T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KONTEYNER LİMANLARININ DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİ İLE DİJİTAL OLGUNLUK KRİTERLERİNİN İNCELENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Ömer CANBAZ

KOCAELİ 2024

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KONTEYNER LİMANLARININ DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİ İLE DİJİTAL OLGUNLUK KRİTERLERİNİN İNCELENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Ömer CANBAZ

Doç. Dr. Murat YORULMAZ

KOCAELİ 2024

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KONTEYNER LİMANLARININ DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİ İLE DİJİTAL OLGUNLUK KRİTERLERİNİN İNCELENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Tezi Hazırlayan: Ömer CANBAZ

Tezin Kabul Edildiği Enstitü Yönetim Kurulu Karar ve No: 04.10.2024/32

KOCAELİ 2024

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde deniz taşımacılığı dünyada gerçekleşen ticaretin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yüklerin taşınmasında riskin azaltılması, farklı tür yüklerin birlikte taşınmasına olanak sunması, liman hizmetlerinin daha hızlı gerçekleşmesi gibi nedenlerden dolayı konteynerin deniz taşımacılığındaki kullanımı hızla artmaktadır. Taşınan yükün kapasitesinin ve değerinin artması da konteyner terminallerinin daha etkin çalışmasına yönelik çabaları artırmaktadır. Bu doğrultuda hemen her sektörde olduğu gibi dijitalleşme ön plana çıkmaktadır. Küresel ticarette konteyner taşımacılığı bu denli önemli hale gelirken, tezimde konteyner terminallerinin dijitalleşme süreçleri ile dijital olgunluk kriterlerinin incelemesi yapılmıştır.

Tez çalışmalarım esnasında sahip olduğu bilgi, tecrübe ve öngörüsü ile fikirlerinden ışık aldığım, yapmış olduğum çalışmanın en iyisi olması konusunda beni motive eden ve desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Murat YORULMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman desteğini esirgemeyen sevgili eşim Selma CANBAZ ile eğitim sürecinde birlikte daha az vakit geçirmek durumunda kaldığım kızım Defne ve oğlum Barış'a sevgimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ömürlerini evlatları için adayan ve beni yetiştirerek bugünlere getiren annem Şerife CANBAZ ve babam Kadir CANBAZ'a sevgimi ve saygımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER III
ÖZET V
ABSTRACT VI
KISALTMALAR LİSTESİ VII
ŞEKİLLER LİSTESİ VIII
TABLOLAR LİSTESİ IX
GİRİŞ 1
BİRİNCİ BÖLÜM 4
1. TAŞIMACILIK 4
1.1. DENİZ TAŞIMACILIĞI 5
1.1.1. Deniz Taşımacılığı Tarihçesi 7
1.1.2. Deniz Taşımacılığının Önemi 7
1.1.3. Deniz Taşımacılığı Çeşitleri 10
1.1.3.1. Tanker 10
1.1.3.2. Kombine Taşımacılık 11
1.1.3.3. Ro-Ro Taşımacılığı 11
1.1.3.4. Dökme Yük Taşımacılığı 12
1.1.3.5. Konteyner Taşımacılığı 13
1.1.4. Deniz Taşımacılığında Konteynerin Yeri 14
1.1.4.1. Tanımı 15
1.1.4.2. Konteynerin Gelişimi 16
1.1.4.3. Konteyner Özellikleri ve Çeşitleri 17
1.1.4.4. Konteyner Taşımacılığının Dünyadaki Durumu 17
1.1.4.5. Konteyner Taşımacılığının Türkiye'deki Durumu 18
1.2. GEMİLER 18
1.3. LİMANLAR 20
1.4. KONTEYNER TERMİNALLERİ 21
İKİNCİ BÖLÜM 24
2. DİJİTALLEŞME VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM 24
2.1. TARİHSEL GELİŞİM 24
2.2. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE LİMANLARDAKİ DİJİTAL İLERLEMELER 26

2.3. DİJİTALLEŞME VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM 28
2.4. DİJİTALLEŞME ÖLÇÜTLERİ 31
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 34
3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM 34
3.1. LİMANLARDA KULLANILAN DİJİTAL TEKNOLOJİLER 35
3.2. DİJİTALLEŞMENİN LİMANLARDAKİ FAYDALARI 35
3.3.1. Konteyner Terminal Operasyonları 37
3.3.2. Konteyner Terminali Süreçleri 39
3.3. KONTEYNER TERMİNALLERİ DİJİTALLEŞME KRİTERLERİ . 40
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 46
4. LİTERATÜR İNCELEMESİ 46
BEŞİNCİ BÖLÜM 52
5. YÖNTEM 52
5.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ 52
5.2. BULANIK MANTIK 53
5.3. BULANIK AHP YÖNTEMİ 54
5.4. BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ 56
ALTINCI BÖLÜM 60
6. UYGULAMA VE BULGULAR 60
6.1. UYGULAMA 61
6.2. BULGULAR 61
6.2.1. Sorunun Ortaya Konulması 63
6.2.2. Kriterlerin Açıklanması 63
6.2.3. Kriterlerin Bulanık AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi 64
6.2.4. Kriterlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile İncelenmesi 78
6.2.5. Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Ulaşılan Sonuçların Değerlendirilmesi 90
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 92
KAYNAKÇA 101
EKLER 112
ÖZGEÇMİŞ 121

ÖZET

Günümüzde deniz taşımacılığı dünyanın büyük bir kısmının denizlerden oluşması, küresel ticaretin genişlemesi, ekonomik verimlilik, çevresel sürdürülebilirlik ve deniz taşımacılığının diğer taşıma türlerine göre avantajlı olması gibi çeşitli faktörlerin birleşiminden kaynaklı olarak gelişmektedir. Deniz yoluyla yapılan taşımacılıkta standart boyutta kolay taşınabilmeleri, daha güvenli ve verimli olmaları, farklı türden yüklerin taşınmasına olanak sağlamaları gibi avantajlarından dolayı konteyner taşımacılığı ön plana çıkmaktadır. Konteyner taşımacılığına olan artan talep limanların buna yönelik değişimine neden olmuştur. Özellikle son dönemlerde konteyner taşımacılığına hizmet eden konteyner terminallerinin sayısı ve elleçlenen yük miktarı artmaktadır. Limanlar rekabet üstünlüğü sağlayarak sürdürülebilir bir sistem kurma ve taşımacılık endüstrisinden daha fazla pay almak için operasyonel verimliliklerini artırma arayışındadır. Dijitalleşme, limanların halihazırdaki konumlarını değiştirmeden gelişmesinin ana yöntemlerinin başında görülmektedir. Ayrıca limanların dijital dönüşümlerine yönelik ise kabul görmüş bir standart bulunmamaktadır. Limanların dijitalleşme düzeyleri birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Limanların gelişimleri ile ilgili verilecek kararlarda dijitalleşme düzeyleri büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda tezin amacı, konteyner terminallerinin bulunduğu limanlarının dijital dönüşüm süreçleri ile dijital olgunluk kriterlerinin değerlendirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak da konteyner terminallerinin dijital dönüşüm süreçleri ve dijital olgunluk kriterleri çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP ve BDEMATEL yöntemleri ile analiz edilmiştir. Tezde toplam 5 ana ve 25 alt kriterin önem düzeyi konteyner terminalinden katılımcılardan elde edilen veriler kullanılarak BAHP ve BDEMATEL yöntemi ile ölçülmüştür. Elde edilen bulgulara göre BAHP yöntemiyle kriter ağırlıklarının hesaplanması sonucunda en yüksek ağırlığa sahip kriterin ‘‘Teknoloji’’ olduğunu, BDEMATEL yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu “Organizasyon” kriterinin etkileyen, “Olgunluk” ve “Dijital İş Modeli” kriterlerinin etkilenen olduğunu göstermektedir. Ulaşılan sonuçlar, limanların dijitalleşme düzeylerini tespit etmeye ve en uygun dijital dönüşüm çözümlerine yönelik karar verme süreçlerine ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm, Konteyner Taşımacılığı, Konteyner Limanı, BAHP, BDEMATEL.

ABSTRACT

Today, maritime transportation is developing due to the combination of various factors such as the fact that most of the world consists of seas, the expansion of global trade, economic efficiency, environmental sustainability and the advantages of maritime transportation over other types of transportation. Container transportation comes to the forefront in maritime transportation due to its advantages such as easy transportation in standard size, being safer and more efficient, and allowing the transportation of different types of cargo. The increasing demand for container transportation has led to changes in ports. Especially in recent years, the number of container terminals serving container transportation and the amount of cargo handled have been increasing. Ports are seeking to increase their operational efficiency in order to establish a sustainable system with a competitive advantage and to gain a larger share of the transportation industry. Digitalization is seen as one of the main ways for ports to develop without changing their current position. In addition, there is no accepted standard for the digital transformation of ports. The level of digitalization of ports varies depending on many factors. Digitalization levels are of great importance in the decisions to be made regarding the development of ports. For this purpose, the aim of this thesis is to evaluate the digital transformation processes and digital maturity criteria of container ports. In this direction, the digital transformation processes and digital maturity criteria of container terminals were evaluated with FAHP and FDEMATEL methods, which are multi-criteria decision making methods. In the thesis, the importance level of 5 main criteria and 25 sub-criteria were measured by FAHP and FDEMATEL method using the data obtained from the participants from the container terminal. The findings obtained show that the criterion with the highest weight is "Technology" as a result of the calculation of criterion weights with the FAHP method, "Organization" criterion is influential, "Maturity" and "Digital Business Model" criteria are influential as a result of the evaluation with the FDEMATEL method. It is thought that the results obtained will contribute to the decision-making processes and literature to determine the digitalization levels of ports and the most appropriate digital transformation solutions.

Key Words: Digitalization, Digital Transformation, Container Transportation, Container Port, FAHP, FDEMATEL

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	**:**	**Analitik Hiyerarşi Süreci**
BAHP	**:**	**Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci**
BDI	**:**	**Baltık Kuru Yük Endeksi**
BIMCO	**:**	**Baltık ve Uluslararası Denizcilik Konseyi**
ÇKKV	**:**	**Çok Kriterli Karar Verme**
DEMATEL	**:**	**Decision Making Trial and Evaluation Labaratory-Karar Verme ve Değerlendirme Labaratuar Metodu**
DTÖ	**:**	**Dünya Ticaret Örgütü**
IMO	**:**	**Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)**
ISO	**:**	**Uluslararası Standart Organizasyonu**
İMEAK	**:**	**İstanbul Marmara Ege Akdeniz Karadeniz**
KOBİ	**:**	**Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler**
RO-RO	**:**	**Road to Road (Roll On – Roll Off)**
TEU	**:**	**Twenty-Foot Equivalent Unit Yirmi Ayaklık Eşdeğer Birim**
UNCTAD	**:**	**United Nations Conference On Trade and Development Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı**
WEF	**:**	**World Economic Forum-Dünya Ekonomik Forumu**
WTO	**:**	**Dünya Ticaret Örgütü**

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Uluslararası Deniz Ticareti ve Dünya Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Yıllık Değişimi (Yüzde)..... 8
Şekil 2: Taşıma Şekillerine Göre Deniz Taşımacılığı 9
Şekil 3: Dünya Deniz Taşımacılığı (Ton)..... 10
Şekil 4: Yarıyıl Başına Liman Uğrak Noktaları 2018-2022..... 14
Şekil 5: Konteyner Hacmi 20 Feet Eşdeğer Birim (Milyon) 2016-2024..... 15
Şekil 6:Dünya Konteyner Gemi Filosu Gelişimi 19
Şekil 7:Dünya Konteyner Terminallerinin sayısı 2006-2023..... 22
Şekil 8: Limanlarda Dijitalleşmenin Temel Basamakları 28
Şekil 9: Başarılı Dijitalleşme Faktörleri..... 32
Şekil 10: Konteyner Terminalindeki Operasyon Türleri 37
Şekil 11: Konteyner Terminali Dijital Dönüşüm ve Olgunluk Düzeyi Hiyerarşik Yapısı 45
Şekil 12: Bulanık DEMATEL Yöntemi İşlem Basamakları..... 57
Şekil 13: Araştırma Süreci İşlem Basamakları..... 62
Şekil 14: Hiyerarşik Yapı 65
Şekil 15: Ana Kriterlere İlişkin Nedensel İlişki Diyagramı 86
Şekil 16: Alt Kriterlere İlişkin Nedensel İlişki Diyagramı..... 88

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Türkiye 2015-2023 Yılları Arası Taşıma Şekillerine Göre İthalatı 4
Tablo 2: Türkiye 2015-2023 Yılları Arası Taşıma Şekillerine Göre İhracatı 5
Tablo 3: Dünya 2013-2023 Yılları Arası Deniz Taşımacılığı 9
Tablo 4: Uluslararası Deniz Ticareti Gelişim Tahmini (2024-2028) 17
Tablo 5: Türkiye Limanları Konteyner Elleçlemesi 18
Tablo 6: Dünya Konteyner Gemi Sayısı Değişimi (2016-2023) 19
Tablo 7: Türkiye En Fazla Yük Elleçleyen İlk 10 Konteyner Terminali 23
Tablo 8: Endüstri Devriminin Temel Özellikleri 25
Tablo 9: Tez Çalışmasında Yer Alan Kriterler ve Açıklamaları 43
Tablo 10: Dijitalleşme Kriterlerinin Yer Aldığı Çalışmalara İlişkin Bilgiler 44
Tablo 11: Limanlarda Dijital Dönüşüm Süreçleri ve Dijital Olgunluk Kriterleri ve İlgili Yapılan Çalışmalar ve Hedefleri 46
Tablo 12: Denizcilik Endüstrisinde Dijital Dönüşüm ve Dijitalleşme İle İlgili Yapılan Çalışmalar ve Hedefleri 47
Tablo 13: Bulanık Önem Seviyeleri 56
Tablo 14: Kriterlere İlişkin Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayılar (Wu ve Lee, 2007) 57
Tablo 15: Kriterlerin Kısaltmalarına İlişkin Kodlar 63
Tablo 16: Yönetici-1'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 66
Tablo 17: Yönetici-2'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 66
Tablo 18: Yönetici-3'ün Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 66
Tablo 19: Yönetici-4'ün Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 67
Tablo 20: Yönetici-5'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 67
Tablo 21: Yönetici-6'nın Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 67
Tablo 22: Yönetici-7'nin Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması 68
Tablo 23: Yönetici-1'in Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 68
Tablo 24: Yönetici-2'nin Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 68
Tablo 25: Yönetici-3'ün Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 69
Tablo 26: Yönetici-4'ün Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 69
Tablo 27: Yönetici-5'in Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 69
Tablo 28: Yönetici-6'nın Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 70
Tablo 29: Yönetici-7'nin Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 70
Tablo 30: Ana Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 70
Tablo 31: Organizasyon (K1) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 71
Tablo 32: Teknoloji (K2) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 71
Tablo 33: Personel (K3) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 71
Tablo 34: Olgunluk (K4) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 72
Tablo 35: Dijital İş Modeli (K5) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması 72

Tablo 36: Ana Kriter İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu 72
Tablo 37: Organizasyon Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu..... 73
Tablo 38: Teknoloji Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu..... 73
Tablo 39: Personel Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu 73
Tablo 40: Olgunluk Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu..... 74
Tablo 41: Dijital İş Modeli Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu . 74
Tablo 42: Ana Kriterlere İlişkin Değerlerin Durulaştırılmış Ağırlıkları 74
Tablo 43: Ana Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları ve Sıralaması 76
Tablo 44: Tutarlılık Oranları 77
Tablo 45: Ana Kriterler Üçgensel Bulanık Direkt İlişki Matrisi..... 78
Tablo 46. Ana Kriterler Normalize İlişki Matrisi..... 80
Tablo 47: Ana Kriterler Bütünleşik Karar Matrisi 81
Tablo 48: Ana Kriterler L, M, U Matrisi..... 82
Tablo 49: Ana Kriterler (I-L), (I-M), (I-U) Matrisi..... 82
Tablo 50: Ana Kriterler Ters Matrisler..... 83
Tablo 51: Ana Kriterler Toplam İlişki Matrisinin L, M, U Değerleri 84
Tablo 52:Ana Kriterler Toplam İlişki Matrisi 84
Tablo 53: Ana Kriterler Durulaştırma ve Ağırlıklandırma..... 85
Tablo 54: Alt Kriterler Durulaştırma ve Ağırlıklandırma 87
Tablo 55: Ana ve Alt Kriterlere Ait Önem Seviyeleri..... 89
Tablo 56: Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL ile Elde Edilen Sonuçların Kıyaslanması..... 91

GİRİŞ

Küresel çapta gerçekleştirilen ticari faaliyetlerde deniz taşımacılığının önemi büyüktür. Yaklaşık olarak Dünya genelinde yapılan ticaretin %90'ı bu yolla gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ise ticaretin yaklaşık %86'sı denizden yapılmaktadır. Hiç şüphe yoktur ki ticari faaliyetlerin gerçekleşmesinde bu kadar çok paya sahip taşımacılığın ana unsuru olan limanların efektif ve verimli bir şekilde hizmet sunması bulunduğu bölgelere ve ülkelerin ticari faaliyetlerini ve dolayısıyla da ekonomisini olumlu yönde etkilemektedir. Deniz taşımacılığının en önemli unsurlarından olan konteyner taşımacılığının gün geçtikçe önemli hale gelmesi ve bu limanlardaki faaliyetlerin artmasından kaynaklı olarak bu limanlardaki faaliyetlerin etkili ve verimli yapılması oldukça önemlidir (Yüksekyıldız, 2021, s.3).

İçinde bulunduğumuz yüzyılın ilk başlarında artış gösteren teknolojik ilerlemeler sürdürülebilir büyüme kaygısı içine giren işletmelerde baskı oluşturmuş, bu baskıyı rekabet avantajına dönüştürmek için teknolojik gelişmeleri takip etmek ve onları yakalayarak uygulamada öncülük edebilmek önemli hale gelmiştir. Özellikle yeni yüzyılın başlarından itibaren ekonomik, sosyal ve teknolojide gerçekleşen ilerlemelerin tesiri denizcilik sektörünü etkisini altına almış, bu sektördeki baş aktörlerden olan limanlarda bundan kendisine düşen payı almaktadır (Shahbakhsh, Emad and Cahoon, 2022, s.10). Bu noktada yakın geçmişte ortaya atılan kavramlardan biri Endüstri 4.0 olarak tarif edilen dijital çağdır. Dünya ticaret döngüsünün en temel halkası konumundaki limanlar da bu dijital teknolojilerdeki değişimlere ayak uydurma çabası görülmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri ilk başta konteyner terminallerinde kullanılmaya başlamıştır. Konteyner taşımacılığının çok paydaşlı ve değişken koşullara uyumda dinamik yapısına katkı sağlayan başarı faktörü olarak dijital dönüşüm çabalarında rekabet avantajlarına yol açtığı bulunmuştur. Ancak dijital dönüşümde başarılı sonuçlar elde etmek için hangi kriterlerin önemli olduğu belirsizliğini korumaktadır. Bu kapsamda tezin amacı dijitalleşmenin temelini araştırarak konteyner limanlarında dijital dönüşüm süreçlerini ve dijital olgunluk kriterlerinin önem düzeylerinin değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda konteyner terminallerinin dijital olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi maksadıyla ulusal ve uluslararası literatürden, alan uzmanı/akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda kriterlerin belirlenmesini müteakiben konteyner terminali çalışanlarına

(operasyonel görevdeki) ve yöneticilerine ayrı ayrı anket uygulanmıştır. Anket sonuçlarının alınması sonrasında verilerin değerlendirilmesi Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemleri ile yapılmış olup, yöntemlere ilişkin hususlar ilgili kısımda açıklanmıştır.

Literatür incelendiğinde, Özkanlı ve Denizhan (2020) çalışmasında, Türkiye'nin deniz limanlarının dijitalleşme sürecine ilişkin bir yol haritası oluşturmak için; Avrupa Limanlarındaki dijitalleşme süreçleri Hannover limanı ve Rotterdam limanı örnekleri üzerinde analiz edilmiştir. Müteakiben Türkiye limanlarının dijitalleşme konusundaki mevcut durumu incelenerek, en büyük beş limanın kullandığı teknolojiler hakkında bilgi verilmiştir. Balcı (2021), konteyner taşımacılığında başarılı bir dijital dönüşüm için gerekli temel kaynakları literatür taraması ile belirledikten sonra, konteyner taşımacılığı sektöründeki uzmanlardan elde edilen verilerin AHP metodu ile önceliklendirmesini yaparak önem derecelerini belirlemiştir. Lambrou vd. (2019), yapmış oldukları nitel çalışmalarında denizcilik sektöründe IoT, blok zinciri ve yapay zekâ gibi çeşitli dijitalleşme uygulamalarını incelemiştir. Denizcilikte dijitalleşmenin itici güçlerini süreç iyileştirmeleri, maliyet verimliliği, müşteri ve iş ortağı beklentileri, veriden para kazanma modelleri, radikal yenilikler, pazar payı, inovasyon ve kurumlar olarak sıralamışlardır. Vaio ve Varriale (2020), İtalya'daki limanların dijital platformlarının benimsenmesi sayesinde liman operasyonlarının ve iş süreçlerinin yönetiminde meydana gelen değişiklikleri çoklu vaka yöntemi ile analiz etmeyi amaçladıkları çalışmasında, dijitalleşmenin kâğıt azaltma, maliyet azaltma, bilgiye hızlı erişim ve bilgi paylaşımında hataların azaltılması gibi çeşitli faydalarına işaret etmişlerdir. İnanlı ve Yorulmaz (2021), konteyner taşımacılığını ve konteyner terminallerinin kuruluşla ilgili niteliklerini ve dijitalleşmenin konteyner terminallerine olan etkilerini incelemiştir. Kocaeli bölgesindeki 6 konteyner terminaline ilişkin istatistikler ve limanlara ait bilgi paylaşım platformları aracılığıyla elde ettikleri bilgileri literatür incelemesi ile değerlendirdikleri çalışması ile DP World Yarımca limanın dijital dönüşüm konusunda en iyi konumdaki liman olduğu tespitini yapmışlardır. Yorulmaz ve Baykan (2024), Liman ve terminallerin dijitalleşme seviyelerini tespit etmek maksadıyla sektördeki alanında uzmanlaşmış kişilerden ankete dayalı olarak aldıkları görüşlerin değerlendirilmesinde BAHP, ARAS ve PROMETHEE metotlarının birleşimi bir model kullanmışlardır. Yapmış oldukları

çalışma ile konteyner terminallerinin en yüksek dijitalleşme seviyesine sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Literatür incelendiğinde tezde ele alınan problem hiyerarşisi kapsamında BAHP ve BDEMATEL yöntemleri kullanılarak konteyner terminallerinin bulunduğu limanların dijital olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca limanların dijitalleşmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmalar da sınırlıdır. Dolayısıyla bu yönleriyle de tezin literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Tez altı bölümden meydana gelmektedir. Tezin birinci bölümünde çalışmanın konusu, amacı ve çalışmada kullanılan yöntemlerle ilgili bilgi verilmektedir. Tezin ikinci bölümünde dijitalleşme ve dijital dönüşüm süreçlerine değinilmiştir. Tezin üçüncü bölümünde konteyner terminallerindeki dijital dönüşüm hakkında bilgiler verilmiştir. Tezin dördüncü bölümünde denizcilik sektöründe ve konteyner terminallerinde dijitalleşme konusunda yapılmış çalışmalarla ilgili literatür araştırması aktarılmıştır. Tezin beşinci bölümünde tezin çözüm yöntemi olarak kullanılan BAHP ve BDEMATEL yöntemleri konusunda bilgiler yer almaktadır. ÇKKV yöntemlerinden BAHP ve BDEMATEL yöntemlerinin uygulama adımları, problemin belirlenmesi, kriter ve alternatifler ve verilerin elde edilmesi hakkında bilgi verilmiştir. Tezin altıncı bölümünde kriterlerin sıralanması ve etki düzeyleri ile ilgili uygulanma çalışması yapılmıştır. İlk olarak BAHP yöntemi ile kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Sonrasında ana kriter ve alt kriterlerin birbirlerini etki düzeyleri BDEMATEL yöntemi ile değerlendirilmiştir. Son bölüm de uygulama sonuçları yorumlanmıştır. Ayrıca bundan sonraki çalışmalara dair öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. TAŞIMACILIK

İnsanlık tarihinin başlamasında, ilerlemesinde, ekonomik olarak gelişim göstermesinde tarih boyunca kritik bir görev üstlenen; sözlükte, "insan, mal vb.nin çeşitli araçlarla bir yerden başka bir yere taşınması işi, ..." (TDK, 2023) olarak tanımlanan taşımacılık, genel olarak lojistik halkasının hareketini ve malların transfer edilmesinin sağlandığı esas faaliyettir (Doğan ve Uludağ, 2023, s.3017).

Tedarik zinciri ve lojistik hizmetler halkasının belki de en önemli parçası olan taşımacılık kısaca coğrafi olarak birbirinden ayrı olan pazarlara ürünleri ulaştırmak şeklinde tanımlanmaktadır. Lojistik döngüsünde malların ilk üretildikleri aşamadan son noktaya ulaştırılıncaya kadar geçen aşamalarda hem ulusal hem de uluslararası taşımacılık hizmetleri kullanılmaktadır. Lojistik hizmetlerinin tüm maliyetleri dahilinde taşımacılık neredeyse beşte ikisine karşılık gelerek önemli bir bölümü oluşturmaktadır (Köfteci ve Gerçek, 2010; Balık vd., 2015, s.49)

Tablo 1: Türkiye 2015-2023 Yılları Arası Taşıma Şekillerine Göre İthalatı

(Değer : x Bin ABD $)

Yıl	Denizyolu		Demiryolu		Karayolu		Havayolu		Diğer	
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%
2023	195.164	54	1.996	1	66.942	19	53.840	15	43.821	12
2022	193.796	53	2.967	1	59.447	16	38.582	11	68.916	19
2021	157.390	58	2.891	1	48.896	18	26.057	10	36.189	13
2020	114.838	52	2.144	1	41.883	19	39.260	18	21.389	10
2019	112.967	54	1.447	1	37.177	18	29.238	14	29.514	14
2018	136.737	59	1.299	1	39.129	17	28.756	12	25.229	11
2017	138.596	58	1.294	1	40.374	17	34.439	14	24.009	10
2016	121.013	60	1.768	1	36.716	18	23.107	11	19.583	10
2015	126.868	59	1.434	1	37.840	18	20.159	9	27.315	13

Kaynak : Ticaret Bakanlığı, 2024

Lojistik ve ticari faaliyetlerin planlamasında en önemli kısmı oluşturan taşımacılık hizmetinin icra edilmesinde çeşitli ulaştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar, karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu, boru hattı ve kombine (karma) (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015, s.407) taşımacılıktır. Ticaret Bakanlığı verilerine göre Türkiye dış ticaret işlemlerinin taşıma şekilleri kategorisine göre 2015-2023 yılları arasını kapsayan döneme ilişkin ithalat rakamları Tablo 1'de bulunmaktadır.

Aynı döneme ilişkin ihracat rakamları Tablo 2'de bulunmaktadır. Bu bilgilere göre ülkemizde taşımacılık hizmetlerinde en çok tercih edilen yöntem olarak açık ara deniz taşımacılığı olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Türkiye 2015-2023 Yılları Arası Taşıma Şekillerine Göre İhracatı

(Değer : x Bin ABD $)

Yıl	Denizyolu		Demiryolu		Karayolu		Havayolu		Diğer	
	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%	Değer	%
2023	143.194	56	1.959	1	83.066	33	25.506	10	1.710	1
2022	150.294	59	2.457	1	78.837	31	20.687	8	1.892	1
2021	133.714	59	1.648	1	68.749	31	18.735	8	2.366	1
2020	100.907	59	1.287	1	53.127	31	12.732	8	1.581	1
2019	109.114	60	971	1	54.461	30	14.849	8	1.436	1
2018	108.802	61	753	0	52.222	29	14.127	8	1.262	1
2017	93.378	57	699	0	50.988	31	17.217	10	2.210	1
2016	80.139	54	673	0	49.537	33	17.908	12	987	1
2015	79.762	53	861	1	51.946	34	17.400	12	1.011	1

Kaynak : Ticaret Bakanlığı, 2024

1.1. DENİZ TAŞIMACILIĞI

Tarih boyunca medeniyetler verimli toprakların bulunduğu nehir boylarında, su yataklarının olduğu deniz kenarlarında kurulmuştur. Bunun başlıca sebebi insanların su ve onun nimetlerinden yararlanmak istemeleridir. Deniz, ülkeler arasında bir köprü görevi gören, onları birleştiren bir yol olarak görülmüş ve bu nedenle geçmişte olduğu gibi bugünün dünyasında da yoğun ticari faaliyetlerin gerçekleştirildiği, başta temel ihtiyaçlar olmak üzere enerji gibi günümüzde temel ihtiyaç olarak görülebilecek malların taşımasının yapıldığı yegâne alan haline gelmiştir. Ayrıca, küreselleşmenin

oluşturduğu değişim ile denizaşırı ülkeler arasında artan ticari faaliyetlerde deniz taşımacılığı devletler için düşünülmesi gerekli bir unsur haline gelmiştir (Çetin, 2009, s.45). Ayrıca deniz taşımacılığı malların düşük fayda sağladığı yerden daha yüksek fayda sağlanacağı başka bir yere taşınması olarak ta tanımlanmaktadır (Branch ve Robarts, 2014, s.12).

Küresel ticaretin hacim ve değer olarak artmasıyla birlikte, artan enerji ihtiyacının karşılanması, hammadde, ara mamul ve nihai ürünlerin son tüketicilere ve pazarlara ulaştırılma ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bu noktada lojistik ve taşıma faaliyetlerinin önemi artmıştır. Ticaretteki gelişmelere paralel olarak ülke ekonomilerinin birbirlerinden bağımsız hareket etme imkanları kısıtlanmıştır. Ticari faaliyet döngüsündeki taraflar arasındaki uluslararası ölçekte gerçekleşen etkileşim ve iş birliği tedarik, lojistik, ulaştırma gibi hizmetlerin bulunduğu birçok yapıyı bünyesinde barındıran ve bir arada toplayan limanlar açısından önemlidir. Deniz taşımacılığı dünya üzerinde ticareti gerçekleştirilen malların beşte dördünün gerçekleştiği (UNCTAD, 2019) alan olması sebebiyle uluslararası ticaretin ve ürün döngüsünün vazgeçilmez bir parçasıdır.

Deniz taşımacılığı, taşımanın en az riskli ve en ekonomik olması sebebiyle de küresel çapta en fazla talep gören taşımacılık türüdür. Bu taşımacılıkta hizmet türü taşınan mala bağlı olarak belirlenmekte olup, bazı durumlarda farklı ülkeler ya da bölgelerde aynı taşıma türünün nitelikleri değişiklik göstermektedir. En çok tercih edilenler taşımacılık türü ise kuru yük, sıvı yük, konteyner, Ro-Ro ve karma yüklerin taşınmasıdır (WTO, 2004a, s.114).

Küresel ticarette yaşanan artış, malların üretim noktasından başlayarak aracılar ve nihayetinde son tüketicilere transfer edilmesi ve dolaşımı nedeniyle dünya çapında taşımacılık faaliyetlerinin büyümesine etki etmektedir. Küresel ölçekteki bu genişleme ve uluslararası taşımacılık sayesinde temin edilen ürünlere olan talep, deniz taşımacılığı faaliyetlerini direkt olarak yönlendirdiğinden deniz taşımacılığı dünya ekonomisindeki gelişmelere bağlıdır. Küresel ticarette en sık tercih edilen ulaştırma şekli denizden taşımacılık olup, dünya çapındaki toplam ulaştırma hacminin yaklaşık %85'ine tekabül etmektedir (Yercan ve Yıldız, 2015, s.11).

1.1.1. Deniz Taşımacılığı Tarihçesi

Deniz taşımacılığı, deniz üzerinde kullanılmak üzere özel olarak dizayn edilmiş vasıtalarla ilk zamanlarda sadece insanların, daha sonralarında ise malların da bir noktadan başka bir noktaya nakledilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Tarihin ilk deniz taşımacılığının M.Ö. 3200'de Mısır insanlarının sahil botlarından istifade etmelerine dayandığı bilinmekte, (Corbett ve Winebrake, 2008, s.31) bu durumun insanoğlunun her daim denizlerden istifade etmeye meraklı oluşunun (Tatar, Özer ve Kartal, 2019, s.141) bir göstergesidir. Günümüzde kullanılan modern ve devasa kapasiteli gemilerin var olmasının arkasında tarihte ilk zamanlarda insanların sadece kendilerini taşıyabilecek büyüklükteki küçük araçlarla taşıma çabaları bulunmaktadır. Gemilerdeki gerçekleşen ilerlemelerle paralel bir şekilde limanlarda ve buralarda gerçekleştirilen faaliyetlerde de gelişmeler olmuştur (Tatar, Özer ve Kartal, 2019, s.141). Her zaman ticaretin en temel taşı olan deniz taşımacılığının göstermiş olduğu ilerlemedeki önemli katkıların başında sanayileşme ile buharlı gemilerin çok daha uzak mesafelere seyir yapabilmesi yer almaktadır. Deniz taşımacılığı, limanlar ve özel inşa edilmiş gemilerle malların üreticiden son tüketicilere kadar ulaştırılmasındaki tüm tarafları kapsayan bir sistem olarak (Corbett ve Winebrake, 2008, s.31) tarihin her döneminde insanlık için büyük faydalar sağlamıştır.

1.1.2. Deniz Taşımacılığının Önemi

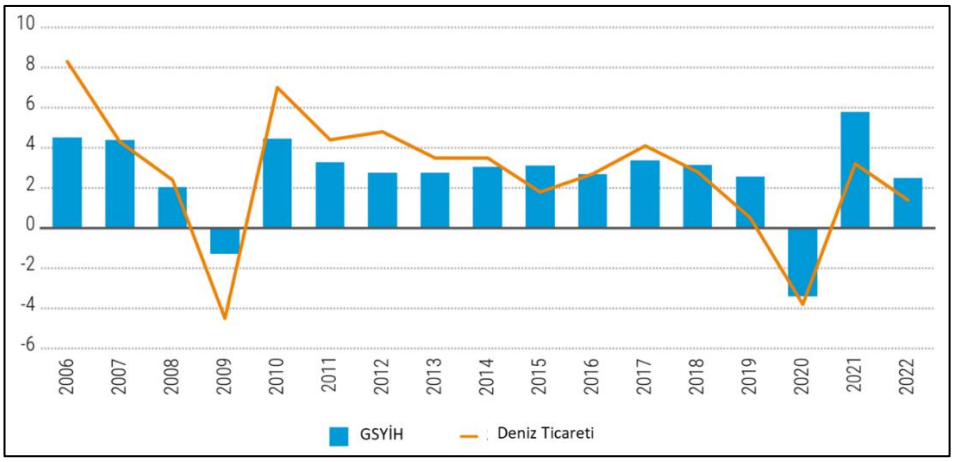
Barbaros Hayrettin Paşa (1478-1546) tarafından söylenen "Denizlere hâkim olan cihana hâkim olur." ve Sir Walter Raleigh'ın (1554-1618) "Her kim denize hâkim olursa ticarete de hâkim olur, her kim ticarete hâkim olursa dünyanın zenginliklerine ve nihayetinde dünyaya hâkim olur." sözleri denizlerin ve tabiatıyla da deniz taşımacılığının önemini ortaya koymaktadır.

Ülkeler arasında sınırların kalktığı globalleşen dünyada teknolojik ilerlemelerin etkisiyle küresel ticari faaliyetlerin gelişmesi taşımacılık endüstrisinin de gelişmesine yol açmıştır. Bilhassa da denizcilik sektöründe gemilerin taşıma kapasitelerinin ve sayılarının artması, dünyada konteyner gemilerine olan eğilimin olması, çok modlu taşımacılığın yaygınlaşması taşıma maliyetlerine olumlu etki yapmış ve malların üreticisi ile son teslim noktasındaki tüketici arasında ekonomik ara kısalmıştır

(Madhani, 2008, s.5-7). Sonuç olarak malların transferindeki bu gelişmelere lojistik sistemler ayak uydurarak daha süratli ve az riskli hizmet olanağı sağlanmıştır. Küresel ticareti değişime iten mevcut durum ile işletmelerin hayatta kalabilmeleri rekabet ortamlarına ve yeniliklere ayak uydurmalarına bağlı hale gelmiştir.

Ticaretteki en önemli gider kalemi olan taşıma masraflarının düşürülmesi yönündeki çabalar ise bu alandaki en ekonomik yöntem olan denizyollarının çok daha fazla tercih edilmesine sebebiyet vermiştir. Ulaştırma hizmetlerinin sağlanmasında başlangıç yatırımı yüksek olsa da uzun, hatta kıtalararası taşımacılıkta en uygun yöntem olduğu bilimsel çalışmalarda da vurgulanan deniz taşımacılığı sektörde büyük bir paya sahiptir (Kol, 2010, s.4).

Denizden gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetleri ülke ekonomileri ile doğru orantılı olarak etkilenmekte ve gelişmesine katkı sağlamaktadır. Şekil 1'deki uluslararası deniz ticareti ile dünya Gayri Safi Yurt İçi Hasıla Yıllık Değişim çizelgesinden de açıkça görüleceği üzere 2008 yılının sonlarına doğru başlayan ve neredeyse tüm ülkeleri etkileyen ekonomik kriz ile 2020 yılında başlayan ve tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgını nedeniyle ekonomilerdeki çöküş aynı zamanda deniz ticaretinde de yaşanmıştır.



Kaynak: UNCTAD, 2022

Şekil 1: Uluslararası Deniz Ticareti ve Dünya Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Yıllık Değişimi (Yüzde)

Deniz taşımacılığı ile yapılan Tablo 3'te bulunan taşımacılık verileri incelendiğinde en fazla dökme yükler ile petrol ürünlerinin taşındığı görülürken, son

yıllarda konteyner ile farklı türlerde yüklerin taşınma imkânı olmasından bu yöntemle taşınan yük miktarında yıllara sâri olarak artış görülmektedir.

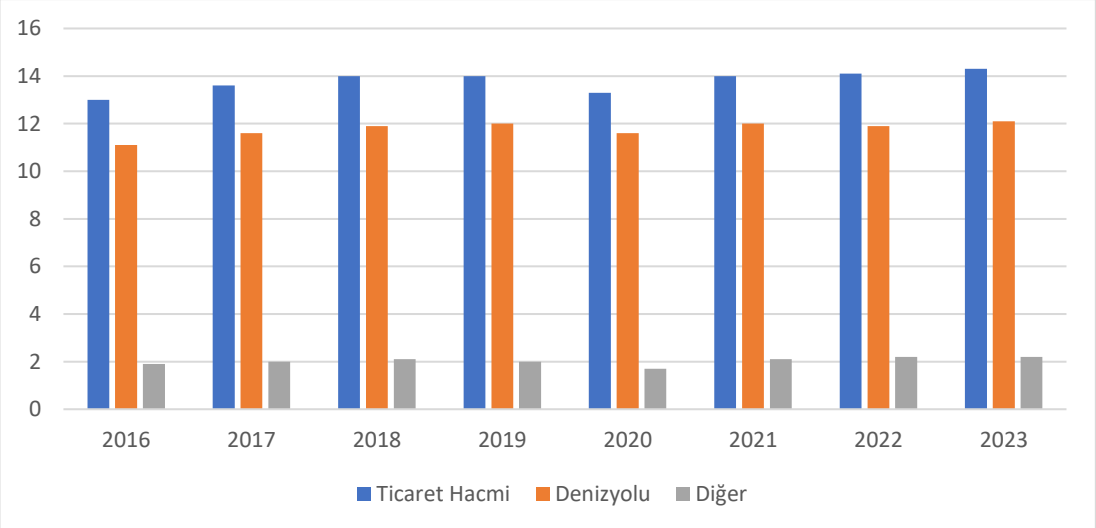
Tablo 3: Dünya 2013-2023 Yılları Arası Deniz Taşımacılığı

(Milyon Ton)

Yıl	Demir	Kömür	Dökme yük	Tahıl	Ham Petrol	Petrol Ürünleri	Gaz	Kimyasal	Konteyner	Kuru yük (diğer)	Toplam	Değişim (%)
2016	1.418	1.142	1.919	450	1.985	1.097	372	321	1.582	854	11.410	3
2017	1.476	1.210	2.001	475	2.037	1.016	399	342	1.668	888	11.603	4,2
2018	1.475	1.271	2.062	474	2.061	1.118	434	363	1.741	914	11.913	2,7
2019	1.455	1.297	2.083	479	2.017	1.080	479	374	1.778	927	11.970	0,5
2020	1.501	1.179	2.037	517	1.863	963	481	370	1.764	903	11.579	-3,3
2021	1.517	1.228	2.127	525	1.861	1.010	509	378	1.869	940	11.964	3,3
2022	1.481	1.224	2.041	505	1.956	1.030	531	370	1.804	941	11.882	-0,7
2023	1.483	1.250	2.054	531	1.999	1.073	550	376	1.785	954	10.256	1,5

Kaynak : İMEAK, 2023

Taşıma şekillerine göre ülkemiz deniz taşımacılığı bilgilerinin yer aldığı Şekil 2'de gerçekleştirilen ticaret hacminin büyük bir çoğunluğunun deniz taşımacılığı sayesinde olduğu görülmektedir.



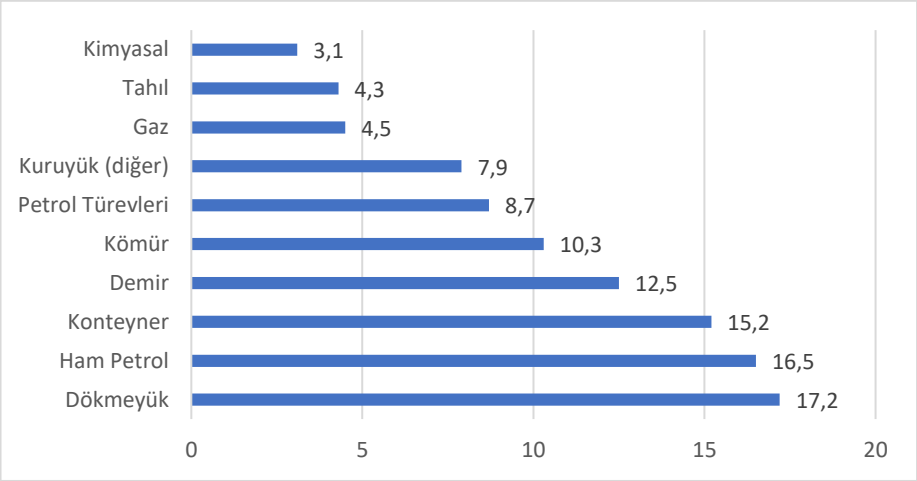
Kaynak : İMEAK, 2023

Şekil 2: Taşıma Şekillerine Göre Deniz Taşımacılığı

1.1.3. Deniz Taşımacılığı Çeşitleri

Deniz taşımacılığı, taşıma kapasitesi bakımından daha fazla yükün tek seferde transfer edilebilmesine imkân sağlaması, daha az risk taşıması gibi avantajlarıyla taşıma modları arasından öne çıkmaktadır. Devasa boyut ve miktardaki malların kıtalararası nakledilmesinde en uygun yöntem olması bu taşımacılık türünün en belirgin özelliğini oluşturmaktadır (Saatçioğlu ve Saygılı, 2013, s.20). Deniz taşımacılığı fiziksel özellikler, malların değeri ve boyutu ile depolama ve elleçleme metotları gibi kriterleri içermektedir (Takım ve Ersungur, 2015, s.358). Dünya Deniz Taşımacılığına ilişkin Şekil 3'teki verilere göre sırasıyla en fazla dökme yük, ham petrol ve konteyner taşımacılığı yapıldığı görülmektedir.

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından denizcilik endüstrisinde bulunan gemiler kategorize edilmiş ve her kategorideki gemileri alt kategorileri ile genişleten bir sistem oluşturmuştur. Yapılan sınıflandırma sisteminde yirmi civarında farklı tür belirlenmiş olsa da küresel ticari faaliyetlerde en çok tercih edilen ve kapasite olarak ta en çok paya sahip gemi tipleri çeşitli özellik ve boyutlardaki tankerler, konteynerler ve kuru yük gemileri olarak karşımıza çıkmaktadır (Kayışoğlu ve Bolat, 2021, s.45).



Kaynak : İMEAK, 2023

Şekil 3: Dünya Deniz Taşımacılığı (Ton)

1.1.3.1. Tanker

Sıvı halde bulunan yükleri taşımak maksadıyla özel olarak inşa edilmiş deniz taşımacılığı endüstrisinde kullanılan gemilerdir. Petrol ve petrol yan ürünleri, sıvı haldeki kimyasal ürünler, bitkisel ürünler ve şarap gibi likit maddelerin taşınmasında

kullanılır. Dünya petrol ihraç eden ülkelerden diğer ülkelere sevkiyat çok fazla olduğundan küresel deniz taşımacılığının büyük bölümünü oluşturmaktadır.

1.1.3.2. Kombine Taşımacılık

Taşımacılığın büyük kısmının demiryolu, iç suyolu veya denizyoluyla, taşıma hizmetinin ilk veya son kısmının olabildiğince en yakın ve/veya kısa mesafeyle karayolu üzerinden yapıldığı çok modlu taşımacılıktır (UAB, 2022).

Kombine taşımacılık, intermodal taşımacılıkta esas hattın deniz veya demiryolu olduğu ve taşımanın daha hızlı ve düşük maliyetle yapılmasının zorunlu hale geldiği mevcut durumda, işletmelerin rekabet avantajı sağlamak için yüklerine müşterilerin kapılarına ulaştırma mecburiyeti yaşadıkları günümüzde kombine taşımacılık çoğunlukla yüklerin taşındığı bir taşıma sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Gülsün ve Erkayman, 2018, s.39-40).

1.1.3.3. Ro-Ro Taşımacılığı

Ro-Ro ifadesi hem tekerlekli hem de tekerleksiz araç manasında kullanılan "Roll on / Roll of" sözcüklerinin ilk harflerinden meydan gelen bir kısaltmadır. Taşımacılık türlerinden karayolu ile deniz vasıtasıyla gerçekleştirilen taşımacılık sistemlerini birbirlerine entegre etmek vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Özellikle büyük hacimli ve tekerlekli vasıtaların naklinin kısa ve orta mesafelere (1.800 mil) taşınmasının gerekli olduğunda diğer taşıma türlerine göre avantajlı bir layner taşıma yöntemidir (Ünal vd., 2022, s.61).

Ro-Ro taşımacılığı on dokuzuncu yüzyılın ilk yarısının sonlarına doğru kısa mesafeler için taşımacılık olarak ön plana çıkmış, müteakiben İskandinavya ülkelerinde günümüz modern şeklini almıştır. İlk başlarda sadece insanların taşınması maksadıyla kullanılırken daha sonlarında yük taşımacılığı yapılmış ve şimdilerde ise açık deniz taşımacılığına evrilmiştir (Özdemir ve Deniz, 2013, s.105).

Bu taşımacılık, karayoluyla yapılan taşımacılık sürecinde araçların deniz yoluyla bir kısmının taşınmasına olanak sağlayan bir lojistik çözümüdür. Tekerlekli araçlar için Ro-Ro taşımacılığının tercih edilmesinde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Bunlar arasında, Ro-Ro taşımacılığının süreç olarak uzun olmasına rağmen maliyet açısından

avantajlı olması, güvenilir bir taşıma yöntemi olması, farklı ülkeler arasındaki geçiş belgesi ve trafik sorunlarından kaçınmayı sağlaması, şoförlerin yurtdışında kalış süresini azaltması ve vize sorunlarını minimum seviyeye indirmesi gibi unsurlar yer almaktadır. Bu nedenlerle, Ro-Ro taşımacılığı, tekerlekli araçların uluslararası taşımacılıkta tercih ettiği önemli bir seçenek haline gelmektedir.

İki ve daha çok farklı yük türünün elleçlendiği birçok amaç için tasarlanmış liman, kamyon ve römorklarla Ro-Ro gemilerine hizmet veren limanlara da Ro-Ro Limanı denilmektedir (Balık, 2014; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464).

1.1.3.4. Dökme Yük Taşımacılığı

Taşıdıkları yüklere göre dizayn edilmiş gemiler tarafından gübre, cevher, fosfat, tahıl vb. kuru yükler ile petrol türevleri ve kimyasal maddeler gibi sıvı haldeki yükleri taşıyan gemiler dökme yük gemileri olarak tarif edilmektedir (Türk Armatörler Birliği, 2019). 1900'lü yılların ortalarından itibaren inşa edilmeye başlayan bu gemilerle çok fazla hacim ve miktarlarda tahıl, maden vb. yükler uzak mesafelere taşınmaya başlanmıştır.

Dünyada gerçekleşen uluslararası ticari faaliyetlerin yaklaşık üçte biri kuru dökme yük taşımacılığı ile gerçekleştirilmekte (Bandyopadhyay ve Rajib, 2021; Karakadılar, 2022, s.639) ve denizlerdeki en fazla kapasiteye sahip taşımacılık kuru dökme yük gemilerine aittir (Zeren ve Kahramaner, 2019, s.70).

Kuru dökme yükler ister paketli olsun ister paketlenmemiş ve paletler üzerinde yer alsın bu yükler genel kargo yük limanlarında, yığınlar halindeki yalnız kuru dökme durumundaki tahıl gibi ürünler kuru yük limanlarında ve üzerinde işlem görmüş ya da yarı işlem görmüş durumdaki sıvı yükler bu işlem için uygun niteliklere sahip sıvı yük limanlarında elleçleme yapılmaktadır (Balık, 2014; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464).

1.1.3.5. Konteyner Taşımacılığı

Farklı ulaşım modlarına uyumlu olarak uluslararası olarak belirli ebatlardaki metal kutular içerisinde yüklerin taşınmasına konteyner taşımacılığı denilmektedir (Elmas ve Yıldızhan,1999, s.25). Yüklerin diğer taşıma yöntemlerine göre daha emniyetli ve kolay olarak gerçekleştirme çabası ile ortaya çıkan ve içerisine eşyaların konulabileceği kutuların üretilme fikri "Konteynerleşme" olarak tarif edilmektedir (Bilginer, 2008; Erbaş Açıkel, 2015, s.106). Bu önceden belirlenmiş ölçülerdeki konteynerler içerisindeki yüklerin diğer taşıma yollarıyla taşınmasında birim yük olarak ifade edilmektedir.

Deniz taşımacılığında kullanılan devasa kapasitelere sahip konteyner gemileriyle çok miktarda konteynerin tek seferde taşınabilmesi, etkili ve daha az riskli olarak hedeflenen yere ulaştırılması nedeniyle diğer taşıma yöntemlerine göre avantajını kullanmak isteyen işletmeler tarafından daha çok tercih edilmektedir.

Sunduğu faydaların daha çok kabul görmesiyle küresel çapta konteyner kullanımı ve konteyner taşımacılığı hızlı bir artış sağlamıştır. Bu artışa paralel olarak farklı yüklere uygun konteynerler üretilmiş ve bugün geldiğimiz noktada her türlü yükün taşınmasına imkân verecek şekilde konteyner bulunmaktadır.

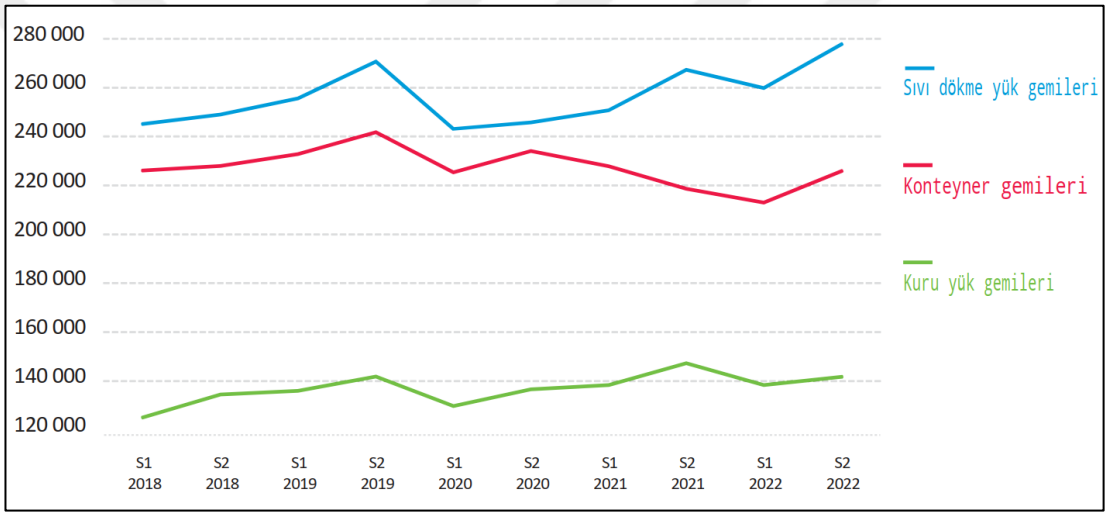
Bu taşımacılığın üç ana öğesi vardır. İlk olarak standart ölçüler halindeki yükün elleçleme işlemlerinin kolay hale getirilmesi, ikincisi taşıma modlarına uygun hale getirilecek bütünleşik taşıtlarla konteynerlerin taşıma döngüsü içerisinde her noktada elleçlenebilecek hale getirilmesi ve nihai olarak da bu döngü içerisinde etkili performans sergileyecek elleçleme sistem, ekipman ve araçlarının olmasıdır.

Konteyner taşımacılığı Ro-La ("Rollande Landstrasse") ve Ro-Ro ("Rollande Landstrasse") olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Ro-La Taşımacılığı kamyon ve tır gibi karayolu araçlarını buna uygun imal edilen vagonlara yüklenerek trenlerle taşınmasıdır (Çancı ve Türkay, 2005, s.65). Almanya gibi gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Ro-Ro taşımacılığı ise, yüklerin taşındığı kamyon vb. araçların gemilerle taşınmasıdır. Taşımacılık türlerinden karayolu ile deniz

taşımacılığı sistemlerini birbirlerine entegre etmek vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Özellikle büyük hacimli ve tekerlekli vasıtaların naklinin gerekli olduğunda tercih edilen, liman ve gemi arasındaki yükleme ve boşaltma işlemlerinin tekerlekli taşıtlarla gerçekleştirildiği layner deniz taşımacılığı yöntemidir (Ünal vd., 2022, s.61-62).

1.1.4. Deniz Taşımacılığında Konteynerin Yeri

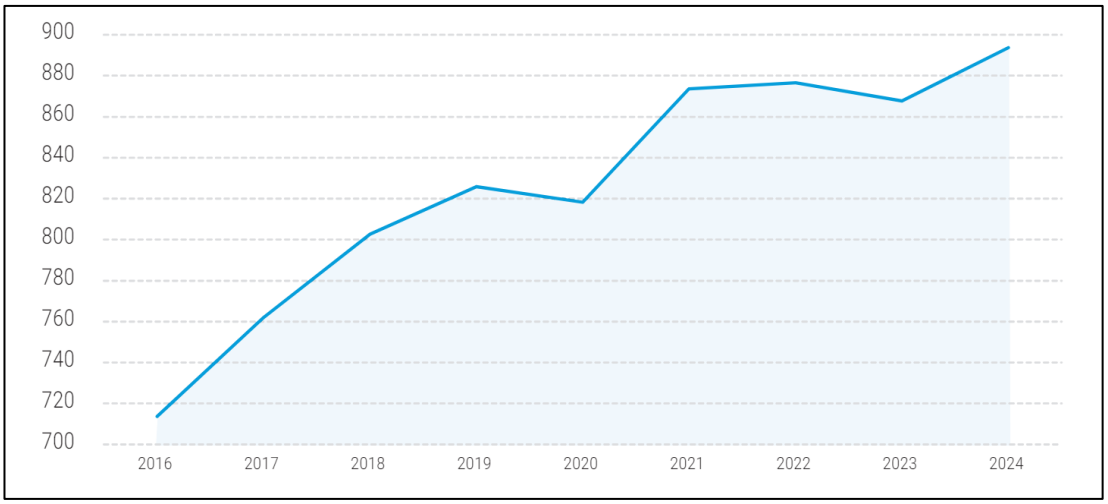
Konteyner gemilerinin ve kuru yük gemilerinin liman uğrak sayısı, 2022 yılının ilk yarısında gösterdiği düşüşten sonra, 2022'nin ikinci yarısında sırasıyla %3.3 ve %4.1 oranında (Şekil 4) artmıştır. Ancak her kategoride de önceki zirvelerin altında kalmıştır.



Kaynak : UNCTAD, 2023

Şekil 4: Yarıyıl Başına Liman Uğrak Noktaları 2018-2022

Konteyner taşımacılığı 2022 yılında çoğu bölgede düşüş eğilimi gösterirken, en yüksek düşüş % 7.5 ile Avrupa'da, % 5.4 ile Kuzey Amerika'da, % 4.4 ile Latin Amerika ve Karayipler'de yaşanmıştır. Konteyner gemi talebinde artış yaşandıkça yüklenen ve boşaltılan konteyner hacmi (Şekil 5) olumlu bir eğilim göstermektedir. Güçlü bir büyümenin ardından 2021 yılında % 6.8 ve 2022 yılında % 0.3'lük bir artış gösteren küresel konteyner hacminin 2024 yılında da % 3 büyümesi öngörülmektedir (UNCTAD, 2023).



Kaynak : UNCTAD, 2023

Şekil 5: Konteyner Hacmi 20 Feet Eşdeğer Birim (Milyon) 2016-2024

1.1.4.1. Tanımı

Konteyner, uluslararası belirli ölçülerde üretilen, taşınan malların zarar görmenden hedef yere ulaşması için koruyucu özelliklere sahip maddelerden oluşan ve tekrar tekrar kullanılmasına olanak sağlayan metal taşıma kaplarıdır. İçerisinde yer alan malların boşaltılmasına gerek duyulmadan diğer taşıma türleri ile son teslim noktasına kadar taşınabilmektedir. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) konteyneri; farklı türden yüklerin elleçleme ve nakledilme sistemi olarak kullanılan, içinde yüklerin hedef noktaya ulaşıncaya kadar farklı modlarına aktarılan ve bu işlemler sınasında yükün zarar görmesini engelleyecek şekilde üretilen taşıma kapları olarak tanımlamıştır. Konteynerin tanımına ilişkin olarak Türk Ticaret Kanunu'nda açık bir ifade bulunmasa da taşıyanın görev ve sorumluluklarının tespiti ile ilgili 1186/3. fıkrada "Eşya topluca bir konteyner, palet veya benzeri bir taşıma gerecine konmuş ise,…" denilerek konteynerin "bir taşıma gereci" olarak olduğu belirtilmiştir.

Konteyner ölçüleri ISO 6346 standardıyla belirlenmiş değişik ebatlarda olabilmektedir. Halihazırda dünya genelinde çeşitli amaçlar doğrultusunda üretilen on yedi milyon konteyner olduğu düşünülmektedir. Belirli ölçülere sahip bu konteynerlere uygun konteyner gemileri de inşa edilmiştir. Genel olarak konteyner ölçüleri; en ve boy:6x12 m. uzunluk ve genişlik:2,4x2,6 m. olup, 6 m.'lik konteynerler

1 TEU, 12 m.'lik konteynerler 2 TEU olarak isimlendirilmektedir (Özkan, 2008; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.465).

1.1.4.2. Konteynerin Gelişimi

Uluslararası ticari faaliyetlerdeki temel konu malların bir noktadan transfer edilmek istenilen başka bir noktaya ulaştırılması olup, bunda da en çok pay deniz taşımacılığındadır. Taşınan eşyaların konteyner olarak tarif edilen metal kutular içerisinde taşınması 19. Y.Y.'ın ortalarında başlamış ve çokta eski bir yöntem olmamasına karşı deniz taşımacılığı hizmetlerinde dönüm noktası olmuştur. Konteyner taşımacılığının doğuşu olarak görülen ve bu amaç için üretilmiş ilk konteyner gemisi olan Ideal X 1956 yılında tanıtılmış, 1966 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile Kuzey Avrupa ülkeleri arasında Atlantik Okyanusu'nu aşarak gerçekleştirilen ilk konteyner taşıma hizmeti ise bu alandaki uzak rotalı konteyner ticaretinin başlangıcı sayılmaktadır. 1968 yılında inşa edilerek sahiplerine teslim edilen ilk özel konteyner gemileri ile de deniz taşımacılığı endüstrisinde konteyner yaygın hale gelmeye başlamıştır. Konteynerin gelişmesinde taşınacak yükleri bir kutuya koyma düşüncesiyle sınırlı kalmayıp, bununla birlikte bu metal kutuların limanlarda ve depolama alanlarında yardımcı ve taşıyıcı araç/ekipmanlarla gemi, çekici, tren gibi araçlara transfer edilme fikri de bulunması önemli bir etki yapmıştır (Bernhofen, El-Sahli ve Kneller, 2016; Dördüncü, 2021, s.195-196).

Taşımacılık endüstrisinde yüklerin katı ve likit olarak transferi gerçekleştirilirken, küreselleşen ticari faaliyetlerdeki ilerlemeler ile sanayi mallarına yönelik talebin karşılanması maksadıyla kapıdan kapıya taşımacılık daha değerli hale gelmiştir (İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464). 1970'lere girerken belirli ölçülere sahip konteynerler taşıma modlarına uyum, liman hizmetlerindeki süre tasarrufu gibi birçok yarar sağladığı görülmüş, denizcilik sistemlerinin o tarihten beri dünyanın daha entegre hale gelmesine ve küresel ölçekte ticari faaliyetlerin gelişmesinde payı bulunmaktadır (İncekara, 2021, s.115).

1.1.4.3. Konteyner Özellikleri ve Çeşitleri

İmal edildikleri saç, demir, alüminyum vb. malzemeler açısından konteynerler değişiklik göstermektedir. Bilhassa çelikten üretilen konteynerler uzun süre kullanım olanağı sunmasıyla yarar sağlarken, boş konteyner ağırlığının diğer malzemelerden üretilmiş konteynerlere göre olumsuz tarafını oluşturur. Alüminyum gibi hafif malzemelerden üretilen konteynerler ise dış etkenlere maruz kaldıklarında kolay zarar görebilir ve taşınan mallarda risk oluşumuna sebebiyet verebilmektedir.

Kullanım şekilleri açısından konteynerler, parça (kuru) yük konteynerleri, dökme yük konteynerleri, izole edilmiş konteynerler ve özel amaçlı konteynerler olmak üzere kategorilere ayrılmaktadır.

1.1.4.4. Konteyner Taşımacılığının Dünyadaki Durumu

Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) verilerine göre, Dünya genelinde 2019 yılında 197,6 milyon TEU konteyner taşınmış, bunların 24,4 milyonu (%12) Uzak Doğu - Avrupa güzergahına taşınmıştır. 2019 yılında dünya çapında limanlarda yükleme/boşaltması gerçekleştirilen konteyner sayısı ise 800 milyon rakamına ulaşmıştır (Baştuğ ve Esmer, 2022, s.35).

Tablo 4: Uluslararası Deniz Ticareti Gelişim Tahmini (2024-2028)

(Yüzde %)

Yıl	Toplan deniz Ticareti	Konteynerli Ticaret
2024	2.1	3.2
2025	2.2	3.2
2026	2.2	3.2
2027	2.1	3.0
2028	2.1	2.9

Kaynak : UNCTAD, 2023

Deniz ticaret hacmi 2022'de yüzde 0,4 oranında bir daralma göstermiş, 2023'te ise yüzde 2,4 oranında büyümüştür. UNCTAD tahminlerine göre 2024-2028 yılları arasındaki uluslararası deniz ticaretinin büyüyeceği (Tablo 4) öngörülmektedir. 2022 yılında metrik ton cinsinden ölçülen konteynerize ticaret %3,7 oranında azalırken bu oranın 2024-2028 yılları arasında % 3'ün üzerinde artış göstereceği beklenmektedir.

1.1.4.5. Konteyner Taşımacılığının Türkiye'deki Durumu

Türkiye, sahip olduğu stratejik konumu ile Uzak Doğu-Avrupa deniz ticareti ve konteyner hattı rotasında bulunmakta, bilhassa da Karadeniz ülkelerinin ithalat ve ihracat açısından hayati bir lokasyonda bulunmaktadır. Kapasite açısından mevcut limanlar iyi olmasına rağmen, liman faaliyetlerinin gerçekleştirilmesindeki etkinliğin düşük olması, sunulan hizmetlerin yetersiz olması beraberinde zorlukları ve rekabet ortamının zayıflamasına neden olmaktadır (Baştuğ ve Esmer, 2022, s.35). Tablo 5'te sunulan limanlarımızdaki konteyner elleçleme verilerinde yıllara göre önemli bir gelişme olmadığı görülmektedir. Bu limanların var olan kapasitelerine ulaşması için liman faaliyetlerinde etkinliğin artırılması gerekmektedir.

Tablo 5: Türkiye Limanları Konteyner Elleçlemesi

TEU

Yıl	İhracaat		İthalat		Dış Ticaret
	İhracat	Yükleme (Kabotaj/Transit)	İthalat	Boşaltma (Kabotaj/Transit)	
2020	4.618.225	5.904.017	4.480.472	5.722.633	11.626.650
2021	4.677.414	6.233.481	4.744.227	6.357.989	12.591.470
2022	4.694.918	6.136.950	4.814.757	6.229.432	12.366.382
2023	4.910.525	6.291.155	4.830.826	6.265.246	12.556.401

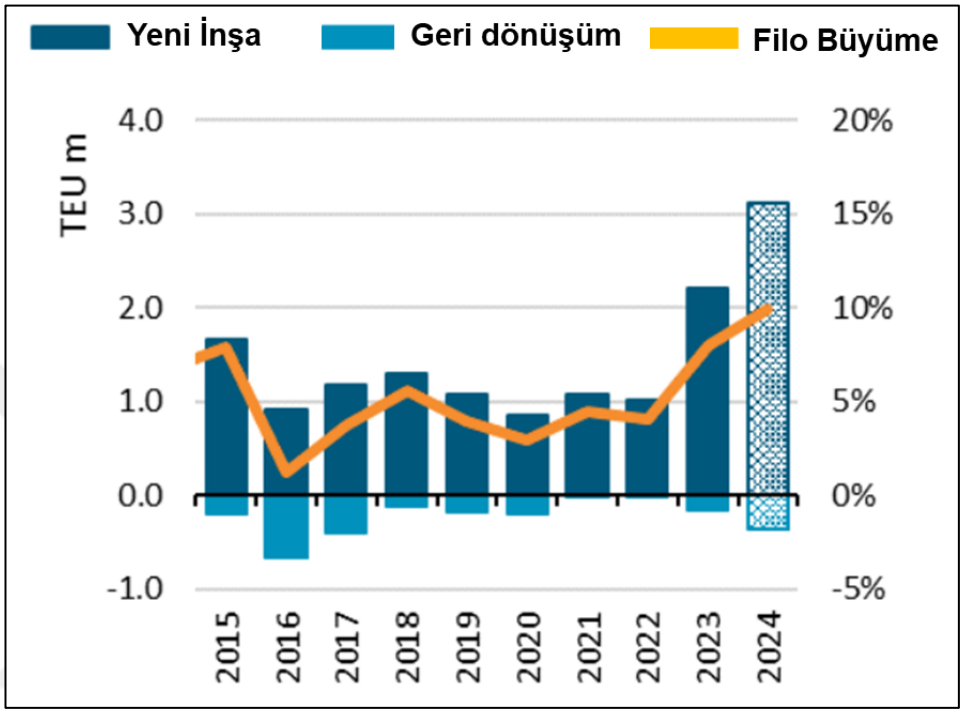
Kaynak : UAB

1.2. GEMİLER

Deniz üzerinden gerçekleştirilen ticaretin en temel unsuru olan ve farklı türden yüklerin bir noktadan istenilen başka bir noktaya taşınma aracı olarak kullanılan gemiler kapasite/büyüklük ve özellikler bakımından birbirlerinden farklı şekilde inşa edilmektedir. Esas amacı malların en az riskle ve sağlam bir şekilde transfer edilmesini sağlamak olan gemiler denizcilik endüstrisinde malların taşınmasında tankerler (sıvı dökme yük), kuru dökme yük, Ro-Ro, yolcu, özel yük ve konteyner gemileri olmak üzere kategorilere ayrılmıştır (Esmer, 2019, s.78-79).

Dünya'da gerçekleştirilen ticari faaliyetlerin yaklaşık üçte birini kuru dökme yük nakliyesi oluşturmaktadır (Bandyopadhyay ve Rajib, 2021; Karakadılar, 2022,

s.639) ve denizden yapılan en fazla kapasiteli taşımacılık bu maksatla dizayn edilmiş kuru dökme yük gemilerince yapılmaktadır (Zeren ve Kahramaner, 2019; Karakadılar, 2022, s.639). Diğer taraftan her türlü yükün taşınmasına olanak sağlayan konteynerlerin üretilmesi ile konteyner taşımacılığına olan talep artmaktadır.



Kaynak : BIMCO

Şekil 6:Dünya Konteyner Gemi Filosu Gelişimi

Konteyner taşımacılığındaki talep artışı Şekil 6 ve Tablo 6'da yer alan Dünya konteyner gemi filosu gelişimini etkilemektedir.

Tablo 6: Dünya Konteyner Gemi Sayısı Değişimi (2016-2023)

Yıl	Gemi Sayısı	Gemi Sayısındaki Değişim (Adet)	Değişim Oranı (%)
2016	244.186	16.512	7,3
2017	245.555	1.369	0,6
2018	252.692	7.137	2,9
2019	265.094	12.402	4,9
2020	274.659	9.565	3,6
2021	281.440	6.781	2,5
2022	293.016	11.576	4,1
2023	305.220	12.204	4,2

Kaynak : İMEAK, 2023

1.3. LİMANLAR

İngilizce “Harbour, port” kelimelerinin karşılığı olarak limanların en temel görevi gemilere barınak ve sığınak olarak tanımlanmaktadır (Botti vd., 2017; Sanrı, 2021, s.17). Ancak limanlar sadece bir ulaştırma altyapısı değil, bünyesinde birçok farklı işlevi barındıran tesislerdir. Gemilerin barındığı, yüklerin farklı taşıma sistemlerine aktarıldığı (Esmer, 2019, s.3) limanların yükleme, boşaltma faaliyetleri, tamir, onarım vb. görevlerinin yanı sıra küresel tedarik döngüsünün en önemli parçası haline gelmiştir (Botti vd., 2017; Sanrı, 2021, s.17). Bağlı olduğu ülkelerin aynı zamanda gümrük kapısı olarak görülün limanlar, deniz taşımacılığı ile diğer taşıma yollarını birbirlerine bağlayan merkezdir. Dünyada ticari faaliyetlerin gerçekleşmesinde sunduğu hizmetler nedeniyle önemli bir paya sahip limanlar aynı zamanda bulundukları bölgelerin ekonomilerine sağladığı olumlu katkıları ve rekabet ortamının gelişmesine de fayda sağlayan tesislerdir.

Farklı birçok yük ve gemi tipine (konteyner, dökme yük, sıvı yük gibi) hizmet sunan limanlarda yük türlerine bağlı olarak elleçleme işlemlerin limanların ayrı ayrı noktalarında yapılmaktadır. Bu durum her ne kadar iç içe bulunan limanlar gibi görünse de liman içindeki bu kısımlar “Terminal” olarak adlandırılmaktadır (Esmer, 2019, s.3).

Limanlar, inşa edildikleri bölgelerde lojistik faaliyetlerin, sanayi ve hizmet bütünleşmesinin merkezi konumunda olduklarından sosyal fayda sağlamalarının yanı sıra bulundukları şehrin ekonomilerine de yön verebilmektedirler. Limanlar denizden bulundukları ülkelerin gümrük kapısı görevini yürüttüklerinden aynı zamanda Dünya pazarlarına açılan ticaret noktalarıdır. Limanların ekonomisini etkileyen faktörler; enerji, iş gücü, çevre, emisyon/atık yönetimi, ulaştırma yöntemleri, yerel çevre etkisi, eğitim düzeyi ve limanın bulundukları bölge ile etkileşimdir (Erkmen ve Özkaynak, 2015, s.4).

Limanlar; ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklı standart ve özelliklere sahiptir. Bu kapsamda gelişmemiş ya da az gelişmiş ülkelerde yakın rotalarda faaliyet gösteren gemiler için kullanılan yerel limanlar, kapasitesi daha fazla olan gemilerin

uğrak noktası olan büyük limanlar, uluslararası uzak rotalarda taşımacılık yapan gemiler için gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkelerdeki bölgesel limanlar ve kapasite açısından büyük gemilerin aktarma hizmeti veren merkezi limanlar olarak kategorilere ayrılmaktadır (Sanrı, 2021, s.17).

Günümüzde limanların gelişmesinde ve yükleme/tahliye hizmetlerinin yüklere göre evrilmesinde limanların yer aldığı bölgedeki sanayi tesislerinin etkisi bulunmaktadır (İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464).

Lojistik üs görevini yürüten limanlarda gerçekleştirilen elleçleme hizmetlerinin maliyet etkin ve güvenilir olarak sunulması maksadıyla limanlarda iyi bir sistem kurulması ve bununla birlikte gereken nitelikte elleçleme sistem ve araçlarının bulundurulması gerekmektedir (Esmer, 2010; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464).

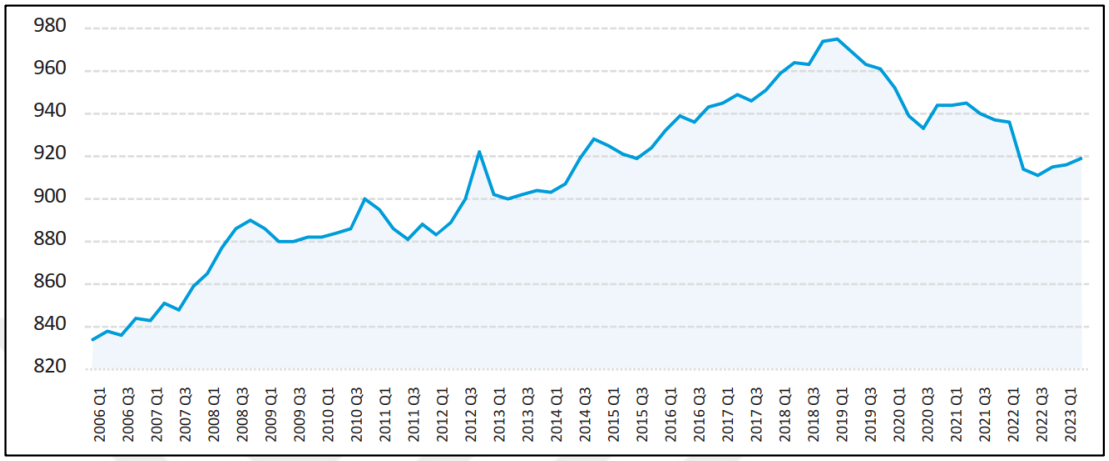
1.4. KONTEYNER TERMİNALLERİ

Limancılık sektöründe liman içerisinde yük türüne bağlı olarak elleçlemelerin yapıldığı her bir alana "Terminal" denilmektedir. Bir ulaştırma tesisine liman denilebilmesi için en az iki farklı terminal alanına sahip olması gerekirken genellikle birçok kıyı tesisi tek bir yüke hizmet vermesine rağmen kendisini liman olarak tanımlamaktadır (Esmer, 2019, s.3). Bundan dolayı tezde zaman zaman kullanılan konteyner limanı ifadesi konteyner terminalini ifade etmektedir.

Konteyner terminalleri, içerisinde farklı türden yüklerin denizden ve karadan taşınmasına olanak verecek şekilde belli ölçülerdeki metal kutuların istiflenerek depo görevinin yürütüldüğü ve bu maksatla inşa edilmiş gemilerin ise bu konteynerlerin yükleme/boşaltma işlemlerinin yapıldığı alanlardır (Balık, 2014; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.464)

Küresel gemicilik ağındaki aktif konteyner terminallerinin sayısı 2019'un başından bu yana azalırken, 2020'nin ikinci çeyreğine yaşanan Kovid-19 pandemisinden kaynaklı kısıtlamalar da dahil olmak üzere önemli düşüşler kaydedilmiştir. Ukrayna-Rusya savaşıyla ilişkili olarak 2022'nin ikinci çeyreğinde de düşüşler görülmüştür. Ancak küresel ağa dahil olan konteyner terminallerinin sayısı,

2022 ve 2023'ün ikinci çeyrekleri arasından 911'den 919'a çıkarak yeniden artmıştır. Farklı bölgelerdeki aktif konteyner terminallerinin sayısı (Şekil 7) incelendiğinde Asya son yıllarda en güçlü büyümeyi kaydederken, Avrupa ve Kuzey Amerika'da düşüşler görülmüştür (UNCTAD, 2023).



Kaynak : UNCTAD, 2023

Şekil 7:Dünya Konteyner Terminallerinin sayısı 2006-2023

Günümüzde rekabet ortamının çetinleşmesi, artan kapasiteye ayak uydurulabilmesi, ticari faaliyetlerdeki sürdürülebilirliği sağlanması için liman faaliyetlerinin daha etkinlikle yapılması ve bununla birlikte gemilerin limanlardaki geçirecekleri sürelerinin azaltılması büyük önem taşımaktadır.

Gemiler, konteynerler veya mallar hareket etmediğinde gecikmeler meydana gelmektedir. Hareket eksikliği, malların gümrükten çekilmesine yönelik idari veya kurumsal gerekliliklere ilişkin karmaşıklık da dahil olmak üzere limanlardaki verimsizliği işaret etmektedir. Daha fazla gümrükleme verimliliği elde etmek ve liman performansının belirleyici bir faktörü olan gecikmeleri azaltmak için küresel tedarik zincirlerinin öngörülebilirliğini ve güvenilirliğini artırmaya yardımcı olabilecek dijitalleşme ve teknolojiye yatırım yapmak önemlidir (UNCTAD, 2023).

Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) Ticaretin Kolaylaştırılması Anlaşmasında liman faaliyetlerinin etkin ve hızlı hale getirilmesi konusunda elektronik ödeme, risk yönetimi, yetkilendirilmiş operatörler gibi bazı tedbirler bulunmaktadır. Dijitalleşme liman verimliliğinin anahtarıdır. Etkileşimli veri alışverişi, yapay zekâ ve diğer yeni

süreçler gibi yeni teknolojilere yatırım yapmak, küresel tedarik zincirinde verimliliği ve süratin artmasını sağlar. Bu aynı zamanda, düzenleyici prosedürlerinin verimliliğini artırmak için bu sistemlere yatırım yapan ve böylece ticaret ortamlarını ve ticaret verimliliğin geliştiren devlet yönetimleriyle de ilişkilidir (UNCTAD, 2023).

Türkiye'de faaliyet gösteren konteyner terminallerinden kapasite olarak en çok elleçleme yapan konteyner terminalleri Tablo 7'de görülmektedir. Bu limanlarda elleçlenen yük miktarı açısından değerlendirildiğinde kapasitelerinin altında bulunmaktadır. Ancak kapasitelerinin artırılması noktasında limanın daha verimliği çalışmasına olanak sağlayacak dijital teknolojilerden yararlanmaya yönelik çabaların olduğu bilinmektedir.

Tablo 7: Türkiye En Fazla Yük Elleçleyen İlk 10 Konteyner Terminali

TEU

Yıl	Ambarlı	Mersin	Kocaeli	Tekirdağ	Aliağa	Gemlik	İskenderun	İzmir
2016	2.780.168	1.406.400	1.143.007	680.270	641.844	693.163	375.033	679.905
2017	3.122.504	1.553.841	1.315.991	936.481	794.342	799.122	448.082	637.902
2018	3.169.535	1.662.361	1.597.621	1.084.196	944.705	854.698	512.299	610.908
2019	3.104.883	1.854.312	1.715.194	1.413.961	1.132.480	861.657	680.120	541.679
2020	2.887.807	1.948.695	1.800.642	1.444.035	1.275.520	843.119	710.587	436.385
2021	2.942.549	2.106.936	1.967.945	1.812.024	1.389.367	911.611	678.459	516.375
2022	2.867.215	2.059.309	1.989.584	1.773.227	1.493.840	888.849	659.335	390.274

Kaynak : DGM, 2023

İKİNCİ BÖLÜM

2. DİJİTALLEŞME VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijitalleşme sayısal olmayan verilerin elektronik ortamda işletim sistemleri sayesinde sayı ve harf şeklinde ikili hale getirilerek yararlanılması amacıyla anlamlı şekle dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak halihazırda geldiğimiz teknoloji düzeyinde yazı ve görüntü gibi bilgiler dijital yani elektronik ortama taşınabilmektedir. Literatürde dijitalleşmeden başka sayısallaştırılma tabirinin de yer aldığı bundan dolayı Karakaş vd. (2009, s.39) dijitalleşmeyi "sayısal olmayan bilgilerin bilgisayarda tutulması maksadıyla sayısal hale getirilme işlemi" olarak açıklamışlardır.

Denizcilik sektöründe dijitalleşme ve otomatik sistemlere eğilim artmakta ve her geçen gün daha da önemli hale gelmektedir. Küresel ölçekteki denizcilik işletmelerinin sürdürülebilir bir rekabeti oluşturmak ve bu konuda bir avantaj elde etmek için operasyonel verimliliklerini daha iyi hale getirme çabası içindedirler. Bundan dolayı bu sektörde yer alan aktörler hemen hemen diğer tüm sektördekilerin de yaptıkları gibi dijital teknolojiler ve bunun sunmuş olduğu olanaklara odaklanmaktadır.

2.1. TARİHSEL GELİŞİMİ

İlk sanayi devrimi ile yaşamlarımız ve ekonomimiz tarım ve el sanatları ekonomisinden sanayi ve makinelerin egemen olduğu bir ekonomiye doğru evrilmiştir. İkinci sanayi devriminde petrol ve elektrik seri üretimi kolaylaştırdı. Üçüncüde sanayi devriminde, üretimi otomatikleştirmek için bilgi teknolojisinden yararlanıldı. Dördüncü sanayi devrimi ise, Dünya Ekonomik Forumu (WEF) kurucusu ve yönetim kurulu başkanı Klaus Schwab tarafından ortaya atılan bir terimdir. Bireylerin hayatlarını mümkün kılmak ve yönetmek için bağlantılı teknolojiden yararlanılan dijital alanlarla çevrimdışı gerçeklik arasında geçiş yaptığı bir dünya olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar her sanayi devrimi genellikle kendi içinde ayrı bir olay olarak görülse de; önceki devrimin yenilikleri daha gelişmiş üretim biçimlerine yol açması nedeniyle bir arada değerlendirilmesi gelişimlerin daha anlaşılır yapmaktadır (Miller 2015; Xu, David ve Kim, 2018, s.90).

Tablo 8: Endüstri Devriminin Temel Özellikleri

Dönem	Geçiş Dönemi	Enerji Kaynağı	Teknik Gelişim	Endüstri	Taşıma Sistemi
I 1760-1900	1860-1900	Kömür	Buharlı makine	Tekstil, çelik	Tren
II 1900-1960	1940-1960	Petrol, elektrik	İçten yanmalı motor	Metalurji, otomobil, makine	Tren, araç
III 1960-2000	1980-2000	Nükleer enerji, doğalgaz	Bilgisayar, robotlar	Araç, kimya	Araç, uçak
IV 2000-	2000-2010	Yeşil enerjiler	Internet, 3 boyutlu yazıcı, genetik mühendisliği	Yüksek teknoloji endüstrileri	Elektrikli araç, yüksek hızlı tren

Kaynak : Prisecaru, 2016; Xu, David ve Kim, 2018.

Günümüzde gerçekleştirilen işlerin çok taraflı bağlantıyı zorunlu kılan ve iç içe geçmiş bir yapısı olması nedeniyle iyi planlanması ve takip edilerek doğru yönlendirilmesi gerekir. Bundan dolayı içinde bulunulan sektörü ilgilendirebilecek çevresel durumların izlenmesi, buna yönelik esnek hareket edebilme yeteneğinin geliştirilmesi özellikle canlı bir yapıdaki denizcilik sektörü ile mümkün olabilir. Tablo 8'de belirtilen endüstrinin devriminin özellikleri ve belirli dönemlerde yaşanan önemli gelişmeler halihazırda içinde bulunduğumuz döneme ulaşmadaki temel yapı taşlarıdır (Yorulmaz ve Derici, 2022, s.3).

Bilhassa sanayi 4.0 ile tanıştığımız dijital çağa ilişkin teknolojik gelişmelerin takip edilerek onlardan yararlanılması rekabet edebilme ve sektörün devamı noktasında önemlidir. Bu çağdaki dijital teknoloji sayesinde denizcilik sektöründe idari işlerden tutun gemilerin seyir, onarım gibi faaliyetlerine, limanların depolama, elleçleme ve transfer etme gibi liman hizmetlerine ilişkin konularda daha verimli sonuçların alınabileceği değerlendirilmektedir (Bahçe, 2021; Yorulmaz ve Derici, 2022, s.3).

2.2. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE LİMANLARDAKİ DİJİTAL İLERLEMELER

Deniz limanlarında üç nesil dijital dönüşüm sınıflandırmasından bahsedilmektedir. Birinci nesil, 1960'tan itibaren konteynerizasyon ile başlamış ve 1989'a kadar devam etmiştir; bu dönemde kağıtsız prosedürler başlatılmış, elektronik nakliye belgeleri kullanılmaya başlanmış, elektronik veri değişimi geliştirilmiş ve terminal işletim sistemleri kullanılmıştır.

İkinci nesilde (1990-2009) prosedürler lazer, Radyo Frekanslı Tanımlama (RFID), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve Optik Karakter Tanıma (OCR) sistemlerinin benimsenmesiyle otomatikleştirilmiştir. Bu dönemde ilk otomatik konteyner terminali olan Hollanda Rotterdam'daki Avrupa Konteyner Terminali faaliyete geçmiş, çeşitli kamyon randevu sistemleri ve küresel ittifaklar kurulmuştur. Konteyner terminalinin işletme verimliliğini artırmak için bilgisayarlı kontrol sisteminin kullanımı (Kia vd., 2000, s.341-342) bu dönemde başlamıştır (Heilig vd., 2017, s.183). ABD'nin West Coast Limanı ve Avustralya'nın Melbourne Limanı'nda kurulan simülasyon sıkışıklıkları tespit etmek için elektronik cihazların kullanımını teşvik etmek amacıyla sunulmuş ve sonuç olarak limanda ISO standartlarında konteynerleri taşımak ve istiflemek üzere kullanılan taşıyıcılardaki (straddle carriers) bekleme süresi net bir şekilde azaltılmıştır. Singapur limanındaki dijital inovasyon ise (Lee-Partridge vd., 2000, s.88-89) limanın sektörde rekabetçi kalabilmek için bilgi teknolojilerinden nasıl faydalandığını ortaya koymak açısından etkili olmuştur.

Üçüncü nesilde, yani 2010'dan bu yana, gerçek zamanlı bilgi erişimine izin vermek için mobil Bulut platformlarında ilerlemeler kaydedilmiş, sensörler İnternet özellikli (IoT) hale gelmiş ve yapay zekâ terminal ekipmanlarında otomasyon kavramının gerçeğe dönüşmesine yardımcı olmuştur. Karar vericilerin büyük miktarda mevcut bilgiyi elde etmesine ve analiz etmesine yardımcı olmak için karar destek araçlarının geniş kullanımı olmuştur. Örnek olarak, Melbourne Limanı, konteyner sahasında kamyonları eşit olarak dağıtabilen, sıkışıklığı azaltan ve konteynerlerin yer değiştirmesini sağlayan, topluluk tabanlı yerel olarak geliştirilmiş bir rezervasyon sistemine sahiptir (Wisesa vd., 2018, s.13). Bu sistem, tüm liman paydaşlarının bir araya gelerek şeffaflık yaratabileceği ve sevkiyat güncellemelerini alabileceği bir platform görevi görmektedir. Tanzanya'daki Dar Es Salaam Limanı'nda bilgi

sistemlerinin kullanılmasının yalnızca organizasyonel kabiliyeti geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda teslimatların zamanında yapılmasını kolaylaştırabileceğini ve kamyon maliyetlerini düşürebileceği savunulmuştur (Mlimbila ve Mbamba, 2018, s.5). Antwerp Limanı'ndan kargo takibi ve izlenmesi amacıyla bilgi alışverişini kolaylaştırmak için 32 yenilikçi uygulama belirlenmiş, bunlar konteyner terminallerinin operasyonel verimliliğinin artırılmasının dijitalleşme ile bağlantılı olduğu görülmektedir (Carlan vd., 2017, s.78-79).

Günümüze gelinceye kadar tarihte limanlarda gerçekleşen birtakım değişimler olmuştur. Dijital çağa ulaşmamızda dönüm noktası olarak görülebilecek gelişmeler Şekil 8'de yer almaktadır. Bu gelişmelerden ilki limanların dijital teknoloji sayesinde verilerin aktarılmaya başlaması 1960'lı yıllara denk gelirken, şu anda dünyanın hemen her noktasında yaygın bir şekilde kullanılan konteynerlerin ilk taşımacılıkta kullanılmaya başlaması 1980'lerin sonuna denk gelmiştir. İkinci büyük değişim 1990-2010 yılı arasındaki en önemli gelişmelerden biri olan limanlarda gerçekleştirilen konteyner, araç, gereç vb. bütün bilgilerin eş zamanlı olarak teknolojik sistemler sayesinde kayıt altına alınıyor olmasıdır. İkinci neslin sonlandığı zaman aynı zamanda üçüncü neslin başlangıcı olarak görülmektedir. Bu tarihten sonra ise İngilizce "Smart Ports" olarak kullanılan "Akıllı Liman" konseptinin denizcilik endüstrisinde görülmeye başlamasıdır. Bu dönemde limanlarda dijitalleşmeye yönelik istek artmış ve bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır (Butcher, 2020, s.17).

EDI'nın geliştirilmesi	1960	Konteynerizasyon başlangıcı	İlk Nesil (Kâğıtsız)
PCS'nin geliştirilmesi 1983:Dakosy		Temel yapısal değişimler	
ERP sistemindeki ivmeli ilerlemeler		Konteyner taşımacılığının ani gelişimi	
Denizcilikte UN/EDIFACT ölçütlerinin belirlenmesi	1980	Ticari TOS'un geliştirilmesi 1988: CITOS 1989: Navis	
Elektronik gönderi hizmetlerinde /belgelerinde değişim		Katma değerli lojistiğe yönelişteki artış	
Lazer teknolojisinin adaptasyonu	1990	Otomatik terminallerin icadı 1993: ECT Delta Terminali 2002: CTA	İkinci Nesil (Otomatik)
RIFID ve GPS sistemlerinin kullanılması			
OCR Teknolojisinin benimsenmesi		İlk küresel taşımacılık antlaşması	
Denizcilikte uluslararası e-pazaryerlerinin ortaya çıkışı 2000:INTTRA		İlk ciddi trafik ve çevresel problemler	
Araç atama sistemlerinin gelişimi	2000	Dot.com patlaması	
Küresel kriz		Tek pencere sistemine olan yoğun ilgi olması	
Sensör tabanlı ölçmenin gelişimi	2010	Trafik ve çevresel problemlerin sürmesi	İlk Nesil (Kâğıtsız)
Eş zamanlı verilere ulaşım olanağı sunan mobil bulut sistemlerinin icadı 2010:HPA, SPL projesini başlattı		Daha iyi fark edilirlik ve karar destek sistemi için talep artışı	
SaaS liman uygulamalarının gelişimi		Limanlar ve üniversiteler arasında etkileşim ve antlaşma 2010 : Erasmus Akıllı Liman	
Nesnelerin interneti, büyük veri, karar analitikleri konularındaki modern çözümleri kabul etmek Crowd-sourcing etkinlikleri 2013: İlk global liman hackathlonu 2014: MPA tarafından akıllı liman hackathlonu	2015	Limanlar için mobil uygulamaların geliştirilmesi	
		MPA bilgi sistemlerinde yaşanan dönüşümü kabulü	

Kaynak : (Butcher, 2020; Yorulmaz, 2021)

Şekil 8: Limanlarda Dijitalleşmenin Temel Basamakları

2.3. DİJİTALLEŞME VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijitalleşme, sayısal hale dönüştürülmüş bilgileri elde edildikleri kaynakları ile dijital teknolojilerle iş akışını aktif hale getirme, iyileştirme veya değiştirme sürecidir. Bu süreçteki dijital dönüşüm terimi ise, yeterliliklerin, iş uygulamalarının, döngülerin ve iş yapısının dijital teknolojilerin değişmesi ve toplumdaki etkisini bütünüyle yok

edecek dönüşümdür (Ersöz ve Özmen, 2020; i-SCOOP I). Bu, işgücünün daha fazla olması gerektiren iş yapısından sayısal verilere bağlı mekanik yapıya aktarımını gerektirir. Dijital dönüşüm sanal depolama alanları, birçok sistem ve cihazın birbirleriyle etkileşimi (IoT), sayısal sistemler gibi modern yenilikleri barındıran (Heilig vd., 2017, s.179) işletmelere düşük maliyetle zaman tasarrufu sağlayan bir yapıdır. Kişisel ve kurumsal bilgi teknolojileri yeteneklerinin birleştirilmesiyle oluşturulmakta ve sayısal, sosyal, çözümleyici, bulut teknolojileri ve nesnelerin interneti gibi hayatımızda yeni yer edinen dijital yaklaşımların işletmelerdeki devrimsel etkisini içermektedir (Sağlam, 2021; Sebastian ve Beath, 2017, s.198). Gün geçtikçe dijitalleşmenin hayatımızda daha çok yer alması, iş ortamlarını, çalışma hayatını, iş akış diyagramını ve iş ile ilişkili tarafları yakından etkilemektedir. Dijitalleşen dünyada teknolojik ve bilime dayalı ani ilerlemeler, makinelerin insanın yerini alması sonuçlarını doğurmakta ya da bunların birbirlerine entegrasyonunu gerektirmektedir (Andre, 2019).

Dijital dönüşüm, iş döngülerindeki teknoloji tabanlı değişimi ifade eden ve rekabet için önemi giderek artan (Yorulmaz ve Patruna, 2021, s.119) bir unsurdur. Bu sebeple denizcilik endüstrisinin etkin bir parçası olan liman işletmeleri, rekabetin yaşandığı bir ortamda sürdürülebilir bir üstünlük kazanmak için dijital dönüşüm gerçekleştirmekte ve yeni teknolojilere yatırım yapmaktadırlar (Eyit, Yorulmaz ve Taş, 2022, s.45).

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, yeni sistemlerin, yazılım uygulamalarının ve standartların geliştirilmesiyle birlikte iş faaliyetlerini destekleyen ve şekillendiren ve günümüzün artan karmaşık verilerini değerlendirerek anlamlı hale getirme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu süreçte esneklik ve performans sunan teknolojiler, araçlar ve yöntemlerle sürekli teknolojik değişimin olduğu bu ortam, organizasyonel yapıların, süreçlerin dönüşümü gerekmektedir (Heilig vd., 2017, s.191). İnsanoğlunu daha ileri bir medeniyet yapacak, karşılaşması muhtemel problemleri çözecek yegâne yenilik "dijitalleşme"dir (Aksu, 2019, s.59).

Günümüzde dijitalleşme (Endüstri 4.0) yenilik ve özellikle ekonomi ile ilgilidir. Sahip olunan kaynaklara etkin ve verimli şekilde ulaşabilmek için küresel sistem fonksiyonlarında özellikle de taşımacılık endüstrisinde köklü bir değişiklik olması

muhtemeldir. Dijital dönüşüm sürecinde nesnelerin interneti, 5G, blok zincir, büyük veri ve yapa zekâ gibi teknolojiler liman tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu önemli fonksiyonlar akıllı liman konseptinde de değerlendirilmeye başlamıştır. Dünyada ihtiyaçların gerektirdiği teknolojik ilerlemelerin yaşanması kaçınılmazdır. Bu nedenle devam eden bu trende ayak uydurabilmek ve kısa vadeli kazanımlardan ziyade geleceğe yönelik sürdürülebilir kararlar almak gerekmektedir. Bu süreçte en önemli role sahip inovasyondur. İnovasyon her bir şirketin kültürü ile ilişkilendirilerek oluşturulmalıdır. Ayrıca yenilikçi yaklaşımların değerlendirilmesi ve kontrolü için bir mekanizma geliştirilmelidir (González vd, 2020, s.2).

Liman 4.0 dönüşümü altyapı alanında, operasyonlarda ve servis hizmetlerinde etkinliği artırıcı önlemler ile çevresel konuların, enerjinin sürdürülebilirliği, güvenlik hususlarının ve yanı sıra platformların ve süreçlerin dijitalleşmesini gerektirir (González vd, 2020, s.2-3).

Schwab'a (2017) göre dijital değişim aşamalarını başarılı bir şekilde gerçekleştirebilen işletmeler ürünlerinde yüksek kaliteye ulaşmakta ve daha ucuza mal ettikleri ürünlerini çok daha hızlı bir şekilde dağıtımını gerçekleştirmektedir. Pazarda oluşan yeni rekabet ortamındaki paydaşlar yalnız girişim şirketleri değil aynı zamanda yıllardan beri klasik iş modelinde faaliyet gösteren şirketlerdir (Klein, 2020; Schwab, 2017, s.25).

Büyüklüğü ne olursa olsun işletmelerin dijital dönüşüme ayak uydurmaktan başka bir seçeneği bulunmamaktadır. Faaliyet alanlarına bakılmaksızın işletmeler bu kavramla tanışmak zorunda ve gerçekleştirdikleri faaliyetlerinde ivme kazanarak yenilikçi çabalar yapmalıdır (Sağlam, 2021, s.399). Ani bir şekilde gerçekleşen ve bu değişimleri hemen her yerde görebildiğimiz dijital dönüşüme ayak uydurmanın çeşitli gerekçeleri bulunmaktadır. Bunlar (Sağlam, 2021; Chopra, 2015, s.11);

- Müşteri tutumlarındaki değişim
- Küçük ve hızlı hareket kabiliyetine sahip işletmelerin bu değişime uyma çabaları
- Dönüşümü gerçekleştiren işletmelerin sektördeki payını artırmaları
- Rekabet ortamının büyümesi
- Müşterilerin beklentilerinin artması

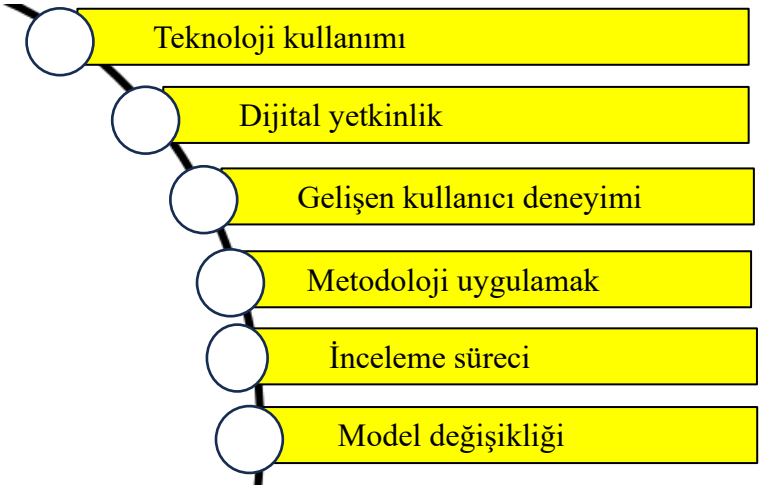
İşletmeler tarafından dijital uygulamalara geçişte dikkate alınması gereken etkenler ise aşağıda belirtilmiştir (Klein, 2020, s.30):

- Dijital uygulamalar
- Dijital olgunluk
- Stratejik karar
- Tepe yönetim
- Kazanç artışı
- Yasal Dayanak
- Yeni ortaklıklar
- Rekabet Üstünlüğü
- Müşteri tutumu
- Piyasa koşullarına adaptasyon

Eşyalardan iş modellerine kadar hemen her sektörün dijital bir şekle dönüştüğü güncel yönetim şekilleri, dijital teknolojiler ve çalışanların gelişmiş yetenek beklentileri, yeni iş yapma kabiliyetleri ve yeni perspektifleri (Aksu, 2019, s.63) düşünüldüğünde küresel ticaretin temel yapı taşlarından olan limancılık faaliyetlerinde dijital dönüşüm çabalarının görülmesi doğaldır.

2.4. DİJİTALLEŞME ÖLÇÜTLERİ

Liman işletmeleri için ana amaç sürdürülebilirliği, etkinliği ve güvenliğinin yanı sıra rekabet edilebilirliğin unsuru olarak inovasyonu gerçekleştirebilecek planlar oluşturulmalı ve desteklenmelidir. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için oluşturulacak stratejiler ulusal ve uluslararası ekosistem içerisinde finansman olanaklarına erişim, lojistik sektörü ile bütünleşik, özel sektörde yatırımı cazip hale getiren ve liman sistemlerinin seviyelerine uyumlu oluşturulmalıdır. Hedef, liman sektöründe gelişen piyasa ağının güçlendirilmesi, yeni iş ağlarının yenilikçi yaklaşımla oluşturulması ve mevcut sektörün Endüstri 4.0'a uygun olarak adaptasyonunu sağlanması olmalıdır. Bu teknoloji elektronik limanlardan bağlantılı limanlara bir değişimi gerekli kılmakta bu da sadece özel sektörde değil aynı zamanda kamu sektöründe de uygulanmalıdır. Tüm bu dönüşüm süreci başarılı olmasında Şekil 9'daki temel altı faktör bulunmaktadır (González vd, 2020, s.4-5).



Kaynak : González vd, 2020

Şekil 9: Başarılı Dijitalleşme Faktörleri

- Teknoloji kullanımı
  - Siber güvenlik
  - Büyük veri ve analizi
  - Robotlar
  - Akıllı çözümler
  - Hareketlilik
  - Genişletilmiş ve sanal gerçeklik
  - Üç boyutlu baskı
  - Biyoteknoloji
- Dijital yetkinlik
  - Yeteneklerin incelenmesi
  - İhtiyaçların belirlenmesi
  - İletişim kanalların uygulanması
  - Yeni rollerin belirlenmesi
- Gelişen kullanıcı deneyimi
  - Kullanışlılık
  - Erişebilirlik
  - Basitleştirme
  - Tasarım
- Metodoloji uygulamak
  - Gözlem

- Strateji
- Dijital günlük
- Dijital yönetim

- İnceleme süreci
  - Sosyalleştirme
  - Kontrol etkisi
  - Otomatik yönetim
  - Uygulama kolaylaştırma
- Model değişikliği
  - Gelişim ve kolaylaştırma
  - İnceleme ve ekleme
  - Endüstrileşme
  - Küreselleşme

Ayrıca Gerbert, vd, 2015 tarafından Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan teknolojik ilerlemenin dokuz ayağı aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

- Otonom robot ve sistemler
- Nesnelerin interneti
- Siber güvenlik
- Bulut bilişim
- 3 Boyutlu Yazıcı
- Büyük Veri
- Artırılmış gerçeklik
- Yatay ve dikey sistem entegrasyonu
- Smülasyon ve Modelleme

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Liman endüstrisi, çok sayıda aktörleri ve tarafları barındıran karmaşık yapısı nedeniyle nakliye ve diğer faaliyetlerdeki süreçleri hızlandıran yeni teknolojilerin benimsenmesi konusunda genellikle diğer sektörlerden daha yavaştır (Dalaklış vd. 2022: 253844).

Limancılık endüstrisinin kapasitesinin gelişen deniz taşımacılığı hizmetlerine ayak uydurabilmesi maksadıyla uygulamaya geçirilen çözümlerden biri "Akıllı Liman" olarak tanımlanan limanlardır. Bu limanlarda genel olarak hizmetlerin daha etkin yürütülmesi amacıyla otomasyon ve yapay zekâ, büyük veri, bulut teknolojileri, nesnelerin interneti ve Blockchain mimarisi gibi belirli sayıda yeni teknolojiler yer almaktadır (Dalaklis vd., 2020, s.8).

Günümüzde otomasyon ve dijitalleşmenin belirgin bir şekilde ivme kazandığı göz önünde bulundurulduğunda liman sektöründeki rekabette başarı büyük ölçüde limanların bu yeniliklere adaptasyonuyla yakından ilişkilidir. Dijitalleşme ve "Endüstri 4.0" olarak da adlandırılan dijital dönüşüm, yenilikçi teknolojilerden çok daha fazlasıdır. Yeni iş modellerinin oluşturulmasını, karar almayı optimize etmek ve müşterilerle ilişkileri geliştirmek için analiz sonuçlarının bilimsel bir şekilde kullanılmasını ve analiz edilmesini içerir (Duru, 2010, s.167).

Liman işletmeleri faaliyetlerin etkinliğinin gelişmesi, harcamaların düşürülmesi taşımacılık işlerinin gözlemlenmesi, risk oluşturacak durumlardaki sağladığı olumlu yararlardan dolayı bilişim altyapılarına ve teknolojilerine güvenmektedir. Sunulan hizmetlerin belirli bir kalite seviyesinde sabit tutulması ve devamlılık sağlayarak dünya ticari döngüsündeki yerlerini almakta ve sektörde yer alan diğer rakipler ile mücadele edebilmektedir (Carlan, Sys, Vanelslander ve Roumboutsos, 2017; Yorulmaz, 2021, s.443).

Dijital dönüşüm basamaklarını aşarak uygulamaya geçiren dünya genelinde limanlar bulunmaktadır. Bunlar arasında Hamburg, Antwerp ve Rotterdam gibi limanlar yalnız dijital dönüşüm yapmakla kalmamış aynı zamanda limanlarda sunulan hizmetleri bir adım öteye taşıyarak otomatik sistemler ile dönüşüm noktasında en üst seviyeye ulaşmıştır (Özkanlı ve Denizhan, 2020; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.468). Türkiye'de bu konuda başarılı girişimlerde bulunan limanlarda ağ bağlantılı yapılar, kendi kendine hareket ettirilen mekanik sistemler ile süreçleri taklit eden dijital teknolojiler en çok kullanılan yenilikler olmuştur (Balık, Aydın ve Bitiktaş, 2019; İnanlı ve Yorulmaz, 2021, s.468).

3.1. LİMANLARDA KULLANILAN DİJİTAL TEKNOLOJİLER

Liman endüstrisi Endüstri 4.0 uygulamaları noktasında Nesnelerin İnterneti, büyük veri analitiği ve otomasyon gibi teknolojilerden yararlanarak çalışma performanslarını, güvenliğini ve sürdürülebilirliğini artırabilir ve önemli ölçüde kar elde edebilir. Nesnelerin İnterneti sensörleri, örneğin kargo, ekipmanlar ve çevre koşullarını takip etmek için kullanılarak gerçek zamanlı veri toplama ve analiz için ve daha iyi karar alma süreçlerine yönelik öngörüler sunmak için kullanılabilir (Min, 2022; Rabot, Wang ve Henesey, 2023, s.13). Kendi kendine giden vinçler ve kamyonlar gibi büyük veri analitiği ve otomasyon teknolojileri tedarik zincirinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine ve kaynakların daha verimli bir şekilde tahsis edilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca kaza olasılığını azaltarak ve acil müdahale becerilerini geliştirerek, bu teknolojiler liman operasyonlarının güvenliğini artırabilir (Rabot, Wang ve Henesey, 2023, s.13).

3.2. DİJİTALLEŞMENİN LİMANLARDAKİ FAYDALARI

Küreselleşme ve nakliye için konteyner kullanımının artması, terminallerin iş modeli ve operasyonel verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Rotterdam, Singapur ve Hamburg Limanı gibi yoğun konteyner terminallerine sahip büyük limanlar, Yapay Zeka, Blockchain (Campfens ve Dekker, 2018; Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.2), Bulut Bilişim ve Nesnelerin İnterneti (Heilig vd., 2017, s.180) gibi farklı dijital teknolojileri benimseyerek konteyner terminallerinin

lojistik süreçlerini ve operasyonlarını yeniden tanımlamıştır (Carlan vd., 2017;Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.2). Bununla birlikte, bölgesel ve ulusal ekonomilerde önemli bir rol oynayan çok sayıda küçük ve orta ölçekli liman da bulunmaktadır. Kaynak ve bilgi eksikliği nedeniyle küçük ve orta ölçekli limanlar, konteyner elleçleme süreçlerini ve iş akışlarını dijitalleştirme konusunda zorluk yaşamakta, bu da büyümelerini ve operasyonel verimliliklerini engellemektedir (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.2).

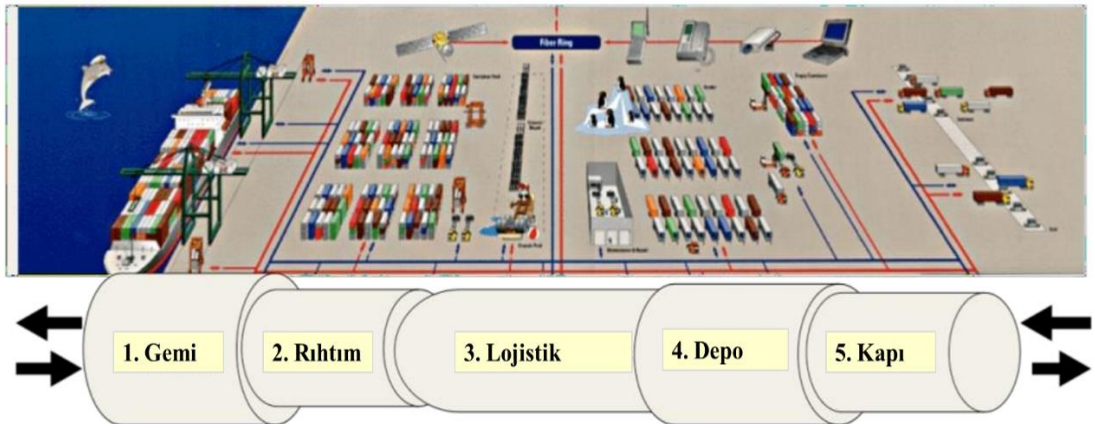
Artan kargo sevkiyatları ile konteyner terminalleri taleplere ayak uydurmak zorunda kalmaktadır. Konteyner terminali, deniz ve kara taşımacılığı arasında pasif bir arayüz noktası olarak görülmemekte, küresel taşımacılık sisteminin "düğüm noktası" olarak bilinmektedir. Bu da etkili konteyner terminali lojistik operasyonları ve süreçlerinin her konteyner terminalinin faaliyetlerini sürdürmesi için bir ihtiyaç olduğu anlamına gelmektedir (Stahlbock ve Voß, 2007, Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.2). Antwerp, Rotterdam ve Hamburg gibi limanlar, konteyner hacminde öngörülen artışı karşılamak için terminallerini genişletmektedir. Hız ve hacimdeki artış nedeniyle, bir konteyner terminalinin operasyonları daha iyi bir planlama ve sistem gerektirmektedir. Yapay zekâ, Blockchain ve IoT'den elde edilen araştırma sonuçları ile terminalin genişletilmesi veya yeni makine ve ekipman tedariki yapmadan terminalin daha etkin çalışmasını sağlayarak performansını artırmak gibi konteyner terminalindeki bazı güçlüklerin üstesinden gelinebilmektedir (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.4).

Uluslararası ticaret ve lojistikte kritik konuma sahip olsa da konteyner taşımacılığı piyasası, düşük karlılık ve çetinleşen rekabet ortamı nedeniyle son yıllarda çalkantılı bir süreçten geçmektedir. Diğer taraftan taşımacılık sektöründeki stratejik ittifaklar nedeniyle farklılaşma da daha zor hale gelmiştir (Balcı, 2021, s.3). Dijitalleşme, intermodal taşımacılığın uygulanmasındaki engellerin en aza indirilmesine yardımcı olabilir (Altuntaş vd., 2020, s.525). Dijitalleşme, kara-deniz tedarik zincirlerinde performansın ve örgütler arası ilişkilerin iyileştirilmesinde de kilit bir rol oynamaktadır (Vaio vd., s.220-232), ki bu, konteyner hatlarının kapıdan kapıya hizmetlere artan ilgisi göz önünde bulundurulduğunda son derece önemlidir.

Sıkışıklık ve artan kargo bekleme süreleri birçok terminalde sıkça karşılaşılan bir durumdur. Gümrük ve sağlık gibi resmi makamlar, denetimler nedeniyle konteynerlerin varış noktalarına ulaşmasını geciktirebilmektedir. Terminal operatörleri, elleçlenen TEU (yirmi fit eşdeğer birim) konteyner başına maliyeti düşürmeye veya sabitlemeye ve böylece kârı en üst düzeye çıkarmaya çalışmaktadır. Çeşitli bilgisayar sistemleri birlikte çalıştığında ortaya çıkan problemler geçici planlamaya, kötü tanımlanmış verilere ve yetersiz bilgiye yol açmaktadır. Bugün, limanlar verimliliklerini artırmak ve liman yetkililerine lojistik çözümler sunmak için sadece konteyner elleçlemiyor, daha çok bilgi elleçliyor yani bilgi transferi gerçekleştiriliyor. Konteyner terminallerinde her bir operasyon türünde farklı ihtiyaç ve sorunlara ilişkin farklı çözüm gerektirmektedir (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.4-5).

3.3.1. Konteyner Terminal Operasyonları

Bir konteyner terminaline sistem olarak bakıldığında, Gemi; Rıhtım, Lojistik, Tersane ve Kapı operasyon alanları (Şekil 10) mevcuttur. Konteyner terminali operasyonlarına ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.5-6).



Kaynak : González vd, 2020

Şekil 10: Konteyner Terminalindeki Operasyon Türleri

Gemi: Eşanlamlı olarak vinçlerin gemileri elleçlediği denizcilik arayüzü olarak kullanılır. Terminal operatörleri verimsiz ve pahalı konteyner hareketlerini azaltma

konusunda sorunlar yaşamaktadır. Operasyonu gerçekleştirmek için kullanılan vinçlerin sayısı konteyner gemisinin büyüklüğüne ve elleçlenecek konteyner hacmine bağlı olarak değişir. Gemi planlaması genellikle gemi hattı tarafından bir gemi çağrısından 24 saat önce yapılır. Plan bir manifesto, yüklenecek veya boşaltılacak konteynerlerin listesini içerir.

Rıhtım: Terminale gelen her konteyner gemisine bir rıhtım ve geminin yanaşabileceği bir konum tahsis edilecektir. Bir konteyner rıhtımının özellikleri uzunluk, derinlik, ekipman (örneğin vinçler), elleçleme kapasitesi ve hizmet tesislerinden oluşmaktadır.

Lojistik: Konteynerler istiflenmek veya sevkiyat için bir alana yerleştirilmek üzere rıhtımdan sahaya taşınır veya istiften alınan konteynerler bir gemiye yüklenmek üzere rıhtımdaki portal vince teslim edilir. Numara, ağırlık, mühür numarası ve diğer bilgiler gibi ithal konteyner bilgileri, konum tanımlamasıyla birlikte terminaldeki merkezi veri tabanına kaydedilir. Operasyonlara bağlı olarak, bu operasyonda taşıma aracı olarak saha çekicileri, ön yükleyiciler veya taşıyıcılar kullanılır. İhracat konteynerleri bir konumdan bir yığın halinde aktarılır, böylece bir saha sistemine konumun boş olduğu ve bir gemiye yüklenmek üzere bir portal vince verileceği bildirilir.

Depolama: Üç ana tip depolama sistemi vardır: kısa vadeli, uzun vadeli ve özel. Özel depolama soğutulmuş, boş, sıvı dökme, tehlikeli maddeler için ayrılmıştır. Konteyner depolama sistemi, konteyner yüklenene veya sevk edilene kadar konteyner için bir alan atamada istifleme algoritmaları kullanır.

Kapı: Diğer taşıma modlarına olan arayüz bu sistemde yer almaktadır. Kapının yönetimi, gemiler gelmeden önce fiziksel işlemlerin düzgün bir şekilde yapılabilmesi için terminale gelen konteynerler hakkında bilgi almak ve kamyonlar gelmeden önce ithal konteynerleri serbest bırakmaktır. Terminale bu erişimin kontrol edilmesi, konteyner terminali sisteminin diğer bölümlerini etkilemesi açısından önemlidir. Örneğin toplanan veriler; konteyner numarası, ağırlığı, varış limanı, tehlikeli ise IMO numarası, gönderici, gemi hattı ve mühür numarası, konteynerlerin depolama ve daha sonra yükleme için nereye yerleştirileceğine karar vermek için kullanılır.

3.3.2. Konteyner Terminali Süreçleri

Yukarıdaki işlemlerin yürütülmesinde gerekli olan farklı süreçler vardır. Konteynerlerin verimli bir şekilde elleçlenmesi için önemli olan başlıca süreçler aşağıdadır (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.4-5).

Bilgi alışverişi: Yük taşımacılığı sırasında gönderilerin durumunun doğrulanması ve onaylanması, sorumluluğun devredilmesi, gümrük belgeleri vb. alışverişi yapılır. Tahsis, programlama ve yönetim görevlerini yerine getirmek için depolama, işleme, paylaşma, görselleştirme ve analitiğe olanak tanıyan araçlar devreye sokulur.

Takip ve İzleme: Varlıkların konumu ve tanımlanması, kargonun konumu kadar önemlidir. Konteynerleri taşıyacak ekipman ve insanlar gibi varlıkların daha iyi görünürlüğü, konteynerlerin taşınmasında bu tür bilgiler dikkate alındığında daha yüksek üretkenliğe yol açar.

Ayıklama ve İşleme: Konteyner terminallerinde, gelen ve giden konteynerleri ve yükleri tanımlanmış kriterlere ve kurallara göre sürekli olarak tasnif edilmektedir. Konteyner terminali yönetiminin çeşitli operasyonları etkin bir şekilde kontrol etmesini sağlamak için, uzman bilgisi ve/veya istenen kararların uygulanmasında bilgisayar sistemlerinin kullanılmasını gerektiren bir dizi işleme görevi gereklidir.

Kaynak Yönetimi: Konteynerleri elleçlemek için çeşitli özel ekipman türleri kullanılır. Birçok operatör için amaç, yüksek performans elde ederken maliyetleri en aza indirmek için ekipman, alan, işçi sayısı ve diğer kaynakların verimli kullanılmasıdır.

Çizelgeleme/Raporlama: Konteyner terminalinde hava durumu, grevler, sıkışıklık veya trafik gibi genellikle kontrol edilemeyen birçok değişkenden etkilenen ve devam eden bir süreçtir. Örneğin, gelen konteynerlerin gemi çağrısı ile programlanması, ilgili saha operasyonlarının programı ve konteynerlerin taşınması için işgücünün mevcudiyeti ile koordinasyon gerektirir.

Entegre süreçler: Konteyner terminali tarafından bir konteynerin bir araçla bir yerden başka bir yere minimum maliyetle fiziksel hareketine karar vermek için çok

sayıda eylem ve süreci dikkate alan karar verme sürecidir. Süreçleri operasyonlarla entegre etmeye çalışan konteyner terminali yönetimine yardımcı olmak için çeşitli bilgi teknolojileri sistemleri kullanılmaktadır.

Tanımlanan operasyonlar ve süreçler genellikle büyük konteyner terminallerinde mevcut olan faaliyetleri karakterize etmektedir. Bu, dijitalleşme ve sayısallaştırma için ayrılmış bütçe, eğitimli ve özverili personel veya departmanlar ve piyasadan veya rakiplerden gelen baskı gibi farklı nedenlerle mümkündür. Bu da onları küçük limanlara göre daha rekabetçi kılmaktadır. Lojistik için dijital teknolojilerin dağıtımında küçük ve orta ölçekli limanların ve hizmet portföylerinin çok sınırlı olduğu, işletme düzeyinde entegre olmayan ve sınır ötesi entegrasyondan uzak dijitalleştirilmiş süreçlerin hiç olmadığı veya çok az olduğu iddia edilmektedir. Yakın tarihli bir Avrupa Birliği projesi olan Connect2SmallPorts1, Almanya'daki Wismar, İsveç'teki Karlskrona ve Litvanya'daki Klaipeda limanları gibi limanlarda dijitalleşmenin çok farklı düzeylerde ve anlamlarda olduğu sonucuna varmıştır. Küçük ve orta ölçekli limanların çoğu hala net bir vizyon ve dijitalleşme stratejisi olmaksızın klasik altyapı yolunu izlemektedir. Geleceğin liman ve konteyner taşımacılığının geliştirilmesi, bu tür küçük ve orta ölçekli limanlar için büyük bir zorluk teşkil etmektedir (Anwar, Henesey ve Casalicchio, 2019, s.4-5).

3.3. KONTEYNER TERMİNALLERİ DİJİTALLEŞME KRİTERLERİ

Olgunluk modeli, dijital dönüşüm sağlamak isteyen işletmelerde evvelden tanımlanmış çeşitli değişkenler ve kriterler açısından halihazırdaki göstermiş oldukları başarı düzeylerinin irdelenmesi ve daha üst seviyeye çıkarılması için onlara rehberlik etmek maksadıyla geliştirilmiştir.

Dijital olgunluk düzeylerinin belirlenmesinde işletmeler açısından Dünya genelindeki teknolojik yönelişlerin hangi oranda takip edildiği ve bu yeniliklerin kendi iş süreçlerine katma oranlarının değerlendirilmesi ile belirlenmektedir. Bu noktasıyla dijital dönüşüm aşamalarında yer alması muhtemel teknolojiler aşağıdadır (Kotler vd., 2021; Ayyıldız ve Demir, 2022, s.65):

- Büyük Veri
- Yapay Zekâ

- Sanal Gerçeklik
- Bulut Teknolojisi
- Nesnelerin İnterneti
- Blok Zincir
- Siber Güvenlik
- 3 Boyutlu baskı

Büyük Veri çoğunlukla geçmişten günümüze gelmiş veri işleme uygulamaları tarafından analiz edilemeyecek kadar büyük hacim, çeşitlilik ve hız gibi özellikleri üzerinden tanımlanan veri kümeleri için kullanılan bir terimdir.

Yapay Zekâ bilgisayar sistemlerinin tıpkı insanlarınki gibi bir düşünme yapısına sahip olmasına olanak sağlayan bilim ve mühendislik olarak tanımlanmaktadır. İnsanoğlunun sahip olduğu zekâ özelliklerine benzeyen ve görüntüleri, sesleri algılayabilen, hafızada tutabilen, robot sistemleridir.

Sanal Gerçeklik kullanıcılara askeri, mimari, eğitim vb. alanlarda bilgisayar sistemleri sayesinde gerçek görüntülerin yerine sanal versiyonu ile simülasyon oluşturur.

Bulut Teknolojisi veri depolama, işleme ve çalıştırma gibi taleplerini karşılama noktasında kullanıcıların internet vasıtasıyla bağlanabileceği depolama hizmetidir. Bu sayede kullanıcılar daha kolay, hızlı, güvenli ve ucuza hizmet alabilmektedir.

Nesnelerin İnterneti terimi genel olarak ağ bilgisayarının minimum insan müdahalesi ile bağlanabilirlik ve bilgi işlem kapasitesi olmayan nesnelere, sensörlere ve günlük eşyalara kadar uzanması ve bu cihazların veri üretmesine, veri değişimine ve bunları kullanmasına izin vermesi olarak tanımlanmaktadır (Rose vd., 2015, s.1). Ancak bunun tek ve evrensel bir tanımı da yoktur. Diğer bir tanımda ise teknolojik olarak gelişmiş olanaklar ve bir takım sistem ve cihazlar üzerinde bulunan algılayıcılar (sensör) aracılığıyla nesnelerin ağ bağlantıları ile iletişim kurmaları olarak ifade edilmektedir (Doyduk ve Tiftik, 2017, s.128-129).

Nesnelerin İnterneti IoT (Internet of Things), teknik, sosyal ve ekonomik önemi giderek artan bir konudur. Tüketici ürünleri, dayanıklı tüketim malları, otomobiller ve kamyonlar, endüstriyel ve yardımcı bileşenler, sensörler ve diğer günlük nesneler, internet bağlantısı ve güçlü veri analitiği yetenekleri ile birleştirilerek çalışma, yaşama ve oyun oynama şeklimizi dönüştürmesi beklenmektedir (Rose vd., 2015, s.1). Bu teknolojinin sunduğu kolaylıklar ile günlük hayatımızda yaşam alanlarımızın, çalışma yerlerimizin ya da bütünüyle bir şehrin takip edilerek verilerin elde edilmesini mümkün kılacaktır (Ercan ve Kutay, 2016, s.603).

IoT'nin internet ve ekonomi üzerinde etkisi hakkındaki tahminlere göre ise yaklaşık 100 milyar bağlı IoT cihazı ve küresel ekonomik büyüme beklentisi ile 2025'e kadar 11 trilyon dolardan fazla etki yaratacağı öngörülmektedir (Rose vd., 2015, s.1). Böyle bir etki yaratması beklenen IoT'ın önümüzdeki süreçte en önde gelen teknolojik gelişmişlerden olacağı değerlendirildiğinden konu hakkında teknoloji firmaları başta gelmek üzere birçok sektörde dikkatleri çekmektedir. Bu doğrultuda belki de en uluslararası sektörlerden birisi olan denizcilik endüstrisinin bu değişeme kayıtsız kalması düşünülmemelidir.

Literatür taramasıyla, dijital dönüşüm ve dijital olgunluk kriterleri arasında önemli derecede benzerlik olduğu görülmektedir. Bundan dolayı uzman anketinin amacı doğrultusunda yürütülebilmesi için kriterlerin çoğunu içeren 25 faktörden oluşan bir set önerilmiştir. Faktörlerin seçiminde, ulusal ve uluslararası literatürün yanı sıra aralarında konteyner terminali sektöründe çalışan uygulayıcıların da bulunduğu yazarların bilgi birikimi ve deneyimleri etkili olmuştur. Çalışmada yer alan kriterler ve açıklamaları Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9: Tez Çalışmasında Yer Alan Kriterler ve Açıklamaları

Kriter/Alt Kriter	Açıklama
Organizasyon	
Strateji	Limanın ana stratejilerini dijitalleşme çerçevesinde oluşturması
Finans	Limanın dijital dönüşümü yapma ekonomik gücünün bulunması
Teşkilat	Yönetim yapısının dijital hedeflere uyumlu olması
İşbirliği	Dijital dönüşüm sürecine tüm tarafların dahil edilmesi
Yönetim desteği	Dijital dönüşümle ilgili stratejik kararlarda yönetim desteğinin bulunması
Teknoloji	
Yetenek	Limanın teknolojik gelişmeleri takip ve benimseme yeteneğinin bulunması
Altyapı	Limanın dijitalleşmeye uygun teknolojik altyapısının bulunması
Yapay Zekâ	Yapay zekâ, otomasyon, mobil ve bulut teknolojileri vb. yeteneğinin olması
Siber Güvenlik	Siber tehditlere karşı güvenlik altyapısının bulunması
Bilgi Sistemleri	Liman faaliyetlerinde bilgi sistemlerinden faydalanılması
Personel	
Çalışma modeli	Dijitalleşme ile çalışanlara esnek iş modeli sunulması
Beceri	Çalışanlara dijital dönüşeme yönelik beceri kazandırma çabasının olması
Temin	İşe alım sürecinin iş gücü kalitesi ve dijitalleşmeyle uyumlu olması
İletişim	Dijital dönüşüm süreci hakkında çalışanlarla kesintisiz bilgi paylaşımı
Koordinasyon	Alan uzmanı çalışanların fikirlerinin yöneticilerle paylaşımının olması
Olgunluk	
Süreç	Liman faaliyetleri ve süreçlerinin sayısal olarak takip edilmesi
Adaptasyon	Değişen yeni teknolojik koşullara adaptasyon
Gelişim	Dijital dönüşüm çalışmaların hesaplanabilir ve takip edilebilir yapıda olması
İnovasyon	Limanda yapılan faaliyetlerde dijitalleşmeye olan eğilimin bulunması
Kültür	Değişim ve risk almada hazır bulunuşluğun olması
Dijital İş Modeli	
Veri	Dijital bilgiyi edinme ve kullanmada stratejik yeteneğinin bulunması
Dijital modelleme	Verileri anlamak, depolamak ve yönetme yeteneğinin bulunması
Etkinlik	Liman faaliyetlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik iş modeli bulunması
Sürdürülebilirlik	Liman içsel ve çevresel faktörler hakkında bilgi sahibi olunması
Öngörülebilirlik	İş modeli ile uyumlu dijital hazırlıkların bulunması

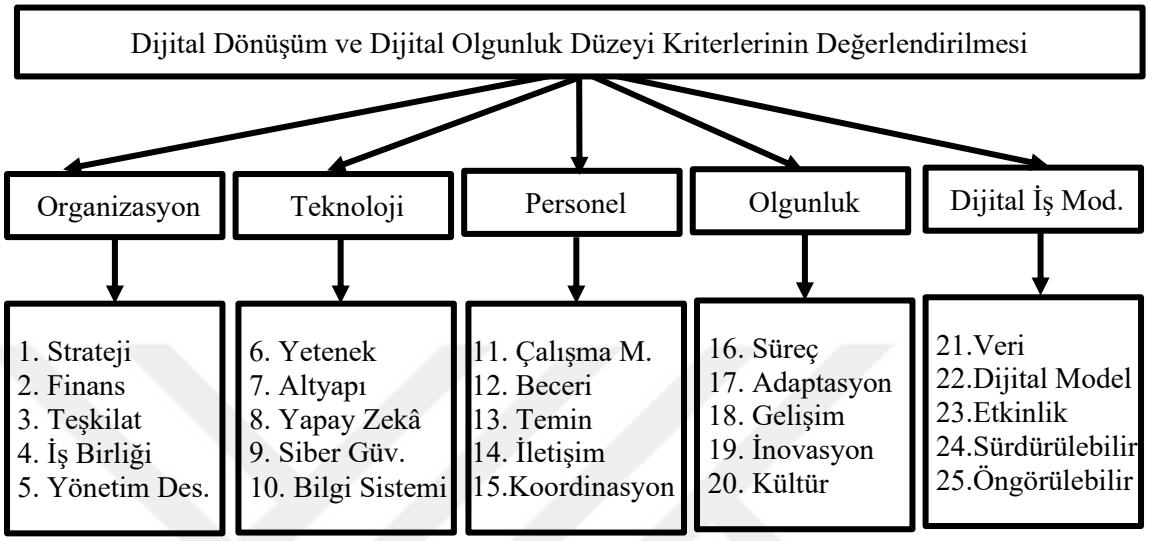
Tablo 9'daki kriterleri dijital dönüşüm için anahtar faktör olarak tanımlayan çalışmalara ilişkin referans/yazar bilgileri Tablo 10'da bulunmaktadır. Tablo 10 incelendiğinde kriterler ve bunlara ait alt kriterlerin hem yerli hem de yabancı yazarlar tarafından yapmış oldukları çalışmalarda değerlendirdikleri görülmektedir.

Çalışmaların özelikle yakın geçmişte daha fazla yapılmasının da dijital dönüşüm konusundaki ilginin artmasından kaynakladığı değerlendirilmektedir.

Tablo 10: Dijitalleşme Kriterlerinin Yer Aldığı Çalışmalara İlişkin Bilgiler

Kriter/Alt Kriter	*Referans/Yazar*
Organizasyon	Bandara (2019), Halpern vd. (2021), Klos vd. (2021), Balcı (2021), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Strateji	Azhari (2014), Erol, Schumacher ve Sihn (2016), Bandara (2019), Balcı (2021), Sağlam (2021), Klos vd. (2021), Yorulmaz ve Baykan (2024), Utama (2024)
Finans	Paulauskas (2021), Tijan vd. (2021), Balcı (2021), Yorulmaz ve Baykan (2024), Utama (2024)
Teşkilat	Azhari (2014), Nadeem (2018), Koçak ve Diyadin (2018), Sağlam (2021), Wohlleber vd. (2022)
İş Birliği	Azhari (2014), Klos vd. (2021), Balcı (2021), Sağlam (2021), Wohlleber vd. (2022), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Yönetim desteği	Zhang ve Lam (2019), Balkan (2020), Balcı (2021), Çelik ve Başarıcı (2021), Paulauskas (2021), Tijan vd. (2021), Gao vd. (2022), Shin vd. (2023), Baykan (2024), Utama (2024)
Teknoloji	Azhari (2014), Nadeem (2018), Sağlam (2021), Balcı (2021), Halpern vd. (2021), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Yetenek	Karl ve Maximilian (2019), Paulauskas (2021), Wohlleber vd. (2022)
Altyapı	Wang vd. (2015), Nadeem (2018), Koçak ve Diyadin (2018), Kumar ve Mallick (2018), Alop (2019), Çalışkan (2020), Balcı (2021), Paulauskas (2021), Thabit vd. (2023), Utama (2024)
Yapay Zekâ	Singh vd. (2013), Karlı ve Tanyaş (2020), González vd. (2020), Utama (2024)
Siber Güvenlik	Geissbauer, Vedso ve Schrauf (2016), Chiappetta (2017), Bolat ve Kayışoğlu (2019), Güneş (2019), Kanwal vd. (2020), Balkan (2020), Tijan vd. (2021), Balcı (2021), Wohlleber vd. (2022), Triska vd. (2022), Progoulakis vd. (2023), Utama (2024)
Bilgi Sistemleri	Tijan vd. (2021), Balcı (2021), Wohlleber vd. (2022)
Personel	Azhari (2014), Nadeem (2018), Bandara (2019), Sağlam (2021)
Çalışma modeli	Klos vd. (2021), Tijan vd. (2021), Wohlleber vd. (2022), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Beceri	Kagermann, Wahlster ve Helbig (2013), Azhari (2014), Kumar ve Mallick (2018), Ellingsen ve Aasland (2019), Babica vd. (2020), Balcı (2021), Sağlam (2021), Tijan vd. (2021), Brunila vd. (2021), Wohlleber vd. (2022), Yorulmaz ve Derici (2023)
Temin	Nadeem (2018)
İletişim	González vd, 2020, Wohlleber vd. 2022 Utama (2024)
Koordinasyon	Tijan vd. (2021), Wohlleber vd. (2022), Baykan (2024), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Olgunluk	Nadeem (2018), Utama (2024)
Süreç	Nadeem (2018), Karl ve Maximilian (2019), Klos vd. (2021), Yorulmaz ve Baykan (2024), Utama (2024)
Adaptasyon	Bolat ve Kayışoğlu (2019), Zhang ve Lam (2019), Klos vd. (2021), Tijan vd. (2021), Wohlleber vd. (2022), Kanwal vd. (2022), Shin ve Shin (2022), Thabit vd. (2023), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Gelişim	Karl ve Maximilian (2019), Tijan vd. (2021), Wohlleber vd. (2022),
İnovasyon	Karl ve Maximilian (2019), Wohlleber vd. (2022), Yorulmaz ve Baykan (2024),
Kültür	Schein (2010), Azhari (2014), Koçak ve Diyadin (2018), Shin ve Shin (2020), Brunila vd. (2021), Sağlam (2021), Paulauskas (2021), Balcı (2021), Progoulakis vd. (2023), Yorulmaz ve Derici (2023), Utama (2024)
Dijital İş Modeli	Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024),
Veri	Wang vd. (2016b), González vd. (2020), Paulauskas (2021), Klos vd. (2021), Utama (2024), Yorulmaz ve Baykan (2024)
Dijital modelleme	Karl ve Maximilian (2019), Wohlleber vd. (2022), Utama (2024)
Etkinlik	Paulauskas (2021)
Sürdürülebilirlik	Yazar
Öngörülebilirlik	Karl ve Maximilian (2019), Wohlleber vd. (2022)

Dijital dönüşüm ve dijital olgunluk düzeyi kriterlerinin değerlendirilmesine ilişkin hiyerarşik yapı Şekil 11'dedir.



Şekil 11: Konteyner Terminali Dijital Dönüşüm ve Olgunluk Düzeyi Hiyerarşik Yapısı

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yaşadığımız dönemde Sanayi 4.0 kavramı dijitalleşme ve dijital dönüşüm şeklinde de ifade edilmekte akademik çevre tarafından dünya genelinde merak uyandırdığı görülmektedir. Sonuç olarak bununla ilgili son yıllarda giderek yapılan çalışmaların artması bunun bir göstergesidir. Bu bölümde, dijital dönüşüm ve dijital olgunlukla ilgili yapılan literatür incelemesi ile ulaşılan çalışmalara ilişkin kısa bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın literatür incelemesinde Google Scholor, ScienceDirect ile YÖK Tez Tarama Sisteminde yapılan araştırmalarda ilk olarak "Dijital Dönüşüm, Dijitalleşme, Dijital Olgunluk" anahtar kelimeleri ile bunların İngilizce karşılıkları "digital transformation, digitalization, digital maturity" kelimeleri ile araştırma yapılmış, ayrıca ek olarak literatür konteyner terminalleri özelinde incelenerek konteyner terminallerinin dijital dönüşüm ve dijital olgunluk kriterleri ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)" anahtar kelimelerinden de faydalanılmıştır. Yapılan tarama işlemi neticesinde Limanlarda Dijital Dönüşüm Süreçleri ve Dijital Olgunluk Kriterleri ile ilgili ulaşılan çalışmalar ve hedefleri Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11: Limanlarda Dijital Dönüşüm Süreçleri ve Dijital Olgunluk Kriterleri ve İlgili Yapılan Çalışmalar ve Hedefleri

Yazar (Yıl)	Çalışmanın Amacı
İnanlı ve Yorulmaz (2022)	Kocaeli bölgesindeki Bazı Konteyner limanlarının dijitalleşmeye düzeylerinin belirlenmesi
Mutlu, 2022	Gemlik bölgesindeki limanın Dijital Hazırlık Endeksi ile limanın dönüşüm seviyesi belirlenmek
Seo, Lee ve Jeon, 2023	Konteyner limanlarının dijitalleşme stratejilerini ortaya koymak için değerlendirme kriterlerini belirlemek
Yorulmaz ve Baykan, 2024	Liman işletmelerinin dijitalleşme düzeylerini, etkileyen faktörleri ve dijital dönüşümde bu faktörleri iş modeline dahil eden liman çeşitlerini belirlemek
Ahokas, vd. 2017	Limanlarda dijital dönüşüm süreçleri için gerekli olan faktörleri belirlemek
Durán, Córdova ve Palominos, 2019	Limanlarda altyapı, operasyonlar ve hizmet alanındaki dijital dönüşümle verimliliğin artırılmasında, çevresel ve enerji sürdürülebilirliğinin, emniyet ve güvenliğin iyileştirilmesinde, süreçlerin ve entelektüel platformların dijitalleştirilmesindeki tedbirleri belirlemek
Wohlleber, 2022	Konteyner taşımacılığında kritik öneme sahip yetenekleri belirlemek

Denizcilik sektöründe Dijital Dönüşüm ve Dijitalleşme ile ilgili çalışmalar ve hedefleri Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12: Denizcilik Endüstrisinde Dijital Dönüşüm ve Dijitalleşme ile İlgili Yapılan Çalışmalar ve Hedefleri

Yazar (Yıl)	Çalışmanın Amacı
Bahçe, 2019	Deniz taşımacılığından yapay zekâ kullanımı
Güneş, 2019	Limanların siber güvenlik risk seviyelerinin belirleme
Balık, Aydın ve Bitiktaş, 2019	Konteyner limanlarının dijitalleşmeye verdikleri önemin belirlenmesi
Özcan, 2020	Entegre kontrol ve izleme sistemlerinin gemilerde kullanımı
Doğru ve Yorulmaz, 2021	Gemilerde dijitalleşmeye yönelmenin sebeplerini ve önemi tespit etmek
Yorulmaz, Tonguç ve Taş, 2022	Dijitalleşme ile gemi brokerlığında hangi düzenlemelerin olacağını ve buna ilişkin yol haritasına ilişkin tespitlerde bulunmak
Eyit, Yorulmaz ve Taş, 2022,	Dijital teknoloji kullanımın coğrafi bölgelere göre oluşturduğu farklılıkları ortaya koymak ve yönetimin daha çok yararlanmasının faydalarını belirlemek
Gonzalez vd., 2019	Deniz taşımacılığında yapay zeka ve artırılmış gerçeklik gibi uygulamaların benimsendiğinin ortaya koymak
Wickert, vd.,2012	Konteyner terminallerinde bilgi işlem teknolojilerinin araştırılması ve geliştirilmesi
Shuo , vd., 2016	Çin'in Huizhuo kentinde limanın rekabetçiliğini, verimliliğini ve kalitesini artırmak amacıyla akıllı liman teknolojisini gerçekleştirmek
Heilig ve Voß, 2016	Konteyner limanlarındaki bilgi sistemleri ve bağlantılı teknolojilere ve bunların yük taşımacılığı ve limanlarda kullanılmasına ilişkin bilgi sunmak
Douaioui, vd., 2018	Akıllı limanların ana unsurları ve bunların başarı kriterlerini belirlemek
Kaliszewski, vd., 2020	Konteyner limanlarının rekabet gücünü analiz etmek için, rekabet gücünün temel faktörlerini tanımlamak ve karakterize etmek
Cil, vd. 2022	Dijital dönüşümde gerekli olan iç mekân konumlandırma sistemlerinin seçimindeki zorlukları belirlemek
Tsolakis, vd., 2022	Yapay zekâ ve veri analizi, robotik ve otomasyonun konteyner terminallerinde kullanımını değerlendirmek
Zarzuelo, 2020	Dijitalleşmenin anahtar faktörlerini tespit etmek

González vd., 2020, tarafından yapılan çalışmada İspanyol liman sisteminin dijitalleşmesinin geliştirilmesi için hangi aşamaların yapılması gerektiği, akıllı limanlar/liman 4.0 uygulamaları için teknolojinin tek başına faydalı olup olmadığı, liman aktörlerinin entegre dijital uygulamalarının nasıl kullanılması gerektiği sorularına cevap bulmak üzere İspanya liman bölgesiyle ilgili 22 kişiden teşkil edilen bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu grubun yaptıkları çalışmalar neticesinde İspanya'da limanların dijital dönüşümü gerçekleştirme konusunda orta seviyede konumlandıklarını, pazarda daha rekabetçi olmaları için güncellemeye ve yenilikleri yapmaya devam etmelerinin gerektiğini ortaya koymuşlardır. Akıllı ve yeşil limanlara bir an önce geçilmesi gerektiği, bu sayede mevcut altyapıları optimize etmek için bulut teknoloji, büyük veri veya sensörizasyon gibi teknolojilerin kullanılması gerektiğini vurgulamıştır.

Seo, vd., 2023, Güney Kore konteyner terminallerinin tedarik zincirinin dijitalleşme durumlarının değerlendirilmesi amacıyla Busan limanında yaptıkları çalışmada; liman uzmanlarıyla yapılan görüşmeler ve literatür incelemeleri ile 11 değerlendirme kriteri belirlemişlerdir. Belirlenen kriterler 46 uzmana uygulanan anket ile elde edilen veriler ışığında Bulanık AHP metodu ile önceliklendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda oluşturulacak dijitalleşme modeli, dijitalleşme stratejileri için sağlam temellere dayanan değerlendirme kriterlerini içerecek şekilde başarıyla uygulanarak, tedarik zinciri için dijitalleşme stratejilerine dair pratik bir yol olabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Paulauskas, vd., 2021, limanların dijitalleşme düzeyini değerlendirmek için bir metodoloji geliştirmeyi amaçlamışlar, bu amaç doğrultusunda Baltık, Kuzey ve Akdeniz'de bulunan 30 liman üzerinde bir vaka çalışması yapmışlardır. Simülasyonlara izin veren bir matematiksel model ve yapılan hesaplamalara dayanarak analiz edilen limanlar arasında dijitalleşme düzeyi sıralaması oluşturmuştur. Limanları küçük, orta ve büyük ölçekli gruplar içinde karşılaştırdıkları çalışma neticesinde küçük ve orta ölçekli limanlardaki dijitalleşme seviyesinin büyük limanların dijitalleşme seviyesinden yaklaşık %30 oranında daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Balcı, 2021, konteyner hatlarında performans iyileştirme, verimlilik ve tedarikçiler ve müşterilerin etkinliğinin artırılması için denizcilik sektöründe dijitalleşmenin önemine vurgu yaptığı çalışmasında, liman hizmetlerinde başarılı bir dijital dönüşüm için gerekli kritik kaynakları belirlemek maksadıyla liman paydaşları ile yapılan görüşmeler doğrultusunda belirledikleri kriterleri AHP yöntemi ile önceliklendirmiştir. Çalışma neticesinde; örgütsel kaynaklar ve iş birliği kaynakları en önemli ana kaynaklar iken, öğrenme için kurum kültürü ve yenilikçilik, dijital hizmetlerin entegrasyonu ve tedarikçilerle iş birliği en önemli alt kaynaklar olarak belirlenmiştir.

Özkanlı ve Denizhan, 2020, çalışmasında, Türkiye'nin deniz limanlarının dijitalleşme sürecine ilişkin bir yol haritası oluşturmak için; Avrupa Limanlarındaki dijitalleşme süreçleri Hannover limanı ve Rotterdam limanı örnekleri üzerinden analiz

edilmiştir. Müteakiben Türkiye limanlarının dijitalleşme konusundaki mevcut durumu incelenerek, en büyük beş limanın kullandığı teknolojiler hakkında bilgi verilmiştir.

Vaio ve Varriale, 2020, İtalya'daki limanların dijital platformlarının benimsenmesi sayesinde liman operasyonlarının ve iş süreçlerinin yönetiminde meydana gelen değişiklikleri çoklu vaka yöntemi ile analiz etmeyi amaçladıkları çalışmasında, dijitalleşmenin kâğıt azaltma, maliyet azaltma, bilgiye hızlı erişim ve bilgi paylaşımında hataların azaltılması gibi çeşitli faydalarına işaret etmişlerdir.

İnanlı ve Yorulmaz, 2021, konteyner taşımacılığını ve konteyner terminallerinin kuruluşla ilgili niteliklerini ve dijitalleşmenin konteyner terminallerine olan etkilerini incelemiştir. Kocaeli bölgesindeki 6 konteyner terminaline ilişkin istatistikler ve limanlara ait bilgi paylaşım platformları aracılığıyla elde ettikleri bilgileri literatür incelemesi ile değerlendirdikleri çalışması ile DP World Yarımca limanın dijital dönüşüm konusunda en iyi konumdaki liman olduğu tespitini yapmışlardır.

Yorulmaz ve Baykan, 2024, Liman ve terminallerin dijitalleşme seviyelerini tespit etmek maksadıyla sektördeki alanında uzmanlaşmış kişilerden ankete dayalı olarak aldıkları görüşlerin değerlendirilmesinde BAHP, ARAS ve PROMETHEE metotlarının birleşimi bir model kullanmışlardır. Yapmış oldukları çalışma ile konteyner terminallerinin en yüksek dijitalleşme seviyesine sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gandhi, 2016, otomotiv endüstrisinin dijital dönüşüm olgunluğunun değerlendirilmesi maksadıyla yaptıkları çalışmasında, otomotiv endüstrisinin özelliklerine dayalı olarak olgunluk değerlendirmesi oluşturdukları öznel değerlendirme matrislerini gösterge ağırlığını AHP ve DEMATEL yöntemi ile, tüm uzmanların görüşlerini dikkate alan gösterge puanlarını belirleyen Delphi dahil olmak üzere çoklu yöntemler kullanılarak kapsamlı bir değerlendirme modeli oluşturmuştur. Yaptıkları çalışma modelini otomotiv şirketine uygulayarak, genel dijital dönüşüm puanlarına, gösterge puanlarına ve göstergeler arasındaki korelasyona dayalı olarak dijital durumunu ve nedenlerini analiz etmişlerdir.

Das vd., 2022, küresel tedarik zincirini etkileyen kritik faktörleri belirlemek ve tedarik zincirindeki riskleri azaltmaya yönelik stratejiler geliştirmek maksadıyla

yaptıkları çalışmalarında, faktörlerin göreceli ağırlıklarına göre hiyerarşik olarak sıralanmasını AHP yöntemi ile, faktörler arasındaki karşılıklı ilişkileri tespit etmek ve bunları neden ve sonuç grupları halinde sınıflandırmak için DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. AHP bulgularına göre tedarik zinciri ağının kırılganlıklarını azaltmada maliyet optimizasyonunu en önemli faktör ve insan kaynakları yönetimini en az önemli faktör olduğu, DEMATEL bulgularına göre devlet desteği, tedarik zincirlerinde yaşanan sorunları etkili bir şekilde ortadan kaldırabilecek önemli bir nedensel faktör olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Jamwal, 2021, Hindistan'daki KOBİ'lerin Endüstri 4.0 için bir yol haritası oluşturulması maksadıyla literatürden tespit ettikleri temel faktörlerin Bulanık AHP ve DEMATEL yöntemleri ile değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre tedarik zincirinin ana faaliyet alanlarının çevre, bilgi ve teknoloji olduğu, kurumlar, sosyal ve ekonomik çevrenin ise sektörü en çok etkileyen olduğunu tespit etmiştir.

Baki ve Serdar, 2020, lojistik firmaların Sanayi 4.0 olgunluk seviyelerinin belirlenmesi amacıyla iki model sundukları çalışmasında Ağırlıklandırılmış Olgunluk Puan Hesaplama Modeli Yaklaşımı (AHP-Olgunluk Puan Hesaplama Yöntemi) ve Çok Kriterli Olgunluk Modeli Yaklaşımı (AHP-TOPSIS ve AHPVIKOR) ile işletmelerin önceliklendirmesini yapmıştır. Ulaşılan bulgular, AHP yöntemiyle kriter ağırlıklarının hesaplanması sonucunda en yüksek ağırlığa sahip kriterin strateji ve organizasyon olduğunu tespit etmiştir.

Zhang vd., 2019, bir işletmede yeni bir teknolojinin veya yenilikçi bir çözümün benimsenmesinin önündeki engelleri belirlemek için üç aşamalı bir çerçeve önerdikleri çalışmalarında Delphi-AHP-TOPSIS yöntemini, bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecini (AHP) ve İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniğini (TOPSIS) birleştirerek çalışma gerçekleştirmiştir. İlk olarak Delphi anketini uygulayarak başarı faktörleri ve engeller listelerini tanımlamış, daha sonra bulanık AHP'yi uygulayarak her bir başarı faktörünün göreceli önemini ve başarı faktörleri ile engeller arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve son olarak TOPSIS yöntemini takip ederek engellerin sıralamasını yapmıştır.

Hsu vd., 2023, akıllı limanların temel özelliklerini ve hizmet kalitesinin artırılmasında başarı faktörlerini tespit etmek amacıyla 25 uzman anketi ile elde ettikleri verileri AHP ve DEMATEL yöntemleri ile değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirme sonucuna göre akıllı limanın temel başarı faktörlerinin kargonun doğru ve güvenli teslimatı, doğru elektronik belge transferi, gemilerin devir süresini kısaltmak için liman rıhtımlarının hızlı bir şekilde sağlanması, uygun ve kapsamlı lojistik ve gümrük prosedürleri, şeffaf bilgi paylaşım platformu ve konteyner taşımacılığını düzenlemek için büyük veri kullanımı olarak sıralanmıştır. "Uygun ve kapsamlı lojistik ve gümrük prosedürleri" de dahil "doğru elektronik belge transferi", "tek bir platformda şeffaf bilgi entegrasyonu" ve "konteyner taşımacılığını düzenlemek için büyük veri kullanımı" tarafından etkilendiği belirlenmiştir.

Mollaoglu vd., 2022, denizcilik sektörünün liman, gemi, taşıma şirketi ve resmî kurumlar olarak bu bileşenlerinin gelişen teknolojilerden hangi seviyede etkilendiğini ve teknoloji değişimine uygun olduğunu belirlemek maksadıyla yaptıkları çalışmasında literatür taraması ve denizcilik sektöründeki uzmanların görüşleri doğrultusunda belirledikleri kriterler anket yöntemi ile değerlendirilmiştir. Anket sonuçlarına göre kriterlerin ağırları Bulanık AHP yöntemi ile tespit edilmiş ve alternatiflerin sıralanmasında ise VİKOR yöntemi kullanılmıştır. "Veri Gizliliği" ve "Siber Güvenlik" kriterleri sırasıyla Endüstri 4.0 etkisi altında en yüksek önem seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. Alternatif değerlendirmesinde ise “kamu kurumları” en öncelikli “limanlar” ise ikinci öncelikli paydaş olduğu tespit edilmiştir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında inceleme yapılan konuya göre farklılık gösteren kriter sayısı olmasına karşın BAHP yönteminin kriterlerin önem ağırlıklarının tespit edilmesinde etkili bir şekilde yararlanıldığı görülmektedir. Limanlar için BAHP yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalarda liman dijital dönüşüm kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi (Seo vd., 2023, s.1-21), limanların dijital olgunluk düzeylerinin tespiti (Yorulmaz ve Baykan, 2024, s.20-36) vb. örnek olarak gösterilebilir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. YÖNTEM

Bu bölümde tezde yararlanılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) metotlarından Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemi açıklanmıştır.

5.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Günümüzde hayatımızın hemen hemen her noktasında ve iş yaşamında devamlılığın sağlanabilmesi için ve planladıkları amaçları gerçekleştirmek için karar alma noktasında birtakım kriterlere dayalı olarak seçim, önceliklendirme, sıralama ve karşılaştırma yapılması ihtiyacı olmaktadır. Teknolojik gelişmeler sayesinde bilgiye erişim her ne kadar kolay olsa da küreselleşme ile ülke sınırlarının neredeyse kaybolduğu ve doğru bilgiye ulaşmanın önemin arttığı mevcut yaşamımızda çok çeşitli ve bilgi sahibi olunması gereken hususlar dikkate alındığında genellikle birbirleri ile örtüşmeyen kriterleri çok yönlü değerlendirerek bütüncül bir sonuca ulaşılması gerekmektedir. Elde edilen sonuçların ise doğrululuğunun ve geçerliliğinin ilerleyen süreçlerde de takip edilmesi önem arz etmektedir. Bundan dolayı alınacak kararların kişilerin öngörü ve bilgi sahibi olduğu alanlarla değil bilimsel olarak kanıtlanmış yöntemlerle yapılması zorunluluk olarak görülmektedir.

Karar verme, tespit edilen bir hedefi yakalamak maksadıyla karşılaşılan alternatif seçeneklerden birilerini ya da birkaç tanesini tercih etme olarak ifade edilmektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerine yönelik literatüre bakılacak olursa çok nitelikli ve çok amaçlı karar verme yöntemleri olarak kategorilere ayrıldığı görülmektedir. ÇKKV birçok farklı kriterlere dayalı olarak seçeneklerin olumlu ve olumsuz taraflarının sayısal yöntemler ile değerlendirilmesidir. Bu yöntem sayesinde karar alıcılar birbirleri ile örtüşmeyen veya karşıt kriterlere göre sahip olduğu çeşitli özellikleri sayesinde seçenekler topluluğu arasında yapılan önceliklendirme ile en mantıklı ve doğru karar almaya çalışmaktadırlar.

Yeryüzündeki canlıların tamamı hayatlarının belli zamanlarında karar vermek durumunda kalmaktadır. Tüm bu canlılar arasından kararlarını mantıksal olarak alma yalnız insanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Kararların mantık çerçevesinde

alınması, ulaşılmak istenen tüm gayelere karşılık gelmesi, elde bulunan olanakların en doğru şekilde kullanılması, her bir seçeneğin değerlendirmeye tabi tutulması ve niceliksel bir yol bulunmasını gerektirir. Çözüme kavuşturulacak problemlerde hangi metodun kullanılacağının belirlenmesi için ise bu metotlar hakkında bilgi sahibi olunmasını gerektirmektedir.

5.2. BULANIK MANTIK

İlk olarak Lotfi A. Zadeh'in "Bulanık Kümeler" isimli çalışmasında ifade edilmesi ile bulanık mantık teriminin literatürdeki yerini almıştır. Sayısallaştırmadan sembolik ifadeler kullanılarak çalışma fırsatı veren bulanık mantık bu ifadelerin gerçek hayata taşıyan matematik esasına bağlanmaktadır. Esas olgusu matematiksel ve bulanık kümelerden teşkil edilmiştir (Elmas, 2003).

İnsanların net olarak ifade edemedikleri düşence yapıları ile örtüşen mantık sistemi olarak da ifade edilen bulanık mantık, çok süratli-yavaş, şiddetli-zayıf gibi bütünlük oluşturan değişkenlerden, az şiddetli-az zayıf, az süratli-az yavaş, gibi değişkenliğe sahip dünyaya benzetilmesidir (Ertuğrul, 2006).

Karar alıcılar genellikle kesinlik göstermeyen durumlar ile problemlerle dolu durumlar içerisinde karar verme zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca hayatın içerisindeki yararlanılan dili ifade eden yargılar çoğu zaman tam olarak neyi, nasıl ifade ettiği belli olmayan ve öznel belirteçlerden oluşmaktadır. İnsanlar tarafından oluşturulan bu yargısal ifadeleri ve kesinlik göstermeyen belirteçleri ortadan kaldırmak amacıyla dilsel ifade edebilmeye olanak sunan bulanık mantık teorisi (Zadeh, 1965) oluşturulmuştur (Sanayei, Mousavi & Yazdankhah, 2010, s.24-30)

Bulanık mantığın en temel fonksiyonları aşağıda yer almaktadır (Şen, 2001):

- Kati söylemlerden ziyade yakın belirteçler kullanılır.
- Her şey [0,1] içerisinde bulanan bir seviye ile ifade edilir.
- Bilgi dilsel ifadeler şekillendirilerek açıklanır.
- Bulanık varsayımda belirtilen kurallar dilsel ifadeler ile oluşturulur.
- Bütün mantıksal yapılar bulanık şekilde açıklanabilmektedir.
- Matematiksel sistemde zor gerçekleştirilen yapılarda kullanılır.
- Kesin olmayan bilgiler açısından sonuç elde edebilme imkânı bulunmaktadır.

5.3. BULANIK AHP YÖNTEMİ

Çok kıstaslı karar verme problemlerinin çözümünde Thomas L. Saaty tarafından 1970'lerde ilk olarak tanıtılan AHP yöntemi kullanılmaktadır. Bulanık AHP, tercih unsurlarını sırtlandırma yaparak ve problemlerdeki net olmayan durumu dikkate alarak daha mutlak kararlar vermek maksadıyla kullanılır (Zolfani vd, 2012).

AHP yönteminde ikili kıyaslama matrislerini 1-9 arasında sayısal önem değerlerini kullanmak zorunda olan karar mercileri, doğal hayattaki bilinmez durumlarda daima net değerlerle sonuca ulaşma mümkün olmayabilir. Bulanık AHP tutumu sözsel açıklamalarla karar vermeye olanak sağladığından oldukça faydalı bir metottur. Bundan dolayı literatürde araştırmacılar çalışmalarında bu yöntemi tercih etmiştir (Heo vd., 2010).

Chang tarafından ortaya konulan bulanık AHP metodunda ölçütler için m tane seviye inceleme değerlerinin hesaplanması için kullanılan formülasyon (üçgensel bulanık sayılardan oluşmaktadır.) aşağıda yer almaktadır.

$M^1_{gi}, M^2_{gi} \ ...,M^m_{gi}, \ i = 1,2,...,n,$ (1)

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j \right] \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} M_{g_i}^j$$

Bu işlem sonucuna ulaşmada bir soyut miktarlar tablosu için, m seviye analiz değerlerinde bulanık toplama gerçekleştirilir.

$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j \ , \sum_{j=1}^{m} m_j \ , \sum_{j=1}^{m} u_j \right) (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{n} l_i \, , \sum_{j=1}^{n} m_j \, , \sum_{j=1}^{n} u_j \right) (4)$$

Denklem 4'deki vektörün tersi aşağıda görüldüğü şekilde bulunur.

(5)

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \right] = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \right)$$

$V\,(M_2\, M_1)\ \sup\lfloor \min(\, M_1\,(x),\, M_2\,(y))\rfloor$ (6)

Ve denk olacak şekilde 8'de verilen denklikteki gibidir;

$$V\,(M_2 \geq M_1) = hgt\,(M_1 \cap M_2) = \mu_{M2}\,(d)$$

(7)

$$= \begin{cases} 1, & if\ m_2 \geq m_1\,, \\ 0, & if\ l_1 \geq u_2\,, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & olmazsa, \end{cases}$$

$$V\,(M \geq M_1, M_2, \ldots\ldots\ldots\ M_k)$$
$$= V\,[(M \geq M_1)\ ve\ (M \geq M_2)\ ve \ldots\ldots\ (M \geq M_K)] \quad (8)$$
$$= min\ V(M \geq M_1),\ i = 1,2, \ldots\ldots k.$$

$d'(Ai) = \min V\,(Si \geq Sk)$, (9)

$W' = (d'(A1), d'(A2), \ldots\ldots\ldots, d'(An))T$ (10)

$W = (d(A1), (A2), \ldots\ldots\ d(An))T$ (11)

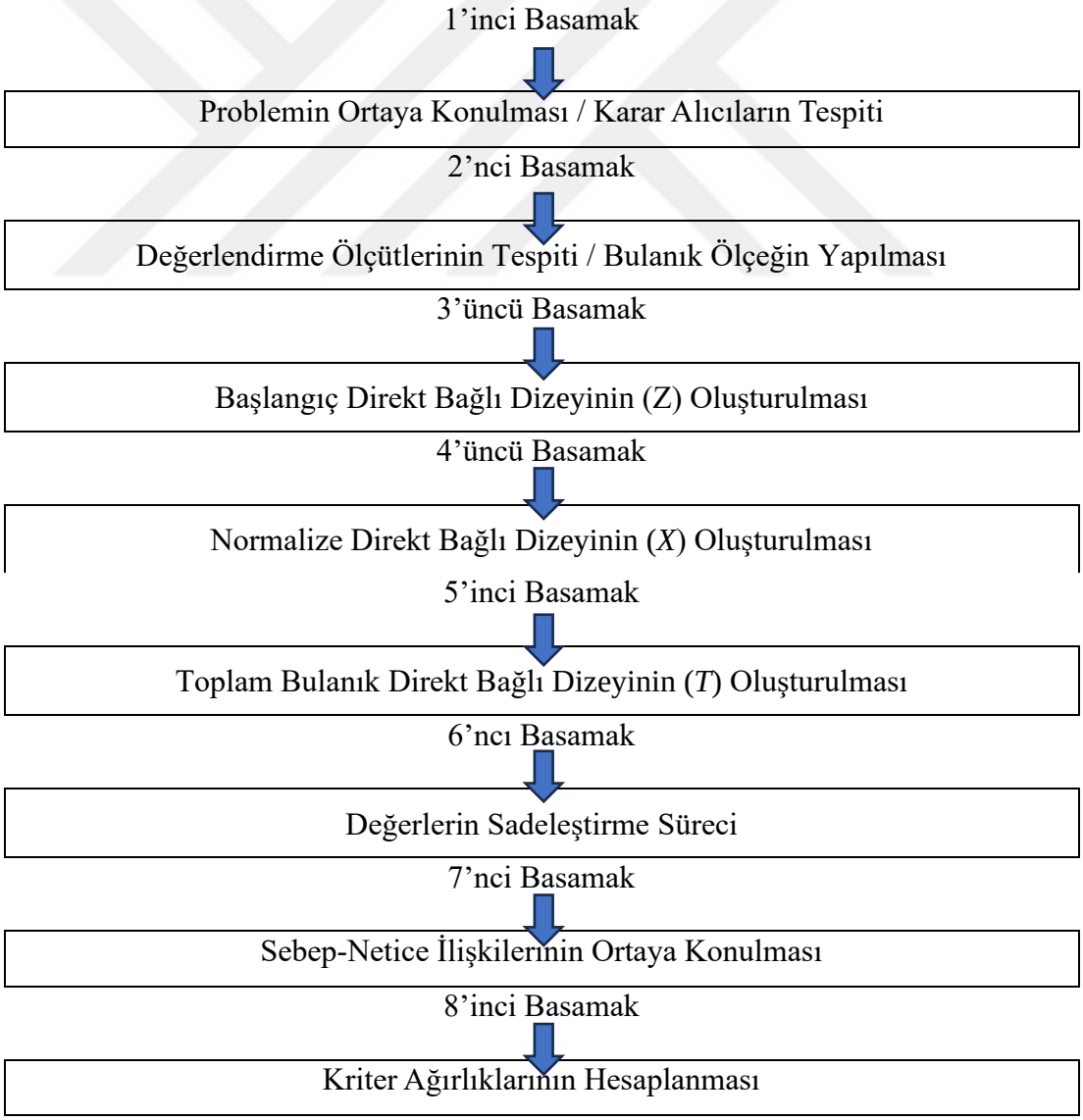
Chang'in Bulanık AHP metodunda üçgensel bulanık sayılar (Tablo 13) kullanılmıştır.

Tablo 13: Bulanık Önem Seviyeleri

Sözsel	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Aynı seviyede önem	(1, 1, 1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Daha fazla önemli	(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1/1)
Kuvvetli seviyede önemli	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok kuvvetli seviyede önemli	(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Bütünüyle önemli	(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)

5.4. BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ

Bulanık DEMATEL yöntemine ilişkin işlem basamaklarının yer aldığı çizelge Şekil 12'de bulunmaktadır.



Şekil 12: Bulanık DEMATEL Yöntemi İşlem Basamakları

Adım 1: Karar alıcıların tespit edilmesi. Bu aşamada araştırma konusu hakkında problem belirlenir ve problemin ana amacı ortaya konulur. Problem hakkında fikirlerin elde edileceği kişilerden kurulu karar alıcı topluluğu oluşturulur.

Adım 2: Değerlendirme kriterlerinin tespit edilmesi ve bulanık ölçeklerin oluşturulması. Bu basamakta çalışmada uygulanacak kriterler topluluğu, alt kriterler topluluğu ve bulanık ölçek ortaya çıkarılır. Kıymetlendirme yapılacak kriterlerin birbirleri ile ilişkisinin kompleks şekilde olduğundan bulanık dille ilgili (dilsel) ölçekten yararlanılır. Kriterlerin Li (1999), Wu ve Lee (2007) tarafından ifade edildiği sözsel kıyasına karşılık gelecek üçgensel bulanık ölçek Tablo 14'tedir.

Tablo 14: Kriterlere İlişkin Dilsel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayılar (Wu ve Lee, 2007)

Dilsel Etki İfadeleri	Sayısal İfadeleri	Üçgensel Bulanık Sayılar
Etkisiz	0	(0; 0; 0,25)
Çok Az	1	(0; 0,25; 0,50)
Az	2	(0,25; 0,50; 0,75)
Fazla	3	(0,50; 0,75; 1,0)
Çok Fazla	4	(0,75; 1,0; 1,0)

Adım 3: (Z) matrisinin kurulması: Bu adımda kriterler arasındaki karşılıklı durumu değerlendirilmektedir.

$$z^{(\widetilde{k})} = \begin{bmatrix} 0 & z_{12}^{(\widetilde{k})} & \dots & z_{1n}^{(\widetilde{k})} \\ z_{21}^{(\widetilde{k})} & 0 & \cdots & z_{2n}^{(\widetilde{k})} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ z_{n1}^{(\widetilde{k})} & z_{n2}^{(\widetilde{k})} & & 0 \end{bmatrix} k = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$

Adım 4: (X) matrisinin kurulması: Kriterleri yorumlanabilir hale getirmek maksadıyla normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiş bağlı ilişki matrisi oluşturulması gerekmektedir. Bunları gerçekleştirmek için kullanılacak formül ve eşitlikler (2) ve (3)'de yer almaktadır.

$$\tilde{x} = \frac{(\tilde{x}^{(1)} + \tilde{x}^{(2)} + \dots + \tilde{x}^{(p)})}{p} \quad (2)$$

$$\tilde{x} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{p} \tilde{x}_{ij}}{p} \quad (3)$$

Müteakip aşamada $\tilde{x}$ 'in normalizasyon işlemine tabi tutulması maksadıyla (4) ve (5) formülü uygulanır (Mavi & Standing, 2018).

$$r = \max_{i \le i \le n} \left(\sum_{j=1}^{n} u_{ij} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad (5)$$

Ulaşılan normalizasyon yapılmış bulanık direkt bağlı matrisi (6)'da olduğu gibidir.

$$\tilde{x} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & & 0 \end{bmatrix} k = 1,2 \ldots., p \quad (6)$$

Adım 5: (T) ortaya çıkarılması: Elde bulunan kriterler hakkındaki etki durumuna ilişkin modelin oluşturulması maksadıyla $\tilde{T}$ değerinin (toplam bulanık direkt bağlı matrisi) hesap edilmesi gerekmektedir. Bu hesaplama için kullanılacak formül (7)'de ifade edilmektedir.

$$\tilde{T} = \tilde{x} \, (1 - \tilde{x})^{-1} \quad (7)$$

Normalize bulanık direkt ilişki matrisinin bulanık sayılardan oluşması sebebi ile formülün uygulanması zor olduğu için *l, m, u* değerlerinin her biri için ayrı bir matris oluşturularak uygulanmaktadır. Üç matris için de birim matristen çıkarıldıktan sonra elde edilen matrisin tersi alınmakta ve son olarak matrisin ilk hali ile çarpılmaktadır. Bu işlemin her bir matris için uygulanmasının ardından Müteakiben toplam bulanık direkt ilişki matrisi (8)'de sunulan şekliyle oluşturulmaktadır (Jassbi ve ark., 2011);

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}_{11} & \tilde{T}_{12} & \cdots & \tilde{T}_{1n} \\ \tilde{T}_{21} & \tilde{T}_{22} & \cdots & \tilde{T}_{2n} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ \tilde{T}_{n1} & \tilde{T}_{n2} & & \tilde{T}_{nm} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Adım 6: Değerlerin sadeleştirmesi işlemi. Bu işlemin gerçekleştirme için (9) ve (10)'de bulunan formüller uygulanmaktadır (Jassbi ve ark., 2011);

$$\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def} = \tfrac{1}{4}\left(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}\right) \quad (9)$$

$$\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def} = \tfrac{1}{4}\left(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}\right) \quad (10)$$

Adım 7 : Neden netice ilişkilerinin ortaya konulması. Bu işlem basamağında $\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ ve $\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ilişki diyagramı oluşturularak yorumlaması yapılmaktadır. $\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değeri ile kriterlerin önem seviyelerine ilişkin bilgi sahibi olunmaktadır. Bunların hangi seviyede önemli olduğuna işaret eden bu hesaplama sonucunda ulaşılan değer sisteme hem gönderilen ve hem de alınan etkinin tamamı şeklinde açıklanmaktadır (Tzeng & Huang, 2011).

Adım 8 : Baskınlıkların hesap edilmesi. Kriterlerin kıyas edildiği başka bir kritere göre önemlilik seviyesi ile baskınlık durumları (11) ve (11a)'da bulunan formül uygulanarak hesap edilmektedir. Ulaşılan netice (12)'de yer alan eşitlik ile kontrol edilmektedir (Jassbi vd., 2011).

$$W_i = \{ \left(\widetilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}\right)^2 + \left(\widetilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}\right)^{1/2} \}^{1/2} \quad (11)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} \widetilde{w}_i} \quad (11a)$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1 \quad (12)$$

ALTINCI BÖLÜM

6. UYGULAMA VE BULGULAR

Bu tez çalışmasında, konteyner terminallerinin dijital dönüşüm süreçleri ve dijital olgunluk kriterlerinin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme metotlarından Bulanık AHP yöntemi kullanılmış ve kriterler arasındaki nedensel ilişkileri belirlemek için ise Bulanık DEMATEL tekniği kullanılmıştır. Her iki metodun birlikte kullanılmasının başlıca sebepleri yöntemlerin karşılaştırılması, liman uzmanlarının çalıştıkları/bulundukları konuma göre bakış açılarının incelenmesi ve yapılan analizlerin tutarlı olup olmadığının değerlendirilmesidir.

Tezde konteyner terminallerinin dijital dönüşüm kriterlerini değerlendirmek amacıyla farklı kriterler arasındaki karşılıklı ilişkileri belirlemek için kullanılan DEMATEL tekniği, bir limanın faydaları, fırsatları, maliyetleri ve riskleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Uçdu ve Kılıç. 2022, s.45). Teorik olarak, Bulanık AHP yönteminin altında yatan varsayım, tüm değerlendirme faktörlerinin karşılıklı olarak bağımsız olduğudur. Bazı değerlendirme kriterleri korelasyon gösteriyorsa, kriter ağırlıklarını belirlemek için analitik ağ süreci (ANP) kullanılmalıdır. Teorik olarak, beş temel kriterin nedensel ilişkilerini belirlemek için ANP kullanılması gerektiğine göre, bu tezde neden başlangıçtan itibaren ANP yöntemini kullanmak yerine DEMATEL tekniğini kullanmıştır? Bunun başlıca nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

Temel kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için ANP kullanılsaydı, değerlendirme kriterlerinin karşılıklı olarak bağımlı olduğunu doğrulamak için DEMATEL veya başka bir metodoloji kullanmak gerekecekti. Ancak, doğrudan bir DEMATEL uzman anketi kullanılsaydı ve liman çalışanlarından bir ilişki matrisi kullanarak konteyner terminallerinin dijitalleşmesini etkileyen 5 ana ve 25 alt kriteri değerlendirmeleri istenseydi, gereken zamanın yanı sıra, etkili değerlendirme sonuçlarının elde edilmesi de zor olurdu. Çünkü DEMATEL uzman anketindeki değerlendirme faktörleri çok fazla olduğunda, liman çalışanlarının anket içeriğini tam olarak anlamamaları anket etkinliğinin zayıf olmasına ve az sayıda geçerli anket olmasına neden olacaktır. Buna

ek olarak, düşük kaliteli Bulanık DEMATEL uzman anketlerinden elde edilen verileri kullanırken temel faktörlerin ağırlıklarını daha fazla belirlemek için ANP'yi kullanmak zor olacaktır. Özellikle, beş boyut ve bunların altındaki 25 değerlendirme kriteri karşılıklı olarak bağımlı olduğunda, katılımcılar bir ANP anketinde bireysel faktörlerin ağırlıklarını belirlemekte zorlanacak ve böylesine karmaşık bir ANP anketinin tasarımı katılımcıların kafa karışıklığını artırarak tatmin edici olmayan sonuçlara yol açacaktır.

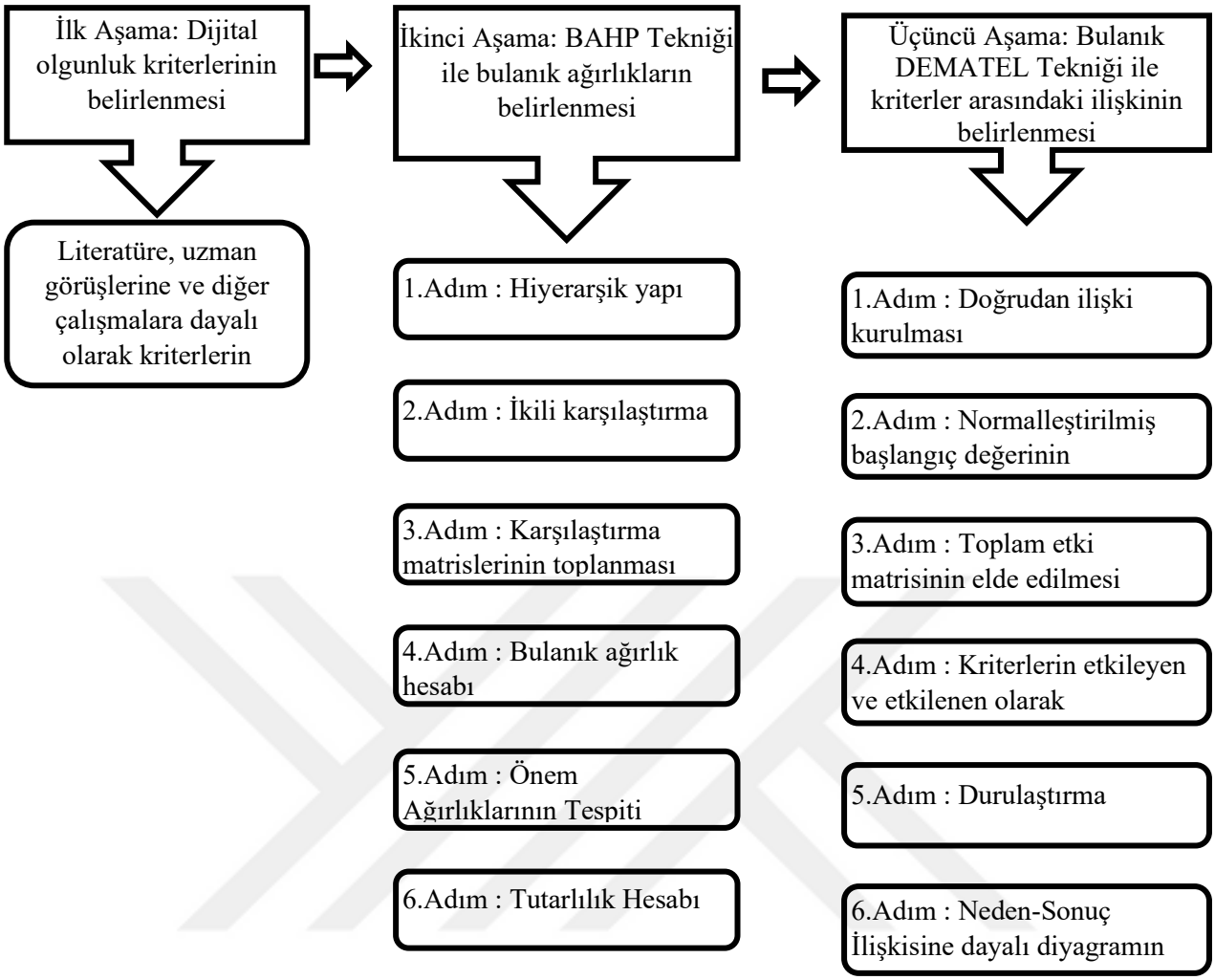
Her ne kadar Bulanık AHP yöntemi münferit yönlerin ve kriterlerin bağımsız olduğunu varsaysa ve sadece kriterler arasındaki doğrudan ilişkileri araştırsa da, aslında kriterler arasında dolaylı ilişkiler mevcut olabilir. Bu nedenle DEMATEL yalnızca kriterler arasındaki nedensel ilişkileri analiz etmekle kalmaz, aynı zamanda kriterler arasındaki karmaşık etkileşimlere de ışık tutabilir ve dolayısıyla Bulanık AHP yönteminin sınırlamalarını telafi edebilir (Ding vd., 2019). Bundan dolayı tezde, konteyner terminallerinin dijital dönüşümünü etkileyen kriterleri belirlemek için önce Bulanık AHP yöntemi kullanılmış, ardından kriterler arasındaki nedensel ilişkileri belirlemek için Bulanık DEMATEL tekniğini kullanılmıştır.

6.1. UYGULAMA

Çalışmada, konteyner limanlarında dijital dönüşüm süreçleri ve dijital olgunluk kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için verilerin elde edilmesi maksadıyla konteyner limanlarında yönetici konumundaki (müdür, şef) 9 kişiye anket gönderilmiş, bunlardan dönüş yapan 7 anket tezde değerlendirilmiştir. Operasyonel görevlerdeki (bilgi işlem, liman operasyon plan./elemanı, vb.) 8 kişiye anket gönderilmiş, dönüş yapan 7 anket değerlendirilmiştir.

6.2. BULGULAR

Bu bölümde öncelikle sorun ortaya konulduktan sonra ana ve alt kriterler tespit edilmiştir. Müteakiben kriter ve alt kriterler Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemleriyle analiz edilerek problemin çözümü gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecine ait işlem basamakları çizelgesi şekil 13'te yer almaktadır. İşlemlerin analiz aşamasında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.



Şekil 13: Araştırma Süreci İşlem Basamakları

Analizlerinin yapılacağı süreçte karmaşıklığı ortadan kaldırabilmek maksadıyla her bir ana kriter ve alt kritere tablo 15'te yer alan kodlar verilmiştir.

Tablo 15: Kriterlerin Kısaltmalarına İlişkin Kodlar

ANA KRİTER		ALT KRİTER	
Kodu	Kriter	Kodu	Kriter
K1	Organizasyon	K11	Strateji
		K12	Finans
		K13	Teşkilat
		K14	İşbirliği
		K15	Yönetim Desteği
K2	Teknoloji	K21	Yetenek
		K22	Altyapı
		K23	Yapay Zekâ
		K24	Siber Güvenlik
		K25	Bilgi Sistemleri
K3	Personel	K31	Çalışma modeli
		K32	Beceri
		K33	Temin
		K34	İletişim
		K35	Koordinasyon
K4	Olgunluk	K41	Süreç
		K42	Adaptasyon
		K43	Gelişim
		K44	İnovasyon
		K45	Kültür
K5	Dijital İş Modeli	K51	Veri
		K52	Dijital Modelleme
		K53	Etkinlik
		K54	Sürdürülebilirlik
		K55	Öngörülebilirlik

6.2.1. Sorunun Ortaya Konulması

Konteyner terminallerindeki dijital dönüşüm süreçleri ile dijital olgunluk kriterlerinin incelenmesi çalışması kapsamında ulusal ve uluslararası literatürden, alan uzmanı/akademisyenlerden 5 ana kriter ile her bir ana kritere ait 5 alt kriter olmak üzere toplam 25 alt kriter oluşturulmuştur.

6.2.2. Kriterlerin Açıklanması

Ulusal ve uluslararası literatürden, alan uzmanı/akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda belirlenen kriterlere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Organizasyon: İşletmenin tüm paydaşları ile bütünlük oluşturabilecek, dijitalleşme uygulamaları ve iş yapma şeklini farklı organizasyon yapıları için iş

yapma ortamı oluşturulması ve bunun geliştirilmesi için kurulun teşkilatlanma olarak tanımlanmaktadır.

Teknoloji: İşletmenin sürdürülebilir rekabet ortamı yaratabilmek ve potansiyelini teknolojideki gelişmeleri takip ederek ve uygulayarak elde edeceği faydaları artırmayı, iş süreçlerinde dijital teknolojileri kullanarak temel fonksiyonlarının etkinliğini artırmasına işaret etmektedir.

Personel: Çalışanların dijital dönüşüm süreçlerinin her noktasındaki etkisi dikkate alınarak sürecin başından itibaren bilgi paylaşımı, eğitim, fikir birliği ve dijital dönüşüme uygun insan kaynağı yönetimi gibi kriterleri içermektedir.

Olgunluk: Dijital gelişmişlik durumuna ilişkin kriterlerin sayısal olarak ölçülebilir olmasını ifade etmektedir.

Dijital İş Modeli: İşletmede gerçekleştirilen faaliyetlerin tüm iş akış süreçlerinin dijitalleşme ile uyumlu hale dönüştürülerek, gerçekleştirilen operasyonel faaliyetlerin, paydaşlarla olan etkileşim, iletişim ve iş değerlerinin dijitalleşmesi ve buna yönelik dijital ağ modeli kurabilme kabiliyetidir.

6.2.3. Kriterlerin Bulanık AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi

Bu aşamada karar verme noktasında konteyner limanlarında yönetici konumunda çalışanlara uygulanan anket ile konteyner limanlarının dijital olgunluk seviyelerinin incelenmesinde kullanılacak ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırması Bulanık AHP metodu ile tespit edilmiştir. Dilsel ifadelere karşılık gelen sayısal değerlerin bulunduğu ikili karşılaştırma matrisi formunda oluşturulan anketin yöneticiler tarafından doldurulması istenmiştir. Anketi uygulayan kişilerin birden çok olması sebebiyle oluşan karar matrislerinin geometrik ortalaması hesaplanarak tespit edilen değerler ortak bir matriste gösterilmiştir. Bu kapsamda Bulanık AHP uygulamasında aşağıda yer alan adımlar takip edilmiştir;

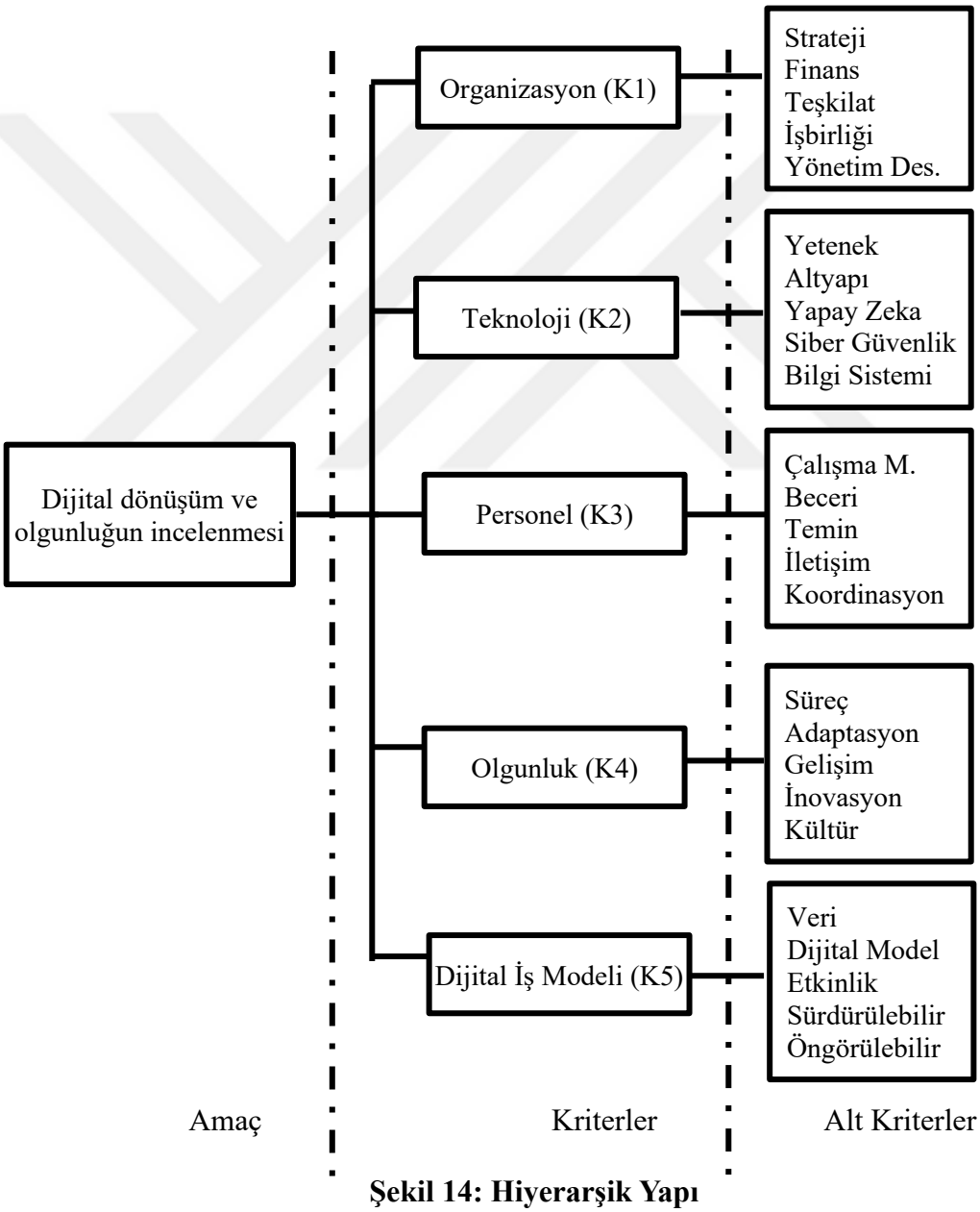
1. Adım: Hiyerarşik yapının oluşturulması
2. Adım: İkili karşılaştırmaların yapılması
3. Adım: Karşılaştırmaların bulanık değerlere dönüştürülmesi
4. Adım: Bulanık ağırlık hesabının yapılması

5. Adım: Kriterlerin önem ağırlıklarının tespiti

6. Adım: Tutarlılık oranlarının gözden geçirilmesi

Sorunun çözümü için Bulanık AHP aşamaları gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Şekil 14'te bulunan hiyerarşik yapı oluşturulmuş, sonra Bulanık AHP basamakları yapılırken, son aşamada kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir.

1. Aşama: Bulanık AHP için kriterler ve alt kriterler tespit edilmeyi müteakip şekil 14'de bulunan hiyerarşik yapı oluşturulur.



Şekil 14: Hiyerarşik Yapı

2. Aşama: Ana Kriterlerin ikili karşılaştırmaları Tablo 13'teki önem derecelerine göre yöneticilere sunulan anketler yoluyla yapılarak her bir yönetici için elde edilen bulanık sayılar ile gösterimi ayrı ayrı olacak şekilde gösterilmiştir.

Yönetici konumunda çalışan birinci kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 16'da bulunmaktadır.

Tablo 16: Yönetici-1'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y1	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1/9,1/7,1/5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,1,1)
K2	(5,7,9)	(1,1,1)	(5,7,9)	(5, 7, 9)	(3,5,7)
K3	(1/9,1/7,1/5)	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1,3,5)
K4	(1/9,1/7,1/5)	(1/9,1/7,1/5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)
K5	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan ikinci kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 17'de bulunmaktadır.

Tablo 17: Yönetici-2'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y2	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1/9,1/7,1/5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)
K2	(5,7,9)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1/5, 1/3, 1)
K3	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/9,1/7,1/5)
K4	(1/9,1/7,1/5)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K5	(1/9,1/9,1/7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan üçüncü kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 18'de bulunmaktadır.

Tablo 18: Yönetici-3'ün Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y3	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(3,5,7)	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)
K2	(3,5,7)	(1,1,1)	(7,9,9)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)
K3	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/9,1/9,1/7)	(1,1,1)	(5,7,9)	(5,7,9)
K4	(5,7,9)	(1,1,1)	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)
K5	(1,1,1)	(3,5,7)	(1/9,1/7,1/5)	(3,5,7)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan dördüncü kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 19'da bulunmaktadır.

Tablo 19: Yönetici-4'ün Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y4	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/7, 1/5, 1/3)
K2	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,1,1)	(5,7,9)
K3	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,3,5)
K4	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)
K5	(3,5,7)	(1/9,1/7,1/5)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan beşinci kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 20'de bulunmaktadır.

Tablo 20: Yönetici-5'in Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y5	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)
K2	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)
K3	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/7, 1/5, 1/3)
K4	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)
K5	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan altıncı kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 21'de bulunmaktadır.

Tablo 21: Yönetici-6'nın Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y6	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)
K2	(1,3,5)	(1,1,1)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)
K3	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/9, 1/7, 1/5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/7, 1/5, 1/3)
K4	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)
K5	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)

Yönetici konumunda çalışan yedinci kişinin ana kriter değerlendirmeleri Tablo 22'de bulunmaktadır.

Tablo 22: Yönetici-7'nin Üçgensel Bulanık Sayı İkili Kıyaslaması

Y7	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1)	(1/9, 1/7, 1/5)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1,1,1)
K2	(5,7,9)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)
K3	(3,5,7)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,1,1)	(5,7,9)	(1,3,5)
K4	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1/9, 1/7, 1/5)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1/1)
K5	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1/1)	(1,3,5)	(1,1,1)

2. Aşama: Anketler yoluyla ulaşılan sonuçlar matematiksel hesaplamaların yapılabilmesi amacıyla üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Aşağıda yer alan tablolarda ana kriterlerin ikili kıyaslamalarının üçgensel bulanık şekilleri gösterilmektedir. Ana kriterler K1, K2, K3, K4 ve K5 şeklinde belirlenmiştir.

Yönetici konumunda çalışan birinci kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 23'de bulunmaktadır.

Tablo 23: Yönetici-1'in Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y1	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,111	0,143	0,200	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	1,000	1,000	1,000
K2	5,000	7,000	9,000	1,000	1,000	1,000	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000
K3	0,111	0,143	0,200	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	5,000
K4	0,111	0,143	0,200	0,111	0,143	0,200	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
K5	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan ikinci kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 24'te bulunmaktadır.

Tablo 24: Yönetici-2'nin Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y2	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,111	0,143	0,200	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	7,000	9,000	9,000
K2	5,000	7,000	9,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000	0,200	0,333	1,000
K3	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	0,111	0,143	0,200
K4	0,111	0,143	0,200	0,143	0,200	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000
K5	0,111	0,111	0,143	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	9,000	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan üçüncü kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 25'de bulunmaktadır.

Tablo 25: Yönetici-3'ün Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y3	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333	3,000	5,000	7,000	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000
K2	3,000	5,000	7,000	1,000	1,000	1,000	7,000	9,000	9,000	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333
K3	0,143	0,200	0,333	0,111	0,111	0,143	1,000	1,000	1,000	5,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000
K4	5,000	7,000	9,000	1,000	1,000	1,000	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333
K5	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000	0,111	0,143	0,200	3,000	5,000	7,000	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan dördüncü kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 26'da bulunmaktadır.

Tablo 26: Yönetici-4'ün Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y4	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	0,143	0,200	0,333
K2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000	7,000	9,000
K3	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
K4	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000
K5	3,000	5,000	7,000	0,111	0,143	0,200	0,200	0,333	1,000	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan beşinci kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 27'de bulunmaktadır.

Tablo 27: Yönetici-5'in Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y5	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000
K2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000
K3	0,200	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,143	0,200	0,333
K4	0,200	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000
K5	1,000	1,000	1,000	0,111	1,000	1,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan altıncı kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 28'de bulunmaktadır.

Tablo 28: Yönetici-6'nın Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y6	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000
K2	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	5,000	7,000	9,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000
K3	0,143	0,200	0,333	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	0,143	0,200	0,333
K4	3,000	5,000	7,000	0,143	0,200	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000
K5	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000

Yönetici konumunda çalışan yedinci kişinin ana kriter Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması Tablo 29'da bulunmaktadır.

Tablo 29: Yönetici-7'nin Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

Y7	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,111	0,143	0,200	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
K2	5,000	7,000	9,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	3,000	5,000	7,000
K3	3,000	5,000	7,000	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000	7,000	9,000	1,000	3,000	5,000
K4	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,111	0,143	0,200	1,000	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000
K5	1,000	1,000	1,000	0,143	0,200	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000

Konteyner liman yöneticileri tarafından yapılan ikili karşılaştırmalarda aynı kritere ait değerlerin geometrik ortalaması hesaplanarak tek bir bulanık sayı haline dönüştürülmüştür. Bulanık sayıların ortalamalarının alınması için genellikle kullanılan yöntem literatürde geometrik ortalamadır (Saaty, 1980). Bu kapsamda alınan görüşlerin geometrik ortalamalarının hesaplanması ile oluşturulan kıyaslama tablosu Tablo 30'dadır.

Tablo 30: Ana Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	1,000	1,000	1,000	0,235	0,295	0,429	1,305	2,194	3,514	0,696	1,049	1,601	1,000	1,088	1,170
K2	2,332	3,390	4,261	1,000	1,000	1,000	1,662	2,792	4,061	1,723	2,863	3,780	1,037	1,662	2,567
K3	0,285	0,456	0,767	0,246	0,358	0,602	1,000	1,000	1,000	0,757	1,385	2,536	0,527	1,011	1,584
K4	0,624	0,953	1,436	0,265	0,349	0,581	0,394	0,722	1,320	1,000	1,000	1,000	0,520	0,786	1,490
K5	0,855	0,919	1,000	0,285	0,602	0,965	0,631	0,989	1,896	0,671	1,272	1,923	1,000	1,000	1,000

Belirtilen işlemlerin tüm alt kriterlere de yapılması ile birleştirilmiş üçgensel bulanık sayı kıyaslamaları elde edilmiştir. “Organizasyon (K1)” ana kriterine ait alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı kıyaslaması Tablo 31’de görülmektedir.

Tablo 31: Organizasyon (K1) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K11			K12			K13			K14			K15		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K11	1,000	1,000	1,000	0,235	0,295	0,429	1,305	2,194	3,514	0,696	1,049	1,601	1,000	1,088	1,170
K12	2,332	3,390	4,261	1,000	1,000	1,000	1,662	2,792	4,061	1,723	2,863	3,780	1,037	1,662	2,567
K13	0,285	0,456	0,767	0,246	0,358	0,602	1,000	1,000	1,000	0,757	1,385	2,536	0,527	1,011	1,584
K14	0,624	0,953	1,436	0,265	0,349	0,581	0,394	0,722	1,320	1,000	1,000	1,000	0,520	0,786	1,490
K15	0,855	0,919	1,000	0,285	0,602	0,965	0,631	0,989	1,896	0,671	1,272	1,923	1,000	1,000	1,000

“Teknoloji (K2)” ana kriterine ait alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı kıyaslaması Tablo 32’dedir.

Tablo 32: Teknoloji (K2) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K21			K22			K23			K24			K25		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K21	1,000	1,000	1,000	0,461	0,705	1,489	0,291	0,404	0,795	0,221	0,321	0,679	0,478	0,795	1,354
K22	0,672	1,419	2,168	1,000	1,000	1,000	1,088	1,528	2,387	0,321	0,533	0,855	0,502	0,855	1,584
K23	1,258	2,474	3,433	0,419	0,654	0,919	1,000	1,000	1,000	0,559	0,855	1,420	1,000	2,474	4,321
K24	1,472	3,113	4,534	1,853	2,898	4,261	0,704	1,000	1,420	1,000	1,000	1,000	1,489	2,508	3,826
K25	0,855	0,919	1,000	0,285	0,602	0,965	0,631	0,989	1,896	0,671	1,272	1,923	1,000	1,000	1,000

“Personel (K3)” ana kriterine ait alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı kıyaslaması Tablo 33’tedir.

Tablo 33: Personel (K3) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K31			K32			K33			K34			K35		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K31	1,000	1,000	1,000	0,310	0,514	0,965	0,178	0,265	0,514	0,390	0,514	0,767	0,157	0,231	0,456
K32	1,037	1,944	3,231	1,000	1,000	1,000	0,255	0,456	0,855	0,988	1,807	2,762	0,953	1,896	3,192
K33	2,275	3,780	5,627	1,170	2,194	3,918	1,000	1,000	1,000	2,223	3,557	4,985	1,170	1,876	3,113
K34	1,305	1,944	2,567	0,362	0,553	1,012	0,201	0,281	0,450	1,000	1,000	1,000	1,115	1,545	1,944
K35	2,192	4,321	6,358	0,313	0,527	1,049	0,404	0,730	1,076	0,514	0,647	0,897	1,000	1,000	1,000

"Olgunluk (K4)" ana kriterine ait alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı kıyaslaması Tablo 34'tedir.

Tablo 34: Olgunluk (K4) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K41			K42			K43			K44			K45		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K41	1,000	1,000	1,000	0,285	0,456	0,767	0,243	0,362	0,581	0,252	0,367	0,595	0,333	0,654	1,157
K42	1,305	2,194	3,514	1,000	1,170	1,258	0,496	0,844	1,320	0,390	0,679	1,157	1,076	1,944	2,728
K43	1,369	2,447	2,863	0,795	1,274	2,358	1,000	1,000	1,000	0,631	0,855	1,258	1,369	2,091	3,004
K44	1,680	2,728	3,966	0,824	1,369	2,194	0,795	1,170	1,584	1,000	1,000	1,000	1,213	1,584	1,968
K45	0,864	1,528	3,004	0,349	0,478	0,795	0,333	0,478	0,731	0,508	0,631	0,825	1,000	1,000	1,000

"Dijital İş Modeli (K5)" ana kriterine ait alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı kıyaslaması Tablo 35'tedir.

Tablo 35: Dijital İş Modeli (K5) Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin Birleştirilmiş Üçgensel Bulanık Sayı Kıyaslaması

	K51			K52			K53			K54			K55		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K51	1,000	1,000	1,000	2,115	3,734	4,991	1,489	2,508	3,826	1,853	3,004	3,918	0,795	1,403	2,194
K52	0,200	0,268	0,473	1,000	1,000	1,000	1,037	1,723	2,360	0,855	1,723	2,863	0,399	0,731	1,584
K53	0,261	0,399	0,672	0,424	0,581	0,965	1,000	1,000	1,000	2,168	3,780	5,174	0,533	1,088	1,923
K54	0,255	0,333	0,540	0,321	0,514	0,930	0,210	0,299	0,581	1,000	1,000	1,000	0,654	0,919	1,490
K55	0,456	0,713	1,258	0,739	1,472	2,632	0,445	0,855	1,788	0,671	1,088	1,528	1,000	1,000	1,000

Ana kriterlere ait birleştirilmiş üçgensel bulanık sayılar sonraki aşamada normalize edilir. Tablo 36'da ana kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmiş şekli yer almaktadır.

Tablo 36: Ana Kriter İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Ana Kriter	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K1	0,100	0,187	0,366
K2	0,182	0,388	0,744
K3	0,066	0,140	0,308
K4	0,066	0,126	0,277
K5	0,081	0,159	0,322

Normalizasyon işlemi tüm alt kriterler için ayrı ayrı uygulanması sonucu ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerlerine ulaşılır. “Organizasyon (K1)” ana kriteri ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerleri Tablo 37’dedir.

Tablo 37: Organizasyon Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Organizasyon	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K11	0,081	0,176	0,376
K12	0,102	0,244	0,568
K13	0,107	0,250	0,565
K14	0,052	0,099	0,245
K15	0,099	0,231	0,514

“Teknoloji (K2)” ana kriteri ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerleri Tablo 38’dedir.

Tablo 38: Teknoloji Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Teknoloji	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K21	0,053	0,105	0,271
K22	0,078	0,173	0,407
K23	0,092	0,242	0,565
K24	0,141	0,342	0,765
K25	0,062	0,138	0,344

“Personel (K3)” ana kriteri ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerleri Tablo 39’dadır.

Tablo 39: Personel Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Personel	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K31	0,040	0,073	0,164
K32	0,083	0,205	0,490
K33	0,154	0,359	0,828
K34	0,078	0,154	0,310
K35	0,087	0,209	0,461

"Olgunluk (K4)" ana kriteri ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerleri Tablo 40'tadır.

Tablo 40: Olgunluk Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Olgunluk	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K41	0,051	0,097	0,204
K42	0,102	0,233	0,496
K43	0,124	0,262	0,521
K44	0,132	0,268	0,533
K45	0,073	0,140	0,316

"Dijital İş Modeli (K5)" ana kriteri ikili karşılaştırma matrisi normalizasyon değerleri Tablo 41'dedir.

Tablo 41: Dijital İş Modeli Alt Kriteri İkili Karşılaştırma Matrisi Normalizasyonu

Dijital İş Modeli	İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalize edilmiş Halleri		
K51	0,155	0,363	0,763
K52	0,075	0,169	0,397
K53	0,094	0,213	0,466
K54	0,052	0,095	0,217
K55	0,071	0,160	0,393

Normalizasyon işlemlerini müteakiben her sütununun tersi alınma işlemi yapılır. Tersi alınan üçgensel değerler bulanık sayılarda çarpma işlemi kaidesine göre çarpılır. Ulaşılan sayılar her bir ana kriterin ayrı ayrı ağırlıklarını ifade etmektedir. Sonrasında ana kriterlere ilişkin bu değerler durulaştırılır. Bu işlem ile elde edilen ana kriterlerin durulaştırılmış ağırlıkları Tablo 42'de gösterilmektedir.

Tablo 42: Ana Kriterlere İlişkin Değerlerin Durulaştırılmış Ağırlıkları

Ana Kriter	Ağırlık	Sıralama
K1	0,15498	3
K2	0,32493	1
K3	0,10912	4
K4	0,08604	5
K5	0,31253	2

Ana kriterler olan ‘‘Organizasyon (K1)’’ ile, ‘‘Teknoloji (K2)’’ ile, “Personel (K3)” ile, “Olgunluk (K4)” ile ve “Dijital İş Modeli (K5)” ile gösterilmiştir. Ana kriterlerin önem seviyelerinin değerlendirilmesinde en çok önem derecesine sahip kriter, ‘‘Teknoloji (K2)’’ ana kriteri olarak belirlenmiştir. İkinci sırada önem seviyesindeki kriter, “Dijital İş Modeli (K5)” ana kriteri, üçüncü önem seviyesindeki ‘‘Organizasyon (K1)’’ ana kriteri, dördüncü önem seviyesine sahip ana kriter “Personel (K3)” ve en az önemli olarak belirlenen ana kriter ise “Olgunluk (K4)” olmuştur.

Sonraki aşamada alt kriterlerin ağırlıklarının tespit edilmesi işlemleri yapılır. Ana kriterlerle ilişkili alt kriterlerin ağırlıkları tespit edilirken aynı işlemler uygulanır. Bu sayede her alt kriterin tespit edilen ağırlık değeri ilişkili olduğu ana kriterinki ile çarpılarak tüm alt kriterlerin öncelik durumları belirlenir. Tablo 43’te ana kriterlerle ilişkili alt kriterlerin durulaştırılmış ağırlık değerleri ve sıralamasını yer almaktadır.

Tablo 43: Ana Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları ve Sıralaması

Kriter	Yerel	Genel	Sıralama
K1		**0,15498**	
K11	0,18670	0,02893	14
K12	0,23454	0,03635	11
K13	0,23777	0,03685	10
K14	0,11360	0,01761	21
K15	0,22739	0,03524	12
K2		**0,32493**	
K21	0,10791	0,03506	13
K22	0,18696	0,06075	5
K23	0,24740	0,08039	3
K24	0,30556	0,09929	2
K25	0,15216	0,04944	8
K3		**0,10912**	
K31	0,01198	0,00131	25
K32	0,24317	0,02653	15
K33	0,35416	0,03865	9
K34	0,15276	0,01667	22
K35	0,23793	0,02596	16
K4		**0,08604**	
K41	0,07793	0,00671	24
K42	0,24136	0,02077	19
K43	0,26022	0,02239	18
K44	0,26442	0,02275	17
K45	0,15606	0,01343	23
K5		**0,31253**	
K51	0,33655	0,10518	1
K52	0,18693	0,05842	6
K53	0,22728	0,07103	4
K54	0,06353	0,01986	20
K55	0,18570	0,05804	7

Tablo 43'te ortaya konulduğu üzere tespit edilen kriterlerin bütünleşik bir yapı içindeki sıralamaları görülmektedir. Alt kriterlere ait bu veriler ışığında, en önemli derecede ağırlığa sahip kriterin "Veri (K51)" alt kriterinde olduğu tespiti yapılmıştır.

İkinci derecede önemli alt kriter "Siber Güvenlik (K24) ve üçüncü derecede önemli alt kriter "Yapay Zekâ (K23)" olduğu görülmektedir. Bu elde edilen sonuçların değerlendirmesinde en yüksek ağırlığa sahip ''Teknoloji (K2)'' ana kriterine ait "Yapay Zekâ (K23)" ve "Siber Güvenlik (K24) alt kriterlerinin ikinci ve üçüncü derecede önemli olduğu düşünülen kriterler olduğu görülmektedir. En az öneme sahip olarak 25. sırada bulunan ve "Personel (K3)" ana kriterinin alt kriteri "Çalışma Modeli (K31)" ve 24. sırada öneme sahip "Olgunluk (K4)" ana kriterinin alt kriteri "Süreç (K41)" olmuştur. Ana kriterlerin önem sıralamasında en düşük ağırlığa sahip "Olgunluk (K4)" kriterine ait alt kriterler "Süreç (K41)" 24., "Adaptasyon (K42)" 19., "Gelişim (K43)" 18., "İnovasyon (K44)" 17. ve "Kültür (K45)" 23. sıralarında olduğu tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen durulaştırma ve normalizasyon işlemlerinden sonra tutarlılık analizleri yapılır. Bu işlem anket uygulanan katılımcıların cevaplarının tutarlı olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilmektedir. Değerlendirme neticesinde ulaşılan sayısal sonucun %10'un aşağısında bulunması anketin tutarlı olduğuna işaret etmektedir. Tutarlılık endeksi "Consistency Index (CI)" hesaplanması için aşağıda yer alan formül kullanılmıştır.

$$CI = \left(\frac{\lambda_{\ max} - n}{(n-1)}\right)$$

Tutarlılık oranı hesaplanırken üzerinde durulması gerekli bir konu da kriter sayısıdır. Anket içerisinde 5 kriter incelendiğinden n=5 alınır ve Rasallık değeri (RI) 5 kriter baz alındığında 1,12 olarak alınır. Çalışmada yer alan 7 yönetici için hesaplanan tutarlılık değerleri tablo 44'te yer almaktadır.

Tablo 44: Tutarlılık Oranları

	CR
Y1	0,13193
Y2	0,90846
Y3	0,41413
Y4	0,47756
Y5	0,17277
Y6	0,43313
Y7	0,11159

6.2.4. Kriterlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile İncelenmesi

Ulaşılan bulgular içerisinden ilk olarak 5 ana kritere ait veriler müteakiben ise 25 alt kritere ait veriler Bulanık DEMATEL yöntemi aracılığıyla incelenerek, konteyner limanlarının dijitalleşme süreçleri ile dijital olgunluk kriterlerinin önem ve etki durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk aşamada kriterler arasındaki ilişkiler konteyner limanlarında operasyonel konumdaki 7 çalışan ("Ç") tarafından Tablo 14'teki Bulanık Değerlendirme Skalasına göre değerlendirilerek bu kişilerin ana kriterlere yaptıkları değerlendirmelerin üçgensel bulanık karşılıkları Tablo 45'te gösterilmiştir.

Tablo 45: Ana Kriterler Üçgensel Bulanık Direkt İlişki Matrisi

Ç1	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
K2	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
K3	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50
K4	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
K5	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00
Ç2	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
K2	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
K3	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75
K4	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50
K5	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00
Ç3	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50
K2	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,25
K3	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00
K4	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00
K5	0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00

Tablo 45 (devamı): Ana Kriterler Üçgensel Bulanık Direkt İlişki Matrisi

Ç4	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,00	0,25	0,50
K2	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
K3	0,50	0,75	1,00	0,00	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00
K4	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
K5	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00
Ç5	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
K2	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
K3	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
K4	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75
K5	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00
Ç6	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
K2	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
K3	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
K4	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
K5	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00
Ç7	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00
K2	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
K3	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
K4	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50	0,75
K5	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00

Müteakiben eşitlik (4) ve (5)'in uygulanmasıyla oluşturulan ana kriterlerin normalize ilişki matrisi Tablo 46'da görülmektedir.

Tablo 46. Ana Kriterler Normalize İlişki Matrisi

Ç1	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,050	0,075	0,100	0,075	0,100	0,100	0,050	0,075	0,100	0,075	0,100	0,100
K2	0,000	0,025	0,050	0,000	0,000	0,000	0,050	0,075	0,100	0,025	0,050	0,075	0,075	0,100	0,100
K3	0,075	0,100	0,100	0,075	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,025	0,050
K4	0,075	0,100	0,100	0,000	0,025	0,050	0,075	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025
K5	0,025	0,050	0,075	0,075	0,100	0,100	0,050	0,075	0,100	0,025	0,050	0,075	0,000	0,000	0,000
Ç2	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,074	0,111	0,148	0,000	0,037	0,074	0,037	0,074	0,111	0,074	0,111	0,148
K2	0,111	0,148	0,148	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,000	0,000	0,037	0,074	0,111	0,148
K3	0,000	0,037	0,074	0,000	0,037	0,074	0,000	0,000	0,000	0,111	0,148	0,148	0,037	0,074	0,111
K4	0,037	0,074	0,111	0,037	0,074	0,111	0,000	0,000	0,037	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,074
K5	0,000	0,000	0,037	0,037	0,074	0,111	0,074	0,111	0,148	0,000	0,037	0,074	0,000	0,000	0,000
Ç3	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,063	0,094	0,125	0,125	0,031	0,063	0,094	0,000	0,031	0,063
K2	0,031	0,063	0,094	0,000	0,000	0,000	0,063	0,094	0,125	0,094	0,125	0,125	0,000	0,000	0,031
K3	0,094	0,125	0,125	0,063	0,094	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,063	0,063	0,094	0,125
K4	0,063	0,094	0,125	0,000	0,000	0,031	0,000	0,031	0,063	0,000	0,000	0,000	0,094	0,125	0,125
K5	0,000	0,000	0,031	0,094	0,125	0,125	0,063	0,094	0,125	0,031	0,063	0,094	0,000	0,000	0,000
Ç4	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,054	0,081	0,108	0,027	0,054	0,081	0,081	0,108	0,108	0,000	0,027	0,054
K2	0,027	0,054	0,081	0,000	0,000	0,000	0,081	0,108	0,108	0,054	0,081	0,108	0,081	0,108	0,108
K3	0,054	0,081	0,108	0,000	0,027	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027	0,054	0,081	0,108	0,108
K4	0,027	0,054	0,081	0,081	0,108	0,108	0,027	0,054	0,081	0,000	0,000	0,000	0,054	0,081	0,108
K5	0,054	0,081	0,108	0,027	0,054	0,081	0,000	0,027	0,054	0,027	0,054	0,081	0,000	0,000	0,000
Ç5	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,051	0,077	0,103	0,051	0,077	0,103	0,051	0,077	0,103	0,077	0,103	0,103
K2	0,051	0,077	0,103	0,000	0,000	0,000	0,051	0,077	0,103	0,026	0,051	0,077	0,051	0,077	0,103
K3	0,077	0,103	0,103	0,077	0,103	0,103	0,000	0,000	0,000	0,026	0,051	0,077	0,077	0,103	0,103
K4	0,026	0,051	0,077	0,026	0,051	0,077	0,051	0,077	0,103	0,000	0,000	0,000	0,026	0,051	0,077
K5	0,077	0,103	0,103	0,077	0,103	0,103	0,077	0,103	0,103	0,026	0,051	0,077	0,000	0,000	0,000

Tablo 46 (devamı): Ana Kriterler Normalize İlişki Matrisi

Ç6	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111
K2	0,056	0,083	0,111	0,000	0,000	0,000	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111
K3	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,000	0,000	0,000	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111
K4	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,000	0,000	0,000	0,056	0,083	0,111
K5	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,056	0,083	0,111	0,000	0,000	0,000
Ç7	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,071	0,095	0,095	0,071	0,095	0,095	0,024	0,048	0,071	0,048	0,071	0,095
K2	0,048	0,071	0,095	0,000	0,000	0,000	0,048	0,071	0,095	0,024	0,048	0,071	0,071	0,095	0,095
K3	0,071	0,095	0,095	0,048	0,071	0,095	0,000	0,000	0,000	0,071	0,095	0,095	0,071	0,095	0,095
K4	0,024	0,048	0,071	0,024	0,048	0,071	0,048	0,071	0,095	0,000	0,000	0,000	0,024	0,048	0,071
K5	0,071	0,095	0,095	0,024	0,048	0,071	0,071	0,095	0,095	0,071	0,095	0,095	0,000	0,000	0,000

Değerlendirme sonrasında yedi çalışandan alınan matrisin aritmetik ortalaması hesaplanarak Tablo 47'de yer alan bütünleşik bulanık direkt ilişki matrisi başka bir ifade ile karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 47: Ana Kriterler Bütünleşik Karar Matrisi

Kriter	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,000	0,000	0,000	0,051	0,079	0,104	0,053	0,082	0,098	0,047	0,075	0,100	0,047	0,075	0,096
K2	0,046	0,074	0,097	0,000	0,000	0,000	0,050	0,073	0,097	0,040	0,063	0,086	0,058	0,082	0,099
K3	0,061	0,089	0,102	0,045	0,074	0,095	0,000	0,000	0,000	0,038	0,062	0,082	0,055	0,083	0,100
K4	0,044	0,072	0,097	0,032	0,056	0,080	0,037	0,060	0,084	0,000	0,000	0,000	0,036	0,061	0,085
K5	0,040	0,059	0,080	0,056	0,084	0,100	0,056	0,084	0,105	0,034	0,062	0,087	0,000	0,000	0,000

Tablo 48'de bulunan matrisler Tablo 47'den (bütünleşik normalize karar matrisi) faydalanılarak oluşturulmuştur. Belirtilen tabloda bulunan '*l*' üçgen bulanık sayıların birincisini, '*m*' ikinci ve '*u*' ve üçüncüsünü göstermektedir. Buradaki veriler toplam ilişki matrisinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

Tablo 48: Ana Kriterler L, M, U Matrisi

L MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,000	0,051	0,053	0,047	0,047
K2	0,046	0,000	0,050	0,040	0,058
K3	0,061	0,045	0,000	0,038	0,055
K4	0,044	0,032	0,037	0,000	0,036
K5	0,040	0,056	0,056	0,034	0,000
M MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,000	0,079	0,082	0,075	0,075
K2	0,074	0,000	0,073	0,063	0,082
K3	0,089	0,074	0,000	0,062	0,083
K4	0,072	0,056	0,060	0,000	0,061
K5	0,059	0,084	0,084	0,062	0,000
U MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,000	0,104	0,098	0,100	0,096
K2	0,097	0,000	0,097	0,086	0,099
K3	0,102	0,095	0,000	0,082	0,100
K4	0,097	0,080	0,084	0,000	0,085
K5	0,080	0,100	0,105	0,087	0,000

L, M, U Matrisleri birim matristen çıkarılarak oluşan matris Tablo 49'dadır.

Tablo 49: Ana Kriterler (I-L), (I-M), (I-U) Matrisi

I-L MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,000	-0,051	-0,053	-0,047	-0,047
K2	-0,046	1,000	-0,050	-0,040	-0,058
K3	-0,061	-0,045	1,000	-0,038	-0,055
K4	-0,044	-0,032	-0,037	1,000	-0,036
K5	-0,040	-0,056	-0,056	-0,034	1,000
I-M MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,000	-0,079	-0,082	-0,075	-0,075
K2	-0,074	1,000	-0,073	-0,063	-0,082
K3	-0,089	-0,074	1,000	-0,062	-0,083
K4	-0,072	-0,056	-0,060	1,000	-0,061
K5	-0,059	-0,084	-0,084	-0,062	1,000
I-U MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,000	-0,104	-0,098	-0,100	-0,096
K2	-0,097	1,000	-0,097	-0,086	-0,099
K3	-0,102	-0,095	1,000	-0,082	-0,100
K4	-0,097	-0,080	-0,084	1,000	-0,085
K5	-0,080	-0,100	-0,105	-0,087	1,000

Birim matristen çıkarılarak elde edilen matrisin tersi alınması ile oluşan ana kriter ters matrisi Tablo 50'de gösterilmiştir.

Tablo 50: Ana Kriterler Ters Matrisler

I-L TERS MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,011	0,059	0,062	0,054	0,056
K2	0,055	1,011	0,059	0,047	0,066
K3	0,069	0,054	1,012	0,046	0,064
K4	0,050	0,039	0,044	1,007	0,043
K5	0,049	0,063	0,064	0,041	1,011
I-M TERS MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,030	0,103	0,106	0,097	0,101
K2	0,097	1,028	0,096	0,084	0,105
K3	0,112	0,098	1,030	0,085	0,107
K4	0,091	0,077	0,081	1,022	0,082
K5	0,084	0,105	0,106	0,083	1,029
I-U TERS MATRİSİ					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,055	0,149	0,145	0,142	0,143
K2	0,141	1,053	0,142	0,129	0,143
K3	0,145	0,139	1,053	0,125	0,144
K4	0,136	0,122	0,127	1,045	0,126
K5	0,126	0,143	0,148	0,128	1,052

Bu adımdaki son işlem toplam ilişki matrisinin elde edilmesidir. Hesaplamaların ardından toplam ilişki matrisine ait L, M ve U değerleri Tablo 51'de gösterilmiştir.

Tablo 51: Ana Kriterler Toplam İlişki Matrisinin L, M, U Değerleri

L					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,011	0,059	0,062	0,054	0,056
K2	0,055	0,011	0,059	0,047	0,066
K3	0,069	0,054	0,012	0,046	0,064
K4	0,050	0,039	0,044	0,007	0,043
K5	0,049	0,063	0,064	0,041	0,011
M					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,030	0,103	0,106	0,097	0,101
K2	0,097	0,028	0,096	0,084	0,105
K3	0,112	0,098	0,030	0,085	0,107
K4	0,091	0,077	0,081	0,022	0,082
K5	0,084	0,105	0,106	0,083	0,029
U					
	K1	K2	K3	K4	K5
K1	0,055	0,149	0,145	0,142	0,143
K2	0,141	0,053	0,142	0,129	0,143
K3	0,145	0,139	0,053	0,125	0,144
K4	0,136	0,122	0,127	0,045	0,126
K5	0,126	0,143	0,148	0,128	0,052

Ana kriterler toplam ilişki matrisinin (Tablo 51) L, M ve U değerleri birleştirilerek Tablo 52'deki toplam ilişki matrisi oluşturulur.

Tablo 52:Ana Kriterler Toplam İlişki Matrisi

Kriter	K1			K2			K3			K4			K5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,011	0,030	0,055	0,059	0,103	0,149	0,062	0,106	0,145	0,054	0,097	0,142	0,056	0,101	0,143
K2	0,055	0,097	0,141	0,011	0,028	0,053	0,059	0,096	0,142	0,047	0,084	0,129	0,066	0,105	0,143
K3	0,069	0,112	0,145	0,054	0,098	0,139	0,012	0,030	0,053	0,046	0,085	0,125	0,064	0,107	0,144
K4	0,050	0,091	0,136	0,039	0,077	0,122	0,044	0,081	0,127	0,007	0,022	0,045	0,043	0,082	0,126
K5	0,049	0,084	0,126	0,063	0,105	0,143	0,064	0,106	0,148	0,041	0,083	0,128	0,011	0,029	0,052

Toplam ilişki matrisinin bulunmasından sonra satır toplamı alınarak D_I ve sütün toplamları alınarak R_I hesaplaması yapılmıştır. Yöntem bölümünde belirtilen formül kullanılarak Tablo 52'de verilen üçgensel bulanık değerler durulaştırılır ve her kriter için tek bir değer elde edilir. Eşitlik 6 kullanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Eşitlik 7

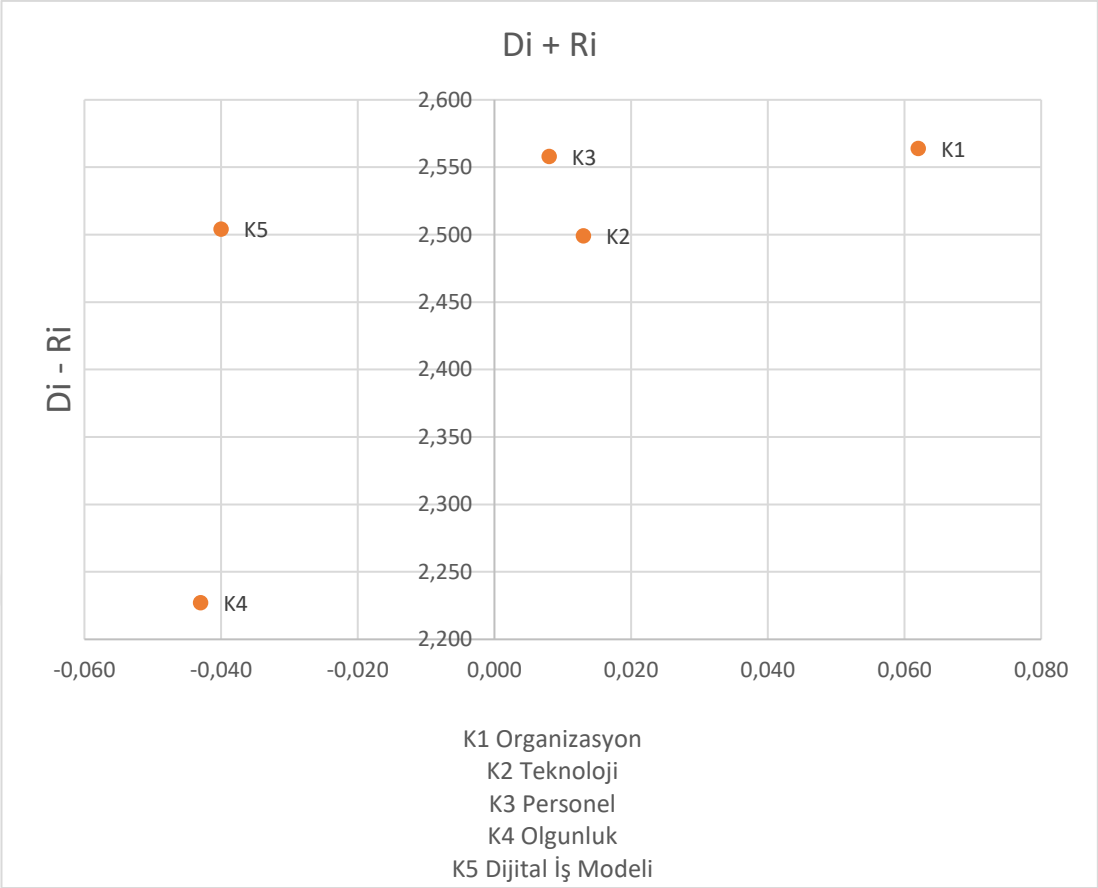
yardımıyla da bulunan ağırlıklar normalleştirilmiştir. Normalleştirilmiş ağırlıklar Tablo 53'te görülmektedir.

Tablo 53: Ana Kriterler Durulaştırma ve Ağırlıklandırma

Kriterler	D	R	D+R	D-R	wi	Wi	Ağırlık Sırası
K1	1,313	1,251	2,564	0,062	6,578	0,215	1
K2	1,256	1,243	2,499	0,013	6,245	0,204	4
K3	1,283	1,275	2,558	0,008	6,543	0,214	2
K4	1,092	1,135	2,227	-0,043	4,961	0,162	5
K5	1,232	1,272	2,504	-0,040	6,272	0,205	3
TOPLAM					30,600		

Kriterler arasında ilişkiyi ifade eden $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ değerlerine göre "Organizasyon (K1)", "Teknoloji (K2)", "Personel (K3)" kriterinin diğer kriterler ile ilişkili olduğu ve bunlardan da en çok ilişkili olduğu tespit edilen kriter "Organizasyon (K1)"dur. Etkilenen olarak ifade edilen $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ (negatif) değerlerine göre ise "Olgunluk (K4)" ve "Dijital İş Modeli (K5)" kriterinin etkilenen olduğu, etkileyici olarak ifade edilen $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ (pozitif) değerlerine göre "Organizasyon (K1)", "Teknoloji (K2)" ve "Personel (K3)" kriterlerinin diğer kriterleri etkilediği tespit edilmiştir.

Bu kısımda $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerine ait ilişki diyagramı oluşturulmuştur. Kullanılan yöntemin görsel şekilde ifade edilerek kavranmasının kolaylaştırılması için kurulan nedensel ilişki diyagramı Şekil 15'te görülmektedir.



Şekil 15: Ana Kriterlere İlişkin Nedensel İlişki Diyagramı

Nedensel İlişki Diyagramı incelendiğinde diğer ana kriterleri en çok etkileyen kriterin "Organizasyon (K1)", en çok etkilenen kriterin "Olgunluk (K4)" ve en az etkilenen kriterin "Dijital İş Modeli (K5) ana kriteri olduğu görülmektedir.

Yukarıdaki işlemlerin alt kriterlere de uygulanması ile alt kriterler için elde edilen ağırlıklar Tablo 54'te gösterilmektedir.

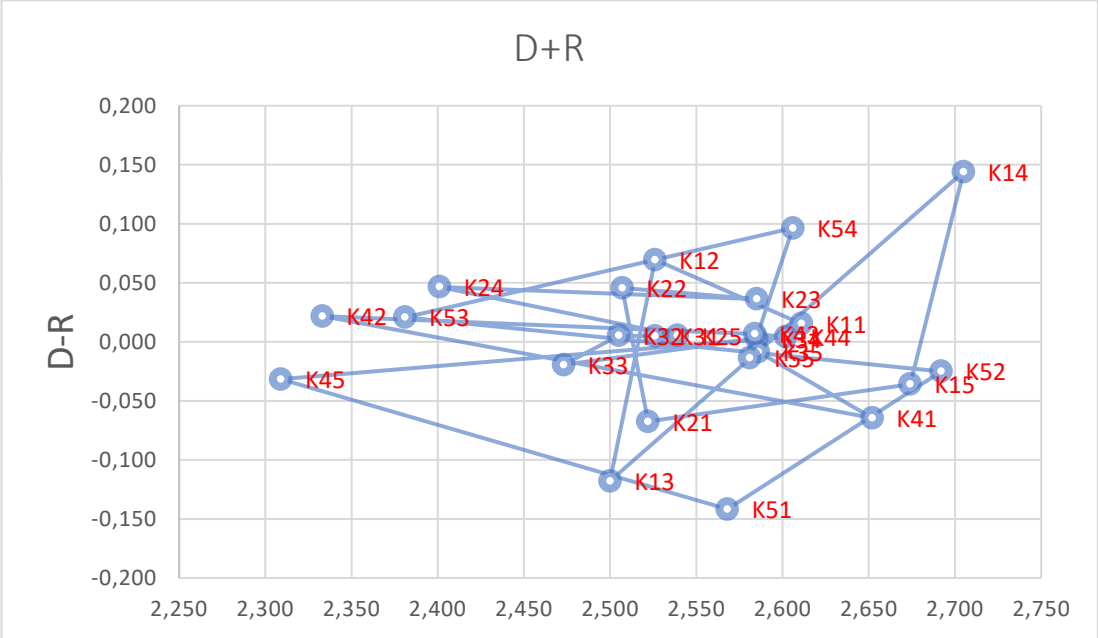
Tablo 54: Alt Kriterler Durulaştırma ve Ağırlıklandırma

Kriterler	D	R	D+R	D-R	wi	Wi	Ağırlık Sırası
K11	1,313	1,298	2,611	0,015	6,817	0,04210	5
K12	1,298	1,228	2,526	0,070	6,384	0,03943	15
K13	1,191	1,309	2,500	-0,118	6,264	0,03869	20
K14	1,424	1,280	2,705	0,144	7,336	0,04531	1
K15	1,319	1,355	2,674	-0,036	7,153	0,04418	3
K21	1,227	1,295	2,522	-0,067	6,366	0,03932	17
K22	1,276	1,230	2,507	0,046	6,285	0,03882	18
K23	1,310	1,274	2,585	0,036	6,682	0,04127	10
K24	1,224	1,177	2,401	0,047	5,768	0,03563	22
K25	1,272	1,267	2,539	0,005	6,448	0,03983	14
K31	1,265	1,261	2,526	0,005	6,380	0,03941	16
K32	1,255	1,250	2,505	0,005	6,276	0,03877	19
K33	1,227	1,246	2,473	-0,020	6,116	0,03777	21
K34	1,294	1,291	2,585	0,003	6,684	0,04129	9
K35	1,289	1,297	2,586	-0,008	6,685	0,04129	8
K41	1,294	1,358	2,652	-0,065	7,037	0,04347	4
K42	1,177	1,155	2,333	0,022	5,442	0,03362	24
K43	1,296	1,289	2,584	0,007	6,679	0,04125	11
K44	1,303	1,299	2,602	0,004	6,769	0,04181	7
K45	1,139	1,170	2,309	-0,032	5,333	0,03294	25
K51	1,213	1,355	2,568	-0,142	6,613	0,04085	13
K52	1,333	1,358	2,692	-0,025	7,246	0,04476	2
K53	1,201	1,180	2,381	0,021	5,670	0,03502	23
K54	1,351	1,255	2,606	0,096	6,803	0,04202	6
K55	1,284	1,297	2,581	-0,014	6,663	0,04116	12
TOPLAM					161,901		

Bu aşamadaki $\tilde{D}i + \tilde{R}i$ değerleri kriterlerin ilişki seviyelerini göstermektedir. Bu kapsamda alt kriterler arasında etkileşim seviyesi en fazla olan kriter "İş Birliği (K14)" olarak tespit edilmiştir. Etkileşim düzeyi sıralamasının "Dijital Modelleme (K52)", "Yönetim Desteği (K15)", "Süreç (K41)" ve "Strateji (K11)" şekilinde devam ettiği görülmüştür. Bu kapsamda "Teşkilat (K13)" kriterinin dış, etkenlere bağımlılıkta yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Bu nedenle dijitalleşmeyi etkileyen her türlü

etkene yönelik gerçekleştirilecek iyileştirme çabalarında teşkilat kriterinin hesaba katılması bu açıdan olumlu kazanımlar sağlayacaktır. "Koordinasyon (K35)" kriteri ise dış faktörlerden etkilenme seviyesi en az olan kriter olduğu görülmüştür.

Bu kısımda alt kriterler için $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerine ait ilişki diyagramı oluşturulmuştur. Kullanılan yöntemin görsel şekilde ifade edilerek kavranmasının kolaylaştırılması için kurulan nedensel ilişki diyagramı Şekil 16'da görülmektedir.



Şekil 16: Alt Kriterlere İlişkin Nedensel İlişki Diyagramı

Nedensel İlişki Diyagramı incelendiğinde diğer alt kriterleri en çok etkileyen "İş Birliği (K14)" alt kriteri olduğu, "Teşkilat (K13)" alt kriterinin en çok etkilenen ve "Koordinasyon (K35)" alt kriterinin ise en az etkilenen alt kriter olduğu görülmektedir. Bulanık DEMATEL uygulaması ile ulaşılan sonuçlarda tüm kriterlere ait ağırlık değerleri Tablo 55'te gösterilmiştir.

Tablo 55: Ana ve Alt Kriterlere Ait Önem Seviyeleri

KRİTERLER	AĞIRLIK	SIRALAMA
K1 Organizasyon	**0,2150**	**1**
K11 Strateji	0,0421	5
K12 Finans	0,0394	15
K13 Teşkilat	0,0387	20
K14 İşbirliği	0,0453	1
K15 Yönetim Desteği	0,0442	3
K2 Teknoloji	**0,2041**	**4**
K21 Yetenek	0,0393	17
K22 Altyapı	0,0388	18
K23 Yapay Zekâ	0,0413	10
K24 Siber Güvenlik	0,0356	22
K25 Bilgi Sistemleri	0,0398	14
K3 Personel	**0,2138**	**2**
K31 Çalışma modeli	0,0394	16
K32 Beceri	0,0388	19
K33 Temin	0,0378	21
K34 İletişim	0,0413	9
K35 Koordinasyon	0,0413	8
K4 Olgunluk	**0,1621**	**5**
K41 Süreç	0,0435	4
K42 Adaptasyon	0,0336	24
K43 Gelişim	0,0413	11
K44 İnovasyon	0,0418	7
K45 Kültür	0,0329	25
K5 Dijital İş Modeli	**0,2050**	**3**
K51 Veri	0,0408	13
K52 Dijital Modelleme	0,0448	2
K53 Etkinlik	0,0350	23
K54 Sürdürülebilirlik	0,0420	6
K55 Öngörülebilirlik	0,0412	12

Tablo 55'te görülen Ana ve Alt Kriterlere Ait Önem Seviyelerine göre dijitalleşmeye etki eden en önemli ana kriterin "Organizasyon (K1)" ve en önemli alt kriterin "İş Birliği (K14)" olduğu görülmektedir. Ayrıca ağırlık düzeyi en yüksek ana kriter olan "Organizasyon (K1)" kriterine ait alt kriterlerden "İş Birliği (K14), "Yönetim Desteği (K15)" ve "Strateji (K11)" kriterinin önem düzeylerine göre ilk beş sırada yer aldığı görülmektedir.

6.2.5. Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Ulaşılan Sonuçların Değerlendirilmesi

Problemin açıklaması yapıldıktan ve kriterler tespit edildikten sonra problem, Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemleri ile çözülmüştür. Her iki yöntemle konteyner limanlarının dijitalleşme düzeylerine etki eden en önemli faktörlerin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu doğrultuda liman yöneticilerinin bakış açılarına göre kriterlerin önem düzeyleri Bulanık AHP yöntemi ile, limanlarda operasyonel görevlerde bulunan çalışanların bakış açılarına göre kriterlerin önem düzeyleri Bulanık DEMATEL yöntemi ile belirlenmiştir. Bulanık DEMATEL yönteminde Tablo 55'te görülen $\tilde{D}i + \tilde{R}i$ ve $\tilde{D}i - \tilde{R}i$ değerlerine göre kriterlerin diğer kriterlerle olan etkileşimleri bulunmaktadır. $\tilde{D}i - \tilde{R}i$ değerleri kriterlerin etkileyen veya etkilenen olduğunu belirlerken $\tilde{D}i + \tilde{R}i$ değerleri diğer kriterlerle daha ilişkili olan veya daha az ilişkili olan kriterleri belirlemektedir.

Bulanık AHP yönteminde ulaşılan sonuçlara göre en önemli ağırlığa sahip kriter, kriterler içerisinde en öncelikli olduğunu göstermektedir. Bulanık DEMATEL yönteminde ise kriterlerin önem düzeylerinin yanı sıra Bulanık AHP'de ulaşılan en önemli kriterlerin diğer kriterleri etkileme/etkilenme düzeylerinin belirlendiği ve diğer kriterlerle ilişkili oldukları tespitleri yapılabilmektedir. Böylelikle Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemlerinde farklı sonuçların çıkmasının, çalışanlar ve yöneticiler açısından farklı kriterlerin önem derecelerinin farklı yorumlandığı, bu nedenle liman işletmeleri tarafından konunun üzerinde hassasiyetle durulması gerektiği değerlendirilmektedir. Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemlerinden ulaşılan sonuçlar bu bölümde Tablo 56'da verilen tablo ile karşılaştırılmaktadır.

Tablo 56: Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL ile Elde Edilen Sonuçların Kıyaslanması

KRİTERLER	BULANIK AHP	BULANIK DEMATEL	
		Etkileyen Kriterler	İlişkili Kriterler
Ana Kriterler	Organizasyon (0,2150) Teknoloji (0,2041) Personel (0,2138) Olgunluk (0,1621) Dijital İş Modeli (0,2050)	Olgunluk Dijital İş Modeli	Organizasyon Teknoloji Personel
Organizasyon Alt Kriterleri	Strateji (0,0289) Finans (0,0363) Teşkilat (0,0368) İşbirliği (0,0176) Yönetim Desteği (0,0352)	Strateji Finans Teşkilat	İşbirliği Yönetim Desteği
Teknoloji Alt Kriterleri	Yetenek (0,0350) Altyapı (0,0607) Yapay Zekâ (0,0803) Siber Güvenlik (0,0992) Bilgi Sistemleri (0,0494)	Altyapı Yapay Zeka Siber Güvenlik Bilgi Sistemleri	Yetenek
Personel Alt Kriterleri	Çalışma modeli (0,0013) Beceri (0,0265) Temin (0,0386) İletişim (0,0166) Koordinasyon (0,0259)	Çalışma modeli Beceri İletişim	Temin Koordinasyon
Olgunluk Alt Kriterleri	Süreç (0,0067) Adaptasyon (0,0207) Gelişim (0,0223) İnovasyon (0,0227) Kültür (0,0134)	Adaptasyon Gelişim İnovasyon	Süreç Kültür
Dijital İş Modeli Alt Kriterleri	Veri (0,1051) Dijital Modelleme (0,0584) Etkinlik (0,0710) Sürdürülebilirlik (0,0198) Öngörülebilirlik (0,0580)	Etkinlik Sürdürülebilirlik	Veri Dijital Modelleme Öngörülebilirlik

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemen her alanda olduğu gibi deniz taşımacılığı endüstrisi de teknolojinin sunmuş olduğu faydalar ile rekabet üstünlüğü sağlamak istemektedir. Sektörde yürütülen çalışmalar, yatırım bütçesi açısından yüksek, yıllar içinde hayata geçirilecek, bunun için altyapı gerektiren ve kıyaslandığında diğer işletmelere göre farklılıkları bulunmaktadır. Dijital dönüşüm faaliyetlerine önem veren işletmeler büyük miktarda bütçe planlamaktadırlar. Katma değer yaratması maksadıyla harcanan bu emek ve kaynakların doğru şekilde planlanması gerekmektedir.

Küresel ticarette önemli bir konuma sahip deniz taşımacılığı ve dolayısıyla limanlar pandemi, savaşlar gibi küresel olumsuz koşullardan ağır bir şekilde etkilenmektedir. Bu nedenle, geleneksel limanlar, bilgi hizmet sistemini ve liman operasyonel verimliliğini ve güvenliğini iyileştirmek için verimli, dijitalleştirilmiş liman sistemlerine dönüştürülmektedir. Limanların dijitalleşmesi ile belirsizlikler yaratan beklenmedik gecikmelere ve tedarik zinciri lojistiğindeki değişiklikler gibi acil durumların etkisine karşı erken önlemler alınabilir.

Dijital dönüşümü gerçekleştirmiş bir konteyner terminalinde bilgiye gerçek zamanlı erişim sağlamak için bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygın kullanımı gereklidir (Botti vd., 2017). Böylece, hızlandırılmış gümrük işlemleri ve gelen giriş ve yanaşma düzenlemelerinin bildirilmesi gibi uygun bilgi hizmetleri sağlayarak gemilerin limana uğramasını ve yükün zamanında boşaltılmasını sağlayabilir (Talley vd., 2014). Ayrıca gümrük verimliliği, gümrük işlemleri, iç taşımacılık ve aktarma limanlarının gerçek zamanlı durumu hakkında müşterilere zamanında bilgi sağlanabilir (Yang ve Chang, 2019). Bu hizmetleri sunmasının en etkili yolu, çeşitli katılımcılarla ilgili bilgileri entegre etmek ve sorgulara şeffaf yanıtlar sağlamak için tek bir platformun kurulmasıdır.

Bu doğrultuda tezin amacı konteyner terminallerinin dijital dönüşüm süreçleri ve dijital olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak liman yönetici ve çalışanlarından alınan verilerin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme metotlarından Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak

değerlendirilmiştir. Denizcilik sektörüyle alakalı yapılacak çalışmalar için konteyner limanları dijital dönüşüm süreçlerinde kullanılmak üzere bu çalışmanın literatüre katkı sağlayarak diğer çalışmalara örnek olabileceği değerlendirilmektedir. Literatürde lojistik, teknoloji ve hizmet alanında kullanılmasına rağmen denizcilik alanında bu iki yöntemin bir arada kullanıldığı çok az çalışmaya rastlanmaktadır. Yapılan çalışmaya uygunluğu açısından bu çok kriterli karar verme yöntemleri tercih edilmiştir.

Tez araştırmasında "Organizasyon", "Teknoloji", "Personel", "Olgunluk" ve "Dijital İş Modeli" olmak üzere toplamda 5 ana kriter ve bu her bir ana kriter için 5 alt kriter belirlenmiş ve toplamda 25 alt kriter bulunmaktadır. Ana ve alt kriterlerin bulunduğu hiyerarşik yapı Şekil 11' de yer almaktadır. Tespit edilen kriterlerin hangisinin daha öncelikli ve diğer kriterlerle daha fazla ilişkili olduğunun belirlenmesinde ÇKKV tekniklerinden Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemleri kullanılmıştır. Böylece uygulama sonucunda ulaşılan önemli düzeyde etkiye sahip kriterlerin konteyner terminallerinde daha öncelikli dikkate alınması sağlanabilir. Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yöntemi ile analiz edilen veriler ışığında konteyner terminalleri dijital olgunluk kriterlerinin önem düzeyleri belirlenmiştir. Bulanık AHP ile yapılan analiz sonuçları müteakip maddelerde yer almaktadır.

"Teknoloji" ana kriterinin en yüksek ağırlığa sahip kriter olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada ulaşılan bu bulgu, dijital olgunluk düzeyine etkisini ortaya koyan ve Endüstri 4.0'a geçişteki başarı faktörlerine ilişkin literatürdeki geçmiş çalışmalarda elde edilen bulgularla doğru orantılıdır (Koçak ve Diyadin, 2018; Sadeghi-Niaraki, 2020; Khanzode vd., 2021; Khan, 2022; Koç, 2022; Nezhad vd., 2023). Bu sonuç, konteyner terminallerinin modern ve gelişmiş teknoloji ile dönüştürülmesi, operasyon güvenliği, operasyonel verimlilik, hizmet kalitesi ve sürdürülebilirlik gibi temel fonksiyonların gelişmesine odaklanarak limanlarının dönüşümünü ve iyileştirilmesini sürekli olarak teşvik edilmesini ifade etmektedir. Ayrıca, konteyner terminallerinin dijital dönüşüm hızını artırmak için büyük veri analizi, yapay zekâ ve insansız araçlar gibi gelişmiş teknolojilerin takip edilmesi ve uygulamada yer alması gerekmektedir.

İkinci sırada önem düzeyine sahip kriter olarak “Dijital İş Modeli” belirlenmiş olup, sonuç dijital olgunluk düzeyine etkisini ortaya koyan ve Endüstri 4.0’a geçişteki başarı faktörlerine ilişkin literatürdeki geçmiş çalışmalarda elde edilen bulgularla örtüşmektedir (Elkadi ve El Tazi, 2023). Bu bulgunun dijital teknolojileri iş süreçlerine entegre etme çabaları olarak yorumlanabilir. Bunun hayata geçirilmesinde kullanıcı eğitimi ve destek sistemleri ile desteklenmeli ve kullanıcıların hem teknolojiyi daha verimli kullanmaları hem de teknolojiden maksimum fayda sağlamaları için kapsamlı bir çerçeve sunulmalıdır. Oluşturulacak iş modeli hem teknoloji kullanımını kolaylaştıran hem de kullanıcıların teknolojiye olan genel tutumlarını şekillendiren önemli bir faktör olan işe uyum sürecine de olumlu katkı sağlayacaktır.

Üçüncü derecede önem düzeyine sahip kriter “Organizasyon”dur. Bu sonuç dijital olgunluk düzeyine etkisini ortaya koyan ve Endüstri 4.0’a geçişteki başarı faktörlerine ilişkin literatürdeki geçmiş çalışmalarda elde edilen bulgularla da desteklenmektedir (Khan, 2022; Nezhad vd., 2023; Narkhede vd., 2023). Bu sonuç, organizasyonların teknolojiyi benimsetme stratejilerinde dış kontrol mekanizmalarını etkili bir şekilde kullanmalarının önemini vurgulamaktadır. Örneğin, teknoloji kullanımını teşvik eden politikalar ve teşvikler, çalışanların teknolojiyi daha olumlu algılamalarına ve kullanımlarını artırmalarına yardımcı olabilmektedir.

Bu değerlendirmeler ışığında; bir konteyner terminalinin dijitalleşme düzeyinin belirlenmesinde en önemli ana kriterlerin sırasıyla “Teknoloji”, “Dijital İş Modeli” ve “Organizasyon” olmasının en önemli kararların alındığı terminal yönetiminin dijitalleşme ile ilgili teknolojik yatırımların yapılmasının yanında işletme organizasyon yapısının da dijitalleşme ile uyumlu olmasının gerektiği anlamına gelmektedir. Dijitalleşme konusundaki teknolojik ilerlemeleri takip edecek ve işletmeye uygulayacak teşkilata sahip olmayan bir konteyner terminalinin dijital dönüşüm sağlanmasında diğer alanlarda sağlanacak dijital ilerlemeler etkili ve yeterli olmayacaktır. Bu da terminallerin gerektiği kadar dijital dönüşümü gerçekleştirememesi ve bu sayede de sürdürülebilir işletme modeli yaratamamasına neden olabilecektir.

Alt kriterlere ait ilişkin değerlendirmelerde en önemli derecede ağırlığa sahip kriterin "Veri" alt kriterinde olduğu tespiti yapılmıştır. Bu sonuç limanların akıllı liman yapısına dönüştürülmesindeki ve etkinliğinin artırılmasında başarı faktörlerini belirleyen çalışma (Hsu vd., 2023) ile ve Endüstri 4.0 hazırlık seviyesini belirlemek maksadıyla gerçekleştirilen çalışma (Nezhad vd., 2023) ile paraleldir. Dijitalleşme ve Endüstri 4.0'ın ilerlemesiyle birlikte, giderek daha fazla liman dijital dönüşümü planlamaktadır. Bu limanlar, liman operatörleri, yük sahipleri ve nakliye operatörlerini içeren katılımcılar arasında daha hızlı, daha rahat ve daha güvenli bilgi alışverişi sağlayarak müşterilerin zaman ve maliyetlerini azaltmaya, ekipman ve işgücünü daha iyi kullanmaya ve operasyonel verimliliği artırmaya yardımcı olabilir (Min, 2022). Ayrıca bu limanlar elektronik belge aktarımının sağlayabilmesi ve büyük veri hesaplaması ile gerçek zamanlı konteyner planlaması sunabilmesi halinde, sorgulama hizmetlerinin taraflara mevcut durum hakkında bilgi edinmesine olanak sağlayacağını göstermektedir.

İkinci derecede önemli alt kriterin "Siber Güvenlik" olduğu tespit edilmiş olup, sonuç literatürde yer alan çalışmalar ile uyumludur (Koçak ve Diyadin, 2018; Saçak vd., 2019; Khanzode vd., 2021; Nezhad vd., 2023). Bu sonucun konteyner terminallerinin bilgi sistemleri açısından bilgi gizliliği ve siber güvenlik konularına azami derecede önem vermesi gerektiğini göstermektedir. Kötü amaçlı yazılımlar ve siber saldırılar, denizcilik işletmesi bileşenlerine büyük miktarda maddi zarar verebilir. Bundan dolayı, güvenilirlik ve güvence unsurlarının konteyner terminal işletilmesi ve yönetimi için başlıca göstergeler olarak hizmet etmesi tavsiye edilmektedir.

Üçüncü derecede önemli alt kriterin ise "Yapay Zekâ" olduğu sonucuna ulaşılmış olup, dijital dönüşüm endekslerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışma ile benzer netice elde ettiği görülmüştür (Düzdar vd., 2024). Bu sonucun kamu kurumları da dahil olmak üzere günümüzde hemen her sektörün yapay zekâ ürünü uygulama ve hizmetlerden faydalandığı düşünüldüğünde konteyner terminallerinin de düşük maliyet, yüksek kaliteli hizmet, doğru ve güvenilir hizmet gereksinimlerini karşılamak için yapay zekânın sunduğu kolaylıklara odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Bulanık DEMATEL ile yapılan ve müteakip maddelerdeki analiz sonuçları ile dijital dönüşüm düzeyini etkileyen kriterlerin birbirini ne derece etkilediği, etkilenen ve etkileyen olarak hangi kriterlerin bulunduğu belirlenmiştir.

Kriterler arasında ilişkiyi ifade eden $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ değerlerine göre "Organizasyon" kriterinin diğer kriterler ile en fazla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç dijital olgunluk düzeyine etkisini ortaya koyan ve Endüstri 4.0'a geçişteki başarı faktörlerine ilişkin literatürdeki geçmiş çalışmalarda (Khan, 2022; Nezhad vd., 2023; Narkhede vd., 2023) elde edilen bulgularla da uyumludur. Bu sonucun dijital dönüşümü gerçekleştirmede konteyner terminallerinin buna uygun organizasyon yapısına sahip olmasının öncelikli role sahip olduğu anlamına gelmektedir. Konteyner terminal işletmelerinin dijital dönüşümü sağlama noktasında teknoloji kullanımını teşvik eden politikalar ve stratejiler benimsemeli, çalışanların teknolojiyi daha olumlu algılamalarına ve kullanımlarını artırmalarına odaklanmalıdır. Ayrıca limanların dijital dönüşüme uyum sağlaması ve operasyonlarında yer alan tüm sistemleri buna uygun hale dönüştürerek insan hatası payını en aza indirmesi ve etkinliklerini artırması gerekmektedir.

Etkilenen olarak ifade edilen $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ (negatif) değerlerine göre ise "Olgunluk" ve "Dijital İş Modeli" kriterlerinin etkilenen olduğu tespit edilmiştir. Literatürde daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Elkadi ve El Tazi, 2023). Buradaki kriterlere ilişkin değerler birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Bu durum konteyner terminalinde dijital dönüşüm konusundaki faaliyetleri etkileyen yukarıda belirtilen kriterlerin önem derecelerinin birbirlerine çok yakın olduğu anlamına gelmektedir. Bu sebeple bir konteyner terminal işletmesinin dijital dönüşüm konusunda uygulayacakları dijital iş modeli yapısının gelişim durumunun sayısal olarak takip edilmesi ve karar süreçlerinde bu verilerden faydalanılması gerekmektedir.

Etkileyici olarak ifade edilen $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ (pozitif) değerlerine göre "Organizasyon", "Teknoloji", "Personel" ana kriterinden diğer kriterleri en fazla etkilediği tespit edilen kriterin "Organizasyon" olduğu görülmüştür. Bu sonucun dijitalleşme çabalarının en önemli öğesinin başında organizasyon yapısının düzenlenmesi gerektiği anlamına

gelmektedir. En önemli yatırım ve stratejilere ilişkin kararların alınacağı bir konteyner terminal işletmesinin teşkilat yapısının da buna uygun olarak tasarlanmış olması gereklidir.

Alt kriterler arasındaki nedensel ilişkiler DEMATEL tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Etkileyen temel kriter "İş Birliği" alt kriteri olup, "Teşkilat" alt kriterinin en çok etkilendiği ve “Koordinasyon” alt kriterinin ise en az etkilenen alt kriter olduğu sonuçları çıkmıştır. Benzer sonuçlara ulaşan (Aggarwal vd., 2019; Khanzode vd., 2021; Narkhede vd., 2023; Elkadi ve El Tazi, 2023) çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Kriterlerin aldığı ağırlık değerlerinin oldukça yakın olduğu dikkate alındığında, bu sonuçlar, rekabet avantajı elde etmeye ve sürdürülebilir liman operasyonları sağlamaya yönelik kararlar için bir referans oluşturabilir.

Elde edilen sonuçlardan hareketle dijital dönüşüm gerçekleştirmek isteyen konteyner terminal işletmelerinin öncelikli olarak “Teknoloji” ve “Organizasyon” kriterini iyileştirmeleri gerekmektedir. Böylelikle dijital dönüşüm uygulamasını daha başarılı hale getirebilirler. Bununla birlikte bu kriterler altında öncelikle iyileştirilmesi gereken kriterler de sırasıyla “Veri”, “Siber Güvenlik” ve “Yapay Zekâ” olarak belirlenmiştir. Bu kriterlerin geliştirilmesi ile dijital dönüşümün başarılı olmasını daha fazla etkileyecek olan kriterler gerçekleştirilmiş olacaktır.

Tezin sonuçları, konteyner terminallerinin dijital dönüşümü gerçekleştirme konusunda değerli bilgiler sağlamaktadır. Bulgular, denizcilik paydaşlarının konteyner terminallerinin dijitalleşme düzeylerini belirlemelerine yardımcı olarak hizmet kalitesinin ve temel dönüşüm faktörlerinin entegre edilmesini sağlayabilir. Ulaşılan bulgular göstermektedir ki dijital olgunluk kriterlerinin her ne kadar birbirlerine göre ağırlıkları farklı olsa da dönüşümün tam olarak gerçekleştirilmesi için tüm kriterler önemlidir. Teknolojik değişimin yüksek maliyet gerektirmesinden hareketle planlamaların doğru yapılması, yapılacak yatırımın iyi tasarlanması ve hayata geçirilmesi önemli olup, bu durum dijital dönüşüme karar verecek yöneticiler açısından karmaşık bir problem olarak görülmektedir.

Bu tezin temel katkısı, konteyner terminal işletmeleri yöneticilerine, operatörlerine, devlet kurumlarına ve diğer paydaşlara, gerçekleştirdikleri hizmet kalitesini ve etkinliklerini artırarak maliyetlerini azaltmak için konteyner terminallerinde dijitalleşmiş liman sistemlerinin uygulanmasının teşvik edilmesini sağlaması ve dijitalleşme için kilit kriterleri belirlemesi açısından yol gösterebilecek genel bir kavramsal çerçevenin oluşturulmasıdır. Bu çerçeve, konteyner terminallerinin maliyet azaltma önlemlerini değerlendirmelerine ve gelir getirici operasyonlar yoluyla kâr fırsatları yaratmalarına yardımcı olabilir. Bu sayede sektördeki taraflar konteyner terminallerinin dijitalleşme süreçlerine ilişkin standart belirleyebilir ve öncelikle yatırım yapılması gerekli alanları belirlemek için bir referans olarak hizmet edebilir. Gelecekte konteyner terminalleri, belirtilen önerileri dikkate alarak hizmet kalitelerini optimize ederek, konteyner terminallerinin değerlerini ve kaynaklarını geliştirmelerine, hizmet kalitelerini güçlendirmelerine ve temel rekabet güçlerini artırmalarına yardımcı olabilir.

Sonuçlar, dijitalleşme stratejisi ve bilgi teknolojisinin, konteyner terminallerinin dijital yol haritası ve dijital dönüşüm sürecindeki konumunu belirleme açısından önemlidir. Konteyner terminal işletmelerine dijital dönüşüm uygulamaları için teorik destek sağlayarak dijital dönüşüm araştırma teorisini belirli bir ölçüde tamamlamasına katkı sağlayabilir.

Araştırmada yer alan liman katılımcılarının 35 yaş üzerinde olması ve en az 10 yıllık tecrübeye sahip olması sonuçların doğruluğu açısından olumlu olarak değerlendirilmektedir. Katılımcıların cevapları değerlendirildiğinde, liman işletmesinin dijitalleşmeye bakış açısı olumludur, ancak çalışanların dijitalleşme ve dijital teknolojiler hakkındaki bilgisi ve eğitim düzeyi eksiktir. Liman yöneticilerinin limanlarda teknolojik gelişmişlik düzeyinin yeterli olmadığı sonucu Balık, Aydın ve Bitiktaş (2019) çalışmalarıyla uyumludur. Limanların ve liman faaliyetlerinin dijitalleşmesinin rekabet üstünlüğü sağlamak noktasında gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu maksatla da liman yöneticilerinin çalışanların dijital teknolojilere adaptasyon sağlaması için konunun uzmanı kişilerden destek almasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Dijital teknolojilere yatırım yapan konteyner terminallerinde faaliyetlerin daha etkin ve süratli bir şekilde yapılması limanın kapasitesini de artıracağından küresel ticaretteki payının da artması sonucunu doğuracaktır. Artan kapasite ile piyasa koşullarında rekabet ortamının çetinleşebileceği ve piyasa yöneticilerinin daha etkin kontrol mekanizması kurmaları ihtiyacı doğacaktır. Bunun yanı sıra dijital teknolojilerin en ciddi olumsuz tarafının ise siber saldırılar ve riskler olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Bu sorunlar teknolojinin yayılma hızındaki en büyük sorunu oluşturmaktadır.

Limanların daha etkin kullanılması, yer aldığı stratejik ve fiziki konumu sayesinde Türkiye'nin deniz ticaretinden alacağı payın artması ve denizden yapılan ticaretin daha etkin yapılması açısından dijitalleşmeye önem verilmesi olumlu katkı sağlayacaktır. Dijital teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaşması konteyner terminallerinin performansını artırıcı bir sonuç oluşturacaktır. Özellikle performansı düşük olan, kapasite artırma fiziki imkanları olmayan terminallerin kapasitelerinin artırma noktasında günümüzün limancılık sektörünün dijital teknolojilerine yatırım yapmaları, kendilerini modern teknolojiler ile geliştirmeleri ve teknolojik yeniliklere adaptasyon sağlamaları gerekmektedir. Daha fazla yük elleçleyebilmek için dijital teknolojilere uyumlu ekipmanlarını artırmak ve fiziki olarak düzenleme yapması gerekmektedir. Ayrıca liman yönetimi ile ilgili stratejik kararları hayata geçirmek konteyner terminallerine fayda sağlayacaktır.

Tezde kullanılan Bulanık AHP ve Bulanık DEMATEL yönteminin uygulanabilirliği açısından ilgili literatüre katkıda bulunularak gelecek çalışmalarda da yararlanılabilecek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. İlerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalarda bu iki yöntemden farklı yöntemler ile entegre edilerek ya da diğer ÇKKV teknikleri kullanılarak araştırmanın genişletilmesine imkân tanıyacaktır. Kriter sayısının artırılması ile veya dijitalleşme düzeyini etkileyen kriterlere yönelik farklı sektörler için uygulamalar yapılabilir. Bu sayede dijitalleşme düzeyini etkileyen kriterlerin sektörel bakımdan değişiklik gösterip göstermediği belirlenerek, sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca dijital dönüşüm düzeylerinin belirlenmesinin yanı sıra modele eklenecek alternatiflerin sıralanması yapılması ileriki çalışmalara öneri olarak sunulmaktadır.

Bu tezde bazı kısıtlar mevcuttur. Örneğin tezdeki kriterler Türkiye'de faaliyet gösteren limanlardaki çalışanlar tarafından değerlendirildiğinden, sonuçların diğer bölgelerde test edilerek genelleştirilmesi sağlanabilir. İleriki dönemde gerçekleştirilecek çalışmalarda yalnız Türkiye'de yer alan değil farklı ülkelerdeki konteyner terminalleri ile çalışma yapılması konteyner terminallerinin dijital dönüşüm kriterlerinin daha geniş perspektiften değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu, özellikle ülkeler arasındaki bilgi teknoloji alt yapısı ve kültüründeki potansiyel farklılıklar dikkate alındığında önemlidir. Tezde ulaşılan sonuçlar konteyner taşımacılığının diğer paydaşlarının dijitalleşmeye bakış açıları da göz önünde bulundurularak test edilebilir. Literatürde bulunan çalışmalardaki farklı dijital dönüşüm kriterlerine ait verilerin bu çalışmada değerlendirilmeyip bazılarının bulunmaması, konteyner limanlarının dijital dönüşüm çalışmalarında liman verimliliklerine etkisine yer vermemek de çalışmanın bir diğer kısıtıdır. Yapılan tezde hemen her çalışmadaki gibi kısıtlar var olsa da metodolojisinin diğer çalışmalara yol göstereceği düşünülmektedir. Dijital dönüşüm kriterlerine yönelik çalışma daha farklı limanlar için de uygulanabilir, ayrıca dijital dönüşümü gerçekleştirmiş liman işletmelerinden edinilecek veriler ile değerlendirilirse kriterlerin gruplandırılmasında ve çeşitlendirilmesinde değişiklikler yapılabilir.

KAYNAKÇA

1. Kitaplar

Bilginer, Buğra (2008). Konteyner Liman/Terminal Pazarlaması, Liman Pazarlama İletişimi ve Müşteri İlişkileri Yönetimi. Deniz ve Terminal İşletmeciliği. Ed. Murat Erdal. Beta, Istanbul.

Branch, Alan Edward, Michael Robarts (2014). Branch's elements of shipping. Routledge.

Erdal, Murat (2008). Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği. İstanbul: Beta Yayıncılık.

Elmas Çetin (2003). Bulanik Mantik Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Esmer, Soner (2019). Liman ve Terminal Yönetimi. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Yayınları.

Necmettin Akten, Mehmet Ali Albayrak (1998), "Deniz Taşımacılığı Kılavuzu", Ekim Matbaası, İstanbul.

Sarıöz, Kadir (1995). Gemi inşaatı ders notları:(gemi ön dizaynı). İTÜ.

Sekine Karakaş, Furkan Rukancı vd. (2009). Belge Yönetimi ve Arşiv Terimleri Sözlüğü. Ankara: Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü.

Şen, Zekai (2001). Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri. Bilge Kültür Sanat, İstanbul.

Yercan, Funda, Türkay Yıldız (2015). International maritime trade and logistics. Maritime Logistics: A Guide to Contemporary Shipping and Port Management.

2. Makaleler, Bildiriler, Diğer Basılı Yayınlar

Abdullah Takım, Şaban Mustafa Ersungur (2015). "Taşıma şekillerine göre Türkiye'de dış ticaretin analizi: Mevcut durum, sorunlar ve beklentiler". Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(3).

Açıkel, Aslıhan Erbaş (2015). "Konteyner Taşımacılığında Taşıyanın Sorumluluğunun Sınırlandırılması -Konteyner Klozu-", Kadir Has Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 106.

Adam Kaliszewski, Arkadiusz Kozłowski et al (2020). "Key factors of container port competitiveness: A global shipping lines perspective". Marine Policy, 117: 103896.

Akshay G Khanzode, PRS Sarma (2021). “Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in Micro, Small & Medium Enterprises”. Journal of Cleaner Production, 279: 123489.

Ali Umut Ünal, Osman Arslan vd. (2022). “Türkiye’de Ro-Ro Taşımacılığının Önemi ve Geleceği Hakkında Örnek Bir Çalışma”. Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora, 1(1): 60-79.

Altuntaş Vural, Ceren, et al (2020). “Can digitalization mitigate barriers to intermodal transport? An exploratory study”. Research in Transportation Business & Management, vol. 37: 100525.

Ankur Aggarwal, Sumit Gupta et al (2019). “Evaluation of key challenges to industry 4.0 in Indian context: a DEMATEL approach”. In Advances in Industrial and Production Engineering: Select Proceedings of FLAME 2018: 387-396.

Annika Judith Wohlleber, Maximilian Bock et al (2022). “Implementing vital dynamic capabilities to succeed in digital transformation: A multiple-case study in maritime container shipping”. IEEE Transactions on Engineering Management; 13627-13645.

Anwar Mahwish, Lawrence Henesey et al (2019). “Digitalization in container terminal logistics: A literature review. In 27th annual conference of international association of maritime economists”. Athens, 1-25.

Arunava Bandyopadhyay, Rajib Prabina (2021). “The asymmetric relationship between Baltic Dry Index and commodity spot prices: evidence from nonparametric causality-in-quantiles test”. Mineral Economics, 36(2): 217-237.

Asiye Özkanlı and Berrin Denizhan (2020). “Digitalization Roadmap For Turkish Seaports”. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı, 358-363.

Assunta Di Vaio, Luisa Varrıale (2020) “Digitalization in the sea-land supply chain: experiences from Italy in rethinking the port operations within inter-organizational relationships”. Production Planning & Control, vol. 31: 220-232.

Aydın Koçak, Aslı Diyadin (2018). “Sanayi 4.0 geçiş süreçlerinde kritik başarı faktörlerinin DEMATEL yöntemi ile değerlendirilmesi”. Ege Akademik Bakis, 18(1): 107-120.

Aylin Çalışkan, Yücel Öztürkoğlu (2020). “Konteyner hatlarının finansal performanslarının operasyonel nitelikler üzerinden değerlendirilmesi”. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 123-134.

Bahadır Eyit, Murat Yorulmaz vd. (2022). “Konteyner Limanlarında Kullanılan Dijital Teknoloji Uygulamalarının Değerlendirilmesi”. The Journal of Social Science, 6(11): 43-59.

Bahadır Gülsün ve Burak Erkayman (2018). “Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi: Bir Kombine Taşımacılık Örneği”. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 2(2): 37-51.

Balık, İsmet (2014). “Limanlar ve liman yeri seçimi. Kent Akademisi”. 7(18); 37-48.

Balık İsmet, Sonay Zeki Aydın vd. (2019). “Limanlarda Dijitalleşme: Çevrim İçi Medyadan Yansımalar”. IV. Ulusal Liman Kongresi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi.

Balkrishna Eknath Narkhede, Rasesh Raut et al (2023). “Ranking critical success factors for implementation of lean-industry 4.0: a methodology based on DEMATEL and ANP”. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 36(6): 894-907.

Betül Ersöz ve Mehmet Özmen (2020). “Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanlar Üzerindeki Etkileri”. AJIT-e: Academic Journal of Information Technology, 11(42): 170-179.

Birdoğan Baki ve Duygu Serdar (2020). “Sanayi 4.0 olgunluk düzeyinin değerlendirilmesine yönelik çok kriterli bir yaklaşım: lojistik sektörü uygulaması”. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 38(4): 655-693.

Botti, Antonio, et al (2017). “The re-conceptualization of the port supply chain as a smart port service system: the case of the Port of Salerno”. Systems, 5(35): 1-10.

Campfens, Vincent, Charles Dekker (2018). Turning Rotterdam into the “World’s Smartest Port” with IBM Cloud & IoT. Ibm. com, 31, 2018.

Carlan, Valentin, et al (2017). ‘‘Digital İnnovation İn The Port Sector: Barriers and Facilitators’’. Competition and Regulation in Network Industries, 18(1-2): 71-93.

Cem Saatçioğlu ve Mehmet Sıtkı Saygılı (2013). “Intermodal taşımacılıkta denizyolu–demiryolu entegrasyonunun ekonomik ve çevresel açıdan değerlendirilmesi”. Journal of ETA Maritime Science, 1(2): 19-26.

Chopra, Ashok (5). Reasons Why Digital Transformation is the Only Way to Go. LeadingAge, PcQuest.

Christoph Klos, Patrick Spieth et al (2021). “Digital transformation of incumbent firms: A business model innovation perspective”. IEEE Transactions on Engineering Management, 70(6): 2017-2033.

Corbett, James, James Winebrake (2008). “The impacts of globalisation on international maritime transport activity”. In Global forum on transport and environment in a globalising world, Vol. 31: 31.

Çetin, Oktay (2009). "Denizcilik Sektöründe Mukayeseli Bir Model". Güvenlik Stratejileri Dergisi, 5(10): 30-55.

Dalaklis, Dimitrios (2020). "Unleashing the Power of Data to Optimise Vessel Performance". Proceedings of the Vessel Optimisation Webinar Week (Virtual Event), London, UK, 8.

Daniel Bernhofen, Zouheir El-Sahli et al (2016). "Estimating the effects of the container revolution on world trade". Journal of International Economics, 98: 36-50.

Das, Debashree, et al. (2022). "Building supply chain resilience in the era of COVID-19: An AHP-DEMATEL approach". Operations Management Research, 15(1): 249-267.

de la Peña Zarzuelo, Ignacio, María Jesús Freire Soeane, and Beatriz López Bermúdez (2020). "Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review". Journal of Industrial Information Integration, 20: 100173.

Di Vaio, Assunta, and Luisa Varriale (2020). "Digitalization in the sea-land supply chain: experiences from Italy in rethinking the port operations within inter-organizational relationships". Production Planning & Control, 31(2-3): 220-232.

Dimitrios Dalaklis, et al, (2022). "The port of gothenburg under the influence of the fourth stage of the industrial revolution: implementing a wide portfolio of digital tools to optimize the conduct of operations". Maritime Technology and Research, 4(3): 253844-253844.

Douaioui, Kaoutar, Mouhsene Fri et al (2018). "Smart port: Design and perspectives". In 2018 4th international conference on logistics operations management (GOL): 1-6.

Dördüncü, Hazar (2021). "Türkiye'de ihracat ile konteyner taşımacılığı arasındaki ilişki üzerine bir nedensellik analizi". Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi, 6(IERFM Özel Sayısı): 192-206.

Durán, Claudia A., Felisa M. Córdova, and Fredi Palominos. (2019). "A conceptual model for a cyber-social-technological-cognitive smart medium-size port". Procedia computer science, 162: 94-101.

Duru, Okan (2010). "Theory of shipping productivity revisited: industrial revolution, ship technology and shipping freight rates". In The 74th Conference of Japan Society of History of Economic Thought, Toyama.

Edvard Tijan, Marija Jović et al (2021). "Digital transformation in the maritime transport sector". Technological Forecasting and Social Change, 170: 120879.

Elkadi, Hatem, and Neamat El Tazi. (2023). “Identifying and prioritizing digital transformation elements using fuzzy analytic hierarchy process”. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 14(9).

Esmer, Soner (2010). Konteyner terminallerinde lojistik süreçlerin optimizasyonu ve bir simülasyon modeli (Yayımlanmış Doktora Tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dokuz Eylül Yayınları.

Ertuğrul, İrfan (2006). “Akademik performans değerlendirmede bulanık mantık yaklaşımı”. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20(1): 155-176.

Feyyaz Zeren ve Hakan Kahramaner (2019). “Baltık Kuru Yük Endeksi ile İstanbul Navlun Endeksi Arasındaki Etkileşimin İncelenmesi: Ekonometrik Bir Uygulama”. Journal of International Management Educational and Economics Perspectives, 7(1): 68-79.

Gökhan Ağaç, Birdoğan Baki (2016). “Sağlık alanında çok kriterli karar verme teknikleri kullanımı: Literatür incelemesi”. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 19(3).

Gökhan Uçdu ve Alper Kılıç (2022). “Investigation of Turkish ports within the scope of port location selection and green port”. Journal of Maritime Transport and Logistics, 3(1): 35-49.

Gizem Kayışoğlu ve Fırat Bolat (2021). “Türk Deniz Ticaret Filosunun Gemi Büyüklükleri ve Ana Makine Güçleri Yönünden Değerlendirilmesi”. Eurasian Econometrics Statistics & Emprical Economics Journal, 44-63.

Habip İnanlı, Murat Yorulmaz (2021). “Konteyner limanlarında dijital dönüşüm: kocaeli limanlarında bir inceleme”. The Journal of Social Science, 5(10): 462-473.

Hande Begüm Bumin Doyduk ve Canan Tiftik (2017). “Nesnelerin İnterneti: Kapsamı, Gelecek Yönelimi ve İş Fırsatları” Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 2017, 52 (3): 127-147

Hanif Wisesa, Felix Kin Peng Hui et al (2018). “Transforming Maritime Logistics with The Power of Information Technology”. In Proceedings of the International Conference on Science, Management, and Engineering, 1-15.

Hatice Doğan and Ahmet Serhat Uludağ (2023). “Türkiye'de Taşımacılık Faaliyetlerinin Gelişimi ve Dönemsel Bir Performans Analizi”. Third Sector Social Economic Review, 58(4): 3016-3049.

Henesey, Lawrence (2004). Enhancing container terminal performance: a multi agent systems approach (Doctoral dissertation, Blekinge Institute of Technology).

Hsu Chu-Ting, Ming-Tao Chou (2023). “Key factors for the success of smart ports during the post-pandemic era”. Ocean & Coastal Management, 233: 106455.

Hokey Min (2022). “Developing a smart port architecture and essential elements in the era of Industry 4.0”. Maritime Economics & Logistics, 24(2): 189-207.

İbrahim Çil, et al (2022). “A comparative analysis of indoor positioning technologies in shipyard digitalization context”. J Mar Technol Environ, 1: 15-25.

İrem Düzdar, Zülal Beşbaş vd. (2024). “Dijital dönüşüm endeksi parametrelerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi”. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 8(1): 143-153.

İsmet Balık, Kadir Aksay vd. (2015). “Türkiye’de Deniz Taşımacılığı ve Geleceğine Yönelik Bir Bakış”. Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi, 1(1): 48-60.

Jamwal Anbes, Rajeev Agrawal et el (2021). “Developing A sustainability framework for Industry 4.0”. Procedia CIRP, 98: 430-435.

J.E. Lee-Partridge, Thompson Teo et al (2000). “Information technology management: the case of the Port of Singapore Authority”. The Journal of Strategic Information Systems, 9(1): 85-99.

Jean-Claude André (2019). Industry 4.0: Paradoxes and conflicts. John Wiley and Sons.

Jenna Ahokas, Tuomas Kiiski et al (2017). “Cybersecurity in ports: a conceptual approach. In Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment”. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 23: 343-359. Berlin: epubli GmbH.

Karakadılar, İbrahim Sarper (2022). “Kuru dökme yük taşımacılığı piyasasının geleceğine dair öngörüler”. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 24(43): 634-654.

Karen Rose, Scott D. Eldridge et al (2015). “The internet of things: An overview”. The internet society (ISOC), 80(15): 1-53.

Kasypi Mokhtar and Muhammad Zaly Shah (2012). “Agile supply chain for container terminal”. OIDA International Journal of Sustainable Development, 4(5): 69-82.

Klein, Müge (2020). “İşletmelerde Dijital Dönüşüm ve Etmenleri”. Journal of Business in The Digital Age, 3(1): 24-35.

Koç, Elif (2022). “What Are The Barriers to the Adoption of Industry 4.0 in Container Terminals? A Qualitative Study on Turkish Ports”. Journal of Transportation and Logistics, 7(2): 367-386.

Kübra Güçlü ve Murat Yorulmaz (2023). “Konteyner terminallerindeki iş kazalarının bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri ile incelenmesi: Kocaeli liman bölgesinde bir uygulama”. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 22(44): 310-339.

Leonard Heilig and Stefan Voß (2017). “Information systems in seaports: a categorization and overview”. Information Technology and Management, 18: 179-201.

Leonard Heilig, Eduardo Lalla-Ruiz et al (2017). “Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework”. Netnomics: Economic research and electronic networking, 18(2-3): 227-254.

Li, Rong Jun (1999). “Fuzzy method in group decision making”. Computers & Mathematics with Applications, 38(1): 91-101.

Mahmud Mollaoglu, Hakan Demirel et al (2022). “Evaluation of the effects of industry 4.0 on the maritime sector with fuzzy ahp–vikor hybrid method”. International Journal of Maritime Engineering, 164(A2): 135-146.

Mahmoud Zahedian Nezhad, Javad Nazarian-Jashnabadi et al (2023). “Assessing dimensions influencing IoT implementation readiness in industries: A fuzzy DEMATEL and fuzzy AHP analysis”. Journal of Soft Computing and Decision Analytics, 1(1): 102-123.

Marcus Lorenz, Michael Rüßmann et al (2015). “Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries”. Boston Consulting Group, 9(1): 54-89.

Maria A. Lambrou, Daisuke Watanabe et al (2019). “Shipping digitalization management: conceptualization, typology and antecedents”. Journal of Shipping and Trade, 4(1): 1-17.

Mehmet Ekim Ayyıldız, Ahmet Oğuz Demir (2022). “Dijital dönüşüm olgunluk seviyesinin ölçülmesine yönelik modellerin incelenmesi”. İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi, 6(12): 61-80.

Micheal Wickert, Herbert Sonntag et al (2012). “ICT requirements of seaporthinterland transport for an increased container handling”. In 2012 4th IEEE International Symposium on Logistics and Industrial Informatics. doi: 10.1109/lindi.2012.6319468.

Min Xu, Jeanne M. David et al (2018). “The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges”. International journal of financial research, 9(2): 90-95.

Mohsen Kia, Ebrahim Shayan et al (2000). “The importance of information technology in port terminal operations”. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30(3/4): 331-344.

Murat Yorulmaz ve Emre Patruna (2021). “Liman İşletmelerinde Dijitalleşmeden Beklentiler ve Yöneticilerin Bakış Açısı”. International Journal of Management and Administration, 5(9): 118-131.

Murat Yorulmaz ve Mehmet Derici (2023). “Gemi 4.0: Kavramsal inceleme ve gemi kaptanlarının görüşleri”. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, 12 (23): 1-14.

Naoum Tsolakis, Dimitris Zissis et al (2022). “Towards AI driven environmental sustainability: an application of automated logistics in container port terminals”. International Journal of Production Research, 60(14): 4508-4528.

Nicoletta González-Cancelas, Beatriz Molina Serrano et al (2020). “Using the SWOT Methodology to Know the Scope of the Digitalization of the Spanish Ports”. Logistics, 4(3): 20.

Peyman Azhari, et al (2014). “Digital transformation report”. Neuland GmbH & Co. KG., Köln.

Philip Kotler, Hermawan Kartajaya et al (2021). “Marketing 5.0: Technology for humanity”. John Wiley & Sons.

Prisecaru, Petre (2016). “Challenges of the fourth industrial revolution”. Knowledge Horizons. Economics, 8(1): 57.

Rabot, Thomas, Shuhan Wang et al (2023). Harboring the Future: Examining the Digitalization Challenges and Opportunities for Small and Medium-Sized Ports in Sweden.

Reza Kiani Mavi and Craig Standing (2018). “Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach”. Journal of cleaner production, 194: 751-765.

Rümeysa Saçak, Şeyda Gür vd. (2019). “AHP ve DEMATEL yöntemleri ile nesnelerin internetinin işletmelerde yapılan uygulamalarının analizi”. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 82-95.

Robert Stahlbock and Stefan Voß (2008). “Operations research at container terminals: a literature update”. OR spectrum, 30: 1-52.

Sadeghi-Niaraki, Abolghasem (2020). “Industry 4.0 development multi-criteria assessment: An integrated fuzzy DEMATEL, ANP and VIKOR methodology”. Ieee Access, 8: 23689-23704.

Sağlam, Mehmet (2021). “İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması”. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(40): 395-420.

Sanayei, Amir, S. Farid Mousavi et al (2010). “Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment”. Expert systems with applications, 37(1): 24-30.

Sanchez-Gonzalez, Pedro-Luis, et al (2019). “Toward digitalization of maritime transport?”. Sensors, 19(4): 926.

Sanrı, Özlem (2021). “Akıllı limanlar üzerine bibliyometrik bir literatür araştırması”. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 23(2): 15-31.

Sarıöz, Kadir (1995). Gemi inşaatı ders notları:(gemi ön dizaynı). İTÜ.

Schwab, Klaus (2017). The fourth industrial revolution. Currency.

Sebastian, Ina M., Jeanne Ross et al (2017). “How Big Old Companies Navigate Digital Transformation”. MIS Quarterly Executive, 16(3): 197-213.

Sedat Baştuğ, Soner Esmer (2022). “Konteyner Taşımacılığı Pazarında Sürdürülebilir Liman Rekabetinin Belirleyicileri: Sistematik Literatür Araştırması”. İzmir İktisat Dergisi, 37(1): 34-52.

Sedef Gülsüm Aksu, Olca Sürgevil (2019). “Dijital çağın yetkinlikleri: çalışanlar, insan kaynakları uzmanları ve yöneticiler çerçevesinden bakış”. Journal of Business in The Digital Age, 2(2): 54-68.

Sevil Köfteci, Haluk Gerçek (2010). “Yük Taşımacılığında Taşıma Türü Seçimi İçin Lojistik Maliyetlere Dayalı İkili Lojit Model”. Teknik Dergi, 21(103): 5087-5112.

Shahbaz Khan, Rubee Singh et al (2022). “Exploration of critical success factors of logistics 4.0: a DEMATEL approach”. Logistics, 6(1): 13.

Shahbakhsh Mehrangiz, Gholam Reza Emad et al (2022). “Industrial revolutions and transition of the maritime industry: The case of Seafarer’s role in autonomous shipping”. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 38(1): 10-18.

Shuo Chen, Wang Jian et al (2016, December). “The Analysis of the Necessity of Constructing the Huizhou" Smart Port" and Overall Framework. In 2016 International Conference on Intelligent Transportation”. Big Data & Smart City (ICITBS): 159-162.

Sullivan Brendan P., Shantanoo Desai et al (2020). “Maritime 4.0–opportunities in digitalization and advanced manufacturing for vessel development”. Procedia manufacturing, 42: 246-253.

Tansel Erkmen ve Süleyman Özkaynak (2015). “Liman işletmeciliğinde sürdürülebilir liman ekonomisi stratejisi”. II. Ulusal Liman Kongresi, İzmir, 1-18.

Tuncay Ercan ve Mahir Kutay (2016). “Endüstride Nesnelerin Interneti (IoT) Uygulamaları” Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. Sayı 16: 599-607.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022.

Ünal Özdemir ve Taşkın Deniz (2013). “Zonguldak Limanı’nda Ro-Ro taşımacılığı”. Eastern geographical review/doğu coğrafya dergisi, 18(30).

Yeliz Çelik, Ahmet Selçuk Başarıcı (2021). “Liman Performans Değerlendirmesi ve Kriterleri. Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi, 3(2): 136-159.

Yorulmaz, Murat (2009). “Deniz taşımacılığı ve deniz sigortaları”. İstanbul: Akademik denizcilik yayınları.

Yorulmaz, Murat (2021). “Liman işletmelerinde dijital dönüşüm. Dijital Dönüşümün Sektörel Analizleri”, Editör:Çakırel Yasin, Nobel Bilimsel Eserler. Ankara, 443-458.

Yusuf Bayraktutan, Mehmet Özbilgin (2015). “Uluslararası ve yurtiçi ticarette taşıma türlerinin payı: Bir analitik hiyerarşi prosesi (AHP) uygulaması”. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(2): 405-436.

Yüksekyıldız, Ercan (2022). “ENTROPİ ve EATWOS yöntemleri ile Türkiye konteyner limanlarının verimlilik analizi”. Verimlilik Dergisi, (2): 3-24.

Veysel Tatar, Meriç Burçin Özer vd. (2019). “Deniz taşımacılığı ve limanların ekonomik etkileri: Hopa limanı analizi”. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(5): 138-150.

Warner, Karl SR and Maximilian Wäger (2019). “Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal” Long range planning, 52(3): 326-349.

World Economic Forum. (2016). “The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution” Global Challenge Insight Report.

WTO. (2004). Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations A Guidebook (English version). World Tourism Organization.

Xiunian Zhang and Jasmine Siu Lee Lam (2019). “A fuzzy Delphi-AHP-TOPSIS framework to identify barriers in big data analytics adoption: case of maritime organizations”. Maritime Policy & Management, 46(7): 781-801.

3. Elektronik Kaynaklar

Butcher, Richard 2020. Discussing the Need for Intelligent Centralised Systems. PortTechnology, https://www.porttechnology.org/technical-papers/discussing-the-need-for intelligent-centralised-systems/ [Erişim tarihi 02 Temmuz 2024].

İ-Scoop I. "Digitization, Digitalization And Digital Transformation: The Differences", Retrieved From https://www.İ-Scoop.Eu/Digitization-Digitalization-Digital-Transformation-Disruption/ (Erişim tarihi;03.06.2024)

Madhani, Pankaj M., Globalization: Opportunities and Challenges (2008). WISDOM PUBLICATIONS, Verma P, Bala Bhaskaran P, Madhani PM, eds., New Delhi, 2008, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2050302 (Erişim tarihi;03.05.2024)

Record Container Ship Deliveries Expected in 2024. https://www.marinelink.com/news/record-container-ship-deliveries-expected-510695 (Erişim tarihi;06.05.2024)

EKLER

EK-I

BULANIK AHP YÖNTEMİ İLE UYGULANAN YÖNETİCİ ANKETİ

Sayın İlgili,

Size sunmakta olduğum/olduğumuz bu anket, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ömer CANBAZ ve Doç. Dr. Murat YORULMAZ danışmanlığında yürütülmekte olan **"Konteyner Limanlarının Dijital Dönüşüm Süreçleri ve Dijital Olgunluk Kriterlerinin İncelenmesi"** başlıklı akademik çalışmanın uygulama kısmı ile ilgili olup, bilimsel bir amaca hizmet etmektedir.

Gönüllü katılım esasıyla **'Uygulama 1'** ve **'Uygulama 2'** olmak üzere iki uygulama kısmından oluşan ankete verdiğiniz cevaplar bahse konu akademik çalışmaya yön verecek olup, bilimsel araştırmalar ve yayın etiğine uygun olarak gizli tutulacaktır. Ankete katılmanız araştırmaya katılım için onam verdiğiniz anlamına gelmektedir. Çalışmaya göstermiş olduğunuz ilgi ve kıymetli görüşlerinizle değer katmış olmanızdan dolayı teşekkür eder, işlerinizde başarılar dileriz.

Saygılarımızla

Araştırma Sorumlusu: Ömer CANBAZ

Danışman Öğretim Üyesi: Doç.Dr.Murat YORULMAZ

I. Kişisel Özellikler

. Cinsiyetiniz	Kadın ☐ Erkek ☒
. Yaşınız	**50**
. Eğitim Durumunuz	İlköğretim ☐ Ortaöğretim ☐ Lisans ☐ Lisansüstü ☐
. Çalıştığınız Bölüm	Operasyon Müdürü
. Toplam İş Deneyimi (Yıl)	22

ANA KRİTERLER	
1. Organizasyon	İşletmenin tüm paydaşları ile bütünlük oluşturabilecek, dijitalleşme uygulamaları ve iş yapma şeklini farklı organizasyon yapıları için iş yapma ortamı oluşturulması ve bunun geliştirilmesi için kurulun teşkilatlanma olarak tanımlanmaktadır.
2. Teknoloji	İşletmenin sürdürülebilir rekabet ortamı yaratabilmek ve potansiyelini teknolojideki gelişmeleri takip ederek ve uygulayarak elde edeceği faydaları artırmayı, iş süreçlerinde dijital teknolojileri kullanarak temel fonksiyonlarının etkinliğini artırmasına işaret etmektedir.
3. Personel	Çalışanların dijital dönüşüm süreçlerinin her noktasındaki etkisi dikkate alınarak sürecin başından itibaren bilgi paylaşımı, eğitim, fikir birliği ve dijital dönüşüme uygun insan kaynağı yönetimi gibi kriterleri içermektedir.

4. Olgunluk	Dijital gelişmişlik durumuna ilişkin kriterlerin sayısal olarak ölçülebilir olmasını ifade etmektedir.
5. Dijital İş Modeli	İşletmede gerçekleştirilen faaliyetlerin tüm iş akış süreçlerinin dijitalleşme ile uyumlu hale dönüştürülerek, gerçekleştirilen operasyonel faaliyetlerin, paydaşlarla olan etkileşim, iletişim ve iş değerlerinin dijitalleşmesi ve buna yönelik dijital ağ modeli kurabilme kabiliyetidir.

Örnek Uygulama 1. (Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi)

Aşağıdaki **örnek** anket forumunda verilen ana kriterlerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi gösterilmiştir. Sıvı yük terminallerinin performansını etkileyen belirli satırdaki ana kriter, aynı satırdaki diğer kritere göre **ne kadar önemliyse** o kriterin tarafında kalan bölüme onun önem derecesini işaretleyiniz.

Puanlama Dereceleri ve Onların Açıklamaları

- Bir kriter diğerine göre kesinlikle daha önemli : 9 Puan
- Bir kriter diğerine göre çok daha önemli : 7 Puan
- Bir kriter diğerine göre daha önemli : 5 Puan
- Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli : 3 Puan
- İki kriter eşit derecede öneme sahip : 1 puan

Kültür	9	7	5	(3)	1	3	5	7	9	**Strateji**
Kültür	9	7	5	3	1	3	(5)	7	9	**Teknoloji**
Kültür	9	7	(5)	3	1	3	5	7	9	**Yönetişim**
Kültür	9	7	5	3	(1)	3	5	7	9	**Süreç**
Kültür	9	(7)	5	3	1	3	5	7	9	**Eğitim**
Kültür	9	7	5	3	1	3	(5)	7	9	**Olgunluk**
Strateji	9	7	5	3	1	3	5	(7)	9	**Teknoloji**
Strateji	9	7	5	(3)	1	3	5	7	9	**Yönetişim**
Strateji	9	7	5	3	1	(3)	5	7	9	**Süreç**
Strateji	9	7	(5)	3	1	3	5	7	9	**Eğitim**
Strateji	9	7	5	3	(1)	3	5	7	9	**Olgunluk**
Teknoloji	9	7	5	3	1	3	(5)	7	9	**Yönetişim**
Teknoloji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	**Süreç**
Teknoloji	9	7	5	(3)	1	3	5	7	9	**Eğitim**
Teknoloji	9	7	5	3	1	(3)	5	7	9	**Olgunluk**
Yönetişim	9	7	5	3	1	3	5	(7)	9	**Süreç**
Yönetişim	9	(7)	5	3	1	3	5	7	9	**Eğitim**
Yönetişim	9	7	5	3	(1)	3	5	7	9	**Olgunluk**
Süreç	9	7	(5)	3	1	3	5	7	9	**Eğitim**
Süreç	9	7	5	3	1	(3)	5	7	9	**Olgunluk**
Eğitim	9	7	5	3	1	3	5	(7)	9	**Olgunluk**

UYGULAMA 1. (ANA KRİTERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ)

Aşağıdaki anket forumunda verilen ana kriterlerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi gösterilmiştir. Konteyner terminallerinin dijital olgunluk düzeyini etkileyen belirli satırdaki ana kriter, aynı satırdaki diğer kritere göre **ne kadar önemliyse** o kriterin tarafında kalan bölüme onun önem derecesini işaretleyiniz.

Organizasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teknoloji
Organizasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Personel
Organizasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Olgunluk
Organizasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Dijital İş Modeli
Teknoloji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Personel
Teknoloji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Olgunluk
Teknoloji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Dijital İş Modeli
Personel	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Olgunluk
Personel	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Dijital İş Modeli
Olgunluk	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Dijital İş Modeli

UYGULAMA 2. (ALT KRİTERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ)

Aşağıdaki anket forumunda verilen alt kriterlerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi gösterilmiştir. Konteyner terminallerinin dijital olgunluk düzeyini etkileyen belirli satırdaki ana kriter, aynı satırdaki diğer kritere göre **ne kadar önemliyse** o kriterin tarafında kalan bölüme onun önem derecesini işaretleyiniz.

Alt Kriterler (Organizasyon)										
Strateji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Finans
Strateji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teşkilat
Strateji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İşbirliği
Strateji	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yönetim Desteği
Finans	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teşkilat
Finans	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İşbirliği
Finans	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yönetim Desteği
Teşkilat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İşbirliği
Teşkilat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yönetim Desteği
İşbirliği	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yönetim Desteği

Alt Kriterler (Teknoloji)										
Yetenek	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Altyapı
Yetenek	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yapay Zekâ
Yetenek	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Siber Güvenlik
Yetenek	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Bilgi Sistemleri
Altyapı	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Yapay Zekâ
Altyapı	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Siber Güvenlik
Altyapı	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Bilgi Sistemleri
Yapay Zeka	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Siber Güvenlik
Yapay Zeka	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Bilgi Sistemleri
Siber Güvenlik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Bilgi Sistemleri
Alt Kriterler (Personel)										
Çalışma Modeli	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Beceri
Çalışma Modeli	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Temin
Çalışma Modeli	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İletişim
Çalışma Modeli	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Koordinasyon
Beceri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Temin
Beceri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İletişim
Beceri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Koordinasyon
Temin	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İletişim
Temin	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Koordinasyon
İletişim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Koordinasyon
Alt Kriterler (Olgunluk)										
Süreç	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Adaptasyon
Süreç	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Gelişim
Süreç	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İnovasyon
Süreç	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kültür
Adaptasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Gelişim
Adaptasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İnovasyon
Adaptasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kültür
Gelişim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İnovasyon
Gelişim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kültür
İnovasyon	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kültür
Alt Kriterler (Dijital İş Modeli)										
Veri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Dijital Modelleme
Veri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Etkinlik
Veri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sürdürülebilirlik

Veri	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülebilirlik
Dijital Modelleme	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Etkinlik
Dijital Modelleme	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sürdürülebilirlik
Dijital Modelleme	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülebilirlik
Etkinlik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Sürdürülebilirlik
Etkinlik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülebilirlik
Sürdürülebilirlik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Öngörülebilirlik

EK-II

BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ İLE UYGULANAN OPERASYONEL ÇALIŞAN ANKETİ

KATILIMCININ:

1. Cinsiyetiniz	
2. Yaşınız	
3. Eğitim Durumunuz	
4. Çalıştığınız Bölüm	
5. Toplam İş Deneyiminiz	

ANA KRİTER		**ALT KRİTER**		**AÇIKLAMA**
Kodu	**Kriter**	**Kodu**	**Kriter**	
K1	Organizasyon	K11	Strateji	Limanın ana stratejilerini dijitalleşme çerçevesinde oluşturması
		K12	Finans	Limanın dijital dönüşümü yapma ekonomik gücünün bulunması
		K13	Teşkilat	Yönetim yapısının dijital hedeflere uyumlu olması
		K14	İşbirliği	Dijital dönüşüm sürecine tüm tarafların dahil edilmesi
		K15	Yönetim Desteği	Dijital dönüşümle ilgili stratejik kararlarda yönetim desteğinin bulunması
K2	Teknoloji	K21	Yetenek	Limanın teknolojik gelişmeleri takip ve benimseme yeteneğinin bulunması
		K22	Altyapı	Limanın dijitalleşme uygun teknolojik altyapısının bulunması
		K23	Yapay Zeka	Yapay zekâ, otomasyon, mobil ve bulut teknolojileri vb. yeteneğinin olması
		K24	Siber Güvenlik	Siber tehditlere karşı güvenlik altyapısının bulunması
		K25	Bilgi Sistemleri	Liman faaliyetlerinde bilgi sistemlerinden faydalanılması
K3	Personel	K31	Çalışma modeli	Dijitalleşme ile çalışanlara esnek iş modeli sunulması
		K32	Beceri	Çalışanlara dijital dönüşeme yönelik beceri kazandırma çabasının olması
		K33	Temin	İşe alım sürecinin iş gücü kalitesi ve dijitalleşmeyle uyumlu olması
		K34	İletişim	Dijital dönüşüm süreci hakkında çalışanlarla kesintisiz bilgi paylaşımı
		K35	Koordinasyon	Alan uzmanı çalışanların fikirlerinin yöneticilerle paylaşımının olması
K4	Olgunluk	K41	Süreç	Liman faaliyetleri ve süreçlerinin sayısal olarak takip edilmesi
		K42	Adaptasyon	Değişen yeni teknolojik koşullara adaptasyon
		K43	Gelişim	Dijital dönüşüm çalışmaların hesaplanabilir ve takip edilebilir yapıda olması
		K44	İnovasyon	Limanda yapılan faaliyetlerde dijitalleşmeye olan eğilimin bulunması
		K45	Kültür	Değişim ve risk almada hazır bulunuşluğun olması

K5	Dijital İş Modeli	K51	Veri	Dijital bilgiyi edinme ve kullanmada stratejik yeteneğinin bulunması
		K52	Dijital Modelleme	Verileri anlamak, depolamak ve yönetme yeteneğinin bulunması
		K53	Etkinlik	Liman faaliyetlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik iş modeli bulunması
		K54	Sürdürülebilirlik	Liman içsel ve çevresel faktörler hakkında bilgi sahibi olunması
		K55	Öngörülebilirlik	İş modeli ile uyumlu dijital hazırlıkların bulunması

Ana Kriter		Organizasyon	Teknoloji	Personel	Olgunluk	Dijital İş Modeli
		K1	K2	K3	K4	K5
Organizasyon	K1					
Teknoloji	K2					
Personel	K3					
Olgunluk	K4					
Dijital İş Modeli	K5					

MATRİSİN DOLDURULMA YÖNTEMİ:		
	Sayısal Değer	**Sözel İfade**
Yukarıda verilen matriste yatay ve dikey eksende dijitalleşme kriterlerine yer verilmiştir. Her bir kriterin diğer kriteri etkileme oranı sağda verilen tablodaki sayısal değerlere göre puanlanacaktır. Örneğin K1 kriterinin K2 kriterini etkileme oranı 0-4 puan arasında değerlendirilerek C5 hücresine yazılacaktır. Bu yöntem ile tüm matrisin doldurulması gerekmektedir.	0	Etkisiz
	1	Düşük Etkili
	2	Orta Etkili
	3	Yüksek Etkili
	4	Çok Yüksek Etkili

		Strateji	Finans	Teşkilat	İşbirliği	Yönetim Desteği	Yetenek	Altyapı	Yapay Zeka	Siber Güvenlik	Bilgi Sistemleri	Çalışma Modeli	Beceri	Temin	İletişim	Koordinasyon	Süreç	Adaptasyon	Gelişim	İnovasyon	Kültür	Veri	Dijital Modelleme	Etkinlik	Sürdürülebilirlik	Öngörülebilirlik
		K11	K12	K13	K14	K15	K21	K22	K23	K24	K25	K31	K32	K33	K34	K35	K41	K42	K43	K44	K45	K51	K52	K53	K54	K55
Strateji	K11																									
Finans	K12																									
Teşkilat	K13																									
İşbirliği	K14																									
Yönetim Desteği	K15																									
Yetenek	K21																									
Altyapı	K22																									
Yapay Zeka	K23																									
Siber Güvenlik	K24																									
Bilgi Sistemleri	K25																									
Çalışma modeli	K31																									
Beceri	K32																									
Temin	K33																									
İletişim	K34																									
Koordinasyon	K35																									
Süreç	K41																									
Adaptasyon	K42																									
Gelişim	K43																									
İnovasyon	K44																									
Kültür	K45																									
Veri	K51																									
Dijital Modelleme	K52																									
Etkinlik	K53																									
Sürdürülebilirlik	K54																									
Öngörülebilirlik	K55																									

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer CANBAZ

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Burdur Endüstri Meslek Lisesi

Lisans : Anadolu Üniversitesi - İşletme

Çalıştığı Kurum

Milli Savunma Üniversitesi Deniz Astsubay Meslek Yüksekokulu

Eserleri

(1) Canbaz, Ö. & Yorulmaz, M. (2023) Dijitalleşmenin Denizcilik Sektörü Üstündeki Rolü. 12th International İstanbul Congress on Humanities and Social, 46-52.

(2) Yorulmaz, M., & Canbaz, Ö. (2023) Gemi İnsanlarını Konu Alan Ulusal Literatürdeki Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. Sosyal Bilimler Akademi Dergisi, 6(2), 122-144.

(3) Canbaz, Ö. & Yorulmaz, M. (2023) Deniz Taşımacılığı ve Hizmet Türleri. 5 th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, 12-19.

(4) Konteyner Limanlarının Dijitalleşme Düzeylerinin Değerlendirilmesi konulu Kocaeli Üniversitesi Genel Araştırma Projesi (Proje ID:3591)