2008). **“Institutional Perspective on the Adoption of Technology for the Security Enhancement of Container Transport”**, Transport Reviews 28 (1), p. 21–33.
- MAHARANI, D., SENA, M.D. (2020). **The MFEP and MAUT Methods in Selecting The Best Employees**. International Conference on Social, Sciences and Information Technology Kisaran, August 19th, hlm.19 – 26, Indonesia.
- MANYIKA, J., CHUI, M., BROWN, B., BUGHIN, J., (2011). **“Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity”**, McKinsey Global Institute, New York, p.1.
- MAQUEIRA, M.J., FUENTES, J.M., BRUQUE, S., (2019). **“Drivers and consequences of an innovative technology assimilation in the supply chain: cloud computing and supply chain integration”**, International Journal of Production Research, 57(7), p. 2083–2103.
- MARCH, J. G., SIMON, H. A., (1958). **Organizations, 2nd Edition**, Wiley, New York.

- MARUF, M., ÖZDEMİR, K. (2021). **Türkiye’deki Büyükşehirlerin İhracat Performanslarının CRITIC ve MAUT Yöntemi ile Değerlendirilmesi** . Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 5 (1) , p.85-99.
- MASLARIC, M., NIKOLICIC, S., MIRCETIC, D., (2016). **“Logistics Response to the Industry 4.0: The Physical Internet”**, Open Engineering, 6 (1), p. 511–517.
- MASOUDİNEJAD, M., VENKATAPATHY, A.K.R., EMMERICH, J., RIESNER, A., (2017). **“Smart sensing devices for logistics application”**, TU Dortmund University, Dortmund, Germany, Springer, Cham, p. 41–52.
- MATTIG, B., LORIMER, I., KIRKS, T., JOST, J., (2016). **Untersuchung des Einsatzes von Augmented Reality im Verpackungsprozess unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen an die Informationsdarstellung sowie die ergonomische Einbindung des Menschen in den Prozess**. Logistics Journal: Proceedings, p.1–10.
- MCFARLENE, D., GIANNIKAS, V., LU, W., (2016). **“Intelligent logistics: Involving the customer”**, Computers in Industry, vol. 81, p.105-115.
- MCNEESE, W., MARKS, C., (2001). The Power of Process Management. Annual Quality Congress Proceedings, Cypress, TX 77433 Belmont, NC 28012.
- MEDDA, F., TRUJILLO, L., (2010). **“Short-Sea Shipping: An Analysis of Its Determinants. Maritime Policy & Management”**, dergi adı, 37(3), p.285-303.
- MEHAMI, J., NAWI, M., ZHONG, R.Y., (2018). **“Smart Automated Guided Vehicles for Manufacturing in the Context of Industry 4.0”**, Procedia Manufacturing 26, p.1077–1086.

- MELAN, E., (1986). Process Management, Transactions 40 th Annual Quality Congress, American Society for Quality Control, Milwaukee, Wis, New York.
- MELAN, E., (1993). Process Management: Methods For Improving Products and Service, Mcgraw Hillnc, New York.
- MELAN, E.H., (1992). “Process Management”, School of Management, Marist College Poughkeepsie, McGraw-Hill, New York 12601, U.S.
- MERK, O., DANG. T, (2012). “**Efficiency of World Ports in Container and Bulk Cargo (oil, coal, ores and grain), OECD Regional Development Working Papers**”, 2012/09, OECD Publishing: 9-25.
- MITRA, A., (2016). **Fundamentals Of Quality Control and Improvement**, Auburn University College of Business Auburn, Alabama, Fourth Edition, New Jersey.
- MONOSTORI, L., KADAR, B., BAUERNHANSL, T., KONDOH, S., KUMARA, S., REINHART, G., SAUER, O., SCHUH, UEDA, K., (2016). “**Cyber-physical systems in manufacturing**”, CIRP Ann. 65(2), p. 621–641,
- MOSSLAM, A.I., GHONIEM, A.M., (2006). “**A Process Approach-based System for Management System Documentation**”, Housing and Building Research Center Journal, Vol. 2, No 2, p. 98-108.
- NEHİR, E.M., (2022). Global Liman İşletmelerinde Verimlilik Ölçümü: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Veri Zarflama Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, Sakarya.
- NELSON, R., WINTER, S., (1982). **An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA: Harvard University Press, ABD.**

NG, A. K. Y., (2009). **“Competitiveness of Short Sea Shipping and the Role of Port: The Case of North Europe”**, Maritime Policy & Management, 36(4), p. 337-352.

OBITKO M., JIRKOVSKY, V., (2001). Big Data Semantics in Industry 4.0. Springer International Publishing Switzerland. 9266, p.217-229.

OKAY, I., (1998). "İşletmelerde Süreç Yönetimine Geçiş ve Uygulama Sonuçları", 7.Ulusal Kalite Kongresi, İstanbul, s.14.

OLESKOW, S. J., STACHOWIAK, A., (2019). **“The Framework of Logistics 4.0 Maturity Model”**, Poznan University of Technology, Strzelecka 11, p .60-965.

OUNNAR, F., PUJO, P., (2019). **“Pilotage auto-organisé de l’Internet physique via des systèmes logistiques cyber-physiques: cas du transport Chine-France”**, Logistique. Manage. 27(4), p. 255–263.

ÖMÜRBEK, N. KARATAŞ, T. (2018). **Girişimci ve Yenilikçi Üniversitelerin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi**, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 10 (24) , p.176-198.

ÖMÜRBEK, N., AKÇAKAYA, E.D.U., (2018). **“Forbes 2000 Şiştesinde Yer Alan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, Maut, Copras ve Saw Yöntemleri ile Analizi”**, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Ve Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), s. 257-278.

ÖMÜRGÖNÜLŞEN, M. , ÇEKİÇ, B., AR, İ. M., (2020). **Lojistik Firmalarında Endüstri 4.0 Uyum Sürecinde Dikkate Alınacak Faktörlerin Bulanık Dematel Yöntemi ile Değerlendirilmesi**, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi , Prof. Dr. Talha Ustasüleyman Özel Sayısı , p.167-184 .

ÖZAY, H.E., (2003). “Süreçlerle Yönetim Sistemi ve Küçük ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, s. 17.

ÖZBEK, A., ENGÜR, M., (2019). “**Çok kriterli karar verme yöntemleriyle öğrenci işleri otomasyon seçimi**”, KOCATEPE İİBF Dergisi, 21(1), s. 1-18.

ÖZDEMİR, E., (2007). “Süreç Yönetimi ve Kara Kuvvetlerine Bağlı Bir Birlikte Süreç Yönetimi Uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

ÖZDEMİR, E.G., SEYMEN, A, N., (2021). “**Akıllı Lojistik Alanında Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı**”, International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 7(45): p.1100-1108.

ÖZDEMİR, Ü., (2012). “**Denizcilik Gücünün Tarihsel Gelişim Süreci ve Günümüz Denizciliğinin Şekillenmesindeki Rolü**”, Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu Doğu Karadeniz, Trabzon, Türkiye, cilt I, s.315-332.

ÖZİSPA, N., (2017). “Sustainability Performance Measurement in Ports By Using AHP and TOPSIS Methodology”, Master Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir.

ÖZKAN, M. (2005). Süreçlerle Yönetim ve Süreç İyileştirme, (<http://ww25.bilgiyonetimi.org/?subid1=20230405-0332-42d2-a443-2ad559f6878a>) Erişim Tarihi: 10.04.2018.

ÖZKAN, M. (2013), Süreç Yönetimine Giriş, (danismend.com/kategori/altkategori/surec-yonetimine-giris/) Erişim Tarihi: 10/04/2018.

- ÖZKAN, M., (2005). Süreçlerle Yönetim ve Süreç İyileştirme 2, (<http://www.danismend.com/>) Erişim:17.05.2022 (Strateji-Yönetim).
- ÖZKAN, T.Ö., (2019). “A Contemporary Analysis Of Industry 4.0 for Logistics Supply Chain Management and Transportation”, Master Thesis, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- ÖZTEMEL, E., GÜRSEV, S., (2018). **Literature review of Industry 4.0 and related technologies.** Journal of Intelligent Manufacturing, 31(1), p.127–182.
- PAELKE, V., (2014). Augmented reality in the smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment. In Emerging Technology and Factory Automation (ETFA), IEEE , p.1-4.
- PANAYIDES, P.M., LAMBERTIDES, N., SAVVA, C.S., (2011). **“The Relative Efficiency of Shipping Companies”.** Transportation Research Part E: Logistics and Transportation”, Review, 47, p. 681–694.
- PAPADOPOULOS, T., GUNASEKARAN, A., DUBEY, R., WAMBA, S.F., (2017). **“Big Data and Analytics in Operations and Supply Chain Management: managerial Aspects and Practical Challenges”**, Production Planning & Control 28 (11–12), p. 873–876.
- PARLAR, G., PALANCI, O. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Dünya Üniversitelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi , 11 (26) , p.203-227.
- POUCHARD, L., (2016). **“Revisiting the Data Life Cycle With Big Data Curation”**, International Journal of Digital Curation, 10(2), p. 176 – 192.

- PRINZ, C., MORLOCK, F., FREITH, S., KREGGENFELD, N., KREIMEIER, D., KUHLENKOTTER, B., (2016). **“Learning factory modules for smart factories in industrie 4.0”**, Procedia CiRp 54, p. 113-118.
- PRITCHETT, P., (2002). **Süreçlerle Yönetim** (Çeviren: Tekin Siya), Mü-Ka Matbaacılık, İstanbul.
- PUIG, M., WOOLDRIDGE, C., DARBRA, R.M., (2012). “Identification and selection of environmental performance indicators (EPIs) for use in the management of European seaports”, Unpublished Master Thesis, Cardiff University, United Kingdom, Galler, Cardiff.
- QU, T., LEI, S.P., WANG, Z.Z., NIE, D.X., CHEN, X., HUANG, G.Q., (2015). **“IoTbased real-time production logistics synchronization system under smart cloud manufacturing,”** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 84, no. 1–4, p. 147-164.
- RADZIWON, A., BILBERG, A., BOGERS, M., MADSEN, E.S., (2014.) **“The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions,”** Procedia Engineering, vol. 69, pp. 1184–1190.
- RAFIULLAH, K, SARMAH, U., RIFAQAT, Z., SHAHID, K., (2012). **“Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges”**, proceedings of 10 International Conference on Frontiers of Information Technology, Islamabad.
- RAJHANS, A., CHENG, S., SCHMERL, B., GARLAN, D., (2009). **“An Architectural Approach to the Design and Analysis of Cyber-Physical Systems”**, Third International Workshop on Multi-Paradigm Modeling, Denver, CO, October, p.2-8.

- RASIM A., YADIGAR I., LYUDMILA, S., (2018). **“Cyber-physical systems and their security issues”**, Institute of Information Technology, Azerbaijan National Academy of Sciences, sayı, vol, Azerbaijan, p. 213.
- REIDY, P. J., GUNASEKARAN, A., SPALANZANI, A., (2015). **“Bottom-up Approach Based on Internet of Things for Order Fulfillment in a Collaborative Warehousing Environment”**, International Journal of Production Economics 159, p. 29– 40.
- RODIC, B., (2017). **“Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm”** Faculty of Information Studies, Ljubljanska cesta 31A, Novo mesto, Slovenia, p. 194-205.
- ROWLEY, J., SLACK, F., (2004). **“Conducting a literature review,”** Emerald Group Publishing Limited, Wales.
- ROZADOS, I.V., TIAHJONO, B., (2014). **“Big data analytics in supply chain management: Trends and related research”**, 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management, p.1-11.
- RUBMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., HARNISCH, M., (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, 9.
- SABAN, M., GÜĞERÇİN, G., (2009). **“Deniz Taşımacılığı İşletmelerinde Maliyetleri Etkileyen Faktörler ve Sefer Maliyetleri”**, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Dergisi, cilt I, sayı I, s. 2-16.
- SARIOĞLU, Ö., ÖZDEMİR, M., (2016). Lojistik Süreçte Yeni bir Uygulama ve Sektörün Bakış Açısı: Akıllı Konteyner.

- SATHI, A., (2012). **“Big Data Analytics: Disruptive Technologies for Changing the Game”**, MC Press, Boise, p.4.
- SAUTER, R., BODE, M., KITTELBERGER, D., (2015). **“How Industry 4.0 is Changing How We Manage Value Creation”**, White Paper Horvath & Partners, p.3-10.
- SCHMIDT, R., MOHRING, M., HARTING, R.C., REICHSTEIN, C., NEUMAIER, P., JOZINOVIC, P., (2015). Industry 4.0- Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. International Conference on Business Information Systems. Cham, Springer. 16-27.
- SCHMIDTKE, N., BEHRENDT, F., THATER, L., MEIXNER, S., (2018). **“Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0”**, 4th International Conference on Logistics Operations Management, p.1-10.
- SCHUHMACHER, J., HUMMEL, V., (2016). **“Decentralized control of logistic processes in cyber-physical production systems at the example of ESB logistics learning factory”**, Procedia CIRP 54, p. 19–24.
- SCHWAB, K., (2016). **The Fourth Industrial Revolution**, World Economic Forum, Geneva.
- SELEK, İ., (2006). “Süreç Yönetiminin Başarısında Ekip Çalışmasının Etkisi Ve Funika Tekstil A.Ş.'de Bir Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- SELİMOĞLU, N., (2005). “Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirmede Bilgi Yönetiminin Rolü ve Uygulamaya İlişkin Bir Araştırma”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- SEYHAN, Ç., (2019). Lojistik 4.0: Endüstri 4.0'ın Lojistik Sektörüne Uyarlanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- SHAMIM, S., CANG, S., YU, H., Lİ, Y., (2016). **“Management Approaches for Industry 4.0: A Human Resource Management Perspective”**, Evolutionary Computation, IEEE Congress (July), IEEE, p. 5309–5316.
- SHARMA, N., SHAMKUWAR, M., SINGH, I., (2019). **“The history, present and future with IoT,”**, in Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation: Springer, p. 27-51.
- SHI, J., ZHANG, J., QU, X., (2010). **“Optimizing Distribution Strategy for Perishable Foods Using RFID and Sensor Technologies”**, Journal of Business and Industrial Marketing 25 (8), 2010, p. 596–606.
- SHI, X., VOSS, S., (2007). **Container terminal operations under the influence of shipping alliances**, In: BICHOU, K., BELL, M.G., EVANS, A. (Eds.) Loyd's practical shipping guides, **Risk management in port operations, Logistics and Supply Chain Security**, Informa, London.
- SIVAMANI, S., KWAK, K., CHO, Y., (2014). **“A Study on Intelligent User-centric Logistics Service Model Using Ontology”**, Journal of Applied Mathematics, p. 1–10.
- SKRZYPEK, E., (2000). Jakość i efektywność, Wydawnictwo Marii Curie Skłodowskiej, Lublin.
- SLUSARCZYK, B., (2018). **“Industry 4.0: Are we Ready?”**, Polish Journal of Management Studies 17 (1), p. 232–248.

SOYDAN, S., (2006). “Süreç Yönetimi ve İyileştirilmesi Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

SRINIVASA, S., BHATNAGAR, V., (2012). “**Big Data Analytics**”, Second International Conference, BDA 2013, Mysore, India, December 2013, Proceedings, p.24-26.

STANDART BM TRADA BELGELENDİRME, (2004). “Etkin Süreç Yönetimi ve ISO 9001:2000”, Reklama Ajans, İstanbul.

STANKOVIC, J.A., (2014). “**Research directions fort he Internet of Things**”, IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 1, FEBRUARY, p. 3-9.

STATISTA- DAS STATISTIK- PORTAL: Welche Anwendungsbereiche von Industrie 4.0 sind heute bzw. werden zukünftig in Unternehmen stark ausgeprägt sein.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/605446/umfrage/anwedungsbereiche-von-indsutrie-40-heute-und-zukuenfitg-in-der-dach-region/>, (Erişim Tarihi: 23.02.2023)

STAUB, S., AKKAYA, T., (2018). “**The Influence of Leader-Member Exchange on Job Satisfaction**”, Current Debates in Business Studies I, p. 123–145.

STOCK, T., SELIGER, G., (2016). “**Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0**”, Procedia CIRP 40, p. 536-541.

STOPFORD, M. (2008). **Maritime economics 3e**, Routledge, Taylor&Francis e-Library, New York.

STRANDHAGEN, J.O., VALLANDINGHAM, L., FRAGAPANE, G., STRANDHAGEN, J.W., (2017). “**Logistics 4.0 and Emerging Sustainable Business Models**”, Advances in Manufacturing, 5(4), p. 359- 369.

- SULLIVIAN, G.P., PUGH, R., MELENDEZ, A.P., HUNT, W.D., (2010). **“Operations & Maintenance Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency”**, Federal Energy Management Program, Release 3.0, p. 49 – 58.
- SÜREÇ YÖNETİMİ KLAVUZU, (2005). Deniz Kuvvetleri Komutanlığı. Dz. K. K. Kh., Ankara.
- SÜRÜCÜ, E., (2015). Lojistik Sektöründe Sürdürülebilir Performans Ölçümü İçin AHP ve TOPSİS Yöntemlerinin Kullanılması: Lojistik Firmaları Üzerine Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- TALLEY, W.K., (2009). **Port Economics**, Routledge, 2nd Edition, United Kingdom.
- TARIM, A., (2001). **Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı**, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, Ankara.
- TAŞ, A., ALAGÖZ, S.B. (2021). **Lojistik Sektörü Özelinde Endüstri 4.0 Farkındalık Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma**. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 23(41), p. 404-417.
- TAYLOR, F.W., (1911). **The Principles of Scientific Management**, Harper & Brothers, New York and London, p.7.
- TAYLOR, W., (1911). **The Principles of Scientific Management**, Forgotten Books.
- TEK, Ö. B., KARADUMAN, İ., (2012). **Lojistik Yönetimi**, İhlas Gazetecilik A.Ş., İzmir.
- TEKİN, M. , ÖZTÜRK, D., BAHAR, İ. (2020). **Akıllı Lojistik Faaliyetlerinde Blokzincir Teknolojisi** . Kent Akademisi , 13 (3) , p.570-583.

- TESCHEMACHER, U., REINHART, G., (2017). **“Ant Colony Optimization Algorithms to Enable Dynamic Milkrun Logistics”**, Procedia CIRP 63, p. 762–767.
- THOMAS, D.S., GILBERT, S., (2014). Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing. National Institute of Standards and Technology Technical Report, USA.
- TİMOR, M., (2011). **Analitik Hiyerarşi Prosesi**, Türkmen Kitabevi, İstanbul, s.24-25.
- TJAHJONO, B., ESPLUGUES, C., ENRIQUE, A., LOURIDO, G.C.P., (2017). **“What Does Industry 4.0 Mean to Supply Chain?”**, Procedia Manufacturing 13, p.1175-1182.
- TOKCAN, T. (2011). **Süreç Yönetimi ve Süreç İyileştirme Teknikleri: Gıda İşletmesinde Bir Uygulama**. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- TRAB, S., BAJIC, E., ZOUINKHI, A., THOMAS, A., ABDELKRİM, M. N., CHEKIR, H., LTAIEF, R. H., (2017). **“A Communicating Object’s Approach for Smart Logistics and Safety Issues in Warehouses”**, Concurrent Engineering Research and Applications 25 (1), p. 53–67.
- TRANTAPHYLLOU, E., (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods, Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Springer Science Business Media Dordrecht, APOP, volume 44, pp 5–21.
- TRKMAN, P., (2009). **“The Critical Success Factors of Business Process Management”**, Ljubljana: International Journal of Information Management, 10(2), p. 125-134.

- TSAUR, S.H., CHANG, T.Y., YEN, C.H. (2002), **“The Evaluation Of Airline Service Quality By Fuzzy MCDM”**, Tourism Management, Cilt.23, S.2, ss. 107-115.
- TSE, (2001). TS EN ISO 9001:2000 “Kalite Yönetim Sistemi – Şartlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜTÜNCÜ, Ö., DOĞAN, Ö.İ., TOPOYAN, M., (2004). Süreçlerle Yönetim ve Bir Hizmet İşletmesi Uygulaması. IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu. Selçuk Üniversitesi. Konya.
- UCKELMANN, D., (2008). **“A Definition Approach to Smart Logistics”**, Lecture Notes in Computer Science, volume 5174, p. 273-284.
- UCKELMANN, D., HARRISON, M., MICHAHELLES, F., (2011). **“Architecting the Internet of Things”**, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, p. 97-120.
- UDUAK A., RISAKO, M., (2022). **An application of Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) to the prioritization of rural roads to improve rural accessibility in Nigeria**, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 82, Part B, 101256, ISSN 0038-0121.
- ULUSOY, G., (2019). “Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ULUSOY, G., (2019). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Lojistik Sektöründe Operasyonel Verimlilikle İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- UNCTAD, (1991). **Handbook On The Management And Operaton Of Dry Ports**, Unted Nations Conference on Trade and Development, Geneva.

- URMAK, E. D. , ÇATAL, Y., KARAATLI, M. (2017). **İllerin Ormancılık Faaliyetlerinin AHP Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri ile Değerlendirilmesi.** Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 22 (2) , p.301-325.
- USTASÜLEYMAN, T., (2009) **Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi,** Bankacılar Dergisi, 69, s.33-43.
- VAJDA, J. L., (2021). Evaluation and Selection of Oil Shale Extraction Methods Using Multi-Attribute Utility Theory, The George Washington University ProQuest Dissertations Publishing.
- VALMONTE, G., (2021). “**The Distinct Impact of Big Data Analytics in Transport & Logistics**”, Monstarlab, (<https://monstar-lab.com/nl/blog/the-distinct-impact-of-big-data-analytics-in-transport-logistics/>) Access: 05.04.2022.
- VARBANOVA, A., (2018). “**Ro-Ro Shipping Networks in the Black Sea Region and Ports Connectivity: Comparative Assessment**”, Science, Business, Society, 3(3), p. 124-127.
- VELASQUEZ, M., HESTER, P.T., (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods, P.O. Box 64732, Virginia Beach, VA, 23467, Department of Engineering Management and Systems Engineering, Old Dominion University, Norfolk, VA USA 23508, International Journal of Operations Research Vol. 10, No. 2, 5666.
- WALKER, P.M.B., (1995). Larousse Dictionary of Science and Technology, Larousse Kingfisher Chambers, November 1, p.874.
- WAMBA, S.F., AKTER, S., (2015). “**Big Data Analytics for Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda**”, Enterprise and Organizational Modeling and Simulation, Springer, p. 61-72.

- WANG, F., WANG, F., MA, X., LIU, J., (2019). **“Demystifying the Crowd Intelligence in Last Mile Parcel Delivery for Smart Cities”**, IEEE Network 33 (2), p. 23–29.
- WANG, Y., FENG, L., CHANGL, H., WU, M., (2017). **“Research on the Impact of Big Data on Logistics”**, School of management and engineering, Zhengzhou University, China, MATEC Web of Conferences 100, 02015, p.2-4.
- WANG, Y., LIU, J., ELHAG, T., (2008). **“An Integrated AHP-DEA Methodology For Bridge Risk Assessment”**, Computers & Industrial Engineering, 54(3), p. 513-525.
- WANG, Y., ZHANG, S., YANG, S., HE, W., (2018). **“Mechanical assembly assistance using marker-less augmented reality system”**, Assembly Autom, 38(1), p. 77–87.
- WATSON, J.H., (2014). **“Tutorial: Big Data Analytics: Concepts, Technologies, and Applications”**, Communications of the Association for Information Systems, 34(65), p. 1249 – 1267.
- WEBSTER, R., KENNEDY, S. JOHNSON, L., (1998). **“Comparing Techniques for Measuring The Efficiency and Productivity of Australian Private Hospitals”**, Working Paper Econometrics and Applied Statistic, Australian Bureau of Statistics, Canberra, (3).
- WEISER, M., (1996). **“Open House. In: ITP Review”**, the web magazine of the Interactive Telecommunications Program of New York University, ITP Review 2.0.
- WESKE, M., (2007). Business Process Management Concepts, Languages, Architectures. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

- WINDT, K., BOSE, F., PHILIPP, T., (2008). **“Autonomy in Production Logistics: Identification, Characterisation and Application”**, International Journal of Robotics and Computer Integrated Manufacturing 24 (4), p. 572–578.
- WINKELHAUS, S., GROSSE, E. H. (2020). **Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system**. International Journal of Production Research, 58(1), p.18–43.
- WINKELHAUS, S., GROSSE, E.H., (2020). **“Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system”**, International Journal of Production Research, Volume 58, Issue 1, p.16.
- WINTER, S., (1994). **"Organizing for continuous improvement: Evolutionary theory meets the quality revolution."** In BAUM, J., SINGH, J. (eds.), Evolutionary Dynamics of Organizations, Oxford University Press, New York, p. 90-108.
- WU, M., LU, T.J., LING, F.Y., SUN, J., (2012). **“Research on the architecture of Internet of things”**, proceedings of 3rd International Conference on Advanced Computer theory and Engineering, Beijing, China, p.484-487.
- WU, X., ZHANG, C. ve YANG, L. (2020). **“Evaluation and Selection of Transportation Service Provider by TOPSIS Method With Entropy Weight”**, Thermal Science, (00), p.50.
- XIE, P., LI, J., OU, X., LIU, P., LEVY, R., (2010). Using Bayesian networks for cyber security analysis, In Dependable Systems and Networks (DSN), 2010 IEEE/IFIP international conference on IEEE, pp. 211-220.
- YANG, M. H., LUO, J. N., LU, S. Y., (2015). **“A Novel Multilayered RFID Tagged Cargo Integrity Assurance Scheme”**, Sensors 15 (10), p. 27087–27115.

YANIK, L., EREN, T. (2017). **Borsa İstanbul'da İşlem Gören Otomotiv İmalat Sektörü Firmalarının Finansal Performanslarının AHP, TOPSIS, ELECTRE ve VIKOR Yöntemleri ile Analizi** . Yalova Sosyal Bilimler Dergisi , 7 (13) , p.165-188.

YAU, CHUCK, TIM, DAVIS, (1993). “**Using Analytic Hierarchy Process (AHP) to Prioritize Auditing Tasks for Large-Scale Software Systems**”, Journal of Systems Management, Sayı: 44, ss. 26-31.

YAVUZ, E., AVUNDUK, H. (2022). **Tedarik Zinciri Yönetiminde Blok Zincir Teknolojisinin Kullanımı**. İzmir Democracy University Social Sciences Journal , 4 (1) , p.33-56.

YAYLALI, M., (2003). **Mikroiktisat**, Beta Basım Yayım, İstanbul.

YERCAN, H.F., (1996). **Liman İşletmeciliği ve Yönetimi**, Necdet Bükey Tarım Ürünleri ve Matbaacılık A.Ş., 1. Baskı, İzmir.

YILMAZ, Ü., DUMAN, B., (2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin lojistik faaliyetleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi, Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi, 2(3), s.1–7.

YILMAZ, Ü., KUVAT, Ö. (2021). **Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Lojistik Faaliyetlerindeki Uygulama Alanları ve Verimliliğe Etkileri** . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat 2021 Ek Sayı 1 , p.746-754.

YILMAZER, Ş., (2014). “**Toplam Kalite Yönetiminde Süreç Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Uygulama**”, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

YORULMAZ, M., TONGUÇ, B. (2022). **Gemi Brokerlerinin Mesleki Etik İlkelerinin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi**. Academic Knowledge , 5 (1) , p.118-140.

YU, J., SUBRAMANIAN, N., NING, K., EDWARDS, D., (2015). **“Product Delivery Service Provider Selection and Customer Satisfaction in the Era of Internet of Things: A Chinese e-Retailers’ Perspective”**, International Journal of Production Economics 159, p. 104–116.

YURDAKUL, M., İÇ, Y. (2013). **İmalat Firmalarında Başarıyı Sağlayan Koşul ve Uygulamaları Kriter Olarak Kullanan Bir Performans Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi**, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , p.14 (1).

YÜCEL, C., (1997). **“Limanda Verimliliği Arttırmaya Yönelik Uygulamalarla Limanların Yönetimi”**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

YÜKSEL, Y., ÇEVİK, E.Ö., (2006). **Liman Mühendisliği**, Arıkan Basım Yayım, İstanbul.

YÜRÜK, M. F., ORHAN, M. (2020). **CRITIC ve ENTROPİ Temelli MAUT Yöntemi ile İmalat Sanayi Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının Analizi**. Munzur Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 9 (2) , p.150-172.

ZACHAREWICZ, G., DESCHAMPS, J. C., FRANCOIS, J., (2011). **“Distributed Simulation Platform to Design Advanced RFID Based Freight Transportation Systems”**, Computers in Industry 62 (6), 2011, p. 597–612.

ZADROZNY, P., KODALI, R., (2013). **“Big Data Analytics Using Splun”**, Apress, New York, p. 353.

- ZHANG, J., SHI, J., LIU, X., ZHOU, Y. (2021). **An Intelligent Assessment System of Teaching Competency for Pre-service Teachers Based on AHP-BP Method**. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 16(16), p.52-64.
- ZHANG, Y., WANG, W., YAN, L., GLAMUZINA, B., ZHANG, X., (2019). **“Development and Evaluation of an Intelligent Traceability System for Waterless Live Fish Transportation”**, Food Control 95, p. 283–297.
- Zİ, W., (2013). **“The Evolution of the Era of "Big Data" Enterprise Ecosystem and Construction”**, Social Science, (12), p. 55-62.
- ZORLU, H. G., (2018). Lojistik İşletmelerde Uygulanan Endüstri 4.0 Destekli Stok Kontrol Sistemlerinde Verimlilik. Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ZORLU, Ö., (2008). **“Türkiye Limanlarının İşletme Verimliliğinin İrdelenmesi ve Transit Liman İhtiyacı**. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ZRAKOVA, D., DEMJANOVICOVA, M., KUBINA, M., (2019). **“Online reputation in the transport and logistics field”**, Transportation Research Procedia, 40, p. 1231-1237.
- ZSIFKOVITS, H., WOSCHANK, M., (2019). **“Smart Logistics – Technologiekonzepte und Potentiale”**, **Lehrstuhl für Industrielogistik**, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich, BHM Vol. 164 (1), p.42-45.
- ZUAZOLA, G.J.I., MORENO, A., LANDALUCE, H., ANGULO, I., PERALLOS, A., JAYO, U.H., SAINZ, N., ZIAI, A.M., BATCHELOR, J.C., ELMIRGHANI, J.M.H., (2013). **“Telematics System for the Intelligent**

Transport and Distribution of Medicines", IET Intelligent Transport Systems 7 (1), p. 131–137.

ZÜHLKE, D., (2010). **"SmartFactory—Towards a factory-of things,"** Annual Reviews in Control, vol. 34, no. 1, pp. 129–138.



EKLER

Ek 1: Anket Formu

Aşağıdaki soru formu “**Limanlarda Etkinliğin Artırılmasında Akıllı Lojistik Başarı Kriterlerinin Değerlendirilmesi ve En İdeal Süreç Yönetimi Yaklaşımının Seçimi: Samsun İli Liman Örneği**” için veri sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışmanın güvenilirliği açısından cevaplamaya başlamadan önce açıklamaları dikkatlice okumanız ve tüm soruları eksiksiz olarak cevaplandırmanız önemlidir.

Çalışmaya gösterdiğiniz ilgi, ayırdığınız zaman ve değerli katkılarınız için teşekkür ederiz.

Bugse Nur KÜÇÜK

Doç. Dr. Selçuk KORUCUK

Değerlendirme Yöntemi

Takip eden sayfalarda sizlerden **Liman Etkinliğini Etkileyen Faktörleri** değerlendirmeniz istenecektir. Değerlendirme sırasında faktörler ikili olarak karşılaştırılarak, etkiledikleri kavrama göre önemleri verilen ölçek üzerinden belirtilecektir.

Aşağıdaki kriterlerden hangisinin “**Liman Etkinliğini Etkileyen Faktörler**” üzerindeki etkisi daha fazladır?

1: Eşit 3: Biraz daha fazla 5: Fazla 7: Çok fazla 9: Aşırı derecede fazla

Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Siber Fiziksel Sistemler
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bulut Bilişim
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Büyük Veri Analizi
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otonom Robot
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Artırılmış Gerçeklik
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Simülasyon
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yapay Zekâ
Nesnelerin İnterneti	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bulut Bilişim

Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Büyük Veri Analizi
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otonom Robot
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Artırılmış Gerçeklik
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4		2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Simülasyon
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yapay Zekâ
Siber Fiziksel Sistemler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Büyük Veri Analizi
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otonom Robot
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Artırılmış Gerçeklik
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Simülasyon
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yapay Zekâ
Bulut Bilişim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu
Büyük Veri Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Otonom Robot
Büyük Veri Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Artırılmış Gerçeklik
Büyük Veri Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Simülasyon
Büyük Veri Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yapay Zekâ
Büyük Veri Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatay ve Dikey Sistem Entegrasyonu

