



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİ ve LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LOJİSTİK 4.0 ve AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK
ÇALIŞANLARIN BAKIŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA
UYGULAMASI

İBRAHİM TUNALI

DANIŞMAN

DOÇ. DR. EMİNE GENÇ

BARTIN-2024



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİ ve LOJİSTİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**LOJİSTİK 4.0 ve AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK ÇALIŞANLARIN
BAKIŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim TUNALI

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Doç. Dr. Emine GENÇ
Üye : Prof. Dr. Orhan ÇAĞLAYAN
Üye : Doç. Dr. Sabahattin ÇETİN

BARTIN-2024

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Emine GENÇ danışmanlığında hazırlamış olduğum “LOJİSTİK 4.0 ve AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK ÇALIŞANLARIN BAKIŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA UYGULAMASI” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

19.07.2024

İbrahim TUNALI

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik çalışanların bakış açısı enerji sektöründe bir firma uygulaması ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenen fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Emine GENÇ'e teşekkürü bir borç bilirim. Yine bu zorlu ve yoğun süreçte çalışmamda bana desteklerini esirgemeyen değerli eşim Gamze SÜREN TUNALI' ya ve kıymetli aileme çok teşekkür ederim.

İbrahim TUNALI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LOJİSTİK 4.0 ve AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK ÇALIŞANLARIN BAKIŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA UYGULAMASI

İbrahim TUNALI

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bilgi ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emine GENÇ

Bartın-2024, sayfa: 100

Endüstri 4.0 hayatın her alanına nüfus ederek etki oluşturmuş bir devrim olarak kabul görmektedir. İşletmelerin yönetim, üretim, satınalma, lojistik ve depo gibi birçok biriminde aktif bir şekilde Endüstri 4.0 kullanılmaktadır. Günümüz işletmelerinde depolar artık hammadde, mamul ve yarı mamullerin tutulduğu alanların dışında, müşterilerin talep ve isteklerine daha hızlı cevap verebilmek için hizmet sağlayan dağıtım merkezleri konumuna gelmiştir. Endüstri 4,0 devrimine bağlı olarak gelişen Lojistik 4.0 ile birlikte tedarik zincirinin önemli bir kolu olan perakendeciler önemini yitirmeye başlamıştır. Lojistik 4.0 kapsamında geleceğe dönük yapılan planlarda perakendeciler yerini ağırlık olarak dağıtım hizmeti veren depolara bırakmaktadır. İşletmelerin mamul, yarı mamul, hammadde stoklarını etkin bir şekilde yönetebilmeleri, üretim kapasitelerini arttırabilmeleri, ürünlerini zamanında müşteriye ulaştırabilmeleri ve maksimum seviyede verimlilik sağlamaları için Endüstri 4.0 teknolojisinin sunduğu akıllı depo sistemlerini kullanmaları elzem bir durum haline gelmiştir. İşletmelerin rekabet avantajı sağlamalarında depoların etkin yönetilmesi kilit rol oynamaktadır. Çalışmada endüstrinin tarihi gelişimi, Endüstri 4.0 devriminin lojistik sektörünü ne yönde etkilediği, Endüstri 4.0'ın lojistik sektörünün gelişim ve değişimine bağlı olarak akıllı depo sistemleri bileşenlerinin kullanımı

sonrasında sağladığı avantajların yanı sıra dezavantajları gibi konular ele alınmıştır. Bu çalışmada enerji sektörü çalışanlarının Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik bakış açılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsam doğrultusunda çalışmada, çalışanların Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine bakış açılarını anlamak için enerji sektöründen bir şirketin 22 depo çalışanı ile gönüllülük esasına dayalı, araştırmacı tarafından tam sayım olacak şekilde yüz yüze mülakat görüşmeleri yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen sonuçlar betimsel analize tabi tutulmuştur.

Araştırma sonucunda katılımcıların genel olarak Endüstri 4.0, Lojistik 4.0 teknolojileri ve akıllı depo sistemleri hakkında bilgi düzeylerinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu teknolojilerin işletmelerde kullanılması durumunda ortaya çıkacak avantajlar ve dezavantajlar üzerine değerli bulgular elde edilmiştir. Katılımcılar, otonom araçlar, dronelar, sürücüsüz forkliftler, robotlar, nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi akıllı lojistik teknolojileri hakkında geniş bir bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların akıllı depo sistemlerine yönelik beklentileri, depolarda insan kaynaklı hataların azalması, iş kazalarının minimize edilmesi ve anlık aksiyon alabilme yeteneği gibi konular üzerine olmuştur. Bu teknolojilerin depolardaki insan kaynaklı hataları azaltma, iş kazalarını minimize etme, personel maliyetlerini düşürme ve operasyonlarda hızlı ve etkili müdahale imkânı sağlama potansiyellerine dair katılımcılar olumlu düşüncelere sahiptirler. Ayrıca yüksek başlangıç yatırım maliyetleri, bu teknolojiye entegrasyonun BT altyapısının yetersizliğiyle zorlaşabileceği endişesi ve sürekli teknoloji gelişimi nedeniyle artan maliyetler gibi zorluklar da katılımcıların dikkatini çekmektedir.

Depolar, işletmelerin lojistik ve üretim faaliyetleri adına hayati önem taşımaktadır. Depolar, akıllı depo sistemleri kapsamında sunulan otomasyon sistemleri ile donatılarak işletmelerin performans ve verimliliği arttırılacaktır. Ayrıca işletmelerin rekabet avantajı sağlamalarında kilit rol oynayan maliyet unsurunun minimum seviyelere indirilmesi için depoların etkin yönetilmesi gerektiği unutulmamalı ve bu etkinliğin sağlanmasında depolarda akıllı depo sistemlerinin aktif olarak kullanılması önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında; Lojistik 4.0 teknolojilerinin ve akıllı depo sistemlerinin tabana yayılması için akıllı depo sistemleri teknolojilerine geçiş yapan işletmelere devlet teşvikleri, hibe, destek paketleri verilmesi, teknoloji sağlayıcıları tarafından danışmanlık ve eğitim hizmeti verilmesi, işletmeler, teknoloji

sağlayıcıları, eğitim kurumları ve devlet kurumları arasında iş birliği sağlanarak ortak çözümler geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı depo sistemleri, Endüstri 4.0, enerji sektörü, Lojistik 4.0.



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EMPLOYEES' PERSPECTIVE ON LOGISTICS 4.0 AND SMART WAREHOUSE SYSTEMS: A COMPANY PRACTICE IN THE ENERGY SECTOR EMPLOYEES'

İbrahim TUNALI

Bartın University

Graduate School

Department of Information and Logistics Management

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Emine GENÇ

Bartın-2024, pp: 100

Industry 4.0 is accepted as a revolution that has influenced every aspect of life. Industry 4.0 is actively used in many units of businesses such as management, production, purchasing, logistics and warehouse. In today's businesses, warehouses have become distribution centers that provide services in order to respond to customers' demands and requests more quickly, apart from the areas where raw materials, finished products and semi-finished products are kept. With Logistics 4.0, which has developed due to the Industry 4.0 revolution, retailers, an important branch of the supply chain, have begun to lose their importance. In future plans within the scope of Logistics 4.0, retailers are being replaced by warehouses that provide distribution services. It has become essential for businesses to use smart warehouse systems offered by Industry 4.0 technology in order to effectively manage their finished product, semi-finished product and raw material stocks, increase their production capacity, deliver their products to customers on time and ensure maximum efficiency. Effective management of warehouses plays a key role in helping businesses gain a competitive advantage. In the study, issues such as the historical development of the industry, how the Industry 4.0 revolution affects the logistics sector, the advantages and disadvantages of Industry 4.0 after the use of smart warehouse systems

components depending on the development and change of the logistics sector are discussed. This study aims to reveal the perspectives of energy sector employees towards Logistics 4.0 and smart warehouse systems. In line with this scope, in the study, face-to-face interviews were conducted by the researcher, on a voluntary basis, with 22 warehouse employees of a company in the energy sector, in order to understand the employees' perspectives on Logistics 4.0 and smart warehouse systems. The results obtained from the interviews were subjected to descriptive analysis.

As a result of the research, it was determined that the participants' general knowledge level about Industry 4.0, Logistics 4.0 technologies and smart warehouse systems was sufficient. In addition, valuable findings were obtained on the advantages and disadvantages that will arise when these technologies are used in businesses. Participants stated that they have extensive knowledge about smart logistics technologies such as autonomous vehicles, drones, driverless forklifts, robots, internet of things and artificial intelligence. Participants' expectations for smart warehouse systems were about reducing human errors in warehouses, minimizing work accidents and the ability to take instant action. Participants have positive thoughts about the potential of these technologies to reduce human errors in warehouses, minimize work accidents, reduce personnel costs and provide fast and effective intervention in operations. In addition, difficulties such as high initial investment costs, concerns that integration into this technology may become difficult due to the inadequacy of IT infrastructure, and increasing costs due to continuous technology development also attract the attention of the participants.

Warehouses are vital for the logistics and production activities of businesses. Warehouses will be equipped with automation systems offered within the scope of smart warehouse systems, thus increasing the performance and efficiency of businesses. In addition, it should not be forgotten that warehouses must be managed effectively in order to minimize the cost element, which plays a key role in providing competitive advantage for businesses, and it is important to actively use smart warehouse systems in warehouses to ensure this efficiency. This scope of work; In order for logistics 4.0 technologies and smart warehouse systems to spread to the base, government incentives, grants, support packages are provided to businesses that switch to smart warehouse systems technologies, consultancy and training services are provided by technology providers,

and cooperation is established between businesses, technology providers, educational institutions and government institutions. It is recommended to develop solutions.

Keywords: Energy sector, Logistics 4.0, Industry 4.0, smart warehouse systems.



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLOLAR DİZİNİ.....	xv
EKLER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR.....	xvii
GİRİŞ.....	1
LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ KAVRAMI.....	5
1.1. Lojistik Kavramı.....	5
1.2. Lojistik Yönetimi Kavramı.....	6
1.3. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi	8
1.4. Lojistik Faaliyetler	10
1.5. Lojistik Faaliyetlerin Önemi.....	16
1.6. Türkiye’de Lojistik Faaliyetlerin Durumu	18
ENDÜSTRİ 4.0 ve LOJİSTİK 4.0.....	21
2.1. Endüstri 4.0 Kavramı.....	21
2.2. Endüstri Devrimlerine Genel Bakış	23
2.3. Endüstri 4.0’ın Temel Bileşenleri.....	29
2.3.1 Akıllı Robotlar ve Yapay Zeka	31
2.3.2 Üç Boyutlu Yazıcılar	31
2.3.3 Siber Güvenlik.....	32
2.3.4 Arttırılmış Gerçeklik:	33
2.3.5 Bulut Bilişim	33
2.3.6 Nesnelerin İnterneti (IOT):	34
2.3.7 Siber – Fiziksel Sistemler (Yatay – Dikey Yazılım Entegrasyonu)	34

2.3.8 Simülasyon.....	35
2.4. Lojistik 4.0.....	35
2.5. Lojistik 4.0 Yönetimi	37
2.6. Lojistik 4.0'ın Önemi.....	38
2.7. Lojistik 4.0 Kapsamında Kullanılan Teknolojiler Ve Sektörü Etkileme Düzeyleri..	38
AKILLI DEPO SİSTEMLERİ.....	41
3.1. Akıllı Depo Sistemleri Kavramı	41
3.2. Akıllı Depo Sistemlerinin Önemi.....	42
3.3. Akıllı Depo Sistemlerinin Amacı	43
3.4. Akıllı Depo Sistemleri Bileşenleri.....	43
3.4.1 ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) Sistemleri.....	44
3.4.2 Akıllı Robotlar.....	46
3.4.3 Akıllı Depolama ve Boşaltma Sistemleri (AS / RS).....	49
3.4.4 Otomatik Kılavuzlu Araçlar (AGV).....	50
3.4.5 Nesnelerin İnterneti (IOT)	52
3.4.6 Radyo Frekanslı Cihazlar (RFID).....	52
3.4.7 El Terminalleri.....	53
3.4.8 Barkod ve Karekod (QR) Teknolojileri.....	55
3.5. Türkiye'de Lojistik 4.0 Ve Akıllı Depo Sistemleri Uygulamaları	57
LOJİSTİK 4.0 VE AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK ÇALIŞANLARIN	
BAKİŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA	60
4.1. Bu Alanda Yapılan Çalışmalar	60
4.1.1 Ulusal Çalışmalar.....	60
4.1.2 Uluslararası Çalışmalar.....	63
4.2. Çalışmanın Amacı.....	65
4.3. Çalışmanın Önemi	66
4.4. Çalışmanın Kapsamı Ve Kısıtları	66
4.5. Çalışmanın Yöntemi.....	67
4.6. Verilerin Toplanması	67
4.7. Verilerin Analizi	68
4.8. Mülakat Cevapları Ve Çalışanların Bakış Açısına Ait Bulgular	68

4.8.1 Katılımcıların Demografik Dağılımlarına İlişkin Bulgular	69
4.8.2 Katılımcıların Akıllı Lojistik Teknolojileri (Lojistik 4.0) Hakkında Bilgi Düzeyleri ve Teknolojilere Yönelik Görüşlerine Ait Bulgular	70
4.8.3 Katılımcıların Akıllı depo Sistemlerine Yönelik Bilgi Düzeyleri ve Görüşlerine Ait Bulgular	72
4.8.4 Katılımcıların Mevcut İşletmede veya Daha Öncesinde Kullandığı Akıllı Depo Sistemlerine Ait Bulgular	74
4.8.5 Katılımcıların Mevcut İşletmede Kullanılmasını İstedığı Akıllı Depo Sistemlerine Ait Bulgular	75
4.8.6 Katılımcıların Diğer Hususlar Hakkındaki Görüşlerine Ait Bulgular	77
TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER.....	79
5.1. Sonuç	81
5.2. Tartışma.....	81
5.3. Öneriler	83
KAYNAKLAR.....	84
EKLER	96
ÖZGEÇMİŞ	100

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Lojistik tarihinin gelişimi	9
1.2: T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı 2053 Yatırım Planı	19
1.3: T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı 2053 Yatırım Planı	20
2.1: Endüstri 4.0 Genel Bakış	22
2.2: Endüstri Devrimlerine Genel Bakış	25
2.3: 1. Endüstri devrimi	26
2.4: 2. Endüstri devrimi	27
2.5: 3. Endüstri devrimi	28
2.6: 4. Endüstri devrimi	29
2.7: Endüstri 4.0'ın 9 Temel Bileşeni	30
2.8: Akıllı robotlar ve yapay zeka.	31
2.9: Üç Boyutlu Yazıcı	32
2.10: Siber Güvenlik.....	33
2.11: Lojistik tarihinin gelişim süreci	36
2.12: Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan ürün ve hizmetler.	39
2.13: Teknolojik Gelişmelerin Lojistik Sektörünün Geleceğini Etkileme Düzeyi.....	40
3.1: Tedarik Zinciri Gelecek Dönem İnisyatifleri ve Yatırım Planları	42
3.2: Sap Uyarılma Ekranı	45
3.3: Dağıtım merkezlerinde ve depolarda taşıma işlemi yapan robotlar	47
3.4: Akıllı robotlar	48
3.5: Akıllı depolama ve Boşaltma Sistemleri	49
3.6: Otonom forklift	50
3.7: Otonom Transpalet.....	51
3.8: El Terminali	54
3.9: Örnek Barkod Görüntüsü	56
3.10: Örnek QR kod (kare kod) görüntüsü.....	57

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
4.1: Katılımcıların Demografik Dağılımlarına İlişkin Bulgular.....	69



EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No
Ek 1. Mülakat Soruları	96
Ek 2. Katılımcıların Demografik Dağılımlarını Gösteren Tabloda Kullanılan Kodlar	97
Ek 3. Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu İzin Onay Belgesi	98
Ek 4. Çalışmanın Yapıldığı Şirketten Alınan İzin Dilekçesi	99



KISALTMALAR

QR	: Quick Response
ERP (KKP)	: Kurumsal Kaynak Planlama
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification)
CNC	: Bilgisayar Sayımlı Yönetim (Computer Numeric Control)
IOT	: Nesnelerin İnterneti
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
OECD	: Türkiye Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü
RKY	: Resmi Kalkınma Yardımları
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
EAN	: European Article Number
ADS	: Akıllı Depo Sistemleri
BT	: Bilgi Teknolojileri
ADS	: Akıllı Depo Sistemleri
DYS	: Depo Yönetim Sistemi

GİRİŞ

Günümüzde işletmeler rekabet avantajı sağlayabilmek, müşteri isteklerine daha iyi, daha hızlı cevap verebilmek ve işletme maliyetlerini minimum seviyeye indirebilmek adına gerekli inovasyonları yaparak akıllı depo sistemlerine geçmektedir. Akıllı depo sistemlerinin (ADS) başlangıcı büyük bir teknolojik devrim olarak adlandırılan Endüstri 4.0 ile başlamaktadır. Bu kavramın kapsamı sadece akademisyenler ile sınırlı kalmamakta ve iş dünyasında her geçen gün önemi artan bir konu olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda öne çıkan kavramlardan bir diğeri de Lojistik 4.0'dır. Lojistik 4.0, geleneksel lojistik yöntemlerini geliştirecek ve değiştirecektir. Endüstrilerde lojistik, tedarik zinciri için olmazsa olmaz temel yapı taşlarından biridir. İşletmelerin sektörde rekabet edebilmeleri için lojistiğin 7 doğrusu olarak adlandırılan doğru malın, doğru zamanda, doğru yere, doğru miktarda, doğru fiyatta, doğru kalitede ve doğru koşulda sevkiyatı önem arz etmektedir (Wang, 2016).

Endüstri 4.0, iş modellerinde büyük etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle işletmeler üretim ve yönetim gibi konularda birçok yenilik yapmak zorundadır. Endüstri 4.0, çeşitli teknolojilerin birlikte kullanımıyla daha etkin ve verimli sistemler elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda gelişen kavramlar arasında Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri yerini almaktadır. İşletme depoları, tüm tedarik zincirlerinde zincir ortaklarını birbirine bağlayan en önemli unsur olmasının yanı sıra, işletmelerin rekabet avantajı sağlamalarında da önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple işletme depolarının etkin bir şekilde yönetilmesi ve işletme kaynaklarının maksimum verimlilikle kullanılması önemli bir konu haline gelmiştir. Ayrıca tedarik ve lojistik sektöründe önemli bir yer tutan depoların, müşteri ihtiyaçlarına en etkili ve en hızlı şekilde yanıt verebilmesi gerekmektedir. En yeni teknolojiler ile donatılan akıllı depo sistemleri, gelecekte depo gelişimi için önemli çözümler sunmakta ve gün geçtikçe endüstri devlerinin ilgisini çekmektedir.

Sanayi devrimlerinin gelişim süreçlerini incelediğimizde; birinci sanayi devrimi, ikinci sanayi devrimi, üçüncü sanayi devrimi ve dördüncü sanayi devrimi olmak üzere dört ana başlık altında toplandığını görmekteyiz. Birinci sanayi devrimiyle buhar gücü makinelerde kullanılmaya başlanmış ve makine destekli üretim tesisleri geliştirilmiştir. İkinci sanayi devrimiyle elektrik

enerjisi kullanılmaya başlanmış ve seri üretime geçilmiştir. Üçüncü sanayi devrimiyle elektronik ve bilgi teknolojileri ön plana çıkmıştır. Dördüncü sanayi devrimiyle işletmelerde siber fiziksel sistemlerin yaygınlaşması sektörlerde değişimin başlangıcı olmuştur (Xu vd., 2018). Dördüncü sanayi devrimi ilk olarak 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover fuarında tanıtılmıştır. Fuar sonrasında insan gücüne ihtiyaç olmadan otonom hareket edebilen makineler işletmelerde boy göstermiştir. Ayrıca Almanya hükümetinin bu sanayi politikasını resmi bir şekilde tanınması, Endüstri 4.0 devriminin başlangıcını tetiklemiştir (Görçün, 2016).

Pandeminin de etkisiyle E-ticaret kullanımı artmış, fiziki mağazalar gün geçtikçe önemini yitirmeye başlamış ve online (sanal) mağazalar önem kazanmıştır. Bu sebepten tedarik zincirinin bir halkası olan perakendecilerin önemi azalmaya başlamıştır. Depolar geleneksel depo anlayışından uzaklaşarak dağıtım merkezi gibi operasyonlarını yürütmeye başlamıştır. Online mağazaların sunduğu teknolojiler ve akıllı depo sistemleri ile tüketicinin online mağazadan vermiş olduğu bir sipariş neredeyse hiçbir insan gücüne ihtiyaç duymadan müşteriye ulaşabilmektedir. Literatürü incelediğimizde akıllı depo sistemleri üzerine yazılmış yerli kaynak sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu sebeple çalışma, enerji sektörü çalışanlarının Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik bakış açılarını ortaya koymak ve bundan sonra Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri üzerine yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

Tedarik zinciri operasyonlarında depolar, zincirdeki paydaşları birbirine bağlayan ana faktördür ve işletmelerin rekabet avantajı sağlamasında en etkili bileşenlerdendir. Bu sebeple depoların etkin bir şekilde yönetilmesi ve kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde lojistik faaliyetlerde önemli bir yere sahip olan depoların artan müşteri taleplerine hızlı ve olumlu cevap vermesi zorunluluk haline gelmiştir. Gelişen teknoloji kapsamında akıllı depo sistemleri ile tasarlanan depolar, gelecekte depo operasyonları için verimli çözümler vaad etmekte ve öncü teknoloji şirketlerinin her geçen gün daha fazla dikkatini çekmektedir. Bu bağlamda araştırma konusu tüm işletmelerin depolarında kullanabileceği akıllı depo sistemlerini kapsamaktadır. Araştırmanın uygulama bölümü enerji sektöründen bir firmanın depo çalışanlarının mülakat cevapları ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada, enerji sektörü çalışanlarının Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik bakış açılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın alt amaçları Lojistik 4.0 teknolojileri ve

akıllı depo sistemlerinin avantaj/dezavantajlarının ortaya konulmasıdır. Çalışmanın amacı kapsamında aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır;

- Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine yönelik bilgi düzeyleri nedir?
- Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine yönelik bakış açıları nedir?
- Çalışanların akıllı depo sistemleri hakkında bilgi düzeyleri nedir?
- Çalışanların akıllı depo sistemlerine bakış açıları nedir?
- Akıllı depo sistemlerinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?
- Lojistik 4.0 teknolojilerinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

Bu çalışma, beş ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde lojistik kavramı ve lojistik yönetimi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Lojistik faaliyetlerin tarihsel gelişimi ve Türkiye’deki lojistik faaliyetlerin mevcut durumları incelenmiştir. Lojistik faaliyetlerin en önemli aşamaları olan depolama, satınalma ve tedarik, talep planlama, sipariş yönetimi, taşımacılık ve dağıtım, malzeme ve envanter yönetimi, iade ve tersine lojistik gibi lojistik faaliyetler ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda lojistik faaliyetler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde Endüstri 4.0 kavramı, Endüstri 4.0 bileşenleri ve Lojistik 4.0 kavramı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Endüstri ve lojistik tarihinin gelişim süreçleri ve süreçleri etkileyen faktörler genel olarak incelenmiştir. Endüstri 4.0 kavramının temel bileşenleri olan akıllı robotlar, bulut bilişim, siber-fiziksel sistemler, büyük veri, artırılmış gerçeklik teknolojisi ve Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan teknolojiler ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda kullanılan teknolojiler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde akıllı depo sistemleri ve kullanılan teknolojiler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Akıllı depo sistemlerinin önemi ve amacı incelenmiştir. Ayrıca akıllı depo sistemlerinin bileşenleri ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda akıllı depo sistemleri ve bileşenleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar, çalışmanın önemi, amacı, yöntemi, kapsamı ve kısıtları açıklanmıştır. Ayrıca yine bu bölümde çalışmada mülakat görüşmeleri ile elde edilen verilerin toplanma süreci, toplanan verilerin analiz süreci hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bağlamda yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, çalışmada elde edilen bulgular kapsamında çalışmanın sonuç ve tartışma bölümü yazılmıştır. Bu kapsamda akıllı depo sistemlerinin yaygınlaşması ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

1.BÖLÜM

Çalışmanın birinci bölümünde lojistik yönetimi ve lojistik kavramı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Türkiye'deki lojistik faaliyetlerin mevcut durumları ve lojistik faaliyetlerin tarihsel gelişim süreçleri incelenmiştir.

LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ KAVRAMI

Lojistik faaliyetlerin en önemli aşamaları olan sipariş yönetimi, satınalma ve tedarik, talep planlama, taşımacılık ve dağıtım, depolama, malzeme ve envanter yönetimi, iade ve tersine lojistik gibi lojistik faaliyetler ile ilgili literatür taraması yapılmış ve detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

1.1. Lojistik Kavramı

İnsan toplumunun gelişmesinde lojistik kendini ispat etmiş ve lojistiğin tarihsel gelişiminde bazı teknolojik gelişmeler önemli rol oynamıştır. Ateşin bulunması insanlık tarihi için ne kadar önemli ise tekerleğin bulunması da uygarlığın gelişmesi için o derece önem arz eden bir faktördür. Aynı zamanda tekerleğin icadı lojistiğin temeli olan ulaşım kavramını insanoğlunun hizmetine sunmuştur. Latin kökenli bir kelime olan lojistik, hesapta beceri anlamına gelmektedir. Bu kelime Yunancada ise hesapta becerikli anlamında *logisticos* olarak, Fransızcada ise *logistique* kelimesinden türemiş savaş ve strateji anlamında kullanılmıştır (Delibalta, 2021).

Lojistik, ürünlerin üretim aşamasından müşterilere ulaşmasına kadar oluşan süreci kapsayan, tedarik zincirinin en önemli aşamalarından biri olan ve modern toplumların kullandığı bir sistemdir (Wen vd., 2018). Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla; servis, ürün ve bilgi akışının başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar tüm tedarik zinciri hareketlerinin verimli ve etkili bir şekilde uygulanması, planlanması, depolanması ve taşınması hizmetlerinin tümüdür (Çağlar, 2020).

Lojistik, dinamik bir yapıya sahip olması sebebiyle geleneksel anlayışın dışında net bir şekilde tanımlanamamaktadır. Çünkü geleneksel lojistiğe etki eden faktörlere teknolojinin de gelişmesiyle yenileri eklenmektedir. Lojistikte üretimden tüketime geçen tüm proseslerin yanı sıra çevresel etkilerin, bilginin, müşterinin de dâhil edilmesi, lojistik kavramını daha karmaşık bir yapı hâline getirmiştir. Lojistikte dijitalleşme ile birlikte lojistik faaliyete konu olan tüm taraflar operasyonlarını tek bir noktadan kontrol edebilmekte ve yönetebilmektedir. Ayrıca lojistik faaliyetleri sistem üzerinden takip edilip raporlanabilmektedir (Koç, 2022).

Lojistik kavramını, dış ticaret çerçevesinden bakarak değerlendirmekte mümkündür. Bu bağlamda lojistik, müşteri taleplerinin ödedikleri bedel karşılığında, ihraç edilen üretim ülkesinden ithal edilen ülkenin tüketim sahalarına ulaşması için yapılan tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Canitez ve Tümer, 2005).

Geçmiş döneme baktığımızda lojistik, işletmelerde başarının olmazsa olmaz unsuru olmuştur. Lojistik kavramına misyon olarak baktığımızda kamu veya özel sektörde aynı kapsamda uygulanmaktadır. Kurumların ihtiyaçlarına göre farklılıklar gösterse de genellikle bu farklar çok azdır (Long, 2016).

1.2. Lojistik Yönetimi Kavramı

Lojistik yönetimi kavramı; üretim süreci tamamlanmış ürünlerin, hammaddelerin veya yarı mamullerin üretim işletmelerinden tüketicilere kadar olan süreçlerdeki tüm faaliyetlerin etkin bir şekilde yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır (Kayabaşı, 2010). Dünya ticaretinin küreselleşmesi sebebiyle işletmeler rekabet avantajı sağlamak için müşterilerinin ihtiyaçlarına eksiksiz cevap vermek zorundadırlar. Bu sebeple tüm firmalar hizmet kalitelerine ve mal üretim aşamalarına daha önem vermektedir. Lojistik geçmiş dönemlerde mecburi bir faaliyet olduğu için yapılan bir operasyonken, günümüzde işletmeye doğrudan rekabet avantajı sağlayan, işletme performansını etkileyen, işletme karlılığını arttıran ve bu yüzden de etkin bir şekilde yönetilmesi gereken bir işletme faaliyeti haline gelmiştir (Erdoğan, 2007). İşletme politikalarına baktığımızda tüm işletmelerin öncelikle minimum maliyetle üretim yapıp maksimum kar elde

etmeyi istediklerini görmekteyiz. Bu sebeple işletmeler stok yönetim ve lojistik yönetim politikalarını bu amaç doğrultusunda belirlemektedirler (Genç ve Tunalı, 2021).

Etkin yönetilen bir lojistik yönetimi, teknoloji, insan ve lojistik süreçlerinin hepsini bir arada barındıran, somut ve ölçülebilir sonuçlara odaklanan çözümler sunar. Lojistik yönetimini tasarlarırken aşağıdaki üç hususa dikkat edilmesi fayda sağlayacaktır (Küçük, 2001);

- İnsan: Personel eğitimlerinin verilmesi, personel hedeflerinin lojistik performans belirtileri ile ilişkilendirilmesi, üst yönetim desteğinin sağlanması başarılı lojistik yönetimi için dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır.
- Süreç: Lojistik yönetiminin etkinliğinin sağlanması için fonksiyon bazlı yapının değişmesi ve süreç bazlı yapıya geçilmesi gereklidir. Lojistik süreçlerinin günümüz koşullarına göre optimize edilmesi süreç maliyetlerinin azalmasına, kalite ve verimliliğin artmasına fayda sağlayacaktır.
- Teknoloji: Optimize edilen süreçleri birbirine bağlayacak ve entegre bir şekilde çalışmasına olanak sağlayacak teknolojilerin kullanılması faydalı olacaktır.

Etkin bir lojistik yönetimi için aşağıdaki adımları izlemek fayda sağlayacaktır (Çağlar, 2020);

- Doğru planlama: İyi bir planlama yapılarak öngörülemeyen aksaklıklar bertaraf edilebilir. Etkin bir lojistik yönetiminin temeli planlamadır.
- Acil durum planı: İşletmelerin her zaman hazır olmaları ve her daim bir B planının olması gerekmektedir. Tedarik zincirinin tüm aşamaları kontrol edilmeli ve tüm aşamalarının bir yedek planı olması gerekmektedir. Konuya örnek verecek olursak; müşteriye yetiştirilmesi gereken bir ürün var fakat hammadde tedarikinde bir sorun yaşadınız. Bu sorunu bertaraf edebilmek için alternatif bir tedarikçinizin bulunması gerekmektedir.
- Lojistik yöneticisi: Etkin lojistik yönetimi için iyi bir lojistik yöneticisi gerekmektedir. İyi bir lojistik yöneticisi, tüm aşamaları ayrıntılı bir şekilde takip eden, network yönü geniş, iletişim becerileri gelişmiş ve sorunlara çözüm üretebilmelidir.

- Otomasyon: Sistem kurulmadan yapılan işlemler hataya açık durumdadır. Yazılımlar ve teknolojik araç gereçler ile lojistik süreçleri etkileyen konular net bir şekilde tespit edilir, hata oranları düşer ve ürünler zamanında sevk edilir.
- Hatalarınızdan ders çıkarmalısınız: Zincirdeki hatalar tespit edilmeli ve tekrar aynı hataların yapılmaması için önlemler alınması gerekmektedir.

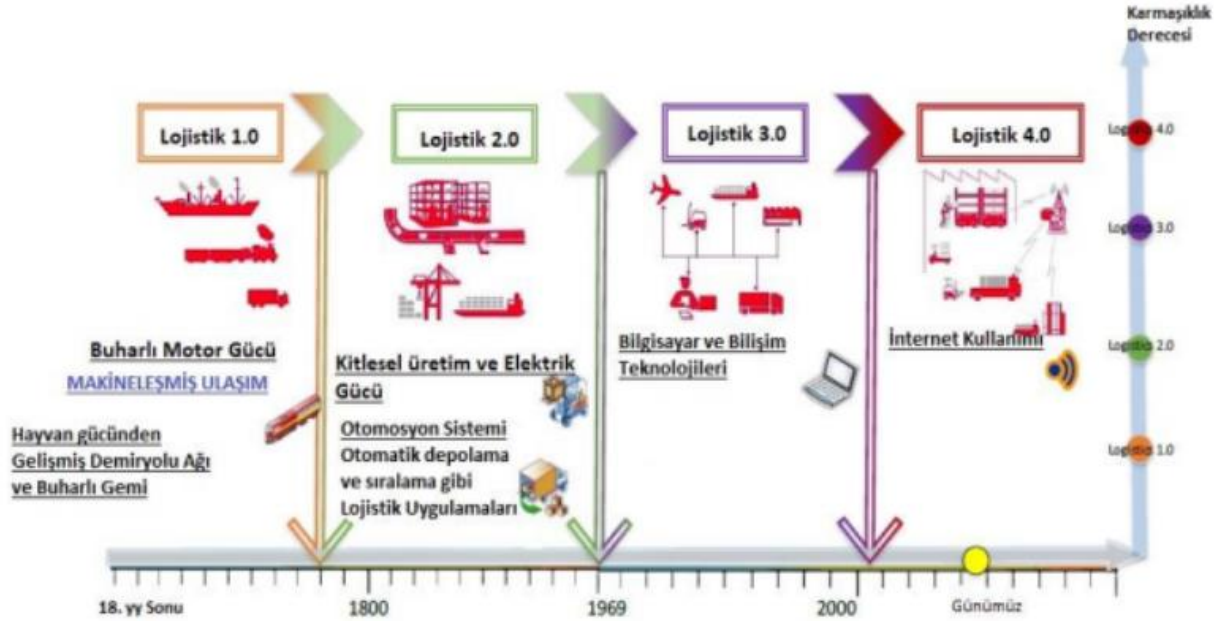
Lojistik yönetimi, içinde sürdürülebilir hizmet kalitesinin, risk yönetiminin, iş güvenliğinin ve zamanında sevkiyatın olduğu bir iş koludur. Başarılı bir tedarik zinciri üretim ile başlar ve müşteri memnuniyeti ile son bulur. Teknoloji ile birlikte hız kavramının sektördeki etkisini atlamamak gerekmektedir (Çabuk, 2020).

1.3. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Lojistik ilk olarak lojistik yönetim stratejisi adı altında 1900'lü yıllarda ABD'li askeri literatürde ortaya çıkmıştır. 1950 ile 1960 yılları arasında lojistiği önemli bir parçası olan dağıtım operasyonları eksiksiz bir şekilde yapıyordu. Bu dönem içinde dağıtım operasyonları üreticilerin kendi araçları tarafından yapılmıştır. 1960'lı yılların başında fiziksel dağıtım kavramı ortaya atılmış ve bilimci olan Peter Drucker yazısında lojistik için ekonominin aydınlatılmamış karası olarak bahsetmiş, gelecekte çok parlak bir iş sahası olduğunu ileri sürmüştür (Çağlar, 2020).

Geçmişte yaşayan insanlar bir yerden bir yere yük ve eşya taşırken, imkanların yetersiz olması sebebiyle zorlanmışlardır. Fakat günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle birlikte insanlar daha az efor sarf ederek bir noktadan bir noktaya eşya taşımaları kolaylaşmıştır. Lojistik alanındaki gelişmelerin çıkış noktası olarak kabul edilebilir (Acar ve Köseoğlu, 2016).

Müşteri taleplerindeki değişimler lojistik sistemlerin gelişimine yön veren en önemli unsurlardan biridir (Yin vd., 2018). Lojistik tarihinin gelişimi ve endüstri tarihinin gelişimi birbirine çok benzemektedir. Lojistik tarihinin gelişimi de endüstri tarihinin gelişimi gibi dört süreçten oluşmaktadır (Genç ve Tunalı, 2022). Lojistik tarihinin gelişimine ait görsel şekil 1.1'de sunulmuştur;



Şekil 1.1: Lojistik tarihinin gelişimi (Kutlu, 2023)

Lojistik 1.0; Buhar makinesinin icadı birinci endüstri devriminin (Lojistik 1.0) başlangıcını tetiklemiş, kırsal yaşamdan uzaklaşıp sanayileşmeye doğru geçilmiştir. Buhar makinesinin icadından önce lojistikte kara ulaşımında kullanılan at arabaları gibi ilkel yöntemler yerini daha modern olan ve buhar gücü ile çalışan demir yolu, deniz yolu taşımacılığına bırakarak kara yolu taşımacılığının azalmasına sebep olmuştur (Şekkeli ve Bakan, 2018).

Lojistik 2.0; Meydana gelen teknolojik gelişmeler sonucunda ikinci endüstri devrimi (Lojistik 2.0) başlamış ve endüstri mühendisliği dönemine geçilmiştir. Ayrıca bu dönem evrim ve kitlesel üretim devrimi olarak nitelendirilmiştir (Kutlu, 2023). Bu gelişmeler sonucunda lojistik faaliyetlerin önemi artmış, yeni taşıma sistemleri geliştirilmiş ve otomatik elleçleme sistemleri geliştirilmiştir. Tüm bunlara bağlı olarak tedarik zinciri küreselleşmiş, lojistik ağlar gelişmiş, lojistik faaliyetlerde lojistik faaliyetlere odaklanmış yeni sektörler ve kuruluşlar ortaya çıkmıştır (Radivojevic ve Milosavljević, 2019).

Lojistik 3.0; Üretim robotlarının, torna ve bilgisayarlı frezelerin kullanıma başlanmasıyla Endüstri 3.0 kavramı meydana çıkmıştır. Bir diğer bakış açısıyla depo yönetimi ve nakliye sistemlerinden faydalanılmasıyla Lojistik 2.0'ın uğradığı değişim Lojistik 3.0 olarak

adlandırılmıştır (Erdem, 2021). Lojistik 3.0, tanımlama teknolojilerini, bilgi ve iletişim teknolojilerini, süreçleri, yeni teknik çözümleri ve faaliyetleri yönetmeyi amaçlayan yazılımları kullanmaktadır (Radivojevic, 2016). Taşıma yönetim ve depo yönetim sistemlerinin kullanımının yaygınlaşmasıyla tedarikçi siparişlerine anında erişilebilmesi ve bu sayede lojistik faaliyetlerin anlık planlanabilmesine olanak sağlamaktadır (Galindo, 2016).

Lojistik 4.0; Endüstri 4.0 üretim sanayisini doğrudan etkilemektedir ancak lojistik ve üretim birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğinden Endüstri 4.0 etkilerinden lojistik faaliyetlerde etkilenmiştir. Bu yüzden Endüstri 4.0'daki değişimler Lojistik 4.0 olarak adlandırılmıştır (Genç ve Tunalı, 2022). Bir başka deyişle Endüstri 4.0 (Lojistik 4.0) üretim yöntemlerinin nesnelere interneti ile bütünleşmesi olarak tanımlanmıştır (Kutlu, 2023). Lojistik 4.0, bir yandan uç teknolojileri kullanırken bir yandan temel teknolojileri kullanarak müşteri istek ve taleplerini minimum maliyetle karşılamak suretiyle lojistik çözümler sunmaktadır (Frank vd., 2019).

Lojistik günümüzde oldukça karmaşık bir yapıdadır ve taşımacılığın yanı sıra tüm lojistik süreçlerini kapsamaktadır. Lojistik Yönetim Konseyi taşımacılık ile ilgili genel tanımlamayı yapmıştır. Buna göre, tüm tedarik sürecinin başlangıç noktasından itibaren etkili bir şekilde sürdürülebilmesi ve tüm faaliyetlerin bu amaçla sürece uygulanmasıdır (Bakan ve Şekkeli, 2017). Müşteri ihtiyaçlarına, müşterilerin talep ettiği anda cevap vermek, lojistik sürecinin temel amacını oluşturmaktadır.

Lojistik operasyonlarının işletme yönetim süreçlerine katılmasıyla, e-ticaret ve ticaret hacminin her geçen gün arttığı bir ortamda etkin bir lojistik yönetimiyle oldukça önemli bir gelir artışı sağlanabilmektedir. Bu konuda gerekli planlama yapılarak dijitalleşmenin lojistik sektörüne uygulanması lojistik sektörünün en önemli unsurları arasında yer almaktadır.

1.4. Lojistik Faaliyetler

Lojistik faaliyetler temelde birden fazla süreci içinde barındırmaktadır. Bir ürünün üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar olan tüm süreçleri kapsamaktadır. Lojistik faaliyetler malzeme ve envantere yönetiminden, talep planlama, sipariş yönetimi, ambalajlama ve

paketleme gibi tüm faaliyetleri bünyesinde toplamaktadır. Tüm bu süreçler dinamik bir yapıya sahiptir ve etkin yönetilmesi için operasyonların doğru planlanması gerekmektedir. Kısaca tüm bu faaliyetler üretici ve tüketici arasındaki aşamaları kapsamaktadır. İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için söz konusu bu faaliyetleri etkin bir şekilde yönetmesi gerekmektedir (Akoğlu, 2020).

İşletmeler değişen müşteri istekleri ve rekabet ortamı karşısında uygun üretimi gerçekleştirmek ve üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar olan tüm lojistik sürecindeki aksaklıkları gidermek zorundadır. İşletmelerin termin sürelerini düşürmesi, üretim dağıtım ve satılma sürelerini kısaltması ile mümkündür. Bu da ancak her bir lojistik faaliyetin kendi içerisinde etkin ve verimli çalışması ile mümkün olacaktır. Bu faaliyetler içerisinde de depolama, malzeme ve envanter yönetimi, sipariş yönetimi, ambalajlama ve paketleme gibi birbirine zincirleme bağlı olan uygulamalar mevcuttur (Özdener, 2010). Özdoğan (2016)'a göre geçmiş dönemlerde bu lojistik faaliyetler güvenlik, vasıta seçimi, güzergâh seçimi gibi tercihler üzerine yapılandırılmış ve lojistiğin tarihsel gelişimi ile şekillenmiş, günümüzdeki faaliyet alanlarına dönüşmüştür.

1.4.1 Malzeme ve Envanter Yönetimi

Etkin bir envanter yönetimi süreci stok yönetimi ile doğrudan orantılıdır. Üretim işletmeleri içerisinde hammadde, yarı mamul, işletme ve nihai stoklar olmak üzere stoklar barındırmaktadır. Bazı stoklar üretim amaçlı ayrılırken veya gelecek dönem siparişleri için ayrılırken, diğer kısımları acil müşteri talepleri için ayrılabilir. Bu nedenle ayrıntılı ve doğru seçilmiş bir depolama sistemi geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Fazla malzemeler elde stok bulundurma maliyetine sebep olacağından ve işletme performansını doğrudan etkileyeceğinden stok seviyelerinin doğru belirlenmesi son derece önem arz etmektedir. İşletmelerin fazla stok bulundurmaları şirket likiditesini bozmaktadır. Ancak ihtiyacın altında stok bulundurmak satış kaybı riskini barındırmaktadır. Envanter yönetimi belirlenirken envanter maliyetlerini minimuma indirecek, müşteri memnuniyetini maksimuma çıkartacak yönetim politikaları belirlenmesi gerekmektedir (Kaya, 2020).

Envanterin etkin yönetilmesinin en önemli nedeni maliyetlerdir. İşletmelerin ihtiyaç fazlası stok bulundurmaları elde stok bulundurma maliyetlerini arttıracaktır. Aksi düşünülürse, ihtiyaç miktarından az stok bulundurmak stoksuz kalma maliyetlerini arttıracaktır. Bu sebeple envanter yönetiminde hassas denge kurulmalı ve işletmeler elde stok bulundurma ve stoksuz kalma maliyetlerini minimum seviyeye indirmek zorundadır (Genç ve Tunalı, 2021).

1.4.2 Depolama

Tedarik zinciri bir bütün olarak düşünölmeli ve depolar özel gereksinimlere göre tasarlanıp yönetilmelidir. Bu bağlamda müşteri taleplerine en iyi şekilde cevap verecek en verimli ve minimum maliyetli depolar tasarlanmalıdır (Rushton vd., 2014). Depolar üretim hatlarının ihtiyaç duyduğu hammadde ve yarı mamullerin bulundurulmasına veya nihai ürünlerin müşteri talebi olana kadar bulundurulmasına olanak sağlamaktadır (Öcal, 2019). Ürünlerin depolanması işletmelere zamandan fayda sağlanması, fiziksel dağıtım süreçlerinde ekonomiklik, ayrıca ürünün talep edildiğinde talebin karşılanmasına olanak sağlanması sebebiyle işletmelerin etkin bir depo sistemine sahip olması gerekmektedir (Ayata, 2019).

1.4.3 Satınalma ve Tedarik

Doğru ürünü, doğru miktarda, doğru zamanda, doğru tedarikçiden, doğru fiyatla alma süreci satınalma olarak adlandırılmaktadır. Satınalma sürecinin doğru yönetilmesi firmalara maliyet avantajı sağlamaktadır. Ayrıca satın alınan mal ve hizmetlerin zamanında teslimatı ve kalite açısından işletmelere katkı sağlamaktadır. Satınalma süreci lojistik faaliyetlerin en önemli konularından biridir (Koçoğlu ve Avcı, 2014).

1.4.4 Talep Planlama

Talep planlama talep yönetimi olarak ifade edilmektedir. Talep yönetimi, bilgiye dayalı talebin en üst düzeyde karşılanması, maliyet ve gelir-gider çalışmalarının tümünü kapsamaktadır. Lojistik bir zincir mantığı ile bir bütün olarak ele alındığında doğru bir şekilde

yönlendirilen üretim planlaması ve öngörü ışığında talep planlaması yapılmasına olanak sağlamaktadır (İTO, 2006).

Ergün ve Şahin (2017)'e göre, talep tahminleri belirli yöntem ve ilkelere göre yapılmaktadır. Ancak talep tahminleri belli bir düzeyde doğruluk derecesi olmasına rağmen hiçbir tahminin %100'lük bir doğruluk oranının olmadığını söylemek mümkündür.

Talep tahmini öznel ve nesnel kriterlerin orantılı bir analizini gerektirmektedir. Talep tahminleri zamanla birçok kriter ve belirli bir ihtimal derecesi ile belirlenmektedir. Şirketlerin talep seviyelerini tahmin etmeleri bu faktörler arasındaki ilişkileri belirleyebilmelerine bağlıdır. Şirket bu faktörler hakkında yeterli bilgiye sahip olmak zorundadır. Bu faktörleri; planlanan indirimler, ürün termin süreleri, pazarlama faaliyetleri, talep miktarı, planlanan reklam ve rakip firmaların faaliyetleri olarak sıralayabiliriz (Duru, 2017). Küçük bir envanter bile binlerce stok kalemi içermektedir. Bu kadar stok kalemini gözden geçirmek uzun zaman alacaktır. Bu nedenle talep tahminine duyulan ihtiyaç artmaktadır (Kaya, 2020).

1.4.5 Sipariş Yönetimi

Günümüzdeki iş modellerinin her geçen gün daha karmaşık ve kapsamlı hale gelmesi sebebiyle lojistik yönetim süreçleri de karmaşık hale gelmektedir. Etkin iletişim sistemleri kullanılarak müşteri memnuniyetini maksimum seviyeye çıkartacak sipariş yönetim çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Firmanın elindeki kaynakları etkili ve verimli kullanması için sipariş yönetimi önem arz etmektedir. Sipariş yönetiminin doğru seçilip koordine edilmesi ve başarıya ulaşılması için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. İşletmelerin tüketiciler ile iyi ilişkiler geliştirebilmesi, siparişlerin eksiksiz ve zamanında teslim edilmesi ile doğru orantılıdır. Bu sebeple istenilen ürünlerin, istenilen zamanda, istenilen kalitede, istenilen miktarda, istenilen zaman ve mekânda alıcıya ulaştırılması için kimlerin bilgide tutulup, işlerin yürütülmesi için nasıl bir düzen tutulmasının gerektiğinin bilinmesi gerekir (Mucuk, 2014). Müşteri taleplerinin doğru miktarda, doğru yer ve zamanda teslim edilebilmesi için etkin bir sipariş yönetim sisteminin tasarlanması gerekmektedir (Salış, 2020).

1.4.6 Ambalajlama ve Paketleme

Malzemeler genel olarak paletlerin üzerinde veya konteynırlar ile sevk edilmektedir. Malzemelerin bu şekilde standartlaştırılarak sevk edilmesi konsolidasyon olarak tanımlanmaktadır. Birçok ürün yeniden doldurulabilir ünitelere yerleştirilse dahi ürün koruyucu ambalaj gerektiren hassas ürünlerdir. Bu şekilde olan ürünlerin özel olarak tasarlanmış ambalajlarda taşınması gerekmektedir. Ambalajlar bazen ürünlerin çeşitlerine göre yağmur ve güneş gibi çevre koşullarına karşı, bazen benzin ve şeker gibi kirletici malzemeleri ayırıştırarak, bazen de gıda ve temizlik malzemelerine karşı koruma sağlamaktadır. Paketlemenin amacı genellikle dört işlevi yerine getirmektir (Kaya, 2020);

- Tüm lojistik faaliyetler boyunca ürünü tanımlama ve temel etiket bilgilerini sağlama,
- Hareket halindeyken ürünleri dış etkenlerden koruma,
- Kullanımları kolaylaştırma,
- Pazarlamaya yardımcı olmak için reklama ve müşteri bilgilendirilmesi.

1.4.7 Taşımacılık ve Dağıtım

Taşımacılık medeniyetlerin gelişmesinde önemli rol oynayan unsurlardan olmuştur. Taşımacılık ticaretin dışında sosyal ihtiyaçlar ve kültür aktarımları da insanların taşımacılığa verdiği önemi ortaya koymaktadır (Kılıcı, 2017). Taşımacılık hizmeti sağlayan işletmeler taşımacılığı deniz yolu, kara yolu, hava yolu, demir yolu, multimodal ve boru hattı taşımacılığı olarak sağlamaktadır (Koban, 2018).

Kara yolu taşımacılığı: Başlangıç ve varış noktaları arasında herhangi bir aktarma işlemi yapılmadan, diğer taşıma yöntemlerine göre daha hızlı ve diğer taşıma yöntemlerine göre nispeten ucuz olan taşıma yöntemidir. Ağırlık olarak özel sektör eliyle yönetilmesi ve emir komuta zincirinin hızlı olması gibi avantajları vardır (Keçeci, 2023).

Deniz yolu taşımacılığı: Değişime hızlı ayak uyduran bu taşımacılık sistemi, dökme ve büyük hacimli malların kıtalararası veya ülkenin kendi limanları arasında taşınmasına olanak sağlamaktadır (Bozkurt vd., 2018).

Demir yolu taşımacılığı: Kuruluş maliyetlerinin yüksek olması ve diğer taşımacılıklar ile entegre olmasının zor olması sebebiyle demir yolu taşımacılığı devlet tekelindedir (Çolak, 2019). Demir yolu taşımacılığı genellikle ağır ve uzun menzilli yüklerde tercih edilmektedir.

Hava yolu taşımacılığı: Hacim bakımında düşük, değer bakımından yüksek olan, teslimat önceliği olan ve maliyetlerin arka planda bırakıldığı durumlarda tercih edilen bir taşıma yöntemidir (Uludağ, 2013).

Multimodal taşımacılık: Birden fazla yük taşıma çeşidinin kullanıldığı taşıma yöntemidir. Multimodal taşıma yöntemi her geçen gün gelişmekte ve teknoloji ile bütünleşmektedir. Aynı zamanda müşterilerin kapıdan kapıya taşımacılık istemeleri ve diğer taşıma yöntemlerinde imkanlarının gelişmesi, multimodal taşımacılık yönteminin daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Barbanova, 2016).

Boru hattı taşımacılığı: Kısa mesafeli olarak başlamış ancak teknolojik gelişmelerle ve artan taleplerle birlikte uzun mesafelere taşıma yapılmaya başlanmıştır (Koban ve Keser, 2015).

1.4.8 Müşteri Hizmetleri

İşletmelerin büyüme oranlarını, şirket karlılıklarını ve Pazar paylarını belirlemedeki en önemli husus müşteri memnuniyetleridir. Müşterilerin işletmeden beklentileri müşteri memnuniyeti ya da müşteri memnuniyetsizliğini belirlemektedir (Murphy ve Knemeyer, 2015). İşletmelerin ayakta kalması, rekabet avantajı sağlaması, müşteri portföyünü genişletmesi, mevcut müşterilerinin işletmeye bağlı kalmalarını sağlaması ve müşteri satınalma alışkanlıklarını devam ettirmesi için en önemli husus müşteri hizmetleridir (Midilli, 2011). Bu sebeple lojistik faaliyetlerde müşteri hizmetlerinin ihmal edilmemesi gerekmektedir. Çünkü lojistik

faaliyetlerin temel işlevi müşteri taleplerine minimum maliyetle ve optimum düzeyde cevap vermektir (Ekincioğlu, 2019).

1.4.9 Tersine Lojistik

Tüketicilerden ya da müşteri hizmetlerinden geri dönen hammadde, yarı mamul, nihai ürünlere yeniden değer kazandırma işlemleri tersine lojistik olarak adlandırılmaktadır. Çok sayıda firma her geçen gün ekonomi ile ekolojik çevre arasında uyumluluğu sağlama açısından adımlar atmaktadır. Bu işi arka planında ise lojistik yönetiminde son zamanlarda çok fazla adı geçen tersine lojistik kavramı yatmaktadır. Ayrıca bazı markaların ürünlerini müşterilerin eline geçtikten sonra, ürünlerde sorun olması sebebiyle kendi istekleri ile dağıtımda olan veya müşteride olan ürünlerini geri toplatması tersine lojistik faaliyetidir (Tekin vd., 2021).

1.5. Lojistik Faaliyetlerin Önemi

Ticaretin küreselleşmesiyle birlikte serbest piyasa ekonomisindeki pastadan büyük dilimin alınabilmesi, kalkınma ve refah düzeyinin artması lojistik sektörünün gelişmesiyle paralel olduğunu söylenebilir. (Erdal ve Demirkol, 2013)'a göre, lojistik sektöründe uluslararası piyasadaki rakiplerin finansal açıdan ciddi derecede güçlü olmaları sebebiyle lojistik şirketlerinin maddi açıdan güçlü olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple özel sektör ve kamunun birlikte hareket ederek, ihtiyaç duyulan reformları gerçekleştirmesi önem arz etmektedir.

Lojistik faaliyetlerini taşımacılık olarak algılamak sektöre yapılmış büyük bir ön yargı olduğunu söylemek gerektir. Lojistik faaliyetler, bir ürünün üretimden teslimatına kadar geçen tüm süreci kapsamaktadır. Fakat bilindiği üzere taşımacılık lojistik faaliyetlerin en önemli süreçlerinden biridir (Süren, 2018).

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte iletişim yolları çeşitlenmiş ve geçmiş dönemlere göre çok kolaylaşmıştır. Bu sayede ticaret çevresel sınırların dışına taşarak küreselleşmiş ve dünya ticaret hacminin büyümesine sebep olmuştur. Erkan (2014), ticaret hacminin

büyümesiyle lojistik alt yapıların geliştirildiğini fakat sektörde kullanılan araç ve teçhizatlarının çevreye verdiği zarar konusunda yeterince önlem alınmadığını belirtmiştir. Lojistik sektöründe çevresel etkilerinin azaltılması için gerekli çalışmaların yapılması yeşil lojistik açısından önem arz etmektedir.

Dünya ticaret hacminin artmasıyla ülkeler yeni fırsatlar elde etmektedir. Ülkeler doğal kaynaklarından üretim yaparak dış ticaret gerçekleştirmeleri durumunda ülkeye önemli derecede döviz akışı sağlanır ve bu dış ticaretin sonuçları ise toplumun dinamiklerine olumlu şekilde yansımaktadır. Lojistik sektöründe bir kurumsallaşma ve organize bir yönetim anlayışının benimsenerek, uluslararası düzeyde düzenlemeler yapılmaktadır (Say, 2015).

Lojistik kavramı askeri manada kullanılsa da günümüzde değişiklik göstererek hayatın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Ayrıca lojistik, veriye dayalı ve gerçek zamanlı çalışan dinamik yapıya sahip olması sebebiyle iş akış sürelerinin optimize edilmesi gerekmektedir. Bu optimizasyonun yapay zekâ ve büyük veri ile desteklenmesi gereklidir (Demircan, 2019). E-ticaret ile birlikte internet üzerinden sipariş verilmesi ve her geçen gün kullanımının daha da yaygınlaşması bunu en güzel örneğidir. Kaya (2015), lojistik sadece ürünlerin teslimatı ile ilgili olmayıp, ürünün üretilmesi, geliştirilmesi ve teslimatı ile ilgili tüm süreçleri kapsamaktadır. Ülkeler ve işletmeler arasındaki çekişmeli rekabet düşünüldüğünde, lojistik faaliyet ve planlarını iyi uygulayanların avantajlarından bahsetmek doğru olacaktır.

Kargo şirketleri ile lojistik şirketleri arasında yapılan nicel araştırma sonuçlarına göre lojistik faaliyetlerin işletmeler için stratejik avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca sistemli ve etkin bir yapıda olan lojistik faaliyetlerinin işletme maliyetlerini azalttığı, üretimde artış sağladığı, üretim kalitesinde artış sağladığı ve müşteri memnuniyetini arttırdığı tespit edilmiştir (Karcıoğlu ve Temelli, 2014).

Küreselleşen ticaret ve teknolojik gelişmelerin neticesinde işletmeler lojistik faaliyetlerini optimize ederek ekstra maliyetlerini minimize etmek istemektedirler. Sezgin (2008)'e göre; işletmelerin satın alma, depolama faaliyetleri ve malzeme yönetim süreçlerini sistematik bir şekilde yönetmesi sayesinde maliyet avantajları sağlamaktadır.

Günümüzde işletmelerin üretim şekil ve kapasitelerinin değişmesiyle farklı taşıma yollarına ihtiyaç duyulmuştur. Hava yolu, kara yolu, demir yolu ve deniz yolunun yanı sıra enerji aktarımının borular üzerinden, elektrik aktarımının iletken hatlar üzerinden sağlanması, otonom araçlar, drone gibi teknolojik aletler ürün teslimatları yapılmaktadır. Tüm bunların dışında bilgi sistemlerinin kullanılması ve dijitalleşme ile birlikte lojistik sektöründe değişimler devam edecektir.

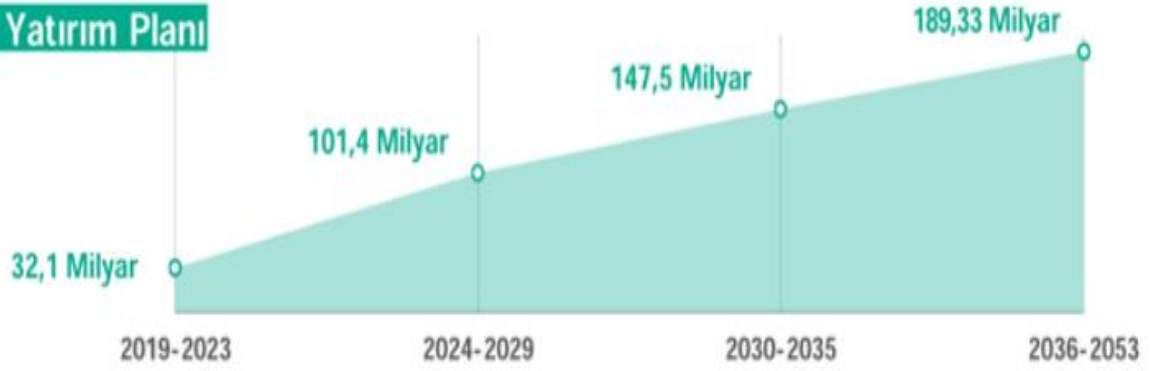
1.6. Türkiye’de Lojistik Faaliyetlerin Durumu

Yurtiçi gayri safi milli hâsıla ve hizmet sektörü gelirlerinin büyük bir kısmını lojistik sektörden meydana gelmektedir. Türkiye’de en fazla gelişim sağlayan sektörlerin ilk sıralamasında turizm sektöründen sonra lojistik sektörü boy göstermektedir. Bu kapsamda düşünüldüğünde devletlerin birbirleri ile rekabet edebilmesi ve ülkelerin gelişimi için lojistik sektörü kaynak ayrılması gereken bir sektördür (Yaman vd., 2021). Lojistik faaliyetler tüm firmaların ihtiyaç duyduğu bir sektördür. Şöyle ki lojistik sektörü, tüm sektörlerle iç içe geçmiş ve her sektörün içinde mutlaka bir yan sektör olarak bulunmaktadır. Bu sebeple lojistik sektörü Türkiye’de yükselen bir trend ile ilerlemektedir (Daşkan, 2016).

Türkiye’de coğrafi konuma göre lojistik işletmeleri incelendiğinde Marmara bölgesinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Türkiye’de uluslararası taşıma yetki belgesi bulunan 4700 civarı kayıtlı lojistik işletmesi mevcuttur. Yine Türkiye’de yurt içi taşıma yetki belgeli 313.000 lojistik işletmesi mevcuttur (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Türkiye On Birinci Kalkınma Planı’nda Türkiye’nin coğrafi konum avantajından maksimum düzeyde faydalanmak üzere çok modlu taşımacılığının ve modlar arası taşımacılığın geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca aynı planda demir yolu ve deniz yolu taşımacılığı payının artırılması, daha güvenilir, daha esnek ve daha hızlı entegre bir lojistik sisteminin kurularak, lojistik maliyetlerinin minimuma indirilmesi, ülkemizin rekabet gücünün artırılması ve ticaretim kolaylaştırılması amaçlanmıştır (T.C. Cumhurbaşkanlığı, 2019). T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı’nın 2053 ana planında bahsedilen 2053 yatırım planı şekil 1.2’de sunulmuştur (T.C. UAB, 2022);

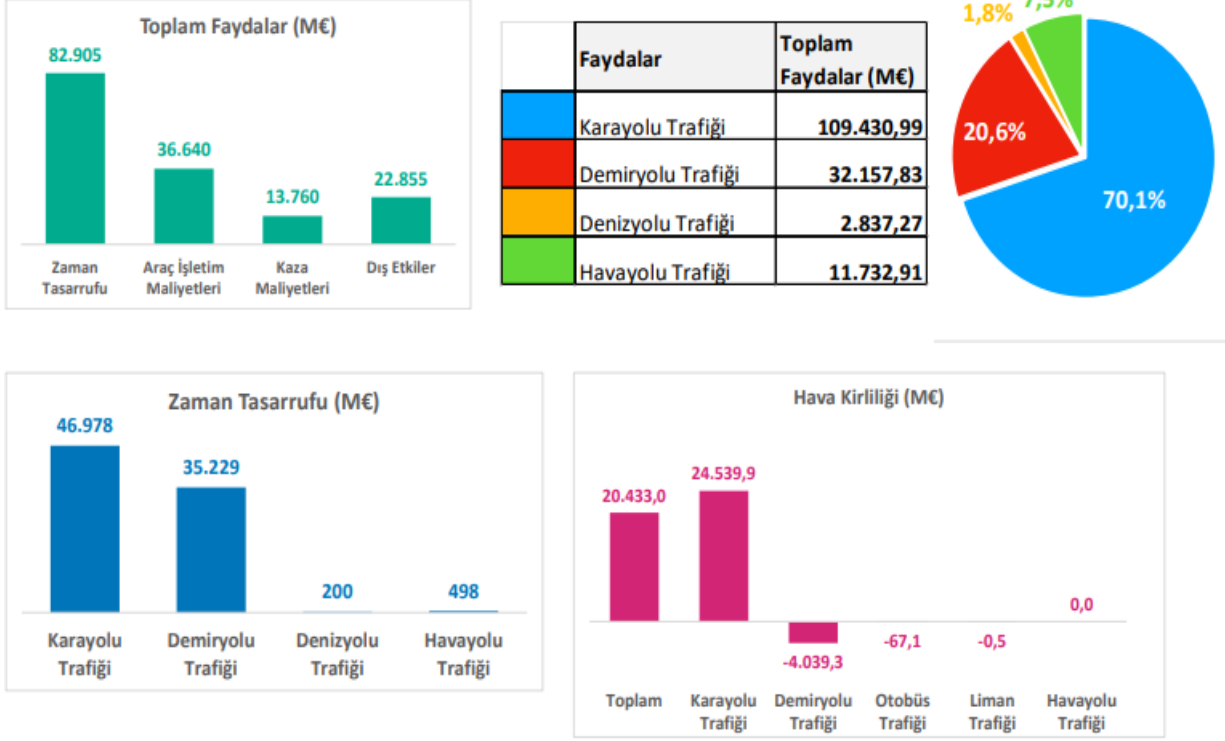
2053 Yatırım Planı



	2019-2023		2024-2029		2030-2035		2036-2053		Toplam
	Milyar	Oran	Milyar	Oran	Milyar	Oran	Milyar	Oran	
KARAYOLU	8,33	%26,0	13,87	%20,0	11,05	%24,0	3,00	%7,2	36,25
DEMİRYOLU	9,00	%28,1	27,18	%39,2	21,85	%47,4	5,90	%14,1	63,93
DENİZYOLU	4,80	%15,0	14,32	%20,7	2,13	%4,6	0,13	%0,3	21,39
HAVAYOLU	0,71	%2,2	3,01	%4,3	0,15	%0,3	0,05	%0,1	3,92
HABERLEŞME	9,21	%28,7	10,93	%15,8	10,93	%23,7	32,78	%78,3	63,84
TOPLAM	32,05	%100	69,31	%100	46,11	%100	41,86	%100	189,33

Şekil 1.2: T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı 2053 Yatırım Planı

T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı'nın 253 ana planı ile sağlanacak faydalara ait grafikler şekil 1.3'te sunulmuştur (T.C. UAB, 2022);



Şekil 1.3: T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı 2053 Yatırım Planı (T.C.UAB, 2022)

2.BÖLÜM

Çalışmanın ikinci bölümünde Lojistik 4.0 kavramı, Endüstri 4.0 bileşenleri ve Endüstri 4.0 kavramı ayrıntılı olarak ele incelenmiştir. Lojistik ve endüstri tarihinin gelişim süreçleri genel olarak ele alınmıştır.

ENDÜSTRİ 4.0 ve LOJİSTİK 4.0

Endüstri 4.0 kavramının temel bileşenleri olan büyük veri, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim, akıllı robotlar, artırılmış gerçeklik teknolojisi ve Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan diğer teknolojiler ile ilgili literatür taraması yapılmış ve detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1. Endüstri 4.0 Kavramı

Rojko (2017)'ya göre Endüstri 4.0 bilgi ve iletişim teknolojilerinin üretim sistemleri ile entegre bir şekilde çalışması olarak tanımlanmaktadır. Endüstri devrimleri yüzyıllar boyunca teknolojinin gelişmesiyle birlikte kabuk değiştirerek dönem şartlarına uyum sağlamış ve Endüstri 4.0 olarak karşımıza çıkmıştır. Ancak Endüstri 4.0 devrimi, diğer endüstri devrimlerinden farklı olarak toplumsal olaylardan etkilenerek değil, Endüstri 3.0 gelişmelerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 kavramı dünyada ilk kez bir fuarda gündeme gelmiştir. Bu fuar 2011 yılında Almanya'da Hannover Fuar'ı adı altında yapılmış ve fuarla birlikte otonom hareket edebilen insan gücüne ihtiyaç duymayan makineler iş hayatına girmiştir. Almanya hükümetinin fuar sonrasında bu yaklaşımı resmi sanayi politikası olarak belirlemesi Endüstri 4.0'ın başlangıcı olmuştur (Görçün, 2016). Endüstri 4.0'a ait görsel şekil 2.1'de sunulmuştur.

Endüstri 4.0



Şekil 2.1: Endüstri 4.0 Genel Bakış (MasPluss, 2019)

Dünya’da insanlık tarihine büyük fayda sağlayan dört büyük sanayi devrimi meydana gelmiştir. Birinci sanayi devrimi 1770’li yıllarda İngiltere’de başlayarak, 19. yüzyıla gelindiğinde Amerika ve Avrupa kıtasının geri kalanına sıçramıştır. 1700’lü yıllarda buhar makinelerinin kullanımıyla Birinci Sanayi Devrimi başlamış ve üretim işletmelerinde mekanik güç kaynağı sağlamıştır. Bunun sonucunda kırsal kesimlerden kentsel yaşama doğru bir göç başlamıştır (Yin vd., 2018).

Endüstri 4.0 en çok konuşulan konuların başında gelmekte ve üretim faaliyetlerinin yüksek teknoloji ile desteklenmesini amaçlayan bir anlayış olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmelerin imalat süreçlerinde makine ve siber sistemler kullanarak, operatörlerden bağımsız olarak kendi kendilerini optimize ve koordine ederek, üretim yapabilen akıllı fabrikaların hayatımıza dahil olacağını düşünmek gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Endüstri 4.0 ile üretim sürelerinin kısalması, maliyetlerin düşmesi, üretim için harcanan enerjinin düşmesinin yanın sıra üretim miktarı ve kalitesinin artması beklenmektedir (Samur, 2020). Endüstri 4.0 kavramının sadece teknolojik donanım olarak görülmesi bir yanılmadır. Endüstri 4.0 kavramının fabrikalara girmesi, yeni iş modellerine geçilmesi anlamına gelmektedir (Banger, 2018). Dördüncü endüstri devri Almanya’da Endüstri 4.0 (Industrie), Çin’de İnternet Plus (Internet Plus) ve Amerika

Birleşik Devletleri'nde Endüstriyel İnternet (Industrial Internet) olarak tanımlanmaktadır (Banger, 2016).

Endüstri 4.0'ın asıl amacı kendi kendini yönetebilen, kendi kendine kararlar alabilen sistemler ile akıllı fabrikalarda daha hızlı ve daha güvenilir ürünler üretmektir. Fiziksel dünya ile sanal dünya arasında iletişim sağlayarak veri transferi sağlayan otonom cihazlar akıllı fabrika olarak tarif edilmektedir. Endüstri 4.0, niteliksiz iş gücünü otomasyon ile gideren bir devrimdir (Şener ve Eleveli, 2017).

Başka bir deyişle Endüstri 4.0; tüm nesnelerin, üç boyutlu yazıcılar, yapay zeka, robotik teknoloji, uzay teknolojileri gibi teknolojik alanlardaki gelişmelerden etkilenerek diğer nesnelerle bilişim teknolojileri aracılığı ile iletişim kurduğu akıllı fabrika çağı olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda üretim sistemlerinin dijitalleşmesi, siber-fiziksel sistemler aracılığıyla bütünleşmesini, internet aracılığı ile bu nesnelerin akıllı sistemlere dönüşeceği düşünülmektedir (Aksoy, 2017).

Endüstri 4.0 üç temel neden sonucu meydana gelmiştir ve Endüstri 3.0'ın devamı niteliğinde değildir. Bu bağlamdaki üç neden aşağıda sıralanmıştır (Schwab, 2016);

- Hız: Schwab bu devrimin doğrusal değil üstel bir hızda ilerlediğini öne sürmektedir. Bu teknoloji çok yönlü, birbiri ile bağlantılı ve birbirini tetikleyerek hızla gelişmektedir.
- Genişlik ve Derinlik: Bu teknolojinin gelişmesine dijitalleşme hız katmıştır. Sanayinin bireyselliğe önem vermesi neticesinde teknolojinin çeşitlenmesi sağlanmıştır.
- Sistem Etkisi: Endüstri 4.0 ile şirketler, sektörler ve ülkeler olarak tümüyle bir değişim beklenmektedir.

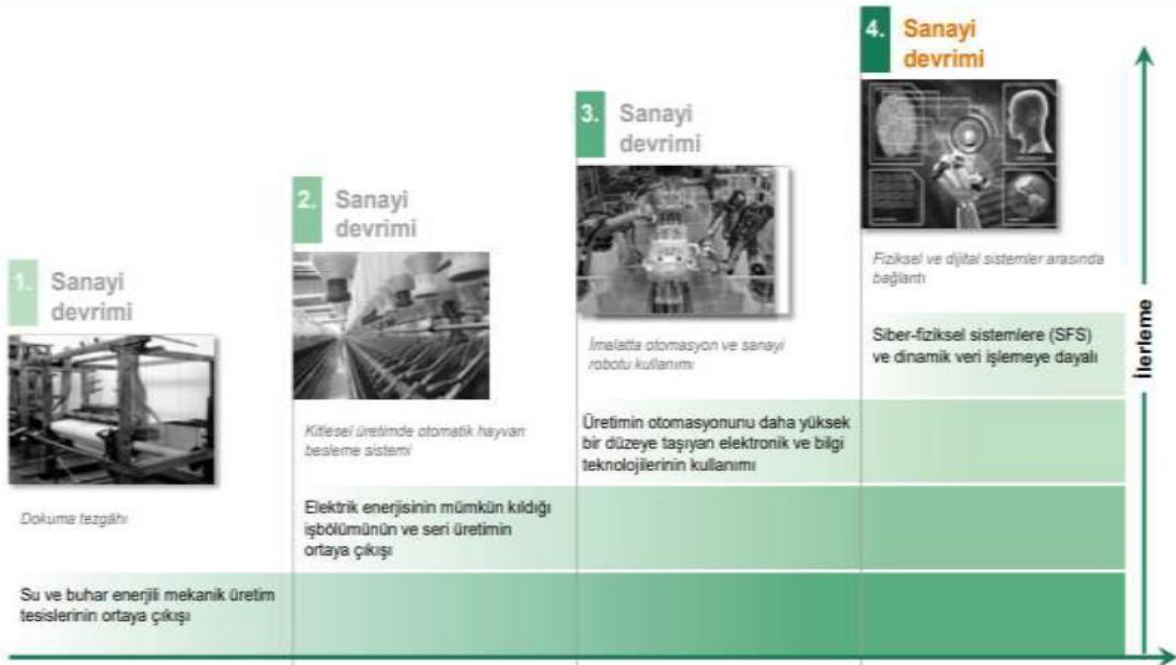
2.2. Endüstri Devrimlerine Genel Bakış

“Endüstri” kelimesinin kökeni Fransızca olup “industrie” kelimesinden türemiştir. Hammaddenin işlenerek ürün ya da enerjiye dönüşmesi için kullanılan tüm araç ve yöntemler anlamına gelmektedir. Tarihte ilk devrim tarım alanında gerçekleşmiştir. İnsanların göçebe

hayatından yerleşik hayata geçmesiyle tarım toplumunun oluşması sağlanmış ve bu oluşum insanoğlunun gerçekleştirdiği ilk sosyal devrim kabul edilmiştir. Sanayi devrimleri insanlık tarihinin her alanına nüfuz etmiş ve insanlık tarihi için büyük faydalar sağlamış girişimlerdir. Endüstri devrimleri sanayi devrimleri olarak adlandırılmaktadır. Birinci sanayi devrimi, 1712 yılında Thomas Newcomen tarafından buhar gücü ile çalışan pompanın bulunmasıyla başlamıştır ve bu dönem Endüstri 1.0 olarak adlandırılmıştır. Bu buluş 1781 yılında İskoç mucit James Watt tarafından geliştirilerek daha verimli hale getirilmiş ve günümüz modern buharlı makine teknolojileri icat edilmiş ve sanayide makineleşme dönemi başlamıştır (Bulut ve Akçacı, 2017).

Sanayi devrimleri (Endüstri devrimleri) aşamalardan oluşmaktadır. İlk bu süreçler 1760-1830 tarihleri arasında kapsamaktadır. İskoç mucit James Watt'ın buharlı makineyi icat etmesi bu dönem için en önemli adımdır. Buharlı makinenin icadı ile birlikte kas gücü yerini makinelere bırakmıştır. Fabrikaların kurulması ile birlikte insanlar ilk defa fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Bunun sonucunda ise kırsaldan şehirlere göçler başlamış ve büyük şehirler kurulmuştur (Açiler, 2020).

Endüstri devrimi ilk olarak 1700'lü yıllarda insanlık tarihine girmiştir. Endüstri devrimi toplumların kendi üretim zincirlerini kırarak, günümüze kadar gelen hızlı nüfus artışına karşı durmadan ve hızla ürettiği mal ve hizmet artışı olarak ifade edilmektedir. Endüstri devrimi genel manada üretim süreçlerinde insan veya hayvan gücü yerine üretim süreçlerinde makine gücüne geçişi temsil etmektedir. Üretim süreçlerinin değişmesi ile birlikte ürünlerin miktar ve şeklide değişmiştir (Hobsbawm, 2016). İnsanoğlu tüketim toplumundan üretim toplumuna geçtiği sırada tarım üretiminin yanında diğer üretim alanlarına kayarak sanayi üretimine de başlamıştır. Şekil 2.2'de endüstri devrimlerinin (sanayi devrimlerinin) tarihsel gelişimine baktığımızda Endüstri 1.0, Endüstri 2.0, Endüstri 3.0 ve Endüstri 4.0 olarak dört başlıkta incelediğini görebiliriz (Çevik, 2017);



Şekil 2.2: Endüstri Devrimlerine Genel Bakış (Sunman, 2021)

1. Endüstri Devrimi: Buhar gücünün keşfedilmesiyle su ve buharın gücü makine ve teçhizatlarla aktarılmıştır (Bulut ve Akçacı, 2017). O güne kadar tezgâhlarda insan gücü ile yapılan üretimler yerini buhar makineli üretimlere bırakmıştır. Makinelerin üretime katılmasıyla tekstil ve demir çelik üretimlerinde artış meydana gelmesi sebebi ile ülke ekonomileri canlanmıştır. Aynı zamanda demir yolu ağlarının genişlemesi sonucunda devrim daha fazla yayılmış ve üretim artışı gerçekleşmiştir (Çevik, 2017). Bununla birlikte atölye üretimlerinden fabrika üretimlerine geçilmiş, insan emeğinin yoğun olduğu üretim yaklaşımından makinelerin yoğun olduğu üretim yaklaşımına geçilmiştir. Bu bağlamda yarı vasıflı hatta hiç vasfı olmayan işçi dönemine geçilmiştir (Albert, 2015). Birinci endüstri devriminin ekonomik etkilerinin yanı sıra sosyal etkileri de olmuş, bunun sonucunda ise işçi ve burjuva sınıfı doğmuştur. Bu bağlamda işçi haklarını koruyan sosyalizm doğmuştur (Çevik, 2017). Şekil 2.3'te 1. endüstri devrimine ait görsel sunulmuştur;



Şekil 2.3: 1. Endüstri devrimi (Çevik, 2017)

2. Endüstri devrimi: İkinci endüstri devrimi bazen teknoloji devrimi olarakta adlandırılmaktadır. İkinci endüstri devriminin başlangıcı ucuz çelik üretiminin yaygınlaştığı 1860'lı yıllara uzanmaktadır. İkinci endüstri devrimi tren rayları, çelik üretimi, elektrik, petrol ve kimyasal üretim teknikleri sayesinde oluşmuştur. Birinci endüstri devrimindeki makineler dişli, kaskak gibi sistemlerle çalışan basit makinelerdi. İkinci endüstri devrimiyle fizik ve kimya alanındaki buluşlar makinelere aktarılmıştır. Bu endüstri devrimi ile ABD ve Almanya dünya lideri olmuştur. İngiltere, ABD ve Almanya gibi ülkeler ikinci endüstri devrimini yaşarken, 1914'lü yıllarda Kanada, Rusya ve Japonya gibi ülkeler birinci endüstri devrimini yaşamıştır (Çevik, 2017).

İkinci endüstri devrimi seri üretime olanak sağlamış ve bu sayede ilk otomobiller bu dönemde üretilmiştir (Schwab, 2017). 1913 yılında Henry Ford dünyada ilk kez üretim bandı mantığını ortaya çıkararak otomobil üretiminde verimliliği arttırmıştır (Bulut ve Akçacı, 2017). Fabrika üretim sistemlerinde bant montaj tekniğinin gelişmesiyle üretim yöntemleri yeni bir boyut kazanmış ve yeni bir döneme geçilmiştir. Buna bağlı olarak herhangi bir endüstriyel ürünün

üretimine alınması, üretim hızı ve kapasitesi artırılmış, takibi kolaylaşmıştır (Görçün, 2016). Şekil 2.4’te 2. endüstri devrimine ait görsel sunulmuştur;



Şekil 2.4: 2. Endüstri devrimi (Çevik, 2017)

3. Endüstri devrimi: Birinci ve ikinci dünya savaşları sonucu ülke sınırlarının tamamen değişmesiyle birinci endüstri devrimi ilk sinyallerini vermiştir. İkinci dünya savaşının bitmesiyle de dijital teknolojiler gelişerek üçüncü endüstri devriminin temelleri atılmıştır (Albert, 2015). Üretimde dijitalleşmeyle birlikte üçüncü endüstri devri ortaya çıkmıştır. Bilgi teknolojileri gelişmesi ve elektroniğin kullanımı ile üretim sistemleri otomatikleşmiştir. Üç boyutlu yazıcıların yaygınlaşmasıyla birlikte araba parçalarının üretimi artarak bir tuşla büyük ölçekli üretimler yapılmıştır. Otomasyonun artmasına bağlı olarak akıllı robotlar ortaya çıkmıştır. Bu robotların üretimde kullanılması hem ucuz hem de üretimde verimliliğin artmasını sağlamıştır. Üçüncü endüstri devrimine bağlı olarak üretimde verimliliğin artmasının yanı sıra mavi yaka personel sayısında azalmalar meydana gelmiştir (Çevik, 2017). İnternet teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmasıyla üçüncü endüstri devriminin gelişimi hız kazanmıştır (Schwab, 2017).

Üçüncü endüstri devrimiyle birlikte tedarik zinciri de evrenselleşmiştir. Bu süreçle ürünlerin tek bir noktadan üretilmesi anlayışından vazgeçilerek üretim süreçleri birden fazla noktaya taşınmıştır. Bunun sonucunda ise Almanya menşeli bir gömlek Çin’de üretilip bir başka ülkede paketlenmiş ya da Amerikan menşeli bir telefon yabancı bir ülkede üretilmiştir. Böylelikle yeni bir üretim sistemi meydana çıkmıştır. Bu sistemle birlikte satın aldığımız ürünler belli bir ülkeye ait olmaktan uzaklaşarak evrenselleşmiştir. Bu bağlamda sınırların olmadığı yeni pazar fırsatları ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu sistem sayesinde iş gücü potansiyeli belli bir sınırlara bağlı olmaktan çıkmıştır. Farklı coğrafyalarda çalışan insanlar evrensel bir marka altında çalışabiliyorken, evrensel işletmelerin de tüm dünyadaki nitelikli iş gücüne erişim imkânı ortaya çıkmıştır (Görçün, 2016). Şekil 2.5’te 3. endüstri devrimine ait görsel sunulmuştur.



Şekil 2.5: 3. Endüstri devrimi (Çevik, 2017)

4. Endüstri devrimi: Yüzyıllar boyunca dönemin imkanlarına adapte olarak yenilenen ve gelişmekte olan teknolojinin insanlığa bir hediyesi olan endüstri devrimleri, günümüzde kabuk değiştirerek Endüstri 4.0 olarak yaşamımıza girmiştir. Ancak bu endüstri devrimi diğerlerinden farklı olarak bulunduğu dönemi etkileyen toplumsal etki ile değil, üçüncü endüstri devriminin temelleri ve gelişmelerinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Görçün, 2016). Dördüncü sanayi devrimi kavramı ilk kez Almanya’da Hannover Fuarında ortaya atılmıştır. Almanya hükümeti üretim süreçlerini bilgisayar sistemleri ile destekleyecek ve yüksek teknoloji ile donatacak

projeyi desteklemesi dördüncü sanayi devrimini ortaya çıkarmıştır. Dördüncü sanayi devrimi aynı zamanda endüstri 4.0 olarak adlandırılmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi genel hatlarıyla üretimde robotların tamamen yer alması, yapay zekanın geliştirilmesi, üç boyutlu yazıcılar vasıtasıyla üretimin farikalardan evlere inmesi, devasa büyüklükteki veri yığınlarının analiz edilmesi gibi birçok yenilikle incelenebilir. Dördüncü sanayi devriminin amaçları arasında insan gücünü fiziksel düzeyden zihinsel düzeye yükseltmektir. Endüstri 4.0 sahip olduğu pozitif yönlerin yanı sıra bazı olumsuz yönlere de sahiptir. Robotların üretimde yerini almasıyla insan gücüne duyulan ihtiyaç azalacak ve bir nevi robotlar insanları işinden etmiş sayılacaktır. Bu durum sadece mavi yaka çalışanlar açısından ele alınmamalıdır. Beyaz yaka çalışanlar açısından yapay zekâ ile robotların kodlanmasıyla tasarım yapabilen robotlar ortaya çıkacaktır. Şekil 2.6’da 4. Endüstri devrimine ait görsel sunulmuştur;



Şekil 2.6: 4. Endüstri devrimi (Çevik, 2017)

2.3. Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri

Endüstri 4.0, makineler arası iletişimin kurulabildiği bir dönemdir. Bu bağlamda robotik teknolojiler ve yapay zekâ en iyi örneklerdendir. Bu dönemde nesnelerin interneti ve siber fiziksel sistemlerin çığır açmıştır. Endüstri 4.0, akıllı robotlar, üç boyutlu yazıcılar, büyük veri, siber güvenlik, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler,

simülasyon gibi teknolojilerin birlikte çalışabilmesine olanak sağlayan ve küresel değer zinciri oluşturan teknolojilerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır (Schrauf, 2016).

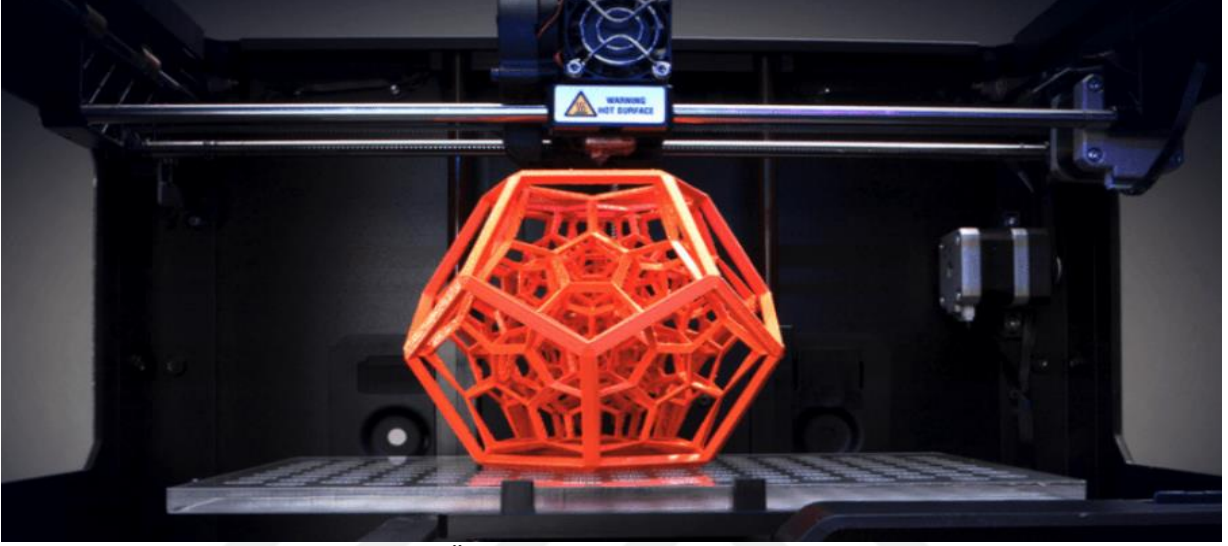
Endüstri 4.0; bilişim alanlarındaki gelişmeleri, otomasyonu, üretim teknolojilerindeki gelişmeleri, veri toplama ve veri paylaşma gibi olayları tamamıyla kapsayan teknolojiyi belirtmektedir (Banger, 2018). Bir başka söylemle Endüstri 4.0; mevcuttaki her bir objenin, üç boyutlu yazıcılar, yapay zekâ, akıllı robot teknolojileri gibi alanlardaki ilerlemelerle birlikte diğer objelerle internet aracılığıyla iletişim kurup haberleşebildiği akıllı üretim çağı olarak kabul edilmektedir. Bu çağda sanal ve fiziksel sistemlerin entegre halinde internete bağlanabilen tüm objelerin akıllanması öngörülmektedir (Aksoy, 2017). Bu teknolojilerin arasındaki en ilginç de üç boyutlu yazıcılar kabul edilebilir. Bu teknoloji aynı zamanda “eklemeli imalat” olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji yapay zekâ ile entegre edildiğinde öngörülenden çok daha farklı sektörlerde aktif olarak kullanılabilir (Banger, 2018).

Endüstri 4.0’ı anlayabilmek için bu terminolojide kullanılan sistemleri bilmek büyük ölçüde önemlidir. Bu kavramların günlük yaşamda ifade ediliyor olması Endüstri 4.0’ın hayatımıza girdiğini, ileride nerelere varabileceğine dair ip uçları vermektedir. Şekil 2.7’de Endüstri 4.0’ın dokuz temel bileşeni sunulmuştur (Tusiad, 2016);



Şekil 2.7: Endüstri 4.0'ın 9 Temel Bileşeni (Tusiad, 2016)

değişimine imkân verilmiştir (Dinç, 2018). Şekil 2.9’da üç boyutlu yazıcı ile yapılan bir çalışmaya ait görsel sunulmuştur (Kalender, 2018);



Şekil 2.9: Üç Boyutlu Yazıcı (Kalender, 2018)

2.3.3 Siber Güvenlik

Siber güvenlik Endüstri 4.0’ın en kritik uygulamalarındandır. Kullanıcıların veya işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için güvenlik tedbiri, risk yönetimi, araç, eğitimler, kurallar gibi güvence ve teknolojilerin bir araya gelmeleri siber çevre olarak ifade edilmektedir. Akıllı cihazları, mobil cihazları, bilgisayarları, elektronik sistemleri ve kayıtlı verileri tehlikeli yazılımlara karşı savunmak için güvenlik önlemlerini barındıran teknolojilerin tümü siber güvenlik olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 kapsamında akıllı sistemler ile üretim yapan işletmeler ve dijital sistemler kullanan tedarikçiler siber riskler ile karşılaşmaktadır. İnsanların hayatlarını basitleştiren bu cihazlarda gerekli güvenlik tedbirleri alınmadığında büyük sıkıntılar ile karşı karşıya kalınacaktır (Dinç, 2018). Şekil 2.10’da siber güvenliği temsil eden bir görsel sunulmuştur (URL-4, 2023);



Şekil 2.10: Siber Güvenlik (URL-4, 2023)

2.3.4 Arttırılmış Gerçeklik:

Arttırılmış gerçeklik, bilgisayar ortamlarında oluşturulan sanal alemde gerçek dünyadaki gibi yapay duyularla canlı, dinamik ve gerçek olarak algılamamıza olanak sağlayan bir teknolojidir (Kahraman, 2016). Bir başka bakış açısıyla arttırılmış gerçeklik, gerçek yaşamda hissettiğimiz nesnelerin, bilgisayar sistemlerinin ses, grafik ve video teknolojileri kullanılarak oluşturulan sanal gerçeklik uygulamasıdır (Pehlivan, 2019).

2.3.5 Bulut Bilişim

Bulut bilişim internet alt yapısı ile çalışan bir teknolojidir. Server bilgisayarların ve ağla ilişkilendirilmiş yazılımlar aracılığıyla faaliyet gösteren bu yapı, dosyaların var olan ağ üzerinden farklı lokasyonlardan ulaşılabilir biçimde paylaşılmasını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda bulut bilişim veri depolamaya da imkân sağlamakta ve bu verilere farklı lokasyonlardan erişimi mümkün kılmaktadır. Bulut bilişim teknolojisinin sağladığı imkânlar ile bilgisayar donanım ve yazılımlarına yapılan yatırım maliyetleri ciddi anlamda düşmektedir (Banger, 2018). Bu teknolojinin ilerlemesiyle büyük veri internet üzerinde saklanabilir ve daha kolay şekilde ulaşılabilir duruma gelmiştir. Bu teknoloji sayesinde personel bilgisayarlarındaki

depolama yükü azalmış ve birçok uygulamanın kişisel bilgisayarlara yüklenmeden kullanılmasının yolu açılmıştır (Bulut, 2018).

2.3.6 Nesnelerin İnterneti (IOT):

Nesnelerin interneti, insan etkileşimine ihtiyaç duymadan ihtiyacı gidermek üzere bir araya gelen nesnelerin internet aracılığı ile koordine olabilmesine ve veri paylaşımına izin veren genel bir ağ olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji sayesinde nesneler arasında iletişim kurulabilmektedir. Nesnelerin interneti hayatımızın birçok alanında kullanılmaktadır. Beyaz eşya ürünlerinden arabaya, su ısıtıcılarında, televizyonlarda, klimalarda, modemlerde, fırınlarda kablosuz ağ teknolojileri kullanılmakta ve birbirleri ile iletişim kurabilmektedirler. Örneğin; park yerlerindeki boş yerlerin sürücüler ile paylaşılması (Yılmaz, 2021).

Nesnelerin interneti, cep telefonlarının, sensörlerin, RFID (RF algılayıcıları) cihazlarının ve tüm akıllı araç gereçlerin endüstriyel maksatla kullanılması anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle sağladığı veriyi internet aracılığı ile dağıtan tüm bilgisayar teknolojilerini, insanları, mekanik veya dijital cihazları, nesnelere birbirleri ile iletişime sokan teknolojinin adıdır. Bu teknoloji sayesinde nesnelere birer kimlik atanır ve merkezi kontrol mekanizmaları ile veri alışverişi sağlanır (Dijital Dönüşüm, 2021).

2.3.7 Siber – Fiziksel Sistemler (Yatay – Dikey Yazılım Entegrasyonu)

Gerçek dünya ile sanal dünyayı aktüatörler ve sensörler ile birleştiren sistemler siber fiziksel sistemler olarak adlandırılmaktadır (Alçın, 2016). Bu teknoloji ile imalat yapan akıllı işletmelerde, üretimi yapılacak bir ürününün gerçek dünyadaki özellikleri ile sanal ortamda bir kopyası yapılmadan üretiminin yapılması söz konusu değildir (Genç ve Tunalı, 2022).

Akıllı fabrika sistemleri içinde bulunan el terminalleri, bilgisayarlar, araçlar, makine ve teçhizatların birbirleri ile iletişim kurup haberleşmesine dikey entegrasyon denilmektedir. İşletmelerin üretim yapabilmesi için birçok makine, teçhizat ve sisteme sahip olması gerekmektedir. Bunların bazıları somut amaçlarla kullanıldığı gibi bazıları iletişim maksatlı kullanılan ERP, vanalar, motorlar, üretim ve kontrol amaçlı sensörlerdir. Bir başka deyişle

işletmelerdeki tüm fonksiyon ve faaliyetlerin birbirleri ile haberleşmesine dikey entegrasyon denilmektedir. İşletmelerin mevcut kadrosu dışında kalan sigorta şirketleri, dağıtıcılar, lojistik firmaları, tedarikçiler, üreticiler ve finans kuruluşları ile internet aracılığıyla iletişim sağlayan sistemler yatay entegrasyon olarak adlandırılmaktadır (Asar ve Esen, 2021).

2.3.8 Simülasyon

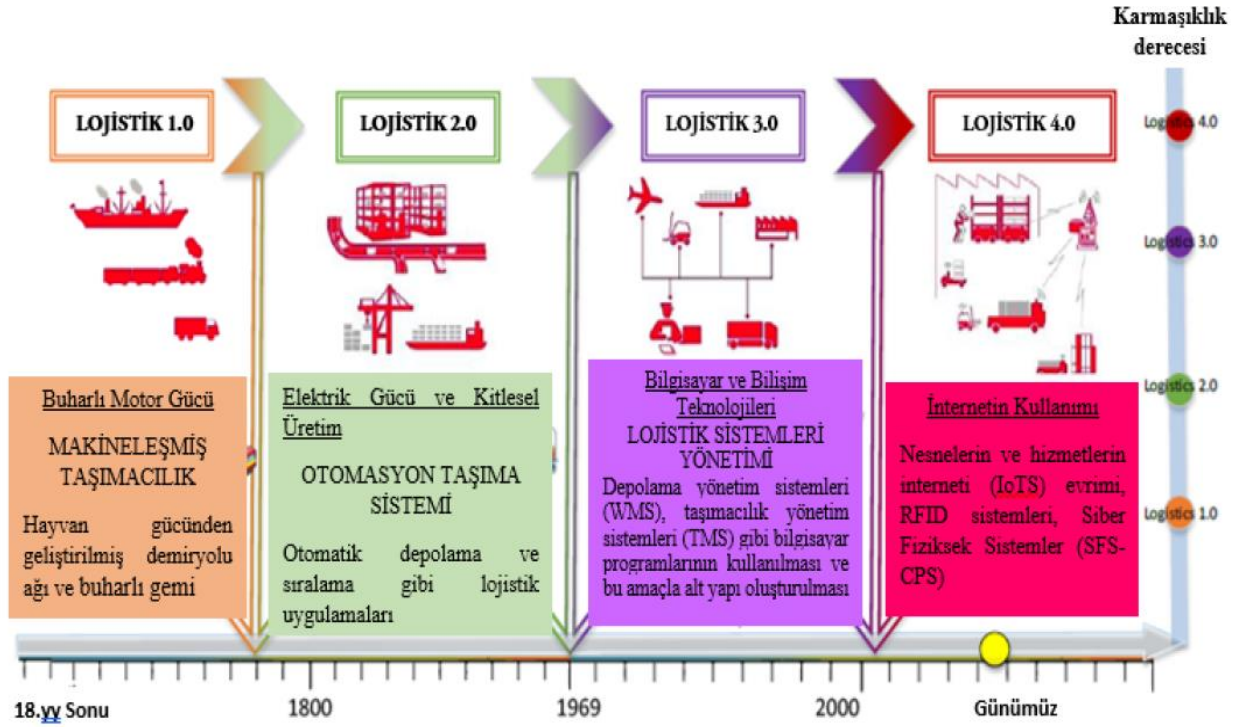
Endüstri 4.0'ın bir bileşeni simülasyon dijital ikiz olarak adlandırılmaktadır. Gerçek dünyadaki siber fiziksel verilerin bilgisayar vasıtasıyla dijital ortamda gerçekçi öznitelikleri ile modellenmesine olanak sağlayan teknolojiye simülasyon adı verilmektedir. Üretim aşamalarının gelişmelerinin takip edilebilmesine imkân veren bu sistem maliyet, zaman ve risk yönetimi anlamında avantajlar sağlamaktadır. Simülasyon teknolojisinin amacı mevcut verinin sahip olduğu tüm olasılıkları sanal ortamda gözlemleyerek gerekli aksiyon ve planlamaların yapılabilmesidir. Mevcut bir simülasyon sisteminin başarılı sayılabilmesi gerçek dünyadaki tüm verilerinin sanal ortamda modellenmesi ile mümkündür (Çelen, 2017).

2.4. Lojistik 4.0

Lojistik 4.0 aynı zamanda akıllı lojistik adıyla da bilinmektedir. Lojistik 4.0, müşteri taleplerindeki değişime cevap vermek ve lojistik süreçlerinde sürdürülebilirliği temin etmek amacıyla 2011 senesinde ortaya çıkmıştır (Winkelhaus ve Grosse, 2020). Üretim sektöründen tanınan Endüstri 4.0 ile Lojistik 4.0 benzer şekilde geliştirilmiştir. Donanım destekli lojistik sistemlerinden yazılım destekli lojistik sistemlerine geçişi yani akıllı lojistik sistemlerini kapsamaktadır (Tim ve Lorig, 2015). Bu bağlamda siber fiziksel sistemler her geçen gün gelişmekte ve buna bağlı olarak lojistik sektöründe meydana gelen bazı yenilik ve uygulamalar sonucunda Lojistik 4.0 kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavram akıllı hizmet ve akıllı ürünleri kapsamaktadır. Lojistik 4.0 makineler ve bireyler arasında iletişim kurulmasına imkân verir ve yoğun internet kullanımına ihtiyaç duyar (Genç ve Tunalı, 2022).

Müşteri ihtiyaçlarının değişmesi lojistik sektörünü sistemlerinin evrilmesini tetikleyen en önemli aktörlerden biridir (Yin vd., 2018). Endüstri tarihi gelişimi ile lojistik tarihi gelişimi

birbirlerine çok benzemektedir. Endüstrinin tarihsel gelişiminde olduğu gibi lojistiğin tarihsel gelişimi de dört aşamadan oluşmaktadır (Genç ve Tunalı, 2022). Şekil 2.11’de lojistiğin tarihsel gelişimine ait görsel sunulmuştur (Galindo, 2016);



Şekil 2.11: Lojistik tarihinin gelişim süreci (Galindo, 2016)

Lojistik 1.0: Buhar gücünün keşfedilmesiyle birinci sanayi devrimi (endüstri 1.0) tetiklenmiş, kırsal kesimde yaşayan insanlar şehirleşmeye başlamış ve üretimde sanayileşmeye geçilmiştir. Öncesinde lojistik sektöründe hayvan arabaları ile yapılan taşıma faaliyetleri, buhar makinesinin icadı ile ulaşımda buhar gücü kullanılmaya başlamış demir yolu, hava yolu ve deniz yolu taşımacılığına rağbet artmıştır. Bundan sebeple kara yolu taşımacılığına duyulan rağbet azalmaya başlamıştır (Şekkeli ve Bakan, 2018).

Lojistik 2.0: İkinci sanayi devrimi, 19. yüzyılın sonunu ve 20. yüzyılın ilk yarısını kapsamaktadır. İkinci sanayi devriminde seri üretim ve üretim hatları geliştirilmiştir. Ayrıca bu dönem teknolojik devrim olarakta adlandırılmaktadır. Bu dönemde medeniyeti değiştiren birçok icat ve keşif yapılmıştır. Bu olaylara bağlı olarak lojistik faaliyetler önem kazanmış, yeni taşıma

yöntemleri geliştirilmiş, işe uygun özel taşıma araçları ve otomatik elleçleme sistemleri meydana çıkmıştır. Yine bu dönemde tedarik zinciri yönetimi küreselleşmiş, lojistik yapılar geliştirilmiş, lojistik faaliyetlerin belirli alanlarında uzmanlaşan şirketler meydana çıkmıştır (Radivojevic ve Milosavljević, 2019).

Lojistik 3.0: Üretim işletmelerinde otonom üretim yapabilen robotik sistemlerin, CNC, torna ve freze gibi makinelerin kullanılmasıyla Endüstri 3.0 tanımı ortaya atılmıştır. Farklı bir bakış açısıyla dys ve taşıma sistemlerinin kullanılması sonucu Lojistik 2.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Lojistik yönetiminin makineleşmesi sonucu ise Lojistik 3.0 kavramı ortaya çıkmıştır (Erdem, 2021). Taşıma yönetim ve depo yönetim sistemleri için kullanılan yazılımların kullanımının yaygınlaşması sonucu tedarikçi firmalara verilen siparişlerde anında erişim olması sebebiyle lojistik süreçlerin planlanması mümkündür. Bu yazılımlar kullanılarak hammadde veya nihai ürün taşıyan sevkiyat araçlarının rotalama planlamaları da yapılabilmektedir (Galindo, 2016).

Lojistik 4.0: Endüstri 4.0 kavramı üretim teknolojilerini doğrudan etkileyen bir etmendir. Lojistik sektörü ile üretim sektörünü ayrı ayrı ele almak mümkün değildir. Bu sebeple Endüstri 4.0'ın sonuçların lojistik sektörünün etkilenmemesi imkansızdır. Bu yüzden Endüstri 4.0'ın sonuçları Lojistik 4.0 olarak görülmeye başlanmış ve kullanılmıştır. Müşterilerin, tedarikçilerin ve lojistik süreçlerin birbirine dijital sistemlerle bağlandığı, lojistik süreçlerin kendi kendine kararlar alabilen otonom sistemlerle yönetilen, bölgesel hareketliliklere önem veren yapı Lojistik 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Tuğtekin, 2018). Üç temel özelliği Lojistik 4.0 kapsamında şu üç başlık altında inceleyebiliriz; dikey entegrasyon, yatay entegrasyon ve uçtan uca mühendislik entegrasyonu. Yatay entegrasyon şirketler arası iş birliğini, dikey entegrasyon bir işletmedeki tüm bilişim teknolojisi sistemlerinin entegrasyonunu ve uçtan uca mühendislik ise ürünlerin, paydaşların, makinelerin çapraz entegrasyonunu ifade etmektedir (Strandhagen vd., 2017).

2.5. Lojistik 4.0 Yönetimi

Lojistik 4.0 dördüncü sanayi devriminin lojistik sektörüne uyarlanmış formatıdır. Bu kavram yenilikçi teknolojilerin işletmelerde kullanılmasıyla ilgilenir ve tahmine dayalı lojistik yönetimi

teknolojilerini kullanmaktadır. Lojistik 4.0'ın amacı, işletme maliyetlerinin azaltılması, iş kazalarının minimuma indirilmesi, verimlilik, etkin stok yönetimi, iletişim ve etkin karar verme ve zorlu çalışma şartlarının azaltılmasıdır (Kutlu, 2023). Lojistik 4.0 yönetimi, tedarik zincirinde bulunan paydaşların verimlilik ve etkinliklerini arttırarak, lojistik operasyonlarını daha esnek duruma gelmesine katkı sağlayacaktır. Bu kavram, tedarik zincirindeki tüm işletmelerin iş birliği ile elde ettikleri optimal kazanç, kendi başlarına edecekleri kazançtan daha yüksek olacaktır. Dördüncü sanayi devrimi fabrikalar için ne kadar önemli ise, Lojistik 4.0 yönetimi kavramı da tedarik zinciri yönetimi için o derece önemli bir kavramdır (Yılmaz ve Duman, 2019).

2.6. Lojistik 4.0'ın Önemi

Lojistik 4.0, lojistik faaliyete konu olan malın fiziksel hareketlerinin ve bu lojistik faaliyetle ilgili tüm bilgi akışının çıkış noktasından nihai varış noktasına kadar olan planlama ve kontrolünün sistem tabanlı olmasının içerir. Lojistik 4.0 temel ve uç teknolojileri kullanarak müşteri taleplerini herhangi bir maliyet artışı olmadan karşılayacak lojistik çözümler sunmayı hedefler (Frank vd., 2019). Lojistik 4.0'ın işletmelerde uygulanması lojistik operasyonlarını daha verimli, daha esnek ve müşteri odaklı hale getirerek işletmelerde rekabet avantajı sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca Lojistik 4.0 ile lojistik faaliyetlerin daha çevre dostu ve sürdürülebilir hale gelmesi mümkündür.

2.7. Lojistik 4.0 Kapsamında Kullanılan Teknolojiler ve Sektörü Etkileme Düzeyleri

İngiltere'de belirli bir derecede sürücüsüz olarak kendi kendine hareket edebilen kamyonlar test edilmeye başlanmıştır. Diğer bir taraftan insan hatalarını en düşük seviyeye getirmek ve maliyetleri minimuma indirmek üzere deniz yolu taşımacılığında otonom gemi çalışmaları sürmektedir (Tuğtekin, 2018). Lojistik 4.0 kapsamında belirtilen teknolojilerin ileriye yönelik olduğu beyan edilse de yaşadığımız döneme uyum sağlamıştır. İşletmelerdeki konteynırlar ve ticari mallar arasındaki iletişim, Lojistik 4.0 sayesinde çok daha verimli olmaktadır. Örnek verecek olursak depo personellerine depo düzenleme işlerinde veri gözlükleri ve akıllı raf sistemleri kullandırıldıklarında en düşük seviyede hata ile en yüksek seviyede verimlilikle

çalışmaları sağlanmıştır (Kayaş, 2018). Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan teknolojik hizmet ve ürünler şekil 2.12'deki görselde sunulmuştur (Hulsmann, 2015);

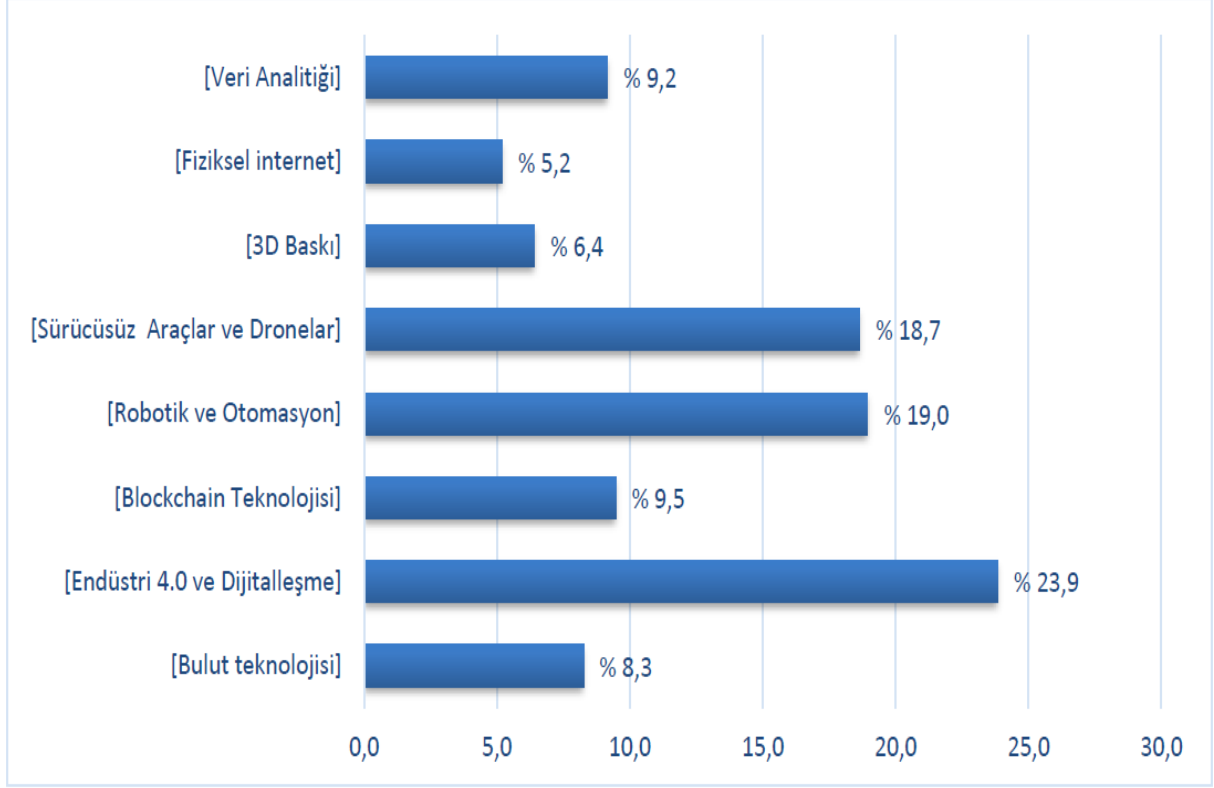


Şekil 2.12: Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan ürün ve hizmetler (Hulsmann, 2015)

Lojistik 4.0'ın kullandığı teknolojiler temel olarak IOT (nesnelerin interneti), büyük veri, siber-fiziksel sistemler (CPS), bulut bilişim, sürücüsüz araçlar ve dronelar olarak adlandırılabilir (Winkelhaus ve Grosse, 2020). Bu bağlamda akıllı ulaşım sistemleri, bilgi güvenliği, akıllı sözleşmeler, blockchain teknolojileri ve depo yönetim sistemleri teknolojilerinden faydalanılarak otonom sipariş sistemleri çeşitli sistemler geliştirilmektedir (Hoffman ve Rüşch, 2017). Lojistik sektörü içerisinde kritik gelişmeler olarak dronelar, otomasyona dayalı lojistik sistemler ve otonom araçlar gösterilmektedir (URL-7, 2018).

Lojistik 4.0 kapsamında kullanılan robotik sistemler, yapay zekâ, sensör teknolojileri, otonom araçlar ve büyük veri gibi uygulamalar lojistik faaliyetlerini dijital platformlara taşımaktadır. Lojistik operasyonlarda verimliliğin artması, zamandan tasarruf sağlanması, tedarik zinciri süreçlerinde köklü değişiklikler ve hizmet maliyetlerinin etkin bir şekilde sunulması gibi

sektörde etkiler görülmektedir (Yılmaz ve Duman, 2019). Şekil 2.13'te Türkiye'deki kamu kurumuna ait lojistik sektör raporu sunulmuştur;



Şekil 2.13: Teknolojik Gelişmelerin Lojistik Sektörünün Geleceğini Etkileme Düzeyi (URL-7, 2018)

2018 yılında sunulan bu rapor ele alındığında Endüstri 4.0 ve dijitalleşme sonucu ortaya çıkan etkilerin lojistik sektörünü en fazla etkileyeceği, buna bağlı olarak robotik sistemler ve otomasyon ile dronelar ve sürücüsüz araç teknolojilerinin takip ettiği görülmektedir.

3.BÖLÜM

Çalışmanın üçüncü bölümünde akıllı depo sistemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Akıllı depo sistemlerinin önemi ve amacı açıklanmıştır. Ayrıca akıllı depo sistemlerinin bileşenleri ile ilgili literatür taraması yapılmış ve detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

AKILLI DEPO SİSTEMLERİ

Endüstri 4.0 sistemlerinde yaşanan gelişmeler sonucunda üretim işletmelerinde insan gücü temelli sistemler, yerini otonom karar verebilen, iletişim kurabilen ve kendiliğinden öğrenebilen otonom sistemlere bırakmıştır. İşletmelerde minimum hata oranı ve maksimum verimlilikte lojistik operasyonları oluşturmaya imkân veren akıllı depo sistemleri, tedarik zinciri yönetiminin en önemli noktası olarak kabul edilmektedir.

3.1. Akıllı Depo Sistemleri Kavramı

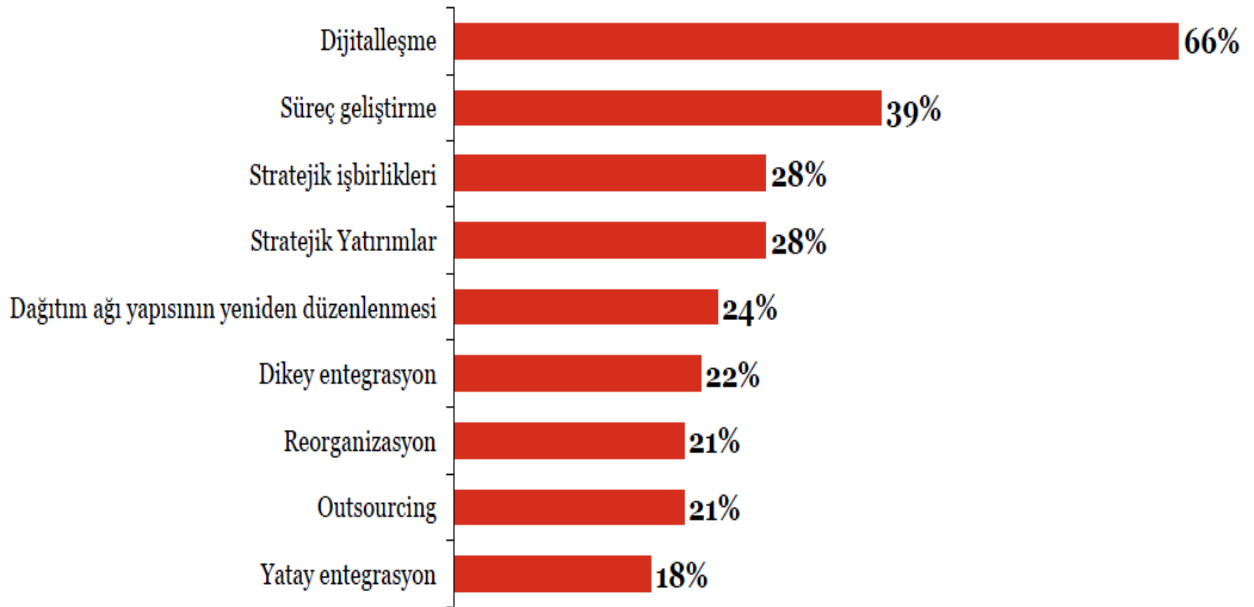
Lojistik maliyetler işletme maliyetlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle lojistik operasyonlar işletmelerin rekabet edebilmelerinde önemli bir rol oynamaktadır. İşletmeler, depo maliyetlerini minimum seviyelere indirmek ve depo operasyonlarını maksimum verimliliğe çıkartmak için lojistik sektöründe ortaya çıkan teknolojileri işletmelerine dâhil etmektedir. Bilimsel çalışmalar ışığında tedarik zinciri içinde depo yönetimi en hassas konudur. İşletmelerde depolar tedarik zinciri faaliyetlerinde malzeme akışını sağlayan bir yerdir. Bu nedenle depo operasyonlarının tasar/ım ve performansına odaklanması gerekmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığında depo, işletmelerde en önemli bir faaliyet konusu olarak dikkate alınmalıdır (Gu vd., 2007; Berg, 1996; Kamali, 2019; Frazelle, 2002).

Akıllı depo sistemleri, geleneksel depo yönetimi anlayışından uzaklaşarak dijital dönüşüm ile ortaya çıkan ve depo faaliyetlerini optimize ederek verimliliği arttırmayı amaçlayan kavramdır. Akıllı depo sistemleri, çok çeşitli dijital teknolojilerin kullanımıyla depo operasyonlarını daha esnek, daha verimli ve akıllı hale getirmeyi amaçlar. Bu dijital teknolojilerden bazıları ERP, akıllı robotlar, otomatik kılavuzlu araçlar, nesnelerin interneti, akıllı depolama ve boşaltma

sistemleridir. Akıllı depo sistemleri, işletmelerin depo yönetimini daha hızlı ve verimli hale getirerek işletmelere rekabet avantajı sağlamaktadır. Ayrıca depo işleyişini daha doğru ve daha hızlı hale getirdiği için iş gücünün daha verimli yönetilerek işletme maliyetlerinin düşmesini sağlamaktadır. Akıllı depo sistemleri ile depolama alanlarının daha verimli kullanılması, yanlış ürün sevk edilmesinin önlenmesi, envanter durumunun uzaktan izlenebilmesi, depolama ve boşaltma operasyon sürelerinin kısalması, depo hareketlerinin uzaktan takip edilebilmesi gibi işletmelere birçok avantaj sunmaktadır (Sarı vd., 2019).

3.2. Akıllı Depo Sistemlerinin Önemi

Aşağıdaki şekilde danışmanlık ve denetim hizmeti veren PWC şirketi tarafından yapılmış ankete ait sonuçlar sunulmuştur. Yapılan anket sonucuna göre sektör yöneticilerinin, tedarik zinciri gelecek dönem inisiyatiflerinde dijitalleşme ön plana çıkmaktadır. Şekil 3.1’de anket sonuçlarına ait görsel sunulmuştur (PWC, 2019);



Şekil 3.1: Tedarik Zinciri Gelecek Dönem İnisiyatifleri ve Yatırım Planları (PWC, 2019)

İşletmelerin depolarında ADS kullanmasıyla verimli ve etkin depo yönetimi ile müşteri odaklı hizmet sağlaması mümkündür. Böylelikle işletmelerin rekabet avantajı sağlaması söz konusu

olacaktır. ADS bileşenleri; akıllı raf sistemleri, akıllı robotlar, bilgisayar sistemleri, konveyörler, bilgisayar donanım ve yazılımlarından meydana gelmektedir. Akıllı depolarda öncü teknolojiler aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.

3.3. Akıllı Depo Sistemlerinin Amacı

İşletme envanterinde olan malzemelerin depolarda raflara yerleştirilmesi, depolama adreslerinden alındıktan sonra sevkiyat alanlarına getirilmesi, depo düzenlemelerinde fiziki adreslerinin değiştirilmesi gibi operasyonlarda insan gücü veya makine gücü kullanılmaktadır. Fakat bu tarz depo operasyonlarında insan faktörü nedeniyle malzemelerde hasar oluşması, yanlış malzemelerin sevk edilmesi, Fifo ve Lifo kurallarına uyulmaması nedeniyle malzemelerin son kullanma tarihlerinin geçmesi ve zaman kaybı gibi problemler ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple etkin depo yönetimi için depo operasyonlarının teknoloji ile yeniden harmanlanması ve Endüstri 4.0 çalışmaları ile desteklenerek akıllı depo sistemlerinin uygulanması önem arz etmektedir. Akıllı depo sistemlerinin işletmelere sunduğu avantajlardan bazıları aşağıda sunulmuştur (Sarı vd., 2019);

- Oluşabilecek iş kazalarını önlemek,
- İşletme stok maliyetlerini minimum seviyeye indirmek,
- Enerji tasarrufu sağlamak,
- Uzaktan erişim ve kontrol edilmesine imkân sağlayan sistemler kurmak,
- Müşteri ihtiyaçlarına en hızlı şekilde cevap verebilmek,
- Stok yönetimini ERP ile sağlamak,
- Depolama ve yükleme operasyon süreçlerinin verimliliğini arttırmak,
- Depolama, lojistik, tedarik ve üretim arasındaki iletişimi üst seviyeye çıkartmak,
- Depolama operasyonlardaki insan hatalarını minimum seviyeye indirmek.

3.4. Akıllı Depo Sistemleri Bileşenleri

Akıllı depo sistemleri sayesinde müşteri temelli, daha etkili ve verimli hizmetler sağlayarak rekabet avantajı sağlamak muhtemeldir. Akıllı depo sistemleri ERP sistemleri, akıllı robotlar,

akıllı depolama ve boşaltma sistemleri, otomatik kılavuzlu araçlar, nesnelerin interneti gibi yazılım ve donanımlardan meydana gelmektedir. Akıllı depo sistemlerinde en çok kullanılan ve öne çıkan teknolojiler aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.

3.4.1 ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) Sistemleri

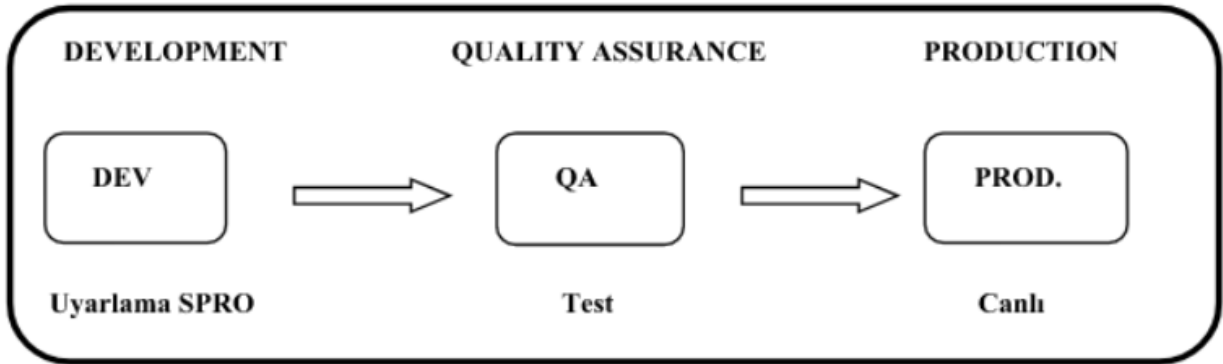
Kurumsal kaynak planlaması, stok yönetimi, muhasebe, insan kaynakları, tedarik yönetimi, müşteri ilişkileri ve maaş bordroları gibi birimlerini bilgisayar yazılımı ile etkin bir şekilde yönetilmesine imkân sağlayan yazılımlardır (Küçük, 2009). Kurumsal kaynak planlama yani ERP, işletmelerin coğrafi olarak birbirinden farklı noktalarda konumlanmış fabrikalarının üretim işletmeleri, dağıtım merkezleri ve tedarikçileri tarafından eş zamanlı olarak tüm kaynaklarının doğru ve hızlı bir şekilde planlanmasına olanak sağlayan yazılım paketleridir. Kurumsal kaynak planlama kullanılarak müşterinin ihtiyaç duyduğu hangi üründen ne kadar üretileceğini, hangi fabrikada üretileceğini, ürüne ait hammaddenin hangi tedarikçiden satın alınacağını, fabrikaya ait enerji, makine gibi kaynaklarının eş zamanlı olarak kullanımının planlanması yapılabilir (Genç ve Tunalı, 2021).

Faaliyetlerini uluslararası düzeyde yapan bir işletme tüm kaynaklarını (maddi kaynaklar, insan kaynakları ve stoklar vb.) sistemli ve etkin bir şekilde yönetebilir. Bu bağlamda işletmeler farklı lokasyonlardaki fabrikalarını merkezi yönetim avantajına kavuşturur. Farklı lokasyonlardaki işletmeler arasında her türlü iletişim sağlanarak eş zamanlı ve koordineli bir şekilde operasyonlar yönetilebilir (Bayraktar ve Efe, 2006). Kurumsal kaynak planlama sistemleri bilgisayar teknolojilerinin yoğun bir şekilde kullanıldığı büyük ve kapsamlı yazılımlardır. Bu sistemlerin kurulum aşamalarında dikkatli ve titiz olunması gerekmektedir (Özer ve Akça, 2007). Erp programları modül adı verilen iş paketlerinden oluşmaktadır. En sık kullanılan modülleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Pazarlama,
- Finans,
- Depo yönetimi,
- Kalite,

- Proje,
- İnsan kaynakları,
- Üretim.

Dünyada ERP kullanım alanları oldukça yaygınlaşarak üretim işletmelerinin yanı sıra diğer tüm sektörler de kullanmaya başlamıştır. Küreselleşmeyle birlikte dünyadaki tüm işletmeler ERP programlarını aktif bir şekilde kullanarak merkezîyetçilik avantajından faylanmaktadır. Bu sayede işletme stoklarını ve diğer kaynaklarını etkin bir şekilde yönetebilmektedir. Ayrıca kurumsal kaynak planlama programları modülleri sayesinde geliştirilebilir ve her sektördeki işletmeye uyarlanabilmektedir. Elektronik ticaretin geliştiği günümüzde ERP programları daha fazla önem kazanmıştır (Genç ve Tunalı, 2021). Örnek bir ERP programı olan SAP işletmelerin tüm ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına bölümlere ayrılmıştır. Bu bölümlere modül adı verilmektedir. Bu modüller ayrı faaliyetlere hitap etse de tüm modüller birbiri ile bağlantılı olarak çalışmaktadır. SAP modülleri işletmelerin tüm departmanlarına göre hazır yapılarıdır. Ancak modüller işletme ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilmek adına uyarlanabilmektedir. Şekil 3.2’de uyarlama işlemine ait görsel sunulmuştur (Köse, 2017);



Şekil 3.1: Sap Uyarlama Ekranı (Köse, 2017)

Sap danışmanları işletmelerin ihtiyaçları doğrultusunda SAP işleyiş kurgusunu belirleyip ve dev sisteminde (uyarlama sistemi) yazılımı geliştirmektedirler. Uyarlama işlemi sonrasında kalite sistemi (QA) denilen ekranda geliştirilen bu yazılım test edilmektedir. Test işlemlerinin başarılı olmasının ardından yapılan uyarlama canlı ekrana aktarılmaktadır.

Genellikle işletmeler ERP programlarını sadece bir yazılım olarak görmektedir. Ancak ERP işletmelerin tüm faaliyetlerini, müşteri ve tedarikçilerini kapsamaktadır. ERP programlarının etkin kullanılabilmesi için nitelikli ve eğitimli personellere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yazılım lisans maliyetlerinin yüksek olması ve yeni kurulan bir işletmeye adapte edilmesinin güç olması gibi negatif yönleri mevcuttur. Ancak bu eksi yönlerine rağmen ERP programları işletmelerin tüm faaliyetlerini organize bir şekilde yürütmesine, eş zamanlı bir şekilde operasyonlarını yönetmesine ve etkin stok yönetimine imkân vermektedir (Küçük, 2009). ERP programlarını sağladığı faydalar aşağıda sunulmuştur (Genç ve Tunalı, 2021);

- Etkin stok yönetimi,
- Müşteri memnuniyetinin artması,
- Elektronik ticaret için alt yapı hazırlanması,
- İyi bir finansal yönetim,
- Malzeme tedarik sürelerinin minimuma indirilmesi,
- Dağıtım merkezleri, müşteriler ve tedarikçiler ile etkin iletişim kurulması,
- Envanter hareketlerinin izlenebilirliği,
- Hızlı ve etkili iletişim,
- İşletmenin tüm kaynaklarının verimli kullanılması,
- Oluşabilecek sorunların öngörülebilmesi,
- Tüm bilgilere eş zamanlı erişilebilmesi,
- Aynı işletmenin farklı coğrafyalardaki şirketlerinin merkezden yönetilmesi ve koordine edilmesi.

3.4.2 Akıllı Robotlar

Akıllı robotlar, özel yazılımlar ile önceden programlanabilen, tanımlanmış görevleri yerine getirebilen elektromekanik cihazlardır (Tanrıverdi, 2017). Bu kapsamda akıllı robotlar ile malzeme sevkiyatlarında adreslerinden alınmasında, malzemelerin adresler arası transferlerinde veya malzemelerin adresler arasındaki transfer işlemlerinde insan gücü olmadan kullanabilen akıllı depo sistemlerinin bileşenlerindedir (Genç ve Tunalı, 2022).

Tedarik zinciri ve lojistik sektörlerinde faaliyet gösteren işletmeler, dağıtım merkezleri ve depolarda verimliliği optimize etmek için robotik sistemleri de içinde barındıran otomasyon sistemlerini kullanmaya başlamışlardır. Ayrıca iş güvenliği açısından risk teşkil eden maliyetli, tehlikeli ve zaman alan saha süreçlerini otomatikleştirmek için depo ve dağıtım merkezlerinde robotik sistemlerin kullanımları gün geçtikçe artmaktadır (Dorsey, 2020). İlerleyen yıllarda işletmelerde insana ihtiyaç olmadan tüm operasyonel faaliyetlerin akıllı robotlarla yapılması muhtemeldir. İşletmelerde çalışan personeller malzeme istifleme, elleçleme gibi işlerin dışında teknolojik alanlarda, yazılım programlamada, istisnai durumlarda sorunun çözümünde görev alarak bu görevlerde daha fazla uzmanlaşacaklardır (Görçün, 2018). Şekil 3.3-3.4'te konveyörlere ürün yerleştiren ve konveyörlerden ürün çekme işlemi yapan akıllı robotlara ait görseller sunulmuştur;



Şekil 3.1: Dağıtım merkezlerinde ve depolarda taşıma işlemi yapan robotlar (Crowe, 2022)



Şekil 3.2: Akıllı robotlar (URL-6, 2023)

Depolarda akıllı depo sistemleri kullanılmasıyla palet üzerindeki malzemeler robotlar ile çelik konstrüksiyon raflardaki adreslerine yerleştirilir ve bu malzemelerin talep edilmesi sonrasında yine robotlar ile buldukları adreslerinden alınarak sevkiyat bölgesine getirilmeleri mümkündür (Sarı vd., 2019). Robotlar üzerlerine atanan iş emirlerini tamamlamak için bir enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar ve bu enerjilerini elektrikle şarj edilmesiyle sağlamaktadırlar. Bu kapsamda otonom mobil robotları kullanarak çalışan yeni trend olmuş bu depo sistemi RMFS (Robotik Mobil Yerine Getirme Sistemi) olarak adlandırılmaktadır (Bolu ve Korçak, 2021). Günümüzde birçok elektronik ticaret firması bu depo sistemini kullanmaktadır. KIVA Systems tarafından raf bölmelerini kaldıran ve malzemeleri toplama istasyonlarına getiren RMFS tabanlı depolar ilk kez kullanılmıştır (Wurman vd., 2008). Elektronik ticaret sektöründe faaliyet gösteren Amazon firması 2012 yılında kiva sistemlerini satın alarak adını “Amazon Robotics” olarak değiştirmiştir. Alibaba ve Amazon gibi elektronik ticaret firmalarının RMFS depo sistemlerini kullanmaktadırlar (Boysen vd., 2019). O günden bugüne birçok firma robotlar geliştirmiş ve bu pazara dâhil olmuştur. Bir RMFS depo sisteminin en maliyetli kısmı robotlardır. Bu sebeple daha az sayıda robotla daha fazla sipariş toplamak gerekmektedir. RMFS bunu mümkün kılan optimizasyon ve verimliliği sunmaktadır (Bolu ve Korçak, 2021).

3.4.3 Akıllı Depolama ve Boşaltma Sistemleri (AS / RS)

Akıllı depolama ve boşaltma sistemleri, ürünleri hızlı ve doğru bir şekilde otomatik olarak depolayan, bulunduğu raflardan alan bir araç ve kontrol kombinasyonudur (Manzini vd., 2006). Akıllı depolama ve boşaltma sistemleri, depolarda malzeme taşıma, sipariş toplama gibi stok yönetimi işlevlerini yerine getiren ayrıca modern fabrikalarda üretim bölümlerinde depolama işlevlerini yerine getiren en önemli araçlar arasındadır. Geleneksel bir akıllı depolama ve raf sistemi, depolama hücrelerine sahip, paralel olarak dizayn edilmiş raf koridorundan, her koridor için depolama alma aracından ve giriş-çıkış istasyonundan oluşmaktadır. Operasyon süresinin kısaltılması amacıyla dikey ve yatay hareket edebilme kabiliyetine sahiptir. Tek komut ve çift komut olmak üzere iki modda çalışmaktadır. Tek komut modunda çalışırken ya depolama ya da alma işlevini yerine getirir. Ancak çift komut modunda çalışırken, makine her bir döngüsünde malzemelerin hem depolanması hem de alınması işlevini yerine getirir (Hur vd., 2004). Şekil 3.5'te akıllı depolama ve boşaltma sistemlerine ait bir görsel sunulmuştur (URL-5, 2022);



Şekil 3.1: Akıllı depolama ve Boşaltma Sistemleri (URL-5, 2022)

Akıllı depolama ve boşaltma sistemleri oldukça maliyetleri yüksek sistemlerdir. Bu nedenle planlamanın doğru yapılması çok önemli bir konudur. Planlamanın doğru yapılmazsa esnek olmayan depolama yerleşimi ve sabit depolama kapasitesi ile karşı karşıya kalınır. Malzemeleri depolamak veya ilgili adreslerden geri almak için büyük bir depo binası ve alanı kaplayan raflar arasında koridorlar gerekmektedir (Xu vd., 2015). Bu sistemlerde raf koridorları boyunca uzanan sabit bir ray üzerinde yatay ve dikey hareket edebilen bir kule robot mevcuttur. Kule robot sistemi ihtiyaç duyduğu bileşenleri bir pano içinde taşır ve kendi içinde bir bütündür. Kule robotun hareketleri ise senkron veya asenkron motorlar yardımıyla yapılmaktadır. Kule robotlar tüm hat boyu mesafeyi ölçebilen, hassas konumlamaya imkân veren sensörler ile donatılmıştır (URL-1, 2022). Şekil 3.6’da otonom forklift görseli sunulmuştur (Çeliksa, 2022);



Şekil 3.2: Otonom forklift (Çeliksa, 2022)

3.4.4 Otomatik Kılavuzlu Araçlar (AGV)

Malzeme taşıma sistemleri arasından en fazla gelişme yaşanan sistemlerden biri (AGV) otomatik kılavuzlu araçlardır. Otomatik kılavuzlu araçlar, bir malzemeyi dışarıdan gelen sinyaller yardımıyla bir konumdan başka bir konuma taşıyan sürücüsüz araçlardır. AGV’ler

esnek özelliklere sahip olması sebebiyle üretim sektöründen hizmet sektörüne kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır (Eren Şeneras ve Sezen, 2016). Otomatik kılavuzlu araçların genel yapısı araç şasisinden, motorlardan, kontrolörlerden, çarpışma önleyici sensörlerden, navigasyonlardan, iletişim cihazlarından ve yük aktarma özelliğine sahip batarya sistemlerinden oluşmaktadır (Moshayedi vd., 2019). AGV'ler akıllı depo sistemlerinin bir parçası olarak perakendecilerin malzeme toplama ve paketleme işlemlerinde operasyonları hızlandırmak amacıyla robotik AGV sistemlerini kullanmaktadırlar (He vd., 2018). Otomatik kılavuzlu araçların sunabileceği bazı avantajlar şu şekildedir (Ganesharaj vd., 1998);

- Daha fazla esneklik,
- Daha verimli alan kullanımı,
- Daha iyi zemin güvenliği,
- İşletme maliyetlerinde düşüş,
- Diğer sistemlerle daha kolay arayüz.

Şekil 3.7'de depoda malzeme taşıyan otonom transpalet görseli sunulmuştur (Çeliktaş, 2022);



Şekil 3.1: Otonom Transpalet (Çeliktaş, 2022)

3.4.5 Nesnelerin İnterneti (IOT)

Nesnelerin interneti, farklı haberleşme protokolleri vasıtasıyla birbirleri ile haberleşen, kendi aralarında bilgi transferi yapabilen, akıllı bir ağ oluşturmuş sistemler olarak tanımlanabilir. Nesnelerin interneti olarak adlandırılan bu sistem aynı zamanda IOT olarak adlandırılmaktadır (Ünlü, 2020). IOT teknik açıdan bakıldığında şu şekilde özetlenebilir; otonom veri toplama ve algılama, nesne tanımlama, fiziksel ve sanal sistemleri birbirine bağlama, veri iletimi, ağ bağlantısı, ittifak hizmetleri ve küresel yapısı. IOT mimarisine bakacak olursak üç farklı katmandan oluştuğunu görebiliriz. Bu katmanlar uygulama katmanı, algı katmanı ve ağ katmanı olarak sıralanabilir. Algı katmanı bazı sensörlerden oluşmaktadır, konum ve ortamın izlenmesine olanak tanır. Ağ katmanı, tüm cihazlar için ayrı bir IP adresi tanımlar, veri iletim işlemleri için kablolu veya kablosuz ağ ve bulut teknolojileri içerir. Uygulama katmanı ise IOT işlevlerinin özü olarak tanımlanmaktadır. Cihazlar birbirlerine bağlanarak farklı amaçlarla farklı ortamlarda kullanılabilir (Sung ve Lu, 2018). Radyo frekansı ile tanımlama teknolojisinde ise sensörler, etiketler vb. cihazlar ile nesnelere çevresi ve birbirleri ile iletişim kurarak nesnelerin interneti sistemi oluşturmaktadırlar.

3.4.6 Radyo Frekanslı Cihazlar (RFID)

RFID nesnelerin interneti teknolojisinin ana bileşeni ve sistemin etkinleştiricisi olarak kabul edilmektedir (Torğul, 2015). Bu teknoloji, radyo frekansı sayesinde nesnelere tekil veya otomatik olarak tanımlamaya yarayan, her türden nesnenin belirli bir uzaklıktan tanınmasına ve izlenmesine imkân sağlamaktadır (Ünlü, 2020). RFID kablosuz iletişime imkân veren bir teknolojidir. Sistem ile hedef konumdaki tanımlanacak nesne arasında herhangi bir mekanik veya fiziksel temas kurulmasına ihtiyaç yoktur. Sinyal iletimi radyo frekansı çalışma prensibi ile gerçekleşir, akıllı etiket kirli veya çok ince olabilir. Ancak yine de sistem tarafından okunabilir (Sung ve Lu, 2018).

RFID uygulamaları lojistik, imalat endüstrisi, stok yönetimi, hizmet endüstrisi ve tedarik zinciri yönetimi gibi birçok alanda kullanımı gidere artan bir teknolojiyi temsil etmektedir (Feng, 2011). RFID uygulamalarının stok yönetiminde kullanılmasıyla işletmelerin hangi üründen ne

kadar, nereye ve hangi tarihte ürün veya hizmet arzını karşılamaları gerektiğinin kararı, hangi üründen ne kadar miktarda ve ne kadar sürede bulundurulacağına karar, dijital ortamda alıcı ve satıcı taraflar arasında iletişimin sağlanması gibi faydaları mevcuttur (Yüksel ve Zayim, 2008). Tedarik zinciri yönetiminde RFID uygulamalarının kullanımı yönetim performansı hatırı sayılır derecede etkilemektedir. RFID uygulamaları, optimum stok seviyesinin belirlenmesine katkı sağlar, minimum stok hataları ile stok yönetimine imkân vererek stok yönetiminde verimliliğin artmasında önemli rol oynamaktadır (Senauer ve Seltzer, 2010).

RFID nesne ve kişiler hakkındaki bilgiyi insansız olarak toplayan ve bilgi sistemlerine aktarılmasını sağlayan otomatik bir tanımlama teknolojisidir. Farklı otomatik tanımlama sistemleri arasında akıllı kartlar, barkodlar, optik karakter tanıma, karekod, biyometrik tanımlama ve manyetik şeritler bulunmaktadır (Feng, 2011). Barkod ve RFID teknolojisi kıyaslandığında RFID teknolojisinin birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Ürünlerin görüş mesafesinde olma zorunluluğu olmadan yüzlerce ürün çok kısa sürelerde tanımlanmaktadır. Sağladığı bu özellik sayesinde tedarik zinciri içinde yer alan yüzlerce ürün kolayca takip edilebilir izlenmektedir (Tu vd., 2018).

3.4.7 El Terminalleri

El terminalleri, diğer bir deyişle el bilgisayarı olarak adlandırılmaktadır. El terminalleri manuel girilen verileri veya barkod aracılığı ile girilen verileri yorumlamak, depolamak ve işlemek için kullanılmaktadır (Ekinci, 2023). El terminalleri, daha çok endüstriyel veya ticari ortamlarda kullanılan bir tür taşınabilir bilgisayar ya da cihazlardır. El terminalleri, farklı sektörlerde kullanılan ve çok yönlü cihazlardır. Depolama, lojistik, dağıtım, üretim, perakende ve sağlık gibi sektörlerde kullanılır. İşletmelerin iş süreçlerini optimize etmelerinde ve verimliliklerini arttırmada önemli bir rol oynar (Kobikod, 2020). Şekil 3.8’de örnek bir el terminali görseli sunulmuştur (Ekinci, 2023);



Şekil 3.1: El Terminali (Ekinci, 2023)

Veri toplama ve işleme: El terminalleri dokunmatik ekran, RFID ve barkod okuyucular ile donatılmaktadır. Bu sayede ürün ve envanerin tanımlanması mümkündür.

Veri iletişimi: El terminalleri wifi veya mobil bağlantılar ile depo çalışanlarının gerçek zamanlı olarak veriye ulaşabilmelerini sağlar.

Depo yönetimi ve lojistik uygulamaları: Depo personellerinin sipariş toplama, sevkiyat yönetimi, stok takibi veya depo yönetimi gibi lojistik uygulamaları yerine getirmelerinde kullanılmaktadır.

Üretim ve endüstriyel uygulamalar: Üretim işletmelerinde iş süreçlerini izlemek, malzeme tüketmek ve iş emirlerini yönetmek için kullanılmaktadır.

Dayanıklılık ve güvenilirlik: Genellikle sahada kullanıldığı için güneş ışığına, suya, toza ve darbelere dayanıklı bir yapıya sahip olmaları gerekmektedir.

Pil ömrü: El terminalleri pille çalışan mobil cihazlardır. Bu sebeple uzun pil ömrü depo çalışanlarının kesintisiz çalışması açısından önemlidir.

3.4.8 Barkod ve Karekod (QR) Teknolojileri

Karekod ve barkod teknolojileri, nesnelerin, ürünlerin veya mamullerin tanımlanması için kullanılan oldukça yaygın bir tanımlama teknolojisidir. Her iki çeşit tanımlama sistemi de benzersiz bir yapıdaki bilgiyi temsil eder ve çok çeşitli sanayilerde kullanılan tanımlama sistemidir. Ancak aralarında bazı farklar vardır.

Barkod:

- Barkod teknolojisi dikey çizgi ve boşluklardan oluşmaktadır.
- Barkod okuyucular optik sensörler ile bu çizgileri okur ve alfanümerik kod olarak çözümler.
- Barkodlar genel olarak EAN ve UPC formatlarında kullanılır. EAN dünya genelinde perakende ürünlerinin tanımlamasında kullanılan bir barkod formatıdır.
- Genellikle depo yönetiminde, lojistik faaliyetlerde ve perakende noktalarında kullanılır.
- Düşük maliyetli ve basit okuma cihazları tarafından okunabilir.

Şekil 3.9’da örnek barkod görseli sunulmuştur (Tiigimägi, 2023);



Şekil 3.1: Örnek Barkod Görüntüsü (Tiigimägi, 2023)

Karekod:

- Kare veya dikdörtgen bir alan içinde beyaz arka planda siyah karelerden oluşmaktadır.
- En popüler karekod QR (Quick response) formatıdır. Daha hızlı ve daha fazla veri depolayabilir.
- Web siteleri, iletişim bilgileri, bağlantılar ve metin türlerini temsil edebilir.
- Karekodlar akıllı telefonlar ile kolayca taranabilmektedir.
- Karekodlar reklam, kimlik doğrulama, pazarlama ve mobil ödeme gibi alanlarda kullanılabilir.

Şekil 3.10’da örnek QR kod (kare kod) görseli sunulmuştur (Türkoğlu, 2017);



Şekil 3.2: Örnek QR kod (kare kod) görüntüsü (Türkoğlu, 2017)

Karekod ve barkod sistemleri, envanter yönetimini etkin hale getirmek, otomatik veri girişi yapmak, ürün takibini kolaylaştırmak ve nihai tüketiciye daha detaylı bilgi sağlamak için kullanılmaktadır. Her iki sistemin temel amacı iş süreçlerini daha verimli hale getirmektir. Ancak karekod teknolojisi daha hızlı ve daha fazla veri saklama kapasitesiyle barkod teknolojisine göre daha işlevseldir (Tiigimägi, 2023).

3.5. Türkiye’de Lojistik 4.0 ve Akıllı Depo Sistemleri Uygulamaları

Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri uygulamaları son yıllarda Türkiye’de her geçen gün artış gösteren bir trend söz konusu olmuştur. Türkiye coğrafi konumu gereği lojistik sektöründe özel ve ayrıcalıklı bir yerededir. Bu sebeple lojistik sektöründe akıllı teknolojilerinin kullanımı ve dijitalleşme giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiye’de son yıllarda endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından öncülük edilen Türkiye’nin sanayi 4.0 yol haritası hazırlama çabalarından biri olan sanayi 4.0, diğer sanayi devrimlerine göre daha kısa sürece entegre olacağını sinyallerini vermektedir (Adıgüzel, 2020). Türkiye’de akıllı depo sistemleri ve lojistik 4.0 uygulamalarına bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

Büyük lojistik firmalarının yatırımları: Türkiye'deki kurumsal lojistik firmaları depo yönetimi ve dağıtım operasyon süreçlerinde akıllı teknolojilerin kullanımını desteklemekte ve bu bağlamda yatırımlar yapmaktadır. Özellikle taşıma sistemleri, depo yönetim sistemleri ve otomatik raflama sistemleri gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Endüstriyel uygulamalar ve üretim tesisleri: Türkiye'de faaliyet gösteren birçok üretim işletmesi akıllı depo sistemlerini ve otomasyon sistemlerini kullanmaktadır. Otomasyon sistemleri ile üretim operasyonları optimize edilirken, akıllı depo sistemleri ile hammadde sürecinden ürünlerin nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen süreçlerdeki operasyonların verimliliği artırılmaktadır.

Lojistik yazılım ve platformlar: Türkiye'de birçok şirket lojistik 4.0 uygulamaları için akıllı yazılımlar geliştirmektedir. Bu yazılımlara verilecek örneklerden öne çıkanı Logo yazılım şirkettir. Logo yazılım şirketi ERP üzerine oldukça başarılı konulara imza atmıştır. Bu platformlar; müşteri ilişkileri yönetimi, insan kaynakları yönetimi, envanter yönetimi, dağıtım operasyonları yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda dijitalleşme ile verimliliği arttırmayı amaçlar.

Akıllı taşımacılık ve filo yönetimi: Türkiye'de faaliyet gösteren lojistik firmaları filo yönetimi ve akıllı taşımacılık sistemlerini kullanarak operasyonlarını optimize etmektedirler. Bu bağlamda GPS izleme ve filo yönetim sistemleri taşıma araçlarının konumlarını izlemek ve rotalama yaparak daha hızlı teslimat yapmak için kullanılmaktadır.

Kamu kurumlarının destekleri: Türkiye'de lojistik sektörünün gelişmesi amacıyla birçok kamu kuruluşu çeşitli teşvik ve destekler sunulmaktadır. Akıllı depo ve lojistik sistemlerinin benimsenmesi amacıyla çeşitli proje destekleri sağlanmaktadır.

E-ticaret ve perakende sektöründe uygulamalar: Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri uygulamaları, e-ticaret ve perakende sektörü tarafından benimsenmekte ve hali hazırda uygulanmaktadır. Hızlı teslimat çözümleri, otonom sipariş toplama sistemleri ve akıllı depo yönetimi gibi teknolojiler aktif olarak kullanılmaktadır.

Türkiye’de akıllı depo sistemleri ve lojistik 4.0 uygulamaları, hizmet kalitesine, verimliliği ve sektördeki rekabet gücünü arttırmak amacıyla hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Bu alanlardaki yatırımlar sayesinde Türkiye’nin lojistik sektöründeki dijitalleşme süreci hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Bu teknolojilerin benimsenmesi ve uygulanması Türkiye’nin lojistik sektöründeki rekabet gücünü artırır ve ekonomik büyümesine katkı sağlar.

2016 yılında Dünya Bankası tarafından yayınlanan Türkiye raporunda Avrupa’nın 7. dünyanın ise 17. büyük ekonomisi olan Türkiye’nin gayri safi yurt içi hasılasının (GSYH) 800 milyar doları aşığı ifade edilmektedir. G20 ve OECD (Türkiye Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü) üyesi olup RKY (Resmi Kalkınma Yardımları) giderek önem kazanmaya başlamıştır (URL-3, 2017). Aynı rapor incelendiğinde tüm dünyada nitelikli insan gücüne ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. Yeni teknolojilerle çalışmayı öğrenen iş gücüne ihtiyaç artacak ve geleneksel yöntemlerle yapılan lojistik faaliyetler yerini akıllı lojistiğe bırakacak. Akıllı araçlar (akıllı palet, otonom forklift, akıllı robotlar) kullanılarak gaz salınımı engellenmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte yaygınlaşan sürdürülebilir ve güvenli ulaşım sistemleri karayolu taşımacılığı sektöründeki bilimsel çalışmalarda geliştirilen teknolojiler genellikle akıllı ulaşım sistemleri (AUS) kullanılması önerilmiştir (Adıgüzel, 2020).

4.BÖLÜM

Çalışmanın bu bölümünde; bu alanda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar, çalışmanın amacı, önemi, yöntemi, kapsamı ve kısıtları açıklanmıştır.

LOJİSTİK 4.0 VE AKILLI DEPO SİSTEMLERİNE YÖNELİK ÇALIŞANLARIN BAKIŞ AÇISI: ENERJİ SEKTÖRÜNDE BİR FİRMA

Çalışmada enerji sektöründe çalışan bir firmanın çalışanlarının mülakat görüşmeleri ile elde edilen verilerin toplanma süreci, toplanan verilerin analiz süreci hakkında bilgiler verilmiş ve yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.1. Bu Alanda Yapılan Çalışmalar

Tez konusu ile ilgili yapılan çalışmalar, ulusal ve uluslararası çalışmalar olarak ayrı başlıklar altında verilmiştir.

4.1.1 Ulusal Çalışmalar

Güngör (2024)'ün yaptığı “Lojistik İşletmelerinin Lojistik 4.0 Algılarının İncelenmesi: Akdeniz Bölgesi Örneği” adlı çalışmada, sektörde Lojistik 4.0'ın etkisiyle uygulanan teknolojilerin ve sektörün bu kavrama bakış açısının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada, Lojistik 4.0 ile teknolojik, ekonomik anlamda üstünlük ve rekabet avantajı sağlanmasının yanı sıra lojistik sektörünün Lojistik 4.0 teknoloji yatırımlarına yöneldiği tespit edilmiştir. Ayrıca yine çalışmada sektörel anlamda taşınan yük çeşidine göre Lojistik 4.0 algısının farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Güngör, 2024).

Dölek (2023)'in yaptığı “Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Uygulamalarının Lojistik Süreçlere Etkisi” adlı çalışmada, tedarik zinciri uygulamalarının sürdürülebilirliğinin tespiti ve Endüstri 4.0 uygulamalarının lojistik süreçlere olan etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada; “Endüstri 4.0'ın Sosyal Sürdürülebilirliği” pozitif yönde olmak üzere %52,6,

“Çevresel Sürdürülebilirliği” pozitif yönde olmak üzere %73,7, “Ekonomik Sürdürülebilirliği” pozitif yönde olmak üzere %75,6 olarak tespit edilmiştir (Dölek, 2023).

Ata (2023)’nın yaptığı “Türkiye’de Lojistik 4.0’ın İstihdama Olan Etkisi Üzerine Nitel Bir Araştırma” adlı çalışmada, işletme birimlerindeki çalışan sayılarının, çalışanlara verilen eğitimlerin ve istihdam dönüşümü sırasındaki nitelik çeşitliliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmada; geleneseli lojistik uygulamaları ile çalışan işletmelerde istihdamın olumsuz etkilenebileceği, ancak teknoloji bağlantılı, inovatif ve otomasyon sistemleri ile karar veren işletmelerde istihdam açısından olumlu etkiler bırakabileceği düşüncesi tespit edilmiştir (Ata, 2023).

Şahin (2023)’in yaptığı “Analysis Of The Logistics 4.0 Effects on Supply Chain Resilience Via System Dynamics Approach” adlı çalışmada, Lojistik 4.0 kavramının içinde barındırdığı teknoloji bileşenlerinin tespit edilmesi, tedarik zinciri sağlamlığının üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi ve elementlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır (Şahin, 2023).

Kanduza (2023)’nın yaptığı “Lojistik 4.0 Uygulamalarını Etkileyen Fırsatların ve Zorlukların Sürdürülebilirlik Bağlamında Belirlenmesi: Ankara Lojistik Üssü’nde Bir Araştırma” adlı çalışmada; işletme faaliyet alanları, işletme büyüklükleri ve teknoloji kullanım yeterlilikleri ölçüt alınarak Lojistik 4.0 uygulamalarının sağladığı fırsat ve zorluklarının sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada işletmelerin Lojistik 4.0’a bakış açılarını; teknoloji kullanım oranlarının, işletme büyüklüğünün, çalışan sayısının ve faaliyet alanlarının etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca Lojistik 4.0 uygulamalarının sunduğu fırsat ve zorlukların Lojistik 4.0 teknolojilerinin uygulanmasını negatif yönde etkileyen güçler olduğu tespit edilmiştir (Kanduza, 2023).

Genç ve Tunalı (2022)’nin yaptığı “Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 Kapsamında Akıllı Depo Sistemleri” adlı çalışmada, Endüstri 4.0’ın lojistik sektörünün gelişimini nasıl etkilediği, akıllı depo sistemlerinin bileşenleri ve kullanım avantajları incelenmiştir. Çalışmada, endüstri tarihinin gelişim sürecinin detaylı incelenmesi, bu bağlamda Endüstri 4.0 teknolojilerinin lojistik sektörüne etkileri, akıllı depo sistemleri bileşenleri ve depolarda sağladığı avantajları ve dezavantajlarının ortaya konulması

amaçlanmıştır. Bu çalışmada, akıllı depo sistemlerinin lojistik sektöründeki önemi vurgulanmıştır (Genç ve Tunalı, 2022).

Atlı (2022)'nin yaptığı “Lojistik 4.0 Konusunun Türkiyede’ki Lojistik Sektöründe Keşifsel Olarak İncelenmesine Yönelik Vaka Çalışması” adlı çalışmada, Türkiye’de Lojistik 4.0 algısının, bu algının hangi aşamada olduğunun, Lojistik 4.0 farkındalık düzeyinin tespiti ve konu hakkında önemli detayların ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada lojistik sektörde hizmet veren işletmelerin konu hakkında bilinçlenmeye başladığı, bu bağlamda teknolojiye uyum sağlamak adına çalışmalar yapıldığı, konu hakkında Ar-Ge merkezleri kurulduğu ve teknolojiye adapte olabilmek için eğitimlerin önemli olduğu tespit edilmiştir (Atlı, 2022).

Demiral (2021)'in yaptığı “Endüstri 4.0’ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0” adlı çalışmada, Endüstri 4.0’ın lojistik sistemlerini nasıl etkilediğini ve Lojistik 4.0’ın tarihsel gelişiminden etkilerine kadar birçok yönü ele almıştır. Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 uygulamalarından etkilenen Lojistik 4.0’ın önemine dikkat çekmek ve tarihsel gelişim süreçleriyle birlikte detaylı bir çalışma yapmak olarak belirtilmiştir (Demiral, 2021).

Karagöz (2020)'nin yaptığı “Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı” adlı çalışmada, Türkiye’de lojistik hizmet sunan işletmelerin lojistik 4.0’a bakış açılarını ve uygulama düzeyleri incelenmiştir. Çalışmada lojistik sektörde hizmet sunan 10 farklı işletmeye derinlemesine mülakat tekniğinden faydalanarak Lojistik 4.0 kavramı ve uygulamaları sorulmuş ve bu kapsamda işletmelerin nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca, sektörün Lojistik 4.0 uygulamalarına ilişkin bir SWOT analizi yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre Lojistik 4.0 kavramı ve uygulamaları ülkemizde her geçen gün önem kazanmaya başlamıştır (Karagöz, 2020).

Yılmaz ve Duman (2019)'in yaptığı “Lojistik 4.0 Kavramına Genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişimi” adlı çalışmada, lojistik sektöründeki Endüstri 4.0 etkileri ele alınmıştır. Lojistik 4.0’ın endüstriyel süreçlerin dijitalleşmesiyle ilgili bir kavram olduğu ve lojistik sektörde önemli bir potansiyele sahip olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada, kavramsal çerçevede Lojistik 4.0’ın dünden bugüne gelişim süreçlerinin incelenmesini, güncel durumunun

ana hatları ile mercek altına alınmasını ve Lojistik 4.0'ın keşfedilmemiş yönlerine ışık tutması amaçlanmıştır (Yılmaz ve Duman, 2019).

4.1.2 Uluslararası Çalışmalar

Fernando vd. (2023)'nin yaptığı "A Smart Warehouse Framework, Architecture And System Aspects Under Industry 4.0: A Bibliometric Networks Visualisation And Analysis" adlı çalışmada; Endüstri 4.0 kapsamında akıllı depo bileşenleri, depoların düşük performanslarının nedenleri, mimari ve sistem yönleri açısından akıllı depo tasarlanması bağlamında akıllı depo sistemlerinin ve tasarımının daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır. Çalışmada, yanlış envanter yönetiminin ve tedarikçiler ile işletmeler arasında iletişim sorunlarının depo performansını düşürdüğü tespit edilmiştir (Fernando vd., 2023).

Tiwari (2023)'nin yaptığı "Smart Warehouse: A Bibliometric Analysis And Future Research Direction" adlı çalışmada, Bibliyometrik R yazılımı ve Vos görüntüleyici yazılımı kullanılarak, akıllı depoların kapsamlı bir şekilde anlaşılması amaçlanmıştır. Çalışmada, akıllı depo sistemlerinin hem akademisyenler tarafından hemde endüstri işletmeleri tarafından ilgi odağı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yine çalışmada, 2018'den bu yana yapılan literatür incelemelerinde artan bu ilişkinin açıkça görüldüğü belirtilmiştir (Tiwari, 2023).

Zuchowski (2022)'nin yaptığı "The Smart Warehouse Trend: Actual Level Of Technology Availability" adlı çalışmada, akıllı depo sistemlerinin günümüzde ve gelecekte işletmelerde uygulanmasının ne kadar mümkün olduğunun sorusunun cevabını bulmayı amaçlamıştır. Çalışmada, tedarik zinciri taraflarının iş birliği sağlayamamasından ve yatırım maliyetlerinin yüksek olmasının akıllı depo sistemlerinin uygulanabilirliğine engel teşkil ettiği belirtilmiştir. Akıllı depoların teknolojik olarak ulaşılabilir olduğu ancak gerçek anlamda uygulanabilir olması için evrensellik, standartlaşma ve güven gerekliliği belirtilmiştir (Zuchowski, 2022).

Sahara ve Aamer (2021)'in yaptığı "Real Time Data Integration of An Internet Of Things Based Smart Warehouse: A Case Study" adlı çalışmada, IOT alt yapılı depoda gerçek zamanlı veri entegrasyonunun kritik parçalarını belirlenmesini amaçlamıştır. Yapılan deney sonuçlarına

göre, IoT tabanlı depolarda çeşitli konumlardan toplanan verilerin gerçek zamanlı olarak birleştirilmesinin kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada, IoT tabanlı depolardaki gerçek zamanlı veri entegrasyon süreçlerinin iletim, yapılandırma ve veri tabanı olmak üzere üç ana bileşene ayrıldığı ortaya koyulmuştur (Sahara ve Aamer, 2021).

Mohanraj vd. (2019)'nin yaptığı "Smart Warehouse Monitoring Using Iot" adlı çalışmada, IOT (nesnelerin interneti) tabanlı bir akıllı depo izleme sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yapılan uygulama sonuçlarına göre, sistemin daha akıllı ve yenilikçi olarak son kullanıcı yönetimine imkan sağlayacağı belirtilmiştir. Ayrıca yine bu çalışmada, sensörden gelen verilerin depo yetkililerine eş zamanlı olarak SMS ile bildirilerek düzeltici eylemler yapılabildiği ve bulut bilişim desteği ile gerçek zamanlı olarak depoların izlenilmesine imkan vereceğinden bahsedilmiştir (Mohanraj vd., 2019).

Kamalı (2019)'nin yaptığı "Smart Warehouse vs. Traditional Warehouse – Review" adlı çalışmada, yeni teknolojilerin depo operasyon ve süreçlerine nasıl katkı sağlayacağı, depo otomasyonları ile minimum maliyete nasıl ulaşabileceği ve yeni teknolojileri dikkate almadan geleneksel depo operasyonlarına nasıl katkı sağlayacağı konularını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, Bahreyn'ide dahil ederek hala gelişmekte olan tüm ülkelerin geleneksel depo sistemlerinin kullanıldığı ve depolama işlevinin işletmeler tarafından katma değer olarak görülmediğinden bahsedilmiştir. Ayrıca işletmelerin akıllı depo sistemleri uygulamalarının önündeki en büyük engeller olarak emek ve kaynak maliyetlerine değinilmiştir (Kamalı, 2019).

Hamdy vd. (2018)'nin yaptığı "Towards a Smart Warehouse Management System" adlı çalışmada, IOT destekli akıllı depo yönetim sistemlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, IOT destekli akıllı depo sistemlerinin depo stoklarının gerçek zamanlı takibine imkan verdiği, hız ve verimliliği arttırdığı belirtilmiştir (Hamdy vd., 2018).

Yerpude ve Singhal (2018)'in yaptığı "Smart Warehouse with Internet of Things Supported Inventory Management System" adlı çalışmada, neneslerin interneti teknolojisi (IOT) ile depolardaki envanter yönetimini birleştirerek akıllı depoya dönüştürme potansiyelini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmada, teknolojinin mevcut durumu, depo operasyonları ve

envanter sistemleri gibi konular analiz edilmiştir. Depoların IOT teknolojisinin depo yönetim sistemlerine uygulanması ile akıllı depoya dönüşebileceği belirtilmiştir (Yerpude ve Singhal, 2018).

4.2. Çalışmanın Amacı

İşletmeler maliyetlerini düşürebilmek, müşteri taleplerine daha hızlı ve net karşılık verebilmek için akıllı sistemlere geçmektedirler. İşletmelerin akıllı sistemlere geçmesi yeni paradigmalara ortaya çıkmasını tetiklemiştir. Devrim olarak adlandırılan bu gelişmelerin kaynağı olarak Endüstri 4.0 kabul edilmektedir. Endüstri 4.0 maliyeti düşük, daha hızlı ve daha verimli sistemlere ulaşmayı amaçlayarak, birçok teknolojiyi bünyesinde barındırmaktadır. Bu çalışmanın literatür taramasında işletme depolarının etkin bir şekilde yönetilmesi, akıllı depo sistemlerinin açıklanması, enerji sektöründen bir firmanın depo yönetiminde kullanmış olduğu ERP sistemleri, el terminali ve barkod uygulamalarının örneklerinin sunulması ile akıllı depo sistemlerinin sağladığı avantaj ve dezavantajlardan bahsedilmiştir.

Günümüzde işletmeler teknolojinin de gelişmesiyle birlikte zorlu rekabet ortamlarında varlıklarını sürdürebilmek için olağan üstü çaba sarf etmektedirler. İşletme depoları, işletmelerin rekabet edebilmelerinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. İşletmeler maliyetlerini düşürebilmek için stok ve depolarını etkin yönetmek zorundadır. Depolara sadece işletmeler için hammadde, yarı mamul ve mamul stoklanma alanı olarak bakılması yanlış bir bakış açısıdır. Günümüzde özellikle e-ticaretin de gelişmesiyle birlikte depolar bir mağaza mantığı ile çalışmaktadır. Birçok e-ticaret işletmesi mağaza açmadan direk depo ve antrepolar aracılığı ile satış ve sevkiyatlarını gerçekleştirmektedir. Bu çalışmanın amacı enerji sektörü çalışanlarının Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik bakış açılarını ortaya koymaktır. Çalışmanın alt amaçları Lojistik 4.0 teknolojileri ve akıllı depo sistemlerinin avantaj/dezavantajlarının ortaya konulmasıdır. Çalışmanın amacı kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır;

- Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine yönelik bilgi düzeyleri nedir?
- Çalışanların Lojistik 4.0 teknolojilerine yönelik bakış açıları nedir?
- Çalışanların akıllı depo sistemleri hakkında bilgi düzeyleri nedir?

- Çalışanların akıllı depo sistemlerine bakış açıları nedir?
- Akıllı depo sistemlerinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?
- Lojistik 4.0 teknolojilerinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

4.3. Çalışmanın Önemi

Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri lojistik faaliyetler için önem arz etmektedir. Günümüzde lojistik faaliyetler hayatın her alanına sirayet etmiş ve işletmelerin sektörde rekabet edebilmesi için lojistik faaliyetler büyük bir önem kazanmıştır. İşletmeler karlılık oranlarını, müşteri hizmet düzeylerini arttırabilmek için depo maliyetlerini minimuma indirmek ve etkin stok yönetimine sahip olmak zorundadırlar. Bu nedenle işletmelerin Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerini iyi tanımalı ve işletmelerinde kullanmaları gerekmektedir. Türkiye’de de bazı işletmeler akıllı teknolojiler ile müşterilere teslimatlara başlamıştır. Bunlardan en belirgin olanı ise drone ile yapılan teslimatlardır. Bazı işletmeler drone ile teslimat yapmanın yanı sıra drone ile depo sayımları ve sipariş toplama işlemleri yapmaktadır. E-ticaretin yaygınlaşması sebebiyle fiziki mağazalar önemini yitirmeye ve sanal mağazalar önem kazanmaya başlamıştır. Bundan dolayı perakendecilerin tedarik zincirindeki yeri giderek azalmıştır. Depolar eski depo anlayışından çıkarak dağıtım merkezi görevini üstlenmeye başlamıştır. Akıllı depo sistemlerinin kullanılmasıyla müşterinin internet üzerinden vermiş olduğu bir sipariş neredeyse hiçbir insan eli değmeden kendisine ulaşabilmektedir. Akıllı depo sistemleri üzerine yazılmış yerli kaynaklar kısıtlıdır. O yüzden bu çalışma Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri çalışmalarına ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

4.4. Çalışmanın Kapsamı ve Kısıtları

Çalışma, beş ayrı ilde faaliyet gösteren, enerji sektöründe hizmet veren bir şirketin 22 kişilik depo çalışanlarını kapsamaktadır. Ayrıca çalışma, ele alınan şirketin depo yönetiminde kullandığı personel, lojistik teknolojileri ve mülakat soruları ile kısıtlıdır.

4.5. Çalışmanın Yöntemi

Çalışma konusuna ait verilerin sınırlı olması ve mülakata katılan kişi sayısının sınırlı olmasına rağmen derinlemesine incelenmek istenmesi sebebiyle çalışmada nitel araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Yine bu kapsamda çalışmanın amacına uygun olarak derinlemesine mülakat tekniği ve yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. İnsanların sosyal dünyayı nasıl yorumladıklarını, nasıl anladıklarını ve nasıl deneyimlediklerini anlamak için başvurulan yöntem nitel araştırma yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem genel olarak sosyal bilimlerde kullanılmaktadır. Bu yöntem; insan inançlarını, insan davranışlarını, insan deneyim ve algı gibi karmaşık konularını anlamak için kullanılmaktadır. Nitel araştırmalar, kişilerin çalışma konusunu tüm yönleri ile anlayıp, kavrama çabalarını kapsamaktadır (Kıncal, 2013). Çalışma kapsamı doğrultusunda farklı sosyal süreçleri ve grupları deneyimleyen, cevaplar ararken kişileri inceleyen yöntemler nitel araştırma yöntemleri olarak adlandırılmaktadır (Berg ve Lune, 2015). Yarı yapılandırılmış mülakat formu; verilerin kolay çözümlenmesine imkân sağlaması, mülakat sırasında görüşülen kişiye kendini açıklayabilmeye imkan sağlaması ve ayrıntılı bir biçimde bilgiye ulaşılmasına imkan vermesi gibi avantajlara sahiptir (Büyüköztürk vd., 2020).

4.6. Verilerin Toplanması

Çalışma kapsamında veriler toplanmaya başlanmadan önce Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulundan 25.11.2022 tarih ve 2022-SBB-0530 protokol numaralı karar ile etik kurul izni alınmıştır. Alınan etik kurul izni Ek 3'te sunulmuştur. Çalışmada, enerji sektöründe çalışanların Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik bakış açılarını anlamak amacıyla mülakat soruları hazırlanmış ve ilgili şirketten 17.11.2022 tarihinde izin dilekçesi alınmıştır. Alınan izin dilekçesi, şirket gizliliği gerekçesiyle sansürlenerek Ek 4'te sunulmuştur. Araştırmada kullanılacak mülakat soruları, derinlemesine mülakat tekniği ve yarı yapılandırılmış mülakat formuna uygun olarak araştırmacı tarafından literatür kapsamında hazırlanmıştır. 2023 Ocak ve Haziran ayları arasında ilgili şirketin stok kontrol biriminde çalışan depo personellerinden 22 kişi ile gönüllülük esasına dayalı, araştırmacı tarafından tam sayım olacak şekilde yüz yüze mülakat görüşmeleri yapılmıştır. Her bir katılımcı ile yapılan mülakat

yaklaşık 1 saat civarında sürmüştür. Mülakat görüşmeleri katılımcı onayı ile kayıt altına alınmıştır. Sonrasında toplanan veriler analiz edilerek döküman haline getirilmiştir.

4.7. Verilerin Analizi

Çalışmaya yönelik veriler toplandıktan sonra verilerin çözümlenerek yorumlanması aşamasına geçilmiş, verilerin demografik dağılımı tablo ve grafik yardımı ile sunulmuştur. Nitel araştırmalarda nicel araştırmalara göre veri analizlerinde kanıtlama, ölçme ve evrene genelleme yapılamaz. Asıl olan içeriği yorumlama, analitik genelleme ve bağlamı anlamadır (Günbayı, 2019). Nitel veriler dört aşamalı olacak şekilde analiz edilmektedir. Bu aşamaları temaların kararlaştırılması, erişilen verilerin kodlanması, kod ve temalarda düzenlenmesi, bulguların tanımlanarak yorumlanması olarak sıralayabiliriz (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel veriler; içerik analizi, betimsel analiz, tema analizi ve analitik genelleme olarak dört aşamalı analiz edilebilir (Günbayı, 2019). Bu çalışmadaki nitel verilerin çözümlenmesinde betimsel analiz aşamasından faydalanılmıştır. Nitel araştırma yönteminin gizlilik ilkesine bağlı kalınarak çalışmaya katılan hiç bir katılımcının gerçek ismi kullanılmamış ve katılımcılar K1, K2, K3.... K22 olarak kodlanmıştır. Veriler çözümlenerek metin formatına dönüştürülmüş, çözümlenen metinler Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerine yönelik çalışanların bakış açısı bağlamındaki bulgular olarak gruplandırılmış ve sunulmuştur.

4.8. Mülakat Cevapları ve Çalışanların Bakış Açısına Ait Bulgular

Çalışma kapsamında elde edilen veriler derlenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre birtakım bulgulara ulaşılmıştır. Çalışmaya katılan enerji sektöründeki depo çalışanları “(K1) Katılımcı 1, (K2) Katılımcı 2, (K3) Katılımcı 4... (K22) Katılımcı 22” şeklinde kodlanmış ve gerekli analizler yapılmıştır.

4.8.1 Katılımcıların Demografik Dağılımlarına İlişkin Bulgular

Katılımcılar enerji sektöründe ve ikisi büyük şehir olmak üzere beş ilde faaliyet gösteren bir şirketin malzeme depolarında çalışmaktadır. Çalışmaya katılanlara ait genel bilgiler tablo 4.1’de sunulmuştur;

Tablo 4.1: Katılımcıların Demografik Dağılımlarına İlişkin Bulgular

Katılımcılar	Cinsiyet	Yaş	Medeni Durum	Eğitim Durumu	Lojistik Sektöründe Çalışma Süresi (Yıl)	Mevcut İşletmede Çalışma Süresi (Yıl)
K1	Kadın	29	Bekar	Yüksek Lisans	4	4
K2	Erkek	34	Evli	Lisans	3	2
K3	Erkek	34	Bekar	Ön lisans	12	12
K4	Erkek	36	Evli	Lise	7	7
K5	Erkek	39	Evli	Lise	7	3
K6	Erkek	29	Evli	Lisans	7	7
K7	Erkek	28	Bekar	Lise	3	1
K8	Erkek	34	Evli	Yüksek Lisans	8	2
K9	Erkek	46	Evli	Lisans	11	5
K10	Erkek	53	Evli	Ön lisans	6	6
K11	Erkek	42	Evli	Lisans	6	5
K12	Erkek	29	Bekar	Lisans	3	1
K13	Erkek	49	Evli	Ortaokul	12	3
K14	Erkek	62	Evli	İlkokul	22	22
K15	Erkek	40	Evli	Ön lisans	1	1
K16	Erkek	43	Evli	Lisans	8	5
K17	Erkek	59	Evli	Ön lisans	23	5
K18	Erkek	42	Evli	Lise	1	1
K19	Erkek	35	Evli	Ön lisans	10	5
K20	Erkek	48	Evli	Lise	6	6
K21	Erkek	40	Evli	Lisans	14	6
K22	Erkek	44	Evli	Lise	8	8

Çalışmaya katılanların 1’i kadın, 21’i erkek, 18’i evli ve 4’ü bekârdır. Çalışanların yaş ortalaması 40, lojistik sektöründe çalışma sürelerinin ortalaması 8, mevcut iş yerindeki çalışma süreleri ise 5 yıldır. Çalışanların eğitim durumuna bakıldığında ise yüksek lisans mezunu 2, lisans mezunu 7, ön lisans mezunu 5, lise mezunu 6, ortaokul mezunu 1, ilkokul mezunu 1 personel olduğu görülmektedir (Tablo 4.1).

4.8.2 Katılımcıların Akıllı Lojistik Teknolojileri (Lojistik 4.0) Hakkında Bilgi Düzeyleri ve Teknolojilere Yönelik Görüşlerine Ait Bulgular

Katılımcılara akıllı lojistik teknolojileri (Lojistik 4.0) hakkında bilgi düzeyleri ve teknolojilerine yönelik görüşleri hakkında soru sorulmuştur. Katılımcılar genel olarak akıllı lojistik teknolojileri hakkında otonom araçlar, dronelar, sürücüsüz forkliftler, robotlar, nesnelerin interneti ve yapay zeka hakkında bilgiye sahip olduklarını beyan etmişlerdir. Akıllı lojistik sistemlerinin avantajları arasında genel olarak; depolarda insan kaynaklı hataların azalacağı, insan kaynaklı iş kazalarının azalacağı, personel maliyetlerinin minimum seviyeye ineceği, herhangi bir olumsuzluk karşısında daha gerçekçi ve anlık aksiyon alınabileceği gibi konular gösterilmiştir. Dezavantajları arasında ise genel olarak; ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, herhangi bir olumsuzluk karşısında BT desteğinin yetersiz olabileceği, kalifiye personel temininde sorunlar yaşanabileceği, sürekli gelişen bir teknoloji olması sebebiyle yatırım maliyetlerinin yüksek olması, çalışanların teknolojiye adaptasyon sorunları yaşaması ve mekanik arıza maliyetlerinin yüksek olması gibi konular gösterilmiştir. Katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda katılımcılar aşağıdaki cevapları vermiştir.

K2 “Lojistik 4.0; drone ile sevkiyat, otonom araçlar, sürücüsüz sevkiyat araçları, otonom forkliftler gibi makineler ile iş geliştirme olarak düşünülebilir. Akıllı lojistik işlemleri personel maliyetleri açısından avantajlı olmasına rağmen yazılımsal herhangi bir hata durumunda tehlikeli sonuçlar çıkarabilecektir. Otonom araçlar kullanılmasından dolayı insan maliyetleri düşmekte, insan kaynaklı hatalar minimuma inmekte ve insansız araçlar olması nedeniyle iş kazaları minimuma inmektedir. Bu saydığımız avantajların yanı sıra yeni gelişen teknoloji olması sebebiyle makine maliyetlerinin yüksek olması ve akıllı lojistik sistemleri için kalifiye personel temininin zor olması gibi dezavantajları mevcuttur.” şeklinde fikrini beyan etmiştir.

K8 “Endüstri 4.0 ile gündeme gelen yenilikçi teknolojiler ve çözümler bir çok sektöre etki ettiği gibi lojistik sektörüne de etki etmiştir. Endüstri 4.0 kavramı zorluklarla doğmuş ve internet ağı sayesinde makinelerin birbirleri ile iletişim kurması sonucunda lojistik hizmetleri daha etkin ve verimli hale gelmiştir. Bu gelişme sayesinde tedarik ve lojistik sektöründe insan gücü yerine akıllı araçlar ve robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle lojistik sektörü dijitalleşerek akıllı lojistik kavramı ortaya çıkmıştır. Doğru ürünü, doğru zamanda, doğru kaynak ve doğru

yöntemlerle sevk etme gibi avantajları mevcuttur. Fakat bu avantajların yanı sıra akıllı lojistik ilk yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması, lojistik çalışanlarının bu teknolojiye alışma süreci ve mekanik arızaların giderilmesi maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları mevcuttur.” şeklinde cevap vermiştir. K9 “Onlarca, yüzlerce lojistik sevkiyat aracının teknolojik cihazlarla kontrolüne, takibine ve tek bir noktadan idaresine imkan sağlar. Lojistik filo yönetim modülü ile araçların sefer takipleri, maliyet hesaplamalarının kontrolü, araçlara ilişkin plaka, şahsi numarası, marka ve model gibi ayrıntılı teknik bilgilerin sistem üzerinden takibine ve otomatik denetimine imkan sağlar. Bu sayede araçlara ait sigorta, trafik muayenesi ve takograf gibi evrakların süresinin geçmeden yenilenmesine ve takibine imkan sağlayan sistemlerdir. Bu avantajlarının yanı sıra sistem üzerinden takip edilen araçlar için gelişen teknoloji ile beraber sürekli yeni modüller çıkması ve bu teknolojilerin maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları söylenebilir.” şeklinde açıklamalar yapmıştır.

K1 “Lojistik 4.0 kullanan bir şirkette yaptığım staj esnasında bu teknoloji ile karşılaştım. Staj yaptığım şirket Türkiye’nin önde gelen firmalarının depolama ve online alışverişteki lojistik ihtiyaçlarını karşılamaktaydı. Akıllı lojistik sistemlerinin bir çok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Akıllı lojistik sistemlerinin avantajlarını; insan hatalarını minimize etmektedir, iş kazalarını önlemektedir ve çalışan maliyetlerini düşürmektedir şeklinde sıralayabiliriz. Dezavantajları ise sürekli gelişen bir teknoloji olması sebebiyle yakın takip gerektirmesi ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması söylenebilir.” şeklinde soruyu yanıtlamıştır. K3 “Endüstri 4.0 atılımı ile birlikte lojistik sektöründe yaşanan dijitalleşme Lojistik 4.0 olarak değerlendirilmektedir. Lojistik sektörü geçmiş yıllarda insan gücüne dayalı bir sistem anlayışı ile yönetilmekteydi. Bu nedenle lojistik süreçlerin daha dikkatli kontrol edilmesine ve buna bağlı olarak süreçlerin uzamasına neden oluyordu. Lojistik sektöründe yeni devrimle birlikte fiziksel yöntemlere ek olarak dijitalleşme ile sektörün her alanında iyileşmeler sağlanmaktadır. Akıllı lojistik sistemler; çalışma ortamında bir çok kolaylık sağlarken, kurulum maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları vardır.” şeklinde açıklama yapmıştır. Katılımcılardan K14 ve K15 akıllı lojistik sistemleri üzerine çok fazla bilgi sahibi olmadıklarını ancak mevcut işletmede kullandıkları el terminali ve bardkolama sistemlerinin akıllı lojistik sistemleri arasında gösterilebileceğini ifade etmiştir. K11 “Lojistik 4.0 kapsamında çok fazla bilgi sahibi değilim ancak mevcut işletmede kullandığımız ERP ve barkod sistemleri bu kapsamda

değerlendirilebilir. Mevcut işletmede kullandığımız SAP programının EWM modülü sayesinde el terminali ile malzeme barkodları okutulurken, malzeme giriş çıkış işlemleri, malzeme adres bilgilerinin sorgusu, malzeme stok bilgilerinin sorgusu, ara sayım ve yıl sonu sayımları yapılabilmektedir. Bu teknolojiler, günlük rutin işlemlerin basit ve hızlı bir şekilde yapılmasına olanak vermektedir. Ancak herhangi bir olumsuzluk durumunda anlık destek verilememesi gibi dezavantajları mevcuttur.” şeklinde açıklama yapmıştır.

4.8.3 Katılımcıların Akıllı depo Sistemlerine Yönelik Bilgi Düzeyleri ve Görüşlerine Ait Bulgular

Katılımcılara akıllı depo sistemlerine yönelik bilgi düzeyleri ve görüşleri hakkında soru sorulmuştur. Katılımcılar akıllı depo sistemleri hakkında bilgiler vermiş ve genel olarak ERP sistemleri, el terminali, barkod teknolojisi gibi akıllı depo sistemlerinden bahsetmiştir. Akıllı depo sistemleri kullanımı ile insan hatalarının minimuma ineceği, etkin stok yönetimi sağlanacağı, doğru zamanda doğru malzemenin sevk edileceği, akıllı raf teknolojileri ile depolarda alan tasarrufu sağlanacağı, yine bu teknoloji ile malzemelere erişim kolaylığı sağlanacağı gibi konulardan bahsedilmiştir. Katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda katılımcılar aşağıdaki cevapları vermiştir.

K6 “Gelişen teknoloji çağında akıllı depo sistemleri insan gücünden tasarruf edip, depolardaki depolama ve sevkiyat işlemlerini insansız makineler ve yazılımlar ile yapmayı amaçlamaktadır. Bu sayede insan odaklı hataların minimize edilmesi amaçlanmaktadır.” olarak fikrini beyan etmiştir. K7 “Akıllı depo sistemlerini büyük ve teknoloji odaklı firmalar kullanmaktadır. Bu şirketler akıllı depo sistemleri ile ürün kalemlerinin çok olması nedeniyle etkin stok yönetimini, iş kaza oranlarını düşürmeyi, operasyon süreçlerini minimize etmeyi ve doğru süreç yönetimini hedeflemektedir.” şeklinde, K12 “Bir önceki işyerimde akıllı depo sistemi olarak SAP ve elektroweb programlarını kullanmıştım. Bu programlar ile ürünlerin sisteme girişleri yapılıp, adresleme, transfer işlemi ve barkodlama gibi işlemler hızlı bir şekilde yapılmaktaydı.” şeklinde açıklama yapmıştır. K13 “Akıllı depo sistemlerinin işletmelere olumlu katkılar sağladığını düşünmekteyim. Mevcut işletmemde başlangıç seviyesinde de olsa akıllı depo sistemlerini kullanmaktayım. Akıllı depo sistemleri teknolojilerinin insan iş yükünü azalttığını ve iş

kazalarını önlediğini düşünmekteyim.” K4 “Akıllı depo sistemleri; günümüz şartlarındaki arz talep dengesini en hızlı, en güvenli ve en az hata ile sağlanması adına geliştirilen yazılımsal ve fiziksel teknolojilerdir. Akıllı depo sistemlerinin bir ürünün doğru istiflenmesi, doğru zamanda doğru malzemenin sevk edilmesi için büyük önem arz ettiğini düşünmekteyim.” K5 “Günümüz teknolojisinde akıllı depo sistemleri önem arz eden bir konu haline gelmiştir. Büyük işletmeler ve e-ticaret firmaları akıllı depo sistemlerini geliştirerek ve aktif bir şekilde kullanmaktadır. Akıllı depo sistemleri ile insan kaynaklı hatalar minimuma inmekte, etkin stok yönetimi sağlanmakta, insan faktörünün azalması sebebiyle iş kazaları ve insan gücüne ihtiyaç azalmaktadır.” K16 “Tüm dünyada her geçen gün dijitalleşme ve yapay zeka büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle teknolojiye yatırım yapan şirketler akıllı depo sistemlerini aktif bir şekilde kullanmaktadır. Akıllı depo sistemleri (ADS), depo personellerinin iş yükünü azaltmakla birlikte stok doğruluğuna ve etkin stok yönetimine imkan sağlamaktadır. Akıllı raflar ve depolar sayesinde depolarda alan tasarrufu ve malzemeye erişim kolaylığı sağlanmaktadır. Ayrıca akıllı depo sistemleri ile insan gücüne olan ihtiyaç azalmakta ve personel maliyetleri düşmektedir. Fakat bu teknolojilerin yeni olması ve hergün yeni bir teknoloji çıkması nedeniyle yatırım maliyetleri yüksektir.” K1 “Mevcut işletmemizde akıllı depo sistemleri teknolojilerini imkanlar dahilinde takip etmeye çalışıyoruz. Akıllı depo sistemleri ile stok hataları ciddi ölçüde düşmekte, etkin stok yönetimi sağlanmakta, aynı anda şirketin farklı lokasyonlarında bulunan depolarındaki malzemelerini kontrol etme, ofis ortamından ayrılmadan depolarda bulunan malzemelerin marka ve model kontrolünün yapılması gibi ciddi kolaylıklar sağlamaktadır. K3 “Akıllı depo sistemleri, daha hızlı ve verimli depo operasyonlarına imkan vermektedir. İnsan kaynaklı hataları azaltırken aynı zamanda stok düzeylerini optimize etmektedir. Ayrıca nakliye süreçlerini iyileştirir ve depo yönetiminde kolaylık sağlamaktadır.” K11 “Mevcut işletmemizde kullandığımız SAP EWM modülünü akıllı depo sistemlerine örnek olarak gösterebiliriz. EWM modülü sayesinde malzemelerin adres bilgileri, sisteme giriş tarihi, malzeme üretim tarihi, malzeme seri numarası, marka ve model gibi bilgiler SAP sistemi üzerinde kayıt edilebilmektedir. Bu sistem sayesinde barkod ve el terminalleri vasıtasıyla malzeme giriş çıkış işlemleri yapılmakta ve sistem tarafından yönlendirilerek fifo kuralı uygulanabilmektedir. Depo sahasında kullanıcı yetkisi olan tüm personeller el terminali ile malzeme barkodunu okutmak kaydıyla stok bilgilerine, malzeme giriş çıkış bilgilerine, malzeme adres stok bilgilerine anlık olarak erişebilmektedir.” şeklinde katılımcılar açıklamalar yapmıştır.

4.8.4 Katılımcıların Mevcut İşletmede veya Daha Öncesinde Kullandığı Akıllı Depo Sistemlerine Ait Bulgular

Katılımcılara mevcut işletmede veya daha öncesinde kullandıkları akıllı depo sistemleri var mı? Varsa nelerdir? İlgili uygulamaların kullanımı ile ilgili avantaj ve dezavantajları hakkında sorular sorulmuştur. Katılımcılar mevcut işletmelerinde kullandıkları akıllı depo sistemlerini genel olarak SAP MM, SAP EWM modülleri, barkod sistemleri, el terminalleri olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler sayesinde katılımcılar; insan kaynaklı stok hatalarının azaldığını, iş kazalarının minimize olduğunu, depo saha operasyonlarında el terminali kullanımında daha hızlı aksiyon alabildiklerini, malzeme transfer işlemlerinde FİFO kuralının uygulanabildiğini, yıl sonu ve ara sayımlarda el terminaliyle barkodlar üzerinden yapılan sayımların daha hızlı, daha güvenilir olduğunu aktarmışlardır. Bu avantajların yanı sıra kalifiye personel ihtiyacı, kurulan sistemlerin maliyetlerinin yüksek olması, sürekli gelişen teknoloji olması nedeniyle personel adaptasyon sorunlarının ortaya çıkması gibi dezavantajları mevcuttur. Katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda katılımcılar aşağıdaki cevapları vermiştir.

K14 “Mevcut işletmemizde akıllı depo sistemi olarak SAP EWM modülü, barkod programları ve el terminalleri kullanılmaktadır. Malzeme sevkiyatlarında doğru ürünü göndermemizde, sayım operasyonlarında hızlı ve doğru sayım yapılmasında fayda sağlamaktadır. Fakat gelişen bir teknoloji olması, bilgi birikimi gerektirmesi ve dinamik bir ortam olması nedeniyle personel adaptasyonu gibi dezavantajları vardır.” K3 “Akıllı depo yönetim sistemi olarak ERP programı olan SAP EWM ve MM modülünü kullanılmaktadır. Depo operasyonlarında SAP’den gelen planlamaya istinaden malzemeler el terminali vasıtasıyla okutularak teslim edilmektedir. Bu sayede hızlı ve doğru malzemeler sevk edilmektedir.” K1 “Şirketimizde akıllı depo sistemi olarak SAP sistemi kullanılmaktadır. Depodaki tüm malzemeler barkodlanarak takip edilmekte ve malzeme giriş çıkış işlemleri el terminalleri ile yapılmaktadır. Şirket içi diğer birimler ile entegre olabilmek için tüm şirketin bu sistemleri bilmesi ve teknolojik ürünler olduğu için personellerin bu teknolojiler hakkında eğitimi olması gerekmektedir.” K5 “Mevcut işletmemizde depo yönetiminde ERP olarak SAP MM ve EWM modülleri kullanılmaktadır. Malzemelerin stok girişinden başlayarak tüm hareketleri SAP üzerinden izlenebilmektedir. Yıl

sonu ve ara sayımlar el terminalleri ile yapılmaktadır. SAP EWM modülü üzerinden malzemelerin depoya giriş çıkış tarihleri, malzeme markası, modeli, üretim tarihi, garanti süresi gibi veriler takip edilebilmektedir.” K20 “Şuanda çalışmakta olduğum işletmede SAP MM ve SAP EWM modüllerini kullanmaktayız. EWM modülü sayesinde depoya gelen malzemelerin barkodlanarak giriş çıkış işlemleri yapılmaktadır. Malzemelerin stok girişleri sırasında marka, model, üretim tarihi, garanti süresi, stoğa giriş tarihi ve raf adres bilgileri gibi detayları işleyebilmekteyiz.” K21 “Şirketimizde SAP programını, depo yönetiminde ise MM ve EWM olmak üzere iki modülü de kullanmaktayız. EWM modülü sayesinde malzemelerin marka, model, malzeme giriş tarihi, üretim yılı, malzeme raf adresi bilgisi ve garanti sürelerini takip edebilmekteyiz. Ayrıca EWM modülü sayesinde malzeme transfer işlemlerinde FİFO kuralını uygulayabilmekteyiz. El terminallerinin malzeme toplama aşamasında transfer yapılacak malzemenin adres bilgilerini ekranda göstermesiyle toplama işleminde büyük kolaylık sağlamaktadır. Yıl sonu sayımlarının el terminali ile barkodlar üzerinden yapılması sayım doğruluğu ve veri giriş aşamasında büyük kolaylık sağlamaktadır. SAP programı sayesinde şirketin tüm lokasyonlarındaki kullanıcılar anlık olarak güncel stok miktarlarını görebilmektedir.” şeklinde katılımcılar açıklamalar yapmıştır.

4.8.5 Katılımcıların Mevcut İşletmede Kullanılmasını İstedikleri Akıllı Depo Sistemlerine Ait Bulgular

Katılımcılara mevcut işletmede kullanılmasını istediği akıllı depo sistemleri var mı? Varsa nelerdir? Kullanılmasını isteme sebepleri nelerdir? Şeklinde sorular sorulmuştur. Katılımcılar mevcut işletmelerinde kullanmak istedikleri akıllı depo sistemlerine genel olarak akıllı raf sistemi cevabını vermiştir. Akıllı raf sistemlerinin mevcut işletme açısından deponun daha düzenli, malzeme toplama işlemlerinin daha hızlı, malzemeye erişimin daha kolay, depo sayımlarının daha hızlı olacağı ve daha verimli depolama alanı kullanımı sağlayacağı katılımcılar tarafından düşünülmektedir. Bunun yanı sıra RFID etiketleme, akıllı robotlar ve otonom forklift talebi olan katılımcılarda mevcuttur. Katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda katılımcılar aşağıdaki cevapları vermiştir.

K21 “Mevcut işletmemizde depo alanını daha verimli kullanmak adına akıllı raf sisteminin kullanılabileceğini düşünmekteyim. RFID barkodların kullanılmasıyla malzeme giriş çıkış işlemlerinin daha pratik ve güvenli olacağını düşünmekteyim. Ayrıca depolara robot taşıma sistemleri kurulabilir. Bu robotlar aracılığı ile malzemelerin raf ve adreslere yerleştirilmesi, malzemelerin transfer işlemi için toplanması gibi operasyonlar hızlı ve güvenli bir şekilde yapılabilir.” K4 “Çalışmakta olduğum şirketin akıllı raf sistemini kullanmasını isterdim. Akıllı raf sisteminin kullanımı ile depo operasyonlarının daha hızlı ve güvenli olabileceğini düşünmekteyim. Ayrıca bu sistem ile depolama alanlarının daha verimli kullanılacağını, depo düzeninin daha güzel olacağını ve sayımların daha hızlı olacağını düşünmekteyim.” K1 “Şirketimizde malzeme toplama işlemlerinin robotlar ile yapılması insan kaynaklı hataların ve insan gücüne olan ihtiyacın minimuma düşmesini sağlayacaktır. Mevcut işletmede kullandığımız raf sistemleri sabit raflardır. Bu raflardan akıllı depo raflarına geçilmesiyle depolama alanlarının daha verimli kullanılacağını düşünmekteyim.” K20 “Mevcut işletmemize akıllı raf sistemi kurulabilir. Bu uygulama ile depolama alanlarının daha verimli kullanılması sağlanacaktır.” K17 “Çalıştığım şirkette depo operasyonlarının otonom forkliftler ile yapılması sonucunda malzeme yerleştirme, malzeme toplama ve adres değişiklikleri daha hızlı ve güvenilir olacaktır. Ayrıca bu işlemlerin yapılmasında insan gücü kullanılmaması nedeniyle iş kazaları minimuma inecektir.” K10 “Mevcut işletmemizde ağırlık olarak açık depolama alanları olması nedeniyle akıllı depo sistemlerinin şirketimizde uygulanabilir olduğunu düşünmemekteyim.” K14 “Mevcut işletmede kullanılmasını istediğim herhangi bir akıllı depo sistemi düşüncem yoktur. Hali hazırda kullanılan sistemin yeterli olduğunu düşünmekteyim.” K6 “Akıllı depo sistemlerinin bünyesinde barındırdığı RFID, akıllı raf sistemi ve akıllı robot gibi sistemlerin mevcut işletmemizde kullanılabilir. Bu sayede tüm depo operasyonlarının daha verimli ve güvenli olabileceğini düşünmekteyim.” K9 “Çalışmakta olduğum iş yerinde akıllı raf sistemlerinin faydalı olacağını düşünmekteyim. Özellikle makaraya sarılı olarak depolanan kablo ve iletkenler için özel olarak tasarlanmış raf sistemi sayesinde kablo metrajlarının makineyle ölçülüp, tartı işlemlerinin tartı ile yapılması insan gücüne olan ihtiyacı azaltacaktır. Bu sayede iş gücünün azalması, iş kazalarının minimize edilmesi, personel maliyetlerinin düşmesi ve zaman tasarrufu gibi avantajlar sağlayacaktır. K8 “Akıllı depo sistemlerinden olan robotlar ile insan faktörü minimize edilerek malzeme toplama, adreslere yerleştirme ve malzeme teslim işlemleri yapılabilir. Enerji sektörüne uygun akıllı raf sistemleri ile daha verimli depo

operasyonları yapılabilir.” K19 “Mevcut işletmemizde akıllı raf sistemleri kullanımının depo yönetimi açısından çok faydalı olacağını düşünmekteyim. Mevcut raf sistemleri ile genelde tek katlı depolama yapılabilmektedir. Fakat katlı akıllı raf sistemleri ile aynı taban alanında daha fazla malzeme depolamak mümkündür. Ayrıca akıllı raf sistemleri ile malzemelere ulaşım daha hızlı ve kolay olmaktadır. Katlı akıllı raf sistemleri ile depo düzeni, depo sayımları ve mal toplama işlemleri daha pratik olacaktır.” şeklinde katılımcılar açıklamalar yapmıştır.

4.8.6 Katılımcıların Diğer Hususlar Hakkındaki Görüşlerine Ait Bulgular

Katılımcılara eklemek istedikleri diğer hususlar hakkında soru sorulmuştur. Katılımcıların genel olarak verdiği cevap Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemlerinin tüm şirketler tarafından kullanılması gerektiği ancak yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle Türkiye’de yaygın olarak kullanılmadığı kanısındır. Katılımcılar genel olarak devlet desteği ve teşviki ile Türkiye’deki işletmelerin teknoloji yatırımı yaparak bu sistemlere geçebileceğini düşünmektedir. Katılımcılardan biri akıllı depo sistemlerinin maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle küçük işletmeler için uygun olmadığını beyan etmiştir. Katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış mülakat sonucunda katılımcılar aşağıdaki cevapları vermiştir.

K2 “Akıllı depo sistemleri Türkiye’de yaygın olarak kullanılmamaktadır. Türkiye’de kullanımı yaygınlaştığı zaman farklı şirketler arasında entegre edilerek daha verimli kullanılacağını düşünmekteyim. Ayrıca akıllı depo sistemleri ve blockchain teknolojisinin bir arada çalışarak ülkeler arasındaki şirketlerde bile çok daha verimli çalışacağını düşünmekteyim.” K15 “Başka eklemek istediğim bir husus yoktur.” K8 “Türkiye’de teknoloji yatırımı yüksek olan belli başlı şirketlerin kullandığı Lojistik 4.0 sistemlerinin kullanımının yaygınlaşarak tüm Türkiye’de kullanılmasını ümit ediyorum.” K9 “Şirketlerin yeniliklere açık olmasını, çalışanların işlerini kolaylaştıracak araç gereçlere ve teknolojik teçhizatlara yatırım yapması elzemdir. Şeyh edebali hazretlerinde dediği gibi “İnsanı Yaşatki Devlet Yaşasın!” sözü şirketler içinde geçerlidir. K11 “Eklemek istediğim başka bir husus yoktur.” K7 “Akıllı depo sistemi kullanan firmaların yazılımsal ve mekanik arızaları göz önünde bulundurmalarının önem arz ettiğini düşünmekteyim.” K6 “Türkiye’de akıllı depo sistemlerinin devlet tarafından desteklenip seminerler verilerek daha yaygın hale getirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Böylelikle akıllı

depo sistemleri kullanımını artacak, iş gücü maliyetleri düşecek, iş kazaları azalacak, etkin stok yönetimi sağlanacak ve şirketler depo alanlarını daha verimli kullanacaktır. Bu da dolaylı olarak ülkemize daha fazla katkı sağlayacaktır.” K10 “E-ticaret ve uluslararası ticaret yapan firmalar dışında küçük işletmeler için akıllı depo sistemlerinin uygun olmadığını düşünüyorum. Çünkü akıllı depo sistemlerinin yatırım maliyetlerini çok yüksek buluyorum.” K3 “Türkiye’de lojistik veri paylaşımını tek bir dijital platformda toplayarak ülkenin kalkınmasına destek sağlayabiliriz. Ayrıca akıllı depo sistemleri yatırım maliyetlerini yerli cihazlar üreterek minimize edebiliriz.” K1 “Tüm şirketlerin Lojistik 4.0 sistemleri kullanması gerektiğini düşünmekteyim. Devletimiz bu konu hakkında teşvikler çıkartarak işletmeleri akıllı depo sistemlerine geçmeleri için mecbur bırakmalıdır. Personel sağlığı açısından, iş kazalarının önlenmesi açısından ve depo operasyonlarının verimliliği açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca üniversitelerde stok, tedarik zinciri ve lojistik gibi alanlarda robotik sistemlere değinilmeli ve sektördeki yeri anlatılmalıdır.” K4 “Türkiye’de bu sistemlerin kullanılmasının fayda sağlayacağını düşünmekteyim. Ancak bu sistemlerin ve yazılım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle şirketler tarafından tercih edilmemektedir. Bu bağlamda devlet destek ve teşvikleriyle akıllı depo sistemlerinin daha yaygın kullanımının olacağını düşünmekteyim.” K22 “Türkiye’de Lojistik 4.0 kullanımının büyük holdinglerle kısıtlı olduğunu düşünmekteyim. Bu sistemler hergün geliştirilmekte ve maliyetleri yüksektir. Bu sebeple küçük şirketlerin devlet desteği olmadan akıllı depo sistemleri kullanmasının zor olacağını düşünmekteyim.” şeklinde katılımcılar açıklamalar yapmıştır.

5. BÖLÜM

Çalışmanın bu bölümünde; mülakat görüşmelerinde elde edilen veriler ve analizler sonucu ortaya çıkan bulgular kapsamında sonuç, tartışma ve öneri bölümü verilmiştir. Ayrıca akıllı depo sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması için önerilerde bulunulmuştur.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji sektörü çalışanları ile yapılan mülakat görüşmelerinde akıllı depo sistemleri ve Lojistik 4.0 teknolojileri hakkında değerli bulgular elde edilmiştir.

5.1. Sonuç

Bu çalışmada, enerji sektörünün deposunda çalışan katılımcıların Lojistik 4.0 teknolojileri ve akıllı depo sistemlerine yönelik bilgi düzeyleri, mevcut kullanımları ve gelecekteki tercihleri hakkında bakış açıları derinlemesine incelenmiştir. Katılımcıların genel olarak Lojistik 4.0 teknolojileri ve akıllı depo sistemleri konusundaki bilgi düzeylerinin yeterli olduğu görülmüştür. Ayrıca bu teknolojilerin işletmelerde kullanılması durumunda ortaya çıkacak avantajlar ve dezavantajlar üzerine değerli bulgular elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında enerji sektöründeki depo çalışanlarının demografik dağılımlarını incelediğimizde, çalışmaya katılanların çoğunlukla erkek (%95) ve evli (%82) olduğunu görmekteyiz. Yaş dağılımı incelendiğinde ise katılımcıların genellikle 29 ile 62 yaşları arasında olduğunu gözlemliyoruz ve yaş ortalamasının 40 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim düzeyine baktığımızda, katılımcıların çoğunun lisans ve ön lisans düzeyinde eğitim aldığı görülmektedir, ancak yüksek lisans, ortaokul ve ilkokul mezunu çalışanlar da bulunmaktadır. Katılımcıların lojistik sektöründe geçirdikleri ortalama çalışma süresi 8 yıl olarak belirlenmiştir. Bu süre, katılımcıların sektördeki deneyimlerinin önemli bir göstergesidir. Mevcut iş yerindeki çalışma süresi ise ortalama 5 yıl olarak belirlenmiştir, bu da çalışanların genellikle uzun süreli çalıştıklarını göstermektedir.

Katılımcılar; yapay zekâ, robotlar, otonom araçlar, sürücüsüz forkliftler, dronelar ve nesnelerin interneti gibi akıllı lojistik teknolojileri hakkında detaylı bir bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Katılımcıların akıllı depo sistemlerine yönelik beklentileri, iş kazalarının minimize edilmesi, gerçek zamanlı ve hızlı aksiyon alabilme kabiliyeti ve depolarda insan kaynaklı hataların azalması gibi konular özelinde olmuştur. Bu teknolojilerin personel maliyetlerini düşürme, operasyon süreçlerine etkili/hızlı müdahale edebilme, iş kazalarını minimum seviyelere düşürme ve depolardaki insan hatalarını minimize edebilme potansiyeline sahip olduğuna dair katılımcılar olumlu düşüncelere sahiptirler. Çalışma ortamının daha güvenilir hale gelmesi ve verimliliğin artması gibi avantajlar ön plana çıkmaktadır. Örneğin, akıllı depo sistemlerinin depolardaki insan hatalarını minimize ederek işletme verimliliğini artıracığına ve iş kazalarını minimum seviyelere indirerek çalışma ortamını daha güvenli bir boyuta taşıyacağı düşünülmektedir. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, BT (Bilgi Teknolojileri) tarafından sağlanan desteğin yetersizliği ve personelin teknolojiye adaptasyon sorunları gibi dezavantajlar da unutulmamalıdır. Ayrıca yüksek başlangıç yatırım maliyetleri, bu teknolojiye entegrasyonun BT altyapısının yetersizliğiyle zorlaşabileceği endişesi ve sürekli teknoloji gelişimi nedeniyle artan maliyetler gibi pratik zorluklar da katılımcıların dikkatini çekmektedir. Lojistik 4.0 uygulamalarının sunduğu güçlü ve zayıf yönlerin, sektörü bekleyen fırsat ve tehditlerin bazıları şu şekilde sıralanmıştır. Bekleyen fırsatlar; tam otomasyon, hız, izlenebilirlik – takip, mal ve hizmet miktarında artış, blokchain uygulamaları. Bekleyen tehditler; yatırım maliyeti ihtiyacı, teknoloji entegrasyon sorunları, sürecin uzunluğu, yanlış kullanım. Uygulamanın sunduğu güçlü yönler; maliyetlerin azalması, çalışan verimliliği, hizmet kalitesi, daha verimli işleyiş, insan kaynakları hatalarının azalması. Uygulamanın zayıf yönleri; kamusal, finansal ve sektörel platformların yetersizliği, teşvik sisteminin yetersizliği, yatırım maliyeti ve istihdam üzerine olumsuz etki düşüncesi (Karagöz ve Doyduk, 2020).

Katılımcıların tercih ettiği akıllı depo sistemleri ve tercih sebepleri incelendiğinde, akıllı raf sistemleri, RFID etiketleme teknolojisi, akıllı robotlar ve otonom forkliftler gibi teknolojiler öne çıkmaktadır. Bu sistemlerin işletme verimliliğini artırma, stok yönetimini iyileştirme, iş güvenliğini sağlama ve operasyonları otomatikleştirme gibi faktörler tercih sebepleri arasında yer almaktadır. Katılımcıların mevcut işletmelerinde kullanılan akıllı depo sistemleri, genellikle SAP MM, SAP EWM modülleri, barkod sistemleri ve el terminallerinden oluşmaktadır. Bu

sistemlerin kullanımı, stok yönetimi, iş güvenliği ve operasyonel verimlilik gibi alanlarda önemli avantajlar sağlamaktadır. Ancak yüksek kurulum maliyetleri ve personel adaptasyon sorunları gibi dezavantajları da mevcuttur. Katılımcıların mevcut işletmelerinde kullanmak istedikleri akıllı depo sistemleri arasında akıllı raf sistemleri, RFID etiketleme, akıllı robotlar ve otonom forklift gibi teknolojiler bulunmaktadır. Bu sistemlerin kullanılmasıyla depo operasyonlarının daha verimli hale getirilmesi ve depolama alanının daha etkin kullanılması hedeflenmektedir. Nesnelerin interneti (IOT), Endüstri 4.0 kapsamındaki en yeni teknolojiler ile müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayarak yeni fırsatlar oluşturarak, lojistik sektörü yönetiminin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Witkowsk, 2017).

Demografik dağılımlarına göre enerji sektöründeki depo çalışanlarının çeşitli yaş gruplarından, eğitim seviyelerinden ve deneyim düzeylerinden geldiği ortaya çıkmaktadır. Bu çeşitlilik lojistik operasyonlarının farklı perspektiflerden ele alınmasına ve çeşitli yeteneklerin bir araya gelerek verimliliği artırmasına olanak tanımaktadır. Ancak çalışmanın kısıtlı örneklemini göz önünde bulundurmak ve elde edilen bulguların genelleme yapılmasının sınırlı olduğunu belirtmek önem arz etmektedir. Bu nedenle gelecekteki araştırmalarda daha geniş ve çeşitli bir örneklemin kullanılması fayda sağlayacaktır. Ayrıca demografik faktörlerin yanı sıra katılımcıların deneyimleri, motivasyonları ve beklentileri gibi diğer faktörlerin de detaylı bir şekilde incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, katılımcılar akıllı lojistik teknolojileri ve akıllı depo sistemlerinin potansiyelini görmekte ve bu teknolojilerin işletme performansını artırabileceğine inanmaktadırlar. Ancak, uygulama süreçlerinde karşılaşılabilecek pratik zorluklar ve yatırım maliyetleri gibi engellerin dikkate alınması gerekmektedir. Devletin sağlayacağı teşvikler ve desteklerle bu teknolojilerin yaygınlaşması ve işletmelerin rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir.

5.2. Tartışma

Bu çalışmada, lojistik sektöründe Lojistik 4.0 teknolojilerinin önemi ve akıllı depo sistemlerinin enerji sektöründe çalışanların bakış açıları vurgulanmıştır. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaştırılması ve etkin bir şekilde kullanılması için çeşitli zorluklarla karşılaşılmaktadır.

Özellikle yüksek yatırım maliyetleri, teknolojiye uyum sürecinin zorluğu ve personel adaptasyon sorunları gibi engellerin aşılması gerekmektedir. Türkiye’deki lojistik şirketleri yeniliğe açık olmamasıyla birlikte teknoloji yatırımlarını şirket giderleri için yüksek maliyet olarak görmektedir (Karagöz ve Doyduk, 2020). Karagöz ve Doyduk’un (2020) “Lojistik 4. Ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı” adlı yaptığı çalışmanın sonucu ve bu çalışmada varılan sonuç literatürdeki sonuçları destekler niteliktedir. Bununla birlikte devlet teşvikleri ve destek programları gibi politika önlemleri, işletmelerin akıllı lojistik teknolojilerine geçişini kolaylaştırabilir. Ayrıca teknoloji sağlayıcıları ve eğitim kurumları, işletmelerin teknolojiyi daha etkin bir şekilde kullanmalarına yardımcı olacak eğitim ve danışmanlık hizmetleri sunabilirler.

Lojistik 4.0 teknolojilerinin lojistik sektörüne uygulanarak entegre edilmesi, lojistik operasyonlarının ölçülebilirliğinin artırılması, üretim süreçlerinin daha geniş bir alana yayılması, otonom teknolojileri ile iş birliği içinde hareket edilmesi, dağıtım planlamalarının daha sağlıklı ve net yapılabilmesi gibi konularda lojistik sektörüne önemli ölçüde katkılar sağlamaktadır (Haddud vd., 2017). İşletmeler dijitalleşmeye yaptıkları yatırımlar ile daha esnek bir lojistik yapıya sahip olmayı ve lojistik maliyetlerini minimum seviyeye indirmeyi hedeflemektedir (Rutkowsky vd., 2015). Bu bağlamda çalışmanın sonuçlarında akıllı depo sistemleri ile hızlı aksiyon alınabilmesi ve lojistik maliyetlerinin düşme beklentisi görülmüştür. Çalışmada varılan bu sonuçların ile literatürdeki diğer çalışma sonuçlarını desteklemektedir. Rekabetin yoğun yaşandığı Lojistik sektörü teknolojinin getirdiği yeniliklere adapte olmak zorunda ve ihtiyaç duymaktadır. Sensörler, akıllı fabrikalar, robotlar, akıllı depolar, otonom araçlar ve blockzincir gibi teknolojiler ile tedarik zincirleri aktif bir şekilde takip edilecektir. Bu teknoloji kullanımlarının yoğunlaşması lojistik sektörüne yön verecektir. Böylelikle lojistik sektöründe insan gücüne dayalı işler azalarak zamanla yok olacak ve yeni mesleklerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır (Demiral, 2021).

Müşteri siparişlerinin hızlı ve doğru bir şekilde sunulması için tedarik zinciri yönetiminde depo önemli bir yer tutmaktadır. Elektronik ticaret devi Amazon, teslimat sürelerini en aza indirmek amacıyla gemi ve uçak gibi araçlara yatırım yapmaktadır. Bu bağlamda gemileri depo üslerine çevirerek insansız hava araçları (drone) ile teslimatlarını yapmayı planlamaktadır (Urhan,

2018). Bu bağlamda çalışmada da drone teslimatlarının gerçekleşmesinden bahsedilmiş ve literatür bu konuda desteklenmiştir.

5.3. Öneriler

Bu çalışma kapsamında, Lojistik 4.0 teknolojilerinin ve akıllı depo sistemlerinin yaygınlaştırılması için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Devlet teşvikleri ve destek programları: Hükümetler, işletmelerin akıllı lojistik teknolojilerine geçişini teşvik etmek için vergi indirimleri, hibe programları ve eğitim destekleri gibi çeşitli teşvikler sağlayabilirler.
- Teknoloji eğitimi ve danışmanlık hizmetleri: Teknoloji sağlayıcıları ve eğitim kurumları, işletmelere teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmalarına yardımcı olacak eğitim ve danışmanlık hizmetleri sunabilirler.
- İş birliği ve paydaşlık: İşletmeler, teknoloji sağlayıcıları, eğitim kurumları ve devlet kurumları arasında iş birliği ve ortaklık oluşturarak, akıllı lojistik teknolojilerinin yaygınlaştırılması için ortak çözümler geliştirebilirler.

Bu önerilerin uygulanmasıyla birlikte, akıllı lojistik teknolojilerinin ve akıllı depo sistemlerinin yaygınlaştırılması ve etkin bir şekilde kullanılması için önemli adımlar atılabilir. Bu bölümde araştırmanın sonuçlarını, elde edilen bulguların tartışmasını ve bu bulgulara dayalı olarak öneriler sunulmuştur. Bu önerilerin uygulanmasıyla, Lojistik 4.0 teknolojilerinin ve akıllı depo sistemlerinin daha geniş çapta benimsenmesi ve kullanılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, A. Z., ve Köseoğlu, A. M. (2016). *Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Açiler, S. (2020). Sanayi Devrimi Nedir? Iienstitu: <https://www.iienstitu.com/blog/sanayi-devrimi-nedir> (11.02.2023).
- Adıgüzel, S. (2020). *Türkiye'de ve Dünyada Endüstri 4.0 ile Birlikte Lojistik 4.0*. Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Akoğlu, B. (2020). *Havayolu Taşımacılığında Özel Kargo Taşımacılığı*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aksoy, S. (2017). Değişen Teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir. *Katkı Teknoloji*, 4: 34-44.
- Albert, M. (2015). *Seven Things to Know About The Internet Of Things And Industry 4.0*. Modern Machine Shop.
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2): 19-30.
- Asar, İ., ve Esen, Ş. (2021). Endüstri 4.0 ve İşletme Yönetiminin Geleceğine Olası Etkileri: Kavramsal Bir. *Journal of Academic Value Studies*, 7 (4): 459-468.
- Ata, V. (2023). *Türkiye'de Lojistik 4.0'ın İstihdama Olan Etkisi Üzerine Nitel Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı.
- Atlı, E. Ç. (2022). *Lojistik 4.0 Konusunun Türkiyede'ki Lojistik Sektöründe Keşifsel Olarak İncelenmesine Yönelik Vaka Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Ayata, D. (2019). *Lojistik Sektörü Uyuşmazlıkları ve Arabuluculuk*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Altınbaş Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bakan, İ., ve Şekkel, Z. H. (2017). *Lojistik Yönetimi*. İstanbul: Beta Yayın.
- Banger, G. (2016). *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*. Ankara: Dorlion Yayınları.
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0: Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. Ankara: Dorlion Yayınları.
- Barbanova, K. (2016). Türkiye İhracatında Multimodal Taşımacılık. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 41: 1-12.

- Bayraktar, E., ve Efe, M. (2006). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve Yazılım Seçim Süreci. www.sosyalbil.selcuk.edu.tr/sos_mak/ (06.03.2023).
- Berg, J. P. Van Den. (2007). *Integral Warehouse Management*. Franz Schubertstraat: Management Outlook Publications.
- Berg, B. L., ve Lune, H. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Konya: Eğitim Kitapevi.
- Bolu, A., ve Korçak, Ö. (2021). Adaptive Task Planning for Multi-Robot Smart Warehouse. *Ieee Access*, 27346-27358.
- Boysen, N., Weidinger, F., ve Koster, R. B. (2019). Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, 677 (2): 396-411.
- Bozkurt, C., Pelit, İ., ve Irmak, E. (2018). Türkiye ve Dünya Deniz Yolu Taşımacılığı. Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/337442741_Turkiye_Ve_Dunyada_Denizyolu_Tasimaciligi (09.03.2023).
- Bulut, C. (2018). Bulut Bilişim (Cloud Computing) Nedir? Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu: <https://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/> (02.04.2023).
- Bulut, E., ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4 (7): 55-77.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2020). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (28. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Canitez, M., ve Tümer, G. (2005). *İhracat ve İthalatta Lojistik, Uygulamalı İhracat-İthalat Dökümantasyon*. Ankara: Gazi Kitapevi.
- Crowe, S. (2022). Depo Otomasyonu: Olgunluğunuzu ve Sonraki Adımlarınızı Haritalama. *Robotics Business Review*: <https://www.roboticsbusinessreview.com/autonomous-mobile-robots-amrs/warehouse-automation-mapping-your-maturity-and-next-steps/> (09.12.2022).
- Çabuk, Ş. (2020). Lojistik Yönetimi Bölümü. İienstitu: <https://www.iienstitu.com/blog/lojistik-yonetimi-bolumu> (11.05.2023).
- Çağlar, T. K. (2020). Lojistik Nedir? Sağladığı Faydalar Nelerdir? İienstitu: <https://www.iienstitu.com/blog/lojistik-nedir> (01.02.2023).
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 1 (1): 9-26.

- Çelikleş, K. (2022). Otonom Forkliftler ve Pandemi Sürecinde Etkileri. Lojistikçilerin Sesi: <https://www.lojistikcilerinsesi.biz/2022/01/25/otonom-forkliftler-ve-pandemi-surecinde-etkileri/> (23.04.2023).
- Çevik, D. (2017). Sanayi Devrimlerinin Süreci ve 4. Sanayi Devrimi. Alomaliye: <https://www.alomaliye.com/2017/05/29/sanayi-devrimlerinin-sureci-4-sanayi-devrimi> (03.03.2023).
- Çolak, V. (2019). *Lojistik Faaliyetlerin Maliyetlenmesinin Analizi: Tra2 Bölgesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Kars: Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Daşkan, E. S. (2016). *Türkiye'de Lojistik Sektörünün Gelişi ve Gelecek Öngörülleri*. İstanbul: T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Delibalta, S. (2021). Lojistiğin Türkiye ve Dünya Genelinde Tarihiçesi. Lojistik Bilimi: <https://lojistikbilimi.com/lojistigin-turkiye-ve-dunya-genelinde-tarihcesi/> (10.12.2023).
- Demiral, D. G. (2021). Endüstri 4.0'ın Lojistik Boyutu: Lojistik 4.0. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (9): 231-251.
- Demircan, K. (2019). Lojistikte En Güncel 5 Dijital Dönüşüm Trendi. Endüstri Radyo Haber: <https://www.stendustri.com.tr/lojistikte-en-guncel-5-dijital-donusum-trendi-makale,1424.html> (22.05.2023).
- Dijital Dönüşüm. (2021). İnnova: <https://www.innova.com.tr/tr/blog/dijital-donusum-blog/nesnelerin-interneti-iot-nedir?> (23.10.2023).
- Dinç, F. (2018). 4. Sanayi Devrimi ve Siber Güvenlik. [www.ankaenstitusu.com](http://ankaenstitusu.com): <http://ankaenstitusu.com/4-sanayi-devrimi-ve-siber-guvenlik/> (25.05.2023).
- Dorsey, K. (2020). Web Semineri: Depo, Lojistik ve Dağıtım Merkezi Operasyonları için Robotik Çözümler. *Robotics Business Review*: <https://www.roboticsbusinessreview.com/autonomous-guided-vehicles-agvs/robotics-solutions-warehouse-fulfillment-distribution-center-operations/> (25.05.2023).
- Dölek, E. (2023). *Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Uygulamalarının Lojistik Süreçlere Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı.
- Duru, O. (2017). *Tedarik Zincirinde Talep Tahmini*. Ankara: Nobel.
- Ekinci, S. (2023). El Terminali Nedir? Ne İşe Yarar? El Terminali Nasıl Kullanılır? Desnet: <https://www.desnet.com.tr/el-terminali-nedir-ne-ise-yarar-nasil-kullanilir/> (25.05.2023).

- Ekincioglu, O. (2019). *Lojistik Yöneticilerinin Endüstri 4.0'ın İşletme Düzeyindeki Etkilerine İlişkin Görüşleri Üzerine Nitel Bir Araştırma: Bursa Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erdal, M., ve Demirkol, H. (2013). Taşımacılık ve Lojistik Sektöründe Uluslararası Rekabet Avantajının Sağlanmasında Türkiye Altyapı Dinamiklerine Bir Bakış. *Pazarlama Dünyası*, 3 (1): 16-19.
- Erdem, Ş. (2021). Tedarik Zinciri Ve Lojistik 5.0. Lojistikçilerin Sesi: <https://www.lojistikcilerinsesi.biz/2021/05/05/tedarik-zinciri-ve-lojistik-5-0/> (18.10.2023).
- Erdoğan, N. (2007). *Lojistik Maliyetlemesi ve Lojistikte Faaliyete Dayalı Maliyetleme*. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi.
- Eren Şeneras, A., ve Sezen, H. K. (2016). AGV Niteliklerinin İmalat Sistemlerine Etkisinin Benzetim ile İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35 (1): 103-117.
- Ergün, S., ve Şahin, S. (2017). İşletme Talep Tahmini Üzerine Literatür Araştırması. *UlakBilge*, 5 (10): 469-487.
- Erkan, B. (2014). Türkiye'de Lojistik Sektörü ve Rekabet Gücü. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 1 (1): 44-65.
- Feng, H. Y. (2011). Development of an RFID-Baset Tourist Management System the Case of Kenting Resor Village in Taiwan. *Journal of International Management Studies*, 6 (1): 54-58.
- Fernando, Y., Süheyri, E., Tseng, M.-L., Abideen, A. Z., ve Şaharudin, M. Ş. (2023). A Smart Warehouse Framework, Architecture And System Aspects Under Industry 4.0: A Bibliometric Networks Visualisation And Analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-24.
- Fırat, O. Z., ve Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46 (2): 211-223.
- Frank, G. A., Dalenogare, S. L., ve Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*, 210 (4): 15-26.
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. New York: McGraw-Hill.
- Galindo, L. D. (2016). *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*. Master of Science in Mechanical Engineering. Norway:

Norwegian University of Science and Technology, Department of Production and Quality Engineering.

- Ganesharaj, T., Hall, N. G., ve Sriskandarajah, C. (1998). Design and Operational Issues in AGV-Served Manufacturing Systems. *Annals of Operations Research*, 76 (1): 109-154.
- Genç, E., ve Tunalı, İ. (2022). Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 Kapsamında Akıllı Depo Sistemleri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 9 (4): 194-215.
- Genç, E., ve Tunalı, İ. (2021). Stok Yönetimi ve ERP: Enerji Sektöründe Bir Uygulama. *Social Sciences Studies Journal*, 7 (91): 5346-5366.
- Gu, J., Goetschalckx, M. ve McGinnis, L. F. (2007). Research on Warehouse Operation: A Copenhensive Review. *European Journal of Operational Research*, 177 (1): 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gunbayı I. (2019). Developing A Qualitative Research Manuscript Based On Systematic Curriculum And Instructional Development. *European Journal of Social Sciences Studies*, 3 (3): 124-153.
- Günbayı, İ. (2019). Nitel Araştırmada Veri Analizi: Tema Analizi, Betimsel Analiz, İçerik Analizi ve Analitik Genelleme. *Nirvana Sosyal Bilimler*: <https://www.nirvanasosyal.com/h-392-nitel-arastirmada-veri-analizi-tema-analizi-betimsel-analiz-icerik-analizi-ve-analitik-genelleme.html> (03.07.2023).
- Güngör, Ş. (2024). *Lojistik İşletmelerinin Lojistik 4.0 Algılarının İncelenmesi: Akdeniz Bölgesi Örneği*. Doktora Tezi. Mersin: Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı.
- Görçün, Ö. F. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte Teknoloji Kullanımı ve Robotik Sistemler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10 (24): 351-368.
- Haddud, A., Desouza, A., Khare, A., ve Lee, H. (2017). Examining Potential Benefits And Challenges Associated With The Internet Of Things Integration In Supply Chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28 (8): 1055-1085.
- Hamdy, W., Mostafa, N., ve Elawady, H. (2018). Towards a Smart Warehouse Management System. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Washington DC*, 978 (1): 175-186.
- He, Z., Aggarwal, W., ve Nof, S. Y. (2018). Differentiated Service Policy in Smart Warehouse Automation. *International Journal of Production Research*, 56 (22): 6956-6970.
- Hobsbawm, E. (2016). *Devrim Çağı (Çeviren: Bahadır Sina Şener)*. Ankara: Dost Kitapevi Yayınları.

- Hoffman, E., ve Rüsç, M. (2017). Industry 4.0 and the Current Status as Well as Future Prospects on Logistics. *Computers in Industry*.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Hulsmann, T. (2015). Logistic 4.0 and The Internet Of Things. Platforms for Connected Factories of theFuture:
https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2015-44/8_huelsmann_11945.pdf (23.12.2023).
- Hur, S., Lee, Y. H., Lim, S. Y., ve Lee, M. H. (2004). A Performance Estimation Model for AS/RS by M/G/1 Queuing System. *Computers & Industrial Engineering*, 46 (2): 233-241.
- İTO, (2006). *Türkiye Lojistik Sektörü Altyapı Analizi*. İstanbul: Entegre Matbaacılık
- Kahraman, H. (2016). Artırılmış Gerçeklik. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu:
<https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/> (25.05.2023).
- Kalender, M. (2018). Üç Boyutlu Yazıcılarda Hangi Malzemeler Kullanılıyor? MalzemeBilimi.Net:
<https://malzembilimi.net/uc-boyutlu-yazicilarda-hangi-malzemeler-kullaniliyor-3d-printer.html> (27.05.2023).
- Kamali, A. (2019). Smartwarehouse vs. Traditional Warehouse. *CIIT International Journal of Automation and Autonomous System*, 11 (1): 9-16.
- Kanduza, B. S. (2023). *Lojistik 4.0 Uygulamalarını Etkileyen Fırsatların ve Zorlukların Sürdürülebilirlik Bağlamında Belirlenmesi: Ankara Lojistik Üssü'nde Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, Uluslararası Pazarlama ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı.
- Karagöz, B., ve Doyduk, H. B. (2020). Lojistik 4.0 Uygulamaları ve Lojistik Firmalarının Bakış Açısı. *İnsan ve İnsan*, 7 (23): 37-51.
- Karcıoğlu, R., ve Temelli, F. (2014). Lojistik Faaliyetler ve Yönetimi: Erzurum'daki Lojistik Kargo Firması Çalışanlarına Yönelik Bir Araştırma. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (2): 23-42.
- Kaya, H. (2015). *Lojistik Bir Sanattır*. İstanbul: Hiperlink Yayınları.
- Kaya, N. (2020). *Stok Yönetimi*. Erzurum: İksad.
- Kayabaşı, A. (2010). *Rekabet Gücü Perspektifinde Lojistik Faaliyetlerde Performans Geliştirme*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Kayaş, S. K. (2018). Lojistik 4.0: Geleceğe Giden Yol. Magg4: <https://magg4.com/lojistik-4-0-gelecege-giden-yol/> (23.02.2023).

- Keçeci, A. (2023). Türkiye’de Karayolu Taşımacılığı. Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı: https://www.mfa.gov.tr/turkiye_de-karayolu-tasimaciligi-.tr.mfa (30.02.2023).
- Kılıcı, H. (2017). Taşımacılık Faaliyetlerinin Rekabet Üstünlüğü Oluşturmada İşletmecilikte Yeri ve Önemi: Türkiye Örneği ve Türkiye’de Taşımacılığın Gelişimi. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 74-86.
- Kıncal, R. Y. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Koban, E. (2018). *Lojistik Sektöründe Pazarlama Stratejilerinin Rekabet Avantajı (Gücü) Üzerinde Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Altınbaş Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koban, E., ve Keser, H. Y. (2015). *Dış Ticarete Lojistik*. Bursa: Star Ajans Matbacılık.
- Kobikod. (2020, Mayıs 26). El Terminali Nedir? Nerelerde Kullanılır? Kobikod: <https://www.kobikod.com.tr/post/el-terminali-nedir> (27.05.2023).
- Koç, Ç. (2022). Lojistikte Dijital Dönüşüm. Yeşil Lojistik Çalıştayı. Ankara: T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı. T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı: <https://uhdgm.uab.gov.tr/uploads/pages/yesil-lojistik-calistayi-gerceklestirildi/cagri-koc-lojistikte-dijital-donusum.pdf> (27.05.2023).
- Koçoğlu, C. M., ve Avcı, M. (2014). Satın Alma Yönetimi: Teorik Bir Çalışma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 33-47.
- Köse, H. (2017, Temmuz 6). ERP SAP Modülleri. Medium: <https://medium.com/t%C3%BCrkiye/erp-sap-sap-mod%C3%BClleri-3be9f8adb324> (28.05.2023).
- Kutlu, H. (2023, Ocak 31). Lojistik 4.0 Kavramı ve Lojistik Bilgi Teknolojileri. Lojistik Bilimi: <https://lojistikbilimi.com/lojistik-4-0-kavrami-ve-lojistik-bilgi-teknolojileri/> (23.02.2023).
- Küçük, O. (2001). *Lojistik İlkeleri ve Yönetimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Küçük, O. (2009). *Stok Yönetimi Ampirik Bir Yaklaşım*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Long, D. (2016). *Uluslararası Lojistik- Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi*. Ankara: Nobel Akademik Basın Yayıncılık.
- Manzini, R., Gamberi, M., ve Regattieri, A. (2006). Design and Control of an AS/RS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 9 (4): 766-774.
- MasPluss. (2019). Endüstri 4.0 Nedir? MasPluss: <https://www.masplus.com.tr/endustri-4-0-nedir/> (30.03.2023).

- Midilli, Ö. (2011). *Hizmet Sektöründe Müşteri Memnuniyetinin Pazarlamaya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Mohanraj, K., Vijayalakshmi, S., Balaji, N., Chithrakkannan, R., ve Karthikeyan, R. (2019). Smart Warehouse Monitoring Using Iot. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8 (6): 3597-3600.
- Moshayedi, A. J., Jinsong, L., ve Liao, L. (2019). AGV (Automated Guided Vehicle) Robot: Mission and Obstacles in Design and Performance. *Journal of Simulation and Analysis of Novel Technologies in Mechanical Engineering*, 12 (4): 5-18.
- Mucuk, İ. (2014). *Pazarlama İlkeleri*. İstanbul: Türkmen Kitapevi.
- Murphy, P. R., & Knemeyer, A. M. (2015). *Contemporary Logistics*. Pearson.
- Öcal, Y. (2019). *Lojistik Sektörü ile İlişkili Unsurların Lojistik İstihdamına Etkisi: KonyaKaraman Bölgesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora tezi. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özdener, H. H. (2010). *Lojistikte Toplam Kalite Yönetimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özdoğan, S. (2016). *Lojistik Yönetimi ve Lojistik Köyleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özer, G., ve Akça, Y. (2007). Çevresel Özelliklerin Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulama Başarısı ve Algılanan Organizasyonel Performans Üzerindeki Etkisi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3 (1): 1-26.
- Pehlivan, G. (2019). Artırılmış Gerçeklik Nedir? www.codemodeon.com.tr:https://codemodeon.com/tr/artirilmis-gerceklik-nedir/ (28.05.2023).
- PWC, (2019). Tedarik Zinciri Yönetimi Araştırması. TEDAR (23.02.2023).
- Radivojevic, G. (2016). Information Management in Logistics. Yüksek Lisans Tezi. University of Belgrade: Faculty of Transport and Traffic Engineering.
- Radivojevic, G., ve Milosavljević, L. (2019). The Concept Of Logistics 4.0. In 4th Logistics International Conference, 23-25.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 77-90. https://www.researchgate.net/publication/318667421_Industry_40_Concept_Background_and_Overview (17.03.2023).
- Rushton, A., Croucher, P., ve Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Londra: Kogan Page Publishers.

- Rutkowsky, S., Petersen, I., ve Klötzke, F. (2015). Digital Supply Chains: Increasingly Ritical For Competitive Edge. *European A.T. Kearney/WHU Logistics Study*.
- Sahara, C. R., ve Aamer, A. M. (2021). Real Time Data Integration Of An Internet Of Things Based Smart Warehouse: A Case Study. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 18 (5): 622-644.
- Salış, S. (2020). *Lojistik Yönetiminde Bilişim Teknolojileri Kullanımının Organizasyonel Performansa Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Samur, S. (2020). Sanayideki Değişim Aşamaları. Iienstitu: <https://www.iienstitu.com/blog/sanayideki-degisim-asamalari> (27.03.2023).
- Sarı, E. B., Özveri, O., ve şenyay, U. E. (2019). Endüstri 4.0'ın İş Süreçlerine Etkisi: Akıllı Depo Sistemi Uygulaması. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 466-477.
- Say, H. S. (2015). *Gaziantep'in Lojistik Üs Olma Potansiyelinin Belirleyicileri: Ampirik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep: T.C. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Entitüsü.
- Schrauf, S. (2016). A Strategist's guide to Industry 4.0. *Strategy+Business*. <https://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Industry-4.0> (23.03.2023).
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü Sanayi Devrimi, Zülfü Dicleli (Çev)*. İstanbul: Optimist Yayıncılık.
- Senauer, B., ve Seltzer, J. (2010). The Changing Face of Food Retailing. *Choices magazine and the Agricultural and Applied Economics Association*, 25 (4): 1-5.
- Sezgin, T. (2008). *Lojistik Kavramı ve Türkiye'deki Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Strandhagen, J. W., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., ve Vallandingham, L. R. (2017). The Fit of Industry 4.0 Applications in Manufacturing Logistics: A Multiple Case Study. *Advances in Manufacturing*. doi:<https://doi.org/10.1007/s40436-017-0200-y>
- Sung, W. T., ve Lu, C. Y. (2018). Smart Warehouse Management Based on IoT Architecture. In 2018 International Symposium on Computer. *Consumer and Control*, 169-172.
- Sunman, G. (2021). *Çalışanların Endsütri 4.0 Dönüşümüne Yönelik Tehdit Algularının Tükenmişlik, İşe Adanmışlık ve Kariyer Bağlılığı Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi. Aksaray: Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.
- Süren, A. R. (2018). Küreselleşen Dünyada Lojistiğin Önemi. Kariyerim:

<https://www.kariyerimdergisi.com/kuresellesen-dunyada-lojistik-in-onemi/>
(08.04.2023).

- Şahin, G. (2023). *Analysis Of The Logistics 4.0 Effects On Supply Chain Resilience Via System Dynamics Approach*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Uygulamalı Bilimlerde Lisansüstü Çalışmalar Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Şekkeli, H. Z., ve Bakan, İ. (2018). Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0. *Journal Of Life Economics*, 5 (2): 17-36.
- Şener, S., ve Eevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1 (2): 1-13.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı. (2019). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)*. 100. Yıl Türkiye Planı, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf. (10.04.2023).
- T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2018). *On Birinci Kalkınma Planı*. (10.04.2023).
- T.C.UAB. (2022). 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı. <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/2053-ulasirma-ve-lojistik-ana-plani-20220531.pdf> (10.04.2023).
- Tanrıverdi, İ. (2017). Endüstri 4.0 nedir? Akıllı fabrikalar, Robotlar ve Şehirler. İndigo: <https://indigodergisi.com/2017/08/endustri-4-0-nedir/> (23.04.2023).
- Tekin, M., Öztürk, D., ve Bahar, İ. (2021). Tersine Lojistiğin Bibliyometrik Analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (3): 87-100.
- Tiğimägi, S. (2023). Barkod ve QR Kodu: İşletmeniz İçin Hangisini Kullanmak Daha İyi? Pageloot: <https://pageloot.com/tr/barkod/barkod-vs-qr-kodu/> (27.07.2023).
- Tim, I. J., ve Lorig, F. (2015). Logistics 4.0- A Challenge for Simulattion. In 2015 Wiinter Simulation Conference (WSC), 3118-3119.
- Tiwari, S. (2023). Smart Warehouse: A Bibliometric Analysis And Future Research Direction. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*.
- Torğul, B. (2015). *Nesnelerin İnterneti İle Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Yeni Bir Model Önerisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tu, Y., Zhou, W., ve PIRAMUTHU, S. (2018). A Novel Means to Address RFID Tag/Item Separation in Supply Chains. *Decision Support Systems*, 115 (1): 13-23.
- Tuğtekin, S. (2018). Endüstri 4.0 ve Lojistik. Lojistik Klubü: <https://www.lojistikkulubu.ist/endustri-4-0-ve-lojistik/> (16.04.2023).

- Tusiad. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektif*. İstanbul: www.tusiad.org (10.04.2023).
- Türkoğlu, Ö. O. (2017, Ağustos 11). QR Code Nedir? Blog: <https://www.ozelturkoglu.com/blog/qr-code-nedir/> (27.07.2023).
- Uludağ, A. S. (2013). *Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi*. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- URL-1 (2022). Lojistik Ürünler. Corobo: http://www.corobo.com/iclojistikurunleri_menu/asrsrobotlari (11.12.2023).
- URL-2 (2021). Yapay Zekâ Hakkında Bilmemiz Gereken 10 Madde. EPM Otomasyon: <https://www.epmotomasyon.com.tr/yapay-zeka-hakkinda-bilmemiz-gereken-10-madde/> (25.05.2023).
- URL-3 (2017). *Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği 2017 Lojistik Sektör Raporu*. İstanbul: Mavi Ofset <https://musiad.org.tr/uploads/yayinlar/arastirma-raporlari/pdf/lojistik-raporu.pdf> (25.07.2023).
- URL-4 (2023). Siber Güvenlik Uzmanı Kimdir? Görevleri Nelerdir? Novarge: <https://www.novarge.com.tr/blog/siber-guvenlik-uzmani-kimdir-gorevleri-nelerdir.html> (27.05.2023).
- URL-5 (2022). AS/RS Otomatik Depolama Nedir? Optimak: <https://www.optimak.com.tr/blog/2022/05/13/as-rs-otomatik-depolama-nedir/#:~:text=Automated%20Storage%20and%20Retrieval%20Systems,otonom%20olarak%20kontrol%20edildi%C4%9Fi%20sistemlerdir> (28.05.2023).
- URL-6 (2023). Lojistikte Yapay Zekanın Rolü: <https://perralojistik.com/tr/lojistikte-yapay-zekanin-rolu> (28.05.2023).
- URL-7 (2018). *Ulaştırma ve Lojistik Sektör Raporu*. Ankara: Ulaştırma ve Lojistik Kongreleri (10.04.2023).
- Urhan, C. (2018, Temmuz 27). “Lojistik 4.0” ile fark yaratmak. TSKB: <https://www.tskb.com.tr/en/blog/sectorler/lojistik-4.0-ile-fark-yaratmak> (19.03.2023).
- Ünlü, U. (2020). Stok Denetiminde Nesnelerin İnterneti ve Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisinin Etkileşimi. *Mali Çözüm Dergisi*, 187-195.
- Wang, K. (2016). Logistics 4.0 Solution-New Challenges and Opportunities. *In 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation* (pp. 68-74). Atlantis Press.
- Wen, J., He, L., ve Zhu, F. (2018). Swarm Robotics Control and Communications: İmminent Challenges for Next Generation Smart Logistics. *IEEE Communications Magazine*, 56 (7): 102-107.

- Winkelhaus, S., ve Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: A Systematic Review Towards a New Logistics System. *International Journal of Production Research*, 58 (1): 18-43.
doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Witkowski, Krzysztof. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182 (1): 763-769.
- Wurman, P. R., D'andrea, R., ve Mountz, M. (2008). Coordinating Hundreds of Cooperative, Autonomous Vehicles in Warehouses. *AI Magazine*, 29 (1): 9-9.
- Xu, L. D., Xu, E. L. ve Lu, L. (2018). Industry 4.0: State of the Art and Future Trends. *International Journal of Production Research*, 56(8): 2941-2962.
- Xu, X., Shen, G., Yu, Y., ve Huang, W. (2015). Travel Time Analysis for the Double-Deep Dual-Shuttle AS/RS. *International Journal of Production Research*, 53 (3): 757-773.
- Yaman, S., Demir, B., Batırlık, S. N., ve Zeren, F. (2021). Lojistik Sektörü ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelemesi: G20 Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma. *The Journal of International Scientific Researches*, 6 (1): 1-9.
- Yerpude, S., ve Singhal, T. K. (2018). Smart Warehouse with Internet of Things Supported Inventory Management System. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (11. Baskı) Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yılmaz, F. (2021). Pazarlama 4.0: Nesnelerin İnterneti. İienstitu:
<https://www.iienstitu.com/blog/pazarlama-40-nesnelerin-interneti> (23.03.2023).
- Yılmaz, Ü., ve Duman, B. (2019). Lojistik 4.0 Kavramına Genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişimi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (1): 186-200.
- Yin, Y., Stecke, K. E., ve Li, D. (2018). The Evolotion of Production Systems From Industry 2.0 Through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2017.1403664?scroll=top&nedAccess=true&role=tab&aria-labelledby=full-article>
- Yüksel, A. (1975). Stok Yönetimi Kararlarının Alınmasında Bilinmesi Gerekli Maliyet Faktörleri. *İstanbul Üniversitesi Muhasebe Enstitüsü Dergisi*, 1 (2): 69-75.
- Yüksel, E., ve Zayim, H. (2008). Otomatik Nesne Tanımlama Teknolojisi Olarak RFID ve RFID'in Faydaları. *ELECO'2008 Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*.
- Zuchowski, W. (2022). The Smart Warehouse Trend: Actual Level Of Technology Availability. *Scientific Journal of Logistics LogForum*, 18 (2): 227-235.

EKLER

Ek 1: Mülakat Soruları

1. Kendinizi kısaca tanıtabilir misiniz? (Yaş, eğitim durumu, mesleki tecrübe, vb)
2. Akıllı lojistik teknolojileri (Lojistik 4.0) hakkında bilgi düzeyiniz ve teknolojilere yönelik görüşleriniz nelerdir? (Hangi akıllı lojistik teknolojileri hakkında bilgi sahibisiniz, şu ana kadar çalıştığınız kurumlarda kullandığınız teknolojiler var mı varsa nelerdir, akıllı lojistik teknolojilerinin avantajları ve dezavantajları hakkında neler düşünüyorsunuz, vb.)
3. Akıllı depolama sistemlerine yönelik bilgi düzeyiniz ve görüşleriniz nelerdir?
4. Mevcut işletmenizde ya da daha öncesinde kullandığınız akıllı depo sistemleri var mı? Varsa nelerdir? İlgili uygulamaların kullanımı ile ilgili avantaj ve dezavantajları konusunda düşünceleriniz nelerdir?
5. Mevcut işletmenizde kullanılmasını istediğiniz akıllı depolama sistemleri var mı? Varsa nelerdir? Kullanılmasını isteme sebepleriniz nedir?
6. Ekleme istediğiniz diğer hususlar nelerdir?

Ek 2: Katılımcıların Demografik Dağılımlarını Gösteren Tabloda Kullanılan Kodlar

KOD	DEĞİŞKEN
ERKEK	Erkek Birey Sayısı
BAYAN	Kadın Birey Sayısı
EGITIM	Eğitim Durumları
MEDENİ	Medeni Durumları
YAŞ	Yaş Bilgileri
Katılımcılar	K1, K2, K3.....K22

Ek 3: Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu İzin Onay Belgesi



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ



Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu

Sayı : E-23688910-050.01.04-2200125233
Konu : Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik
Kurulu Onay Belgesi

25.11.2022

Protokol No:	2022-SBB-0530
Araştırmanın Başlığı:	Lojistik 4.0 ve Akıllı Depo Sistemlerine Yönelik Çalışanların Bakış Açısı: Enerji Sektöründe Bir Firma Uygulaması
Proje Yürütücüsü:	İbrahim TUNALI
Başvuru Formunun Geliş Tarihi:	21.11.2022
Karar Tarihi:	23.11.2022
Toplantı No:	27

Başvuru dosyasında etik sorun oluşturabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmadığından 23.11.2022 tarihli ve 27 numaralı toplantıda 2022-SBB-0530 numaralı başvuruya araştırma için ETİK KURUL ONAY belgesinin verilmesine karar verilmiştir.

Doç. Dr. Elif KARAHAAN
Kurul Başkanı

Doç. Dr. Sedat BALLYEMEZ
Başkan yardımcısı

Doç. Dr. Melih BAŞKOL
Üye

Doç. Dr. Sefer Yetkin IŞIK
Üye

Doç. Dr. Vahit CELAL
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ferda
KARADAĞ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Basri
KANSIZOĞLU
Üye

Belge Doğrulama Kodu: HPT3ATF

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi: <http://ubys.bartin.edu.tr/ERMS/Record/ConfirmationPage/Index>

Adres: Ağdacı Mahallesi Fakülte Caddesi No:54 Bartın

Telefon No: (0 378) 2235500

e-Posta:

Kap Adresi: barinuniversitesi@btu01.kon.tr

Faks No: (0 378) 2235042

İnternet Adresi: <http://www.bartin.edu.tr/>

Bilgi için :

Telefon No:

Ebru Bulut

Sekreter

(0 378) 2235372 - 5372



Ek 4: Çalışmanın Yapıldığı Şirketten Alınan İzin Dilekçesi

21.11.2022


DAĞITIM A.Ş.

İnsan Kaynakları Müdürlüğüne

Dağıtım A.Ş. il depo olarak çalışmakta ve Bartın Üniversitesi Yüksek Lisans Eğitim Enstitüsü Bilgi ve Lojistik Yönetimi Disiplinlerarası Tezli Yüksek Lisans Programının öğrenciyim. Eğitimim kapsamında "Lojistik 4.0 ve Akıllı Depo Sistemlerine Yönelik Çalışanların Bakış Açısı: Enerji Sektöründe Bir Firma Uygulaması" adlı tez çalışması ve depo çalışanları ile mülakat yapmak için izin talep etmekteyim. Çalışmada şirket adından bahsedilmeyecek olup enerji sektöründen bir uygulama olarak addedilecektir. Çalışmada kullanılacak mülakat soruları aşağıdaki gibidir;

- Kendinizi kısaca tanıtabilir misiniz (Yaş, eğitim durumu, mesleki tecrübe, görevi.)
- Akıllı lojistik teknolojileri (Lojistik 4.0) hakkında bilgi düzeyiniz ve teknolojilere yönelik görüşleriniz nelerdir? (Hangi akıllı lojistik teknolojileri hakkında bilgi sahibisiniz.)
- Akıllı depolama sistemlerine yönelik bilgi düzeyiniz ve görüşleriniz nelerdir?
- Mevcut işletmenizde ya da daha öncesinde kullandığınız akıllı depo sistemleri var mı? Varsa nelerdir? İlgili uygulamaların kullanımı ile ilgili avantaj ve dezavantajları konusunda düşünceleriniz nelerdir?
- Mevcut işletmenizde kullanılmasını istediğiniz akıllı depolama sistemleri var mı? Varsa nelerdir? Kullanılmasını isteme sebepleriniz nedir?
- Lojistik 4.0 ve akıllı depo sistemleri hakkında eklemek istediğiniz diğer hususlar nelerdir?

Bilgilerinize arz ederim.


İbrahim TUNALI

UYGUNDUR

