

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

**GEMİ 4.0 ve DENİZ ULAŞTIRMASINDAKİ BAŞARISINI
ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Mehmet DERİCİ

KOCAELİ 2024

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

**GEMİ 4.0 ve DENİZ ULAŞTIRMASINDAKİ BAŞARISINI
ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Mehmet DERİCİ

Doç.Dr. Murat YORULMAZ

KOCAELİ 2024

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

**GEMİ 4.0 ve DENİZ ULAŞTIRMASINDAKİ BAŞARISINI
ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Tezi Hazırlayan: Mehmet DERİCİ

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

KOCAELİ 2024

ÖNSÖZ

Gemi 4.0, Endüstri 4.0 düzeyinde gelişen teknolojiler paralelinde, deniz yolu ulaştırmasında geleneksel gemilerin sensörler, nesnelerin interneti, büyük veri, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim, yapay zekâ teknolojileriyle otonom ve insansız gemilere dönüştüğü; teknoloji, yönetim, eğitim, insan kaynakları, lojistik gibi alanlarda gemi işletmelerinin tüm paydaşlarını etkileyen bütüncül bir dönüşüm sürecidir.

Gemi 4.0 ve deniz ulaştırmasındaki başarısını etkileyen faktörleri incelediğim bu tez ile ulaşılan sonuçlar, Gemi 4.0 dönüşümünde gemi işletmeleri ve paydaşlarının kurumsal stratejilerinin belirlenmesine katkı sunacaktır.

Araştırmamın veri toplama aşamasında alan uzmanlarına erişim konusunda desteğini esirgemeyen denizci meslektaşım sevgili Cesur ELÇİ'ye ve değerli zamanlarını ayırarak katkıda bulunan tüm denizcilik işletmeleri yöneticilerine teşekkürü borç bilirim.

Tez sürecinde çok değerli bilgi ve tecrübelerini zaman mefhumu gözetmeden aktaran ve desteğini her zaman hissettiren tez danışmanım, kıymetli hocam sayın Doç. Dr. Murat YORULMAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Varlığımı borçlu olduğum, beni yetiştiren, yüksek lisans öğrenimim sürecinde kaybettiğim babam Ömer DERİCİ'yi özlemle anmak, kıymetli annem Sacide DERİCİ'ye ve üzerimde emeği olan tüm öğretmenlerime minnet ve şükran duygularımı iletmek isterim. Çalışmalarım esnasında destekleriyle bana güç veren sevgili eşim Sibel DERİCİ'ye, neşe ve motivasyon kaynaklarım olan oğlum Ömer Efe ile kızım Elif'e gösterdikleri anlayış ve sabır için ayrıca teşekkür ederim.

Mehmet DERİCİ

20.05.2024

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	V
KISALTMALAR LİSTESİ	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	X
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. DENİZ YOLU ULAŞTIRMASI	
1.1. GEMİ 4.0.....	8
1.1.1. Akıllı Gemi.....	14
1.1.2. Otonom Gemi.....	14
1.1.3. İnsansız Gemi.....	16
1.2. OTONOM GEMİ PROJELERİ	16
1.2.1. MUNIN Projesi	17
1.2.2. Yara Birkeland	17
1.2.3. Revolt	18
1.2.4. ASKO Otonom Konteyner Gemileri.....	19
1.2.5. Zhi Fei Otonom Konteyner Gemisi.....	19
1.2.6. Prism Courage Tankeri Otonom Seyir Denemesi.....	20
1.2.7. Iris Leader	21

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	
2.1. GEMİLERİN TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜMÜNÜ KONU ALAN ÇALIŞMALAR	22
2.2. GEMİ 4.0 BAŞARI FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİNDE REFERANS ALINAN ÇALIŞMALAR	30
2.3. BULANIK AHP VE BULANIK VIKOR YÖNTEMLERİNİ KULLANAN ÇALIŞMALAR	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM	
3.1. BULANIK MANTIK	37
3.2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (BAHP)	38
3.3. BULANIK VIKOR.....	41

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR	
4.1. GEMİ 4.0 BAŞARI FAKTÖRLERİ.....	45
4.1.1. Stratejik Vizyon	47
4.1.1.1. Hedefleri Belirleme.....	47
4.1.1.2. İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	48

4.1.1.3. Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme.....	48
4.1.2. Liderlik	48
4.1.2.1. Liderin Örgütsel Dönüşüme Katkısı.....	49
4.1.2.2. Liderin Motivasyon Etkisi Ve Takım Çalışması.....	49
4.1.3. Örgütsel Yapı.....	49
4.1.3.1. Kurumsal Stratejik Planlama.....	50
4.1.3.2. Teknolojik Altyapı.....	50
4.1.3.3. İnsan Kaynağı Altyapısı	50
4.1.3.4. Finansman	50
4.1.3.5. Örgüt İçi Eğitim.....	51
4.1.3.6. Dijital Dönüşüm Kültürü	51
4.1.4. Dışsal Faktörler.....	51
4.1.4.1. Devlet Desteği.....	51
4.1.4.2. Paydaşların Desteği	52
4.1.4.3. Rekabet Düzeyi	52
4.1.4.4. Kamusal Eğitim	52
4.1.5. Entegrasyon.....	53
4.1.5.1. Dikey Entegrasyon.....	53
4.1.5.2. Yatay Entegrasyon	53
4.1.6. Siber Güvenlik	53
4.1.6.1. Veri Gizliliği.....	54
4.1.6.2. Veri ve Bilişim Güvenliği.....	54
4.1.6.3. Entelektüel Varlığın Korunması.....	54
4.2. BULANIK AHP BULGULARI.....	55
4.2.1. Ana Kriterlerin BAHP Yöntemiyle Analizi	55
4.2.2. Alt Kriterlerin BAHP Yöntemiyle Analizi	58
4.2.2.1. Stratejik Vizyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri.....	58
4.2.2.2. Liderlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri.....	61
4.2.2.3. Örgütsel Yapı Ana Kriterinin Alt Kriterleri.....	63
4.2.2.4. Dışsal Faktörler Ana Kriterinin Alt Kriterleri	65
4.2.2.5. Entegrasyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	67
4.2.2.6. Siber Güvenlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri	69
4.3. BULANIK VIKOR BULGULARI	71
4.3.1. BVIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Ana Kriterler Açısından Değerlendirilmesi	72
4.3.2. BVIKOR Yöntemi Kullanılarak Alternatiflerin Alt Kriterler Açısından Değerlendirilmesi	74
SONUÇ.....	80
KAYNAKÇA	90
ÖZGEÇMİŞ.....	102

ÖZET

Deniz yolu ulaştırmasında gemilerin teknolojik gelişmelerle geldiği seviyeyi tanımlayan Gemi 4.0 ile gemilerin otonom ve yapay zekânın kontrolünde insansız seyir yapabilen kabiliyetlere sahip olduğu bir süreç tasarlanmaktadır. Bu tezde gemilerin geçirmekte olduğu köklü evrimi tanımlayan Gemi 4.0'ın başarısını etkileyen faktörler belirlenerek, önem düzeyleri tespit edilmiş ve söz konusu bu başarı faktörlerine göre de gemi tipi alternatifleri önceliklendirilmiştir.

Bu tezde Gemi 4.0'ın başarılmasına etki eden faktörler literatür araştırması ve uzman görüşlerine dayanılarak 6 ana, 20 alt kriter olarak belirlendikten sonra, 12 karar vericiye uygulanan anket ile elde edilen veriler, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve faktör ağırlıkları hesaplanmıştır. En fazla ağırlığa sahip faktörün “siber güvenlik” ve en aza ağırlığa sahip faktörün ise “dışsal faktörler” olduğu tespit edilmiştir. Ağırlıkları belirlenmiş olan başarı faktörlerine göre en uygun gemi tipi alternatifinin tespiti ise Bulanık VIKOR (BVIKOR) yöntemi ile yapılmıştır. Gemi 4.0'ın başarılmasında, gemi tipi alternatifleri arasından en iyi alternatifin “konteyner gemileri” olduğu ortaya çıkmıştır. Bu tez çalışması ile elde edilen bulgulardan yola çıkarak Gemi 4.0 sürecinin başarılmasında gemi işletmelerinin doğru stratejileri belirlemelerine katkıda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gemi 4.0, Akıllı Gemi, Bulanık AHP, Bulanık VIKOR

ABSTRACT

With Ship 4.0, which defines the technological level of ships in maritime transportation, a process is being designed in which ships have autonomous and unmanned navigation capabilities under the control of artificial intelligence. In this thesis, the factors affecting the success of Ship 4.0, which defines the radical evolution that ships are going through, are determined, their weights are revealed, and the importance levels of success factors according to ship type alternatives are determined. The thesis aims to contribute to maritime businesses in determining the right strategies in the success of the Ship 4.0 process.

In this thesis, the factors affecting the achievement of Gemi 4.0 were determined as 6 main and 20 sub-criteria by conducting a literature research, and the data obtained through the survey applied to 12 decision makers were analyzed using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) method and factor weights were revealed. It was determined that the factor with the highest weight was "cyber security". The determination of the importance of the weighted success factors according to ship type alternatives was made with the Fuzzy VIKOR (FVIKOR) method. In achieving Ship 4.0, it has been revealed that the best alternative among ship type alternatives is "container ships".

Key Words: Ship 4.0, Smart Ship, Fuzzy AHP, Fuzzy VIKOR

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	:	Avrupa Birliği
AHP	:	Analytic Hierarchy Process Analitik Hiyerarşı Süreci
AI	:	Artificial Intelligence Yapay Zekâ
AR	:	Augmented Reality Artırılmış Gerçeklik
BAHP	:	Bulanık Analitik Hiyerarşı Süreci
BIMCO	:	Baltic and International Maritime Council Baltık ve Uluslararası Denizcilik Konseyi
BTOPSIS	:	Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Bulanık İdeal Çözümüne Dayalı Sıralama Tekniği
BVIKOR	:	Bulanık Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	:	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Karar Vermede Deneme ve Değerlendirme Yöntemi
ECDIS	:	Electronic Chart Display and Information System Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi
EKS	:	Entegre Köprü üstü Sistemleri
GMDSS	:	Global Maritime Distress and Safety System Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi
GPS	:	Global Positioning System
IMO	:	International Maritime Organization Uluslararası Denizcilik Örgütü
IoT	:	Internet of Things Nesnelerin İnterneti
LRIT	:	Long Range Identification and Tracking of Ships
MASS	:	Maritime Autonomous Surface Ship Deniz Otonom Su üstü Gemisi
RADAR	:	Radio Detection And Ranging
TOPSIS	:	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution İdeal Çözümüne Dayalı Sıralama Tekniği
UNCTAD	:	United Nations Conference On Trade and Development Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
VIKOR	:	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
VR	:	Virtual Reality Sanal Gerçeklik

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Endüstriyel Evreler	7
Şekil 2:Endüstri 4.0 Yaklaşımıyla Tanımlanan Kavramlar ve Gemi 4.0	9
Şekil 3: Gemi 4.0'ın Teknolojik Bileşenleri.....	10
Şekil 4: Kavramsal Hiyerarşi.....	14
Şekil 5: Hiyerarşik Yapı.....	44



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: IMO (2021)'nun Belirlediği MASS Otonomi Seviyeleri.....	11
Tablo 2: Sözel Anlamlar ve Bulanık Sayılar İle Değerlendirme Tablosu	38
Tablo 3: Rassal İndeks Tablosu.....	41
Tablo 4: Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Bulanık Sayılar	42
Tablo 5: Karar Vericilerin Demografik Özellikleri.....	45
Tablo 6: Gemi 4.0 Başarı Faktörleri.....	46
Tablo 7: Tercihlerin Bulanıklaştırılması	55
Tablo 8: Ana Kriterlerin Sütun Toplamı.....	55
Tablo 9: Ana Kriterlerin Sentetik (S) Değerlerin Bulunması	56
Tablo 10: Ana Kriterlerin Olabilirlik Seviyeleri	56
Tablo 11: Ana Kriterlerin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	56
Tablo 12: Ana Kriter Ağırlıkları	57
Tablo 13: Ana Kriterlerin Durulaştırılması.....	57
Tablo 14: “D” Matrisi, “E” Matrisi ve “λ” Değeri.....	57
Tablo 15: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması	59
Tablo 16: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı	59
Tablo 17: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması	59
Tablo 18: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri.....	60
Tablo 19: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	60
Tablo 20: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Ağırlıkları	60
Tablo 21: Liderlik Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması	61
Tablo 22: Liderlik Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı	61
Tablo 23: Liderlik Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması.....	61
Tablo 24: Liderlik Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri.....	62
Tablo 25: Liderlik Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	62
Tablo 26: Liderlik Alt Kriterlerinin Ağırlıkları	62
Tablo 27: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması....	63
Tablo 28: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı.....	63
Tablo 29: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması	64
Tablo 30: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri	64
Tablo 31: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	64
Tablo 32: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Ağırlıkları.....	65
Tablo 33: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması	65
Tablo 34: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı.....	65
Tablo 35: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması	66
Tablo 36: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri	66
Tablo 37: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	66
Tablo 38: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralama.....	67
Tablo 39: Entegrasyon Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması.....	67
Tablo 40: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı.....	67
Tablo 41: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması .	68

Tablo 42: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri	68
Tablo 43: Entegrasyon Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	68
Tablo 44: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Ağırlıkları.....	68
Tablo 45: Siber Güvenlik Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması..	69
Tablo 46: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı	69
Tablo 47: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması	69
Tablo 48: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri.....	70
Tablo 49: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları.....	70
Tablo 50: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Ağırlıkları.....	70
Tablo 51: Ana ve Alt Kriterlerin Ağırlıklarına Göre Sıralanması.....	71
Tablo 52: Gemi Tipi Alternatifleri.....	72
Tablo 53: Alternatifler İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi	72
Tablo 54: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler	72
Tablo 55: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi	73
Tablo 56: ($\sim S$), ($\sim R$) Değerleri ve $\sim Q$ İndeksi.....	73
Tablo 57: Bulanık Değerlerden Arındırma	73
Tablo 58: Karar Vermede İstikrar Koşulu.....	74
Tablo 59: Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi.....	75
Tablo 60: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler	76
Tablo 61: Alt Kriterler İle Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi.....	77
Tablo 62: ($\sim S$), ($\sim R$) Değerleri ve $\sim Q$ İndeksi.....	78
Tablo 63: Bulanık Değerlerden Arındırma	79
Tablo 64: Karar Vermede İstikrar Koşulu.....	79

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1: Yara Birkeland Otonom Konteyner Gemisi	18
Fotoğraf 2: Revolt Otonom Konteyner Gemisi	18
Fotoğraf 3:ASKO Otonom Konteyner Gemisi	19
Fotoğraf 4: Zhi Fei Otonom Konteyner Gemisi	20
Fotoğraf 5: Prism Courage.....	20
Fotoğraf 6: Iris Leader	21



GİRİŞ

İnsanlığın tarih boyunca yaşadığı önemli gelişmelerden biri olan sanayi devrimi ile uzun tarım dönemi sona ermiş, yaşamın her alanında görülen ilerlemeler ile ekonomik faaliyetler büyüyerek küreselleşmiştir. Sanayi devriminden sonra üretimde fabrikalaşma, seri üretim teknolojileri, toplumsal alanda yaşam standartlarındaki iyileşmeler ve dünyanın nüfusundaki artış gibi etmenlerle, üretilen mallara olan talep sürekli olarak artmıştır. İnsanların tüketici olarak taleplerinin artması üretim, pazarlama ve lojistik süreçlerde önemli gelişmelerin yaşanmasına yol açmıştır. Sanayi devrimine kadar geçen uzun tarım döneminde üretim el işçiliğine dayalı bir kapasiteyle sınırlıyken, sanayi devriminden sonra üretim imkânlarının gelişmesi ve yaşamı kolaylaştıran ürünlerin çoğalmasıyla tüketim alışkanlıkları değişmiş, talep artmıştır (Vinita, 2020: s. 3956). Üretim ve sermaye artışıyla ekonomik faaliyetler büyümüş, deniz yolu taşımacılığındaki gelişmelerle birlikte ticaret küresel boyuta taşınmış, deniz yolu ulaştırması dünya ticaretinin omurgasını oluşturmuştur (Sanchez-Gonzalez, 2019: s. 1). Sanayi devrimiyle başlayan teknolojik sıçramalar, günümüze kadar her alanda önemli paradigma değişimlerine yol açmıştır.

Endüstriyel ilerlemeler, üretimde mekanizasyon ile Endüstri 1.0, elektrik enerjisinin ve seri üretim bantlarının kullanımı ile Endüstri 2.0, dijitalleşme ile Endüstri 3.0, akıllı sistemler ve yapay zekânın kullanımı ile Endüstri 4.0 olarak tanımlanmıştır (Lasi vd 2014: s. 239). Endüstri 4.0, gelişmelere günümüz ve gelecek perspektifiyle bakıldığında sanayi devrimiyle tanımlanan Endüstri 1.0'dan sonra, diğer evrelere göre çok daha köklü gelişmeleri tanımlayan bir evredir. Bu dönemde nesnelerin interneti (IoT) teknolojileri, bilgi sistemlerinin ve siber fiziksel sistemlerin birbirine entegrasyonu, yapay zekâ uygulamaları ve otonom sistemler endüstriyel faaliyetlerin her aşamasında etkin olmaktadır (Özsoylu, 2017: s. 45). İşletmelerin iç süreçlerinin entegrasyonu ile birlikte, işletme faaliyetlerine iç ve dış paydaşların entegrasyonu da tüm süreçlerin optimizasyonunu sağlamakta, yüksek durumsal farkındalık ve verimlilik ile önemli kazanımlar elde edilmektedir. Endüstri 4.0, artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayacak ve üretimi daha verimli bir şekilde, yüksek kalitede, daha az iş gücü ile çevreye daha az zarar verecek şekilde gerçekleştirme olanaklarını sunmaktadır (Wang vd 2016: s. 2). Endüstri 4.0'da

üretim ve lojistik süreçlerdeki iyileşmelerin ekonomik faaliyetlerin öngörülebilir ve sürdürülebilir olmasını sağlaması beklenmektedir.

Endüstrideki gelişmeler ile ticarete konu olan malların deniz aşırı yerlere en ekonomik biçimde taşınması imkânını sağlayan deniz yolu ulaştırması da gelişmiş, gemiler daha fazla yükü uzak limanlara hızlı ve emniyetli bir şekilde taşıma yeteneğine kavuşmuştur. Gemilerin gelişimine endüstriyel gelişim evreleri yaklaşımıyla bakıldığında; buhar makineli gemilerin dönemi Gemi 1.0, gemi inşasında çeliğin kullanılmasıyla yüksek kapasiteli, dizel makinelerle hız kazanmış gemilerin dönemi Gemi 2.0, elektronik seyir yardımcı sistemlerinin, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanıldığı gemilerin dönemi Gemi 3.0 olarak tanımlanmıştır. Günümüzde deniz yolu ulaştırmasında geleneksel teknoloji düzeyi Endüstri 4.0 yaklaşımıyla Gemi 4.0 olarak tanımlanmıştır (Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 1). Gemi 4.0'da gemilerde siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut veri, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılmakta, veri ağları ile siber fiziksel sistemler birbirine entegre olmaktadır (Kagermann vd 2013: s. 45). Bu evrede, denizciliğin bilinen uygulamalarının değişmesi, gemilerin uzaktan kontrollü ve insansız olarak seyretmesi, geleneksel gemilerde çalışan gemi insanlarının zamanla sahil karar destek merkezlerinde insansız gemileri kontrol eden “otonom gemi insanlarına” dönüşmesi öngörülmektedir (Feyzioğlu ve Yorulmaz, 2023: s. 392). Planlanan ve gerçekleşmekte olan bu gelişmeler, deniz yolu ulaştırmasında radikal bir dönüşümün yaşanmakta olduğunu göstermektedir.

Endüstri 4.0'ın her alanda yarattığı kritik etki, benzer şekilde ve doğal bir etkileşimin sonucu olarak deniz yolu ulaştırmasını da etkilemektedir. Endüstri 4.0'ın, deniz yolu ulaştırmasında gemilerin dijital dönüşümüne olan etkilerini kavramsal olarak tanımlayan Gemi 4.0, denizcilik sektöründe önemli bir dönüşüm evresidir. Gemi 4.0, merkezinde gemiler olan ve denizyolu ulaştırması ile ilgili olarak Endüstri 4.0 yaklaşımıyla tanımlanmış olan Lojistik 4.0, Eğitim 4.0, Denizcilik 4.0, Liman 4.0 ile bütünleşen, kapsamlı bir dönüşümün kavramsallaştırılmış ifadesidir (Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 2). Bu dönüşüm ile gemilerin dijitalleşmesi süreci, uzaktan kontrol edilen otonom gemilerin geliştiği bir seviyeye evirilmekte, işletmeleri birbirine siber ağlarla bağlayan küresel bir entegrasyona dönüşmektedir. Öncelikle gemi işletmeleri

olmak üzere tüm denizcilik işletmelerini ve paydaşlarını etkileyen Gemi 4.0'ın başarılmasında doğru adımları atarak sürece uyum sağlayan işletmeler, düşük işletme maliyetleri ile rekabetçi kabiliyetlerini geliştirecek, yüksek verimlilik ile rekabet avantajını yakalayacaktır. İnsansız gemilerin yaygınlaşmasıyla denizciler karada çalışan operatörlere dönüşecek, eğitim standartları değişecek, deniz yolu ulaştırmasının tüm unsurları bu değişimden etkilenecektir. Gemi 4.0'da bilgi ve iletişim teknolojilerinin kazandırdığı iş birliği yetenekleri, birçok farklı yapıdaki organizasyonun entegrasyonunu kolaylaştıracaktır (Feibert vd 2017: s. 1352). Küresel iş birliği platformlarının yolunu açan bu entegrasyon, işletmelerin faaliyetlerinde verimliliği ve rekabet yeteneğini artıracaktır.

Gemilerin geçirmekte olduğu dönüşüm sürecinin doğru anlaşılması, bu sürecin başarılmasında etkili olan faktörlerin belirlenerek, bu faktörlerin farklı gemi tiplerine göre etkili olma düzeylerinin değerlendirilmesi, gemi işletmelerinin ve paydaşlarının, merkezinde gemiler olan ve deniz yolu ulaştırmasının bütününe etkileyen Gemi 4.0 dönüşümünde doğru stratejiler belirlemelerine yardımcı olacaktır. Denizcilik işletmelerinin iş süreçlerinin ve organizasyon yapısının uyumlandırılması, bilgi teknolojilerinin kullanımıyla paydaşlar ile küresel ölçekte kurumsal entegrasyon, stratejik vizyon, siber güvenlik, eğitim, devlet desteği, paydaşların desteği gibi temalar Gemi 4.0'ın başarılmasında önemli faktörlerdir. Bu sebeple tez, önemli bir dönüşüm sürecini ifade eden Gemi 4.0'ın başarılmasında gemi işletmeleri ve paydaşları için öncelikleri belirlemektedir.

Tezin temel *amacı*, Gemi 4.0 sürecinin başarılmasında gemi işletmelerinin ve paydaşlarının doğru stratejiler belirlemelerine katkıda bulunmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için, Gemi 4.0'ın başarılmasında etkili olan faktörlerin tespit edilmesi, bu faktörlerin göreceli ağırlıklarının belirlenmesi, başarı faktörlerinin etkili olduğu en uygun gemi tipi alternatifinin belirlenerek diğer alternatiflerin sıralanmasıyla Gemi 4.0'ın dinamiklerini ortaya koymak ve gemi işletmeleri ile paydaşlarına önerilerde bulunmaktır.

Bu bağlamda tezin araştırma *problemi*; Gemi 4.0 nedir? Gemi 4.0'ın başarılmasında etkili olan faktörler nelerdir ve göreceli ağırlıkları nedir? Bu faktörler hangi gemi tipi alternatifinde daha fazla etkilidir? sorularıyla ifade edilmektedir.

Bu tezde elde edilen bulgular ile denizcilik işletmelerinin değişim yönünde vizyonlarını belirlemelerine katkı sağlayacak olan önemli değerlendirmeler içermesi ve gemilerin dijital dönüşümünü Gemi 4.0 yaklaşımıyla inceleyen ilk tez olması tezin *önemini* ortaya koymaktadır. Deniz ulaştırmasında gemilerin merkezinde olduğu radikal bir dönüşüm sürecine kimlik kazandıran Gemi 4.0'ı araştıran bu tez, deniz ulaştırmasında gemilerin dönüşümünü bu yaklaşımla inceleyen ilk tez olarak ortaya koyduğu sonuç ve önerilerle literatürde önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Tezin amacına ulaşmak ve araştırma problemlerini çözebilmek için izlenen *yöntem* şöyledir: Gemi 4.0'ın başarısını etkileyen faktörler literatür araştırması yapılarak ve üç kişilik uzman grubun görüşlerine başvurularak 6 ana, 20 alt kriter olarak belirlenmiş ve sonrasında da; 12 kişilik gruptan oluşan yönetici düzeyindeki gemi insanına uygulanan ikili karşılaştırma anketi ile elde edilen veriler Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile analiz edilerek faktör ağırlıkları ortaya konmuştur.

Tezde Gemi 4.0 başarı faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP ve bu faktörlerin alternatifler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde Bulanık Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm (BVIKOR) yöntemi kullanılmıştır. BAHP yöntemi, klâsik AHP yönteminden geliştirilmiş bir analiz yöntemidir (Kabir ve Hasin, 2011: s. 5). Faktör ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP yönteminin tercih edilmesinin sebebi, AHP'nin farklı seviyelerdeki her biri farklı özelliklere sahip karmaşık ve sınırlı sayıda seçenek arasında karar problemini grup kararıyla çözmenin en iyi yöntemlerinden biri olmasıdır (Tseng ve Cullinane, 2018: s. 428). Ancak klâsik AHP yönteminde karar vericilerin kriterleri değerlendirirken düşündükleri anlam çokluğu ve değerlendirmelerindeki yorumsal karmaşa tek bir sayıyla ifade edildiğinde, ortaya konan yargıda bir belirsizlik oluşmaktadır (Kabir ve Hasin, 2011: s. 4). Karmaşık alternatifler arasında doğru tercihin sayısal ağırlığı, bazen tek bir noktada değil, çok boyutlu bir düzlem üzerinde tanımlanması gerekmektedir. Bulanık

yöntem, klâsik AHP'nin bu yöndeki yetersizliğini giderdiğinden tezde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde BAHF yöntemi kullanılmıştır.

Analizin devamında, ağırlıkları belirlenmiş olan başarı faktörlerine göre gemi tiplerinin önem derecelerinin tespit edilmesi amacıyla BVIKOR yöntemi kullanılmıştır. Bu şekilde Gemi 4.0'ın başarılı olmasında etkili olan faktörlerin göreceli önem düzeyleri ölçülmüş, bu kriterlerin gemi tipi alternatiflerine göre değerlendirilmesiyle ideal alternatif belirlenmiş ve alternatiflerin en iyi karar noktasına olan uzaklıklarına göre bir sıralama yapılmıştır. VIKOR yöntemi, alternatifler arasında grup faydasının en fazla olduğu ve karar vericilerin minimum pişmanlığını sağlayan uzlaşık çözümü sunar (Opricovic ve Tzeng, 2004: s. 447). Uzlaşma, karşılıklı tavizlerle anlaşmaya varılan, uygulanabilir ve ideale en yakın çözümdür (Opricovic ve Tzeng, 2007: s. 515). Bir uzlaşma sıralamasının elde edildiği bu çözüm, kriterlere göre değerlendirilen her bir alternatifin en iyi ve en kötü başarı noktasına oransal uzaklıklarının ideal alternatif ile karşılaştırılmasıyla elde edilir (Opricovic ve Tzeng, 2002: s. 215). İdeal çözüm noktasına yakınlık ölçüsüne göre alternatifleri sıralamakta sıklıkla kullanılan benzer yöntemlerden biri olan TOPSIS yönteminde ise, alternatiflerin belirlenmesinde en uygun çözüme en yakın olma ve negatif en uygun çözüme en uzak olma derecesi ölçülür. Bu yöntemde amaç, en fazla faydayı sağlamak olduğunda, alternatiflerin sıralanmasında en az maliyetle en fazla faydayı sağlayan “pozitif ideal çözüm noktasına” yakın olma durumu ve en fazla maliyetle en az faydayı sağlayan “negatif ideal çözüm noktasına” uzak olma durumu gözetilir. TOPSIS yönteminde karar matrisine vektörel normalizasyon işlemi uygulanmaktayken, VIKOR yönteminde doğrusal normalizasyon uygulanır (Ertuğrul ve Özçil, 2014: s. 270). En iyi çözüm noktasına *oransal uzaklıkların* ölçümü ve uzlaşık bir çözüm sunması VIKOR yöntemini benzer çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yönteminden ayıran önemli özelliklerdir (Amiri vd, 2011: s. 68). İdeal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak çözümü belirleyen TOPSIS, bu mesafelerin nispi önemlerini dikkate almaz (Yıldız ve Deveci, 2013: s. 428). Opricovic ve Tzeng (2007), çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE ve VIKOR'u karşılaştırdıkları çalışmalarında, VIKOR'un en sağlıklı analiz yöntemi olduğunu ifade etmişlerdir. Pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak çözümü sunan TOPSIS yöntemi,

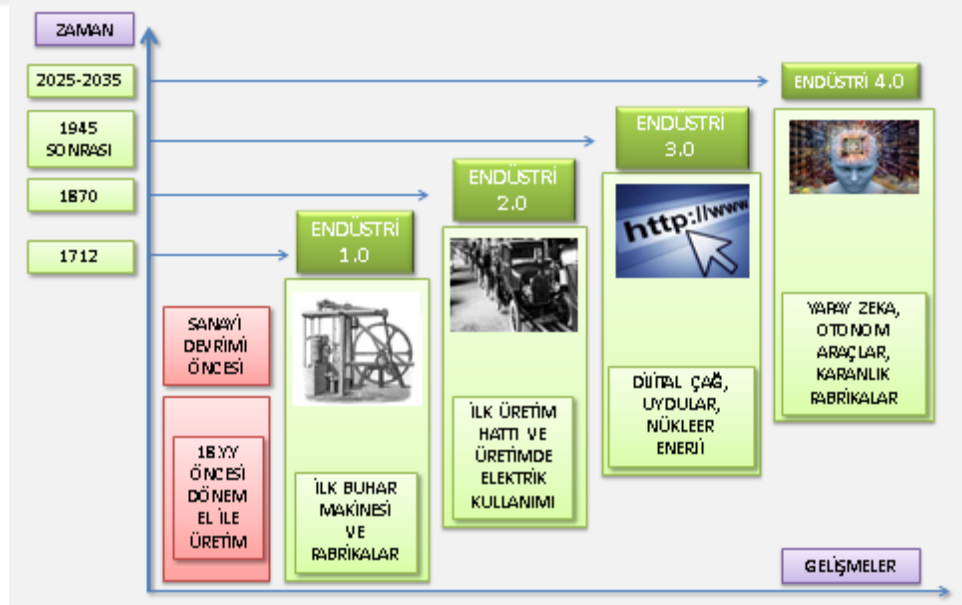
bu özelliğiyle her zaman ideale en yakın çözümü vermeyebilmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007: s. 519). Bu sebeple tezde, birbirinden farklı kriterlere göre alternatifleri en iyi karar noktasına olan oransal uzaklıklarına göre uzlaşık bir çözümle sıralayan VIKOR yöntemi kullanılarak en sağlıklı sonuçlara ulaşılmak istenmiştir.

Tez dört bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümünde endüstriyel gelişim evreleri paralelinde deniz yolu ulaştırmasının gelişimi ve günümüzde gemilerin sahip olduğu teknolojilerle gelecekte ulaşması planlanan seviyeyi ifade eden Gemi 4.0 kavramı açıklanmış, literatürde sıklıkla ve farklı anlamlar yüklenerek kullanılan akıllı, otonom, insansız gemi kavramları tanımlanmıştır. Ayrıca bu bölümde dünyada uygulanan akıllı, otonom, insansız gemi projelerine yer verilmiştir. İkinci bölümde literatür araştırması yapılarak; Gemi 4.0'ın anlaşılabilirliği için gemilerin teknolojik dönüşümünü inceleyen çalışmalardan bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde tezde kullanılan BAHP ve BVIKOR analiz yöntemleri açıklanmış, bu yöntemlerin uygulanmasında kullanılan formülasyon adımları belirtilmiştir. Dördüncü bölümde, literatür araştırmasıyla ve katılımcılara uygulanan anket verilerinin analiz edilmesiyle elde edilen bulgular ortaya konmuştur. Ortaya konan bulgular, tezin son bölümü olan "tartışma, sonuç ve öneriler" bölümünde yorumlanarak, literatürdeki çalışmalarla olan benzer ve farklı sonuçların değerlendirilmesi yapılmış, gelecekte konuyu araştırarak olan araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. DENİZ YOLU ULAŞTIRMASI

Uzun tarım döneminin sonunu getiren sanayi devrimi ile başlayan teknolojik gelişmeler, ekonomik alanda üretim imkânlarının gelişmesiyle, ticaret ve lojistikte küresel boyutta ilerlemelerin kapılarını açmıştır (Aksoy, 2017: s. 35). 18. yüzyılda İngiltere’de buhar makinesinin bulunmasıyla başlayan ilerlemeler yaşamın her alanını etkilemiş, artan üretim kapasitesi ile ticaret hacmi, yüklerin daha uzaklara taşınması ihtiyacını ortaya koymuştur. Buhar ile çalışan makine bulunmadan önce ekonomik faaliyetler yerel düzeyde seyretmiş, üretim el işçiliği ile yapılmıştır (Drath ve Horch, 2014: s. 56). Bu dönemde üretim imkânlarının kısıtlı olması ve rüzgâra bağımlı olan gemilerin uzak denizlerde seyir için sınırlı yeteneklere sahip olması, deniz ticaretinin gelişimini de sınırlamıştır. Sanayi devrimiyle artan üretim kapasitesi deniz taşımacılığının gelişmesine sebep olmuş, ticaret küresel boyuta ulaşmıştır.



Şekil 1: Endüstriyel Evreler

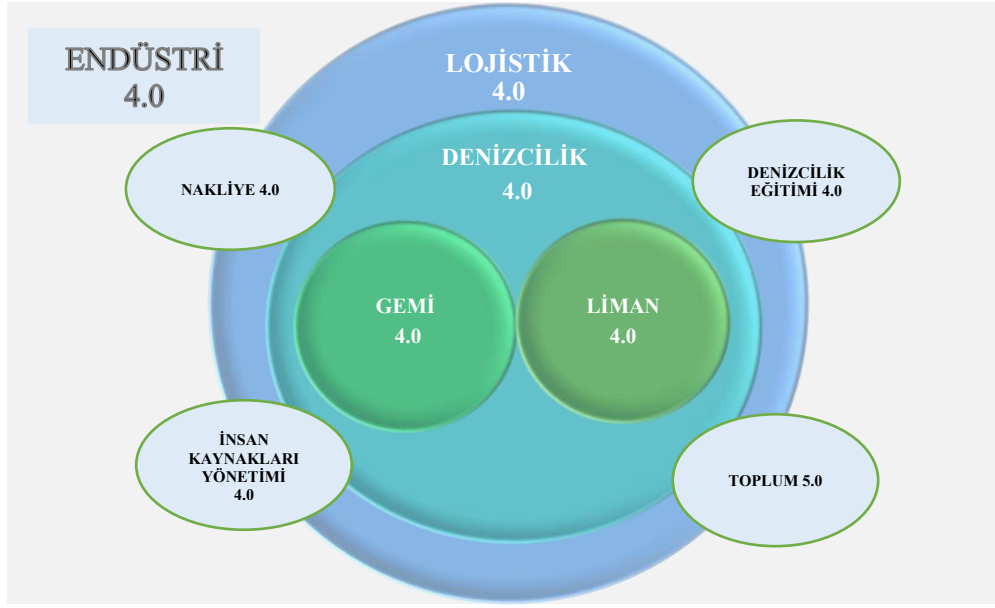
Kaynak: (Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 3)

Endüstri gelişim evreleri paralelinde deniz yolu ulaştırmasında gemilerin gelişimi, Yorulmaz ve Derici (2023) tarafından yapılan çalışmada kavramsal olarak

tanımlanarak, sanayi devrimiyle buhar makineli gemiler dönemi Gemi 1.0, çelik gövdeli ve dizel makineli gemilerin dönemi Gemi 2.0, RADAR (Radio Detection And Ranging), GPS (Global Positioning System), ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) vb. elektronik seyir yardımcılarının, uydu haberleşme sistemlerinin yaygınlaşarak kullanıldığı dönem Gemi 3.0, otonom kabiliyetlere sahip akıllı gemilerin geliştirildiği dönem ise Gemi 4.0 olarak tanımlanmıştır (Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 6). Endüstriyel gelişmeler paralelinde, teknolojiye, yönetim ve organizasyon yapılarındaki gelişmeler deniz yolu ulaştırmasında da karşılık bulmuş, deniz yolu ulaştırması ve gemiler önemli bir değişim sürecinin içine girmiştir.

1.1. GEMİ 4.0

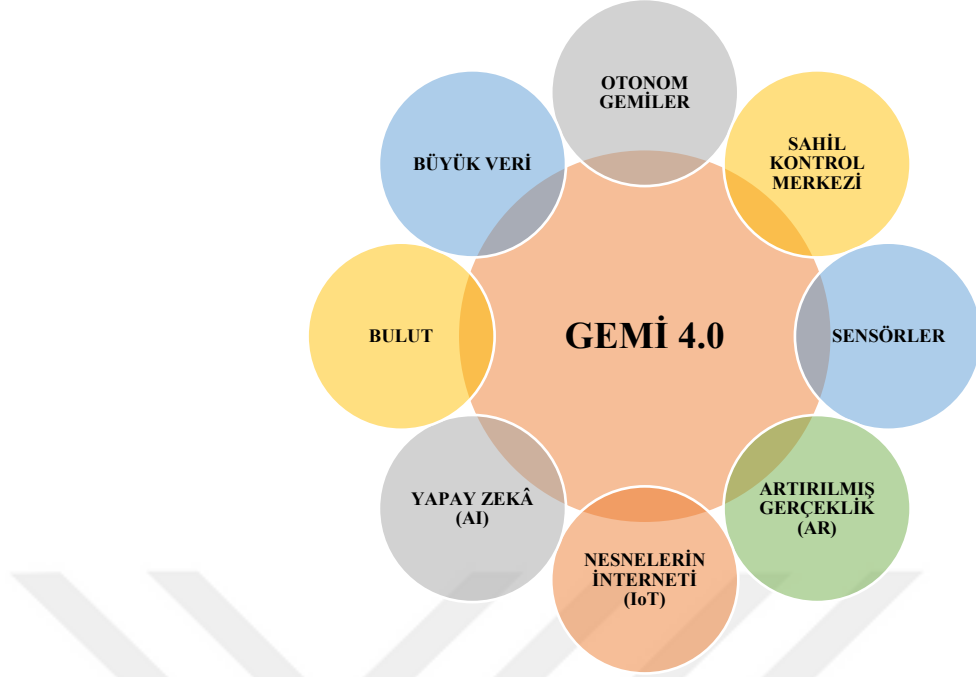
2011 yılında Almanya’da tanımlanan Endüstri 4.0, endüstriyel alandaki dijital dönüşümün kavramsallaştırılmış bir ifadesidir. Sanayi devrimiyle başlayan ve Endüstri 1.0 olarak tanımlanmış olan sanayileşmedeki ilk aşama sonrasında yeni buluşlar ve teknolojiler üretim, pazarlama, lojistik süreçleri geliştirmiştir. Günümüzde tartışılan Endüstri 4.0 kavramı deniz yolu ulaştırmasında gemilerin sahip olduğu teknolojiler ve yetenekler bakımından Yorulmaz ve Derici (2023) tarafından kavramsallaştırılarak Gemi 4.0 olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamanın yapılması, deniz ulaştırmasında radikal bir dönüşüm sürecine kimlik kazandırmak, sınırlarını, etki alanlarını, dinamiklerini belirleyerek, bu dönüşüm sürecini kavramsal bir temel üzerine oturtmak, sürecin başarılmasında atılan ilk adım olarak önemlidir. Gemi 4.0, Endüstri 4.0 düzeyinde gelişen teknolojiler paralelinde, deniz yolu ulaştırmasında yükleri taşıyan gemilerin dijital dönüşümünü ifade etmektedir. Bununla birlikte Gemi 4.0, deniz yolu ulaştırmasında geleneksel gemilerin sensörler, nesnelerin interneti, büyük veri, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim, yapay zekâ teknolojileriyle otonom ve insansız gemilere dönüştüğü, teknoloji, yönetim, eğitim, insan kaynakları, lojistik gibi alanlarda gemi işletmelerinin tüm paydaşlarını etkileyen bütüncül bir dönüşüm sürecidir.



Şekil 2: Endüstri 4.0 Yaklaşımıyla Tanımlanan Kavramlar ve Gemi 4.0

Kaynak: (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Bu bakımdan merkezinde gemiler olan Gemi 4.0, Endüstri 4.0 yaklaşımıyla tanımlanmış olan Lojistik 4.0, Eğitim 4.0, Denizcilik 4.0, Liman 4.0 yaklaşımlarından bağımsız düşünülmemesi gereken bir süreci ifade etmektedir. Gemi 4.0 ile denizcilikte dijital dönüşüm sürecinin devamında otonom ve insansız gemiler yaygınlaşacak ve deniz yolu ulaştırmasının tüm paydaşlarının dijitalleşen iş süreçlerine uyum sağlaması gerekecektir (World Maritime University, 2019: s. 3). Gemi 4.0’da sensörlerin ve dijitalleşen donanımların nesnelere interneti ile gerçek zamanlı olarak iletişimde olduğu, bulut veri teknolojisi ile ihtiyaç duyulan veriye kolaylıkla erişilebildiği, artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde akıllı gemilerin uzaktan kontrolünün sağlandığı, otonom gemilerin yapay zekâ uygulamaları ile yüksek durumsal farkındalık ortamında doğru kararlar vermesiyle seyir emniyetinin artmış olduğu bir siber ortam söz konusudur.



Şekil 3: Gemi 4.0'ın Teknolojik Bileşenleri

Kaynak: (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Bu bileşenleriyle Gemi 4.0, gemilerin, gemi işletmelerinin ve paydaşların teknoloji, organizasyon, yönetim, enerji, eğitim alanlarında planlı bir inovasyonu, iş süreçlerinin otomasyonu ile küresel düzeyde kurulan değer ağlarıyla entegrasyonudur.

Gemi 4.0'da akıllı gemilerin deniz yolu ulaştırmasında kullanılması yolunda günümüzde birçok proje üzerinde çalışılmakta; kısa mesafelerde yük ve yolcu taşımak üzere kullanılmaya başlanmış akıllı gemiler bulunmaktadır. Ancak bu gemilerin deniz hukukunda nasıl tanımlandığı konusu sorgulanmaktadır. 4922 numaralı Denizde Can ve Mal Koruma Hakkında Kanuna göre gemi, “*Adı, tonilatosu ve kullanma amacı ne olursa olsun, denizde kürekten başka aletle yola çıkabilen her aracı*” olarak tanımlanmıştır. Aynı kanunda ticari geminin tanımı, “*Menfaat sağlamak kastıyla denizde kullanılan her gemi*” olarak ifade edilmektedir. Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO)'nun kapsam belirleme çalışmasında “*Deniz Üstü Otonom Gemisi (Maritime Autonomous Surface Ship-MASS), değişen derecelerde insan etkileşiminden bağımsız olarak çalışabilen bir gemi*” olarak tanımlanmıştır (IMO, 2018). Otonom gemileri “Deniz

Otonom Su üstü Gemisi” olarak ifade eden IMO’nun bu tanımı da otonom gemiyi, gemi olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlara göre “kürekten başka aletle yola çıkabilme” kıstasını yerine getiren akıllı, otonom, insansız gemiler de “gemi” olarak tanımlanmaktadır. IMO (2020)’nun MASS’ları benzer bir şekilde tanımlayan; “insan etkileşimi olmadan, otonom kabiliyetlerle seyir yapabilen gemi” tanımı da literatürde yer almaktadır. Gemi 4.0 sürecinde, dijitalleşmeyle insan müdahalesinden gittikçe uzaklaşan akıllı gemilerin, IMO tarafından belirlenmiş olan otonomi düzeylerinde önce uzaktan kontrollü daha sonra yapay zekânın desteği veya kontrolünde tamamen otonom seyir yapacağı öngörülmektedir (Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 11). IMO’nun ilk olarak 2018 yılında MASS’ların otonomi seviyelerini tanımladığı kapsam belirleme çalışması 2021 yılında tamamlanmış, otonomi seviyelerinin tanımlanmasına ilave olarak tamamlayıcı açıklamalar yapılmıştır.

Tablo 1: IMO (2021)’nun Belirlediği MASS Otonomi Seviyeleri

OTONOMİ SEVİYELERİ	AÇIKLAMA
MASS1: Otomatik Kabiliyetler ve Karar Destek Sistemleri İle Donatılmış Gemiler	Gemi, personelin kararlarını destekleyen otomatik kabiliyetlere sahip geleneksel nitelikte bir gemi olup, sistemleri ve gemi fonksiyonlarını yönetmek üzere gemide gemi insanları bulunmaktadır.
MASS2: Üzerinde Gemi İnsanları olan ve Uzaktan Yönlendirilen Gemiler	Gemide gerektiğinde müdahale etmek üzere personel bulunmakta olsa da, bu otonomi seviyesinde MASS, personelin müdahalesi olmaksızın uygun koşullar içinde seyir yapılabilir.
MASS3: Üzerinde Gemi İnsanı Olmayan ve Uzaktan Yönlendirilen Gemiler	Gemiye uzaktaki bir kontrol merkezinden kumanda edilir. Gemide personel bulunmamaktadır. Ancak liman girişi, çıkışı, kanal/boğaz geçişi vb. koşullarda gemiye personel çıkarak geminin kumandasını alabilir.
MASS4: Tam Otonom Gemiler	Gemi işletim sistemi, yapay zekâ ile seyir emniyetiyle ilgili tüm kararları kendi kendine alabilme kabiliyetine sahiptir. Geminin denetimi uzak kontrol istasyonundaki personel tarafından sağlanır. Ancak gemide yük işlemleri, yolcu güvenliği, bakım gibi hizmetler için gemi insanı bulunabilir.

Kaynak: (IMO, 2021: s. 3; Mansuroğlu ve Yanık, 2023: s. 188)

Bir gemi seyri esnasında, IMO'nun belirlemiş olduğu Tablo 1'de belirtilen otonomi seviyelerinin biriyle veya birden fazlasıyla idare edilebilir (IMO, 2021: s. 3).

Kapasitesi sürekli olarak artmakta olan dünya ticaret hacmi, deniz yolu taşımacılığına olan talebi artırmakta, bu talep karşısında denizcilik sektörü de gemilerin sayısını ve yük taşıma kapasitelerini artırmaktadır. Gelişen teknolojinin istihdam üzerinde yarattığı negatif etkilere rağmen, gemi sayılarının artması denizcilik sektöründe daha fazla gemi insanının istihdamını gerektirmektedir. Günümüzde özellikle Avrupa denizciliğinde gemi insanı eksikliği sektörün önemli bir sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi, sosyal yaşamı kısıtlayan zorlu koşullarıyla denizciliğin gençler tarafından cazip bulunmamasıdır (Balticcluster, t.y.). Bu durumda otonom gemilerden beklenen, geminin üzerinde görev alan gemi insanı istihdamını azaltarak sektörün istihdam sorununu çözmesi, insan hatalarından kaynaklanan deniz kazalarının azalmasını sağlaması, işletme maliyetlerini düşürmesi, çevreci enerjileri kullanarak karbon emisyonlarını azaltmasıdır (Yorulmaz ve Karabulut, 2021: s. 43). Bu beklentilere ek olarak günümüzde, kısa mesafe deniz taşımacılığında kullanılmak üzere tasarlanan, çevreci enerjileri kullanan ilk otonom gemilerin, taşımacılık modunu karadan deniz taşımacılığına kaydırarak karbon emisyonlarını azaltmanın yanında, kara yollarındaki trafik yükünü azaltmayı da amaçladığı görülmektedir. Bunun yanında tam otonom gemilerin ticari kullanımının önündeki zorluklar, henüz hukuki düzenlemelerin tamamlanmamış olması (Helvacı ve Muran, 2022: s. 42; Yorulmaz ve Derici, 2023: s. 12), tam otonom seyir sistemlerinin güvenilirliği ile ilgili endişeler, ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, uzaktan kontrol veya takip ile görevli personelin yeterliliği için eğitim altyapısının hazırlanması olarak tanımlanmaktadır.

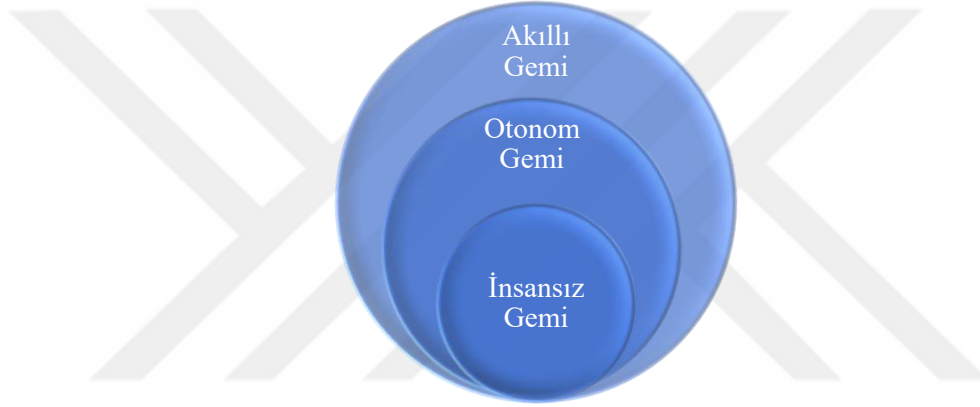
Otonom gemilerin kullanımıyla ilgili olarak mevcut yönetmeliklerde yapılması gereken düzenlemeler vardır. Örneğin; insansız gemilerde yangın emniyetinin artırılması için yeni sistemlerin geliştirilmesi, uygulama ve sorumluluklarla ilgili düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. MASS'ların kazazedelerin sudan kurtarılması sorumluluğunu nasıl yerine getireceği sorunu da, hem bunun için otonom sistemlerin geliştirilmesi hem de yasal düzenlemelerin yapılmasını gerektirmektedir (Sar, 2023: s. 7). Otonom seyir yapan bir insansız geminin, üzerinde

gemiye kumanda eden personeli olan bir gemiyle karıştığı deniz kazasında deniz hukukuna göre sorumlulukların nasıl belirleneceği konusu tartışmaya açıktır (Helvacı ve Muran, 2022: s. 42). 1982 yılında yürürlüğe girmiş olan Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (BMDHS) madde 94'e göre; bayrak devletlerine bayrağı altındaki gemilerin uygun yeterliliklerde ve yeterli sayıda personelle donatılmaları yükümlülüğü getirilmektedir. Bu yükümlülük Gemi 4.0 sürecinde otonom, insansız gemileri uzaktan kontrol eden uygun yeterliliklerdeki otonom gemi insanları tarafından "Sahil Karar Destek Merkezlerinden" yerine getirilebilir; hatta insanlı bir gemideki mürettebat, insansız bir gemiyle düzenli temas halinde yeni çalışma alışkanlıklarını öğrenebilirler (Ahvenjärvi, 2016: s. 519). Bunlar, Gemi 4.0 sürecinin önündeki engellerin aşılamaz olmadığını, otonom, insansız akıllı gemilerin deniz yolu ulaştırmasında köklü bir dönüşümü başlatmakta olduğunu göstermektedir. Ancak MASS4 seviyesindeki tam otonom gemilerin gelecekte kullanıma geçmesi beklense de, bu gemilerin yaygın ticari kullanımı yakın gelecekte mümkün görünmemektedir (IMO, 2021: s. 33). Bu sebeple yasal düzenlemelerin öncelikle MASS2 ve MASS3 otonomi düzeylerinin kullanımıyla doğacak ihtiyaçları kapsayacak şekilde yapılması, uyum sürecini kolaylaştıracaktır.

Gemi 4.0, gemilerin teknoloji, bilgi sistem yeteneklerini, gemi işletmelerinin organizasyon yapılarını, yönetim yaklaşımlarını, gemiler ile gemi işletmelerinin iç yapılarının dikey entegrasyonu ile paydaşları arasındaki yatay entegrasyonu, siber güvenlik seviyesini, eğitim kurumlarını, meslek içi eğitim planlarını yeniden tanımlamayı gerektiren bir kavramdır. Gemi 4.0'ın merkezinde yer alan ve insan etkileşiminden uzaklaşmakta olan gemilerin, bu özelliklere uygun doğru kavramlarla tanımlanmaları gerekir. Literatürde akıllı gemi, otonom gemi, insansız gemi kavramları kullanılmakta; her ne kadar IMO'nun otonom gemi için yapmış olduğu MASS tanımı olsa da, akıllı gemi, insansız gemi gibi kavramların tam olarak ne anlam ifade ettiği ile ilgili, ortak uzlaşa sağlayan bir tanım bulunmamaktadır. Bu bakımdan literatürde farklı yaklaşımlarla anlamlandırılarak birbirinin yerine de kullanılan bu kavramlar için, kabul gören tanımlamaların yapılması gerekmektedir. Bu kavramlarla ilgili ortak kabul gören bir yaklaşımın benimsenmesi, Gemi 4.0 konusunda, ilgili ulusal ve uluslararası kuruluşlarca hukuki tanımlamaların yapılabilmesi, düzenleyici kuralların belirlenmesi açısından önemli olacaktır.

1.1.1. Akıllı Gemi

Akıllı gemi, akıllı seyir destek sistemlerine sahip, uzaktan kontrol edilen veya yapay zekâ desteği ile emniyetli seyir yapabilen (otonom), üzerinde insan olmayan ya da gerektiğinde seyir emniyeti için müdahalede bulunmak üzere az sayıda personeli olan ve insansız diye de ifade edilen gemi olarak tanımlanmıştır (Yorulmaz ve Karabulut, 2021: s. 40). Bu tanımlama, bu çalışmada benimsenen akıllı gemi yaklaşımını desteklemekte ve bu yaklaşım Gemi 4.0 sürecinde akıllı gemi kavramını, otonom gemi ve insansız gemiyi kapsayan bir üst kavram olarak kabul etmektedir.



Şekil 4: Kavramsal Hiyerarşi

Kaynak: (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

GPS, ARPA RADAR, AIS, ECDIS, entegre köprü üstü sistemleri (EKS), gelişmiş makine kontrol sistemleri, “Küresel Denizde Tehlike Ve Emniyet Sistemi” (GMDSS), otonom seyir sistemleri ile donatılmış olan gemiler “Akıllı gemi” olarak tanımlanabilir. Kavramları tanımlamada bu yaklaşıma göre, denizcilikte dijital teknolojilerin kullanımı, gemileri mürettebatın işini kolaylaştıran ve doğru kararlar almalarını sağlayan yeteneklere kavuşturmuş, bu yetenekler ile herhangi bir otonomi seviyesinde insanlı veya insansız gemiler “akıllı gemi” olarak tanımlanmıştır.

1.1.2. Otonom Gemi

“Otonom gemi”, seyir emniyeti ile ilgili olarak gemilerin uzaktan ya da yapay zekâ ile yerinden idaresinin sağlandığı gemileri ifade etmektedir. IMO (2018)’nun

yaptığı kapsam belirleme çalışmasına göre otonom gemiler “değişen derecelerde insan etkileşiminden bağımsız hareket edebilen gemi” şeklinde tanımlanmıştır. IMO’nun ortaya koyduğu MASS seviyelerine göre seviye 1 ve seviye 2’de seyir emniyeti bakımından gemiyi idare etmek için gemi insanı taşıyabilmekte, seviye 3’de koşullara bağlı olarak gemi insanı bulunmakta ve seviye 4 otonomi seviyesinde ise üzerinde gemiyi idare etmek için gemi insanı bulunmamaktadır (IMO, 2021). IMO’nun belirlediği kapsama göre, otonom gemiler, nasıl idare edildikleri ile ilgili bir yaklaşımla tanımlanmaktadır ve otonom kabiliyete sahip oldukları halde, üzerinde gerektiğinde geminin emniyetli seyrini sağlamak üzere idare etmekle görevli az sayıda gemi insanları bulunabilmektedir. Bunun yanında uzaktan kontrol edilen veya tam otonom olarak yapay zekâ ile idare olan otonom kabiliyete sahip gemiler tamamen insansız da olabilir (Veal vd 2019: s. 2). Bu durum, geminin seyir emniyeti bakımından idaresi açısından MASS3 otonomi seviyesinde koşullara bağlı olarak değişmekle beraber, MASS4 otonomi seviyesinde geminin idaresinde yapay zekâ insan faktörünün yerini almıştır. Ancak MASS4 otonomi seviyesinde seyir emniyetinin sağlanması dışında, farklı ihtiyaçlar için gemide personel bulunabilir. Bu durumda bir otonom gemi aynı zamanda insansız gemi olarak tanımlanabileceği gibi (MASS3 ve MASS4), personeli olan ve geleneksel anlamda tanımlanan (MASS1 ve MASS2) bir gemi de olabilir. IMO, otonom gemilerle ilgili mevzuat düzenleme çalışmalarını sürdürmektedir. Hâlihazırda otonom gemilerin sertifikasyonu IMO (MSC.1/Circ.1455) tarafından belirlenmiş olan standartlara uygun olarak milli otoritelerin hazırladığı yönergeler çerçevesinde klâs kuruluşları tarafından yapılmaktadır. Otonom gemilerle ilgili projelerde öne çıkan Norveç’de, Norveç Denizcilik İdaresi bu gemilerin donatılması, sertifikasyonu ile ilgili standartları belirlemiş, Norveç idari yetki alanlarında seyir yapacak gemilere yönelik kurallar ortaya koymuştur. İngiltere denizcilik idaresinin belirlediği standartlar çerçevesinde Lloyd Register tarafından bu gemilerin sertifikasyonu için standartlar belirlenmiştir (Ekinci vd 2024: s. 8). IMO’nun otonom gemilerle ilgili mevzuatı düzenleme çalışmalarının henüz genel çerçevenin belirlenmesi düzeyinde ilerlemektedir. Otonom gemileri ticari kullanıma sokan ülkelerde sertifikasyon ile ilgili standartların bu temel düzenlemeler çerçevesinde ulusal idarelerce belirlenerek klâs kuruluşlarınca uygulandığı görülmektedir.

1.1.3. İnsansız Gemi

Yapay zekânın idaresinde veya uzaktan kontrollü olarak, suda kendiliğinden hareket edebilen, üzerinde gemi insanı bulunmayan gemi, insansız gemi olarak tanımlanmaktadır (Veal vd 2019: s. 23). İnsansız gemi, aynı zamanda bir otonom gemidir (Şekil 3). İnsansız gemide yükün emniyeti ile ilgili olmak üzere, yolcu olarak ya da yolcuların güvenliği için insan bulunabilmekte, fakat seyir emniyeti amaçlı geminin idaresiyle ilgili gemi insanı bulunmamaktadır (Gözüyeşil, 2021: s. 197). Bu tanımlamalar akıllı gemiyi otonom ve insansız gemileri kapsayan; otonom gemiyi ise insansız gemiyi kapsayan birer kavram olarak anlamayı gerektirmektedir. İnsansız gemi aynı zamanda bir otonom gemi olmak durumundadır; ancak otonom gemiler için değişen derecelerde insan etkileşimi söz konusudur.

1.2. OTONOM GEMİ PROJELERİ

Otonom gemilerin kullanım alanlarıyla ilgili genel yaklaşım, öncelikle kısa mesafe deniz taşımacılığında kullanılmaları yönündedir. Kısa mesafe deniz taşımacılığını inceleyen Paixao ve Marlow (2002) yaptıkları çalışmada, kısa mesafe deniz taşımacılığını, kara yolu taşımacılığının yükünü hafifletmek, taşıma modlarının birbirlerini tamamlayıcılığını desteklemek, deniz taşımacılığının düşük olan kapasite kullanımını artırmak üzere kara yoluna bir alternatif olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında kısa mesafe deniz taşımacılığında kullanılmak üzere geleneksel gemileri, 4 kategoride sınıflandırmışlardır. Bu gemiler; tek katlı *kuru dökme yük gemileri*, 150-500 TEU taşıma kapasitesine sahip *feeder konteyner gemileri*, yolcu, paletli kargo, refakatli ve refakatsiz treylerler, yarı treylerler, paletler, swapbody'ler, demiryolu vagonları, kasetler, proje kargoları ve makineleri kapsayan bir dizi kargoyu taşıma kapasitesine sahip olan *feribotlar*, 3000 deadweight (dwt) tondan az *dökme yük gemileri ve tanker filosudur*.

Dünyada gerçekleştirilmekte olan otonom gemi projeleri genellikle kısa mesafelerde yükleri taşımak üzere geliştirilen ve çevreci enerjilerle çalışan, feeder konteyner gemileridir. Otonom gemi projelerinin çoğunlukla konteyner gemileri

olmalarına rağmen, otonom feribot, römorkör, araştırma gemisi projeleri de bulunmaktadır. Bu projelerden öne çıkan bazılarını aşağıda yer verilmiştir.

1.2.1. MUNIN Projesi

Avrupa Birliği'nin finanse ettiği, 2012-2015 yılları arasında yürütülmüş olan MUNIN (Maritime Unmanned Navigation Through Intelligence In Networks) Projesi, geleneksel gemilerin otonom gemilere dönüştürülebilmesi için gerekliliklerin tanımlanmasını amaçlamıştır. Açık denizlerde seyredecek gemiler için tasarlanan projeye, sensörler, otonom navigasyon ve makine kontrol sistemleriyle donatılan gemilerin bir sahil istasyonundan takip ve kontrolünün sağlanması için iletişim, teknik ve organizasyonel yapının geliştirilmesine çalışılmıştır (Cordis, 2017). MUNIN projesiyle insansız bir geminin işletilmesi için teknik bir konsept geliştirilmiştir.

1.2.2. Yara Birkeland

Yara Birkeland, dünyanın ilk tamamen elektrikli otonom konteyner gemisi olarak tanıtılmıştır. Küresel bir gübre şirketi olan Yara, ürettiği mamulleri Norveç'in Porsgrunn'daki fabrikasından 11 deniz mili mesafedeki Brevik şehrindeki limana deniz yoluyla taşıyarak, çevre dostu ve nakliyede ekonomi sağlayan bir yatırım yapmıştır. Yara Birkeland, 165 TEU konteyner ve 3200 dedveyt ton taşıma kapasitesine sahiptir. Gemi 2022 yılında ticari kullanıma girerek, kara yolundan dizel motorlu kamyonlarla yapılan konteyner taşımacılığını yılda 40000 sefer azaltmıştır (Yara, 2024). Yara Birkeland, ticari kullanıma geçmiş olmasıyla deniz yolu ulaştırması için önemli bir gelişme olmuştur.



Fotoğraf 1: Yara Birkeland Otonom Konteyner Gemisi

Kaynak: (Yara, 2020)

1.2.3. Revolt

Revolt, 100 TEU taşıma kapasitesine sahip olan ve batarya ile çalışan otonom bir konteyner gemisi inşa etmek için Norveç’li DNV firması tarafından tasarlanan, Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi tarafından desteklenen deneysel bir modeldir. Proje, gemiyi kıyı sularında seyir yaparak ana liman ile tali limanlar arasında konteyner yükü taşımak üzere tasarlanmıştır (DNV, 2024). Projeye kara taşımacılığının üzerindeki yükü hafifletmek, deniz yolu ulaştırmasını daha güvenli hale getirmek ve işletme maliyetlerini azaltmak amaçlanmaktadır (Munim, 2019: s. 267).



Fotoğraf 2: Revolt Otonom Konteyner Gemisi

Kaynak: (Marinelink, 2024)

1.2.4. ASKO Otonom Konteyner Gemileri

Norveç’li ASKO denizcilik şirketi tarafından geliştirilen MS Marit ve MS Therese isimli otonom konteyner gemileri tamamen insansız ve bataryaya sahip olarak elektrik enerjisiyle çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Gemilerin iki yıllık 4 mürettebatlı bir deneme sürecinden sonra sahil kontrol merkezinden izlenerek kısa mesafeli otonom ve insansız seyir yapması planlanmaktadır. Projenin amacı, kara yolu ile yapılan taşımacılığı deniz yoluna aktararak kara yolu üzerindeki trafik yükünü azaltmak, karbon emisyonlarını düşürmek ve yük taşımacılığının maliyetlerini azaltmak olarak açıklanmıştır (Marinelog, 2022a).



Fotoğraf 3:ASKO Otonom Konteyner Gemisi

Kaynak: (Marinelog, 2022b)

1.2.5. Zhi Fei Otonom Konteyner Gemisi

Çin’de elektrikli otonom feeder gemi olarak geliştirilen Zhi Fei 300 TEU konteyner ve 8000 dedveyt ton kapasiteye sahiptir. 2022 yılında ticari kullanıma girmiş olan gemi, insanlı seyir, uzaktan kontrollü seyir ve insansız seyir olarak 3 farklı otonomi seviyesinde 5G, uydular ve veri ağlarını kullanmaktadır (Maritime-executive, 2022a). Gemi Çin’de aralarında ortalama 50 Nm mesafe olan Qingdao ve Dongjiakou limanları arasında konteyner taşımacılığı yapmak üzere inşa edilmiştir.



Fotoğraf 4: Zhi Fei Otonom Konteyner Gemisi

Kaynak: (Maritime-executive, 2022b)

1.2.6. Prism Courage Tankeri Otonom Seyir Denemesi

Otonom seyir kabiliyeti kazandırılmış olan Güney Kore’li Hyundai firmasına ait Prism Courage isimli LNG tankeri, 01 Mayıs 2022 tarihinde Meksika ve Güney Kore’deki LNG terminalleri arasındaki 10736 Nm süren okyanus geçişinin yaklaşık yarısını IMO’nun belirlemiş olduğu MASS2 (üzerinde personel olduğu halde uzaktan yönlendirilen) seviyesinde otonom seyir ile tamamlamıştır. Gemi otonom seyir esnasında sakınma manevraları yapabilme, hava durumunu, dalga yüksekliğini değerlendirebilme yeteneğine sahip olsa da otonom seyrini yoğun deniz trafiğinin olmadığı okyanus geçişinde gerçekleştirmiştir. Prism Courage’in otonom seyir denemesinde otonom seyir sisteminin yaptığı optimum rota planlaması ile %7 oranında yakıt verimliliği ve %5 oranında karbon emisyonlarında azalma sağlanmıştır (Virahaber, 2022a).



Fotoğraf 5: Prism Courage

Kaynak: (Virahaber, 2022b)

1.2.7. Iris Leader

Japonya'nın NYK şirketi, geliştirilen otonom navigasyon sisteminin becerilerini test etmek üzere 2019 yılında Iris Leader isimli otomobil taşıyıcı bir Ro-Ro gemisi ile üzerinde gemi personeli olduğu halde (MASS2) Çin'den Japonya'ya otonom seyir denemesi yaparak otonom seyir sisteminin güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini test etmiştir. NYK şirketi, hedeflerinin seyir güvenliğini artırmak ve gemi operasyonlarını desteklemek üzere mürettebatlı otonom gemiler geliştirmek olduğunu açıklamıştır. Bunun yanında şirket tarafından, otonom navigasyon sistemini gelecekte insansız ve uzaktan kontrol edilen gemiler için geliştirmeyi amaçladıkları ve navigasyon sistemini ciddi mürettebat sıkıntısı yaşayan kıyısal sefer yapan gemilere uygulamayı düşündükleri belirtilmiştir (Liang, 2019).



Fotoğraf 6: Iris Leader

Kaynak: (Liang, 2019)

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Endüstri alanında başlayan Endüstri 1.0'dan günümüzde Endüstri 4.0'a kadar tanımlanmış olan ilerlemeler, hiç şüphesiz toplumsal yaşamın her alanını etkilediği gibi, dünyada ticareti yapılan malların %90'ına yakın bir kısmını taşıyan deniz yolu ulaştırmasını da etkilemektedir. Yaptıkları çalışmayla bu etkileşimi açıklayan Tunalı ve Akarçay (2018), üretimde meydana gelen %1 oranındaki artışın deniz yolu ulaştırmasında %0,559 oranında artışa sebep olduğunu belirlemiştir. Tunalı & Akarçay'ın bu çalışması Türkiye'de sanayideki üretim artışının deniz yolu ulaştırması ile etkileşimini ortaya koymuştur. Deniz yolu ulaştırmasında gerçekleşen bu talep artışıyla deniz taşımacılığında verimliliği artırma ihtiyacı, çözüm olarak yükleri taşıyan gemilerin dijital dönüşümüyle gelişimini içeren kapsamlı bir gelişim sürecini gündeme getirmiştir. Gemi 4.0 olarak tanımlanan süreç ile işletme maliyetlerinin azalması, paydaş memnuniyetinin artması, büyük oranda insan kaynaklı olan deniz kazalarının önlenmesi, uluslararası kuruluşların belirlediği normlarda çevreci enerjilerin kullanıldığı yeşil gemilerin kullanılması beklenmektedir.

2.1. GEMİLERİN TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜMÜNÜ KONU ALAN ÇALIŞMALAR

Gemi 4.0 evresinde gemilerin ulaştığı teknolojinin ürünü olan akıllı gemiler, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ uygulamalarına sahip olacaklardır. Bu bağlamda literatürde gemilerin dönüşümünü konu alan çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Van Hooydonk (2014) yaptığı çalışmada, mevcut hukuki durumun otonom gemilerin ticari kullanımı için uygunluğunu değerlendirerek, deniz hukukunda yapılması gerekli olan düzenlemeleri incelemiştir. Otonom gemide yolcular ya da yük ile ilgili olarak görevlendirilen personelin yetki ve sorumlulukları, geminin

limana emniyetle girişi, limandan emniyetle çıkışında görevli olacak personelin yetkilendirilmesi ve sorumlulukları, kılavuzluk hizmetlerinde görevli kaptanların gelişen teknolojiler çerçevesinde yetki ve sorumlulukları, limana yanaşan insansız geminin manevrasına yardımcı olan çekici vasıtaların komutasının kimde olacağı ile ilgili ulusal mevzuatta bazı düzenlemelerin yapılması gerektiği çalışmada öne çıkan değerlendirmelerdir.

Ahvenjärvi (2016) tarafından yapılan çalışmada, otonom gemiler ile insan unsuru arasındaki etkileşim araştırılmış, otonom gemilerin yazılımlarını hazırlayan, bu gemileri uzaktan kontrol ve kumanda eden insanın otonom gemilerle etkileşiminin her zaman süreceği öngörölmüştür. Ahvenjärvi deniz kazalarının çoğunlukla insan hatası sebebiyle gerçekleşmesinden dolayı, tam otonom gemilerin deniz kazalarını önlemede etkili olacağını öne sürmüştür.

Hogg ve Ghosh (2016) yaptıkları çalışmada, otonom ve insansız gemilerden beklenen faydaların yanında, bu gemilerin işletilmesinde, güvenlik, yasal, ekonomik açıdan karşılaşılabilecek sorunlar ile ilgili kaygıları ortaya koymuş ve insansız gemilerin yüzdürölmesinde geliştirilecek teknolojilerin yeterliliğinin ispatlanmasında uzun vadeli bir sürece ihtiyaç olduğu, yakın gelecekte insansız gemilerin ticari faaliyetlerde uygulanabilirliğinin mümkün olmadığı sonucuna varmıştır.

Kretschmann vd (2017) yaptıkları çalışmada, otonom bir dökme yük gemisinin maliyetlerini ve kârlılığını analiz etmişlerdir. Bu analizi bir otonom dökme yük gemisi ile geleneksel dökme yük gemisinin tahmini maliyetlerini karşılaştırarak yapmışlardır. Çalışmada bir otonom dökme yük gemisine sahip olma ve 25 yıl işletme maliyetinin, geleneksel bir gemiyle karşılaştırıldığında 4,3 milyon dolar daha düşük olduğunu, bunun da navlun oranını % 3,4 oranında düşüreceğini ortaya koymuşlardır.

Komianos (2018) yaptığı çalışmada, otonom gemilerin gelecekte karşılaşması muhtemel zorlukları değerlendirmiş ve bu zorlukları aşmak için uygun çözüm yöntemlerini belirtmiştir. Otonom gemiler sayesinde denizcilik sektöründe

operasyonların daha kârlı ve deniz ulaştırmasının daha emniyetli olacağını öngörmüştür.

Makhsos vd (2018) yaptıkları çalışmada, “Morvarid” isimli bir insansız su üstü aracının tahrik sisteminin güneş enerjisi ile çalışmasını modelleyerek teknenin güç yönetimi, güvenilirliği ve enerji güvenliğini test etmişlerdir. Seyri esnasında çevreye zararlı emisyon yaymayan teknenin tahrik sisteminin ve seyir yardımcı sistemlerinin ihtiyaç duyduğu enerji, geleneksel kaynaklardan daha güvenli bir şekilde güneş enerjisi ile sağlanmıştır.

Munim (2019) yaptığı çalışmada, otonom gemilerin gelecekte deniz yolu ulaştırmasında uygulama alanlarını, ticari kullanımla ilgili iş modellerini, otonom gemilerin yaygınlaşmasında karşılaşılabilecek olan engelleri araştırmıştır. Ayrıca çalışmada otonom gemilerin kısa mesafe deniz taşımacılığında kullanımını, gelecekte kuzey deniz rotasında kullanımını ve kısa mesafe deniz taşımacılığında gemi katarı yöntemiyle kullanımını değerlendirmiştir.

Yang (2019) yaptığı çalışmada, deniz taşımacılığında blok zinciri teknolojilerinin kullanım alanlarını, gelecekteki gelişmeleri ve iyileştirmeleri incelemiştir. Araştırmada blok zinciri teknolojilerinin, paydaşlar arasında eş zamanlı denetim olanağı sağlayarak karar alma mekanizmalarına hız kazandırması, gümrük işlemleri ve yönetimi, evrak işlerinin dijitalleştirilmesi, standardizasyon ve platform geliştirme boyutu ve ulaşım maliyetlerinin düşmesine imkân vermesiyle bu teknolojileri kullanım eğilimini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Gu vd. (2019) yaptıkları çalışmada otonom deniz araçları ile ilgili literatürde yer alan araştırmaları 10 tematik kategoriye ayırarak incelemiş, araştırmacıların çoğunlukla odaklandıkları alanların navigasyon kontrolü ve güvenlik olduğu tespitini yapmışlardır. Otonom gemilerin ekonomik analizi ve çevresel etkileri konularında az sayıda çalışma yapılmış olduğunu, otonom gemilerde bakım işlemlerini konu alan herhangi bir çalışmaya rastlanmadığını ortaya koymuşlardır.

Sanchez-Gonzalez vd. (2019) yaptıkları çalışmada, deniz ulaştırmasının dijitalleşmesiyle ilgili son durumu incelemişlerdir. Otonom araçlar ve robotik alanındaki gelişmeleri gemi tasarımı ve inşası, deniz ulaştırmasını otonom deniz araçları ile gerçekleştirme, otonom sistemlerin limanlarda kullanımını kapsayan çalışmaları incelemişler, deniz taşımacılığının dünya ticaretinin omurgasını oluşturmasına rağmen, diğer endüstri alanlarına kıyasla, dijitalleşmesinin geride kaldığı tespitinde bulunmuşlardır.

Alop (2019) yaptığı çalışmada, deniz yolu ulaştırmasında akıllı uygulamaların başarısındaki tehdit faktörlerini incelemiş; bu faktörleri önem sıralamasıyla; insan faktörü, akıllı sistemlerin arızaları ile ortaya çıkan sorunlar ve dış etmenler olarak belirleyerek bu tehditlere karşı çözüm önerileri ortaya koymuştur.

Vojković ve Milenković (2020) yaptıkları çalışmada, gemilerin dönüşümünde öncelikle kısa mesafelerde uzaktan kontrollü veya tam otonom yolcu feribotlarının kullanımına geçileceğini değerlendirerek insansız gemilerde kaptanın sorumluluklarını araştırmışlardır. Çalışmada, bu gemilerin kullanımı için yapılacak yasal düzenlemelerin öncelikle üye devletlerin iç sularını kapsayan ulusal düzeyde, daha sonra küresel boyutta ele alınarak yapılması önerilmiştir.

Sullivan vd (2020) yaptıkları çalışmada, Endüstri 4.0 teknolojilerini inceleyerek, Endüstri 4.0 kazanımlarını Denizcilik 4.0 tanımlamasıyla açıklamışlar, Denizcilik 4.0'ın hedeflerini yansıtan ilkeleri vurgulamışlardır. Bu teknolojilerin denizcilikte mühendislik ve tasarım uygulamalarına entegre edilmesini, gemilerin tasarımından, inşa ve işletimine kadar bilgi teknolojilerinin kullanımıyla katlanarak artan veriden en verimli şekilde nasıl yararlanılacağını araştırmışlardır. Araştırmada Denizcilik 4.0'ın itici güçlerini, unsurlarını, prensiplerini ve özelliklerini incelemişlerdir.

Sullivan vd (2021) yaptıkları çalışmada, denizcilik sektöründe Endüstri 4.0 teknolojileri ile gelişen yeni nesil gemilerin dijitalleşme sürecini, Denizcilik 4.0 kavramıyla ifade ederek açıklayıcı bir tanım ortaya koymak üzere, gemilerin tasarımı, inşası ve işletimini ampirik bir yaklaşımla değerlendirmişlerdir. Denizcilik

4.0'ı, yenilikçi teknolojilerin kullanılmasıyla sürdürülebilir, güvenli ve bağlantılı gemilerin geliştirilmesini sağlayan entegre bir sistem yaklaşımı olarak tanımlamışlardır. Denizcilik 4.0'ın amacını, müşteri değerini en üst düzeye çıkarmak için en son teknolojilerden yararlanan yüksek kaliteli, optimize edilmiş ve güvenilir bir geminin tasarlanıp, inşa edilerek teslim edilmesi olarak ifade etmişlerdir. Çalışmada Denizcilik sektörünün dijital olgunluk seviyesinin diğer sektörlerle göre daha düşük olduğu değerlendirilmesini yapmışlardır.

Zeng, Chan ve Pawar (2020) yaptıkları çalışmada, deniz ulaştırması tedarik zincirindeki işletmelerde bilgi sistemleri ve teknolojilerinin kabul edilme seviyesini Maersk Line ve International Business Machines (IBM) tarafından tedarik zinciri işletmeleri ve paydaşlar arasında bilgi paylaşımı amacıyla oluşturulmuş olan "Open Platform" örneğinde incelemişlerdir. Araştırma sonuçları tedarik zinciri işletmeleri arasında bilgi sistemlerinin kabulünün, sektörün özellikleri, paydaşların gücü, sistemin gizlilik düzeyi, hükümetin gücü ve işletmenin mülkiyet özellikleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Yorulmaz ve Karabulut (2021) yaptıkları çalışmada, akıllı gemilerin kullanımının deniz yolu ulaştırmasına etkilerini ekonomik faydalar ve deniz kazaları açısından gemi kaptanlarının görüşlerine başvurarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada akıllı gemilerin kullanımıyla işletme maliyetlerinin düşeceğini, çoğunluğu insan hatasından kaynaklanan deniz kazalarında azalma olacağını, karbon emisyonlarının düşeceğini, istihdamda azalma olacağını değerlendirmişlerdir.

Gözüyeşil (2021) yaptığı çalışmada, otonom ve insansız akıllı gemilerin seyir emniyeti ile ilgili sorumluluklarının, belirlenmiş olan mevcut kriterlere uyumlandırılması ile ilgili yaklaşımları incelemiştir. Gözüyeşil, "Denizde Çatışmayı Önleme Yönetmeliği" kapsamında gözcülerin yükümlülüklerinin uzaktan kontrol edilen akıllı gemilerde sensörler, akıllı sistemler ve yapay zekâ uygulamalarına verilip verilemeyeceğini değerlendirmiştir.

Tijan vd (2021) yaptıkları çalışmada, deniz taşımacılığı sektöründe dijital dönüşümün itici güçleri, başarı faktörleri ve engellerini inceleyerek, yenilikçi

teknolojilerin geliştirilmesinin deniz taşımacılığı sektöründe dijital dönüşümü teşvik ettiğini değerlendirmişler, deniz ulaştırması sektöründe dijital dönüşümün işletmeyi nasıl etkileyebileceğine dair farkındalık eksikliği ve paydaşlar arasında standart ve iş birliği eksikliği gibi etmenlerin dijital dönüşümü yavaşlatan engeller olduğu tespitinde bulunmuşlardır.

Bolat ve Koşaner (2021), insansız gemilerin durumunu deniz hukukuna göre ele almışlar, bu gemilerin otonomi düzeylerini belirlemişler, ulusal ve uluslararası mevzuata göre nasıl tanımlanabileceklerini ele almışlardır.

Doğru ve Yorulmaz (2021) yaptıkları çalışmayla deniz yolu ulaştırmasında gemilerin geçirdiği teknolojik dönüşümü ele almış, gemilerin dijitalleşmesinin önemini ve deniz yolu ulaştırmasına etkilerini incelemişlerdir.

Yaptıkları çalışmada gemilerin teknolojik dönüşümünü inceleyen Xu vd (2022), dijitalleşmeyle birlikte yapay zekânın kullanıldığı akıllı otonom sistemlerin seyir emniyeti, can ve mal güvenliğine etkileri ile sağladıkları ekonomik ve sosyal kazanımları ortaya koymuşlardır.

Ben Farah vd (2022) tarafından yapılan çalışmada, denizcilik sektöründe siber tehditler, gerçekleşmiş olan siber saldırılar ve gelişen teknoloji ile siber tehditlere maruz kalacak denizcilik altyapısı incelenmiştir. Çalışmada, IoT ve büyük veri gibi yeni teknolojilerin artan entegrasyon seviyeleriyle oluşan güvenlik açıklarının siber saldırıların çoğalmasına sebep olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca öncelikli olarak otonom gemiler için dijital hizmetlerin bir plan dahilinde standart bir yapıya kavuşturulması, siber saldırıları engelleyebilecek bir güvenlik standardının geliştirilmesi önerilmiştir.

Kurt ve Aymelek (2022) yaptıkları çalışmada, otonom gemilerin operasyonel ve ekonomik avantajlarını, bu gemilerin liman operasyonlarına adaptasyonunu incelemişlerdir. Kuru dökme yük, konteyner, Ro-Ro, tanker ve LNG taşıyıcı olarak belirledikleri gemi tiplerine göre, gemilerin otonom sistemlere uygunluğunu

değerlendirmişler; konteyner gemilerinin otonom sistemlere en uygun gemi tipi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Nordahl vd (2022) tarafından yapılan çalışmada, anahtar performans göstergelerini kullanarak kısa mesafeli taşımacılık yapacak olan otonom gemilerin fayda-maliyet analizi yapılarak rekabet gücü değerlendirilmiştir. Çalışmada anahtar performans göstergeleri olarak güvenilirlik, esneklik ve taşıma maliyeti kullanılmış, bu göstergelerin uygulandığı finansal modeller üzerinden yapılan analizlerden birine göre, %100 kapasiteyle konteyner taşıyan bir otonom gemi söz konusu olduğunda taşımacılık modunun karadan denize kayacağı sonucuna varılmıştır.

Razmjooei vd (2023) Web of Science (WOS) veri tabanını kullanarak yaptıkları bibliyometrik çalışmayla denizcilikte dijital dönüşüm konusunu Endüstri 4.0 teknolojileri yaklaşımıyla ele almışlardır. Çalışmalarında Denizcilik 4.0 ile ilgili akademik yayınları araştırarak, bu çalışmaların genel yaklaşımlarını incelemişler; gelecekte araştırılması gereken konuları denizcilikte dijital dönüşüm uygulamaları, yöntemler ve teknikler, yönetim, emniyet ve güvenlik, çevre olmak üzere beş temayla tanımlamışlardır.

Yorulmaz ve Baykan (2023) yaptıkları çalışmada, BIMCO (Baltic and International Maritime Council) tarafından belirlenmiş olan gemilerin performans faktörlerini ele almış, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL ve ANP yöntemlerini kullanarak bu faktörlerin önem seviyelerini, etkileşim derecelerini ve gemi türleri üzerindeki etki düzeylerini analiz etmişlerdir. Çalışmada BIMCO'nun belirlemiş olduğu performans göstergelerine “bilgi yönetimi ve dijitalleşme performansını” ekleyerek, gemilerin performans değerlendirme faktörlerini güncellemişlerdir. Böylece çalışmada uygulanan, gemilerin performans kriterleri, günümüz Gemi 4.0 dönüşümü koşullarını da kapsayan bir niteliğe kavuşmuştur.

Acarer (2023) yaptığı çalışmada, Gemi Yönetimi 4.0 kapsamında insansız gemilerin yönetim modelini incelemiştir. Günümüzde Inmarsat uyduları üzerinden kontrol merkezlerine uzak mesafelerden gemilerin mevki, rota, sürat bilgilerini

aktarmakta kullanılan “Long Range Identification and Tracking of Ships–LRIT” sisteminin otonom gemilerin uzaktan kontrolü için geliştirilebilecek alt yapıya sahip olduğunu, IMO tarafından koordine edilen çalışmalarla bu amaçla kullanılacak sistemlerin belirlenerek otonom gemi yönetim bilişim sistemleri alt yapısının kurulmasının ve gerekli düzenlemelerin yapılmasının önemini vurgulamıştır.

Yılmaz ve Albayrak (2023) yaptıkları çalışmada, denizde siber güvenlik konusunu gemi ve liman altyapısı bileşenleri ve maruz kalabilecekleri siber tehditleri belirleyerek incelemişler, denizcilik sektörünü hedef almış olan siber saldırıların diğer sektörlere göre daha az sayıda olmasına rağmen, dünya ticaretini etkileme potansiyeline sahip olduğunu yaşanmış örnek olaylarla vurgulamışlardır. Çalışmada otonom gemilerin kullanımında siber risklerin artacağını öngörmüşler ve denizcilikte siber güvenliğin artırılmasına yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

Dantas ve Theotokatos (2023) yaptıkları çalışmada, otonom gemilere geçiş kararlarını desteklemek üzere kısa mesafe taşımacılık yapan gemileri gerekli sermaye, işletme maliyetleri, ekonomik, çevresel etki, yatırımlar çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Norveç kıyılarında kısa mesafe deniz taşımacılığı yapan bir geminin, otonom seyir sistemleriyle dönüştürülmesi ve yeni nesil mürettebatsız gemi tasarımları örnekleri özelinde yapılan çalışmayla elde edilen sonuçlar, dönüştürülen otonom geminin ömür boyu mevcut değeri %1-12 arttığını, karbon emisyonlarının %4 oranında azaldığını, yeni nesil otonom gemi tasarımının ise ömür boyu mevcut değerinin %3-4 oranında arttığını ve karbon emisyonlarının %4-7 oranında azalmaya yol açtığını ortaya koymuştur.

Yorulmaz ve Derici (2023) yaptıkları çalışmada, gemilerin dijital dönüşümünü Endüstri 4.0 gelişmeleri çerçevesinde değerlendirerek, Gemi 4.0’ı kavramsal olarak tanımlamışlardır. Ayrıca yönetici pozisyonunda çalışan gemi insanların görüşlerine başvurarak Gemi 4.0’ın deniz yolu ulaştırması sektörüne etkilerinin neler olabileceğini araştırmışlar; Gemi 4.0 ile işletme maliyetlerinin düşeceği, çalışma koşullarının değişeceği, insan kaynaklı deniz kazalarının ve bu kazalarda can kaybının azalacağı, çevreci enerjilerin kullanımı sayesinde çevreye olumlu etkilerinin olacağı değerlendirmesinde bulunmuşlardır.

Batista Santos ve Santos (2024) yaptıkları çalışmada, AB politikaları gereği taşımacılığın kara yolundan deniz yoluna doğru kaymasında karşılaşılan zorluklar, dijitalleşme ve otonom seyir konularını incelemişlerdir. Tamamen otonom gemilerden, mürettebatlı bir gemiye yardımcı olan otomasyondan, otomatik vinçler ve otomatik demirleme de dâhil olmak üzere diğer elleçleme ekipmanlarıyla otomatik liman operasyonundan oluşan otonom teknolojilerin, kısa mesafe deniz taşımacılığının rekabetçi yönünü güçlendireceğini belirtmişler; bu taşımacılık modelinin önündeki en büyük engellerin maliyetler ve düzenleyici engeller olduğunu ifade etmişlerdir.

Santos ve Santos (2024) yaptıkları çalışmada, kısa mesafe deniz taşımacılığının dünya genelinde karşı karşıya olduğu zorlukları, AB politikaları çerçevesinde kara taşımacılığında kısa mesafe deniz taşımacılığına modal kaymanın zorluklarını, kısa mesafe deniz taşımacılığının güçlü ve zayıf yönlerini araştırmışlardır. Çalışmada otonom seyir teknolojilerinin kısa mesafe deniz taşımacılığına etkileri ve bu taşımacılık modelinde uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca kısa mesafe deniz taşımacılığında geleneksel gemiler ile otonom gemilerin kullanımının finansal değerlendirmesini yapmak için, kısa mesafe yük taşıyan küçük otonom bir konteyner gemisi örneği üzerinde bir değerlendirme yapılarak; bu otonom geminin düşük yakıt tüketimiyle karbon emisyonlarını azalttığı, işletme maliyetlerini düşürdüğü sonucuna varmışlardır. Ayrıca otonom teknolojilerin, kısa mesafe deniz taşımacılığının rekabetçi yönünü güçlendireceğini; bu taşımacılık modelinin önündeki engellerin maliyetler ve düzenleyici engeller olduğunu ifade etmişlerdir.

2.2. GEMİ 4.0 BAŞARI FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİNDE REFERANS ALINAN ÇALIŞMALAR

Endüstri 4.0 evresini deniz yolu ulaştırmasında gemilerin gelişimi açısından tanımlayan Gemi 4.0, literatürde Yorulmaz ve Derici (2023)'nin yaptıkları çalışma ile kavramsallaştırılmış; Gemi 4.0'ın uygulanmasında belirlenen başarı faktörleri, Endüstri 4.0'ı konu alan çalışmalar ve bu çalışmalarda ortaya konan öneriler referans alınarak belirlenmiş ve bu çalışmalara yer verilmiştir.

Ang vd (1995) yaptıkları çalışmada, Singapur'da faaliyet gösteren şirketlerin üretim faaliyetlerinde, üretim kaynak planlamasını (Manufacturing Resource Planning-MRP) uygulamasında devlet yardımı ve kritik başarı faktörlerini incelemiştir. Çalışmada üretim kaynak planlamasının başarısı için kritik başarı faktörlerini “Üst yönetim desteği”, “Net amaç ve hedefler”, “Bölümler arası iş birliği” “Bölümler arası iletişim”, “Uygulamanın görünürlüğü”, “Personel eğitimi ve öğretimi”, “Personel motivasyonu ve bağlılığı”, “Personelin uygulamadan önceki MİP bilgi düzeyi”, “MRP hakkında satıcı bilgisi”, “Satıcı Desteği”, “Donanım/yazılım uygunluğu”, “Veri doğruluğu ve bütünlüğü”, “BT'de şirket uzmanlığı” olarak belirlemiştir. Araştırmada “Veri doğruluğu ve bütünlüğü” faktörünün en fazla ağırlığa sahip faktör olduğu tespit edilmiştir.

Chesbrough (2007) çalışmasında, değer yaratan yenilikçi uygulanabilir iş modellerini destekleyen işletme stratejilerinin parametrelerini tanımlamıştır. Çalışmada, bu parametreler değer yaratma, amaçlar doğrultusunda hedef pazarı belirleme, hammadde tedarikinden nihai müşteriye kadar değer zincirinin tanımlanması, gelir mekanizmalarının ve kâr potansiyelinin belirlenmesi, işletmenin paydaşları, rakipleri ile ekosistemdeki konumunun tanımlanması, rekabet stratejisinin formüle edilmesi olarak tanımlanmıştır.

Kıngır ve Mesci (2007) tarafından yapılan çalışmada, işletmelerde sürekli öğrenmenin önemi vurgulanmış, kendiliğinden öğrenme yeteneğinin gelişmesi için liderin yönlendirici olması, liderin işletmeler için dijitalleşmeyi kurum kültürü haline getiren stratejileri ortaya koyarak örgütsel dönüşüme katkısı olması gerektiği ifade edilmiştir.

Kagermann vd (2013) tarafından, Almanya'da Endüstri 4.0 çalışma grubu adına hazırlanan raporda, Endüstri 4.0 stratejik girişiminin uygulanmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur. Bu raporda Endüstri 4.0'ın başarılı olabilmesi için araştırma ve geliştirmeye yoğun çaba harcanması, üretim sistemlerinin işletmeler arası üretim ve lojistik gibi süreçleri değer ağları ile bütünleştiren yatay entegrasyon ve işletme içindeki iş süreçlerini bütünleştiren dikey entegrasyonunun sağlanması,

yatay ve dikey entegrasyon süreçlerini iyileştiren baştan sona mühendislik yaklaşımı ile çalışanların değişen iş modellerine göre yeterliliklerini geliştirecek, yaşam boyu öğrenmeyi sağlayacak eğitim stratejilerinin geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Catlin vd (2015) tarafından yapılan çalışmada, işletmelerin dijital dönüşümünün gerçekleştirilmesi için gerekli olan stratejiyi hayata geçirebilecek bir organizasyon ile örgüt kültürünün ve dijital yaklaşımlarla iş modellerinin geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Erol vd (2016) yaptıkları çalışmada, işletmelerin Endüstri 4.0 süreçlerine adapte olabilmesi için örgütsel yapının şekillendirilmesinde stratejik vizyonu belirleme ve kurumsal stratejik planlama faktörünü açıklayan üç aşamalı bir dönüşüm planı önermişlerdir. Bu planı, “vizyon belirleme” olarak tanımlanan ilk aşamada işletmenin özelliklerine uygun bir Endüstri 4.0 vizyonu belirlenmesi; “etkinleştirme” olarak tanımlanan ikinci aşamada işletmelerin temel stratejilerinin uygulanabilir yöntemlere dönüştürülmesi, üçüncü aşama olan “yasallaştırma”, stratejilerin somut projelere dönüştürülerek proje hedeflerinin, ekiplerin ve temel hedeflerin tanımlanması olarak açıklamışlardır.

Oesterreich ve Teuteberg (2016) yaptıkları çalışmada, Endüstri 4.0 ile ilgili teknolojilerin benimsenmesinin politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve yasal sonuçlarına işaret ederek en son teknolojiyi ve uygulama durumunu araştırmıştır.

Rojko (2017) yaptığı çalışmada, Endüstri 4.0 kavramını, hedeflerini, yapı taşlarını, itici güçlerini, kolaylıklarını ve sınırlılıklarını değerlendirmiştir. Rojko çalışmasında, Endüstri 4.0’ın akıllı fabrika, akıllı operasyon, akıllı ürünler, veriye dayalı hizmetler, insan kaynakları olmak üzere altı boyutundan bahsetmiştir.

Koçak ve Diyadin (2018) yaptıkları çalışmada literatürde yer alan Endüstri 4.0 başarı faktörlerini belirleyerek, bu faktörleri bir tekstil firması yöneticilerinin yaptığı değerlendirme verilerini DEMATEL yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmada başarı faktörleri; “stratejik vizyon”, “örgütsel yapı”, “değer zincirinde yatay entegrasyon”,

“dikey entegrasyon”, “bilgi sistem teknoloji alt yapısı”, “akıllı fabrikalar”, “büyük veri yönetimi”, “nitelikli iş gücü yapısı”, “güvenlik” olarak belirlenmiştir.

Yüksel ve Genç (2018)’in Endüstri 4.0 ve liderlik arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, liderin misyonunu, Endüstri 4.0 gereklerine göre işletmenin değişim sürecini yönetmek, çalışanları işletmenin ortak amaçlarına yönlendirmek olarak tanımlamışlar, Endüstri 4.0’ın hızlı ve karmaşık ortamında demokratik, katılımcı, iş birliği ve vizyoner liderlik yaklaşımının önemini vurgulamışlardır.

Vogelsang vd (2018) yaptıkları çalışmada, üretim işletmelerinde dijital dönüşümün gerçekleştirilmesinde başarı faktörlerini teknoloji, organizasyon ve çevre konuları çerçevesinde incelemişlerdir. Dijital dönüşüm için işletme katmanlarının ve paydaşlarla iş birliğinin yanında bu dönüşümü destekleyen bir kurum kültürünün önemini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmada, dijital dönüşümün getirdiği dinamik çalışma koşullarında, çalışanların fikirlerini ortaya koyabilecekleri çalışma gruplarının, büyük veriden yararlanma gibi yeni teknolojik yeteneklerin söz konusu olması, üst yönetimden itibaren tüm çalışanların adaptasyonu için eğitimin önemi vurgulanmıştır.

Zarzuelo vd (2020) tarafından yapılan çalışmada, denizcilik sektöründe limanların Endüstri 4.0 uygulamalarına entegrasyonunu ve bu konuda literatürde yer alan çalışmaları incelemişler; Endüstri 4.0 entegrasyonunda denizcilik sektörünün karşılaşacağı zorlukları değerlendirmişlerdir. Çalışmada bu zorlukları “siber güvenlik” ve “paydaşların birleşik bir veri tabanında entegrasyonu” olarak tanımlayarak incelemişlerdir.

Yorulmaz (2022) yaptığı çalışmada, gemi kaptanlarının liderlik yaklaşımları ile gemi insanların iş tatmini ve iş performansı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Yukl (2002)’un tanımladığı liderlik yaklaşımları olan “değişim odaklı yaklaşım”, “görev odaklı yaklaşım” ve “ilişki odaklı yaklaşım” modelleri incelenmiştir. Yorulmaz, bu çalışmada gemi kaptanlarının değişim ve ilişki odaklı liderlik yaklaşımının gemi insanların iş tatminini olumlu yönde etkilediği sonucunu

ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre gemi insanların iş tatminini artıran liderlik yaklaşımlarının “değişim odaklı yaklaşım” ve “ilişki odaklı yaklaşım” modelleri olduğundan hareketle, bu liderlik yaklaşımlarının Gemi 4.0 dönüşümünde başarı faktörlerinden biri olan kurumsal dijital dönüşüm kültürünün oluşmasında çalışanların belirlenen işletme hedeflerine katkıda bulunmaya istekli olarak, bir takım ruhuyla hareket etmesi yönünde motive edici liderlik yaklaşımları olacağı değerlendirilmiştir.

2.3. BULANIK AHP VE BULANIK VIKOR YÖNTEMLERİNİ KULLANAN ÇALIŞMALAR

Kaya ve Kahraman (2010) yaptıkları çalışmada, Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak İstanbul için en iyi yenilenebilir enerji alternatifini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, rüzgâr enerjisinin en uygun yenilenebilir enerji seçeneği olduğu ve İstanbul'da rüzgâr türbini kurmak için alternatifler arasında en uygun yerin Çatalca ilçesi olduğu tespit edilmiştir.

Ardekani vd (2013) yaptıkları çalışmada, kiremit ve seramik endüstrisi örneğinde kapsamlı bir performans değerlendirmesi yapmışlardır. BAHP yöntemini kullanarak performans kriterlerini ağırlıklarına göre sıralamışlardır. Buna göre kriterler finansal endeks, müşteri endeksi, büyüme ve öğrenme ile iç süreçler olarak sıralanmıştır. Daha sonra belirlenmiş olan şirket alternatiflerini performans kriterlerine göre BVIKOR yöntemiyle sıralamışlardır.

Peker vd (2016) yaptıkları çalışmada, “teknolojik yenilik” kriterlerinin önem düzeylerini BAHP yöntemi ile belirlemiş, bu kriterlerin firma alternatifleri üzerindeki etkilerini BVIKOR ile belirleyerek alternatifleri sıralamışlardır.

Soner vd (2017) yaptıkları çalışmada, dökme yük gemilerinde su girişini önleyecek, yükü dış etmenlerden koruyacak uygun ambar kapağı tasarım tipinin belirlenmesinde AHP ve VIKOR yöntemlerini aralıklı tip-2 bulanık (IT2F) ortam altında kullanmışlardır.

Gül vd (2017) yaptıkları çalışmada, ham petrol tankeri örneğinde balast tankı bakım operasyonunda risk faktörlerini belirledikten sonra BAHP ve BVIKOR yöntemlerini kullanarak risk analizi yapmışlardır. Çalışmada BAHP yöntemi kullanılarak risk faktörlerinin ağırlıkları belirlenmiş, BVIKOR yöntemi ile de risk faktörlerinin risk alternatifleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Awasthi vd (2018) yaptıkları çalışmanın ilk aşamasında, sürdürülebilir küresel tedarikçi seçimi için kriter ağırlıkları oluşturmak için bulanık AHP yöntemini kullanmışlar; ikinci aşamada, tedarikçi performanslarını değerlendirme kriterlerine göre derecelendirmek için bulanık VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda “ekonomik kriterler” faktörünün en büyük ağırlığı, “küresel risk” faktörünün en az ağırlığı gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Khorrām (2020) yaptığı çalışmada, konteyner terminallerinin resmi güvenlik değerlendirmesine dayalı olan ve tüm tehditlere karşı etkili olabilecek bir liman risk yönetimi metodolojisi geliştirmiştir. Çalışmada risk faktörlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP yöntemi, terminal güvenliği ile ilgili olarak belirlenmiş olan potansiyel başarısızlık modlarının sıralanmasında BVIKOR yöntemi kullanılmıştır.

Demirel vd (2020) tarafından yapılan çalışmada, gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin önlenmesinde IMO'nun düzenlemeleri ve Avrupa Birliği'nin tavsiyeleri ile ortaya konan kriterler incelenerek, BAHP-VIKOR hibrit yaklaşımıyla kriter öncelikleri belirlenmiş, gemilerin karaya yaklaşma sularında bu kriterlerin etki düzeyleri değerlendirilmiştir. Çalışmada gemilerden kaynaklanan karbon emisyonlarının önlenmesinde en etkili stratejinin gemilerde ağır fuel-oil kullanımının yasaklanması olduğu sonucuna varılmıştır.

Wang vd (2021) yaptıkları çalışmada, Vietnam'daki lojistik hizmet sektörü işletmelerinin en verimli lojistik sağlayıcıları belirlemesi amacıyla ekonomik, hizmet seviyesi, çevresel, sosyal ve risk yönleriyle ilgili kriterleri BAHP ile analiz ederek kriter ağırlıklarını ortaya koymuşlardır. Kriterlere göre lojistik sağlayıcı işletme alternatiflerini BVIKOR yöntemiyle sıralayarak en verimli işletmeyi belirlemişlerdir.

Mollaoğlu vd (2022) tarafından yapılan çalışmada, Endüstri 4.0 gelişmeleri çerçevesinde denizcilik sektöründe belirlenmiş olan etki faktörlerinin önceliklerini ortaya koymak için Bulanık AHP yöntemi kullanılmış; daha sonra, denizcilik sektörünün hangi bileşenlerinin Endüstri 4.0 dönüşümüne öncelikle uyum sağlaması gerektiğini ortaya çıkarmak için Bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak alternatifler önceliklendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda "Veri Gizliliği" ve "Siber Güvenlik" kriterlerinin Endüstri 4.0 dönüşümünde en yüksek önem seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Gergin (2023) yaptığı çalışmada, farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerin tedarik zincirlerinin dijitalleşmeye uygunluğunu belirlemek amacıyla BAHP, BVIKOR ve BTOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Kriter ağırlıklarının BAHP yöntemiyle belirlenerek alternatiflerin önce BVIKOR, sonra BTOPSIS ile belirlendiği çalışmada BVIKOR sonuçlarına göre sağlık sektörünün, BTOPSIS sonuçlarına göre ise imalat sektörünün tedarik zincirlerinin dijitalleşmeye en uygun sektörler olduğu ortaya konmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

Saaty (1980) tarafından geliştirilen AHP analiz yönteminde, seçim kriterlerinin ağırlıkları kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılmasıyla belirlenmektedir. Karar verme problemlerinde, karar vericilerin karşılaştırmaları yaparken verdikleri nicel kararlar, aynı konuyla ilgili sübjektif nitel değerlendirmelerini karşılamada yetersiz kalabilmektedir. Bunda dilsel ifadelerin kesinlik ifade eden sayılara aktarılmasının zorluğunun yanında, ana kriterler ile birlikte, belirlenmiş olan alt kriterlerin fazlaca olması da etkili olabilmektedir. Bu durumda karar vericilerin kriterler için kesin değerler vermesinin zorluğundan dolayı, Gemi 4.0'ın başarısını etkileyen faktörlere ilişkin değerlendirme verilerini oluşturan tercihlerdeki belirsizliği modellemek için bulanık mantık uygulanmıştır. Böylece hem klâsik AHP hem de klâsik VIKOR analizleri bulanık ortamda gerçekleştirilmektedir.

3.1. BULANIK MANTIK

İlk olarak 1965 yılında Prof. Dr. Zadeh tarafından ortaya konmuş olan Bulanık mantık, sübjektif yorumları sayısal verilere dönüştürürken ara değerleri uygulayarak araştırmacılara daha sağlıklı bir analiz ortaya koyma imkânı vermektedir (Pirim, 2006: s. 88). Klâsik analiz yöntemleri, anlamı kesin olmayan sübjektif önermelerin göreceli özellikler taşıyan anlamsal karşılıklarını sayısal olarak temsil eden bir sistem içermezler. Bulanık mantık, kriterlerin birbirlerine nazaran tercih edilme düzeylerini 0 ve 1 değerlerindeki “yanlış” ya da “doğru” gibi kesin olma durumunun ötesinde ara değerlerle derecelendirerek, sübjektif derecelendirmelerdeki göreceliliği nicel olarak tanımlamada daha başarılı olmaktadır (Zadeh, 1988: s. 84). Bulanık mantık ile önermelerin taşıdığı anlam yükünün derecesini ifade etmede yetersiz kalan dilsel ifadelerle karşılık gelen sayısal derecelendirmeyi yaparak doğru bir analiz yapmak mümkündür.

3.2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (BAHP)

Karar verme problemlerinin çözümünde uzmanlar, seçenekler arasından seçim yaparken bir dizi alternatifle karşı karşıya kalırlar. Tek bir kritere göre en uygun alternatifi belirlemeyi amaçlayan uzmanların karar verme problemini çözmeleri kolay olmakla birlikte; birden fazla kriter söz konusu olduğunda karar verme problemi zorlaşmaktadır. Bu kriterler genellikle eşit öneme sahip değildir ve alternatifler çok çeşitli performansa sahiptir. Doğru alternatifi belirlemede sıklıkla kullanılan analiz yöntemlerinden biri de “Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)”dir. Saaty tarafından 1980 yılında ortaya konan AHP ile kriter ağırlıkları ve alternatif öncelikleri kolaylıkla belirlenebilmektedir (Liu vd 2020: s. 1). AHP, çeşitli kriterlerden oluşan problemde yapısal bir hiyerarşi ile karar vermeye yardımcı olan bir yöntemdir. Bununla birlikte AHP, insan mantığındaki belirsizliği yansıtamamaktan kaynaklanan yanlışlıklar nedeniyle de eleştirilmektedir. Bu nedenle, bulanık mantık, bu tür belirsizlikleri azaltmak için AHP ile entegre edilmiştir. BAHP, niteliklerin önceliklerini ölçmek için kullanılan popüler bir, çok kriterli karar verme yöntemi olan klâsik AHP’ye bulanık mantıkla yaklaşım metodu olup, klâsik AHP metodunun, karar vericilerin subjektif değerlendirmelerinin net olmadığı ve kesin olmayan yargılarının doğru bir model oluşturmada yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilir (Çevik Aka, 2022: s. 39). Bulanık yöntemlerde insan düşüncesindeki belirsizlikleri ifade etmek için kesin sayılar yerine bulanık üçgen sayılar kullanılır.

Tablo 2: Sözel Anlamlar ve Bulanık Sayılar İle Değerlendirme Tablosu

Sayılar	Sözel Anlam	Bulanık Üçgensel Sayılar	Zıt Karşılıklar
1	Eşit Önem	(1, 1, 1)	(1,1,1)
3	Orta Derece Önem	(1, 3, 5)	(1/5,1/3,1)
5	Güçlü Önem	(3, 5, 7)	(1/7,1/5,1/3)
7	Çok Güçlü Önem	(5, 7, 9)	(1/9,1/7,1/5)
9	Aşırı Önem	(7, 9, 9)	(1/9,1/9,1/7)

Kaynak: (Chang, 1996: s. 650; Kaptanoğlu ve Özok, 2006: s. 201)

Uygulanan anket ile karar vericilerin, sözel anlamların karşılığı olan sayılarla yaptıkları değerlendirmelerin BAHP ile analizinde kullanılan bulanık üçgensel sayılar ve zıt karşılıkları Tablo 2’de görülmektedir.

Tezde, 12 kişiden oluşan karar verici grubun bulanıklaştırılmış değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınmıştır. Geometrik ortalama yöntemi, karar verici grubu oluşturan bireylerin her bir ikili karşılaştırma tercih değerinin çarpılarak grup sayısı kadar üslü kökünün alınmasıyla uygulanır (Liberatore ve Nydick, 1997: s. 604). Geometrik ortalama, ortak karar almada konsensüs sağlamamış olan karar vericilerin birbirinden farklı yönlerdeki kararlarının birleştirilerek grubun ortak kararının ortaya konmasını sağlamaktadır (Saaty, 2008(a): s. 251-318). Bu bakımdan geometrik ortalama yöntemi, grup kararlarının ortalamasının alınmasında en uygun yöntemdir (Saaty ve Vargas, 2007: s. 919; Saaty, 2008(b): s. 95). Geometrik ortalama, bireysel yargıların tek bir grup yargısı olarak birleştirilmesini ve bu yargıların grup kararında karşılık bulmasını sağlar.

BAHP, karmaşık kararların söz konusu olduğu, kararlar üzerinde etkisi olan birden fazla hedefin ve birden fazla kriterin bulunduğu çok kriterli karar verme problemlerini analiz etmek için yapılandırılmış bir tekniktir (Tseng ve Cullinane, 2018: s. 428). Bu nedenle, bu çalışmanın ilk analiz safhasında BAHP uygun bir analiz yöntemi olarak kabul edilmektedir. Karar verme sürecinde öncelikle problemin belirlenerek, tanımı yapıldıktan sonra, karar vericilerce ikili karşılaştırmaların yapılmasıyla ortaya çıkan anket verilerinin analizinde uygulanan BAHP'nin işlem adımları aşağıda açıklanmıştır (Chang, 1996: ss. 651-654).

Aşama 1: Karar vericilerin bulanık sayılarla yaptıkları ikili karşılaştırmaların ölçeğinin belirlenmesinde üçgensel bulanık sayılar kullanılmaktadır. Üçgensel bulanık sayıların kullanımı ve S_i sentetik kapsam değerinin belirlenmesi aşağıda belirtildiği gibi yapılmaktadır.

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

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{gi} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{gi} \right] (2)$$

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

Bundan sonra bulanık mantıkla üçgensel sayıların toplama işlemi yapılarak vektörün tersi bulunur.

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

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

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right] = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (5)$$

Aşama 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'in gerçekleşip gerçekleşmediği belirlenir. Bu işlem, $V(M_2 \geq M_1) = \sup \min(M_1(x), M_2(y))$ ya da

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2} \quad (d = \begin{cases} 1, \text{ eğer } m_2 \geq m_1, \\ 0, \text{ eğer } l_1 \geq u_2, \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \text{ olmazsa,} \end{cases}) \quad (6)$$

formülasyonu ile yapılabilmektedir.

Aşama 3: $V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k)$

$$= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \quad (7)$$

$$= \min V(M \geq M_i), \quad i=1, 2, \dots, k$$

$$d^*(A_i) = \min V(S_i \geq S_k), \quad (8)$$

$$W' = (d^*(A_1), d^*(A_2), \dots, d^*(A_n))T \quad (9)$$

$$W = (d(A_1), (A_2), \dots, d(A_n))T \quad (10)$$

Aşama 4: Elde edilen sonuç matrisin tutarlılığı ölçülür. Bunun için;

$$M = \frac{l+4m+u}{6} \quad (11)$$

formülüyle durulaştırıldıktan sonra,

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ formülüyle tutarlılık ölçümü yapılmaktadır.} \quad (12)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (13)$$

Formül 13’de “CI” tutarlılık indeksi, " λ_{max} " özdeğerler ortalaması, “n” kriter sayısıdır.

Tablo 3: Rassal İndeks Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

Kaynak: (Saaty, 1991: s. 7)

Tablo 3’de tutarlılık ölçümünde kullanılan, “n” kriter sayısına göre “RI” Rassal İndeks değerleri gösterilmiştir

3.3. BULANIK VIKOR

VIKOR yöntemi, karmaşık problemlerin çözümünde uygun olan çözüme en yakın seçeneği belirleyerek, muhtemel uzlaşma çözümlerinin sıralamasını ve ilk ağırlıklarla elde edilen ağırlık stabilite aralıklarını belirler. Bu yöntem, alternatiflerin en iyi başarımlarına uzaklıklarını ve bu uzaklıkların nispi değerlerini ölçmektedir (Yıldız ve Deveci, 2019: s. 428). Oransal uzaklıkları ölçerek ideal çözüme ulaşması, VIKOR’u benzer bir yöntem olan TOPSIS’den farklı kılan bir özelliktir.

Bulanık VIKOR yöntemi, çakışan ve ölçülemeyen kriterlere sahip bulanık çok kriterli problemi çözmek için geliştirilmiştir. Bu yöntem, hem kriterlerin hem de ağırlıkların bulanık kümeler olabileceği bir ortamda var olan sorunu çözmektedir. Üçgensel bulanık sayılar kesin olmayan sayısal büyüklükleri tanımlamak için kullanılır.

Tablo 4: Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Bulanık Sayılar

Dilsel İfade	Sayısal İfade	Bulanık Karşılık
Çok Kötü	1	(0, 0, 1)
Kötü	2	(0, 1, 3)
Orta Kötü	3,4	(1, 3, 5)
Orta	5,6	(3, 5, 7)
Orta İyi	7,8	(5, 7, 9)
İyi	9	(7, 9, 10)
Çok İyi	10	(9, 10, 10)

Kaynak: (Chen, 2000: s. 5)

Tablo 4’de BVIKOR analiz yönteminde kullanılmak üzere, karar vericilerin yargılarını ifade etmekte kullandıkları nitel ve nicel ifadeler ile bunların bulanık sayı karşılıkları gösterilmiştir.

Bulanık VIKOR, bir alternatifin ideal çözüme yakınlığını temsil eden bulanık değerlerin toplanmasına dayanmaktadır. Bu yöntemin uygulama aşamaları aşağıda belirtilmiştir (Obricovic, 2011: s. 12984):

Aşama 1: Bulanık sayılarla en uygun $\tilde{f}_i^* = (l_i^*, m_i^*, r_i^*)$ ve en kötü $\tilde{f}_i^\circ = (l_i^\circ, m_i^\circ, r_i^\circ)$ değerleri belirlenir ($i = 1, 2, \dots, n$).

$$\tilde{f}_i^* = \max_j \tilde{f}_{ij}, \tilde{f}_i^\circ = \min_j \tilde{f}_{ij}, i \in I^b;$$

$$\tilde{f}_i^* = \min_j \tilde{f}_{ij}, \tilde{f}_i^\circ = \max_j \tilde{f}_{ij}, i \in I^c$$

Aşama 2: Normalleştirilmiş bulanık farklar $d_{ij}, j = 1, \dots, j, i = 1, \dots, n$ bulunur. Bu işlem;

$$d_{ij} = (\tilde{f}_i^* - \tilde{f}_{ij}) / (r_i^* - l_i^\circ), i \in I^b$$

$$d_{ij} = (\tilde{f}_{ij} - \tilde{f}_i^\circ) / (r_i^\circ - l_i^*), i \in I^c \quad (11)$$

formülasyonu ile yapılır.

Aşama 3: $\tilde{S}_j = (S_j^l, S_j^m, S_j^r)$ ve $\tilde{R}_j = (R_j^l, R_j^m, R_j^r), j = 1, 2, \dots, j$ değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$\tilde{S}_j = \sum_{i=1}^n (\tilde{w}_i \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (12)$$

$$\tilde{R}_j = \underset{i}{MAX} (\tilde{w}_i \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (13)$$

Aşama 4: $\tilde{Q}_j = (Q_j^l, Q_j^m, Q_j^r)$, $j = 1, 2, \dots, j$ değerlerinin hesaplanması için denklem 14 kullanılır.

$$\tilde{Q}_j = v \left(\tilde{S}_j - \tilde{S}^* \right) / (S^{or} - S^{*l}) + (1 - v) \left(\tilde{R}_j - \tilde{R}^* \right) / (R^{or} - R^{*l}) \quad (14)$$

Denklem 14'de yer alan “ v ” değeri en fazla grup faydasının ağırlığını, “ $1 - v$ ” değeri karşıt görüştekilerin en düşük grup pişmanlığının ağırlığını temsil etmektedir.

Aşama 5: \tilde{Q}_l den yola çıkılarak Q_i elde edilir ve bulanık ortamdaki arındırılmış seçenekler dizilir.

$$BNP_i = \frac{[(u_i - l_i) + (m_i - l_i)]}{3} + l_i \quad (15)$$

Aşama 6: Minimum Q_i seviyesindeki en iyi seçenek ile ilgili olarak şu şartların gerçekleşip gerçekleşmediğine bakılır:

1) Razi olunan fayda şartı ile ilk sıradaki iyi alternatif ile ikinci sıradaki alternatif arasındaki farklılık tespit edilmeye çalışılır.

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \quad (16)$$

$DQ = 1/(1-m)$ olup, $m =$ seçenek sayısıdır. $m \leq 4$ ise $DQ = 0,25$ kabul edilir.

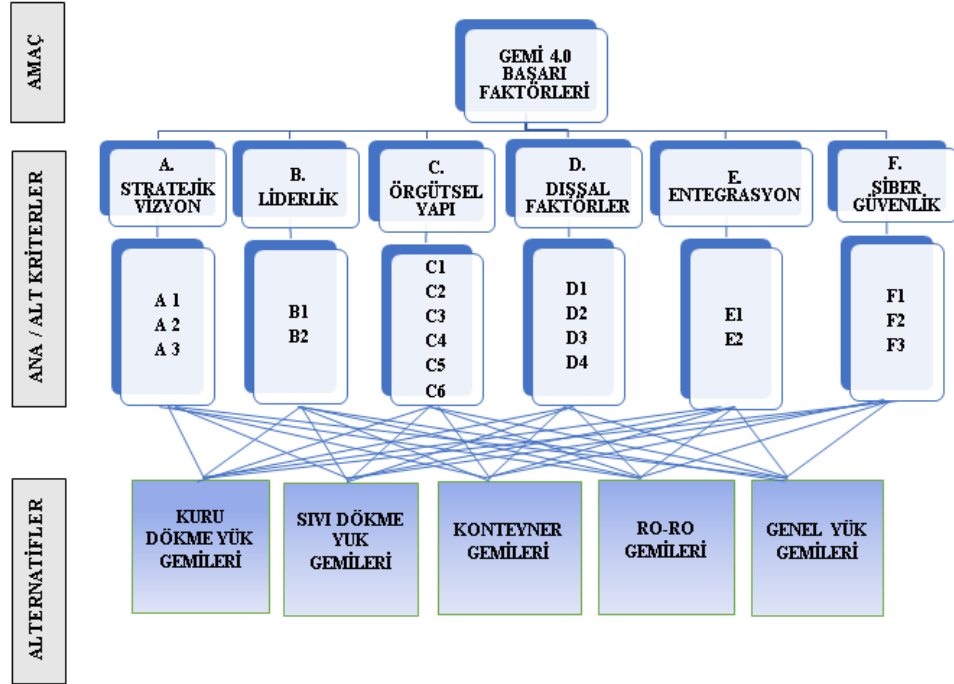
2) Razi olunan denge şartı ile kararın dengeli olup olmadığına bakılır.

Razi olunan fayda şartı gerçekleşmediyse ve $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$ ise en uygun alternatif (A^1) üstün değildir. Razi olunan denge şartı gerçekleşmediyse, kararda denge bulunamamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR

Bu tezde Gemi 4.0'ın başarısını etkileyen faktörler literatür taraması yapıldıktan sonra akademisyen (Uzakyol Kaptanı-Doç. Dr.), güverte enspektörü (Uzakyol Kaptanı-30 yıl tecrübe) ve gemi kaptanından (Uzakyol Kaptanı-20 yıl tecrübe) oluşan 3 kişilik uzman grubun görüşlerine başvurularak düzenlenmiştir. Bu yöntemle elde edilen faktörler 6 adet ana 20 adet alt kriterden oluşmuştur. Faktörlerin ağırlıklarını belirlemek amacıyla uygulanan ikili karşılaştırma anketi ile yönetici pozisyonunda çalışan gemi insanları ve akademisyenlerden oluşan 12 kişilik katılımcı grubun görüşlerine başvurulmuş; elde edilen veriler BAHF yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizin devamında, ağırlıkları belirlenmiş olan Gemi 4.0 başarı kriterlerinin etkili olduğu en uygun gemi tipi alternatifinin belirlenmesi ve gemi tiplerine göre önem derecelerinin tespit edilmesi amacıyla BVIKOR yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 5: Hiyerarşik Yapı

Gemi 4.0 başarı faktörlerinin ağırlıkları ve gemi tipi alternatifleri üzerindeki

etki düzeylerini belirlemek amacıyla oluşturulmuş olan hiyerarşik yapı Şekil 5’te gösterilmiştir. Analizin ilk safhasında hiyerarşik yapıda yer alan başarı faktörlerinin önem düzeyleri BAHP yöntemiyle belirlenmiş; ikinci safhasında Gemi 4.0’ın başarılmasında kriter ve alt kriterlerden oluşan faktörlerin etkili olduğu en uygun gemi tipi alternatifini belirleyerek alternatifleri bu bakışla sıralamak amacıyla BVIKOR yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle Gemi 4.0’ın başarılmasında en uygun gemi tipi belirlenmiş ve gemi tipi alternatiflerinin sıralaması yapılmıştır.

Tablo 5: Karar Vericilerin Demografik Özellikleri

Karar Vericiler	Ünvan	Çalıştığı Gemi Tipi	Denizcilik Tecrübesi	Öğrenim Durumu
Uzman 1	Kaptan, Doktor Öğretim Görevlisi	Kuru Dökme Yük, Konteyner	12 yıl	Lisansüstü-Doktora
Uzman 2	Baş Mühendis	Sıvı Dökme Yük	15 yıl	Lisans
Uzman 3	Baş Mühendis	Sıvı Dökme Yük	14 yıl	Lisans
Uzman 4	Baş Mühendis	Kuru Dökme Yük	12 yıl	Lisans
Uzman 5	Kaptan	Genel Kargo	15 yıl	Lisans
Uzman 6	Kaptan	Kuru Dökme Yük	14 yıl	Lisansüstü-Yüksek Lisans
Uzman 7	Kaptan	Genel Kargo, Konteyner	16 yıl	Lisans
Uzman 8	Başmühendis	Kuru Dökme Yük	25 yıl	Lisans
Uzman 9	Başmühendis	Kuru Dökme Yük	20 yıl	Lisans
Uzman 10	Başmühendis	Sıvı Dökme Yük	11 yıl	Lisans
Uzman 11	Kaptan, Öğretim Görevlisi	Ro-Ro	28 yıl	Lisansüstü-Yüksek Lisans
Uzman 12	Kaptan, Öğretim Görevlisi	Ro Ro, Konteyner	30 yıl	Lisansüstü-Yüksek Lisans

Tablo 5’de demografik özellikleri belirtilen karar verici grup, denizcilik sektöründe yönetici pozisyonunda çalışan gemi insanlarından ve denizcilik tecrübesine sahip olan akademisyenlerden (Uzman 1, Uzman 11, Uzman 12) oluşan 12 uzmandan meydana gelmektedir. Tezde araştırma konusuna ait veriler karar verici grubun kişisel deneyimleri ve bakış açılarına göre yaptıkları değerlendirmelerle elde edilmiştir.

4.1. GEMİ 4.0 BAŞARI FAKTÖRLERİ

Deniz yolu ulaştırması sektörünün Gemi 4.0’ı hayata geçirerek, denizcilik işletmelerinin sürekli gelişen küresel ticaretin taleplerine cevap verebilmesi, sektörün rekabetçi koşullarına uyum sağlayabilmesi için önemli olan başarı faktörleri, literatür araştırması yapılarak, Endüstri 4.0 yaklaşımıyla deniz yolu ulaştırmasının kendine

has dinamikleri gözetilerek ve akademisyen, güverte enspektörü, gemi kaptanından oluşan üç kişilik uzman grubun görüşlerine başvurularak belirlenmiştir.

Tablo 6: Gemi 4.0 Başarı Faktörleri

KRİTER KODU	KRİTERLER	ALT KRİTERLER	KAYNAK
A	Stratejik Vizyon	(A ₁) Hedefleri Belirleme	Erol vd 2016: s. 4
		(A ₂) İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	Catlin vd 2015: s. 4; Erol vd 2016: s. 4.
		(A ₃) Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	Chesbrough, 2007: s. 13; Erol vd 2016: s. 4
B	Liderlik	(B ₁) Liderin Örgütsel Dönüşüme Katkısı	Yazıcı, 2001: s. 191; Senge, 2002: s. 363; Kingır ve Mesci, 2007: s. 78.
		(B ₂) Liderin Motivasyon Etkisi Ve Takım Çalışması	Senge, 2002: s. 235; Yüksel & Genç, 2018: s. 341.
C	Örgütsel Yapı	(C ₁) Kurumsal Stratejik Planlama	Erol vd 2016: s. 4; Aka, 2022: s. 38
		(C ₂) Teknolojik Altyapı	Rojko, 2017: s. 86; Koçak ve Diyadin, 2018: s. 113; Ömürganülşen, vd 2019: s. 170; Bolatan ve Gözülü, 2019: s. 270
		(C ₃) İnsan Kaynağı Altyapısı	Ang, vd 1995: s. 69; Koçak ve Diyadin, 2018: s. 113; Ömürganülşen vd 2019: s. 170
		(C ₄) Finansman	Ömürganülşen vd 2019: s. 170; Aladağ, 2022: s. 979.
		(C ₅) Örgüt İçi Eğitim	Kagermann vd 2013: s. 6; Vogelsang vd 2018: s. 136
		(C ₆) Dijital Dönüşüm Kültürü	Martins ve Terblanche, 2003: s. 65; Carcary, vd 2016: s. 23; İstar, 2006: s. 96; Koçak ve Diyadin, 2018: s. 112.
D	Dışsal Faktörler	(D ₁) Devlet Desteği	Alatawi vd 2012: s.12; Ömürganülşen vd 2019: s. 170
		(D ₂) Paydaşların Desteği	Freeman vd 2010: s. 37; Parmar vd 2010: s. 4; Harrison vd 2010: s. 58; Kagermann vd 2013: s. 17; Zaruelo vd 2020: s. 3, Li vd 2023: s. 234.
		(D ₃) Rekabet Düzeyi	Bolatan ve Gözülü, 2019: s. 277
		(D ₄) Kamusal Eğitim	Öztemel, 2018: s. 27; Vogelsang vd., 2018: s. 136.

Tablo 6 Devamı: Gemi 4.0 Başarı Faktörleri

E	Entegrasyon	(E ₁) Dikey Entegrasyon	Kagermann vd 2013: s. 20; Wang vd 2016: s. 2; Oesterreich ve Teuteberg, 2016: s. 123; Erol vd 2016: s. 1; Alçın, 2016: s. 22.
		(E ₂) Yatay Entegrasyon	Kagermann vd 2013: s. 20; Wang vd., 2016: s. 2; Erol vd 2016: s. 2; Alçın, 2016: s. 22; Oesterreich ve Teuteberg, 2016: s. 123; Zarzuelo vd 2020: s. 12.
F	Siber Güvenlik	(F ₁) Veri Gizliliği	Seyrek, 2011: s. 707; Zarzuelo vd 2020: s. 11
		(F ₂) Veri ve Bilişim Güvenliği	Özsoylu, 2016: s. 56; Zarzuelo vd 2020: s. 11
		(F ₃) Entelektüel Varlığın Korunması	Erkal, 2007: s. 72; Zarzuelo vd 2020: s. 11

Tablo 6’da, belirlenmiş olan Gemi 4.0 başarı faktörleri ana ve alt kriterler ile bu kriterlerin belirlenmesinde yararlanılan kaynaklar gösterilmiştir.

4.1.1. Stratejik Vizyon

Gemi 4.0’ın başarılmasında kurumsal bir stratejik planlamanın yapılması için dijital dönüşüm stratejisini kapsayan bir stratejik vizyonun belirlenmesi bu uygulamanın ilk adımını oluşturur. Denizcilik işletmelerinin kurumsal uzun vadeli stratejik hedeflerinde Gemi 4.0 dönüşümünü gerçekleştirmek için belirledikleri “Stratejik Vizyon” ana kriterinin alt kriterleri olarak “Hedefleri Belirleme”, “İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme” ve “Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme” safhaları tespit edilmiştir (Catlin vd 2015: s. 4; Erol vd 2016: s. 4). Bu dönüşüm bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğinden, işletmelerin ve deniz yolu ulaştırmasının tüm paydaşlarının kurumsal stratejik vizyonlarında Gemi 4.0 dönüşümü hedeflerini belirleyerek işletme niteliklerine uygun yöntemlere yer vermeleri, bu dönüşümün yol haritasını ortaya koyacaktır.

4.1.1.1. Hedefleri Belirleme

Stratejik vizyonu geliştirmek amacıyla işletmenin orta, üst yönetimi ve paydaşlarının katılımıyla gelecekte karşılaşılabilecek sorunları aşmayı sağlayacak

uzun vadeli hedeflerin belirlenmesidir (Erol vd 2016: s.4). Hedefleri belirleme, stratejik vizyon belirlemede temel olan ilk aşamadır.

4.1.1.2. İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme

İşletmenin güçlü yönlerini ve geleceğe yönelik hedeflerini dikkate alan iş modellerini oluşturarak temel stratejilerini belirlemesidir (Catlin vd 2015: s. 4; Erol vd 2016, s.4;). Temel stratejiler işletmenin üst yönetimi tarafından, belirlenmiş olan hedefler doğrultusunda geliştirilmelidir. Bu stratejiler, istenen sonucu elde etmek için ne yapılması gerektiği sorusuna cevap verir.

4.1.1.3. Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme

Belirlenen temel stratejilerin yapılandırılarak Gemi 4.0 dönüşümüne uygun, uygulanabilir yöntemlerin belirlenmesidir (Catlin vd 2015: s. 4; Erol vd 2016: s. 4). Bu faktör, stratejik vizyonu tanımlayan temel stratejileri daha somut bir iş modeline dönüştürmeye ve başarılı bir şekilde uygulanmasına odaklanmıştır.

4.1.2. Liderlik

Gemi 4.0 dönüşümünde vizyoner yaklaşımı ile lider, işletmenin kurumsal stratejik vizyonunun belirlenmesi, işletmenin organizasyon yapısında gerekli olan dönüşümler ile teknolojik alt yapının planlanması, çalışanları ve paydaşları ortak hedefler için motive ederek paydaşların desteğinin sağlanması gibi önemli bir misyona sahiptir (Yüksel ve Genç, 2018: s. 341). Yapılan çalışmalar (Yücel ve Akgül, 2016; Yorulmaz, 2022) Yukl (2002)'un tanımladığı liderlik yaklaşımları olan “görev odaklı yaklaşım”, “değişim odaklı yaklaşım” ve “ilişki odaklı yaklaşım” modellerinden, organizasyonun yeniden yapılandırılması ve çalışanların katılımının sağlanması açısından “değişim odaklı yaklaşım” ve “ilişki odaklı yaklaşım” modellerinin önemini ortaya koymuştur.

4.1.2.1. Liderin Örgütsel Dönüşüme Katkısı

Liderin dijital dönüşüm için işletme yapısında gerekli dönüşüm adımlarını tasarlayarak, öğrenen bir örgüt yapısıyla dijital dönüşüm yaklaşımını sürekli hale getiren stratejileri ortaya koyması, Gemi 4.0 dönüşümüne önemli katkı sağlayacaktır (Yazıcı, 2001: s. 191; Kınır ve Mesci, 2007: s. 78). Lider yeni fikirleri ortaya koyarak tasarlayan, dizayn eden ve bilgilendiren bir yönetim modelini benimsemelidir (Senge, 2002: s. 363). Gemi 4.0, işletmelerin organizasyon yapısında, iş modellerinde, yatay ve dikey ilişkilerinde, sahip olunan teknolojilerde köklü değişimler gerektirdiğinden, bu süreci planlayarak örgütü dönüştürecek değişim odaklı liderlere ihtiyaç duyulmaktadır.

4.1.2.2. Liderin Motivasyon Etkisi Ve Takım Çalışması

İşletmede Gemi 4.0 dijital dönüşümünün gerçekleştirilmesi amacıyla belirlenmiş olan işletme stratejilerinin çalışanlar tarafından benimsenmesi için liderin kendi vizyonu ile çalışanların vizyonunu bütünleştirerek öncü rolünü üstlenmesi (Senge, 2002: s. 235), çalışanları dijital dönüşüm konusunda motive ederek dijital dönüşüme hazır bir örgüt kültürü oluşturması ve çalışanları bir takım halinde belirlenmiş ortak hedeflere yönlendirerek sürece gönüllü katkılarını sağlamasıdır (Yüksel ve Genç, 2018: s. 341).

4.1.3. Örgütsel Yapı

Gemi 4.0, denizcilik işletmelerinin yeni teknolojilere uyumu, bilgi sistemlerinin küresel veri ağlarına entegrasyonu, verinin işlenmesi, otonom araçların kontrolü ve uygun nitelikli iş insanının temini ve eğitiminde yapısal dönüşümünü gerektirmektedir. Denizcilik sektöründe Gemi 4.0'ın başarılması işletmelerde kurumsal stratejik planlamanın yapılması, gerekli olan finansmanın sağlanması, teknolojik altyapının oluşturulması, uygun nitelikte insan kaynağının temini, yeni iş modellerine uyum için örgüt içi eğitim ve dijital dönüşüm sürecini destekleyen disiplinler arası çalışma ortamı sağlayan yenilikçi bir kurum kültürünün geliştirilmesine ihtiyaç duymaktadır (Vogelsang vd 2018: s. 133).

4.1.3.1. Kurumsal Stratejik Planlama

Denizcilik işletmelerinin yeniden yapılanmayı sağlayarak Gemi 4.0 dönüşümünü gerçekleştirebilmesi için belirlemiş oldukları temel strateji çerçevesinde kısa, orta ve uzun dönemlerde nelerin yapılması gerektiğini açıklayan stratejik planlarını oluşturmalarıdır (Erol vd 2016: s. 4; Çevik Aka, 2022: s. 38).

4.1.3.2. Teknolojik Altyapı

Gemi 4.0 dönüşümünün fiziksel ortam ile sanal ortamı bütünleştiren yapısı nedeniyle denizcilik işletmelerinin bilgi teknolojileri(IT), sensörler, nesnelerin interneti(IoT), bulut veri, sanal gerçeklik(VR), artırılmış gerçeklik(AR), otonom sistemler, dijital ikiz gibi teknolojileri örgüt yapısına entegre etmesidir (Rojko, 2017: s. 86). Teknolojik altyapı, işletme için yüksek maliyetli yatırımlar gerektiren, operasyonların verimliliğini artıran ve işletmeyi küresel ağlara entegre eden teknolojilerin kazanılmasını gerektirmektedir.

4.1.3.3. İnsan Kaynağı Altyapısı

İleri teknolojilerin uygulanmasında insan kaynağının önemli olduğu gerçeğinden hareketle, Gemi 4.0 dönüşümünün başarıya ulaşmasında önemli bir faktör olan yenilikçi bir örgüt yapısının oluşturulması için bilgi teknolojilerini, otomasyon sistemlerini kullanabilen, yeniliklere açık, uygun nitelikte çalışanların temin edilmesidir (Ang vd 1995: s. 69).

4.1.3.4. Finansman

Dönüşüm için gerekli olan finansman ihtiyacının tespiti, ihtiyaç duyulan kaynakların temini ve bu kaynakların gerekli teknolojilerin sağlanmasıyla örgütsel yapılanmanın tamamlanmasında kullanılmak üzere planlanmasıdır (Ömürgönülşen, vd 2020: s. 170; Aladağ, 2022: s. 979).

4.1.3.5. Örgüt İçi Eğitim

Gemi 4.0 teknolojileriyle değişen iş profilleri, denizcilik işletmeleri çalışanlarının yeterlilik standartlarını kökten değiştireceğinden, Gemi 4.0'ı mümkün kılacak şekilde yaşam boyu öğrenmeyi teşvik edecek uygun eğitim stratejilerinin uygulanması ve organize edilmesi gerekli olacaktır (Kagermann vd 2013: s. 6).

4.1.3.6. Dijital Dönüşüm Kültürü

Örgüt kültürü, örgütlerin özelliklerini yansıtan ve davranışlarını şekillendiren kabul görmüş değer ve inançlardır (Martins ve Terblanche, 2003: s. 65). Yaratıcılığı ve yenilikçiliği destekleyen bir örgüt kültürü, Gemi 4.0 teknolojilerini benimseme sürecini hızlandırır. Bu bağlamda teknoloji odaklı kültür ve yenilikçi iş modellerinin varlığı, otonom gemilere daha hızlı ve sorunsuz bir geçişe olanak sağlayabilir. Denizcilik işletmelerinde dijital dönüşüm kültürünün sürekli ve kalıcı olabilmesi öğrenen ve gelişen bir örgüt yapısı içinde lider ve çalışanların katılımıyla gelişebilir (Koçak ve Diyardin, 2018: s. 112). Gemi 4.0 dönüşümünün başarılabilmesi, dijital dönüşüm kültürünün deniz yolu ulaştırması sektörünün tüm paydaşları tarafından bütüncül bir yaklaşımla kabul edilmesi ile mümkün olabilir.

4.1.4. Dışsal Faktörler

Köklü bir dönüşüm süreci özelliğine sahip olan Gemi 4.0'ın başarısını destekleyen dışsal faktörler; işletmelerin iç dinamiklerinin dışındaki devletin, paydaşların desteği, sektörün rekabet düzeyi ve Toplum 5.0 gereklerine uygun, nitelikli insan kaynağı yetiştirme potansiyeline sahip olması beklenen kamusal eğitimidir.

4.1.4.1. Devlet Desteği

Devletin Gemi 4.0'ı destekleyen politikaları, denizcilik işletmelerini hedeflenen Gemi 4.0 dönüşümünün başarılabilmesi için gerekli adımları atma konusunda motive eden itici bir güçtür (Alatawi, 2012: s. 12). Devletin belirlediği koşullar ve

yaptığı düzenlemeler inovasyon konusunda işletmeleri teşvik ettiği gibi caydırıcı da olabilir (Baker, 2011: s. 235). Devlet desteği, devletin denizcilik işletmelerine yol gösterici, işletmeler arasında bütünleştirici ve ortak politikaları belirleyici, verilen kamu teşvikleri ile destekleyici yaklaşımlardır (Ömürgönülşen vd 2020: s. 170).

4.1.4.2. Paydaşların Desteği

İşletmelerin hedeflerini gerçekleştirmede paydaşların desteğinin önemini ortaya koyan paydaş teorisi, Gemi 4.0 gibi önemli ve köklü bir değişim sürecinin başarılmasında önemli bir faktörü tanımlamaktadır (Freeman vd 2010: s. 37; Kagermann vd 2013: s. 17; Zarzuelo vd 2020: s. 3). Buna göre paydaşların sektörde içinde oldukları karmaşık ilişki ağı işletmelerin karar alma süreçlerinde ve performansı üzerinde etkili olmaktadır (Parmar vd 2010: s. 4). Paydaş teorisi müşterilerin, tedarikçilerin, çalışanların, finansörlerin, toplulukların ve yöneticilerin ortaklaşa değer yaratmak ve işletme hedeflerine ulaşmak için karşılıklı fayda ortak paydasında etkileşimde bulunmalarının önemini ortaya koymaktadır (Harrison vd 2010: s. 58). Bu bağlamda Gemi 4.0'ın başarılmasında paydaşların taleplerinin gözetilerek desteğinin sağlanması, önemli bir kriter olarak tanımlanmaktadır.

4.1.4.3. Rekabet Düzeyi

Sektörün rekabet düzeyi, işletmelerin müşteri taleplerini karşılamak için daha etkin çözümler üretmeye odaklanmasını gerektirmektedir (Bolatan ve Gözlü, 2019: s. 277). Müşteriler, deniz ulaştırmasının hassas bir planlamasıyla birlikte yük ile ilgili bilgilere anlık ulaşabilmeyi talep ettiklerinden, Gemi 4.0 teknolojilerinin kullanımı işletmelere rekabet avantajı getirmektedir.

4.1.4.4. Kamusal Eğitim

Gemi 4.0 dönüşümünde kamusal eğitim ile ilgili önemli bir ihtiyaç, bu dönüşüme uyum sağlayarak sürecin gelişimine katkı sağlayacak insan kaynağının yetiştirilmesi amacıyla, Eğitim 4.0 yaklaşımı çerçevesinde analitik ve çözüm odaklı düşünen, yeni fikirler üretebilen, takım çalışmasına uygun niteliklere sahip insanlar

yetiştiren bir eğitim sisteminin geliştirilmesidir (Vogelsang vd. 2018: s. 136; Öztemel, 2018: s. 27). İş modellerinin, nitelikli iş g¼c¼ tanımının radikal değişikliklere uğradığı Gemi 4.0 s¼recinde kamusal eğitim fakt¼r¼, nitelikli toplum ve iş g¼c¼n¼n gelişmesinde ¼nemli bir misyona sahiptir.

4.1.5. Entegrasyon

İşletmelerin iş s¼re¼leriyle dikey olarak birbirine bağlı olan üretim sistemleri, t¼keticinin siparişi vermesinden lojistik s¼re¼lere kadar ger¼ek zamanlı olarak y¼netilebilen dağmık değer ağlarına yatay olarak bağlanır.

4.1.5.1. Dikey Entegrasyon

Denizcilik işletmelerinin organizasyon yapısını oluşturan t¼m katmanların birbirleriyle olan iletişimini bilgi teknolojileri ile dijital ortamda b¼t¼nleřtirerek akıllı bir organizasyon oluşturmaktır (Kagermann vd 2013: s. 20; Wang vd 2016: s. 2). Dikey entegrasyon, organizasyonun i¼ s¼re¼lerini birbirine entegre eden bir nitelik taşımaktadır.

4.1.5.2. Yatay Entegrasyon

Bilgi sistemlerinin entegrasyonu ile oluşturulan değer ağları ¼zerinden, denizcilik işletmeleri ve paydaşlar arasında değer yaratacak olan bilginin paylaşımı sayesinde planlama, lojistik, teknik alanlarda ortak ¼z¼mler ¼reterek, işletmeleri birbirine entegre eden yeni bir organizasyon d¼zeyi oluşturmaktır (Kagermann vd 2013: s. 20; Wang vd 2016: s. 2; Oesterreich ve Teuteberg, 2016: s. 123). Yatay entegrasyon, değer zincirini meydana getiren paydaşlar arasında siber ağlar yardımıyla bir iş birliği ortamı oluşturmaktadır.

4.1.6. Siber G¼venlik

Gemi 4.0 ile ger¼ekleřen dijital d¼n¼ř¼m denizcilik işletmelerini, paydaşları, gemileri kablosuz erişim imk¼nları ile birbirine entegre etmekte, bu da denizcilik

işletmelerinde yeni bir kavram olarak ortaya çıkan siber güvenlik konusunun önemini gündeme getirmektedir. Siber güvenlik konusu, “Veri Gizliliği”, “Veri ve Bilişim Güvenliği”, “Entelektüel Varlığın Korunması” alt başlıklarıyla ele alınmıştır.

4.1.6.1. Veri Gizliliği

Depolama birimlerinde ve siber ortamda veriye erişim izninin sadece yetkili kişilere ve uygulamalara verilerek verinin korunmasıdır (Seyrek, 2011: s. 707). Verinin gizliliği için veriye sadece yetkilendirilmiş ve o veriyle ilgili kişilerin erişebilmesi gibi tedbirler veri güvenliğinin sağlanması da önemlidir.

4.1.6.2. Veri ve Bilişim Güvenliği

Ticarete konu olan verinin işlenmesi, depolanması ve taraflar arasında paylaşımı sırasında izinsiz ele geçirilerek, kötü niyetli kullanılması ve veriye erişim izni olan tarafların zarara uğratılmasının engellenmesidir (zsoylu, 2016: s. 56). Verinin küresel ağlarda, paydaşlarca paylaşımı, denizcilik işletmelerinde siber güvenliği önem kazanan yeni bir kavram olarak öne çıkarmaktadır.

4.1.6.3. Entelektüel Varlığın Korunması

İşletmenin piyasa değerini artıran maddi olmayan varlıkları olan stratejiler, planlar, ticari sınırlar, bilgi, tecrübe, patentler, telif hakları, işletmenin sektördeki imajı ve saygınlığı gibi varlıkların dijital ortamda her türlü saldırıdan korunmasıdır (Erkal, 2007: s. 72). İşletmelerin rekabet edebilmelerini sağlayan en önemli değerleri olan entelektüel varlıklarının korunması, rekabetçi bir karaktere sahip olan deniz yolu ulaştırması sektöründe ayakta kalabilmenin önemli bir koşuludur (Aslanoğlu ve Zor, 2006: s. 156).

4.2. BULANIK AHP BULGULARI

4.2.1. Ana Kriterlerin BAHF Yöntemiyle Analizi

Anlamsal bakış açısındaki görecelilik ve dilsel kavramların düşünceleri ifade etmede yetersiz olmasından dolayı, kesinlik ifade eden rakamsal ölçütler, bulanık sayılara dönüştürülmüş ve Tablo 7’de gösterilmiştir. 12 uzmandan oluşan karar verici grubun tercihlerinin geometrik ortalamaları alınarak grup kararı belirlenmiştir.

Tablo 7: Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Ana Kriterler	Stratejik Vizyon			Liderlik			Örgütsel Yapı			Dışsal Faktörler			Entegrasyon			Siber Güvenlik		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Stratejik Vizyon	1,00	1,00	1,00	0,49	0,69	0,92	0,34	0,61	1,04	0,56	0,87	1,53	0,35	0,52	0,81	0,34	0,54	0,81
Liderlik	1,01	1,33	1,86	1,00	1,00	1,00	0,68	1,09	1,87	1,06	1,59	2,57	0,62	1,01	1,67	0,72	0,93	1,24
Örgütsel Yapı	0,96	1,63	2,92	0,53	0,92	1,47	1,00	1,00	1,00	1,58	2,65	3,87	1,10	1,46	1,90	0,41	0,63	1,09
Dışsal Faktörler	0,66	1,15	1,77	0,39	0,63	0,95	0,24	0,37	0,63	1,00	1,00	1,00	0,49	0,68	0,93	0,29	0,41	0,69
Entegrasyon	1,24	1,94	2,86	0,72	0,99	1,62	0,58	0,68	0,91	1,34	1,73	2,45	1,00	1,00	1,00	0,61	0,80	1,10
Siber Güvenlik	1,23	1,86	2,94	0,80	1,10	1,42	0,93	1,58	2,43	1,45	2,45	3,43	0,00	0,77	1,04	1,00	1,00	1,00

Tablo 7, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 8: Ana Kriterlerin Sütun Toplamı

Ana Kriterler	l	m	u
Stratejik Vizyon	2,74	3,68	5,30
Liderlik	4,36	6,02	8,97
Örgütsel Yapı	5,16	7,65	11,16
Dışsal Faktörler	2,77	3,82	5,28
Entegrasyon	4,87	6,34	8,83
Siber Güvenlik	4,41	7,75	11,25
Sütun Toplamı	24,33	35,29	50,81

Tablo 8’deki sütun toplamları, Tablo 7’de belirtilen bulanık tercihlere Formül 3 ve formül 4’ün uygulanması ile bulunmuştur.

Tablo 9: Ana Kriterlerin Sentetik (S) Değerlerin Bulunması

Ana Kriterler	Sıra No	l	m	u
Stratejik Vizyon	1	0,05	0,10	0,21
Liderlik	2	0,08	0,17	0,36
Örgütsel Yapı	3	0,10	0,21	0,45
Dışsal Faktörler	4	0,05	0,10	0,21
Entegrasyon	5	0,09	0,17	0,36
Siber Güvenlik	6	0,08	0,21	0,46

Tablo 9'daki sentetik değerler kriterlerin üstünlük düzeylerini bulanık sayılarla göstermekte olup, bu değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 10: Ana Kriterlerin Olabilirlik Seviyeleri

Stratejik Vizyon	1,00	0,68	0,57	0,99	0,65	0,55
Liderlik	1,00	1,00	0,88	1,00	0,98	0,85
Örgütsel Yapı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96
Dışsal Faktörler	1,00	0,64	0,53	1,00	0,61	0,51
Entegrasyon	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	0,86
Siber Güvenlik	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tablo 10'daki olabilirlik seviyeleri formül 6 ile oluşturulmuş olup, kriterlerin birbirlerine göre üstün olma ihtimallerini tanımlamaktadır (Chang, 1996: s. 651).

Tablo 11: Ana Kriterlerin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Ana Kriterler	MinV
Stratejik Vizyon	0,55
Liderlik	0,85
Örgütsel Yapı	0,96
Dışsal Faktörler	0,51
Entegrasyon	0,86
Siber Güvenlik	1,00
Toplam	4,74

Tablo 11, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 12: Ana Kriter Ağırlıkları

Ana Kriterler	Ağırlık	Sıralama
Siber Güvenlik	0,21	1
Örgütsel Yapı	0,20	2
Entegrasyon	0,18	3
Liderlik	0,17	4
Stratejik Vizyon	0,11	5
Dışsal Faktörler	0,10	6

Tablo 12’de belirtilen kriter ağırlıkları en küçük olabilirlik değerlerinin sütun toplam değeri içindeki oranı alınarak (formül 9, 10) bulunmuştur.

Gemi 4.0 başarılmasında belirlenen ana kriterler ağırlıklarına göre; Siber Güvenlik(%21), Örgütsel Yapı(%20), Entegrasyon(%18), Liderlik(%17), Stratejik Vizyon(%11), Dışsal Faktörler(%10) olarak sıralanmıştır.

Tablo 13: Ana Kriterlerin Durulaştırılması

Ana Kriterler	Stratejik Vizyon	Liderlik	Örgütsel Yapı	Dışsal Faktörler	Entegrasyon	Siber Güvenlik
Stratejik Vizyon	1,00	0,69	0,64	0,92	0,53	0,55
Liderlik	1,36	1,00	1,15	1,66	1,05	0,94
Örgütsel Yapı	1,73	0,94	1,00	2,67	1,47	0,67
Dışsal Faktörler	1,17	0,64	0,39	1,00	0,68	0,43
Entegrasyon	1,97	1,05	0,70	1,78	1,00	0,81
Siber Güvenlik	1,93	1,10	1,61	2,44	0,68	1,00

Uygulanan BAHF yöntemi analizinin tutarlılığının hesaplanabilmesi için Tablo 7’de belirtilen bulanık karar matrisine formül 11 uygulanarak durulaştırma işlemi yapılmış ve Tablo 13 oluşturulmuştur.

Tablo 14: “D” Matrisi, “E” Matrisi ve “ λ_{max} ” Değeri

Stratejik Vizyon	Liderlik	Örgütsel Yapı	Dışsal Faktörler	Entegrasyon	Siber Güvenlik	X	Ağırlık (W)	=	D	E	
1,00	0,69	0,64	0,93	0,54	0,55				0,12	0,69	5,90
1,37	1,00	1,15	1,67	1,05	0,95				0,18	1,14	6,39
1,73	0,95	1,00	2,67	1,48	0,67				0,20	1,27	6,25
1,17	0,64	0,39	1,00	0,69	0,44				0,11	0,66	6,08
1,98	1,05	0,70	1,79	1,00	0,82				0,18	1,11	6,08
1,93	1,10	1,61	2,45	0,69	1,00				0,21	1,35	6,41
									λ_{max}	6,18	

Tablo 13'te yer alan durulaştırılmış değerler matrisinin kriter ağırlıklarıyla çarpımı sonucunda "D" matrisi elde edilmiştir. "D" matrisi elemanlarının ağırlıklara (W) bölünmesiyle de "E" matrisi oluşturulmuştur. "D" matrisi elemanlarının toplanmasıyla " λ "=6,1841" değeri elde edilmiştir. Bu işlemler ile Tablo 14'te bulunan " λ " değeri formül 13'te "CI" tutarlılık indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Bundan sonra formül 12 ile tutarlılık değeri(CR) hesaplanmıştır. Formülde yer alan rassal indeks (RI) değeri, Saaty (1991) tarafından belirlenmiş olan ve Tablo 3'te gösterilen rassal indeks değerlerinden 6 adet ana kriterin karşılığı olarak 1,24 alınmıştır. Karar vericilerin değerlendirmelerini yaparken tutarlı oldukları ya da analizde herhangi bir hesaplama hatası olmadığını gösteren tutarlılık değerinin $CR < 0,10$ olması beklenmektedir (Saaty, 1991: s. 7). Hesaplanan tutarlılık (CR) değeri 0,02'dir. $0,02 < 0,10$ gerçekleştiğinden analizin tutarlılığı ispatlanmıştır.

4.2.2. Alt Kriterlerin BAHP Yöntemiyle Analizi

Ana kriterlerin altında yer alan her bir alt kriter grubu, kendi grubu içerisinde karar vericilerin değerlendirmelerinin BAHP yöntemiyle analiz edilmesi sonucunda ağırlıklar ve gruplar içerisindeki alt kriter sıralamaları ortaya çıkmıştır.

4.2.2.1. Stratejik Vizyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri

"Stratejik Vizyon" ana kriterinin alt kriterleri; "Hedefleri Belirleme", "İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme" ve "Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme" olarak belirlenmiştir.

Tablo 15: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Stratejik Vizyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Hedefleri Belirleme			İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme			Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Hedefleri Belirleme	1,00	1,00	1,00	0,63	0,93	1,41	0,22	0,27	0,38
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	0,96	1,50	2,14	1,00	1,00	1,00	0,53	0,84	1,24
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	2,43	3,56	4,46	0,89	1,24	1,95	1,00	1,00	1,00

Tablo 15, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 16: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Stratejik Vizyon	l	m	u
Hedefleri Belirleme	1,85	2,20	2,79
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	2,49	3,35	4,38
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	4,32	5,80	7,41
Sütun Toplamı	8,65	11,35	14,57

Tablo 16’da, Stratejik Vizyon alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamları bulunmuştur.

Tablo 17: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Stratejik Vizyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	l	m	u
Hedefleri Belirleme	0,12	0,19	0,32
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	0,17	0,29	0,50
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	0,29	0,51	0,85

Tablo 17’de gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 18: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Hedefleri Belirleme		0,60	0,07
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	1,00		0,49
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	1,00	1,00	

Tablo 18’deki olabilirlik seviyeleri Tablo 17’ye “formül 6”nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 19: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Stratejik Vizyon Alt Kriterleri	MinV
Hedefleri Belirleme	0,07
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	0,49
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	1,00
Toplam	1,56

Tablo 19, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 20: Stratejik Vizyon Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Stratejik Vizyon Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	63,74	1
İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	31,42	2
Hedefleri Belirleme	04,82	3

Tablo 20’de belirtilen kriter ağırlıkları en küçük olabilirlik değerlerinin sütun toplam değeri içindeki oranı alınarak (formül 9,10) bulunmuştur.

“Stratejik Vizyon” ana kriterinin alt kriterlerine ait ağırlıklar; “Hedefleri Belirleme”, “İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme” ve “Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme” olarak belirlenmiştir. Karar vericilerin bu alt kriterlerle ilgili değerlendirmelerinin BAHP yöntemiyle analizi sonucunda, “Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme” alt kriteri

%63 ağırlık oranıyla ilk sırada yer almıştır. Diğer iki kriter ağırlıklarına göre sıralandığında, %31 oranıyla “İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme” ve %4 oranıyla “Hedefleri Belirleme” olarak hesaplanmıştır.

4.2.2.2. Liderlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri

Tablo 21: Liderlik Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Liderlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı			Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması		
	l	m	u	l	m	u
Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	1,00	1,00	1,00	0,56	0,72	1,01
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	0,99	1,38	1,78	1,00	1,00	1,00

Tablo 21, karar vericilerin dilsel ifadelerinden oluşan yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılar kullanılarak bulanıklaştırıldıktan sonra, bu sayıların geometrik ortalamaları alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 22: Liderlik Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Liderlik	l	m	u
Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	1,56	1,72	2,01
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	1,99	2,38	2,78
Sütun Toplamı	3,55	4,11	4,79

Tablo 22’de, “Liderlik” alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamaları bulunmuştur.

Tablo 23: Liderlik Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Stratejik Vizyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	l	m	u
Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	0,33	0,42	0,56
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	0,42	0,58	0,78

Tablo 23’de gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 24: Liderlik Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı		0,48	1
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	1		1

Tablo 24'deki olabilirlik seviyeleri Tablo 23'e "formül 6"nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 25: Liderlik Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Liderlik Alt Kriterleri	MinV
Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	0,47
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	1,00
Toplam	1,47

Tablo 25, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 26: Liderlik Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Liderlik Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	67,57	1
Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	32,42	2

Tablo 26'da belirtilen kriter ağırlıkları en küçük olabilirlik değerlerinin sütun toplam değeri içindeki oranı alınarak (formül 9,10) bulunmuştur.

"Liderlik" ana kriterinin alt kriterleri, "Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı", "Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması" olarak belirlenmiştir. "Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması" alt kriteri "Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı" alt kriteri ile karşılaştırıldığında karar vericiler tarafından %67 ağırlıkla önemli bulunmuştur. Karar vericiler tarafından "Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı" alt kriterine %32 oranında önem atfedilmiştir.

4.2.2.3. Örgütsel Yapı Ana Kriterinin Alt Kriterleri

Tablo 27: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Örgütsel Yapı Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Kurumsal Stratejik Planlama			Teknolojik Altyapı			İnsan Kaynağı Altyapısı			Finansman			Örgüt İçi Eğitim			Dijital Dönüşüm Kültürü		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Kurumsal Stratejik Planlama	1,00	1,00	1,00	0,64	0,89	1,48	0,37	0,50	0,72	0,37	0,51	0,85	0,43	0,65	0,91	0,72	1,32	2,07
Teknolojik Altyapı	0,67	1,13	1,59	1,00	1,00	1,00	0,55	0,78	1,04	0,40	0,48	0,57	0,53	0,78	1,12	0,66	0,92	1,34
İnsan Kaynağı Altyapısı	1,21	1,66	2,38	0,96	1,28	1,82	1,00	1,00	1,00	0,49	0,74	1,07	0,81	1,22	1,70	0,80	1,48	2,27
Finansman	1,18	1,95	2,70	1,76	2,10	2,50	0,91	1,32	2,04	1,00	1,00	1,00	0,97	1,47	2,08	1,14	1,77	2,50
Örgüt İçi Eğitim	1,10	1,55	2,33	0,89	1,29	1,90	0,55	0,82	1,32	0,48	0,68	1,03	1,00	1,00	1,00	1,04	1,47	1,95
Dijital Dönüşüm Kültürü	0,48	0,76	1,38	0,74	1,08	1,53	0,40	0,65	1,21	0,39	0,46	0,73	0,51	0,68	0,97	1,00	1,00	1,00

Tablo 27, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 28: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Örgütsel Yapı	l	m	u
Kurumsal Stratejik Planlama	3,53	4,86	7,04
Teknolojik Altyapı	3,81	5,08	6,67
İnsan Kaynağı Altyapısı	5,27	7,39	10,23
Finansman	6,96	9,61	12,82
Örgüt İçi Eğitim	5,06	6,81	9,53
Dijital Dönüşüm Kültürü	3,53	4,62	6,82
Sütun Toplamı	28,16	38,37	53,10

Tablo 28’de, “Örgütsel yapı” alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamları bulunmuştur.

Tablo 29: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Örgütsel Yapı Ana Kriterinin Alt Kriterleri	l	m	u
Kurumsal Stratejik Planlama	0,07	0,13	0,25
Teknolojik Altyapı	0,07	0,13	0,24
İnsan Kaynağı Altyapısı	0,10	0,19	0,36
Finansman	0,13	0,25	0,46
Örgüt İçi Eğitim	0,10	0,18	0,34
Dijital Dönüşüm Kültürü	0,07	0,12	0,24

Tablo 29’da gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 30: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Kurumsal Stratejik Planlama		0,97	0,70	0,49	0,75	1,00
Teknolojik Altyapı	1,00		0,70	0,47	0,76	1,00
İnsan Kaynağı Altyapısı	1,00	1,00		0,80	1,00	1,00
Finansman	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00
Örgüt İçi Eğitim	1,00	1,00	0,94	0,74		1,00
Dijital Dönüşüm Kültürü	0,97	0,93	0,66	0,46	0,72	

Tablo 30’daki olabilirlik seviyeleri Tablo 29’a “formül 6”nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 31: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Örgütsel Yapı Alt Kriterleri	MinV
Kurumsal Stratejik Planlama	0,48
Teknolojik Altyapı	0,47
İnsan Kaynağı Altyapısı	0,80
Finansman	1,00
Örgüt İçi Eğitim	0,73
Dijital Dönüşüm Kültürü	0,46
Toplam	3,96

Tablo 31, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 32: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Örgütsel Yapı Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Finansman	25,23	1
İnsan Kaynağı Altyapısı	20,19	2
Örgüt İçi Eğitim	18,66	3
Kurumsal Stratejik Planlama	12,36	4
Teknolojik Altyapı	11,93	5
Dijital Dönüşüm Kültürü	11,62	6

Tablo 32’de görülen “Örgütsel Yapı” ana kriterinin alt kriterleri “Kurumsal Stratejik Planlama”, “Teknolojik Altyapı”, “İnsan Kaynağı Altyapısı”, “Finansman”, “Örgüt İçi Eğitim”, “Dijital Dönüşüm Kültürü” olarak belirlenmiştir. Bu alt kriterler arasında “Finansman” kriteri %25 ile en fazla ağırlığa sahip kriter olmuştur. “Finansman” alt kriterini sırasıyla %20 ile “İnsan Kaynağı Altyapısı”, %18 ile “Örgüt İçi Eğitim”, %12 ile “Kurumsal Stratejik Planlama”, %11 ile “Teknolojik Altyapı” ve aynı oranla “Dijital Dönüşüm Kültürü” alt kriterleri izlemiştir.

4.2.2.4. Dışsal Faktörler Ana Kriterinin Alt Kriterleri

Tablo 33: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Dışsal Faktörler Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Devlet Desteği			Paydaşların Desteği			Rekabet Düzeyi			Kamusal Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Devlet Desteği	1,00	1,00	1,00	1,74	2,04	3,15	0,39	0,64	1,10	0,82	1,22	1,53
Paydaşların Desteği	0,35	0,44	0,57	1,00	1,00	1,00	0,57	0,92	1,54	0,76	1,06	1,45
Rekabet Düzeyi	1,04	1,72	2,54	0,68	1,11	1,78	1,00	1,00	1,00	0,76	1,06	1,45
Kamusal Eğitim	0,57	0,79	1,19	0,69	0,94	1,32	0,34	0,42	0,58	1,00	1,00	1,00

Tablo 33, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 34: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Dışsal Faktörler	l	m	u
Devlet Desteği	3,95	4,89	6,78
Paydaşların Desteği	2,68	3,43	4,56
Rekabet Düzeyi	3,48	4,89	6,77
Kamusal Eğitim	2,60	3,15	4,09
Sütun Toplamı	12,72	16,36	22,21

Tablo 34’te, “Dışsal faktörler” alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamları bulunmuştur.

Tablo 35: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Dışsal Faktörler	l	m	u
Devlet Desteği	0,18	0,30	0,53
Paydaşların Desteği	0,12	0,21	0,36
Rekabet Düzeyi	0,16	0,30	0,53
Kamusal Eğitim	0,12	0,19	0,32

Tablo 35’te gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 36: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Devlet Desteği		1,00	1,00	1,00
Paydaşların Desteği	0,67		0,69	1,00
Rekabet Düzeyi	1,00	1,00		1,00
Kamusal Eğitim	0,57	0,92	0,61	

Tablo 36’daki olabilirlik seviyeleri Tablo 35’teki sentetik değerlere “formül 6”nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 37: Dışsal Faktörler Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Dışsal Faktörler Alt Kriterleri	MinV
Devlet Desteği	0,99
Paydaşların Desteği	0,66
Rekabet Düzeyi	1,00
Devlet Desteği	0,57
Toplam	3,24

Tablo 37, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 38: Örgütsel Yapı Alt Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralama

Dışsal Faktörler Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Rekabet Düzeyi	30,83	1
Devlet Desteği	30,81	2
Paydaşların Desteği	20,63	3
Kamusal Eğitim	17,71	4

Tablo 38’de “Örgütsel Yapı” ana kriterinin alt kriterleri ağırlıklarına göre sıralanmıştır. “Dışsal Faktörler” ana kriterinin alt kriterleri, “Devlet Desteği”, “Paydaşların Desteği”, “Rekabet Düzeyi” ve “Kamusal Eğitim” olarak belirlenmiştir. Bu alt kriterler arasında “Rekabet Düzeyi” %30 ile en fazla ağırlığa sahip kriter olmuştur. “Rekabet Düzeyi” alt kriterini sırasıyla; %30 ile “Devlet Desteği”, %20 ile “Paydaşların Desteği”, %17 ile “Kamusal Eğitim” alt kriterleri izlemiştir.

4.2.2.5. Entegrasyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri

Tablo 39: Entegrasyon Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Entegrasyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Dikey Entegrasyon			Yatay Entegrasyon		
	l	m	u	l	m	u
Dikey Entegrasyon	1,00	1,00	1,00	0,47	0,66	0,91
Yatay Entegrasyon	1,10	1,52	2,13	1,00	1,00	1,00

Tablo 39, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 40: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Entegrasyon	l	m	u
Dikey Entegrasyon	1,47	1,66	1,91
Yatay Entegrasyon	2,10	2,52	3,13
Sütun Toplamı	3,57	4,18	5,04

Tablo 40’de, “Entegrasyon” alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamları bulunmuştur.

Tablo 41: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Entegrasyon Ana Kriterinin Alt Kriterleri	l	m	u
Dikey Entegrasyon	0,29	0,40	0,54
Yatay Entegrasyon	0,42	0,60	0,88

Tablo 41’de gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 42: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Dikey Entegrasyon		0,37	1,00
Yatay Entegrasyon	1,00		1,00

Tablo 42’deki olabilirlik seviyeleri Tablo 41’e “formül 6”nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 43: Entegrasyon Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Entegrasyon Alt Kriterleri	MinV
Dikey Entegrasyon	0,36
Yatay Entegrasyon	1,00
Toplam	1,36

Tablo 37, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 44: Entegrasyon Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Entegrasyon Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Yatay Entegrasyon	73,01	1
Dikey Entegrasyon	26,99	2

“Entegrasyon” ana kriterinin alt kriterleri “Dikey Entegrasyon” ve “Yatay Entegrasyon” olarak belirlenmiştir. Karar verici grubun değerlendirmeleriyle “Yatay Entegrasyon” alt kriteri %73, “Dikey Entegrasyon” alt kriteri %27 ağırlık oranına sahip olmuştur.

4.2.2.6. Siber Güvenlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri

Tablo 45: Siber Güvenlik Alt Kriterlerine Ait Tercihlerin Bulanıklaştırılması

Siber Güvenlik Ana Kriterinin Alt Kriterleri	Veri Gizliliği			Veri ve Bilişim Güvenliği			Entelektüel Varlığın Korunması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Veri Gizliliği	1,00	1,00	1,00	0,90	1,19	1,54	1,21	2,01	2,98
Veri ve Bilişim Güvenliği	0,65	0,84	1,11	1,00	1,00	1,00	0,71	1,03	1,39
Entelektüel Varlığın Korunması	0,34	0,50	0,83	0,72	0,97	1,41	1,00	1,00	1,00

Tablo 45, karar vericilerin yargıları Tablo 2’de belirtilen üçgensel bulanık sayılara dönüştürüldükten sonra geometrik ortalamalar alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 46: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Sütun Toplamı

Siber Güvenlik	l	m	u
Veri Gizliliği	3,11	4,20	5,52
Veri ve Bilişim Güvenliği	2,36	2,87	3,50
Entelektüel Varlığın Korunması	2,05	2,47	3,24
Sütun Toplamı	7,52	9,54	12,26

Tablo 46’da, “Siber Güvenlik” alt kriterlerine ait bulanık tercihlerin yer alan sütun toplamaları bulunmuştur.

Tablo 47: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Sentetik (S) Değerlerinin Bulunması

Siber Güvenlik	l	m	u
Veri Gizliliği	0,25	0,44	0,73
Veri ve Bilişim Güvenliği	0,19	0,30	0,47
Entelektüel Varlığın Korunması	0,17	0,26	0,43

Tablo 47’de gösterilen sentetik değerler formül 5 ile bulunmuştur.

Tablo 48: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Olabilirlik Seviyeleri

Veri Gizliliği		1,00	1,0000
Veri ve Bilişim Güvenliği	0,60265		1,00000
Entelektüel Varlığın Korunması	0,49338	0,85110	

Tablo 48’deki olabilirlik seviyeleri Tablo 47’deki sentetik değerlere “formül 6”nın uygulanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 49: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin En Küçük Olabilirlik Değerleri ve Toplamları

Siber Güvenlik Alt Kriterleri	MinV
Veri Gizliliği	1,00000
Veri ve Bilişim Güvenliği	0,60265
Entelektüel Varlığın Korunması	0,49338
Toplam	2,09602

Tablo 49, olabilirlik seviyelerinin en küçük olabilirlik değerleri alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 50: Siber Güvenlik Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Siber Güvenlik Alt Kriterleri	Ağırlık(%)	Sıralama
Veri Gizliliği	47,70	1
Veri ve Bilişim Güvenliği	28,75	2
Entelektüel Varlığın Korunması	23,53	3

“Siber Güvenlik” ana kriterinin alt kriterleri “Veri Gizliliği”, “Veri ve Bilişim Güvenliği”, “Entelektüel Varlığın Korunması” olarak belirlenmiştir. Bu alt kriterler arasında “Veri Gizliliği” alt kriteri % 47 ile en fazla ağırlığa sahip kriter olmuştur. “Veri ve Bilişim Güvenliği” alt kriteri %28 ağırlık oranı ile ikinci sırada, “Entelektüel Varlığın Korunması” alt kriteri ise %23 ağırlık oranı ile son sırada yer almıştır.

Tablo 51: Ana ve Alt Kriterlerin Ağırlıklarına Göre Sıralanması

ANA KRİTERLER	AĞIRLIKLAR	ALT KRİTERLER	AĞIRLIKLAR
Siber Güvenlik	0,21063	Veri Gizliliği	0,47709
		Veri ve Bilişim Güvenliği	0,28752
		Entelektüel Varlığın Korunması	0,23539
Örgütsel Yapı	0,20369	Finansman	0,25230
		İnsan Kaynağı Altyapısı	0,20193
		Örgüt İçi Eğitim	0,18663
		Kurumsal Stratejik Planlama	0,12361
		Teknolojik Altyapı	0,11932
		Dijital Dönüşüm Kültürü	0,11622
Entegrasyon	0,18245	Yatay Entegrasyon	0,73007
		Dikey Entegrasyon	0,26993
Liderlik	0,17906	Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması	0,67574
		Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı	0,32426
Stratejik Vizyon	0,11623	Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme	0,63749
		İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme	0,31422
		Hedefleri Belirleme	0,04829
Dışsal Faktörler	0,10794	Rekabet Düzeyi	0,30832
		Devlet Desteği	0,30819
		Paydaşların Desteği	0,20634
		Kamusal Eğitim	0,17715

Tablo 51’de ana ve alt kriterlerin BAHP yöntemiyle analizi yapıldıktan sonra elde edilen ağırlık değerleri sıralanmıştır.

4.3. BULANIK VIKOR BULGULARI

Gemi 4.0’ın başarılmasında, elde edilen faktör ağırlıklarının gemi tipi alternatiflerine göre önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla, 12 karar vericiden oluşan gruptan, başarı kriterlerinin gemi tipi alternatifleri üzerindeki etkisi hakkındaki değerlendirmelerini 1’den 10’a kadar puanlaması istenmiştir.

Tablo 52: Gemi Tipi Alternatifleri

Alternatif Kodu	Alternatifler
A1	Kuru Dökme Yük Gemileri
A2	Sıvı Dökme Yük Gemileri
A3	Konteyner Gemileri
A4	Ro-Ro Gemileri
A5	Genel Kargo Gemileri

BVIKOR yöntemi kullanılarak, Gemi 4.0 başarı faktörlerinin uygulanmasında değerlendirmeye tabi tutulan gemi tipi alternatifleri Tablo 52’de gösterilmiştir.

4.3.1. BVIKOR Yöntemiyle Alternatiflerin Ana Kriterler Açısından Değerlendirilmesi

Tablo 53: Alternatifler İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	Stratejik Vizyon			Liderlik			Örgütsel Yapı			Dışsal Faktörler			Entegrasyon			Siber Güvenlik		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	4,25	6,08	7,66	4,66	6,5	8,16	3,83	5,75	7,5	3,58	5,41	7,25	3,91	5,66	7,08	2,58	4,16	5,91
A2	5,08	7,18	8,25	5,16	7,08	8,66	4,41	6,08	7,5	4,66	6,58	8,25	3,91	5,66	7,33	4,25	5,91	7,33
A3	5,83	7,75	9,08	4,66	6,58	8,25	5	7	8,75	5,16	7,16	8,83	5,66	7,41	8,66	5,25	6,91	8,25
A4	5	7	8,66	3,83	5,83	7,75	4,66	6,66	8,5	4,66	6,58	8,25	4,33	6,33	8,25	4,83	6,75	8,41
A5	4,83	6,83	8,66	5,16	7,08	8,75	3,66	5,66	7,5	4	6	7,91	4,5	6,41	8,08	4,08	5,91	7,66

Karar vericilerin tercihleri bulanık sayılara dönüştürülerek, oluşturulan bulanık karar matrisi Tablo 53’de gösterilmiştir.

Tablo 54: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler

	Stratejik Vizyon			Liderlik			Örgütsel Yapı			Dışsal Faktörler			Entegrasyon			Siber Güvenlik		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
\tilde{f}_i^*	5,83	7,75	9,08	5,16	7,08	8,75	5	7	8,75	5,16	7,16	8,83	5,66	7,41	8,66	5,25	6,91	8,41
\tilde{f}_i^o	4,25	6,08	7,66	3,83	5,83	7,75	3,66	5,66	7,5	3,58	5,41	7,25	3,91	5,66	7,08	2,58	4,16	5,91

Bulanık karar matrisindeki kriterler için en iyi ve en kötü bulanık değerler belirlenerek Tablo 54 oluşturulmuştur.

Tablo 55: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Stratejik Vizyon			Liderlik			Örgütsel Yapı			Dışsal Faktörler			Entegrasyon			Siber Güvenlik		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,11	0,11	0,11	0,07	0,08	0,11	0,18	0,20	0,21	0,11	0,11	0,11	0,18	0,18	0,18	0,21	0,21	0,21
A2	0,05	0,04	0,06	0,00	0,00	0,02	0,09	0,14	0,21	0,03	0,04	0,04	0,18	0,18	0,16	0,08	0,08	0,09
A3	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
A4	0,06	0,05	0,03	0,18	0,18	0,18	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,14	0,11	0,05	0,03	0,01	0,00
A5	0,07	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	0,21	0,08	0,07	0,06	0,12	0,11	0,07	0,09	0,08	0,06

Formül 14 kullanılarak elde edilen ağırlıklandırılmış ve normalleştirilmiş bulanık karar matrisi Tablo 55 ile gösterilmiştir.

Tablo 56: (\tilde{S}), (\tilde{R}) Değerleri ve \tilde{Q} İndeksi

\tilde{S}			\tilde{R}			\tilde{Q}		
l	m	u	l	m	u	l	m	u
0,86	0,89	0,93	0,21	0,21	0,21	1,00	1,02	1,04
0,44	0,48	0,57	0,18	0,18	0,21	0,64	0,67	0,81
0,07	0,07	0,10	0,07	0,07	0,09	0,00	0,02	0,10
0,50	0,44	0,34	0,18	0,18	0,18	0,66	0,63	0,56
0,57	0,52	0,44	0,21	0,21	0,21	0,81	0,78	0,73

Tablo 56'daki bulanık "S" değerleri, alternatiflerin bulanık en iyi kritere uzaklıklarının ortalamasını, "R" değerleri ise alternatiflerin bulanık en kötü kriter değerine en fazla uzaklık noktasını vermektedir (Opricovic, 2011: s. 12984).

Tablo 57: Bulanık Değerlerden Arındırma

S	R	Q	SIRA NO	ALTERNATİF
0,93	0,21	1,04	5	Kuru Dökme Yük Gemileri
0,58	0,20	0,82	3	Sıvı Dökme Yük Gemileri
0,10	0,09	0,10	1	Konteyner Gemileri
0,32	0,17	0,55	2	Ro-Ro Gemileri
0,41	0,20	0,71	4	Genel Kargo Gemileri

Bulunan bulanık "Q" değerleri formül 15 ile durulaştırılarak bulanık sayılardan arındırma işlemi yapılmış ve Tablo 57'de gösterilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen en düşük "Q" değerine sahip alternatif olan "Konteyner Gemileri", en uygun seçeneği göstermektedir.

Sıralamanın kabul edilebilir olduğunu denetlemek için iki koşulun sağlanması gerekmektedir. Kabul edilebilir avantaj koşulu olan ilk koşul için formül 16 ile en iyi birinci alternatifin en iyi ikinci alternatiften farkının 0,25 sayısına eşit ya da büyük olması beklenir. İkinci alternatif ile birinci alternatif arasındaki fark $Q(A_2) - Q(A_1) = 0,44$ bulunmuştur. $0,45 \geq 0,25$ olduğundan 1.koşul sağlanmış ve en iyi alternatifin kabul edilebilir olduğu ispatlanmıştır. İkinci koşul için; en iyi “Q” alternatifinin “S” ve “R” değerleriyle karşılaştırıldığında herhangi birinden küçük değere sahip olması beklenir. Bu durumda kararların istikrarlı olduğu kabul edilmektedir.

Tablo 58: Karar Vermede İstikrar Koşulu

Q	A3	A4	A2	A5	A1
S	A3	A4	A2	A5	A1
R	A3	A4	A2	A5	A1
Koşul 2	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı

Tablo 58’e göre kabul edilebilir istikrar koşulu tüm alternatifler için sağlanmıştır. Koşul 2’nin tüm alternatifler için “Q”, “S” ve “R” değerlerini sağlaması uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunu ve sıralamanın kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Anket verilerinin BVIKOR yöntemiyle analiz edilmesiyle, Gemi 4.0’ın gemi tipi alternatiflerine göre deniz yolu ulaştırmasındaki başarısında en iyi alternatifin “Konteyner Gemileri” olduğu belirlenmiştir. Konteyner gemilerini sırasıyla “Ro-Ro Gemileri”, “Sıvı Dökme Yük Gemileri”, “Genel Kargo Gemileri”, ve “Kuru Dökme Yük Gemileri” izlemektedir.

4.3.2. BVIKOR Yöntemi Kullanılarak Alternatiflerin Alt Kriterler Açısından Değerlendirilmesi

Gemi 4.0’ın başarılmasında alt kritere göre gemi tipi alternatiflerinin sıralanmasına yönelik tercihler bulanık sayılara dönüştürülerek, oluşturulan bulanık karar matrisi Tablo 59’da gösterilmiştir. Tablo 59’da A₁ kuru dökme yük gemileri,

A₂ sıvı dökme yük gemileri, A₃ konteyner gemileri, A₄ Ro-Ro gemileri, A₅ genel kargo gemileri alternatifleridir.

Tablo 59: Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	Hedefleri Belirleme			İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme			Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme Siber Güvenlik			Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı			Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A ₁	4,58	6,00	7,25	4,42	6,17	7,67	4,58	6,42	8,00	4,33	6,25	7,92	4,67	6,17	7,50
A ₂	5,33	6,92	8,08	5,17	7,00	8,33	4,83	6,75	8,25	5,00	6,92	8,42	5,33	7,08	8,42
A ₃	5,17	7,00	8,50	5,33	7,25	8,33	5,17	7,17	8,92	5,00	6,92	8,50	5,67	7,42	8,83
A ₄	5,33	7,17	8,67	5,00	6,92	8,50	5,00	7,00	8,75	4,33	6,25	8,00	5,33	7,00	8,33
A ₅	5,17	6,92	8,17	4,83	6,75	8,33	5,00	7,00	8,67	4,00	5,92	7,67	4,83	6,58	8,00

Tablo 59 Devam: Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	Kurumsal Stratejik Planlama			Teknolojik Altyapı			İnsan Kaynağı Altyapısı			Finansman			Örgüt İçi Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A ₁	3,83	5,58	7,33	4,25	5,92	7,75	3,75	5,58	7,33	4,75	6,42	7,92	4,17	6,17	8,08
A ₂	4,83	6,75	7,92	5,17	7,00	8,58	5,00	6,75	8,17	6,17	7,67	8,67	4,33	6,33	8,17
A ₃	5,00	6,92	8,58	5,33	7,25	9,00	4,92	6,75	8,50	5,33	7,08	8,58	4,83	6,83	8,83
A ₄	4,50	6,50	8,40	4,50	6,50	8,42	5,17	7,08	8,83	5,17	6,92	8,42	4,08	6,00	7,92
A ₅	4,67	6,67	8,50	4,00	6,00	8,00	5,17	7,00	8,58	5,50	7,25	8,58	4,17	6,17	8,17

Tablo 59 Devam: Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	Dijital Dönüşüm Kültürü			Devlet Desteği			Paydaşların Desteği			Rekabet Düzeyi			Kamusal Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A ₁	3,58	5,50	7,50	5,08	6,75	8,17	3,92	5,83	7,83	4,17	6,17	8,08	1,42	2,75	4,50
A ₂	4,33	6,33	8,25	4,42	6,17	7,75	4,75	6,50	8,08	4,75	6,33	7,75	2,83	4,58	6,50
A ₃	4,42	6,33	8,25	5,25	7,00	8,50	4,83	6,75	8,58	4,83	6,83	8,67	2,83	4,58	6,50
A ₄	4,00	6,00	8,00	4,25	6,00	7,67	4,33	6,33	8,25	3,50	5,50	7,50	2,58	4,33	6,33
A ₅	3,58	5,42	7,33	4,42	6,17	7,83	3,67	5,67	7,67	4,00	6,00	8,00	1,58	2,83	4,50

Tablo 59 Devam: Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi İçin Oluşturulan Bulanık Karar Matrisi

	Dikey Entegrasyon			Yatay Entegrasyon			Veri Gizliliği			Veri ve Bilişim Güvenliği			Entelektüel Varlığın Korunması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A ₁	4,00	5,83	7,50	3,25	5,00	6,75	4,00	5,50	6,92	3,67	5,25	6,75	3,58	5,33	7,08
A ₂	3,00	5,00	7,00	3,42	5,25	7,17	5,17	6,92	8,25	5,00	6,75	8,17	4,50	6,33	7,92
A ₃	4,33	6,33	8,25	5,17	7,00	8,50	6,33	7,83	8,83	5,25	6,92	8,33	4,33	6,25	8,08
A ₄	4,00	6,00	7,92	4,50	6,42	8,17	5,67	7,33	8,58	5,00	6,75	8,17	4,83	6,67	8,33
A ₅	4,00	6,00	7,92	3,50	5,50	7,42	5,17	6,58	8,17	4,67	6,50	8,08	4,00	5,92	7,75

Tablo 59’da karar vericilerin ortak kararlarının bulanık sayılarla ifade edilmesiyle oluşturulan karar matrisi görülmektedir.

Tablo 60: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler

	Hedefleri Belirleme			İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme			Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme			Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı			Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
\tilde{f}_i^*	5,33	7,17	8,67	5,33	7,25	8,50	5,17	7,17	8,92	5,00	6,92	8,50	5,67	7,42	8,83
\tilde{f}_i^o	4,58	6,00	7,25	4,42	6,17	7,67	4,58	6,42	8,00	4,00	5,92	7,67	4,67	6,17	7,50

Tablo 60 Devam: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler

	Kurumsal Stratejik Planlama			Teknolojik Altyapı			İnsan Kaynağı Altyapısı			Finansman			Örgüt İçi Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
\tilde{f}_i^*	5,00	6,92	8,58	5,33	7,25	9,00	5,17	7,08	8,83	6,17	7,67	8,67	4,83	6,83	8,83
\tilde{f}_i^o	3,83	5,58	7,33	4,00	5,92	7,75	3,75	5,58	7,33	4,75	6,42	7,92	4,08	6,00	7,92

Tablo 60 Devam: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler

	Dijital Dönüşüm Kültürü			Devlet Desteği			Paydaşların Desteği			Rekabet Düzeyi			Kamusal Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
\tilde{f}_i^*	4,42	6,33	8,25	5,25	7,00	8,50	4,83	6,75	8,58	4,83	6,83	8,67	2,83	4,58	6,50
\tilde{f}_i^o	3,58	5,42	7,33	4,25	6,00	7,67	3,67	5,67	7,67	3,50	5,50	7,50	1,42	2,75	4,50

Tablo 60 Devam: En İyi ve En Kötü Bulanık Değerler

	Dikey Entegrasyon			Yatay Entegrasyon			Veri Gizliliği			Veri ve Bilişim Güvenliği			Entelektüel Varlığın Korunması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
\tilde{f}_i^*	4,33	6,33	8,25	5,17	7,00	8,50	6,33	7,83	8,83	5,25	6,92	8,33	4,83	6,67	8,33
\tilde{f}_i^o	3,00	5,00	7,00	3,25	5,00	6,75	4,00	5,50	6,92	3,67	5,25	6,75	3,58	5,33	7,08

BVIKOR ile alt kriterlere göre alternatiflerin sıralanmasında bulanık karar matrisindeki kriterler için en iyi ve en kötü bulanık değerler belirlenerek, Tablo 60 oluşturulmuştur.

Tablo 61: Alt Kriterler İle Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Hedefleri Belirleme			İş Modelleri Oluşturarak Temel Stratejileri Geliştirme			Temel Stratejileri Uygulanabilir Yöntemlere Dönüştürme			Liderin Örgütün Yapısal Dönüşümüne Katkısı			Liderin Motivasyon Etkisi ve Takım Çalışması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,05	0,05	0,05	0,31	0,31	0,31	0,64	0,64	0,64	0,22	0,22	0,23	0,68	0,68	0,68
A2	0,00	0,01	0,02	0,06	0,07	0,06	0,36	0,35	0,46	0,00	0,00	0,03	0,23	0,18	0,21
A3	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,00	0,18	0,14	0,12	0,22	0,22	0,19	0,23	0,23	0,25
A5	0,01	0,01	0,02	0,17	0,15	0,06	0,18	0,14	0,17	0,32	0,32	0,32	0,56	0,45	0,42

Tablo 61 Devam: Alt Kriterler İle Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Kurumsal Stratejik Planlama			Teknolojik Altyapı			İnsan Kaynağı Altyapısı			Finansman			Örgüt İçi Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,12	0,12	0,01	0,10	0,12	0,12	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25	0,17	0,15	0,15
A2	0,02	0,02	0,07	0,01	0,02	0,04	0,02	0,04	0,09	0,00	0,00	0,00	0,12	0,11	0,14
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,15	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00
A4	0,05	0,04	0,02	0,07	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,18	0,15	0,08	0,19	0,19	0,19
A5	0,04	0,02	0,01	0,12	0,11	0,10	0,00	0,01	0,03	0,12	0,08	0,03	0,17	0,15	0,14

Tablo 61 Devam: Alt Kriterler İle Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Dijital Dönüşüm Kültürü			Devlet Desteği			Paydaşların Desteği			Rekabet Düzeyi			Kamusal Eğitim		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,12	0,11	0,09	0,05	0,08	0,12	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,18	0,18	0,18
A2	0,01	0,00	0,00	0,26	0,26	0,28	0,01	0,05	0,11	0,02	0,12	0,24	0,00	0,00	0,00
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4	0,06	0,04	0,03	0,31	0,31	0,31	0,09	0,08	0,07	0,31	0,31	0,31	0,03	0,02	0,01
A5	0,12	0,12	0,12	0,26	0,26	0,25	0,21	0,21	0,21	0,19	0,19	0,18	0,16	0,17	0,18

Tablo 61 Devam: Alt Kriterler İle Alternatiflerin Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Dikey Entegrasyon			Yatay Entegrasyon			Veri Gizliliği			Veri ve Bilişim Güvenliği			Entelektüel Varlığın Korunması		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	0,07	0,10	0,16	0,73	0,73	0,73	0,48	0,48	0,48	0,29	0,29	0,29	0,24	0,24	0,24
A2	0,27	0,27	0,27	0,67	0,64	0,56	0,24	0,19	0,15	0,05	0,03	0,03	0,06	0,06	0,08
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,05
A4	0,07	0,07	0,07	0,25	0,21	0,14	0,14	0,10	0,06	0,05	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
A5	0,07	0,07	0,07	0,63	0,55	0,45	0,24	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	0,16	0,13	0,11

Formül 14 kullanılarak elde edilen ağırlıklandırılmış ve normalleştirilmiş bulanık karar matrisi Tablo 61 ile gösterilmiştir.

Tablo 62: \tilde{S} , \tilde{R} Değerleri ve \tilde{Q} İndeksi

	\tilde{S}			\tilde{R}			\tilde{Q}		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
A1	5,19	5,25	5,24	0,73	0,73	0,73	1,00	1,00	1,00
A2	2,41	2,41	2,83	0,67	0,64	0,56	0,66	0,64	0,63
A3	0,29	0,24	0,19	0,15	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00
A4	2,53	2,30	1,95	0,31	0,31	0,31	0,37	0,36	0,36
A5	3,82	3,46	3,06	0,63	0,55	0,45	0,78	0,67	0,58

Tablo 62’de yer alan “S” değerleri en yüksek grup faydasını, “R” değerleri en düşük pişmanlığı, “Q” indeksi ise alternatiflerin uzlaşık çözüm sıralamasını vermektedir (Opricovic, 2011: s. 12984).

Tablo 63: Bulanık Değerlerden Arındırma

ALTERNATİFLER	S	R	Q	SIRA NO
(A ₁) Kuru Dökme Yük Gemileri	5,265	0,73	1	5
(A ₂) Sıvı Dökme Yük Gemileri	2,831	0,5468	0,6243	3
(A ₃) Konteyner Gemileri	0,173	0,0528	0	1
(A ₄) Ro-Ro Gemileri	1,871	0,308	0,3559	2
(A ₅) Genel Kargo Gemileri	2,946	0,4227	0,5405	4

Tablo 63 ile bulanık değerlerden arındırma işlemi yapılarak “S”, “R” ve “Q” değerleri bulunmuştur. Durulaştırma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen en düşük “Q” değeri en iyi alternatifi vermektedir. Buna göre konteyner gemileri (A₃) alternatifi, alt kriterlere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda grup faydasının en fazla olduğu ve en düşük pişmanlığı sağlayan alternatiftir. Alt kriterlere göre yapılan alternatif değerlendirmelerine göre en iyi alternatif olan “Konteyner Gemileri (A₃)” alternatifini 2. sırada “Ro-Ro Gemileri (A₄)”, 3.sırada “Sıvı Dökme Yük Gemileri (A₂)”, 4. sırada “Genel Kargo Gemileri (A₅)”, 5.sırada “Kuru Dökme Yük Gemileri (A₁)” alternatifleri takip etmektedir.

Alternatifler karar vericiler tarafından her bir alt kritere göre değerlendirildiğinde, “Konteyner Gemisi (A₃)” alternatifi Formül 16 ile tanımlanan Koşul 1’i sağlamıştır. Buna göre $Q(A_2)-Q(A_1)=0,35$ olduğundan alt kriterlere göre en iyi uzlaşık çözüm “Konteyner gemisi(A₃)” alternatifidir.

Tablo 64: Karar Vermede İstikrar Koşulu

Q	A3	A4	A2	A5	A1
S	A3	A4	A2	A5	A1
R	A3	A4	A5	A2	A1
Koşul 2	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı	Sağlandı

Koşul 2, ideal alternatifin “S” veya “R” değerleri arasında en iyi alternatif olması durumunda kararlarda istikrarın olduğunu göstermektedir. Tablo 64’te koşul 2’nin sağlandığı görülmekte ve karar vermede istikrar koşulu sağlanmaktadır.

SONUÇ

Tezde, literatür araştırmasıyla ana faktörler, Stratejik Vizyon, Liderlik, Örgütsel Yapı, Dışsal Faktörler, Entegrasyon ve Siber Güvenlik olarak belirlenmiştir. Belirlenen faktörlerin BAHF yöntemiyle analiz edilmesi sonucunda faktör ağırlıkları bulunmuştur. Faktörler ağırlıklarına göre; Siber Güvenlik(%21), Örgütsel Yapı(%20), Entegrasyon(%18), Liderlik(%17), Dışsal Faktörler(%12), Stratejik Vizyon(%10) olarak belirlenmiştir. Ortaya çıkan bu sıralama, denizcilik işletmelerinin ve paydaşlarının Gemi 4.0'ın başarılmasında göz önünde bulundurmaları önerilen konuları göstermektedir.

“Siber güvenlik” faktörünün Gemi 4.0 dönüşümünde en fazla ağırlığa sahip kriter olması, Gemi 4.0'ın başarılması sürecinde gemi işletmelerinin veriyi iş süreçlerinin her safhasında toplayarak işlemesi, mobil sistemler ve nesnelerin interneti sayesinde verinin siber ortamda paylaşılıyor olması, verinin güvenliği, gizliliği ve entelektüel varlıkların korunmasını en önemli konu durumuna getirdiği değerlendirilmektedir. Gemi 4.0'da otonom gemilerin karadaki bir kontrol merkezinden kumanda edilmesi ya da takibi, bu sistemleri siber saldırıların hedefi haline getirerek, siber korsanlığı deniz yolu ulaştırmasında yüke, gemiye veya işletmelerin işlediği veriye zarar veren ve pahalıya mal olan önemli bir sorun olarak gündeme getirebilir. Gemi 4.0'da gemilerin, denizcilik işletmelerinin, paydaşların yatay ve dikey entegrasyonu ile iş süreçlerini daha verimli hale getirerek rekabet edebilmenin yolu öncelikle siber alt yapıyı ve Gemi 4.0 gereklerine uygun bir örgüt yapısını oluşturmaktan geçmektedir. Verinin işlenmesi ve doğru kararlar ile kullanımı, gizliliğinin sağlanması, rakiplerin de veriye kolay erişim imkânının oluşu, veri hırsızlığının işletmelere önemli zararlar verebileceği gerçeği, Gemi 4.0'ın gerçekleştirilmesinde siber güvenlik faktörünü öne çıkardığı değerlendirilmektedir. Hogg ve Ggosh (2016) bu konuda yaptıkları çalışmada insansız bir geminin kontrolünün siber korsanlar tarafından ele geçirilerek gasp edilmesinin can kayıpları, yükün zarar görmesi ve çevre felaketlerine sebep olabilecek sonuçlar doğurabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca gemi işletmelerinin siber saldırıları engellemek üzere aldığı tedbirlerin ve bu konuda siber güvenliğin en zayıf halkası

olan personele verilmesi gereken eğitimlerin önemli bir maliyet kalemi oluşturacağını öne sürmüştür.

Bu konuda literatürde yapılan çalışmalar ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Deloitte (2015) yayınladığı raporunda, işletmelerin siber güvenlik ile ilgili risk değerlendirmelerini içeren bir ankete ait sonuçları paylaşmış, ankete katılan işletmelerin %48'inin Endüstri 4.0'ın bir sonucu olarak siber risk seviyesinin çok güçlü bir şekilde artacağına, %36'sının ise güçlü bir şekilde artacağına inandıkları sonucuna ulaşmıştır. Endüstri 4.0 projelerinin uygulanmasında kritik başarı faktörlerini inceleyen Bolatan ve Gözölü (2019) "büyük veri yönetiminin" en önemli başarı faktörü olduğu sonucunu çıkarmıştır. Bu bakımdan araştırma sonucu Bolatan ve Gözölü'nün çalışmasının sonuçları ile uyumaktadır. Deniz ulaştırmasını "akıllı" kavramıyla inceleyen Alop (2019), akıllı deniz ulaştırmasının önündeki zorluklar ve engelleri araştırmıştır. Araştırmasında "siber güvenlik" konusu en önemli faktör olarak ilk sırada, "dışsal faktörler" konusu son sırada yer almıştır. Alop, "dışsal faktörler" kriterini, etkisinin süreklilik arz etmeme özelliği ve işletme faaliyetleri üzerinde algılanan etki düzeyi itibarıyla son sırada yer aldığını değerlendirmiştir. Alop'un çalışmasında elde edilen sonuçların, bu tezin sonuçlarıyla uyduğu görülmektedir. Ang vd (1995) Singapur'da işletmeler için üretim kaynak planlamasının ve devlet yardımının uygulanmasında kritik başarı faktörlerini değerlendirmiş, dijitalleşme düzeyi açısından bakıldığında "verinin doğruluğu ve bütünlüğü" kriterinin en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir. Ang ve arkadaşlarının elde ettiği sonuç ile bu tezde en fazla ağırlığa sahip faktör olarak elde edilen sonuç olan "Siber Güvenlik" faktörü farklı alanlarda yapılan çalışmaların benzer sonuçlarını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar verinin gizliliğinin, bilişim güvenliğinin sağlanması ve işletmenin maddi olmayan varlıklarının korunmasını kapsayan "siber güvenlik" konusunun Gemi 4.0'ın başarılmasında işletmeler için hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Gemi 4.0'ın başarılmasında belirlenmiş olan alt kriterlerin her biri, ait olduğu ana kriter grubu içinde birbirleriyle karşılaştırıldığında; en fazla ağırlığa sahip ana kriter olan "Siber güvenliği" alt kriterleri arasında "Veri gizliliği" alt kriteri %47 oran ile en fazla ağırlığa sahip olmuştur. Ortaya çıkan ana ve alt kriter ağırlıkları

Gemi 4.0'ın başarılmasında işletmeler için en fazla önceliği olan konunun “siber güvenlik” olduğunu gösterirken, bu konuda en önemli temanın “veri gizliliği” olduğunu vurgulamakta, verinin kriptolanarak saklanması ve veriye erişimde “yetkili personel” uygulamasının önemini ortaya koymaktadır. Korucuk ve Öztürk (2019) tarafından yapılan benzer çalışmada, imalat işletmelerinde Endüstri 4.0 uygulamalarını etkileyen faktörler entropi yöntemiyle sıralanmıştır. Çalışmada, akıllı robotlar, yatay dikey yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti, büyük veri ve analiz, zenginleştirilmiş gerçeklik, eklemeli üretim, simülasyon, siber güvenlik, buluttan oluşan faktörler arasındaki ağırlık sıralamasında en fazla ağırlığa sahip 4. faktör olmuştur. İmalat sektörü kapsamında, bu tezde belirlenmiş olan faktörlerden çoğunlukla farklı faktörler ile yapılan çalışmada “siber güvenlik” faktörünün 9 faktör arasında 4. sırada yer alması karar vericilerin siber güvenlik faktörüne önem atfettiğini göstermektedir. Ayrıca hizmet sektöründe sınıflandırılan gemi işletmelerinin birbirine entegrasyonunun gerçekleştiği Gemi 4.0'da, yoğun paydaş ilişkileri ve değerlendirilmek üzere elde edilen verinin çokluğu ile bu verinin paylaşımının yarattığı yüksek yoğunluklu siber ortamda veri gizliliğinin korunması gerekmektedir. İşletmeler için hayati öneme sahip ve korunması gereken verinin gizliliği konusunda yeterli tedbirlerin olmayışı ya da bilinçsiz, sorumsuz çalışanların yarattığı açıklar ile verinin çalınması, kullanılamaz hale getirilmesi, işletmeye ait ticari bilginin kötü niyetli kişi veya organizasyonların eline geçmesi riskini ortaya çıkaracağından “veri gizliliği” faktörünün en fazla ağırlığa sahip faktör olduğu değerlendirilmektedir. Endüstri 4.0 ve deniz ulaştırmasında Gemi 4.0 teknolojileri, bilgi sistemleri aracılığıyla ticari açıdan değerli veriye erişimi kolaylaştırmakta, ancak bu verinin korunması önem arz etmektedir. Veri gizliliğinin sağlanamaması işletmelerin Gemi 4.0'ın itici gücünden faydalanmalarının önünde önemli bir engeldir (Gönen vd, 2021: s. 1143). Günümüzde siber savaşların yaşandığı dünyada, fiziksel sistemler Gemi 4.0 ile siber ortamda otonom kabiliyetlere kavuşarak tehditlere açık hale gelecek, bir çok kaynaktan elde edilen verinin saklanması ve korunması sorunu, işletmeler için kritik bir öneme kavuşacaktır. Ağırlık sıralamasında ikinci olan “Örgütsel yapı” ana kriterinin alt kriterleri arasında en fazla ağırlığa sahip olan alt kriter %25 ile “Finansman” alt kriteri olmuştur. “Örgütsel yapı” ana kriterinin en fazla ağırlığa sahip 2. kriter olması Gemi 4.0'ın başarılmasında yapısal bir dönüşümün gerçekleştirilmesinin önemini

vurgulamaktadır. “Örgütsel yapı” ana kriterinin alt kriterlerinden “Finansman” ın en fazla ağırlığa sahip olması, Gemi 4.0’da örgüt yapısının dönüşümü için gerekli olan sermayenin en kritik faktör olduğunun değerlendirildiğini göstermektedir. “Entegrasyon” ana kriterinin en fazla ağırlığa sahip olan alt kriteri %73 ile “Yatay entegrasyon” olmuştur. Gemi 4.0’da entegrasyon, işletmeler için bilgi teknolojilerinin kullanımıyla iç süreçlerinin entegrasyonu ve bilgi sistemlerinin veri ağları üzerinden paydaşlar ile entegrasyonunu gerçekleştirebilmesinde önem kazanmaktadır. *Yatay entegrasyon*, işletmeleri ticari faaliyetlerinde dış dünyaya entegre eden, faaliyetlerini fiziksel ortamdan siber ortamda oluşturulan iş birliği platformlarına taşıyan bir kriter olmasıyla entegrasyon ana kriterinin en önemli alt kriteri olarak değerlendirilmektedir. “Liderlik” ana kriterinin en fazla ağırlığa sahip olan alt kriteri %67 ile “Liderin motivasyon etkisi ve takım çalışması” olmuştur. Bu sonuç, işletmelerin iç yapılarında ve dış ilişkilerinde köklü bir dönüşüm ile entegrasyonun söz konusu olduğu Gemi 4.0’da, takım çalışmasının ve liderin takım üzerindeki motivasyonunun önemini vurgulamaktadır. “Stratejik vizyon” ana kriterine ait alt kriterlerin arasında en fazla ağırlığa sahip olan alt kriter %63 ile “Temel stratejileri uygulanabilir yöntemlere dönüştürme” olmuştur. İşletmelerin belirledikleri stratejik vizyonu eyleme geçirdikleri adım olan “Temel stratejileri uygulanabilir yöntemlere dönüştürme” alt kriterinin öne çıkması, Gemi 4.0’ın dinamik bir dönüşüm süreci gerektirdiğini vurgulamaktadır. “Dışsal faktörler” ana kriterinin en fazla ağırlığa sahip olan alt kriteri %30 ile “Rekabet düzeyi” ve “Devlet desteği” faktörleri olmuştur. Bu alt kriterlerin, karar vericiler tarafından rekabet yoğun bir karakterde olan denizcilik sektörünün Gemi 4.0 ile rekabetin daha da arttığı, entegrasyon ve işbirliklerinin önem kazandığı bir nitelik kazanacağını öngördükleri, köklü bir dönüşüm ve entegrasyon gerektiren Gemi 4.0’ın başarılmasında devletin destekleyici ve düzenleyici yaklaşımının önemini ortaya koydukları değerlendirilmektedir. Ayrıca 2012 yılında Türkiye kabotaj hattında yüklenen yük miktarı 22.869.458 ton iken, 2023 yılında 34.027.952 tona yükselmiştir. Bu yükselişte 2004 yılında uygulamaya konan özel tüketim vergisinden muaf akaryakıt satışı uygulaması etkili olmaktadır (Deniz Ticaret Odası (DTO), 2023: s. 114). Kabotaj taşımacılığının deniz yolu ulaştırmasındaki payını artıran bu uygulama, sektörde devlet desteğinin etkisini göstermekte, Gemi 4.0’ın

başarılmasında planlı ve sistematik bir yaklaşımla belirlenen hedeflerin yakalanabileceğini ortaya koymaktadır.

Gemi 4.0'ın başarılmasında en uygun gemi tipi alternatifinin belirlenmesi ve alternatiflerin sıralanması amacıyla BVIKOR yöntemi kullanılmış, ana kriterlerin etkisine göre değerlendirilen en uygun alternatifin uzlaşmaya varılan çözümlerle "Konteyner gemileri" olduğu sonucuna varılmıştır. Konteyner gemilerini sırasıyla "Ro-Ro gemileri", "Sıvı dökme yük gemileri", "Genel kargo gemileri" ve "Kuru dökme yük gemileri" izlemektedir. Gemi 4.0'ın başarılmasında karar vericilerin alt kriterlerin gemi tipi alternatifleri üzerindeki etki düzeyi ile ilgili değerlendirmeleri BVIKOR ile analiz edilmiş; aynı en iyi alternatif tercihi ve alternatif sıralaması uzlaşık bir çözümlerle elde edilmiştir. Benzer çalışmalar incelendiğinde Kurt ve Aymelek (2022), kuru dökme yük, konteyner, Ro-Ro, tanker ve LNG taşıyıcı olarak belirledikleri gemi tiplerine göre, gemilerin otonom sistemlere uygunluğunu değerlendirmişler; konteyner gemilerinin otonom sistemlere en uygun gemi tipi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kurt ve Aymelek'in çalışmasında elde ettikleri sonuç, bu tezde elde edilen sonuçla örtüşmektedir.

Dünyada tamamlanmış ve devam etmekte olan otonom gemi projeleri incelendiğinde, projeyi yürüten kuruluşların, kısa mesafe deniz taşımacılığına odaklandıkları; *kara yoluyla yapılan taşımacılığın yükünü hafifletmeyi*, taşımacılığı *daha ekonomik ve güvenli bir yoldan yapmayı*, IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü-International Maritime Organization) ve Avrupa Birliği (AB)'nin çevreyle ilgili belirlemiş olduğu *karbon salınımını önlemeye yönelik düzenlemelere* uygun çözümler üretmeyi amaçladıkları görülmektedir (Munim, 2019: s. 269; Marrero ve Lopez, 2023: s. 1). Bu konuda IMO'nun düzenlemelerine ilave olarak, Avrupa Birliği (AB) 2021 yılında, deniz taşımacılığında karbon salınımının önlenmesiyle ilgili düzenlemeler getirmiştir (Marrero ve Lopez, 2023). Gemi 4.0'ın başarılmasında en uygun ikinci alternatif olarak seçilen Ro-Ro gemi tipi alternatifini de konteyner gemilerinde olduğu gibi kara taşımacılığı modunu deniz taşımacılığına kaydırma amacını gerçekleştirmede uygun gemi tipi olmasıyla öne çıktığı değerlendirilmektedir.

Inter modal ve multi modal taşımacılık modellerini destekleyen konteyner taşımacılığının kara ve deniz yolu taşıma modlarına uyumluluğu, kısa sürede elleçleme avantajı ile konteyner gemilerinin otonom gemilerin geliştirilmesinde öne çıkan kuruluşları motive eden amaçları gerçekleştirmeye en uygun gemi tipi olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca farklı yük çeşitlerini, standartlaştırarak kapıdan kapıya taşıma imkânı sunan konteyner taşımacılığının paydaş katkısı ve müşteri memnuniyetinin öne çıktığı bir taşımacılık modeli olması, Gemi 4.0'ın başarılmasında otonom konteyner gemilerini özellikle kısa mesafe deniz taşımacılığında en iyi alternatif olarak öne çıkardığı değerlendirilmektedir. Kara yollarında artan trafik yükü, atmosfere salınan karbon emisyonlarının çoğunun fosil yakıtlı kara araçlarından kaynaklanması, IMO ve AB'nin bu konudaki düzenleyici kararları deniz yolu taşımacılığının, kara yolu taşımacılığına tercih edilmesini, Gemi 4.0'ın başarılmasında ilk hedef olarak kısa mesafe yük taşımacılığının otonom gemilerle yapılmasını teşvik etmektedir.

Deniz ticaretinde kargo türlerinin yüzdeleri bakıldığında, UNCTAD (2023) verilerine göre konteyner gemileri, minör yükleri taşıyan kuru dökme yük gemileri ve ham petrol taşıyan sıvı dökme yük gemilerinden sonra gelmektedir. Bu bakımdan farklı türde kargoyu konteynerler içerisinde taşıyabilmeleri ve düzenli hat taşımacılık ağının küresel düzeyde yaygınlaşmış olması konteyner gemilerinin Gemi 4.0'a entegrasyonunun ekonomik etkinliğinin diğer gemi türlerine göre daha verimli olacağı değerlendirilmektedir. Alternatifler sıralandığında, ilk iki sırada yer alan konteyner ve Ro-Ro gemileri, faaliyetlerini layner taşımacılık türünde gösterdiklerinden, bu gemilerin sefer bölgelerinin belirli olması, önemli dış paydaşlardan olan müşterileri ile süreklilik arz eden özellikte ilişkilerinin olması, bu gemi tiplerinin Gemi 4.0 düzeyinde gelişiminde paydaş katkısını öne çıkardığı değerlendirilmektedir. Uluslararası kuruluşların getirdiği düzenlemeler karbon emisyonlarını sınırlamakta, araç sayısı günden güne artan kara yolu trafiğinin rahatlatılması ihtiyacı, çevreci enerjilerle çalışan, “feeder” otonom konteyner gemilerini Gemi 4.0'ın başarılmasında en uygun gemi tipi olarak öne çıkarmaktadır. Otonom konteyner gemileri, kısa mesafelerde konteyner yüklerini ana limanlara taşıyarak, büyük konteyner gemileri için sefer bölgelerinde daha az liman planlanmasıyla operasyon maliyetlerini azaltmaktadır. Sonuç olarak; ilk iki sırada

yer alan alternatifler olan “Konteyner gemileri” ve “Ro-Ro gemileri” alternatifleri, kara yolu trafik yükünü önemli ölçüde azalttıkları, bu sayede uluslararası düzenlemelerin dikte ettiği karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağladıkları, kara yolu taşımacılığı ile uyumlu olarak düşük maliyetle ve güvenilir taşımacılık imkânı sundukları için Gemi 4.0’ın başarılmasında en uygun alternatifler olarak öne çıktıkları değerlendirilmektedir.

Gemi 4.0, deniz yolu ulaştırmasında Endüstri 4.0 yaklaşımıyla tanımlanmış olan Denizcilik 4.0, Liman 4.0 gibi yaklaşımlar ile birlikte tamamlayıcı bir karaktere sahiptir. Deniz yolu ulaştırmasında konteyner taşımacılığı eko sistemi, küresel ölçekte entegrasyonu sağlayan bilgi teknolojileri, nesnelere interneti, otonom sistemler, yenilenebilir enerji gibi modern teknolojileri uygulamada öne çıkmaktadır. Bu ekosistem ile etkileşim içerisinde, Liman 4.0’da gerekli dönüşümü sağlamada öne çıkan konteyner terminallerini kullanan konteyner gemilerinin, sanal varış yöntemlerini uygulayarak varış terminali ile iletişim kurma, bu terminale yaklaşma, aborda olma, uluslararası düzenlemeler çerçevesinde çevreye duyarlı olma konularında gerekli otomasyon seviyesine ulaşarak, entegrasyonu sağlamada başarılı olacağı değerlendirilmektedir. Bu konu, konteyner gemisi dışındaki diğer gemi tipleri bağlamında ele alındığında, diğer gemi tipi alternatiflerinin henüz yatay entegrasyonu gerçekleştirilmede sinerji yaratan bir ekosistemlerinin oluşmadığı değerlendirilmektedir. Bu konuda yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde, İnanlı ve Yorulmaz (2022) konteyner terminallerinin dijital dönüşümünü araştırmış, dünya ticaretinin büyümesi ve kapıdan kapıya taşımacılığın öneminin artmasıyla konteynerizasyondaki yükselişin daha verimli ve daha hızlı elleçleme yapabilen akıllı konteyner limanlarının deniz ulaştırmasında dijital teknolojileri uygulayan öncü aktörler olduğunu ortaya koymuştur. Konteyner terminalleriyle ilgili çalışmayla elde edilen bu sonuç, tez konusu araştırmayla elde edilen Gemi 4.0’ın başarılmasında en uygun gemi tipi alternatifinin “Konteyner gemisi” olduğu bulgusu ile örtüşmektedir.

Yükleme-boşaltma hızı ve elleçleme ekipmanlarına ihtiyaç olmaması, taşıyabildikleri yükün çeşitliliği, diğer taşıma modlarına uyumlulukta konteyner taşımacılığı ile benzer özellikte olan Ro-Ro taşımacılığında, bilgi teknolojileri, RFID, barkod gibi yükü dijital ortamda tanımlayarak, yükleme operasyonlarında bu

teknolojilerden faydalanarak gemi stabilite hesapları yapılmaktadır. Bu sebeple, analiz sonuçlarına göre konteyner gemileri kadar yaygın olmayan Ro-Ro gemilerinin Gemi 4.0'ın başarılmasında konteyner gemilerinden sonra geldiği ortaya çıkmıştır. Konteyner ve Ro-Ro gemi tiplerinin düzenli hat taşımacılığı yapıyor olmaları nedeniyle, yük işlemleri, bakım vb. faaliyetlerinin planlanmasında Gemi 4.0 teknolojilerinin uygulanması bu gemilerin verimliliğini artıracığı değerlendirilmektedir. Tipik bir operasyonda, elleçleme ile geçen zamanın dışında personelin dinlenmesi, vardiya değişimleri gibi gerekçelerle gemilerin limanda kalma süresini artırdıkları bilinmektedir (Dantas ve Theotokatos, 2023: s. 8). Bu durumda insansız, otonom gemilerde limanda geçen süre azalacağından, seyirde hız optimizasyonu gibi yakıt tasarrufu sağlayan tedbirlerin uygulanması fırsatı artacak; bu tedbirler, layner hatlarda çalışan gemiler için tramp taşımacılık türünde çalışanlara göre verimlilik açısından daha etkili sonuçlar yaratacaktır. Otonom gemi projelerinin kolay elleçleme imkânlarıyla “konteyner gemileri” ve “Ro-Ro gemileri” üzerinde uygulanması, Gemi 4.0'da bu gemi tiplerinin dijital teknolojilerin uygulanması, mobil iletişim imkânlarıyla müşteri memnuniyeti sağlamada uygun olduklarını göstermektedir.

Ayrıca, konteyner ve Ro-Ro gemilerinin ambar, tank temizliği gibi bakım tutum ihtiyaçlarının olmaması, daha az personel istihdamıyla işletme giderlerini azaltarak bu gemilere Gemi 4.0'ın başarılması için en uygun insansız gemi tipinin tercihinde öncelik kazandıran bir başka etmen olduğu değerlendirilmektedir.

Gemi 4.0'ın başarılmasında gemi işletmecilerine kaynakların verimli kullanılması adına, Gemi 4.0 başarı faktörlerinin tatbikinde ideal uygulama alanlarına sahip olan konteyner, Ro-Ro gemi tiplerinde siber güvenlik, örgütsel yapıyı uyumlandıran uygulamalar, yatay ve dikey entegrasyonun başarılması için teknolojik ve yönetsel yeniliklere öncelikle yatırım yapılması önerilmektedir. Ayrıca gemi işletmelerinin kara kadrolarında ve gemide çalışan gemi insanlarında kurumsal bir *siber güvenlik kültürünün* tesis edilmesi önemli olduğundan, verilecek eğitimlerle siber güvenlik bilincinin canlı tutulması önerilmektedir. Denizcilik işletmelerinin, Gemi 4.0'a yönelik olarak organizasyon yapısını geliştirirken, işletmeyi siber tehditlere karşı koruyacak, veri gizliliği, veri ve bilişim güvenliğini sağlayarak

denetleyecek bir “Siber Güvenlik” departmanının kurulması önerilmektedir. Denizcilik eğitimi veren eğitim kurumlarının eğitim müfredatlarına gerekli teknik donanımına sahip denizcilerin yetişmesi için yapay zekâ ve bilgi teknolojilerinin kullanımı ile “siber güvenlik” konusunu da dahil etmeleri önerilmektedir.

Bu tez ile yapılan araştırmada, deniz yolu ulaştırmasında büyük bir yapısal dönüşüm ve entegrasyon çağının başlamakta olduğunu ifade eden Gemi 4.0’ın başarılmasında devletin desteğinin önemi ortaya çıkmıştır. Bu sebeple devletin işletmelere bilgi, finansman, işletmelerin dönüşümünü kolaylaştırıcı düzenlemeler, ilgili kamu kurumlarının dijital dönüşümünün gerçekleştirilmesi ile destek olması, akademi-devlet-özel sektör iş birliğine öncülük etmesi, rekabetin küresel bir boyut kazanmış olduğu deniz yolu ulaştırmasında sektörün güç kazanarak yenilediği bir sürecin kapılarını açacaktır.

Tezin *kısıtlılıklarından* biri, tez konusu araştırma verilerinin, görüşlerine başvurulmuş karar verici uzmanların deneyimleriyle sınırlı olmasıdır. Bu sebeple gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda daha fazla sayıda uzman görüşünün alınmasıyla daha fazla tecrübenin aktarılması, araştırmalara farklı görüşlerin katkısı olasılığını artıracaktır. Diğer kısıt, karar verici grubun demografik yapısıdır. Bu tezde karar verici grup, gemilerde çalışan 9 yönetici düzeyindeki gemi insanı ve denizcilik tecrübesi olan 3 akademisyenden oluşmuştur. Bu konuda yapılacak olan gelecekteki araştırmalarda karar verici grubun belirlenmesinde işletmelerin vizyonunu ve stratejik kararlarını belirleyen armatörler, denizcilik işletmelerinin karadaki kadrolarında yönetici düzeyinde çalışan profesyoneller, denizcilikte dijital dönüşüm konusunu araştıran akademisyenlerden ya da bu üç grubun karışımından yararlanılarak denizcilik işletmelerinin stratejik kararlarında belirleyici olan kişilerin bakış açısı ile yargılarının ortaya konması önerilmektedir.

Tezde, araştırmanın alternatifleri gemi tipleri olarak belirlenmiştir. Araştırmacılara gelecekte bu konuda yapılacak olan çalışmalarda “sefer bölgeleri” gibi farklı alternatiflerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca farklı yöntemler uygulandığında ortaya çıkan sonuçların ve varsa farklılıkların değerlendirilebilmesi için, kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve en uygun alternatifin belirlenmesinde aynı

amacı farklı yaklaşımlarla gerçekleştiren TOPSIS, VIKOR gibi benzer çok kriterli karar verme yöntemlerin bir arada kullanılması da önerilmektedir.

İlk otonom gemi projeleri, bu projelerde seçilen gemi tipleri ve bu projelerin girişimcilerinin, ulaştırmanın stratejik ihtiyaçları doğrultusunda ortaya koydukları hedefler değerlendirildiğinde Gemi 4.0'ın öncelikli uygulama alanının kısa mesafe deniz taşımacılığında feeder konteyner gemilerinin kullanımı olduğu görülmektedir. Bu bakımdan araştırmacılara kısa mesafe deniz taşımacılığında otonom gemilerin kullanımının teknik, operasyonel, yasal boyutları, feeder konteyner gemileri ve diğer gemi tipi alternatifleri kapsamında etkinlik analizi konularının araştırılması önerilmektedir.

Otonom gemilerin tam otonomi (MASS4) düzeyinde yaygın ticari kullanımının yakın gelecekte mümkün görünmemesi sebebiyle, otonom gemilerle ilgili yapılacak yasal düzenlemelerin öncelikle MASS2 ve MASS3 otonomi düzeylerinin kullanımıyla doğacak ihtiyaçları kapsayacak şekilde yapılması, uyum sürecini kolaylaştıracağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Kitaplar

Freeman, R. Edward, Jeffrey S. Harrisonet, Andrew C. Wicks vd (2010). Stakeholder theory: The state of the art. New York: Cambridge University Press.

Mansuroğlu, Ezgi ve Durmuş Ali Yanık (2023). "Uluslararası deniz hukuku perspektifinden deniz üstü otonom gemiler." Şu kitapta: Ed. Murat Yorulmaz. Deniz İşletmeciliği ve Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar. İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık, 183-216.

Stopford, Martin (2009). Maritime economics. New York: Routledge.

Senge, Peter (2002). Beşinci disiplin (Çev. Ayşegül İldeniz ve Ahmet Doğukan). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Yazıcı, Selim (2001). Öğrenen Organizasyonlar. İstanbul: Alfa Yayınları.

Yılmaz, Hande ve M. Taner Albayrak (2023). "Denizde siber güvenlik uygulamalarında güncel yaklaşımlar." Şu kitapta: Ed. Murat Yorulmaz. Deniz İşletmeciliği ve Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar. İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık, 279-301.

Yukl, Gary (2002). Leadership in Organization. New Jersey: Prentice Hall.

2. Makaleler, Bildiriler, Diğer Basılı Yayınlar

Acarer, Tayfun (2023). "Endüstri'deki gelişmelerin denizcilik işletmelerine ait gemilerin yönetiminde temin ettiği yeni olanaklar ve insansız gemiler". Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi 5.2: 122-153.

Aiello, Giuseppe, Antonio Giallanza vd (2020). "Towards Shipping 4.0. A preliminary gap analysis". Procedia Manufacturing, 42: 24-29.

Ahvenjärvi, Sauli (2016). "The human element and autonomous ships". TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation 10.3: 517-521.

Aka, Damla Çevik (2022). "Endüstri 4.0'ın uygulanmasında kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi ve aralık tip-2 bulanık Topsis yöntemi ile yatırım teşviği alan firmaların durum değerlendirilmesi". Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 41: 36-47.

Akben, İbrahim ve İbrahim Avşar (2018). "Endüstri 4.0 ve karanlık üretim: Genel bir bakış". Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 3(1).

- Aksoy, Suat (2017). "Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş". Sav Katkı, 4: 34-44.
- Aladağ, Hande (2022). "Türk inşaat sektöründe dijital dönüşüm uygulamaları üzerine bir araştırma". Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10.3: 973-986.
- Alatawi, Fatmah M.H., Yogesh K. Dwivedi, vd (2012). "Conceptual model for examining knowledge management system (KMS) adoption in public sector organizations in Saudi Arabia". tGOV workshop. Vol. 12: 1-22.
- Alçın, Sinan (2016). "Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0". Journal of life Economics 3.2: 19-30.
- Alop, Anatoli (2019). "The main challenges and barriers to the successful smart shipping". TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 13.3: 521-528.
- Altınpulluk, Hakan (2015). "Artırılmış gerçekliği anlamak: kavramlar ve uygulamalar". Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi Cilt 1, Sayı 4: 123-131.
- Amiri, Maghsoud, Seyed Ali Ayazi, Laya Olfat vd (2011). "Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy circumstance case study: an Iranian car parts supplier". International bulletin of business administration 10.6: 66-75.
- Ang, James S.K, Chee-Chuong Sum vd (1995). "Critical success factors in implementing MRP and government assistance: a Singapore context". Information & Management 29.2: 63-70.
- Ardekani, Saeid Saeida, Ali Morovati Sharifabadi, Maryam Jalaly vd (2013). "Comprehensive performance evaluation using FAHP-FVIKOR approach based on balanced scorecard (BSC): A case of Yazd's ceramic and tile industry". Iranian Journal of Management Studies 6.2: 81-104.
- Aslanoğlu, Suphi ve İsrail Zor (2006). "Bilgi varlıklarının değerlendirilmesi: Entelektüel sermaye ölçüm ve değerlendirme modelleri; Karşılaştırmalı bir analiz". Muhasebe ve Finansman Dergisi 29: 152-165.
- Awasthi, Anjali, Kannan Govindan vd (2018). "Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy Ahp-Vikor based approach". International Journal of Production Economics 195: 106-117.
- Baker, Jeff (2012). "The technology–organization–environment framework." Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, Vol. 1 : 231-245.

- Batista Santos, Pedro M. ve Tiago A. Santos (2024). "Short sea shipping in the age of sustainability, autonomous navigation and digitalization". *Journal of Marine Science and Engineering* 12.2: 252.
- Ben Farah, Mohamed Amine, Elochukwu Ukwandu, Hanan Hindy vd (2022). "Cyber security in the maritime industry: A systematic survey of recent advances and future trends". *Information* 13.1: 22.
- Bolatan, Gulin Idil S. ve Sıtkı Gözlü (2019). "Critical success factors in the transition processes to Industry 4.0 projects". *Agile Approaches for Successfully Managing and Executing Projects in the Fourth Industrial Revolution*. IGI Global: 267-278.
- Bulut, Ela ve Taner Akçacı (2017). "Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi". *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi* 4.7: 55-77.
- Carcary, Marian, Eileen Doherty, and Gerry Conway (2016). "A dynamic capability approach to digital transformation: a focus on key foundational themes". *The European Conference on Information Systems Management*. Academic Conferences International Limited: 20-28.
- Catlin, Tanguy, Jay Scanlan, and Paul Willmott (2015). "Raising your digital quotient". *McKinsey Quarterly* 3: 30-43.
- Chang, Da-Yong (1996). "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP". *European journal of operational research* 95.3: 649-655.
- Chen, Chen-Tung (2000). "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment". *Fuzzy sets and systems* 114.1: 1-9.
- Chesbrough, Henry (2007). "Business model innovation: it's not just about technology anymore". *Strategy & leadership* 35.6: 12-17.
- De la Peña Zarzuelo, Ignacio, María Jesús Freire Soeane ve Beatriz López Bermúdez (2020). "Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review". *Journal of Industrial Information Integration* 20: 100173.
- Deloitte (2015). "Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies." *Finance, audit tax consulting corporate: Zurich, Swiss*: 1-12.
- Demirel, Hakan, Mahmut Mollaoğlu, Umur Bucak vd (2020). "The Application of Fuzzy Ahp–Vikor Hybrid Method to Investigate the Strategy For Reducing Air Pollution From Diesel Powered Vessels". *International Journal of Maritime Engineering* 162.A3.
- Doğru, Mehmet ve Murat Yorulmaz (2021). "Gemilerde dijitalleşme: önemi ve etkileri". *Journal of International Social Research* 14.77.

- Drath, Rainer ve Alexander Horch (2014). "Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]."IEEE industrial electronics magazine 8.2: 56-58.
- Ekinci, Türker, Oğuzhan Öztütüncü ve Melek Ertogan (2024). "İnsansız Deniz Araçları Kapsamında Denizcilikle Alakalı Türk Mevzuatında İhtiyaç Duyulabilecek Değişikliklere Dair İnceleme". Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora 3.5: 1-18.
- Erkal, Zekeriya (2007). "Bilgi Çağı Ve Entelektüel Varlıklar". İstanbul Üniversitesi Maliye Araştırma Merkezi Konferansları Dergisi, 50(1): 67-79.
- Erol, Selim, Andreas Schumacher ve Wilfried Sihn (2016). "Strategic guidance towards Industry 4.0—a three-stage process model". International conference on competitive manufacturing. Vol. 9. No. 1: 495-501.
- Ertuğrul, İrfan ve Abdullah Özçil (2014). "Çok kriterli karar vermede TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle klima seçimi". Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 4.1: 267-282.
- Feibert, Diana Cordes, Mette Sanne Hansen ve Peter Jacobsen (2017). "An integrated process and digitalization perspective on the shipping supply chain - A literature review". IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE, 2017.
- Feyzioğlu, İbrahim ve Murat Yorulmaz (2023). "Otonom Gemilerin STCW Sözleşmesindeki Mevcut Düzenlemelere Etkisi". Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi 6.2: 393-424.
- Genç, Kurtuluş Yılmaz ve Muhammet Yüksel (2018). "Endüstri 4.0 ve Liderlik."SETSCI-Conference Proceedings. Vol. 3. SETSCI-Conference Proceedings, 338-341.
- Gergin, Ramazan Eyüp (2023). "Bütünleşik bulanık ÇKKV yaklaşımı ile dijital tedarik zinciri açısından en uygun sektörün belirlenmesi". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 29.2: 158-171.
- Goerlandt, Floris (2020). "Maritime Autonomous Surface Ships from a risk governance perspective: Interpretation and implications". Safety science 128: 104758.
- Gönen, Serkan, Ercan Nurcan Yılmaz, Seda Şanoğlu vd (2021). "Endüstri 4.0'ın gelişim sürecinde unutulmuş bileşen: Siber güvenlik". Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 9.4: 1142-1158.
- Gözüyeşil, Fevzi (2021). "Denizde çatışmanın önlenmesine dair uluslararası kurallar bağlamında insansız ve otonom gemilerde iyi gemicilik ilkesi ve gözcülük görevi". Adalet Dergisi 66: 193-225.

- Gu, Yewen, Julio Cesar Goez, Mario Guajardo vd. (2021). "Autonomous vessels: state of the art and potential opportunities in logistics". *International Transactions in Operational Research* 28.4: 1706-1739.
- Gül, Muhammet, Erkan Çelik, ve Emre Akyüz (2017). "A hybrid risk-based approach for maritime applications: The case of ballast tank maintenance". *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 23.6: 1389-1403.
- Harrison, Jeffrey S., Douglas A. Bosse vd (2010). "Managing for stakeholders, stakeholder utility functions, and competitive advantage". *Strategic management journal* 31.1: 58-74.
- Helvacı, Serap ve Hakan Muran (2022). "Mürettebatsız gemilerin elverişliliği". *Piri Reis Üniversitesi Deniz Hukuku Dergisi*, 1(1): 31-104.
- Hogg, Trudi, ve Samrat Ghosh (2016). "Autonomous merchant vessels: examination of factors that impact the effective implementation of unmanned ships". *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs* 8.3: 206-222.
- İnanlı, Habip ve Murat Yorulmaz (2021). "Konteyner limanlarında dijital dönüşüm: Kocaeli limanlarında bir inceleme". *The Journal of Social Science* 5.10: 462-473.
- Kagermann, Henning, Wolfgang Wahlster ve Johannes Helbig (2013). "Implementation recommendations for the future project Industry 4.0". Berlin: Wissenschaft. Final Report of the Working Group Industry 4.0.
- Kaptanoğlu, Dilek ve Ahmet Fahri Özok (2006). "Akademik performans değerlendirilmesi için bir bulanık model". *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 5(1): 193-204.
- Kabir, Golam ve M. Ahsan Akhtar Hasin (2011). "Comparative analysis of AHP and fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification". *International Journal of Fuzzy Logic Systems* 1.1: 1-16.
- Kashav, Vishal, Chandra Prakash Garg ve Rupesh Kumar (2023). "Ranking the strategies to overcome the barriers of the maritime supply chain (MSC) of containerized freight under fuzzy environment". *Annals of Operations Research*: 1-46.
- Kaya Tolga ve Cengiz Kahraman (2010). "Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul". *Energy* 35.6: 2517-2527.
- Khorrarn, Saeed (2020). "A novel approach for ports' container terminals' risk management based on formal safety assessment: FAHP-entropy measure—VIKOR model." *Natural Hazards* 103.2: 1671-1707.

- Kıngır, Said ve Muammer Mesci (2007). "Öğrenen organizasyonlar". *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 6.19: 63-81.
- Koçak, Aydın ve Aslı Diyadin (2018). "Sanayi 4.0 geçiş süreçlerinde kritik başarı faktörlerinin Dematel yöntemi ile değerlendirilmesi". *Ege Akademik Bakış* 18.1: 107-120.
- Komianos, Aristotelis (2018). "The autonomous shipping era. Operational, regulatory and quality challenges". *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 12.2.
- Korucuk, Selçuk ve Erhan Nuh Öztürk (2019). "İmalat işletmelerinde endüstri 4.0 uygulamalarını etkileyen unsurların ağırlıklandırılması: Bandırma örneği". *Tam Metin Bildiriler Kitabı 1: Tarım*: 77.
- Kurt, İsmail ve Murat Aymelek (2022). "Operational and economic advantages of autonomous ships and their perceived impacts on port operations". *Maritime Economics & Logistics* 24.2: 302-326.
- Lasi, Heiner, Peter Fettke, Thomas Feld vd (2014). "Industry 4.0". *Business & Information Systems Engineering* 6: 239-242.
- Li, Xue, Xin Ying Charlene Ng, Yusheng Zhou vd (2023). "A ranking of critical competencies for shore-based maritime logistics executives in the digital era". *Technology Analysis & Strategic Management*, 35(7): 919-934.
- Liberatore, Matthew J. ve Robert L. Nydick (1997). "Group decision making in higher education using the analytic hierarchy process." *Research in Higher Education* 38: 593-614.
- Liu, Yan, Claudia M. Eckert ve Christopher Earl (2020). "A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements". *Expert systems with applications* 16: 113738.
- Makhsoos, Ashkan, Hossein Mousazadeh, Seyed Saeid Mohtasebi vd (2018). "Design, simulation and experimental evaluation of energy system for an unmanned surface vehicle". *Energy* 148: 362-372.
- Marrero, África ve Alba Martínez-López (2023). "Decarbonization of short sea shipping in European Union: Impact of market and goal based measures". *Journal of Cleaner Production* 421: 138481.
- Martins, Ellen-Caroline ve Fransie Terblanche (2003). "Building organisational culture that stimulates creativity and innovation". *European journal of innovation management* 6.1: 64-74.
- Mollaoğlu, Mahmut, Hakan Demirel ve Abit Balin (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.

- Munim, Ziaul Haque (2019). "Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models". *Supply Chain Forum: An International Journal*. Vol. 20. No. 4. Taylor & Francis,
- Nordahl, Håvard, Dag Atle Nesheim ve Elizabeth Lindstad (2022). "Autonomous ship concept evaluation–quantification of competitiveness and societal impact". *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 2311. No. 1. IOP Publishing.
- Opricovic, Serafim (2011). "Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning". *Expert Systems with Applications* 38.10: 12983-12990.
- Opricovic, Serafim ve Gwo-Hshiung Tzeng (2002). "Multicriteria planning of post-earthquake sustainable reconstruction". *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 17.3: 211-220.
- Opricovic, Serafim ve Gwo-Hshiung Tzeng (2004). "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of Vikor and Topsis". *European journal of operational research* 156.2: 445-455.
- Opricovic, Serafim ve Gwo-Hshiung Tzeng (2007). "Extended Vikor method in comparison with outranking methods". *European journal of operational research* 178.2: 514-529.
- Oesterreich, Thuy Duong ve Frank Teuteberg (2016). "Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry". *Computers in industry* 83: 121-139.
- Ömürgönülşen, Mine, Bülent Çekiç ve İlker Murat Ar (2020). "Lojistik firmalarında Endüstri 4.0 uyum sürecinde dikkate alınacak faktörlerin bulanık Dematel yöntemi ile değerlendirilmesi". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*: 167-184.
- Özsoylu, Ahmet Fazıl (2017). "Endüstri 4.0". *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 21.1: 41-64.
- Öztemel, Ercan (2018). "Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0". *Üniversite Araştırmaları Dergisi* 1.1: 25-30.
- Paixão, Ana Cristina ve Peter B. Marlow (2002). "Strengths and weaknesses of short sea shipping". *Marine Policy* 26.3: 167-178.
- Peker, İskender, İlker Murat Ar ve Emine Yılmaz (2016). "Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören lojistik firmalarının teknolojik yenilik düzeylerinin belirlenmesi". *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 34.4: 49-70.

- Pinheiro, Pedro, Goran D. Putnik, Alrenice Castro vd (2019). "Industry 4.0 and industrial revolutions: An assessment based on complexity". FME Transactions 47.4: 831-840.
- Pirim, Harun (2006). "Yapay zekâ". Yaşar Üniversitesi E-Dergisi 1.1: 81-93.
- Rojko, Andreja (2017). "Industry 4.0 concept: Background and overview" International journal of interactive mobile technologies 11.5.
- Saaty, Thomas L. (1991). "Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process". Behaviormetrika 18.29: 1-9.
- Saaty, Thomas L. (2008a). "Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process." RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas 102: 251-318.
- Saaty, Thomas L. (2008b). "Decision making with the analytic hierarchy process". International journal of services sciences 1.1: 83-98.
- Saaty, Thomas L. ve Luis G. Vargas (2007). "Dispersion of group judgments". Mathematical and Computer Modelling 46.7-8: 918-925.
- Sanchez-Gonzalez, Pedro-Luis, David Diaz-Gutierrez, Teresa J. Leo vd (2019). "Toward digitalization of maritime transport?" Sensor 19.4: 926.
- Sar, Aysegül Buğra (2023). "Considerations on assistance and rescue at sea in the light of the increasing autonomy in shipping". Marine Policy 153: 105639.
- Seyrek, İbrahim Halil (2011). "Bulut bilişim: İşletmeler için fırsatlar ve zorluklar". Gaziantep University Journal of Social Sciences 10.2.
- Soner, Ömer, Erkan Çelik ve Emre Akyüz (2017). "Application of Ahp and Vikor methods under interval type 2 fuzzy environment in maritime transportation". Ocean Engineering 129: 107-116.
- Sullivan, Brendan, Shantanoo Desai, Jordi Sole vd (2020). "Maritime 4.0—opportunities in digitalization and advanced manufacturing for vessel development". Procedia manufacturing 42: 246-253.
- Sullivan, Brendan, Elias Arias Nava, Shantanoo Desai vd (2021). "Defining Maritime 4.0: Reconciling principles, elements and characteristics to support maritime vessel digitalisation". IET Collaborative Intelligent Manufacturing 3.1: 23-36.
- Şendoğdu, A. Aslan (2020). "Endüstri 4.0 devriminde robotik kaynaklar yönetimi bağlamında insan kaynakları yönetiminde yeni açılımların kaçınılmazlığı". Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 34.1: 141-161.

- Taş, Hacı Yunus (2018). "Dördüncü sanayi devrimi'nin (Endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri". *OPUS International Journal of Society Researches* 9.16: 1817-1836.
- Tijan, Edvard, Marija Jović, Saša Aksentijević vd (2021). "Digital transformation in the maritime transport sector". *Technological Forecasting and Social Change* 170: 120879.
- Tseng, Po-Hsing ve Kevin Cullinane (2018). "Key criteria influencing the choice of arctic shipping: A fuzzy analytic hierarchy process model". *Maritime Policy & Management* 45.4: 422-438.
- Tunalı, Halil ve Nermin Akarçay (2018). "Deniz taşımacılığı ile sanayi üretimi ilişkisinin analizi: Türkiye örneği". *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi* 3.6: 111-122.
- Van Hooydonk, Eric (2014). "The law of unmanned merchant shipping—an exploration". *The Journal of International Maritime Law* 20.3: 403-423.
- Veal, Robert, Michael Tsimplis ve Andrew Serdy (2019). "The legal status and operation of unmanned maritime vehicles". *Ocean Development & International Law* 50: 23.
- Vinitha, K., R. Ambrose Prabhu, Radhika Bhaskar vd (2020). "Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0." *Materials Today: Proceedings* 33: 3956-3960.
- Vogelsang, Kristin, Kirsten Liere-Netheler, Sven Packmohr vd (2018). "Success factors for fostering a digital transformation in manufacturing companies". *Journal of enterprise transformation* 8.1-2: 121-142.
- World Maritime University (2019). "Transport 2040: Autonomous ships: A new paradigm for Norwegian shipping - Technology and transformation". Malmö: World Maritime University.
- Wang, Chia-Nan, Ngoc-Ai-Thy Nguyen, Thanh-Tuan Dang vd (2021). "A compromised decision-making approach to third-party logistics selection in sustainable supply chain using fuzzy Ahp and fuzzy Vikor methods". *Mathematics* 9.8: 886.
- Wang Shiyong, Jiafu Wan, Di Li vd (2016). "Implementing smart factory of Industrie 4.0: An outlook". *International journal of distributed sensor networks* 12.1: 3159805.
- Xu, Xiaojian, Xinping Yan ve Di Zhang (2022). "Introduction to special issue on maritime safety and smart shipping". *Transportation Safety and Environment* 4.4: tdac056.

- Yang, Chung-Shan (2019). "Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 131: 108-117.
- Yıldız, Ayşe ve Muhammed Deveci (2013). "Bulanık Vikor yöntemine dayalı personel seçim süreci/Based on fuzzy Vikor approach to personnel selection process". *Ege Akademik Bakış* 13.4: 427.
- Yorulmaz, Murat (2022). "Gemi kaptanlarının liderlik davranışları: Gemi insanlarının iş tatminine ve iş performansına etkileri". *International Journal of Social And Humanities Sciences* 6.3: 53-78.
- Yorulmaz, Murat ve Kaan Karabulut (2021). "Deniz taşımacılığında akıllı gemiler: Gemi kaptanlarının bakış açısı". *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi* 3.1: 40-54.
- Yorulmaz, Murat ve Mehmet Derici (2023). "Gemi 4.0: Kavramsal inceleme ve gemi kaptanlarının görüşleri". *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* 12.23: 1-14.
- Yorulmaz, Murat ve Yusuf Baykan (2023). "Gemicilik performans faktörlerinin gemi türlerine etkisinin bulanık Dematel ve Anp yöntemleriyle incelenmesi". *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences* 9.3: 588-605.
- Zadeh, Lotfi A. (1988). "Fuzzy logic". *Computer* 21.4: 83-93.
- Zeng, Fangli, Hing Kai Chan ve Kulwant Pawar (2020). "The adoption of open platform for container bookings in the maritime supply chain." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 141: 102019.

3. Elektronik Kaynaklar

- Balticcluster, (t.y.). MUNIN – Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks. https://balticcluster.pl/?page_id=7867. (Erişim tarihi: 30 Haziran 2024).
- BIMCO Shipping KPIs (2020). *The Shipping KPI Standard V4.0*. <https://www.shippingkpi.org/book/pages/introduction>. (Erişim tarihi: 10 Nisan 2024).
- Bolat, Hür Bersam ve Gül Tekin Temur (2019). *Agile approaches for successfully managing and executing projects in the fourth industrial revolution [Elektronik Sürüm]*. Hershey, PA, USA: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7865-9>. (Erişim tarihi: 14 Kasım 2023).
- Cordis (2017). *Towards unmanned cargo vessels for more sustainable maritime transport*. <https://cordis.europa.eu/article/id/169600-towards-unmanned-cargo->

- vessels-for-more-sustainable-maritime-transport. (Erişim tarihi: 28 Haziran 2024).
- Deniz Ticaret Odası (2023). Deniz Sektörü Raporu. www.denizticaretodasi.org.tr, (Erişim tarihi: 12 Temmuz 2024).
- DNV (2024). The ReVolt A new inspirational ship concept. <https://www.dnv.com/maritime/autonomous-remotely-operated-ships/research-activities/> (Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024).
- IMO, MSC 100/5 (2018). Regulatory Scoping Exercise For The Use Of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). (Erişim tarihi: 20 Kasım 2022).
- IMO, MSC 102/5/18 (2020). Proposed terminology for MASS. (Erişim tarihi: 20 Kasım 2022).
- IMO, MSC 103 (2021). Outcome of the Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). (Erişim tarihi: 20 Kasım 2022).
- Liang Lee Hong (2019). NYK completes world's first autonomous ship trial voyage from China to Japan. <https://www.seatrade-maritime.com/asia/nyk-completesworld-s-first-autonomous-ship-trial-voyage-china-japan>. (Erişim tarihi: 25 Temmuz 2024).
- Marinelink (2024). Fotoğraf Revolt. <https://www.marinelink.com/news/unmanned-vessels-future399923>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).
- Marinelog (2022a). <https://www.marinelog.com/technology/asko-maritime-christens-first-two-sea-drone-autonomous-freight-ferries/>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).
- Marinelog (2022b). Fotoğraf ASKO. <https://www.marinelog.com/technology/asko-maritime-christens-first-two-sea-drone-autonomous-freight-ferries/>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).
- Maritime-executive (2022a). Çin ilk otonom konteyner gemisi hizmetini başlattı. <https://maritime-executive.com/article/china-reports-first-autonomous-containership-entered-service>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).
- Maritime-executive (2022b). Fotoğraf Zhi Fei. <https://maritime-executive.com/article/china-reports-first-autonomous-containership-entered-service>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).
- Merk, Olaf (2023). "Decarbonisation, coastal shipping and multimodal transport: summary and conclusions." International Transport Forum. (Erişim tarihi: 03 Şubat 2024).

Özahi, Emrah (t.y). Endüstri 4.0. http://www.emrahozahi.com/wp-content/uploads/2019/10/%C3%9CRGE506_END%C3%9CSTR%C4%B0_4.0_B%C3%96L%C3%9CM_2.pdf. (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2024).

UNCTAD (2023). Review of maritime transport https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023ch2_en.pdf. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).

Virahaber (2022a). Kendi kendine okyanusu geçen ilk otonom gemi: Prism Courage. <https://www.virahaber.com/kendi-kendine-okyanusu-gecen-ilk-otonom-gemi-prism-courage-64718h.htm>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).

Virahaber (2022b). Fotoğraf Prism Courage. <https://www.virahaber.com/kendi-kendine-okyanusu-gecen-ilk-otonom-gemi-prism-courage-64718h.htm>. (Erişim tarihi: 02 Temmuz 2024).

Yara (2020). Fotoğraf Yara Birkeland. <https://www.yara.com/news-and-media/media-library/image-library/>. (Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024).

Yara (2024). The first ever zero emission, autonomous ship. <https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/>. (Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet DERİCİ

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Deniz Astsubay Hazırlama Okulu

Lisans : Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Kamu Yönetimi

Çalıştığı Kurum:

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı (1993-Devam etmekte)

Millî Savunma Üniversitesi (2017- Devam etmekte)

Yayımları:

(1) Yorulmaz, M. ve Derici, M. (2023). Gemi 4.0: Kavramsal inceleme. *International Conference on Innovative Academic Studies*, 2, 28–33.

(2) Yorulmaz, M. ve Derici, M. (2023). Gemi 4.0: Kavramsal inceleme ve gemi kaptanlarının görüşleri. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 1-14.

(3) Yorulmaz, M. ve Derici, M. (2023). Türkiye'deki limanların dijital teknoloji uygulamaları. *International Conference on Modern and Advanced Research*, 1, 279–285.

(4) Yorulmaz, M. ve Derici, M. (2023). Akıllı limanlar ve Türkiye'deki limanların dijital teknoloji uygulamaları. *Asya Studies*, 7(26), 291-308.

(5) Derici, M. ve Yorulmaz, M. (2024). Denizci öğretim görevlilerinin iş tatminini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *International Conference on Innovative Academic Studies*, 4, 1195–1200.

(6) Yorulmaz, M. ve Derici, M. (2024). Denizcilikte dijitalleşme: Bilimsel haritalama yöntemi ile bir analiz. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 8(1):1-21.