

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SIVI DÖKME YÜK TERMİNALLERİNDE ELLEÇLEME VERİMLİLİĞİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Eren SALİHOĞLU

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

MAYIS 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SIVI DÖKME YÜK TERMİNALLERİNDE ELLEÇLEME VERİMLİLİĞİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

**Eren SALİHOĞLU
(512172008)**

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Elif BAL BEŞİKÇİ

MAYIS 2023

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

IMPROVING HANDLING EFFICIENCY IN LIQUID BULK TERMINALS



DOCTORAL THESIS

**Eren SALİHOĞLU
(512172008)**

Maritime Transportation Engineering Department

Maritime Transportation Engineering Programme

Thesis Supervisor: Ass.Prof. Elif BAL BEŞİKÇİ

MAY 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 512172008 numaralı Doktora Öğrencisi Eren SALİHOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SIVI DÖKME YÜK TERMİNALLERİNDE ELLEÇLEME VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr.Öğr.Üyesi Elif BAL BEŞİKÇİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Özcan ARSLAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Soner ESMER
Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Emre AKYÜZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hasan Bora USLUER
Galatasaray Üniversitesi

Teslim Tarihi : **30 Aralık 2022**

Savunma Tarihi : **12 Mayıs 2023**



Eşime ve çocuklarıma,

ÖNSÖZ

Doktora eğitiminin uzun ve meşakkatli bir süreç olduğunu düşünmekle birlikte, aile desteği olmadan çok zor tamamlanabileceği kanaatindeyim. Bu nedenle ilk ve en büyük teşekkürü bir yandan kendi akademik hayatını devam ettirmeye çalışırken, bir yandan da iki çocuk annesi bir kadın olarak evimizin her şeyi konumundaki değerli eşim Araş.Gör. Elif F. SALİHOĞLU'na iletmek isterim. Onlarla ilgilenerek vakit geçirmem gerekirken, çalışmak zorunda olduğum tüm zamanlar için ise kızım Beren Zeynep ve oğlum Ali Eren'den beni affetmelerini diliyorum.

Tez çalışmamın her anında desteklerini esirgemeyen ve her konuda bana yardımcı olan Oceans 12 proje ekibine, tezin konusunu belirlememe büyük katkı sağlayan Şebnem KERMAN MOURAD'a ve yönlendirmeleriyle yardımcı olan Aydın TAŞYÜREK'e, çalışmalarım sırasında beni her zaman motive ederek destek sağlayan Onur ÖNYILMAZ ve Erdem TAN'a, sorduğum her soruda bildiklerini aktararak bana yol gösteren tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın esasını teşkil eden verilere ulaşma ve bu verilere anlam kazandırma aşamasında gerekli desteği sağlayan tüm terminal çalışanlarına ve gemi adamlarına, tez izleme sunumlarında değerli görüşlerini benden esirgemeyen Prof.Dr. Soner ESMER ve Prof.Dr. Özcan ARSLAN'a da saygılarımı sunuyorum.

Son olarak, doktora eğitimim süresince beni her aşamada destekleyerek kıymetli görüşleriyle yol gösteren, verdiği tavsiyeler ve yönlendirmelerle yoluma ışık tutan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Elif BAL BEŞİKÇİ'ye en derin teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mayıs 2023

Eren SALİHOĞLU
(Endüstri Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı.....	3
1.2. Tezin Kapsamı	3
1.3. Literatür Araştırması.....	4
1.4. Tezin Literatüre Katkısı	16
1.5. Metod	16
1.6. Tezin Kısıtları	17
2. SIVI DÖKME YÜK TERMİNALLERİNDE ELLEÇLEME SÜRELERİ VE BEKLEME NEDENLERİ	19
2.1. Sıvı Dökme Yük Terminallerinde Elleçleme Süreci	21
2.2. A ve B Terminallerine İlişkin Genel Bilgiler	23
2.3. A ve B Terminallerindeki Elleçleme Süreleri.....	24
2.4. Elleçleme Sürecinde Yaşanan Beklemelerin Nedenleri	30
2.4.1 Demirde beklemelerin analizi.....	30
2.4.2 Fire beklemeleri ve hat deplasman uygulaması.....	34
2.4.3 Vardiya değişimi sürecinde yaşanan beklemeler.....	36
2.4.4 Sürastarya maliyetleri	37
2.4.5 Enspektör işlem ve numune alım süreçleri ile bekleme nedenleri.....	39
2.5. A ve B Terminalleri ile Benzer Yurtiçi / Yurtdışı Sıvı Dökme Yük Terminallerin Karşılaştırılması	43
3. ELLEÇLEME SÜREÇLERİNE İLİŞKİN ANKET ÇALIŞMASI	49
3.1. Beyin Fırtınası Yöntemi ve Balık Kılçığı Diyagramı	49
3.2. Anket Uygulaması	51
4. ELLEÇLEME SÜRECİNE YÖNELİK İYİLEŞTİRMELER.....	57
4.1. Fram Yöntemi	57
4.1.1 Fram'ın temel ilkeleri	57
4.1.2 FRAM modelinin oluşturulması	59
4.1.2.1 Fonksiyonların tanımlanması	59
4.1.2.2 Fonksiyonların değişkenlerinin tanımlanması	60
4.1.2.3 Fonksiyonlar arası rezonansın belirlenmesi	61
4.1.2.4 Değişkenliğin nasıl izleneceğine ve yönetileceğine ilişkin öneriler geliştirilmesi	62

4.1.3	FRAM yönteminin terminal elleçleme sürecine uygulanması.....	62
4.2.	Demire Alma Prosedürü.....	66
4.3.	İskele Yönetim Sistemi	69
4.4.	Erken Kalkış Prosedürü	69
4.5.	Evrak İşlemlerinin Yalınlaştırılması Uygulaması.....	70
4.6.	Fire süreciyle ilgili inceleme ve iyileştirmeler.....	71
4.7.	Veri Kayıt Ekranının Düzenlenmesi	73
4.8.	Tankerlerin Kendi Sevk Sistemlerinde Kullandığı Yakıtın Kargo Yüklemesi Esnasında Alınması	75
5.	SİMÜLASYON MODELİ UYGULAMASI.....	77
5.1.	Simülasyon Modelinin Kapsamı	77
5.2.	Simülasyon Modelinin Problemi	77
5.3.	Modelin Ana Kütlesi.....	78
5.4.	Veri Toplama Süreci	78
5.5.	Simülasyon Uygulamasının Seçilmesi ve Genel Bilgiler	78
5.5.1	Simülasyon modelinde kullanılan modüller	80
5.5.2	Modelin kısıtları ve varsayımlar	81
5.6.	Simülasyon Modelinin Kurgusu ve Yapısı	82
5.6.1	A terminali simülasyon modeli	82
5.6.2	B terminali simülasyon modeli	85
5.7.	Simülasyon Modelinin Çıktıları.....	86
5.7.1	A terminali simülasyon modeli çıktıları	87
5.7.2	B terminali simülasyon modeli çıktıları.....	89
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR.....		107
ÖZGEÇMİŞ.....		113

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AIS	: Otomatik Tanımlama Sistemi (Automatic Identification System)
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
COVID 19	: Koronavirüs hastalığı 2019
DWT	: Detveyt ton (Deadweight long ton)
ETA	: Tahmini varış zamanı (estimated time of arrival)
FRAM	: İşlevsel Birleştirme Analiz Metodu (Functional Resonance Analysis Method)
HVGO	: Heavy vacuum gasoil
GRT	: Groston
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KPI	: Anahtar performans göstergesi (key performance indicator)
LSRN	: Nafta
NOR	: Hazırlık mektubu (notice of readiness)
PPI	: Liman performans göstergesi (port performance indicator)
RMG	: Residium marine gasoil
Ro-Ro	: Roll on Roll of
SAP	: System Analysis and Program Development
SIMAN	: Benzetim analizi (simulation analysis)
TL	: Türk Lirası
UNCTAD	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
VR	: Vacuum resid
VZA	: Veri Zarflama Analizi
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu



SEMBOLLER

\$	: Amerikan doları
N	: Popölasyon boyutu
e	: Hata payı
Z	: Z değeri
α	: Cronbach alfa katsayısı





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : 2018 ile 2021'in ilk yarısı arasındaki dönemde en fazla tanker elleçlenen 30 ülkenin ortalama yük miktarı ve elleçleme süreleri.....	20
Çizelge 2.2 : İllere göre akaryakıt elleçleyen kıyı yapılarının dağılımı	21
Çizelge 2.3 : Demirleme yapan tanker sayıları (adet)	31
Çizelge 2.4 : Beyaz ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve süreleri	31
Çizelge 2.5 : Siyah ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve süreleri.....	32
Çizelge 2.6 : İthal/ihracat ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve oranları.	33
Çizelge 2.7 : Ham madde ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve oranları. ..	34
Çizelge 2.8 : A ve B Terminalleri inspektör işlem süreleri (saat: dakika).....	40
Çizelge 2.9 : Numune alım ve laboratuvar sevk süreci zaman çizelgesi.....	43
Çizelge 3.1 : Ankette kullanılan likert ölçeği	52
Çizelge 4.1 : Fonksiyonların değişkenliğini gösterir tablo.....	66
Çizelge 4.2 : Terminallere yanaşma öncesi demire yönlendirilen tankerle ilgili bilgiler.....	67
Çizelge 4.3 : Demire alma prosedürü sonuç tablosu.	68
Çizelge 4.4 : Erken kalkış prosedürünün tasarruf miktarları.	70
Çizelge 4.5 : Tanker yakıtının kargo yüklemeyle eş zamanlı alınmasının tasarrufu	75
Çizelge 5.1 : A terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.	87
Çizelge 5.2 : Süreç iyileştirmeleri sonrası A terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.	88
Çizelge 5.3 : A terminali simülasyon modeli iskele kullanım oranları.	88
Çizelge 5.4 : A terminali süreç iyileştirmeleri sonrası simülasyon modeli iskele kullanım oranları.....	89
Çizelge 5.5 : B terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.	89
Çizelge 5.6 : Süreç iyileştirmeleri sonrası B terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.	90
Çizelge 5.7 : B terminali simülasyon modeli iskele kullanım oranları	90
Çizelge 5.8 : B terminali süreç iyileştirmeleri sonrası simülasyon modeli iskele kullanım oranları.....	91
Çizelge 5.9 : Simülasyon modeline göre demirde bekleme süreleri	91
Çizelge 5.10 : Süreç iyileştirmeleri sonrası demirde bekleme süreleri	92
Çizelge 5.11 : İskele kapasitesi artırılışı durumunda demirde bekleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.....	92



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Elleçleme süreç şeması.....	23
Şekil 2.2 : A Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)	25
Şekil 2.3 : B Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)	26
Şekil 2.4 : A Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)....	26
Şekil 2.5 : B Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)....	27
Şekil 2.6 : A Terminali’nde siyah ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)	27
Şekil 2.7 : B Terminali’nde siyah ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)	28
Şekil 2.8 : A Terminali’nde ham madde tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)	28
Şekil 2.9 : B Terminali’nde ham madde tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)	29
Şekil 2.10 : A Terminali ihraç ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)....	29
Şekil 2.11 : B Terminali ihraç ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)....	30
Şekil 2.12 : A ve B terminallerinde hat deplasmanı için geçen süreler.	35
Şekil 2.13 : A terminalinde vardiya değişimi nedeniyle oluşan toplam süre kaybı. .	36
Şekil 2.14 : B terminalinde vardiya değişimi nedeniyle yaşanan toplam süre kaybı.	37
Şekil 2.15 : A terminalinde oluşan ithal/ihraç ürün gemisi sürastarya nedenleri.	37
Şekil 2.16 : B terminalinde oluşan ithal/ihraç ürün gemisi sürastarya nedenleri.	38
Şekil 2.17 : A Terminalinde oluşan ham madde tankeri sürastarya nedenleri.....	39
Şekil 2.18 : B Terminalinde oluşan ham madde tankeri sürastarya nedenleri.....	39
Şekil 2.19 : Numune alım ve laboratuvara teslim süreci akış şeması.....	41
Şekil 2.20: Yurtdışı ve Türkiye terminallerinde ham madde yükleme süresi ortalamaları.....	44
Şekil 2.21 : A ve B Terminalleri ile diğer yurtiçi/yurtdışı terminallerin ortalama ham madde boşaltma süreleri.	44
Şekil 2.22 : Yurtiçi sıvı dökme yük terminalleri motorin boşaltma süreleri	45
Şekil 2.23 : A ve B terminalleri ile Yunanistan ve İtalya’dan Terminallerin Benzin Yükleme Süreleri.....	46
Şekil 2.24 : A terminali ile Yunanistan ve İtalya terminallerinin HVGÖ boşaltma süreleri.	47
Şekil 2.25 : B terminali ile yurtdışı terminallerinin 30,000ton bitüm yükleme verileri.	47
Şekil 2.26 : A Terminali ile yurtdışı terminallerinin 5.000 ton bitüm yükleme süreleri.	48
Şekil 3.1 : Balık Kılçığı Diyagramı	50
Şekil 3.2 : Demirde bekleme nedenleri.	53
Şekil 3.3 : Elleçleme öncesi hazırlık dönemine ait bekleme nedenleri	53
Şekil 3.4 : Yükleme/ boşaltma sırasında yaşanan bekleme nedenleri.....	54

Şekil 3.5: Yükleme / boşaltma sonrası işlem sürecinde yaşanan beklemlerin nedenleri.	55
Şekil 3.6 : Fire oluşması durumunda yaşanan beklemlerin nedenleri.....	55
Şekil 4.1 : FRAM fonksiyonu değişkenleri.	59
Şekil 4.2 : FRAM kullanılan literatürdeki çalışmalar.....	63
Şekil 4.3 : Gemi geliş ve demir dürecinin FRAM modeli.	64
Şekil 4.4 : Elleçleme öncesi hazırlık süreci FRAM modeli.....	64
Şekil 4.5 : Boşaltma süreci FRAM modeli.	65
Şekil 4.6 : Elleçleme sonra işlemler ve geminin kalkışı FRAM modeli.....	65
Şekil 4.7 : Fire oranlarının terminallere göre dağılımı.	72
Şekil 4.8 : Ürünlere göre firenin dağılımı.....	72
Şekil 4.9 : Yeni tasarlanan veri kayıt ekranına ait görsel.	74
Şekil 4.10 : Yeni tasarlanan veri kayıt ekranı rapor bölümü.	74
Şekil 5.1 : Simülasyon modeline göre varlıkların oluşturulması ve etiketlenmesi....	82
Şekil 5.2 : Beyaz gemi iskele seti görseli.	83
Şekil 5.3 : Tanker manevra ve demir sürecini gösteren modül.	84
Şekil 5.4 : Tanker geliş, manevra, doluma hazırlık ve dolum süreçleri modeli	84
Şekil 5.5 : Tankerlerin dolum, dolum sonrası işlemler, fire ve ayrılışını gösterir model.....	85
Şekil 5.6 : B terminali simülasyon modeli.....	86

SIVI DÖKME YÜK TERMİNALLERİNDE ELLEÇLEME VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Tek seferde ve yüksek miktarda kargo taşımacılığının en verimli şekli olan denizyolu taşımacılığı Dünya’da ki uluslararası ticaretin hacim açısından yaklaşık %80’nin temsil etmektedir. Bu açıdan uluslararası ticaretin bel kemiğini oluşturan denizyolu taşımacılığının en önemli unsurlarından olan limanlar ise yapılan ithalat ve ihracatla bir çok ülkenin Dünya’ya açılan kapıları durumundadır. Her geçen gün birim zamanda yapılan iş miktarı ile sonucunun daha da önem kazandığı günümüzde, limanlarda elleçlenen yük miktarının da birim zaman içerisindeki konumu, limanın verimliliğiyle doğrudan ilgilidir. Zorlu piyasa koşullarındaki birçok alternatif arasından limanların rekabetçi gücünü koruması için liman içerisinde yapılan bütün operasyonlar birbiriyle senkron ve verimli şekilde gerçekleştirilmelidir.

Türk limanlarında elleçlenen yükleri türlerine göre katı dökme yük, sıvı dökme yük, genel kargo, konteyner ve araç olmak üzere beş gruba ayırdığımızda, sıvı dökme yüklerin toplam yük içerisindeki hacmi son yıllarda ilk ya da ikinci sırada olmaktadır. Bu açıdan sıvı dökme yük terminallerindeki elleçlemenin verimli olması Türkiye’nin ithalat ve ihracat dengesine de ciddi oranda etki etmektedir. Özellikle sıvı dökme yükler arasında yer alan ham petrol ve işlenmiş ürün olarak akaryakıt son ürün ve ara ürünlerinin lojistiği Türkiye’nin enerji güvenliği açısından da önemlidir.

Tez çalışmasına zemin oluşturmak amacıyla liman verimliliği, sıvı dökme yük terminaleri ve elleçleme verimliliği konularını işleyen makale, tez, kitap vb. kaynaklardan yararlanılarak literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada Türkiye’deki sıvı dökme yük terminallerinin yük elleçleme süreçlerinin incelenmesi istenmiş ve seçilen iki sıvı dökme yük terminaline ait veriler analiz edilmiştir. Seçilen terminallerde yıllık elleçlenen yük miktarı Türkiye’de elleçlenen toplam sıvı dökme yükün yıllara göre değişen şekilde %19 ile %26’sı arasında bir oranı temsil etmektedir. Bu açıdan tezdin elde edilecek sonucun, Türkiye’de sıvı dökme yükün elleçlenme verimliliğine de doğrudan katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Verileri analiz ederken tankerlerin terminale yanaşmak için hazırlık mektubu verişinden, iskelelere yanaşıp elleçlenmesi sonrası ayrılışına kadar geçen süre bölümlere ayrılmış ve her bir süre iki terminal arasında kıyaslanmıştır. Ayrıca Türkiye’de ve Dünya’da benzer ölçekteki terminalerin verileriyle kıyaslamalar yapılmıştır. Tankerlerin elleçlenme süreçlerindeki bekleme nedenlerinin öğrenilebilmesi için terminal yöneticilerinden oluşan bir ekibe beyin fırtınası ve balık kılıcı çalışmaları yapılmış ve bu çalışmadan elde edilen veriler, 100 kişiden oluşan ve elleçleme süreçlerinin paydaşlarının oluşturduğu bir örneklem grubuna yapılan anketle karşılaştırılmıştır.

Yaşanan beklemelerin kök nedenlerinin bulunmasıyla çözüm önerisi oluşturmak ve süreç iyileştirmeleri gerçekleştirebilmek maksadıyla FRAM tekniğinden yararlanılmıştır. FRAM tekniğinin terminallerde süreç iyileştirmesi adına kullanılması literatürde bir ilk olup, özgün bir değer oluşturmaktadır.

Elleçleme süreçlerinin ve terminal iskelelerinin Arena programı aracılığıyla modellenmesiyle, terminallerde yapılabilecek yatırım ve süreç iyileştirmelerinin elleçleme süreçlerine toplam katkısı ölçümlenmiştir.

Yatırım maliyeti oluşturmada iletişim kanallarının artırılması ve süreçlerin iyileştirilmesiyle devreye alınan uygulamalardan, elleçleme süreleri kısaltılmış, böylece terminallerdeki elleçleme verimliliğine katkı sağlanmıştır. Tez çalışması sonucu yapılan iyileştirmelerin sahada hemen karşılık bulması ve tasarruf sağlanmasıyla terminal verimliliği açısından somut çıktılar oluşturulmuştur.



IMPROVING HANDLING EFFICIENCY IN LIQUID BULK TERMINALS

SUMMARY

In terms of ports, the increase in the amount of cargo handled per unit time directly affects the profitability of the port. Therefore, optimizing the port handling times of ships has a positive economic impact for both parties. In this thesis, it is aimed to analyze the handling processes in liquid bulk terminals with statistical data, to identify the situations that negatively affect the process and to improve the handling efficiency. Since the annual handling amount of the two ports, which are the sample of the study, constitutes 26.05% of the total liquid bulk cargo handled in Turkey in 2019, it is thought that the improvements in handling efficiency provided within the scope of the study directly contribute to the Turkish port sector. The names, locations and other identifying information of the two sampled terminals were kept confidential for commercial privacy reasons, and these terminals are referred to as terminals A and B. The fact that one of the ports examined in the study has a direct connection with the railway and enables wagon loading/unloading operations makes this port very efficient in terms of multi-modal transportation. The fact that both ports subject to the study are surrounded by many operating and storage facilities, and that the ports have the opportunity to transfer cargo to some of these facilities via pipeline can be considered as an indication that the port under study is very important and developed. On the other hand, the size of the facilities and port organization can sometimes create operational inefficiencies or cause existing inefficiencies to go undetected.

In the literature review conducted within the scope of the study, it was seen that most of the studies on ports are related to safety processes, history and business issues in port operations, while studies on port efficiency are generally related to container terminals. In container terminaling, there are many factors affecting efficiency, as there are many in-port equipment and vehicles, and the process of storing or transporting containers discharged from ships must be intertwined and synchronized. For this reason, it is natural that the studies are concentrated on container terminaling. The handling of liquid bulk cargoes requires a simpler operation as it basically involves the transfer of cargo transported by tankers to storage tanks through pipelines. However, in today's conditions where 6 sigma understanding is quite common in production, optimizing every operation that affects the handling process will increase efficiency and affect profitability. For this reason, it is important to examine liquid bulk cargo handling in terms of efficiency.

In this study, the amount of cargo handled and port services in Turkey and the world are evaluated on the scale of statistical information. The open source archives of the Ministry of Transportation and Infrastructure in Turkey and the reports of the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) were used for statistical information on a global scale.

In the literature, it is seen that efficiency measurement for ports is generally done by using data envelopment analysis, AHP (analytical hierarchy process), qualitative/quantitative observations and simulation methods as methods. Within the scope of the thesis study, firstly, the sub-processes within the handling processes of the liquid bulk terminals examined were defined and statistical data on the handling process were presented by grouping the ships arriving at the ports. For data collection,

timesheets of tankers during the time they spent in ports and information obtained from the terminals' database were used. After the data were organized, they were normalized using the MiniTab statistical program and mean calculations were made. Based on the average values calculated accordingly, comparisons were made about the handling processes of Terminals A and B. A lot of effort was made to normalize and organize the data and it was observed that some information was lacking or missing. This situation has a negative impact in terms of performance monitoring.

During the analysis, tankers under time charter of the terminals were classified as white and black according to the products they carry. Black products consist of HVGO (heavy vacuum gasoil), RMG (residium marine gasoil), bitumen, VR (vacuum resid), fuel oil and heating oil, while white products consist of naphtha, isomerate, reformat, platformate, gasoline, gasoil, jetty fuel and marine gasoil. In addition, the voyages of the tankers carrying raw materials from abroad to terminals A and B and the tankers carrying imported/exported cargo that receives products from the terminals and brings intermediate products are categorized separately.

It was observed that Terminal A was faster than Terminal B in loading and unloading of white product tankers, while the long waiting time at anchor before berthing at Terminal B drew attention. In the case of black product shipments, it was observed that the handling process at terminal B was shorter than that of terminal A. However, the fact that the waiting time at anchor at terminal B was almost as long as the handling process, made terminal B lag behind terminal A in terms of total efficiency. In the unloading of raw material tankers, while the time spent by the ships at the pier is less at Terminal A than at Terminal B, the high waiting time at anchor at Terminal A makes Terminal B one step ahead in the total process. The sum of waiting at anchor and scaffolding in terminal A for export product shipments appears to be almost half of that of terminal B. It was seen that the main reason for this situation was the long waiting time at the B terminal.

After the comparisons made on the scale of statistical data, more detailed examinations were made about the waits that create inefficiency in the process. At this stage, it was observed that the reasons why the vessels were kept at anchor were not kept in detail in the terminal records. According to the data obtained, the most common reason for white product tankers to wait at anchor at Terminal A is the lack of pier planning (insufficient product readiness or stock balance), while at Terminal B it is determined as weather conditions. The reason for the black product vessels to wait at anchor was again determined as the lack of pier planning at Terminal A, while at Terminal B it was determined as the waiting in line of tankers due to pier congestion. It was observed that terminal records were kept in more detail for import and export product tankers. While the waiting of import and export product tankers at anchor in Terminal A was mostly related to the quality problem of the product, it was determined as waiting in line for tankers in Terminal B due to the busy piers. While the most common reason for crude tankers to wait at anchor at Terminal A is the stock configuration, at Terminal B it is the queuing of tankers due to the busy piers.

Terminals have a procedure applied for the difference between the terminal measurement and the tanker measurement at the end of the loading and unloading process, that is, for waste. It has been learned that this procedure has greatly reduced the waiting times due to wastage experienced in the previous period. In 2019, a total of 211 hours of waiting time was experienced at Terminals A and B due to wastage. In terminals, the measurement of whether there is a gap in the lines during the

loading/unloading process, i.e. line displacement, is carried out, but the timing of this application varies between terminals.

The slowdown of the handling process during the shift changes of the operators working in the marine filling department of the terminals was checked, and it was observed that a total of 116 hours of time was lost at Terminal A and 69 hours of time was lost at Terminal B.

In the analysis of the demurrage that occurs in import and export product shipments, it has been seen that 42 times in terminal A and 49 times in terminal B, resulting in a total cost of 2.3 million dollars. The situation that caused the most demurrage in terminal A was determined as waiting for product preparation, while in terminal B it was determined as pier row and weather conditions. It has been observed that the reasons for the occurrence of the demurrage in terminal B are not recorded as detailed as in terminal A.

In order to measure the performance of surveyors working as independent supervisors during loading and unloading operations at terminals, the duration of their activities in the pre- and post-loading processes were analyzed. For this analysis, the company to which the inspectors were attached was asked to record the start and end times of each activity. Port staff were also asked to record similar information, so that the accuracy of the information obtained from the two sources could be compared. In general, the inspectors working at terminal A were considered to perform better than those working at terminal B. In addition, a flowchart of the process of sample collection and delivery to the laboratory for analysis by the surveyors was prepared. In the sub-activities created according to the flowchart, it was observed that after the samples were taken at terminal A, the supervisor waited for a vehicle to take the samples to the company laboratory and inefficiency occurred as the handling activity stopped during this period.

By comparing the handling performances of Terminals A and B with similar terminals in Turkey and abroad, it was tried to get an idea about their handling performance from another source. Accordingly, Terminal A is in a better position than the domestic terminal and the terminal in Egypt in terms of raw material unloading times. The diesel unloading times of terminals A and B were compared with four domestic terminals and it was observed that the handling process took longer at terminals A and B. When compared to the white product loading times of the terminals in Greece and Italy, it is seen that terminals A and B take longer to handle than the Italian terminal, while it is seen that they are in a better position compared to the Greek terminal. In the unloading of black products, it is observed that handling times are similar at Terminal A and terminals in Greece and Italy. In terms of black product loadings, it was observed that terminal B completed its transactions in a longer time than the terminal in England, while it was determined that it was better than the terminal in Spain and Greece.

In order to identify the root causes of waiting at terminals, a survey was conducted among a community of field workers, white-collar managers, ship captains and inspectors. In order to determine the options in the questionnaire, the fishbone method, one of the lean production practices, was applied to an expert team of terminal managers. The 23 factors identified in the fishbone method are categorized under 5 main headings. As a result of the scoring, it was seen that 6 factors were the main reason for reducing the handling efficiency. According to the survey study, the biggest reason for waiting at the anchor was the density of the piers, and the biggest reason for the delays in the preparation period before handling was the sample analysis process.

The biggest cause of delays in the loading/unloading process was the first foot process, while the biggest factor causing delays in post-loading/unloading operations was rated as wastage waits. In the case of wastage, the biggest factor causing the delay was identified as the excessive repetition of measurement procedures. It was observed that the results of the questionnaire and the results obtained from the brainstorming exercise overlapped with each other.

After finding the root causes, the focus was on process improvements. Although the FRAM (Functional Resonance Analysis Model) method is used in many fields in the literature, it describes a structure to provide a system for achieving the aims of accident analysis. There is also an article study by the thesis author with using FRAM, to obtain results of qualitative risk analysis for the 2002 Prestige Oil Spill, a maritime accident that caused environmental destruction. While forming the FRAM model, the handling process was analyzed in four groups as ship arrival-anchoring process, preparation for handling, handling of the cargo, post-handling operations and departure from the pier. The ship arrival and anchoring process consists of nine functions, modeling the events from the time the ship submits its NOR (Notice of Readiness) to the time the ship docks at the pier. It is seen that the functions of "transmitting the pier schedule" and "piloting the ship" affect the flexibility of the following functions more in terms of the number of connections. The pre-handling preparation process is modeled by eight functions. In case the sample taken from the cargo is out of the required specifications, the sampling and analysis processes are repeated and if the same negative result is repeated, an agreement is expected to be reached between the cargo owner and the terminal. This situation has the effect of holding up the realization of subsequent functions. The unloading process of a tanker carrying two different types of cargo is modeled with six functions. Since the process involves only the transfer of the cargo from the ship to the shore tanks by means of pumps, the model appears to be quite simple. The operations applied to a tanker that has completed the unloading process are modeled in eleven functions. Due to the large number of connections, the function of comparing terminal and ship figures seems to be critical. Within the scope of the thesis study, an anchoring procedure was established by using the FRAM method. The anchoring procedure was used to prevent any extra anchoring costs that may be incurred by the tankers under terminal lease by establishing communication before approaching the pier. Thanks to the anchoring procedure, which was applied 7 times in an 11-month period, approximately 30.000 TL was saved.

In order to manage the piers with a more optimal planning by making use of past statistical data, during the thesis study, a contribution was made to the pier management system project carried out by the terminal employees by providing opinions within the scope of the data and experiences obtained within the scope of the thesis. Shortening the paperwork processes, in order to save the amount of demurrage paid by shortening the time that the imported export product tankers stay at the pier, was another time improvement work. More than \$50,000 was saved by implementing the early departure procedure, which basically means that once the loading is completed and the quantity is agreed between the tanker and the terminal, the tanker leaves the terminal without waiting for the bill of loading. By applying a similar early departure procedure to the tankers leased by the terminal, it was observed that the tankers departed early from the pier for close to 2 hours. According to the amount calculated on the basis of vessel charters, approximately \$80,000 was saved within the scope of this practice.

A study was conducted on the time-based lease of the terminals for tankers to purchase marine gasoil for use in their own engine after loading or unloading, within the period of loading or unloading, and it was determined that the annual savings could be around \$280,000. The proposal to carry out the refueling process by means of hoses to be connected to each other was deemed unsafe by the terminal authorities, and it was learned that a project would be created on the subject.

Finally, based on the probability distributions generated according to the handling statistics of the terminals, simulation models were created for terminals A and B in Arena program. All tankers arriving at terminals A and B are assumed to be available for docking at the terminal piers. It is assumed that the terminals are in service 365 days a year and that tankers can be served at the piers at the same time after berthing so that no line conflicts occur. The case that the terminals are closed to berthing due to adverse weather conditions is excluded from the scope of the model.

By transferring the process improvements made within the scope of the thesis to the model, it was observed that compared to the pre-improvement period, 3 hours 10 minutes of improvement was achieved in white product ships, 54 minutes of improvement in raw material ships, 2 hours 51 minutes of improvement in export product ships and 4 hours 6 minutes of improvement was achieved in black product ships at terminal A. The positive impact of the improvements on the total number of vessels handled on an annual basis was observed as 3 more vessels for white product vessels, 1 more vessel for raw material vessels, 5 more vessels for export product vessels and 2 more vessels for black product vessels.

Improvements were achieved by 3 hours 41 minutes for white product ships, 1 hour 49 minutes for raw material ships, 2 hours 30 minutes for export product ships and 2 hours and 42 minutes for black product ships at terminal B. The positive impact of the improvements on the total number of vessels handled on an annual basis is determined as 12 more white product vessels, 1 more raw material vessel, 3 more export product vessels and 2 more black product vessels will be handled at Terminal B. It is thought that the positive effect of the improvements made on the annual cargo handled will be 305,000 tons in terminal A and 550,000 at terminal B.

In order to reduce the waiting time at anchor due to pier congestion at terminal B, the simulation model has been modified so that 2 vessels can be handled simultaneously at pier 2. In case of making this change, 2 more white products, 1 export product and 3 more black product ships can be handled on an annual basis. In addition, with this change, it was predicted that 105,000 tons more cargo could be handled on an annual basis, and it was concluded that the average anchor waiting times were decreased by 16.96 hours for white product ships, 17.76 hours for export product ships and 18.91 hours for black ships. Increasing the capacity of the pier requires a new construction process, which results in high costs. With the simulation study, the terminal managers were informed about how the total amount of cargo handled and the number of tankers per year would change in case of this investment, thus providing data-based support for investment decisions.



1. GİRİŞ

Denizler, tarih boyunca insanlığı sosyal, ekonomik, siyasi ve stratejik açıdan etkileyen en önemli coğrafi unsurlardan biri olmuştur. İnsanoğlu denizden faydalanmaya ve onu bir engel değil de, yararlanılacak bir varlık olarak gördüğünden beri denizcilik başlamış, yaşanan sanayi devrimleri ve gelişen teknolojiyle birlikte günden güne gelişmiştir. Denizleri ticaret unsuru olarak kullanmayı benimsemiş, onları kara ticaret yollarının kesildiği yer olarak değilde, başladığı yer olarak özümseyen devletler ise, küresel bir güç olma yolunda önemli avantajlar elde etmiştir. Denizciliği varlıklarının stratejik bir unsuru olarak gören bu devletler daha uzun ömürlü olmuştur (Bostan ve Özbaran, 2009).

Denizciliğin bu denli eski bir tarihinin olması, beraberinde kendine has bir kültür ve kurallarının olmasını da getirmiştir. Bu kurallar da denizcilik terminolojisinin oluşmasını sağlamıştır (Esmer, 2019). Denizciliğin en temel unsurlarından olan gemilerden var olan bu terminoloji, diğer bir önemli unsur olan liman işletmeciliğinde de mevcuttur. Limanlar tarih boyunca gemiler için hem bir barınak ve sığınma yeri hem de karayla bağlantı kurdukları nokta olmuştur. Başka bir bakış açısıyla ise limanlar, birçok ülkenin Dünya'yla bağlantı kurdukları ana giriş kapısı ve aynı zamanda ticaretin büyük bir oranının yapıldığı en önemli merkez olmuştur.

Türkiye’de limancılığın gelişimine bakılacak olursa, Osmanlı döneminde ulusal düzeyde bir deniz taşımacılığı yani deniz ticaretinin olmadığı görülmektedir. Osmanlı Devleti’nde Fransızlara ve müteakiben diğer devletlere verilen Türk sularında kabotaj hakkı, yüzyıllar boyunca kıyılarımızı yabancı devlet gemilerinin uğrak limanı haline getirmiş, Türk malları ve yolcu taşımacılığının tamamen yabancı gemilerle yapılmasına neden olmuştur (Özdemir, 2015), (Gülenç, 2009).

Deniz taşımacılığında tam bağımsız döneme geçilmesinin miladı olan 1 Temmuz 1926 tarihinde kabul edilen Kabotaj Kanunu ile kendi limanlarımızda ve kendi kara sularımızdaki bütün işler, sadece Türk bayraklı gemilerle yapılmaya başlanmış, denizdeki ticaret hakkı sadece Türklere geçmiştir (Özdemir, 2015). Denizciliğin millileşmesi adına çok önemli bir adım olan bu gelişmeyle birlikte yabancılardan

doğan boşluğun giderilmesi de vakit almıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında birçok alanda yapılması gereken yatırım ve geliştirme faaliyeti bulunduğundan limanlar özelinde bir gelişim ciddi derecede sağlanamamış, yabancıların elinde bulunan limanların satın alınması ve islah edilmesine gidilmiştir (Özdemir, 2015). 1939 yılında “Devlet Denizyolları Umum Müdürlüğü” ve “Devlet Liman İşletmeleri Umum Müdürlüğü’nün” kurulmasıyla düzenleme ve yatırım süreçleri ilerlemiştir. 1955 yılına gelindiğinde ise ulusal deniz ticaret filomuz ve liman kapasitelerimiz Amerika’nın sahip olduğu ticaret filosunun % 10’u kadar bir filoya denk gelmektedir (Şimşek, 2012), (Çevik ve Yıldız, 2014), (Özdemir, 2015) .

1970 yılında Dünya deniz ticareti 2.605 milyar ton iken, 2019 yılında bu sayı 11.076 milyar tona ulaşmıştır. Yapılan deniz ticareti; tanker taşımacılığı, genel kargo ve konteyner olarak üçe ayrıldığında, 2019’da tanker taşımacılığı dünya deniz ticaretinin %28.6’sını (3.169 milyar ton) oluşturmaktadır (UNCTAD, 2019). Günümüzde Türkiye’de ki duruma bakılacak olursa Türk sahipli 1.000 groston (GRT) üstü deniz ticaret filosu 2020 yılında 28.61 milyon dedveyt tona (DWT) (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2021), 71 adet liman başkanlığına bağlı limanlarda elleçlenen toplam yük miktarı ise, 2021 yılında toplam 526,306,784 tona ulaşmıştır (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022). Bu miktarın en büyük oranını 170,629,055 ton ile katı dökme yük temsil ederken (%32,42) , sıvı dökme yükler 150,531,376 ton (%28.60) ile ikinci sırada gelmektedir (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022).

2019 yılı sonlarında başlayıp tüm dünyayı etkisi altına alan COVID 19 pandemisinden küresel ticaret akışı olumsuz yönde ve ciddi şekilde etkilenmiştir. Pandemi nedeniyle küresel ölçekte alınan tedbirler gereği getirilen seyahat kısıtlamaları ve kapanmalar ile evden çalışma düzenine geçilmesinin etkisi, özellikle enerji sektörüne talep düşüşü olarak yaşanmıştır. Pandeminin asıl etkilerinin hissedildiği 2020 yılında tarım ürünlerinden, otomotiv sektörüne, tekstilden, enerji sektörüne kadar birçok sektörde 2019 yılına göre ticaret düşüşü yaşanmıştır. UNCTAD’ın (UNCTAD, 2021) 2020 Nisan ayı verilerine göre en büyük ticaret düşüşü otomotiv sektöründe (-%49), ikinci sırada da enerji sektöründe (-%39) yaşanmıştır. Tüm bu gelişmeler deniz ticaretini de olumsuz yönde etkilemiştir. Dünya genelinde 2020’nin ilk çeyreğinde sıvı dökme yük taşıyan gemi seferlerinde 2019’un aynı dönemine göre %2.5 artış yaşanırken, kapanmalar, sınır geçişlerinin ve uçuşların durdurulması gibi COVID-19 tedbirlerinin uygulamaya alındığı ikinci çeyrekte %6.3 düşüş yaşanmıştır (UNCTAD, 2021). Tez

alışması kapsamında Türkiye’de faaliyet gösteren ve sıvı dökme yük elleçlenen iki terminalin 2019 yılındaki elleçleme verileri incelenmiştir. 2020 yılındaki arz ve talep düşüklüğünün çalışmayı etkilememesi ve 2018 yılında çalışmanın rneklemi konumundaki terminallerde uzun bakım süreçleri olması nedeniyle, incelenen veriler 2019 yılıyla sınırlı tutulmuştur.

Çalışmada incelenen terminallere ait isim, lokasyon ve özellik bilgileri ticari gizlilik nedeniyle saklı tutulmuş olup, bazı veriler anonimleştirilmiştir. Terminaller A ve B olarak isimlendirilmiştir. A ve B terminallerinde 2019 yılında elleçlenen toplam sıvı dökme yük 40,443,723 ton olup, bu değeri Türkiye’de 2019’da elleçlenen toplam sıvı dökme yükün %26.05’ini oluşturmaktadır. Sadece bu sayılar ölçeğinde bakıldığında bile, tez çalışması sonucunda sağlanabilecek bir iyileştirmenin, Türkiye’nin sıvı dökme yük terminalciliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Tezin Amacı

Tez alışması kapsamında sıvı dökme yük terminallerinde tankerlerin elleçlenme süreçleri, operasyonlar bazında bölümlendirilmiş olup, her bir operasyona ait süreler analiz edilmiştir. Yaşanan beklemlerin ve verimsiz operasyonların kök nedenleri bulunması hedeflenmiştir. Analiz edilen terminallere ait veriler yurtiçi ve yurtdışı benzer terminallerle kıyaslanmıştır. Yapılan beyin fırtınası, balık kılğı uygulaması ve anket aracılığıyla, beklemlere yol açan kök nedenler sıralanmış, FRAM (*Ing. Functional Resonance Analysis Method*) yöntemiyle süreç iyileştirmeleri sağlanmış ve sonuç olarak terminallerin elleçleme verimliliğinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca yapılacak iyileştirmelerin etkisini gözlemleyebilmek için terminallerin Arena programı aracılığıyla simülasyonu yapılmıştır. Birim zaman içerisinde elleçlenen yük miktarına göre, limanların verimlilik ölçümü yapıldığında, çalışma sayesinde tasarruf edilen zamanla Türk sıvı dökme yük terminalciliğine verimlilik artışı yönünde katkı sağlanması amaçlanmıştır.

1.2. Tezin Kapsamı

Tez alışması için 2019 yılında Türkiye’de elleçlenen toplam sıvı dökme yükün % 26.05’inin elleçlendiği iki terminal seçilmiştir. Bu terminallerde 2019 yılında elleçlenen tüm tankerlere ait zaman çizelgeleri (*ing.timesheet*) incelenmiş olup,

elleçleme boyunca gerçekleşen proseslerin süreleri çıkarılarak, analiz edilmiştir. Tez çalışmasında ayrıca yurt içi ve yurt dışı benzer terminallerin verileri de kullanılmış olup, kıyaslama yapılmıştır. Çalışma çıktısı olarak yapılan süreç iyileştirmeleri sonrası süre analizleri ise 2021 ve 2022 yıllarına ait veriler ölçeğinde incelenmiştir.

1.3. Literatür Araştırması

Literatür araştırması kapsamında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tez tarama sistemi kullanılarak yapılan kaynak araştırmasına göre, limanlarla ilgili 491 adet yüksek lisans ve doktora tezine rastlanılmıştır. Ancak bu tezler sadece denizcilik alanında değil, turizmden, arkeolojiye, işletmeden, sosyal bilimlere, çevre mühendisliğinden, endüstri mühendisliğine kadar birçok alanda yapılmış çalışmalardır. Konu kapsamının kısıtlanması amacıyla denizcilik alanı seçilerek yapılan taramada ise limanlar konusunda 33 adet tez yayınlandığı görülmüştür. Bu tezlerden liman optimizasyonu ve verimlilik üzerine yapılanlarda;

Karaoğlu (2017) yüksek lisans tezinde; limanlarda optimizasyonu incelemek maksadıyla limanların daha etkin ve verimli çalışabilmesi için nasıl planlanması, ve tasarlanması gerektiği üzerinde durmuş ve örnek olarak Mersin Limanı'nı ele alarak, yapılan yatırımlar, planlamalar ve geliştirme çalışmalarını analiz etmiş, Mersin Limanı için Kapı Optimizasyonu ve Dizaynı çalışması yapmıştır (Karaoğlu, 2017).

Çağlar (2012) doktora tezinde; limanların etkinlik ve verimlilik analizlerinde genellikle göreceli etkinlik analizlerinden faydalandığı ve bu konuda literatürde bulunan çalışmaların sıklıkla konteyner elleçleyen limanları konu aldığını belirterek, liman etkinlik ve verimlilikleri ile ilgili bilgi edinmek isteyen birçok tarafın uygulayabileceği, uygulama aşamaları net olarak tanımlanmış ve tüm yükleri elleçleyen limanlara uygulanabilecek etkinlik ve verimlilik ölçüm modellerinin geliştirilmesini hedeflemiştir (Çağlar, 2012).

Kahriman (2011) yüksek lisans tezinde, konteyner terminallerinde geminin terminale yaklaşmasından itibaren konteynerin diğer ulaştırma modlarına aktarılması sürecindeki konteyner akışı ve operasyonlarını inceleyerek, operasyonel planlama süreçlerinin analiz edilmesini amaçlanmış ve böylece sınırlı kaynakların en iyi şekilde kullanılması ile konterner terminallerindeki verimliliğin artmasını amaçlamıştır (Kahriman, 2011).

Esmer (2009) doktora tezinde; konteyner terminallerindeki lojistik süreçler olan gemi operasyonları, konteynerin liman sahasında taşınması, depolanması ve elleçlenmesini incelemiş ve bu süreçlerin verimli ve etkin çalışması için optimizasyonun önemine dikkat çekmiştir. Süreç optimizasyonu konusunda sahadan nitel ve nicel gözlemlerle veri toplamış ve toplanan verileri analiz ederek konteyner terminallerindeki süreçlerin simülasyonuna uygulamıştır. Arena simülasyon programı aracılığıyla yaptığı simülasyon modeli diğer limanlara kolaylıkla uygulanabilme ve yazılım maliyetinin asgari düzeyde olması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca yapılan deneysel çalışmalarla konteyner terminalindeki yük elleçleme ve liman içi ulaştırma ekipmanları konusunda, yükleme ve boşaltma açısından çeşitli bulgular elde etmiştir.

Sıvı dökme yük terminalleriyle ilgili yapılan tez çalışmalarına bakıldığında ise 3 adet kayıt bulunduğu görülmüştür. Bu tezlerde;

Kuzu (2018) doktora tezinde, sıvı dökme yük terminallerinde bağlama operasyonları sırasında meydana gelen kazaların incelemesini yaparak, mevcut kaza olasılıklarını ve risk faktörlerini belirlemiş, tanker terminal bağlama operasyonlarında emniyetin arttırılabilmesi ve yaralanmalı halat kazası riskinin yok edilmesi ya da yok edilemediği takdirde, kabul edilebilir risk seviyelerine indirgenebilmesi için risk kontrol seçenekleri sunmuştur.

Arslan (2016) yüksek lisans tezinde sıvı dökme yük terminallerinde, gemilerde yaşanan kazaların insan faktörü ve emniyet açısından değerlendirilmesini yapmak üzere çeşitli uluslararası kaza inceleme kurumlarının yayınladığı raporları analiz ederek, kazaların tecrübe eksikliği, bilgi eksikliği, prosedüre uymama nedeniyle oluştuğu bulgusuna ulaşmıştır.

Kuzu (2015) yüksek lisans tezinde; tankerlerin inşasından işletilmesine kadar birçok resmi ve özel otorite tarafından sürekli olarak denetlendiğini fakat aynı sıkı denetim anlayışının sıvı dökme yük terminallerine yeteri kadar uygulanmadığından yola çıkmıştır. Tanker - terminal operasyonlarında görev yapmakta olan çeşitli meslek gruplarından insanlara yapılan bir anket çalışması ile en çok rastlanan emniyet aksaklıklarını tespit edip, terminallerin denetlenmesini sağlayacak bir yöntem üzerinde çalışılarak, dünya çapında tüm tanker terminallerinin, gemiler gibi uluslararası emniyet standartlarına kavuşturulması hedeflemiştir.

Görüldüğü üzere tanker terminallerini konu alan 3 adet tezde terminallerdeki operasyonlar sırasında meydana gelen emniyet riskleri ve bu risklerdeki etmenler üzerine çalışılmıştır. Araştırmayı genişletmek maksadıyla “kimyasal yük” anahtar kelimesiyle yapılan aramada ise sisteme kayıtlı 30 adet tez bulunduğu görülmüştür. Bu tezlerden çalışması yapılan yük elleçleme süreçleri ile ilgili olabileceği değerlendirilen tezlerden;

Gülcan (2013) yüksek lisans tezinde kimyasal yük terminal işletmeciliğinin emniyet ve kalite unsurlarının çok yüksek düzeyde ve uluslararası boyutta uygulandığı özel bir terminalcilik biçimi olması nedeniyle diğer klasik dökme yük ve konteyner operasyonlarından farklı olarak kendine has öncelikler, uygulamalar ve değerlendirme kriterleri bulunduğu bahsetmiş ve kimyasal yük elleçleyen limanlarda gemi, rıhtım ve depolama operasyonlarının verimliliğini etkileyen faktörlerin nitel araştırma yöntemleri kullanılarak belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışma kapsamında Almanya’dan 3, Türkiye’den 2 terminalde çalışan personelle mülakat yapılarak veri elde edilmiştir.

Yüksekyıldız (2014) doktora tezinde Türkiye’de faaliyet gösteren sıvı kimyasal yük elleçleyen on dört limanın, 2008-2012 yıllarına ait verileri kullanılarak, görece verimliliklerini, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanarak belirlemiştir. Veri toplama maksadıyla incelenen sıvı kimyasal yük limanlarında çalışan ve konusunda uzman olan yöneticilerle görüşmeler yapılarak anketler uygulamış ve liman verimliliğini etkileyen ancak sayısallaştırılamayan iç ve dış faktörler belirlemiştir. Girdi değişkeni ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesiyle analiz edilen limanların göreceli verimliliklerini hesaplamıştır.

YÖK tez taramada, sıvı dökme yük anahtar kelimesiyle yapılan aramada 1 adet yüksek lisans tezine rastlanılmıştır. Bayazit (2015) yüksek lisans çalışmasında, kimyasal madde üretimi ya da ticareti yapan işletmelerin tedarik süreçlerinde kimyasal tanker ya da tank konteyner seçmelerine etki eden faktörleri araştırmak istemiştir. Literatür taraması sonucu elde edilen bilgiler doğrultusunda tespit edilen faktörlerin birbiri arasında önem derecelerini belirlemek için literatürde sıkça kullanılan bir yöntem olan AHP kullanarak bir anket oluşturmuş ve 30 Türk kimya grubu şirketinin katılımını sağlamıştır. Çalışmada kimyasal tankerlerin tank konteynerlere göre %62,5 oranında daha fazla tercih edilebildiği sonucuna ulaşılmıştır.

YÖK Tez tarama sistemi kullanılarak yapılan araştırmaya göre yalın üretim uygulamalarını konu alan tez sayısı 2'si doktora olmak üzere, 28 olarak bulunmuştur. Bu tezler mobilyadan, bankacılık sektörüne, inşaattan, jant üretim sektörüne, savunma sanayinden sağlık sektörüne kadar birçok alanda yalın üretim uygulamalarını konu edinmişlerdir. Bu tezlerden sadece 1 tezte lojistik süreçler üzerine bir yalın üretim uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Arıkan (2009) yüksek lisans tezinde kara ve deniz yolu taşımacılığı yoluyla lojistik faaliyetlerini entegre lojistik hizmet sağlayıcı olarak gerçekleştiren bir firmada yalın altı sigma metodolojisini uygulamıştır. Çalışmada genel kargo ve konteyner araçlarının sahada kalış sürelerinin azaltılması ve bu sayede saha trafiğinin rahatlatılması hedeflenmiş, ayrıca yapılacak iyileştirmelerle hem altı sigma tekniklerinin hem de yalın düşüncenin temel felsefesi olan israfların yani gereksiz olan her faaliyetin elemine edilmesi sağlanmıştır.

Elleçleme anahtar sözcüğüyle YÖK tez tarama sisteminden yapılan aramada 7 adet yüksek lisans tezi bulunmuş olup, bu tezlerden iki adedi denizcilik alanında yapılmıştır. Barış (2022) çalışmasında, Türk limanlarının yük elleçleme verimliliklerini veri zarflama analiziyle tespit etmiş ve elde ettiği bulguları 2008 küresel ekonomik krizinin ve ABD - Çin ticaret savaşlarının etkilerini ölçmede kullanmıştır. Çalışmada literatürde yer alan liman verimlilik analizlerinden farklı olarak hem fiziksel hem de ekonomik değişkenler kullanarak verimlilik ölçülmüştür. Sonuçlarda göreceli olarak verimli ve verimsiz dönemler ve bunların altında yatan sebepler bulunmuştur. Çalışmanın sonunda, limanların küresel dengesizlik durumlarında verimliliğini artırmak için, finansal dalgalanmaların ve yapısal problemlerin çözümüne yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Bal (2019) ise çalışmasında 2018'in son çeyreği ile 2019 yılını kapsayan dönemden elde ettiği veriler ölçeğinde, Türkiye'deki ithal ve ihraç konteynerlerin yıl içindeki değişimleriyle ilgili aylık tahminlerde bulunulması hedeflenmiştir.

YÖK tez tarama sisteminden yapılan literatür araştırması sıvı dökme yük terminalleri ölçeğinde yapılan çalışmaların çok sınırlı olduğunu, var olan çalışmaların da bu tez çalışmasındaki gibi elleçleme verimliliğini ölçerek süreç iyileştirmeleri planlayan ve simülasyon kurgusuyla sistemin tüm bileşenlerini inceleyen ölçekte olmadığını

göstermiştir. Bu bakımdan çalışmanın Türk tez literatüründe özgün değere sahip olduğu düşünülmektedir.

Literatür araştırması kapsamında İTÜ Kütüphanesi veritabanlarından yararlanarak Science Direct (Elsevier Journals) vb. indexli dergilerde yapılan taramalara göre limanlarda simülasyon kullanılarak modellenen çeşitli operasyonların bulunduğu makaleler görülmüştür. Bu makalelerden;

Esmer ve ark. (2010) Türkiye'deki konteyner limanlarında yükün elleçlenmesi sürecini analiz ederek daha yeşil limanlar için konteyner elleçleme ekipmanlarının yalınlaştırılmasını hedeflemişlerdir. Çalışma kapsamında simülasyon aracılığıyla çevreye en az derecede zarar veren optimum kargo elleçleme ekipmanlarının sayısına ulaşmışlardır.

Esmer ve ark. (2013) İzmir Alsancak limanındaki rıhtımı inceleyerek Arena simülasyon programı aracılığıyla gemilerin geliş ve limana yanaşma durumlarını modellemişlerdir. Böylece gemilerin limana yanaşmadan önce bekleme sürelerini, ortalama rıhtım kullanımı, sıraya giren ortalama gemi sayısı gibi performans kriterlerini belirlemişlerdir.

Kaffka ve ark. (2012) çalışmalarında konteyner terminallerindeki süreçlerin birbirine bağlı ve karmaşık yapıları olduğunu ve bu süreçlerin stokastik olmaları nedeniyle birbirlerine etkilerini belirlemek için bir benzetim modeli geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Mindener Hafen GmbH ile yakın olan ve ContSim adını verdikleri simülasyon paketi aracılığıyla terminal tarafından ele alınabilecek her yük için vinç kontrolü, istifleme alanı, kullanım alanı ve kaynak yönetimi için en iyi işletme stratejileri karışımını belirleyerek terminali optimize etmeyi amaçlamışlardır.

Zeng ve Yang (2008) çalışmalarında konteyner terminallerinde yükleme işlemlerini programlamak için bir simülasyon optimizasyon yöntemi geliştirmiştir. Yöntem, optimizasyon algoritmasının akıllı karar mekanizmasını ve simülasyon modelinin değerlendirme fonksiyonunu entegre etmektedir. Buna göre belirli dağıtım kuralları dahilinde konteyner sıralamasının başlatılması ve simülasyon modeli sayesinde genetik algoritma yoluyla sıralamanın iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca sinir ağlarına dayalı bir modelde potansiyel kötü sonuçları filtrelemek için kullanılmıştır.

Oliveira ve ark. (2016) makalelerinde ham madde planlama faaliyetleri için operasyonel kararların günlük olarak verildiğine ve bu kararların toplam tedarik zinciri

maaliyeti üzerinde oldukça güçlü bir etkiye sahip olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu kapsamda tedarik belirsizliği altında terminal rafineri sistemlerinde karar almayı desteklemek için bir sistem sunmayı hedeflemişlerdir. Bu sistem, deniz terminalini petrol rafinerisine bağlayan bir ham petrol boru hattının programlanması için, karışık tamsayılı doğrusal programlamaya dayanan stokastik bir optimizasyon modeli kullanmıştır. Sahadan elde edilen gerçek verilerin kullanılmasıyla ulaşılan sonuçlar sistemden elde edilen sonuçların esnek çözümler sağlamada etkin olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Laxe ve ark. (2021) çalışmalarında 2011-2018 dönemi verilerinden faydalanarak İspanyol limanlarının verimlilik ve karlılık performansını analiz etmeyi amaçlamışlardır. Bunun için her limanın boyutuna, coğrafi konumuna ve elleçleme uzmanlığına göre oluşturulan değişkenler ölçeğinde geliştirdikleri bir metodolojiden faylanmışlardır. Çalışma İspanyol liman otoritelerine ve politika yapıcılara en verimli ve karlı liman gruplarını göstermesi açısından önemli bulgular içermektedir.

Sıvı dökme yük ve terminal anahtar kelimeleriyle yapılan aramada 58 adet kaynağa ulaşılmıştır. Bu kaynaklardan bazıları liman yatırım planları, enerji verimliliği, risk değerlendirmesi, belirsizlik altında liman yönetimi ve liman ekipmanlarıyla ilgili olduğundan çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. İçeriği nedeniyle tez çalışmasıyla ilgili olan makalelerden Dulebenets ve diğ. (2015) çalışmalarında, konteyner terminallerinde gemilerin limanla yüzen kreyn arasına yanaştığında uygulanan ve yüzen terminal (*ing.floaterm concept*) olarak isimlendirilen elleçleme methoduyla ilgili bir simülasyonu ele almıştır. Geleneksel konteyner terminalleri ile floaterm konseptteki terminaller arasındaki temel farkın floaterm terminallerinde yüzer kreyn kullanılarak konteynerlerin mavnaya üzerine istiflenmesi olduğu belirtilen çalışmada, geleneksel tipte bir konteyner terminali ile floaterm konseptteki bir terminalin gemi elleçlemesi ve ekipman kullanımı ile ilgili performansları karşılaştırılmıştır. Simülasyon yardımıyla elde edilen veriler, floaterm konseptin normal koşullar altında geleneksel konteyner terminallerine göre daha verimli olduğunu göstermiştir.

Chang ve Tovar (2014) 1990'larda Şili ve Peru'da uygulanan yapısal reformların etkilerini gözlemlemek için bu ülkelerdeki terminallerin teknik verimliliklerini ölçümledikleri çalışmalarında, Şili terminallerinin daha çevik olması nedeniyle Peru terminallerinden daha verimli olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında konteynerizasyon oranları yüksek olan terminallerin verimliliklerinin ve doluluk

oranlarının yüksek olduğu, yük oranlarının da bununla paralel seyrettiğini tespit etmişlerdir.

Abdul rahman ve diğ. (2019), Malezya’da ki Kemaman Limanı’nı örneklem olarak aldıkları çalışmalarında kuru yük elleçleme operasyonlarında yaşanan gecikmelerin nedenlerini araştırmışlardır. AHP kullanarak oluşturdukları çalışmalarında gecikmelere neden olan ana kriterleri gemi, liman, yük sahibi ve çeşitli faktörler olmak üzere 4 gruba ayırmışlardır. Çalışma sonucunda en önemli ana kriterin, çeşitli faktörler (liman, gemi ve yük sahiplerinin etkisi olmayan faktörler) adı altında gruplandıkları kriter olduğunu belirtmişlerdir. Bu faktör altındaki kötü hava ve gel-git tahminleri kriterinin ise en önemli alt kriter olduğu da çalışmanın bulguları arasındadır.

Pérez ve diğ. (2020) limanların tek bir alanda hizmet verecek şekilde (sadece konteyner elleçleyen terminaller yada sadece kuruyük limanları gibi) uzmanlaşmasının ve liman büyüklüğünün, limanın verimliliğini etkisini araştırmışlardır. Parametrik mesafe fonksiyonu yaklaşımını kullanarak 2001–2011 yılları arasında 27 İspanyol limanının verimliliğini tahminledikleri çalışmada, daha büyük ve daha uzmanlaşmış limanların daha verimli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre ekonomi politikaları açısından da limanları uzmanlaşmaya yönlendirmek ve küçük ölçekli limanlarıda işbirliğine teşvik etmek faydalı görünmektedir. İncelenen limanlar arasından sıvı dökme yük elleçlenen limanlardaki trafiğin, bölgede rafineri tesisi olup olmadığıyla doğrudan ilgili olduğu belirtilen çalışmada, rafineri tesislerinin kıyıya yakın bulunduğu yerlerde trafiğin fazla olduğu belirtilmiştir.

De Costa ve diğ. (2021) Brezilya’nın kuzey kıyılarında konteyner terminalciliği için çok geniş boşluklar olmasına rağmen, bu bölgedeki limanların performanslarını ölçen bir araştırma bulunmadığını bahsetmişlerdir. Çalışmalarında veri zarflama analizi yöntemiyle Brezilya’nın kuzey kıyılarındaki ana konteyner terminallerinin verimliliğini ölçümlemişlerdir. Konteyner terminallerindeki ortalama yükleme oranı, elleçlenen gemi sayısı ve yükleme ve boşaltmadaki bekleme zamanlarının girdi olarak tanımlandığı modelde, 4 terminalin çok verimsiz çalıştığı tespit edilmiş ve bu terminallerin verimli sayılabilmesi için elleçlemesi gereken konteyner miktarı ve yükleme/boşaltma sırasındaki bekleme süreleri belirtilmiştir.

Brezilya ölçeğinde yapılan ve veri zarflama analizi kullanılan bir başka çalışmada ise Périco ve da Silva (2020) Brezilya'daki en büyük limanların verimliliklerini ölçümlemeye çalışmışlardır. 2010-2017 arası dönemde Brezilya'da ki en büyük 24 terminalin verisi kullanılarak hazırlanan çalışmada altyapı, kapasite ve limanlarda yaşanan beklemler, veri girdisi olarak kullanılmıştır. Analiz edilen limanlardan 19'unun kamu, 5'inin özel kuruluşu ait olduğu çalışmada, verimliliği etkileyen genel sorunun altyapı yetersizliği olduğuna dikkat çekilmiş ve bu alana kamu yatırımı gerektiği vurgulanmıştır.

Gelişmekte olan ekonomiler için Endüstri 4.0 döneminde liman lojistiği ile ilişkili engelleri belirlemeyi ve analiz etmeyi amaçlayan çalışmalarında Sarkar ve Shankar (2021) , literatürden toplam on sekiz kilit engel seçmiş ve çok aşamalı bir çalıştay gerçekleştirerek paydaşların görüşlerini dikkate almıştır. Ayrıca bariyerler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları ortaya çıkaran hiyerarşik bir model geliştirmiş, bağımlılık ve itici güce bağlı olarak engelleri kümeler halinde kategorilere ayırmak için bir analiz uygulamışlardır. Sonuçlar, destekleyici olmayan politikaların, zayıf altyapının ve Ar-Ge eksikliğinin başlıca bariyerler olduğuna dikkat çekmektedir. Çalışmada engelleri kaldırmak için zamanında harekete geçmenin, sadece yöneticilere yardımcı olmakla kalmayacağı, aynı zamanda maliyetin düşürülmesine ve liman lojistiğinin etkin işleyişinin sağlanmasına da yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Yoğun limanlar için kanal kısıtı ölçeğinde kısa zamanlı rıhtım atama ve gemi planlama problemini araştırdıkları çalışmalarında Liu ve diğ. (2021), karma tamsayılı doğrusal proglama yöntemiyle oluşturdukları modelde, gemilerin birden fazla demirleme yeri ve birden fazla havuz arasındaki giriş/çıkış hareketleri ve gemilerin liman havzaları arasındaki veya içindeki hareketlerinin incelendiği bir yapı kurmuşlardır. Geliştirdikleri algoritmayı uyguladıkları bir Çin Limanında, gerçekte uygulanan liman zamanlama şemalarından önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini sonucuna ulaşmışlardır. Geliştirdikleri model ile problemin 35 gelen gemi, 35 giden gemi, 6 kaydırılan gemi ve 43 rıhtımın on dakika içinde, ortalama %0.32'lik bir optimal boşluk ile çözebildiğini belirtmişlerdir. Çalışma ayrıca kanal kısıtlamaları olan limanların operasyonlarını ve yönetimini yönlendirmek için liman operatörleri için yönetimsel bilgiler de sağlanmaktadır.

Otomatik tanımlama sistemi (AIS) verilerinden yararlanarak gemi hareketlerinden limanlarda zamansal verimlilik analizi yaptıkları çalışmalarında Feng ve diğ. (2020)

her geminin bir liman içindeki farklı alanlarda (rıhtım, demir alanı yada liman yaklaşma suları) geçirdiği süreyi analiz etmişlerdir. Çin'de seçilen Şanghay Yangshan Limanı ve Xiamen Limanı'nda dört tip geminin (konteyner, kargo, tanker ve yolcu gemileri) AIS verilerinin incelendiği çalışmada, gemilerin limana giriş ve çıkış verileri üzerinden bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada Yangshan Limanına gelen 21, Xiamen Limanı'na gelen 28 tankere ait AIS verisi kullanılmış olup, tankerlerin limanda geçirdiği sürenin ortalaması sırasıyla 12.6 ve 16.1 saat belirtilmiştir. Ancak bu ortalamalarda Xiamen Limanı'nda 2-3 saat aralığında süren rıhtım sürelerinin pik yaptığı görüldüğünden, bu veriler anlamlandırılmamıştır. Çalışmada Xiamen Limanı'nda 2 tankerin yükleme öncesi demirde beklediği ve bu süre ortalamasının 57.7 saat olduğu, 2 tankerin ise yükleme sonrası gümrük işlemleri ve gemi planlaması doğrultusunda ortalama 263.8 saat beklediği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Xiamen Limanı'nın konteyner ve yolcu gemileri elleçlemede zaman açısından daha verimli olduğu, Yangshan Limanı'nın ise genel maksatlı kargo ve tanker gemi elleçlemede daha verimli olduğu ortaya koyulmuştur.

Google Akademik indeksinde taranan dergilerden “sıvı dökme yük”, “terminal”, “liman” ve “elleçleme” kelimeleriyle yapılan araştırmada ise 31 sonuç bulunmuştur. Bu makalelerden emniyet, ekonomi, enerji verimliliği ve liman altyapılarıyla ilgili olan makaleler tez kapsamında olmadığından çıkarılmıştır. Tez kapsamında yapılan çalışmalardan olan, sıvı dökme yük terminallerinde elleçleme sürecini etkileyen beklemlerin nedenleri konulu makalede, çalışma konusu olan Türkiye'den iki terminale ait elleçleme süreç incelenmiş ve bu süreçte yaşanan beklemlerin nedenleri araştırılmaya çalışılmıştır. Böylece yaşanan beklemlerin azaltılması için odaklanılması gereken alanların bulunması hedeflenmiştir. Terminallerin çalışanlarından oluşan uzman bir ekibe balık kılçığı metoduyla beklemlerin nedenlerini belirtmesi istenmiştir. Ayrıca elleçleme sürecinin paydaşları olan operatörler, gemi adamları, enspektörler ve terminal yöneticilerden oluşan 100 kişilik bir örneklem grubuna anket uygulaması yapılmıştır. Böylece balık kılçığı metoduyla belirlenen bekleme nedenlerinin birbirine göre önem dereceleri anket yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışma sonucunda anket aracılığıyla elde edilen bekleme nedenlerinin balık kılçığı metoduyla belirlenenlerle uyduğu görülmüştür. Beklemelere yol açan nedenlerin puanlamasıyla çözüm için önceliklendirme sağlanmıştır (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2022).

Madueke (2013) yüksek lisans tez çalışmasında sıvı dökme yük elleçlenen 4 terminali, veri zarflama analizi ve operasyonel ekipman verimliliği uygulamalarıyla hem makro ölçekte hem de mikro ölçekte karşılaştırmıştır. Literatürde liman verimliliği üzerine yapılmış olan ve veri zarflama analizi kullanılan çalışmaların genellikle konteyner terminalleri için yapıldığı belirtilen tezde, oluşturulan modelin Nijerya, Hollanda ve Birleşik Arap Emirlikleri'nde ki 4 sıvı dökme yük terminalinin görece verimliliğini kıyaslanmıştır. Yanaşılabacak iskele sayısı, boru hattı transfer kapasitesi, depolama kapasitesi ve toplam terminal derinliği, modelin girdilerini oluştururken, elleçlenen gemi sayısı ve toplam boşaltılan yük ise modelin çıktıları oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda Nijerya limanının veri zarflama analizine göre diğer limanlardan daha az verimli olduğunu sonucuna ulaşamamaktadır. Rıhtım doluluk oranları, elleçlenen gemi sayısı, ortalama elleçleme süresi gibi değişkenlerin girdi olduğu operasyonel ekipman verimliliği ölçütüne göre ise Birleşik Arap Emirliği'nde ki terminalin, Nijerya terminaline göre çok daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ro-Ro (*ing. roll on/roll of*) terminallerinde bir simülasyon uygulamasını ele alan çalışmada Keçeli ve diğ. (2013) Ro-Ro gemilerinin rampaları üzerinden doğrudan kamyon veya treyler yükleyebildiği için herhangi bir kaldırma ekipmanına ihtiyaç duymadığından, ro-ro terminallerinde de ek bir donanım ihtiyacı duyulmadığını belirtmişlerdir. Ro-Ro terminal işletmeciliği ile ilgili literatür azlığından bahsedilen çalışmada kurulan simülasyon modeli aracılığıyla kaynakların daha iyi yönetimi ve karar destek oluşturulması amaçlanmıştır. Kurulan simülasyon modeli, Türkiye'deki bir Ro-Ro terminalinden alınan veriler kullanılarak test edilmiş ve sonuç olarak, bekleme alanlarından birinin maksimum kullanım oranının kapasitesini aştığı tespit edilmiştir. Bu da modelin Ro-Ro terminal operasyonları için olası darboğazları tespit etmede faydalı bir araç olabileceğini göstermiştir.

Baltık Denizi'nde sıvı dökme kimyasalların ulaşımı konu alan araştırmalarında Posti ve Häkkinen (2012) Baltık Denizi'ndeki sıvı dökme kimyasalların (sıvılaştırılmış gazlar dahil) taşıma hacimlerine genel bir bakış sağlamak ve Baltık Denizi'nde en çok taşınan sıvı dökme kimyasallarının neler olduğunu bulmayı hedeflemişlerdir. 2010 yılı verilerine göre Baltık Denizi'ne kıyıdaş olan devletlerce toplam 290 milyon ton akaryakıt ürünü, 11 milyon ton sıvı kimyasal yük ve 4 milyon ton diğer sıvı yük elleçlendiğinden bahsedilmiştir. Raporda ayrıca Finlandiya, İsveç, Rusya, Letonya, Estonya, Litvanya, Danimarka, Polonya ve Almanya terminallerinin yıllık

elleçledikleri sıvı dökme yük istatistikleri belirtilirken, terminallerdeki elleçleme süreçlerine değinilmemiştir.

Sıvı dökme yük terminallerindeki sahil operasyonlarının optimize edilmesini konu alan yüksek lisans tezinde Bogers (2017), terminale gelen gemilerin zaman açısından rihtım alanına en uygun şekilde yerleşmesi ve insan kaynağının operasyonel olarak optimum şekilde planlanmasını sağlayan bir karar destek sistemi geliştirmeyi hedeflemiştir. Analiz edilen terminalin çalışma öncesinde, herhangi bir planlama yazılımı kullanmadığı (tahminlemenin tamamen tecrübi faktöre göre yapıldığı), terminal içerisinde bir kuyruk sistemi olmadığı, vardiya başına düşen çalışanın değişkenlik gösterdiği ve bazı vardiyalarda çalışan eksikliği gibi iç nedenler tespit edilirken, gemilerin yanaşma ve varış saatlerinde belirsizlik ve çok sayıda son dakika değişikliği yapılması gibi dış nedenler tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında analiz edilen limanın verimliliğini ölçmek için; toplam ve ortalama gemi bekleme zamanı, gemilerin toplam elleçleme zamanı, gemiler için toplam hizmet zamanı, toplam ve ortalama çalışan operasyon zamanları ve ortalama iskele kullanımı gibi anahtar performans göstergeleri (KPI)'lar tanımlanmıştır. Buna göre oluşturulan modelin tahminleri ile gerçek yanaşma süreleri karşılaştırıldığında, modelin yanaşma süresi tahminleri ortalama -0,28 saat ve terminal tahminlerinin -1,54 saat olduğu görülmüştür. Model, 1.vardiyaya 1 operatör eklemenin gemilerin bekleme süresini %4.35 oranında, gemilere verilen toplam hizmet süresini ise %1.5 oranında azalttığını tespit etmiştir. Tüm vardiyalardan bir operatör azaltmanın ise gemilerin bekleme süresini %21.75 oranında arttırdığı gözlenmiştir.

Çok amaçlı kullanımı olan limanlardaki operasyonlar için bir simülasyon modeli oluşturan Wahed ve diğ. (2017) Amerika Birleşik Devletleri'nden (ABD) Wilmington limanına vaka çalışması olarak hazırlamışlardır. Çok amaçlı kullanımı olan limanların karmaşıklığının literatürde yer alan bir çok yöntemin uygulanabilirliğini azalttığı belirtilen çalışmada, bu karışıklığı çözmek için bir simülasyon modeli oluşturulduğu belirtilmiştir. Model, bir deponun kullanım oranının %50'den fazla olduğunu ve yılın belirli zamanlarında depoların çoğunlukla dolu olduğunu göstermiştir. Bu yüksek kullanım oranı ve alan eksikliği, yeni antrepo tesisi kurulmadıkça, limanın en yoğun dönemi olan kış mevsiminde daha fazla sıcaklığı kontrol edilmesi gereken dökme yükleri elleçleyemeyeceğini göstermiştir. Simülasyon modelinin bir başka önemli çıktısı ise kullanım oranlarıdır. Rihtım kullanım oranlarının konteyner, ro-ro ve dökme

olarak ayrıldığı çalışmada, kullanım oranları sırasıyla %15, %19 ve %10' olarak belirtilmiştir. Konteyner taşımacılığı için 1 adet kreyn bulunan limanda saatte 23 konteyner elleçlendiği görülmüş, kreyn sayısının 2'ye çıkarılmasının gemilerin elleçlenme sürelerini kısalttığı fakat diğer parametrelerde bir değişikliğe sebep olmadığı gözlenmiştir.

Kuyruk teorisine bağlı Shenzhen Liman kapasitesinin değerlendirilmesi konulu tez çalışmasında Xu (2010), kuyruk teorisi modelini kullanarak Shenzhen liman kapasitesini değerlendirmiş ve temel olarak terminal, kanal ve demirleme olmak üzere üç alt kapasiteye odaklanmıştır. Hesaplama ve karşılaştırma sonuçlarına göre, toplam kapasite son yıllarda liman gelişimini karşılayabilmiştir. Mevcut durumda limandaki rıhtım sayısı ve bunların elleçleme kabiliyetinin de iyi düzeyde olduğu görülmüş ve gemilerin limanda bekleme sürelerinin 1 günden az olduğuna değinilmiştir. Sığ su alanı ile normal demir alanının ihtiyaçları karşıladığı değerlendirilirken, derin demir alanının yeterli olmadığının belirtildiği modelde, kanalın kapasitesinin, son yıllarda gerçekleşen kargo miktarının geliştirilmesi için yeterli olduğu belirtilmiştir.

Gemilerin geri dönüş süresinin optimize edilmesi konulu doktora tezinde Shetty K. (2019), gemi geri dönüş süresinin (bir geminin çağrılmasından sonra limandan çıkış süresi) limanların en önemli performans göstergelerinden bir olduğundan bahsetmiştir. Hindistan'ın ticaretinin %95 oranında limanlar aracılığıyla yapıldığı belirtilen çalışmada gemi geri dönüş sürelerinin, Çin, Singapur ve Malezya'daki limanlardan birkaç kat daha yüksek olduğuna dikkat çekilmiştir. Çalışmada gemilerin geri dönüş sürelerinin uzun olmasına etki eden başlıca faktörlerin liman yoğunluğu, yükleme/boşaltma hızı, kargo elleçleme yöntemi, genel operasyonel gecikmeler, kılavuzluk ve demirleme süresi ile hava nedeniyle yaşanan gecikmeler olduğu belirtilmiştir. Tez çalışması New Mangalore limanındaki gemi geri dönüş sürelerini uzatan faktörlerin tanımlanmasını amaçlamıştır. Çalışmada New Mangalore limanına gelen gemilerin geliş ve çıkış zaman verileri kullanılmıştır. Gemilerin geri dönüş süresini etkileyen 120 adet faktörün bulunduğu belirtilmiştir. Tezde, geri dönüş süresine yüksek oranda etki eden faktörlerin ağırlıkları, geliştirilen optimizasyon uygulaması ile analiz edilmiş ve ilk 20 kritik faktör tarafından tüketilen toplam süre aylık bazda hesaplanmıştır. Duyarlılık analizi, 2018-2019 yılları arasında, limana uğrayan tüm gemilerin ayda ortalama 1350 saat kayıp zaman yaşadığını, bu da aylık geri dönüş süresinin %17,50'sine denk geldiğini göstermiştir. Bu yüksek geri dönüş

süresine katkıda bulunan ana kısıtlamalar, yükleme ve boşaltma operasyonları, dokümantasyon prosedürleri, gümrükleme, kargo sürveyleri ve liman dışı hesap nedeniyle kaybedilen toplam zaman kaybıdır. Optimizasyonun çıktıların, liman yönetiminin belirlenen bir alandaki sorunları görmesine ve liman faaliyetlerini iyileştirmek için daha iyi çözümler üretmesine, daha düşük gemi geri dönüş süresinin sağlanmasına yardımcı olacağı düşünülmüştür. Modelin ayrıca günlük/ aylık/ yıllık bazda elleçlenen yük kategorisine göre çeşitli ve Liman Performans Göstergeleri (PPI) oluşturulmasının da fayda sağlayacağı belirtilmiştir.

1.4. Tezin Literatüre Katkısı

Literatür taraması, limalarla ilgili yapılan yayınların büyük bir çoğunluğu limanların teknik altyapı sistemleri, enerji verimliliği, emisyon oranları veya parametrik olmayan değerlendirmeler içermektedir. Liman verimliliğiyle ilgili yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu yöntem olarak veri zarflama analizi kullanmış ve çeşitli girdi değişkenlerine göre oluşan çıktıların değerlendirmesiyle verimlilik hesaplamaları yapılmıştır. Literatürde bulunan ve limanlarla ilgili çoğu yayında konu olarak konteyner terminalleri ele alınmıştır. Bu bakımdan, tezin sıvı dökme yük terminallerindeki elleçleme sürecinin detayına inmesi, istatistikler ölçeğinde analizler sunması, verileri anketle destekleyip literatürde ilk defa olacak şekilde süreç iyileştirmesini FRAM kullanarak yapması ve simülasyon aracılığıyla da süreçlerdeki değişikliklerin sonuçlarını göstermesi nedeniyle özgün değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

1.5. Metod

Tez kapsamına alınan iki sıvı dökme yük terminalinin 2019 yılına ait elleçleme istatistiklerine ulaşabilmek için bu terminallerde elleçlenen tankerlerin zaman çizelgeleri analiz edilmiştir. Ulaşılabilen 1072 adet çizelgenin 339 adedinde veri kaybı bulunması ve bazı yanlış veriler bulunması nedeniyle tez kapsamından çıkarılmıştır. Geri kalan 733 çizelgeden tankerlerin yanaşma öncesi hazırlık mektubu verişinden ayrılışına kadar geçen sürede gerçekleşen proselere ilişkin süreler çıkarılmıştır. Bu veriler miniTab programı aracılığıyla normalleştirilerek ortalama ve standart sapmaları bulunmuştur.

Elleçleme sürecinin akışını belirlemek adına tankerlerin gelişinden ayrılışına kadar geçen sürecin haritası çıkarılmıştır. Süreçte yaşanan ve verimsizliğe neden olan beklemlerin nedenlerini bulmak üzere terminallerin yöneticileri lojistik ekiplerinden oluşan bir uzman bir ekibe Balık Kılçığı metodu uygulanmıştır. Beklemelerin nedenlerinin puanlanarak önceliklendirilmesi amacıyla gemi adamları, terminal çalışanları ve gözetim firması çalışanlarında oluşan 100 kişilik bir gruba online anket uygulanmıştır. Elde edilen istatistiki sürelerin yurt içi ve yurt dışı benzer tesislerle olan kıyaslamasının yapılması amacıyla veri elde edilmiş olup, elleçleme süreci bazında kıyaslamalarda bulunulmuştur.

Elleçleme sürecini ve terminalin dinamiklerini daha iyi analiz edebilmek için terminal çalışanlarından uzman bir ekiple 96 saat yüzyüze mülakat, 132 saat online olarak toplantı yapılmıştır. Online görüşmeler kapsamında terminallerin zaman bağlı kirasında bulunan tankerleri işleten firmanın operasyon biriminde görev yapan bir çalışan, terminallerin bağlı bulunduğu firmanın, lojistik biriminden bir yönetici, satış biriminde görev yapan beyaz yaka bir çalışan, planlama kısmında görev yapan orta düzey bir yönetici, dış ticaret ve ham madde ikmali ile ilgili bölümlerde görev yapan bir yönetici, bir uzman ve terminallerin dolum kısmında görev yapan 2 mühendis ile görüşmeler yapılmıştır. Mülakat ve toplantı süreci 35 hafta sürmüştür.

FRAM yöntemi kullanılarak, elleçleme sürecinde beklemlere neden olan demirleme süreciyle ilgili süreç iyileştirmesi yapılmıştır. Ayrıca gemilerin yükleme/boşaltma sonrasını evrak işlem sürelerini azaltmaya yönelik süreç yalınlaştırılmış iskelelerin kullanım süresi arttırılmıştır.

Arena simülasyon programı aracılığıyla tez kapsamında incelenen A ve B terminallerinin elleçleme süreci modellenmiş, gemi datalarına uygun olarak olasılık dağılımları oluşturulmuştur. Buna göre elleçleme sürecinde iyileştirilen proseslerin toplam elleçlenen gemi miktarına ve beklemlere etkisi gözlenmiştir.

1.6. Tezin Kısıtları

Tez çalışmasında ticari gizlilik nedeniyle analiz edilecek terminallerle ilgili karakteristik bilgiler saklı tutulacak olup bu terminallerden A ve B terminalleri olarak bahsedilecektir. Tez konusuna dahil olan terminallerin zaman bazlı kirasındaki gemilerden ve verileri işlenen diğer gemilerin isimlerinden bahsedilmeyecektir.

Çalışma kapsamında Türkiye’de sıvı dökme yük elleçlenen terminallerden aynı firmaya ait 2 terminal seçilmiştir. Pandemi etkisinin verilere yansımaması için 2019 yılı verilerinden faydalanılmış ancak bazı veriler yazım hatası veya eksik kayıt nedeniyle teze dahil edilmemiştir.

Tez kapsamında terminallerin deniz dolum ünitelerinde ve gemilerde yerinde gözlemle zaman etüdü yapılması hedeflenmiş ancak COVID 19 salgınının yayılmasını engellemeye yönelik şirket politikası çerçevesinde bu hedefe ulaşılamamıştır.

Çalışma kapsamında yurt içi ve yurt dışı terminallerin verilerine ulaşılmış ancak firmaların veri paylaşmada çekimser kalması nedeniyle bu veriler 5 adet ile 9 adet zaman çizelgesinden alınarak oluşturulmuştur.

Teze konu olan terminallerde gerçekleştirilen süreç iyileştirmeleri sayesinde meydana gelen tasarruf miktarına ilişkin maddi değerler ticari gizlilik nedeniyle anonimleştirilerek belirtilmiştir.

2. SIVI DÖKME YÜK TERMINALLERİNDE ELLEÇLEME SÜRELERİ VE BEKLEME NEDENLERİ

Bir kıyı tesisinin liman olarak ifade edilebilmesi için en az iki farklı yük türünün elleçlenmesi gerekmektedir. Belirli bir yük türünün elleçlendiği kıyı tesisleri terminal olarak ifade edilmektedir. Limanlar, elleçlenen yük türüne göre altı çeşit terminal içerebilir. Bunlar; sıvı dökme yük, kuru dökme yük, genel yük, konteyner, tekerlekli yük ve yolcu terminalleridir (Esmer, 2019).

Limanlar, denizcilik ve ticarete hizmet eden başlıca altyapı varlıkları olup, performansları küresel ekonomi ve ticaretteki gelişmeler ile devletler arası siyasi gelişmelerden büyük ölçüde etkilenirler. Limanlar aynı zamanda denize kıyısı olan bir çok ülke için uluslararası ticarete açılan ana arterlerdir. Miktar olarak dünya ticaretinin yüzde 80'inden fazlası limanlar aracılığıyla yapılmakta ve bu ticaretin, yaklaşık üçte ikisi gelişmekte olan ülkelerin limanlarında yüklenip boşaltılmaktadır (UNCTAD, 2021). Bu sebeple verimli ve iyi işleyen limanlar stratejik olarak oldukça önemlidir.

Gemilerin limanlarda geçirdikleri süre, limanın verimliliğini ve gemilerin sefer süresini direkt olarak etkilemektedir. Literatür taraması bölümünde belirtildiği üzere birim zamanda elleçlenen gemi sayısı ve yük miktarı ne kadar fazla olursa, limanın verimliliği de buna bağlı olarak artmaktadır.

Dünya sıvı dökme yük terminalleriyle Türkiye'deki sıvı dökme yük terminallerinin genel bir performans kıyasını yapmak için Çizelge 2.1'deki veriler incelenmiştir. Çizelgede en çok tanker elleçlenen 30 ülkenin yük miktarı ve elleçleme süreleri ortalamaları sunulmuştur. Akaryakıt ve türevleri açısından ihracatçı konumundaki ülkelere Angola dakikada 113 tonla en hızlı yükleme ortalamasına sahipken, Katar 95 tonla ikinci, Kuveyt ise 90 tonla üçüncü sırada yer almaktadır. Ortalama yükleme hızının dakikada 39.56 ton olduğu çizelgede, Türkiye ise 54 tonla yedinci sırada yer almaktadır. Boşaltma da ise dakikada 83 tonla Japonya ilk sırada en hızlı ülke konumundayken, Kore Cumhuriyeti 67 tonla ikinci, Kuveyt 54 tonla üçüncü sırada yer almaktadır. 30 ülke ortalamasının dakikada 32.9 ton olduğu boşaltma hızında Türkiye dakikada 30 tonla on beşinci sırada yer almaktadır. Yükleme zamanı en düşük olan

ülkelere bakılacak olursa 26 saatle Katar ilk sırada yer alırken , Kuveyt 32 saatle ikinci, Japonya 35 saatle üçüncü durumdadır. Türkiye ise 36 saatlik ortalama ile beşinci durumdadır. Boşaltmada ise 28 saatle Japonya ortalama en hızlı sürede elleçleme yapan ülke konumundayken, 36 saatle Rusya Federasyonu ikinci, 37 saatle Kuveyt, Türkiye ve İspanya üçüncü durumdadır.

Çizelge 2.1 : 2018 ile 2021'in ilk yarısı arasındaki dönemde en fazla tanker elleçlenen 30 ülkenin ortalama yük miktarı ve elleçleme süreleri. (UNCTAD, 2021)

Ülkeler	Yükleme	Boşaltma	Ortalama yükleme	Ortalama boşaltma
ABD	24	33	54	69
Rusya Federasyonu	38	27	46	36
Çin	23	43	45	77
Brezilya	46	29	62	66
Suudi Arabistan	86	31	37	47
Birleşik Arap Emirlikleri	66	25	65	89
Kore Cumhuriyeti	29	67	50	48
Singapur	26	39	47	43
Hindistan	26	50	54	68
Malezya	28	33	47	65
Hollanda	14	29	59	56
Endonezya	19	20	50	62
İtalya	15	32	47	48
Meksika	25	17	77	83
Nijerya	43	9	53	129
Kuveyt	90	54	32	37
Irak	50	8	42	96
Kanada	37	39	47	62
İspanya	15	27	39	37
Katar	95	48	26	63
Japonya	37	83	35	28
Birleşik Krallık	36	26	53	51
Türkiye	54	30	36	37
Norveç	63	36	46	72
Angola	113	25	37	84
Belçika	12	16	75	42
Venezuela	20	13	105	79
Tayvan	22	48	36	40
Arjantin	20	20	39	38
Yunanistan	15	30	55	43

Belirtilen istatistikler de ortalama yük miktarı belirtilmemesine rağmen Türk sıvı dökme yük terminalleri, Dünya'nın en çok tanker elleçleyen ilk 30 ülkesi listesinde genellikle ortalamanın üstünde performans göstermektedir. Türkiye'nin yükleme ve boşaltma sürelerinde ilk dört içerisinde yer alması Türk sıvı dökme yük terminalciliği için sevindirici olmakla birlikte alınabilecek ek önlem ve süreç iyileştirmeleriyle daha üst sıralara çıkabilmesi hedeflenmelidir.

Türkiye'de 174 adet kıyı yapısı bulunmakta olup, bunlardan 71 adedinde petrol ve türevleri elleçlenmektedir. Bu kıyı yapılarının 26 adetinde kimyasal tanker de elleçlenebilmektedir. Ayrıca 71 kıyı yapısının haricinde, petrol ürünleri işlemeyip, kimyasal tanker işleyen 23 adet kıyı yapısı da bulunmaktadır (Kıyı Yapıları Daire Başkanlığı, 2022). Bu yapılarından bazıları belirli bir liman içerisinde ya da fiziki olarak bir iskeleyle sahipken, bazıları ise ya bir platform ya da bir kaç şamadırıyla çevrilmiş bir alan içerisinde mevcut boru hattından ibarettir.

Petrol ve türevlerinin elleçlendiği terminallerin illere göre dağılımı Çizelge 2.2.'de belirtilmiştir. Buna göre en çok akaryakıt elleçlenen kıyı yapısı bulunan ilimiz Kocaeli olup, ikinci sırada Mersin, üçüncü sırada da İzmir gelmektedir.

Çizelge 2.2: İllere göre akaryakıt elleçleyen kıyı yapılarının dağılımı

İller	Kıyı Yapısı	İller	Kıyı Yapısı
Adana	3	İzmir	7
Antalya	5	Kocaeli	14
Artvin	1	Mersin	12
Bartın	1	Muğla	1
Bursa	1	Ordu	1
Çanakkale	1	Samsun	5
Giresun	1	Tekirdağ	3
Hatay	6	Trabzon	3
İstanbul	4	Zonguldak	2

2.1. Sıvı Dökme Yük Terminallerinde Elleçleme Süreci

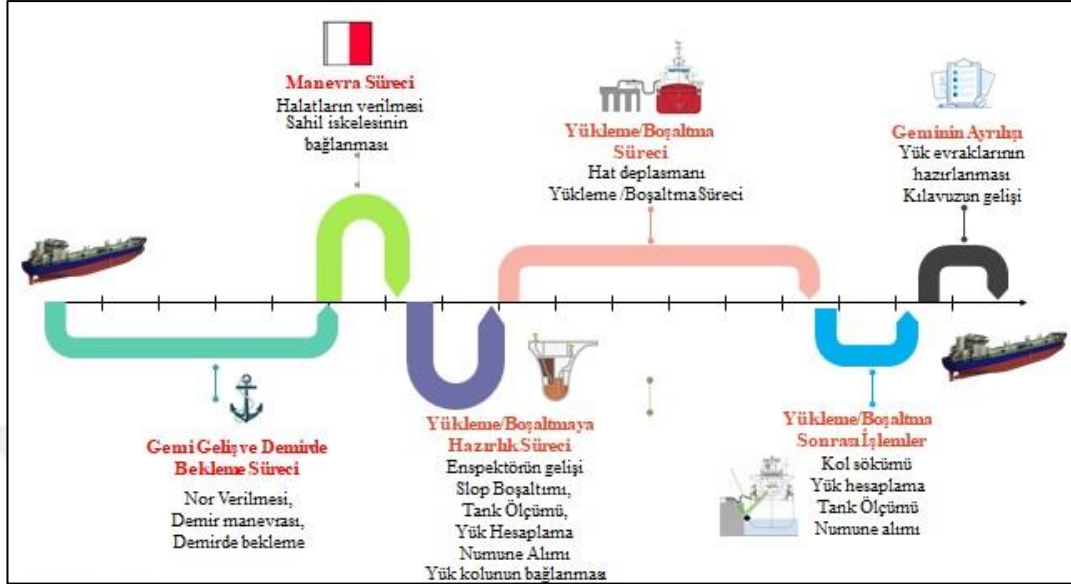
Sıvı dökme yük terminallerinde elleçleme süreci tankerin hazırlık mektubu (NOR) vermesiyle başlar ve geminin ayrılmasıyla son bulur. Süreç analizini kolaylaştırmak amacıyla elleçleme süreci içerisinde gerçekleşen olaylar, Şekil 2.1'de gösterildiği üzere gemi gelişi ve demire gidiş süreci, demirde bekleme süreci, manevra süreci,

yükleme / boşaltmaya hazırlık süreci, yükleme / boşaltma süreci, yükleme / boşaltma sonrası işlemler süreci ve geminin ayrılış sürecinden oluşmaktadır.

Bu süreçler içerisinde yapılan faaliyetler ise;

- Gemi gelişi ve demir süreci: Tankerlerin NOR verip, iskelenin müsait olmaması durumunda demir manevrası yapılarak, demirde yanaşma talimatı beklendiği süreçtir.
- Manevra süreci: Tankerin planlanan iskeleye çağırılması sonucu kılavuz kaptan alarak romökör aracılığıyla iskeleye yanaştırılması ve tüm halatları bağlaması sürecidir.
- Elleçlemeye hazırlık süreci: İskeleye bağlanma sonrası boşaltma için gelen gemilerden enspektör aracılığıyla numune alınması, yükleme için gelen gemilerin yük tanklarının kontrol edilip boş tank sertifikası düzenlenmesi, çeşitli yasal kontroller ve protokollerin imazalanması (güvenlik deklarasyonu ve gümrük kontrolleri, sahil/gemi emniyet kontrol listesi kontrolü gibi.), yük kolunun bağlanması gibi operasyonel faaliyetlerin olduğu süreçtir.
- Yükleme ve boşaltma süreci: İlgili yükün elleçlenmesi için dolum ve boşaltma işlemlerinden oluşmaktadır. Süreç sonunda fire oluşmaması için, ürün hattının hacmi kadar yük hatta basıldıktan sonra yükleme/tahliye durdurulup, gemi ve sahil tank ölçülerinin karşılıklı teyit edilip, boru hattı içerisinde boşluk olup olmadığının kontrolü işlemi olan hat deplasmanı faaliyeti de bulunmaktadır. Ayrıca yüklemelerde gemi tanklarının 1 feet (33cm.) yüksekliğinde dolması sonrası gemi tankına gönderilen ürünün kalitesinin istenen spektler içinde olup olmadığının kontrolü için gemiden ilk ayak numunesi (*ing.first foot sampling*) alınmaktadır. Enspektör eşliğinde alınan numune akredite laboratuvarlarda analiz edilmekte ve analiz sonucunun uygun gelmesi durumunda yüklemeye devam edilmektedir.
- Yükleme/boşaltma sonrası işlemler süreci: Yükleme / boşaltma işlemi tamamlandıktan sonra ilgili valflerin kapatılması, işlem yüklemeyse enpektör aracılığıyla kapanış numunesi alınması, boşaltmaysa boş tank sertifikası düzenlenmesi, yük hesaplamasının yapılması, gemi/ sahil tank miktarlarının ölçümü ve karşılıklı kontrolü ile yük kolunun sökülmesi işlemlerini kapsamaktadır.

- İskeleden ayrılma süreci: Çeşitli dökümantasyon işlemlerinin tamamlanması, gümrük kontrolü sonucu geminin kılavuz kaptan ve römorkör eşliğinde limandan ayrılmasından oluşmaktadır.



Şekil 2.1: Elleçleme süreç şeması.

2.2. A ve B Terminallerine İlişkin Genel Bilgiler

Tez kapsamında incelenen terminallerden A terminalinde 2019 yılında toplam elleçlenen sıvı dökme yük yaklaşık 22.3 milyon ton, B Terminalinde ise yaklaşık 18.1 milyon tondur. Bu oranlar 2019'da Türkiye'de elleçlenen toplam sıvı dökme yükün %26.05'ini oluşturmaktadır. 2020'de COVID 19 pandemisinin tüm Dünya'yı etkilemesiyle küresel bazda akaryakıt talebinde düşüş yaşanmış ve bunun sonucu olarak A Terminalinde 16.7 milyon ton, B Terminalinde ise 11.2 milyon ton sıvı dökme yük elleçlenmiştir.

Terminallere gemi yanaşma ve ayrılması hava durumu ve liman otoriteleri izin verdiği sürece 7 gün 24 saat yapılabilmektedir. A Terminalinde akaryakıt türevleri, kimyasal yükler ve dökme yük elleçlenebilirken, B Terminalinde akaryakıt türevleri ve kimyasal yükler elleçlenmektedir. Her iki terminalde de dolum ve boşaltma işlemleri yapılmaktadır. A Terminalinde gemilerin yanaşabileceği çeşitli boy ve tonaj kısıtlarına bağlı olmakla birlikte toplam 15 gemilik bağlama yeri bulunmakta, B Terminalinde ise yine boy ve tonaj kısıtlarına bağlı olarak toplam 7 adet yanaşma yeri bulunmaktadır. Her yanaşma yerinde yüklenecek ya da boşaltılacak her ürüne dair hat bulunmadığından, tonaj ve uzunluk kısıtları sağlansa dahi her iki terminal içinde iskelelerde ek bir boru hattı kısıtı da bulunmaktadır. Terminallere gelen tankerler ilgili

liman otoritesi ve terminal kuralları gereği kılavuz kaptan olarak ve gemilerin boyutlarına göre gerekli sayıda römorkör aracılığıyla yanaşmaktadırlar.

Terminallerde depolanan ürünler kara tankerleri aracılığıyla yada terminallerden birinde bulunan demiryolu bağlantısı sayesinde başka lokasyonlara taşınabilmektedir.

2.3. A ve B Terminallerindeki Elleçleme Süreleri

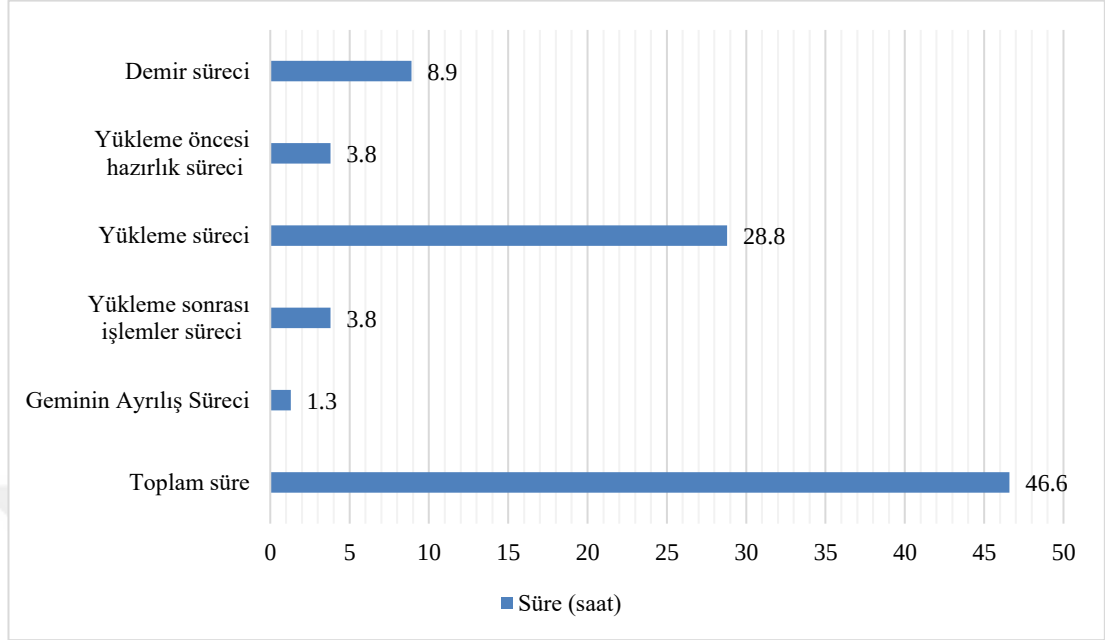
Tez kapsamında incelenen A ve B terminallerine 2019 yılında yanaşan tankerlerin elleçlenmeleri boyunca yapılan faaliyetlerin ne kadar sürdüğü verisine ulaşabilmek için, terminallerde kullanılan SAP (Systems Analysis and Program Development) altyapısı aracılığıyla oluşturulan bir arayüzü, bu terminallerde bağımsız gözetim hizmeti veren firmaların (enspektör firması) tuttuğu kayıtlar, elleçlenen gemilerin zaman çizelgeleri, terminalin dolum faaliyetinin opere edildiği birimlerinin vardiya defterleri kontrol edilmiştir. Ancak bir çok adımdan oluşan ve uzun süreler alan operasyonların incelenmesi için bütün veri kaynaklarının eş baza getirilmesinin gerektiği görülmüştür. İncelenecek olan veri formatına en yakın şekilde arşiv kaydını içeren ve her iki terminal tarafından da kullanılan SAP’de arşivlenen verilerin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. SAP’den elde edilemeyen verilere diğer veri kaynaklarından ulaşılmaya çalışılmış, yeterli veri sağlanamayan tankerlerin incelenmesi kapsam dışında bırakılmıştır. Böylece A ve B terminallerinde 2019 yılında elleçlenen 733 tanker her biri için elleçleme sürecinde yapılan faaliyetlerin süreleri hesaplanmıştır.

İnceleme yapılırken terminallerin zaman bazlı kirasında (*ing.time charter*) olan tankerler taşıdığı ürünlere göre beyaz ve siyah olarak sınıflandırılmıştır. Siyah ürünler; HVGO (heavy vacuum gasoil), RMG (residium marine gasoil), bitüm, VR (vacum resid), fuel oil ve kalorifer yakıtı, beyaz ürünler ise; nafta, izomerat, reformat, platformat, benzin, motorin, jet yakıtı ve denizcilik motorininden oluşturmaktadır.

Ek olarak yurt dışından A ve B terminallerine ham madde taşıyan tankerlerle, terminallerden ürün alan ve ara ürün getiren ithal/ihraç yük taşıyan tankerlerin seferleri ayrı ayrı kategorilenmiştir.

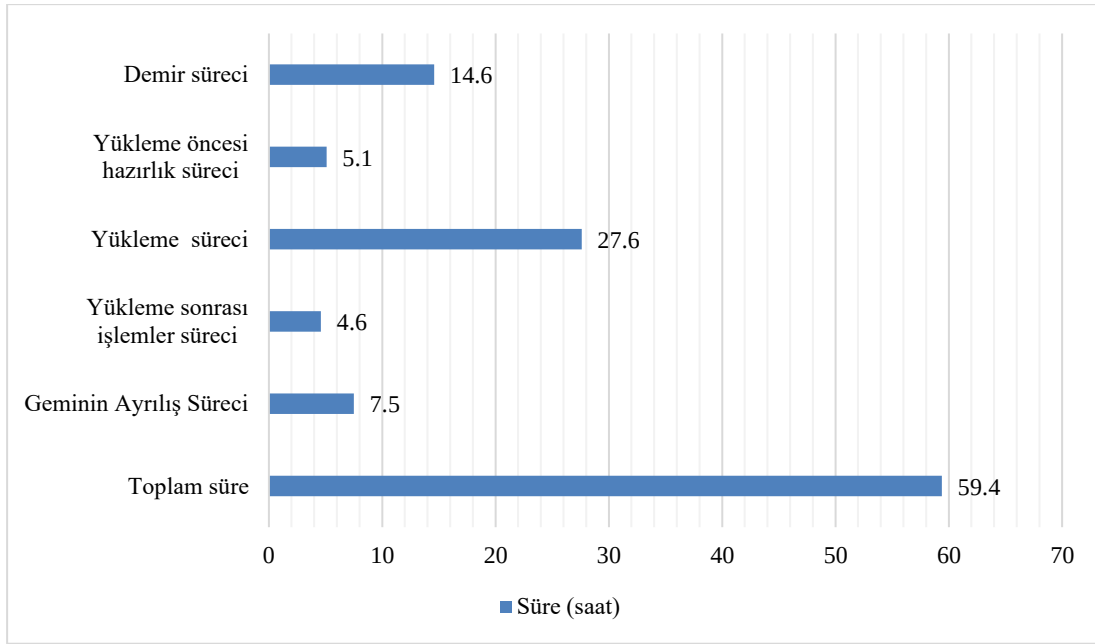
Veriler düzenlendikten sonra MiniTab istatistik programı aracılığıyla normalleştirilmiş ve ortalama hesaplamaları yapılmıştır. Buna göre hesaplanan

ortalama değerler üzerinden A ve B Terminallerinin elleçleme süreçleri hakkında kıyasalamalar yapılmıştır.

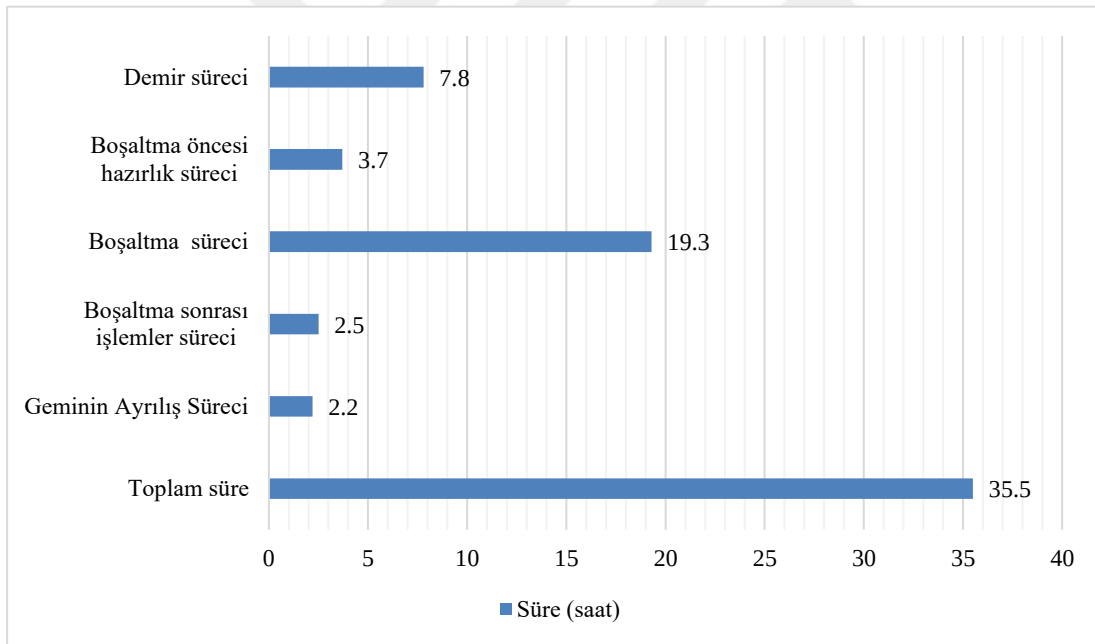


şekil 2.2: A Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)

Buna göre şekil 2.2’de A Terminalinde, şekil 2.3’de de B terminalindeki beyaz ürün yükleme süreleri verilmiştir. B Terminalindeki beyaz ürün toplam yükleme süreleri, A terminaline göre %27 daha uzun sürmektedir. B terminalindeki demir süreci ile tankerlerin ayrılma süreci içerisinde yer alan evrak teslim, ayrılma manevrasına hazırlık, pilotaj gibi operasyonların B terminalinde çok daha uzun sürdüğü gözlenirken A terminalinin yükleme süresinin B terminaline göre daha uzun sürdüğü gözlenmiştir.

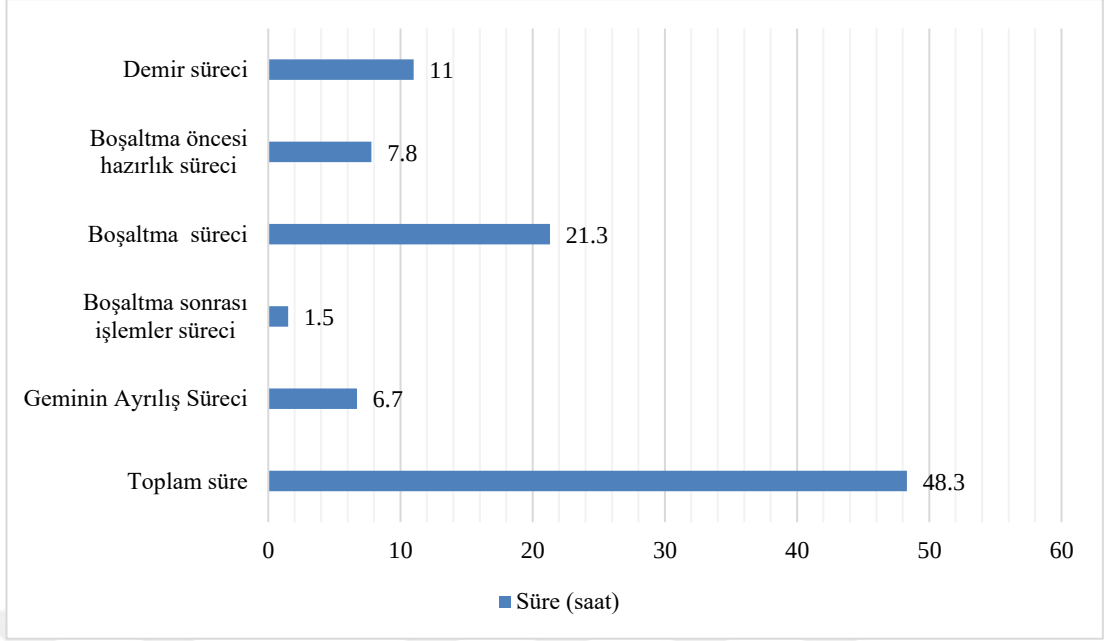


Şekil 2.3: B Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)

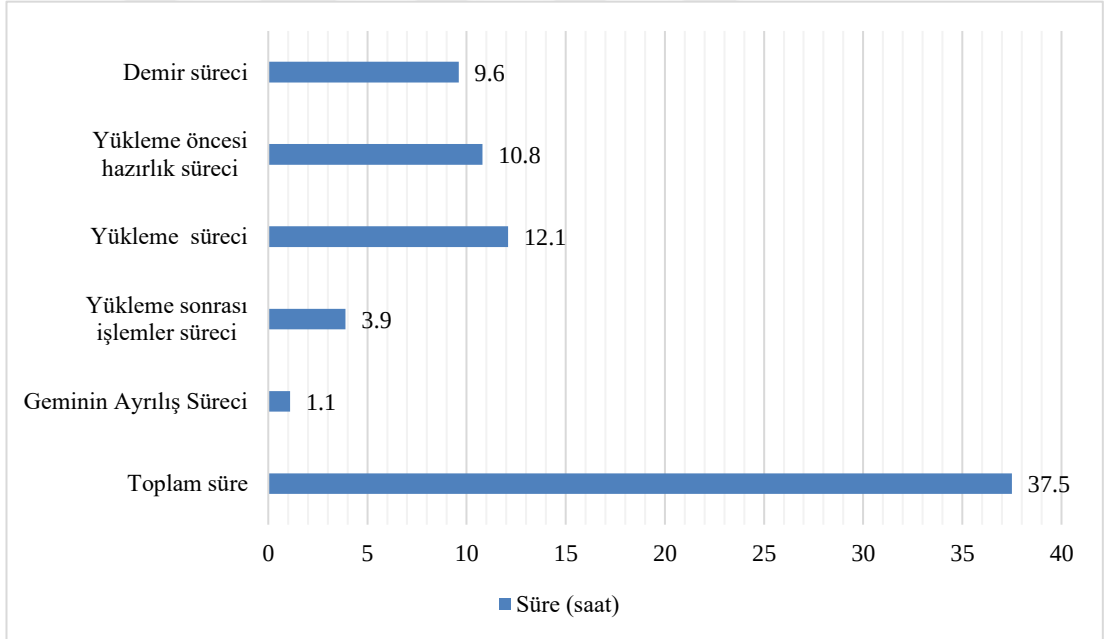


Şekil 2.4: A Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)

Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’te sırasıyla A ve B terminallerindeki beyaz ürün boşaltma süreleri belirtilmektedir. Yükün boşaltılmasında her iki terminalde de toplam sürenin yüklemeye göre daha az olduğu gözlenmiştir. Ancak yine B terminalinin performansının A terminaline göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Boşaltma sonrası işlemler süreci hariç olmak üzere diğer bütün süreçler B terminalinde daha fazla zaman almaktadır.

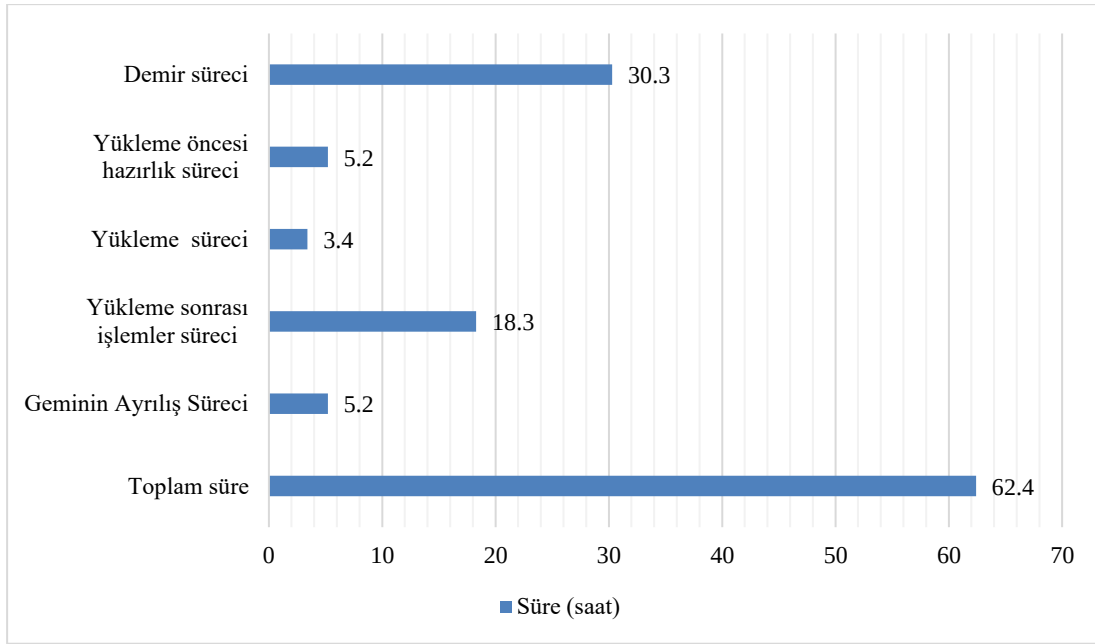


Şekil 2.5: B Terminali beyaz ürün tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)

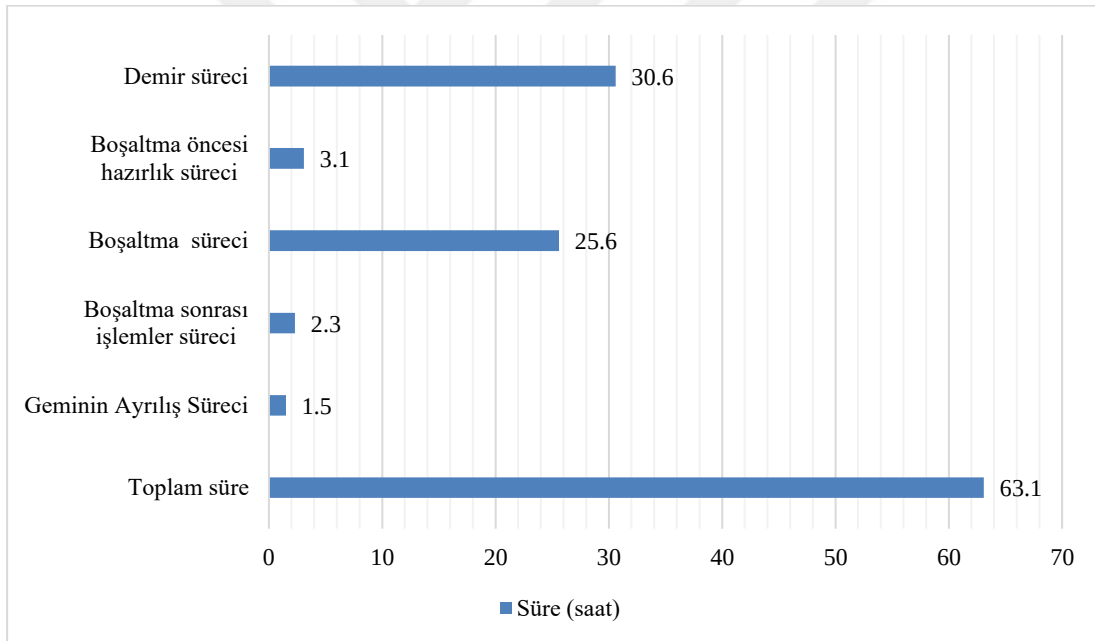


Şekil 2.6: A Terminali'nde siyah ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat)

Siyah ürün tankerlerinin A ve B terminalindeki yükleme performansına ait veriler sırasıyla Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Belirtilen sürelerden B terminalindeki operasyonların A terminaline göre daha uzun sürdüğü görülmektedir. B terminalindeki ortalama demirde bekleme süresinin A terminalinden 20.7 saat daha fazla olması bu durumun en büyük sebeplerindendir. Yükleme öncesi ve sonrası işlemlerin B terminalinde daha çabuk olduğu da bir başka dikkat çeken noktadır.

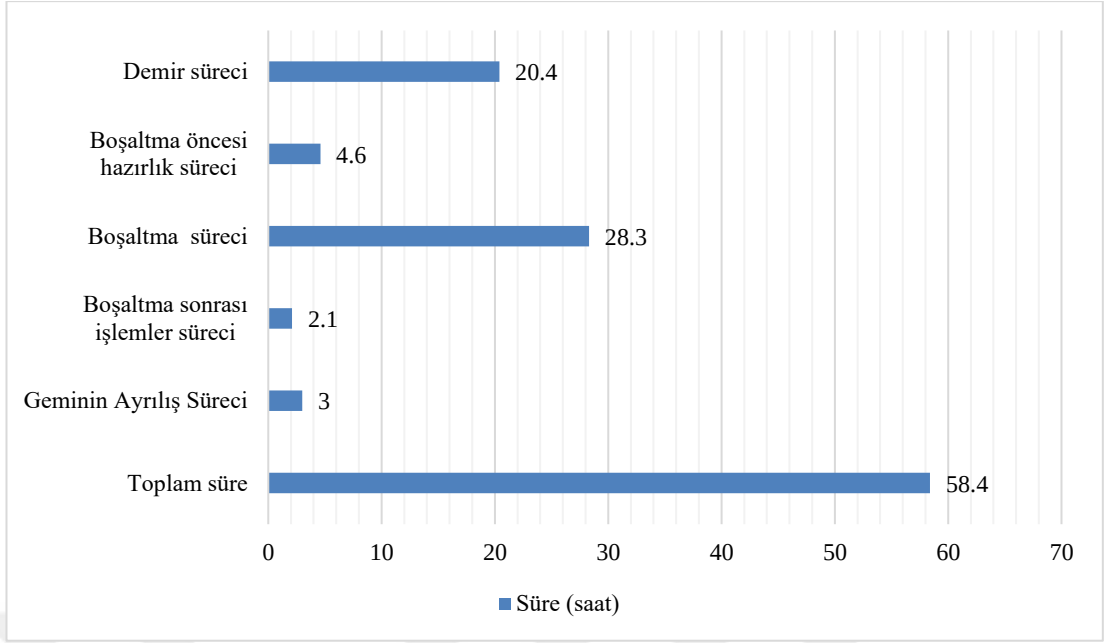


Şekil 2.7: B Terminali'nde siyah ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat).

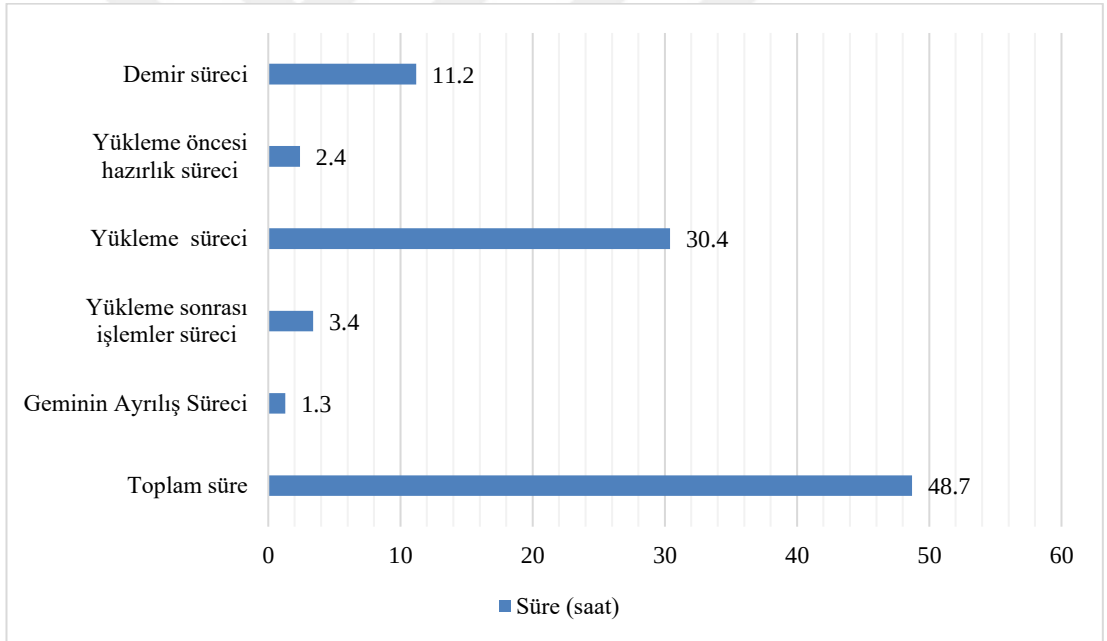


Şekil 2.8: A Terminali'nde ham madde tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)

A ve B terminallerinde elleçlenen 80 adet ham madde tankerinin zaman çizelgesine göre geçirdikleri süreler sırasıyla Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da belirtilmiştir. Ham madde tankerlerinin B terminalindeki ortalama elleçlenme süresi, A terminaline göre daha kısa sürmekte ancak demirde bekleme sürelerinin A terminalinde B terminaline göre 10 saat daha uzun olması dikkat çekicidir. Demir sürecinin dahil olmadığı durumda, ham madde tankerlerinin elleçlenmesi, A terminalinde daha hızlı olmaktadır.

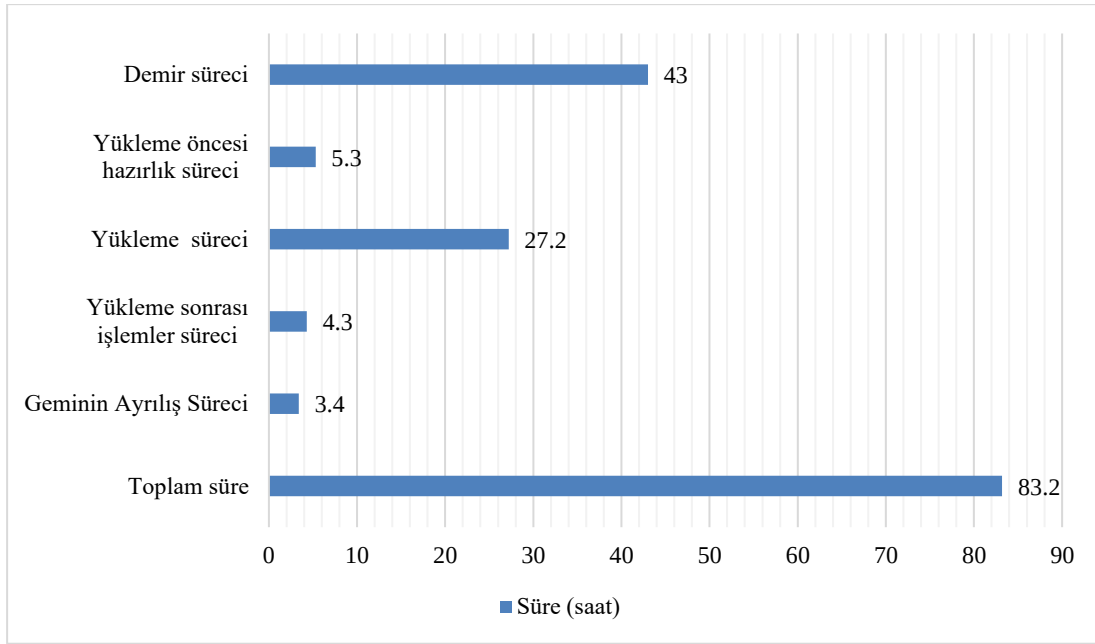


Şekil 2.9: B Terminali’nde ham madde tankerlerinin ortalama boşaltma süresi (saat)



Şekil 2.10: A Terminali ihraç ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat).

A ve B terminallerinden ihraç edilen bitüm, benzin ve vacum resid gibi yüklerin 143 tankere ait elleçlenme sürelerine ilişkin bilgiler Şekil 2.10 ve Şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11: B Terminali ihraç ürün tankerlerinin ortalama yükleme süresi (saat).

Şekil 2.11’de B terminalindeki ortalama demir süreci dikkat çekmektedir. Hatta bu süre, tankerlerin iskelelere yanaşmasından ayrılana kadar geçen süreden daha uzun durumdadır. Toplam süreye göre kıyaslanacak olursa en uzun süren elleçlenmenin B terminalinden yapılan ihraç ürünlere ait yükleme süreçlerine ait olduğu gözükmemektedir.

2.4. Elleçleme Sürecinde Yaşanan Beklemelerin Nedenleri

Elleçleme sürecine dair gemi türlerine göre tespit edilen ortalama bekleme sürelerinin ayrıntılı analizleri bu bölümde aktarılmıştır.

2.4.1 Demirde bekleme sürecinin analizi

A ve B terminallerinde elleçlenen tüm yük türleri incelendiğinde demirde bekleme sürelerinin toplam elleçleme sürecinin büyük bir çoğunluğunu oluşturduğu gözlenmektedir. Çizelge 2.3’de terminali işleten firmanın zaman bazlı kirasında olan firmanın A ve B terminalindeki beyaz ürün ve siyah ürün taşıyan tankerleriyle, ithal ihraç ürün tankerleri ve ham madde tankerlerinin toplam sefer sayısına göre demirleme sayıları verilmiştir. Buna göre en çok demirleme oranına sahip gemiler ham madde tankerleri olup, tahliye öncesi gümrük kontrolleri ve numune alım işleminin bazı limanlarda demirde yapılmasının bahse konu oranının oluşmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2.3: Demirleme yapan tanker sayıları (adet).

Tanker Türü	Toplam Sefer Sayısı	Demirleme sayısı	Oran (%)
Beyaz ürün	262	144	55.0
Siyah ürün	179	77	43.0
İthal ürün	212	64	30.2
İhraç ürün	80	53	66.3

Çalışma sırasında demirde bekleme nedenlerinin kayıtlarda yeterli düzeyde tutulmadığı görülmüştür. Bu konu verilerin analizinde güçlük yarattığından bekleme nedenlerini belirlemek için terminal çalışanlarının görüşlerine başvurulmuştur. A ve B terminallerinde beyaz gemilerin demirde bekleme nedenleri hem terminalin deniz dolum bölümünün kayıtlarından, hem de dijital kayıtlardan araştırılmış ve Çizelge 2.4'te sunulmuştur. A Terminaline yapılan beyaz ürün taşımalarının 101'inde demirde bekleme gerçekleşmiştir. Bu bekleme nedenlerinin en büyük oranı ise (%73) terminalin ihtiyaç duyduğu yük ve elleçleme dengesi gözetilmesi nedeniyle oluşan öncelikler sonucu, planlama biriminin verdiği talimatlardır. Ancak bu talimatların neden olduğu kayıtlarda bulunmamaktadır.

Çizelge 2.4: Beyaz ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve süreleri.

A Terminali		B Terminali	
Demirde Bekleme Sebebi	Süre (Saat)	Demirde Bekleme Sebebi	Süre (Saat)
Planlama talimatı beklenmesi	1,041	Gece manevra olmaması	125
İskele sırası	341	Hava muhalefeti	503
Başka gemi manevrası	4	İskele sırası	259
Hava muhalefeti	34		
TOPLAM	1,420	TOPLAM	886

B terminalinde ise beyaz ürün taşıyan tanker seferinin 43'ünde demirde bekleme gerçekleşmiş ve yaşanan toplam 886 saatlik beklemenin en büyük oranını (%57) hava muhalefeti oluşturmuştur. Diğer bir bekleme nedeni olan gece manevrası olmaması ise özellikle sahile yakın kısımda bulunan iç iskelelerde gece şartlarında emniyet riski nedeniyle terminalin manevra yapılmasını istememesidir. Bu nedenle elleçlemesi biten tankerler iskeleden ayrılamamakta yada gece saatlerinde terminale yanaşmak isteyen bir tankere izin verilmediğinden demire yönlendirilmektedir.

Demirde beklemlerin oluşturduğu maliyetin, terminali işleten firmanın zaman bazlı kirasında bulunan tankerlerin saatlik kirasına göre hesaplaması yapıldığında, A terminali için 18.16 milyon Türk Lirası (TL), B terminali için ise 26.18 milyon TL'lik bir değer ortaya çıkmaktadır. Tankerlerin demirde bekletilmesi yerine bu zamanları iskelelerde yük elleçleyecek şekilde geçirmesi ya da toplamda arttırılacak zamanla fazla birkaç fazla sefer yapması ile hem zaman bazlı kiradaki tankerlerin kullanım verimliliği hem de terminalin elleçleme verimliliği artacaktır.

Çizelge 2.5: Siyah ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve süreleri.

A Terminali		B Terminali	
Demirde Bekleme Sebebi	Süre (Saat)	Demirde Bekleme Sebebi	Süre (Saat)
Planlama talimatı beklenmesi	212	İskele sırası	2214
İskele sırası	28	Hava muhalefeti	75
Başka gemi manevrası	2		
TOPLAM	242	TOPLAM	2289

Siyah ürün taşıyan gemilerde ise demirde bekleme nedenleri Çizelge 2.5'te sunulmuştur. A Terminaline yapılan siyah ürün tankeri seferinin 23'ünde demirde bekleme gerçekleşmiş ve toplam 242 saatlik bekleme yaşanmıştır. Gerçekleşen demirde beklemlerin en büyük nedeni ise (%88), beyaz ürün taşıyan tankerlerdeki gibi planlama talimatı beklenmesi oluşturmaktadır.

B Terminaline gerçekleşen siyah ürün tankeri seferlerinin ise 54'ünde demirde bekleme gerçekleşmiş ve toplam 2289 saatlik bekleme yaşanmıştır. Ulaşılabilen verilerden elde edilebildiği kadarıyla gerçekleşen demirde beklemlerin en büyük nedeni ise iskele sırası beklenmesi olmuştur. Verilere yansımaya da siyah ürün gemilerinin üretim stok dengesi çerçevesinde zaman zaman demirde bekletilerek yüzer stok olarak kullanıldığı da planlama ve lojistik departmanı yetkililerinden öğrenilmiştir.

İthal ihraç ürün taşıyan tankerlerin demirde bekleme nedenlerine ilişkin kayıtlar incelendiğinde ise beyaz ve siyah ürün tankerlerine göre daha çeşitli ve net verilere ulaşılmıştır. Bunun nedeni olarak ilgili departman yetkilileri ile yapılan görüşmelerde, ithal ihraç ürün taşıyan tankerlerin beklemleri nedeniyle sürastarya maliyetleri oluşması ve bu maliyetlerin yüksek oluşu gösterilmiştir. Ayrıca sürastarya

maliyetlerinin sefer sonrası direkt maliyet olarak yansımalarının da bu konuya önem verilmesine neden olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2.6: İthal/ihraç ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve oranları.

A Terminali		B Terminali	
Demirde Bekleme Sebebi	Saate göre oran (%)	Demirde Bekleme Sebebi	Saate göre oran (%)
Stok fazlalığı	19	Kalite problemi	0.6
Kalite problemi	23	Hava muhalefeti	1.4
Gece numune alınamaması	9	İskele sırası	51
Gümrük işlemleri ve analiz	5	Ürünün hazır olmaması	45
İskele sırası beklenmesi	10	Diğer	2
Ürünün hazır olmaması	22		
Diğer	12		
TOPLAM	100	TOPLAM	100

Çalışma kapsamında yapılan görüşmelerde beyaz ve siyah ürün tankerlerinin yıllık kirada olması nedeniyle (zaten sabit bir kira ücreti ödendiğinden) demirde beklemesinin maliyet olarak algılanmaması gibi bir görüş oluşturduğu gözlenmiştir. Beyaz/siyah ürün tankerlerinin demirde bekleme maliyetleri üzerinden yapılan çalışmanın terminal yöneticilerine sunulmasıyla, beklemlerin önlenerek bu tankerlerin daha fazla seferde kullanılması ya da sefer bazlı başka bir firmaya kiraya verilerek kazanç sağlanması konusunda farkındalık oluşturulmuştur.

İthal/ihraç ürün gemilerinin demirde bekleme nedenleri ve bu beklemlerin oranları Çizelge 2.6’da sunulmuştur. İthal/ihraç ürün tankerlerinin A Terminaline yaptığı seferlerde 25 kez demirde bekleme yaşanmış olup, bu gecikmelerin toplam sürastarya maliyeti 800.000\$’dan fazla olmuştur.

En fazla gecikmeye sebep olan durum ürün kalitesinin istenen özelliklerde olmaması yani kalite problemi olarak ortaya çıkmıştır. Kalite problemi çok sık yaşanan bir durum olmasa da meydana geldiği zamanlarda sorunun çözümü uzun zaman aldığından sürastarya maliyeti fazla oluşmaktadır. Ürünün hazır olmaması durumu ise yükleme yapılacak olan gemilere sağlanacak olan ürünün aktarılacağı boru devresinde, hat süpürmesi yapılacak olması, pompa hazırlığı, ürün sıcaklığı gibi sebeplerle, ürünün hazırlanamamasını ifade etmektedir.

B Terminaline yapılan ithal/ihraç ürün tankeri seferinde 39 kez demirde bekleme meydana gelmiştir. Bu beklemler nedeniyle oluşan sürastarya maliyeti ise 1.5 milyon \$’dan fazladır. B Terminalinde ithal/ihraç ürün tankerlerinin beklemesinde ise iki neden öne çıkmakta olup, bunlar iskele sırası beklenmesi ve ürün hazırlığının beklenmesidir.

Terminallere yapılan ham madde seferlerinde oluşan demir süreciyle ilgili bilgiler Çizelge 2.7’de verilmiştir. A terminaline yapılan ham madde seferlerinin 21 inde, demirde bekleme gerçekleşmiş olup, bu bekleminin toplam maliyeti 900.000\$’dan fazladır. En fazla bekleme ise tanklardaki stok konfigürasyonu nedeniyle gerçekleşmiştir. Stok konfigürasyonu ise tankların ürün türü, miktarı, terminal ihtiyacı, müşteri ihtiyacı ve yasal zorunluluklar gibi bir çok kısıta sahip bir optimizasyon problemini oluşturmaktadır. A ve B Terminallerinde tanklardan maksimum faydayı sağlayacak şekilde tank optimizasyonu projesine başlanılmış ve ilgili birimlerden bu konuyla ilgili çözüm bulunması adına bir ekip oluşturulmuştur.

B terminaline yapılan ham madde tankeri seferlerinin ise 32’sinde demirde bekleme olmuştur. Bu beklemlerin toplam maliyeti 1.5 milyon \$ civarında olup, en çok demirde bekleme nedeni iskele sırası nedeniyle yaşanmıştır.

Çizelge 2.7: Ham madde ürün tankerleri demirde bekleme nedenleri ve oranları.

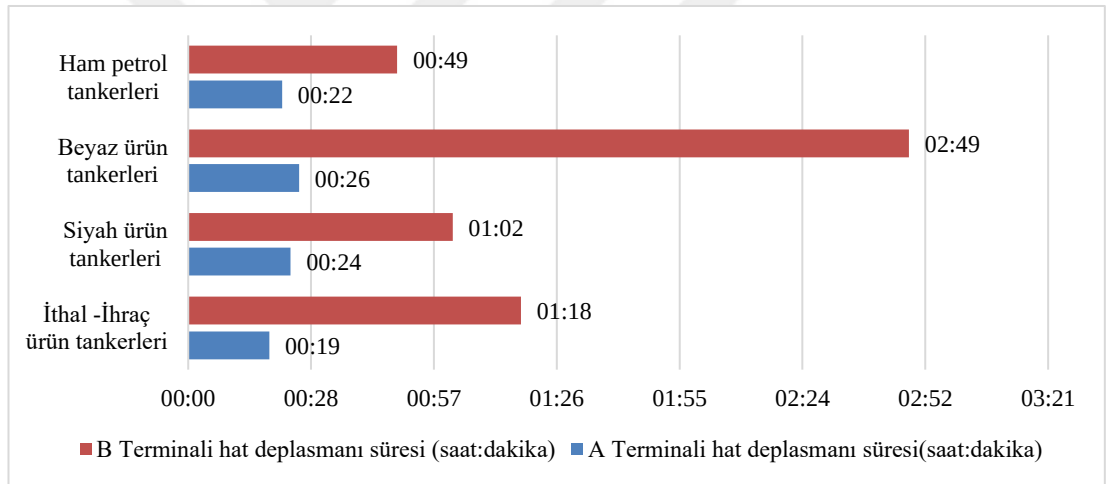
A Terminali		B Terminali	
Demirde Bekleme Sebebi	Saate göre Oran (%)	Demirde Bekleme Sebebi	Saate göre Oran (%)
Hat kaçağı (arıza)	26	Hat kaçağı (arıza)	11
Stok konfigürasyonu	37	Stok konfigürasyonu	22
Arızı bakım faaliyetleri	31	Arızı bakım faaliyetleri	12
İskele sırası beklenmesi	6	İskele sırası beklenmesi	41
		İskele bakımı	4
		Hava muhalefeti	10
TOPLAM	100	TOPLAM	100

2.4.2 Fire beklemeleri ve hat deplasman uygulaması

Tankerlerin terminallerde elleçlenme sürelerini arttıran diğer bir faktör ise elleçleme sırasında terminalin tank ölçüm verileri ile tankerlerin tank ölçüm verileri arasında farklılık olması yani fire oluşması durumudur. Terminalin fire oluşması durumunda

izlenecek hareket tarzlarına ilişkin bir prosedürü bulunmakla birlikte, temel olarak fire miktarının %0,3'ten ve %0,5'ten büyük olmasına göre bahse konu prosedürde farklı hareket tarzları ve onay süreci belirlenmiştir. 2019 yılında A ve B terminallerinde, terminallerin zaman bazlı kirasında bulunan tankerle ilişkin 443 seferin 18'inde fire oluşmuş ve bu nedenle toplamda 211 saatlik bekleme yaşanmıştır.

A ve B terminallerinde yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında oluşabilecek fireyi engellemeye yönelik bariyerlerden biri yükleme/boşaltma yapılacak boru hattında boşluk olup olmadığının tespiti için yapılan "hat deplasmanı" uygulamasıdır. Hat deplasmanı uygulamasındaki ölçüm işlemleri hem tanker tanklarının ölçülmesi hem de terminal tanklarının ölçülmesi süreçlerini barındırdığından, özellikle terminal tarafında deniz dolum bölümü ile tank sahası birimleri ve enspektörün işbirliği içerisinde çalışması gerekmektedir. Hat deplasman uygulaması sırasında geçen süreler Şekil 2.12: A ve B terminallerinde hat deplasmanı için geçen süreler'de belirtilmiştir.

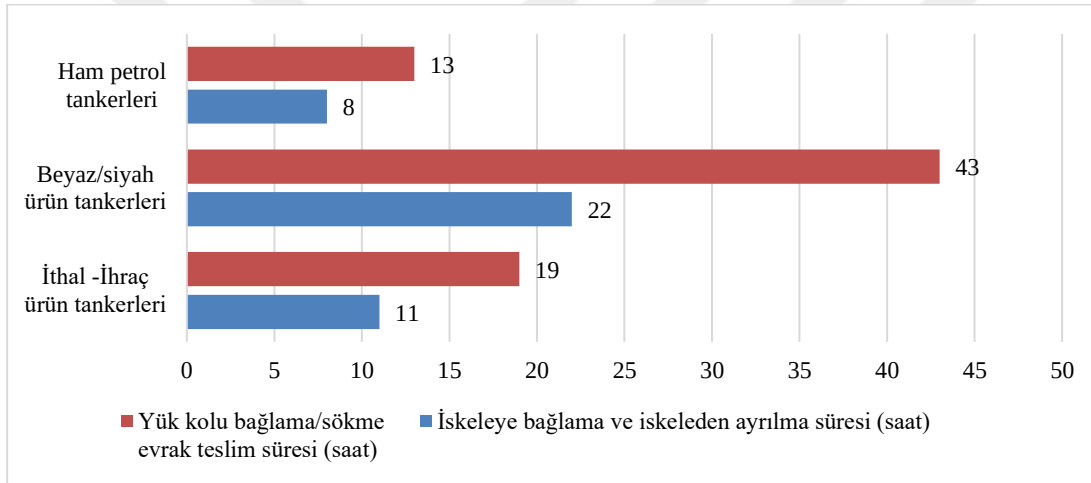


Şekil 2.12: A ve B terminallerinde hat deplasmanı için geçen süreler.

A ve B terminalleri arasında yapılan hat deplasmanı uygulaması karşılaştırmasına göre B terminalinde uygulamanın çok daha uzun sürdüğünü görülmektedir. Bu uygulamanın hangi durumlarda, hangi yöntemle yapılacağı ve hangi tür yükleme yada boşaltma işlemlerinde uygulanacağına yönelik terminaller tarafından bir prosedür bulunmamakla birlikte işin yerinde talimatlar ve enspektörün isteğine göre yapıldığı öğrenilmiştir. Harcanan sürelerdeki farklılıkların hat deplasmanı ölçüm işlemi için terminallerin farklı yöntemler kullanmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Hat deplasmanı işlemiyle ilgili süreç iyileştirmesi müteakip bölümlerde aktarılmıştır.

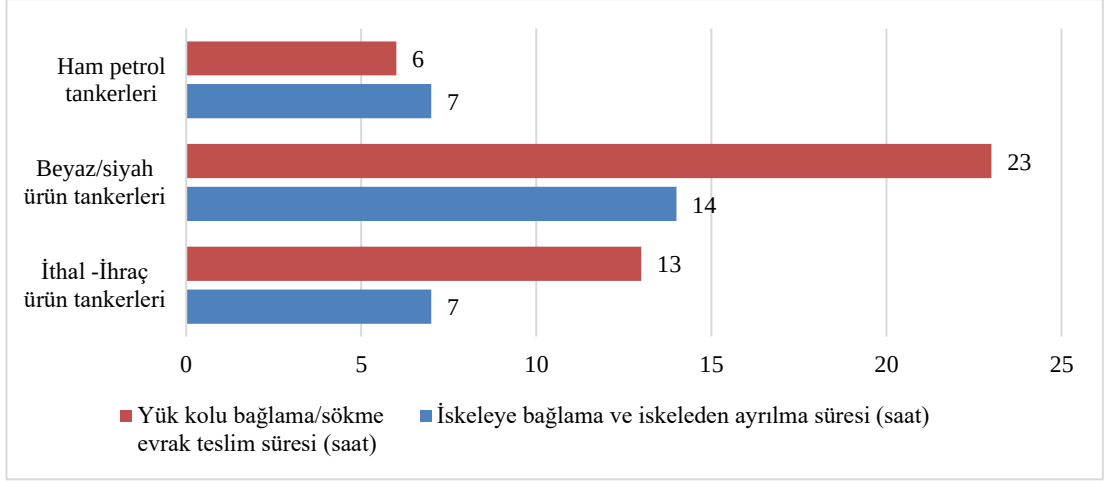
2.4.3 Vardiya değişimi sürecinde yaşanan bekllemeler

Terminallerdeki elleçleme verimliliğini etkileyen hususlardan birisinin de terminallerdeki iskelelerde çalışan personelin vardiya değişim saatlerinde, operasyonların durdurulması ya da yavaşlatılması olduğu yönünde hem tanker kaptanlarından hem de terminaldeki ofis çalışanlardan görüş alınmıştır. Bu görüşün COVID 19 tedbirleri kapsamında sahada gözlenememesi nedeniyle, istatistiki veriler üzerinden analiz yapılmaya çalışılmıştır. Bunun için analiz edilen zaman çizelgelerinden iskele çalışanlarının fiziki gayretlerinin olduğu tankerlerin iskeleye bağlanma, ayrılma süreçleri ile yük transfer kolu bağlanma, sklme ve evrak teslimi süreçlerinin vardiya değişim saatleri olan 16:00 ve 00:00 saatlerine denk gelenlerine bakılmıştır.



şekil 2.13: A terminalinde vardiya değişimi nedeniyle oluşan toplam süre kaybı.

şekil 2.13 ve şekil 2.14'te 2019 yılında yapılan tüm ellelemelerde A ve B terminallerinde çalışan operatörlerin vardiya değişimi sırasında yaşanan süre kayıpları sunulmuştur.



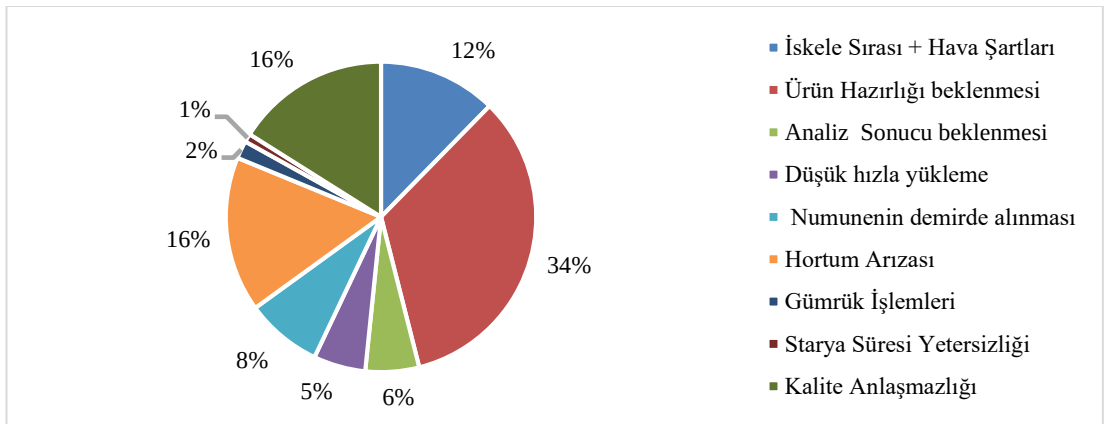
Şekil 2.14: B terminalinde vardiya değişimi nedeniyle yaşanan toplam süre kaybı.

A terminalinde toplam 116 saat, B terminalinde ise toplam 69 saat süre kaybı yaşandığı gözlenmiştir. Bu kaybın engellenebilmesi için vardiya değişiminin görev yerinde yapılması önerisi terminallerin üst düzey yöneticileri ve insan kaynakları departmanlarına iletilmiştir.

2.4.4 Sürastarya maliyetleri

Tankerlerin terminallerde yaşadığı gecikmelerin maddi açıdan yansımalarından biri de sürastarya ödemeleridir. Sürastarya A ve B terminallerinde özellikle ithal olarak alınan veya ihraç olarak satılan rafineri ürünleri ile ham madde taşıyan tankerlerin satış sözleşmesinde belirtilen starya süresinin aşılması nedeniyle ödenmektedir.

Terminalin dış ticaret departmanı tarafından tutulan kayıtlara göre, sürastarya bedelleri ile sürastarya oluşum nedenleri A terminali için Şekil 2.15’de sunulmuştur.

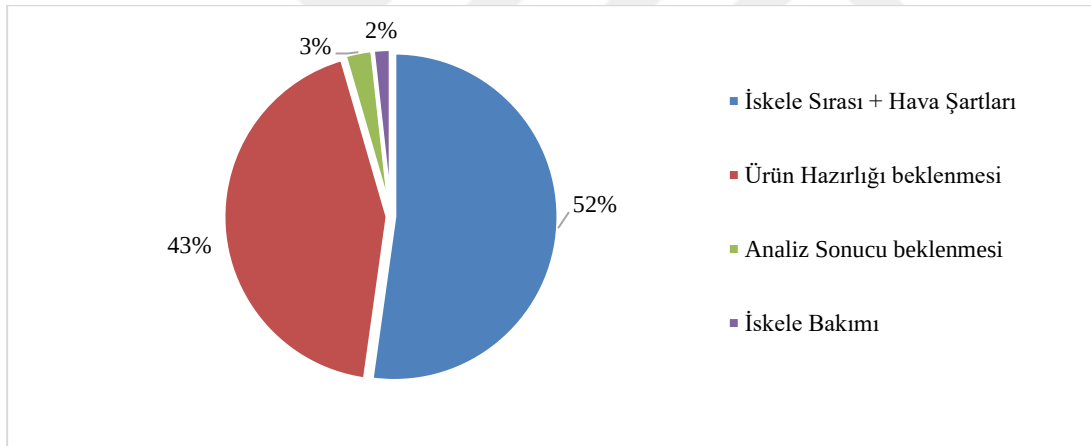


Şekil 2.15: A terminalinde oluşan ithal/ihraç ürün gemisi sürastarya nedenleri.

Buna göre A terminalinde 42 sefer sürastarya oluşmuş olup, bu nedenle A terminali tarafından 800,000\$’dan fazla bir sürastarya bedeli ödenmiştir. Sürastaryanın oluşma nedenleri arasında en büyük payın ise ürün hazırlığının beklenmesi olduğu görülmüştür.

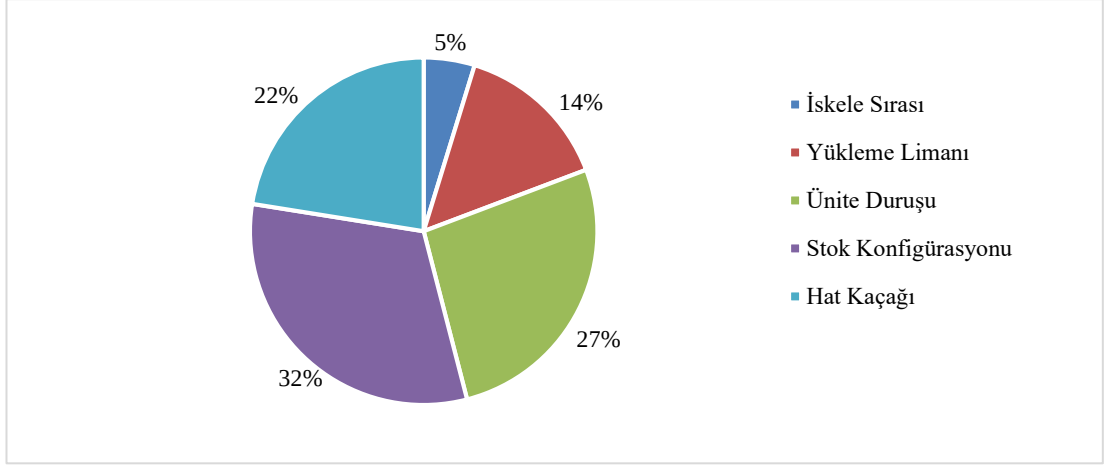
B terminalinin 2019 yılı sürastarya maliyetlerinin oluşma nedenlerine göre sınıflandırılmış şekli Şekil 2.16’da sunulmuştur. Buna göre 2019 yılında B terminalinde 49 kez sürastarya oluşmuş ve oluşan sürastarya nedeniyle B terminali tarafından 1.5 milyon \$’dan fazla ödeme yapılmıştır.

B terminalindeki kayıtlar, A terminalindeki kadar çeşitlilik göstermemekle birlikte, en çok maliyet oluşturan kalemlerin A terminalinin kayıtlarıyla benzer şekilde ürün hazırlığı beklenmesi ile iskele sırası ve hava şartları nedeniyle yaşanan beklemeden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Numunelerin analiz sonuçlarının beklenmesi ile iskele bakımı nedeniyle iskelelerin elleçlemeye kapalı olması ise diğer bekleme nedenlerini oluşturmaktadır.



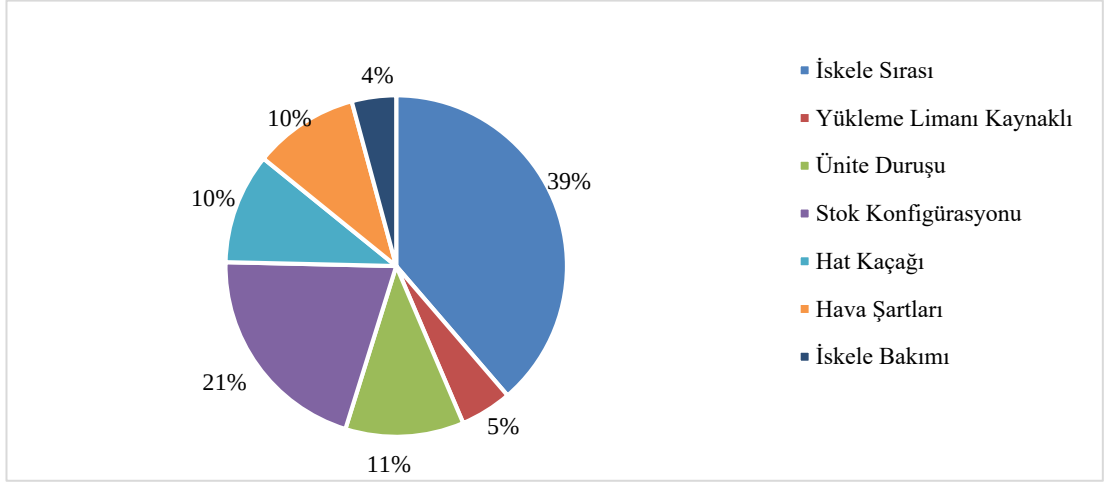
Şekil 2.16: B terminalinde oluşan ithal/ihraç ürün gemisi sürastarya nedenleri.

A Terminali ham madde tankerlerinde oluşan sürastarya maliyetleri ve nedenlerine ilişkin bilgiler ise Şekil 2.17’de belirtilmiştir. Buna göre en fazla maliyet oluşturan kalemler stok konfigürasyonu ve arıza ünite duruşu olarak belirlenmiştir. A terminalinde ham madde tankerlerinde oluşan toplam sürastarya maliyeti 1 milyon \$’ın üstündedir.



Şekil 2.17 A Terminalinde oluşan ham madde tankeri sürastaya nedenleri.

B Terminali ham madde tankerlerinde oluşan sürastarya maliyetleri ve nedenlerine ilişkin bilgiler ise Şekil 2.18’de belirtilmiştir. B terminalinde elleçlenen ham madde tankerlerinde 32 kez sürastarya oluşmuş ve 1.5 milyon \$’dan fazla bir maliyet oluşmuştur. Buna göre en çok sürastarya oluşturan neden ise, iskele sırasının beklenmesi ve stok konfigürasyonu olarak gözükmemektedir.



Şekil 2.18: B Terminalinde oluşan ham madde tankeri sürastaya nedenleri.

2.4.5 Enspektör işlem ve numune alım süreçleri ile bekleme nedenleri

Enspektörler bağımsız gözetim firması çalışanları olarak hizmet vermekte olup, gemi yükleme ve boşaltmalarında müşteri ile terminal arasında tarafsız olarak çeşitli görevleri bulunmaktadır. Enspektörlerden her iki terminalde de alınan hizmetler; boş tank sertifikası hazırlanması, başlangıç ve bitiş numuneleri alınması ve analize sevk edilmesi ile kargo hesaplaması yapılması olarak sıralanabilir. Tüm bu işler belli süreler almakla birlikte çeşitli nedenlerle gecikmeler ve bekleme sebepleri olabilmektedir. A

ve B terminallerinde işlem gören tankerlerin yükleme öncesi enspektörlerce yapılan işlemler ve yükleme sonrası yapılan işlemlerine ilişkin ortalama süreleri tanker türüne göre Çizelge 2.8’de sunulmuştur.

Çizelge 2.8: A ve B Terminalleri enspektör işlem süreleri (saat: dakika)

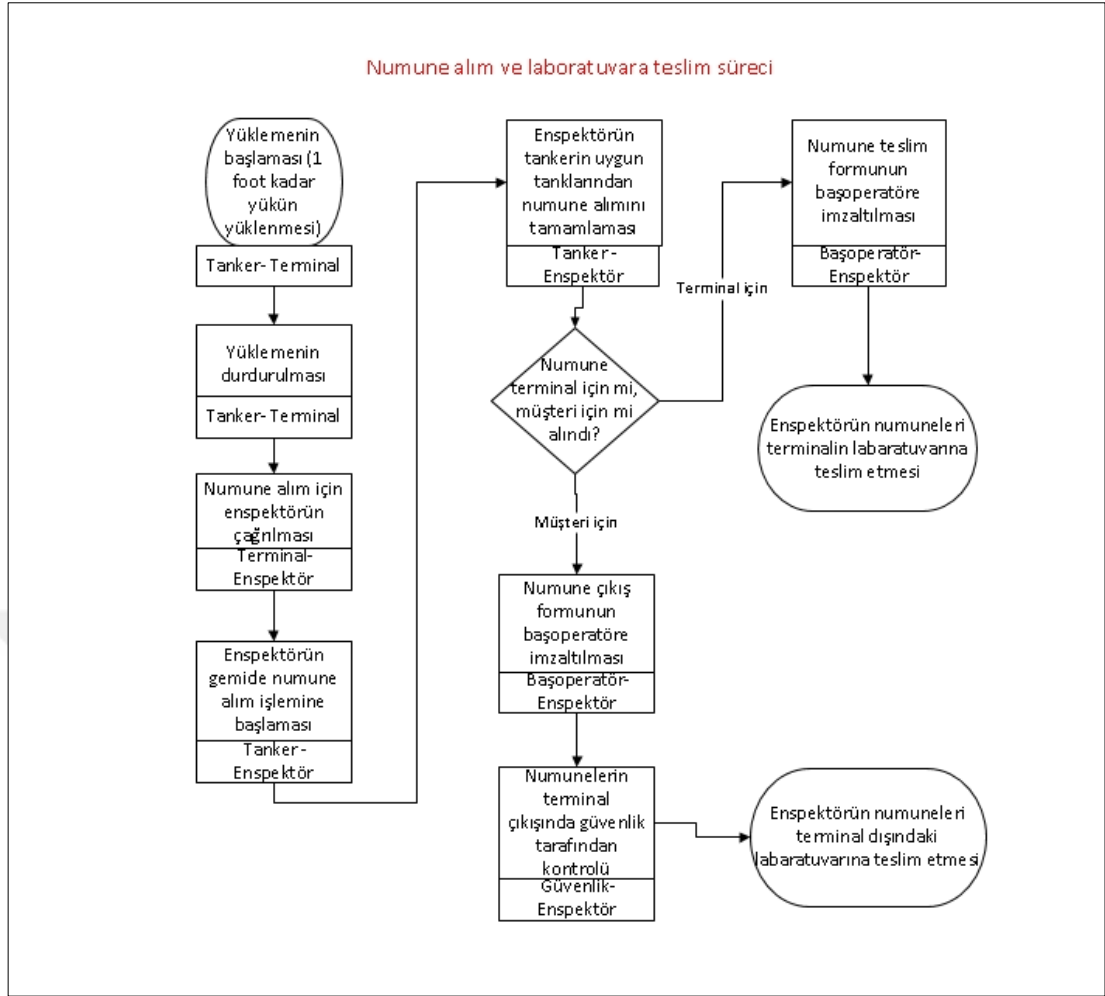
A Terminali			B Terminali		
Tanker Türü	Yük/Boş.	Yük/Boş.	Tanker Türü	Yük/Boş.	Yük/Boş.
Beyaz ürün tankeri	2:24	3:12	Beyaz ürün tankeri	4:02	1:37
Siyah ürün tankeri	2:23	0:42	Siyah ürün tankeri	3:19	1:25
İthal ürün tankeri	1:44	0:56	İthal ürün tankeri	1:42	0:41
İhraç ürün tankeri	1:53	0:59	İhraç ürün tankeri	2:17	3:18
Ham madde tankeri	2:02	1:06	Ham madde tankeri	2:50	1:03

A terminalinde genel olarak enspektör işlem sürelerinin düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte yükleme/boşaltma operasyonu sonrasında fire olduğu durumda kargo hesaplaması ve işlemin sonuçlandırılması uzun sürdüğünden süreç uzayabilmektedir. Ayrıca kargo parsel sayısının fazla olması yani bir gemiye birkaç çeşit ürün yüklenmesi, her ürün türünde ayrı işlem yapılmasını gerektirdiğinden enspektör işlem sürelerinde farklılık yaratabilmektedir.

Enspektör işlem sürelerinde yaşanan bekleme ve kayıplara ilişkin terminallerin kayıtlarında herhangi bir veriye rastlanılmamış olup, konuya ilişkin terminalin deniz dolum ünitesi çalışanlarından alınan gecikme nedenleri aşağıda sıralanmıştır. Bunlar;

1. Enspektörün terminaldeki başka bir iskelede işlemde olması
2. İskeledeki gemilerin başlama veya bitiş saatlerinin enspektör tarafından uygun şekilde takip edilmemesi, gemiye zamanında gelinmemesi
3. Enspektörün tank sahasında numune ya da ölçü alma operasyonunda olması
4. Numune, ölçü gibi konularda mutabakat sağlanamadığında enspektörün yetkilisinden bilgi ve onay beklenmesi
5. Terminal personeli yetersizliği
6. Enspektörlerin vardiya değişiminde yaşanan kayıplardır.

Yukarıda belirtilenlerin dışında enspektörlerin yaptığı işlerden olan numune alım ve analiz işlemleri için gereken işlem sürelerine ait verilerin olmaması nedeniyle sürecin daha ayrıntılı incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu maksatla öncelikle numune alım işlemlerinin kapsamı incelenmiştir.



Şekil 2.19: Numune alım ve laboratuvara teslim süreci akış şeması.

Terminaldeki numune alım işlemlerini 4 grup altında toplayabiliriz. Bunlar;

1. Tankerlerden alınan ilk ayak (first foot) numuneleri
 - a. Terminalin laboratuvarında analiz edilenler
 - b. Gözetmen (enspektör) firma laboratuvarında analiz edilenler
2. Tankerlerden alınan yükleme sonu şahit numuneleri
3. Terminal tanklarından alınan numuneler
4. Hat bitiminden alınan numuneler olarak sıralanabilir.

Tüm numune alım işlemleri terminalin yada müşterilerin anlaşmalı olduğu enspektör firma tarafından yapılmaktadır. Alınan numunenin türüne göre işlemler değişebilmekte olup, çalışma kapsamında alınan geri bildirimler neticesinde tankerlerden alınan ilk ayak numuneleri sürecine odaklanılmıştır.

İlk ayak numune alım sürecinin akış şemasının öğrenilebilmesi için öncelikle terminallerin dolum ünitesinde görevli çalışan mühendis ve baş operatörlerle online toplantılar düzenlenmiştir. Toplantılar neticesinde oluşan numune alım ve analiz işlemleri Şekil 2.19’da gösterilmiştir.

Buna göre terminalin zaman bazlı kirasındaki tankerlerden alınan numuneler terminal içindeki akredite analiz laboratuvarına enspektörler tarafından teslim edilirken, terminalin yük sattığı müşteriler için alınan numuneler, A terminalinde terminale yaklaşık 46 km uzaklıktaki bağımsız gözetim firmasının laboratuvarına götürülmektedir. Süreci daha detaylı inceleyebilmek için A terminalinin deniz dolum ünitesi çalışanlarıyla yapılan çevrimiçi toplantıda, numunelerin alınması sonrası bağımsız gözetim firması çalışanı olan enspektörlerin araç yetersizliği nedeniyle terminalden geç çıkış yaptığı ve bu sürede gereksiz beklemlerin yaşandığı bilgisi alınmıştır. İlk ayak numunelerinin analizi sonucunda yükün istenen kalitede olup olmadığı belli olduğu için, sonuç çıkana kadar yükleme işlemi durmaktadır. Dolayısıyla numunelerin alınışından analiz sonuçlarının belli olması arasındaki süreçte yaşanan her bekleme, iskelenin meşguliyetini doğrudan etkilemektedir.

A terminalinin deniz dolum ünitesi çalışanlarıyla yapılan toplantı sonrası, bağımsız gözetim firması yetkilileriyle de bir toplantı organize edilmiştir. Toplantıda numune alım ve analiz için laboratuvara sevk işlemleri boyunca süre tutulması talep edilmiştir. 40 gün boyunca hem enspektörlere hem de A terminali deniz dolum ünitesi çalışanlarına Çizelge 2.9’de verilen kısımda zaman ölçümü yaptırılmış ve tutulan kayıtlar incelenmiştir.

Süre kaydı yapılan zaman dilimi içerisinde terminale yanaşan 5 tankere ait veriler incelendiğinde enspektörlerin numune alım için tankere çağrılma saati ile numune alım işleminin başlaması arasında geçen sürenin ortalaması 25 dakika olarak bulunmuştur. İskelelerin birbirine göre mesafesi, numune alım işlemi için hazırlık ve tankere çıkma işlemleri göz önünde bulundurulduğunda, bu sürenin işlemin içeriğine göre makul sayılabileceği değerlendirilmiştir.

Tanker tanklarından alınan numunelerin işlem sürecinin ortalaması ise 45 dakika, numune adedi başına geçen süre ise 6 dakikadır. Bu sürenin de enspektörlerin yaptığı fiziki işlemin içeriğine göre uygun olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2.9: Numune alım ve laboratuvar sevk süreci zaman çizelgesi.

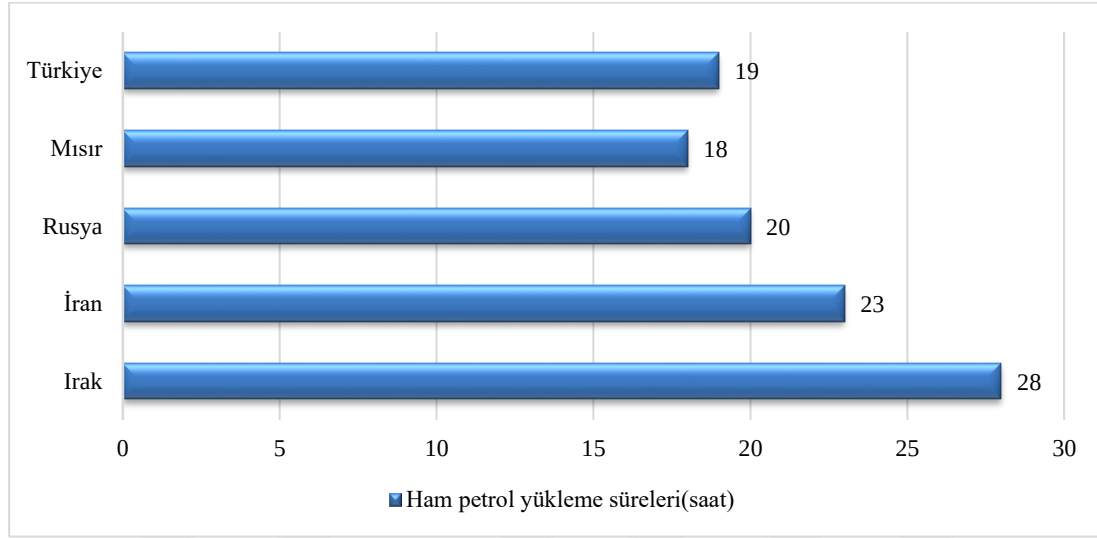
OLAY	ZAMAN				
Yüklemenin durduğu saat	13:10	18:55	00:40	09:10	02:50
Numune alınan tank sayısı	11	2	8	12	11
Numune alım için enspektör çağırılma	13:00	18:45	00:30	09:00	02:40
Numune alıma başlama saati	13:50	18:55	01:00	09:20	02:55
Numune alımı bitiş saati	14:30	19:15	02:00	10:25	13:00
Numunenin terminalden çıkış saati	16:28	19:40	02:25	13:00	04:32
Numunenin terminalden çıktığı saat	15:20	19:40	02:30	11:00	04:00
Numunenin laboratuvara varış saati	17:30	-	-	-	-
Analiz sonuçlarının çıktığı saat	18:30	21:30	03:36	-	07:18
Yüklemenin tekrar başladığı saat	18:35	22:00	06:10	-	08:20

Numunelerin terminalden çıktığı saatler incelendiğinde, terminalin güvenlik departmanınca kaydedilen saatlerle, enspektör tarafından tutulan kayıtlar arasında farklılık görülmüştür. Güvenlik kayıtlarında, numunelerin alımı sonrası terminalden çıkış süresi ortalaması 1 saat 16 dakika, enspektör kayıtlarında 33 dakika olarak görülmektedir. Bu süre farklılıklarıyla ilgili enspektör firmadan yeterli bir cevap alınamamış ve süreçle ilgili bir anahtar performans göstergesi (KPI) tanımlamasının fayda sağlayacağı değerlendirilmiştir. Numunelerin laboratuvara ulaştığı saatlerle ilgili veri, eksik tutulduğundan laboratuvardaki analiz sürecinin ne kadar sürdüğüne dair hesaplama yapılamamıştır. Ancak yüklemeye tekrar başlama süreleri baz alınarak yapılan hesaba göre, A terminalinde enspektör firma laboratuvarında analiz edilen numunelerin sonuçları ortalama süre 4 saat 52 dakikada çıkmaktadır.

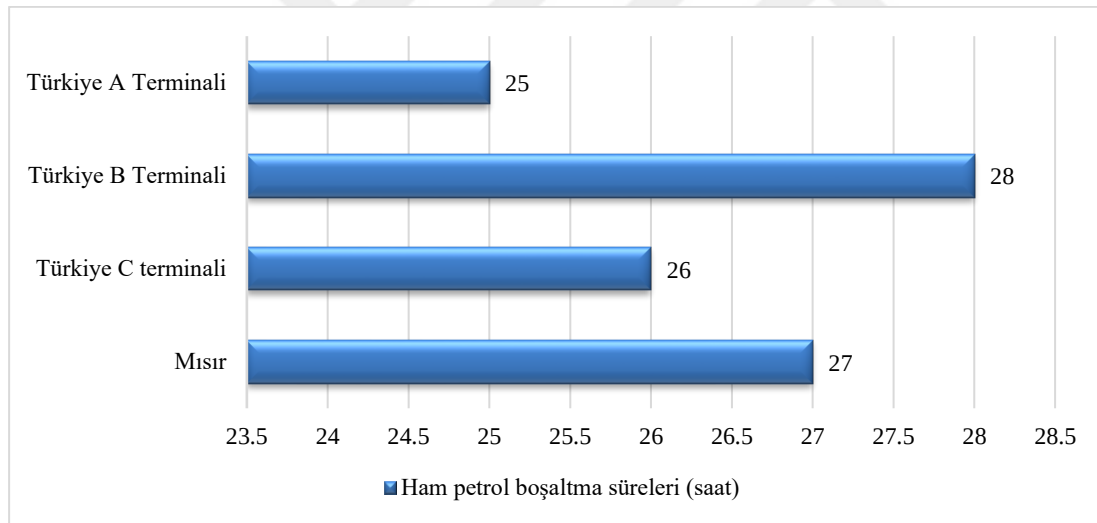
2.5. A ve B Terminalleri ile Benzer Yurtiçi / Yurtdışı Sıvı Dökme Yük Terminallerin Karşılaştırılması

Terminallerin elleçleme süreçlerini analiz ederken her ne kadar birebir kıyaslama verisi sağlamasa da Dünya’da ve Türkiye’de benzer alanlarda faaliyet gösteren sıvı dökme yük terminallerinin yükleme ve boşaltma sürelerini incelemenin, A ve B terminallerinin kıyaslanan terminallere göre performansını analiz etmede fayda sağlayacağı düşünülmüştür. Şekil 2.20’de Türkiye’den bir terminal ile yurt dışı terminallerin ham madde yükleme süreleri, Şekil 2.21’de ise Mısır’da bir terminal ile Türkiye’den A, B terminalleri ve başka bir sıvı dökme yük terminalinin boşaltma

süreleri sunulmuştur. Bu veriler boşaltma işleminin başlamasıyla bitişi arasındaki süreyi yansıtmaktadır.



Şekil 2.20: Yurtdışı ve Türkiye terminallerinde ham madde yükleme süresi ortalamaları.



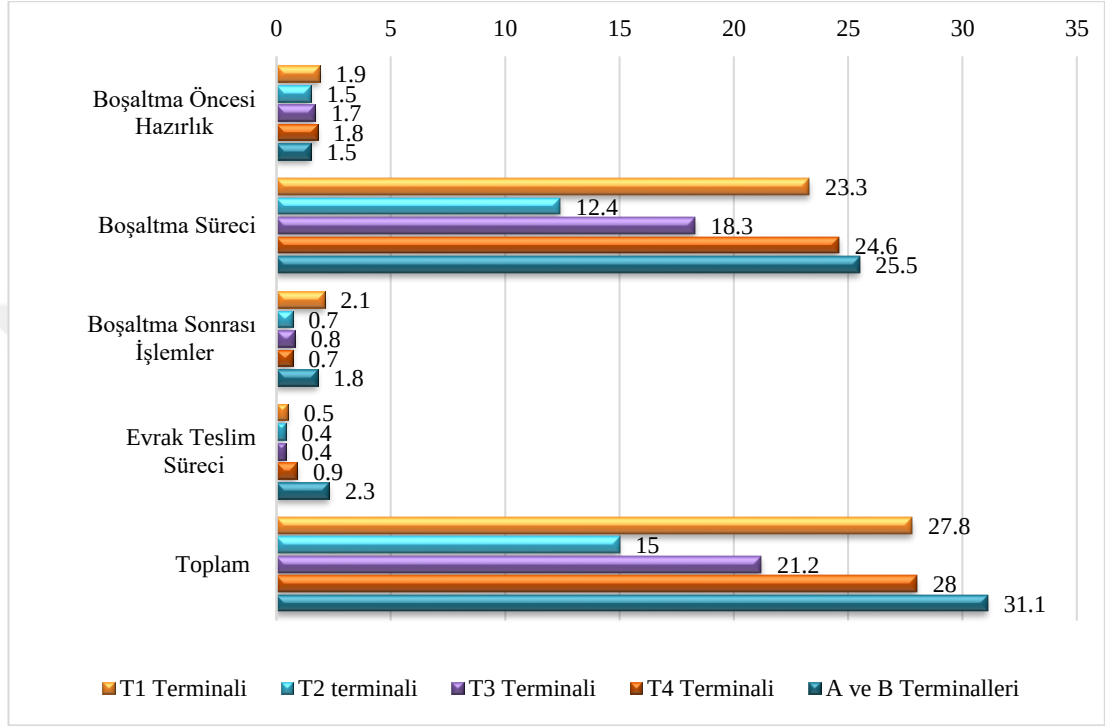
Şekil 2.21: A ve B Terminalleri ile diğer yurt içi/yurt dışı terminallerin ortalama ham madde boşaltma süreleri.

Yurtiçi ve yurtdışı terminallerin yükleme ve boşaltma sürelerine ilişkin verileri elde etmek, firmaların ticari kaygıları nedeniyle oldukça güç olmuştur. Elde edilen veriler bahse konu ülkelerdeki terminallere yük anlaşması yapan brokerlerden alınmış olup, yılın farklı dönemlerine ait 5 ile 9 seferlik yükleme/boşaltma verilerinin ortalaması alınarak sunulmuştur.

Şekil 2.21’de görüldüğü üzere A Terminali ham madde boşaltma konusunda en iyi performansı göstermişken, B terminali ise 28 saat ile en kötü ham madde elleçlemesi

yapan terminal durumundadır. Ancak gerek C terminali gerek te Mısır'daki terminalle kıyaslandığında A ve B Terminalinde elleçleme açısından çok büyük zaman farkları gözlenmemiştir.

A ve B Terminalleri ortalaması ile diğer yurt içi dört terminalin motorin boşaltmalarına ilişkin ortalama süreleri gösteren veriler Şekil 2.22’te sunulmuştur.

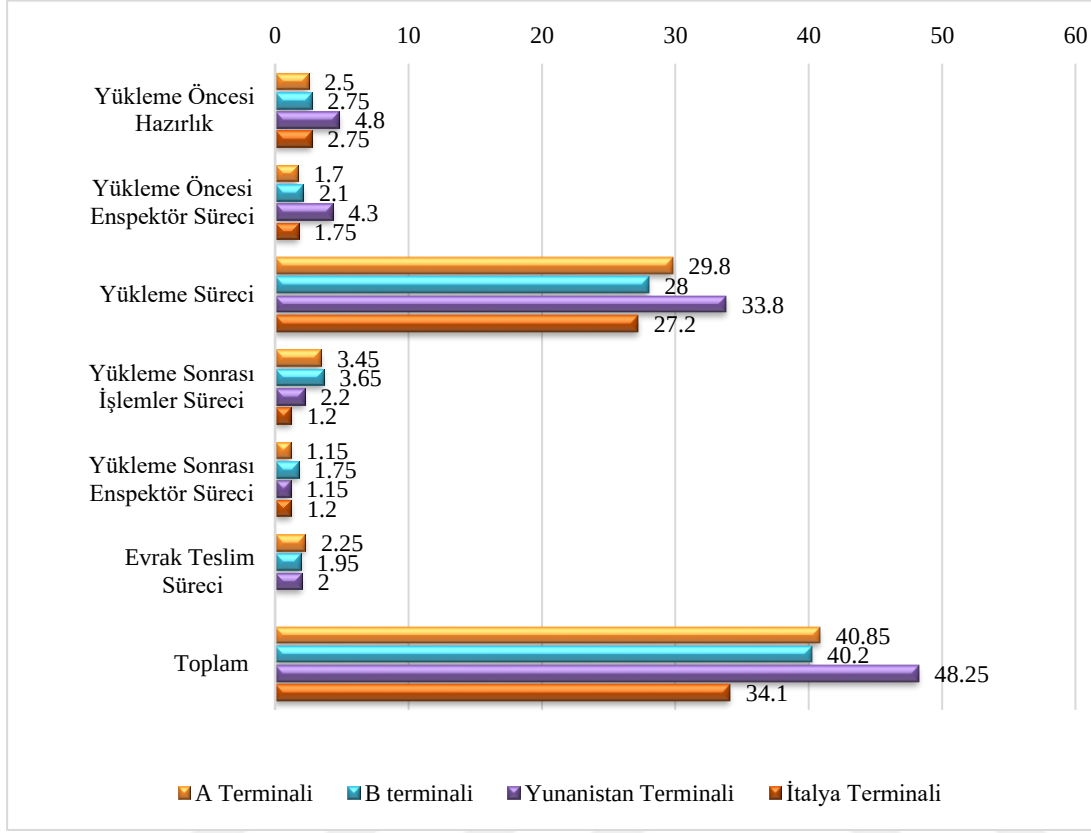


Şekil 2.22: Yurtiçi sıvı dökme yük terminalleri motorin boşaltma süreleri.

Şekil 2.22’de sunulan veriler belirtilen T1,T2,T3 ve T4 Terminallerine yapılan yedişer seferin ortalama süresi hesaplanarak elde edilmiştir. T2,T3 ve T4 terminalleri sürekli yükleme ve boşaltmanın yapıldığı 7/24 çalışan terminaller olmayıp genellikle dolfin iskele/şamandıra üzerinden yükün elleçlendiği ve terminallerin sadece boşaltma süresince açık bulunduğu işletmelerdir. Bu nedenle genellikle bir tanker trafiği sıkışıklığı yada çalışan kaynaklı beklenme yaşanmamaktadır. T1 terminali ise A ve B terminalleri ile benzer özellikleri taşımaktadır.

Buna göre A ve B terminalleri toplamda en uzun süren elleçlemenin yapıldığı terminaller olup, kendilerine benzer özellikte bulunan T1 terminalinden boşaltma sürecinde 2.2 saat, evrak teslim sürecinde ise 1.8 saat daha yavaş elleçleme yapmaktadır. Buna karşın boşaltma öncesi ve sonrası işlemler sürecinde T1 terminalinden toplamda 0.7 saat, daha hızlı işlem yapılmaktadır.

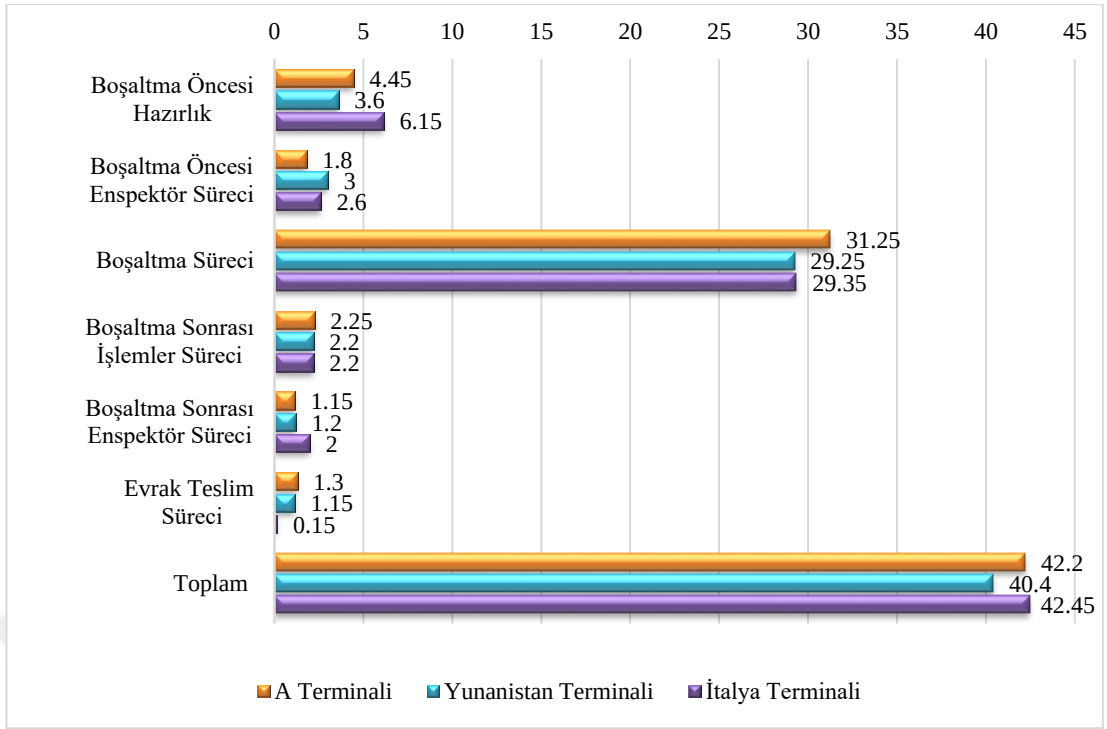
A ve B terminalleri ile aynı faaliyet alanında çalışan Yunanistan ve İtalya'daki terminallerin benzin yüklemesine ilişkin kıyaslama Şekil 2.23'te sunulmuştur.



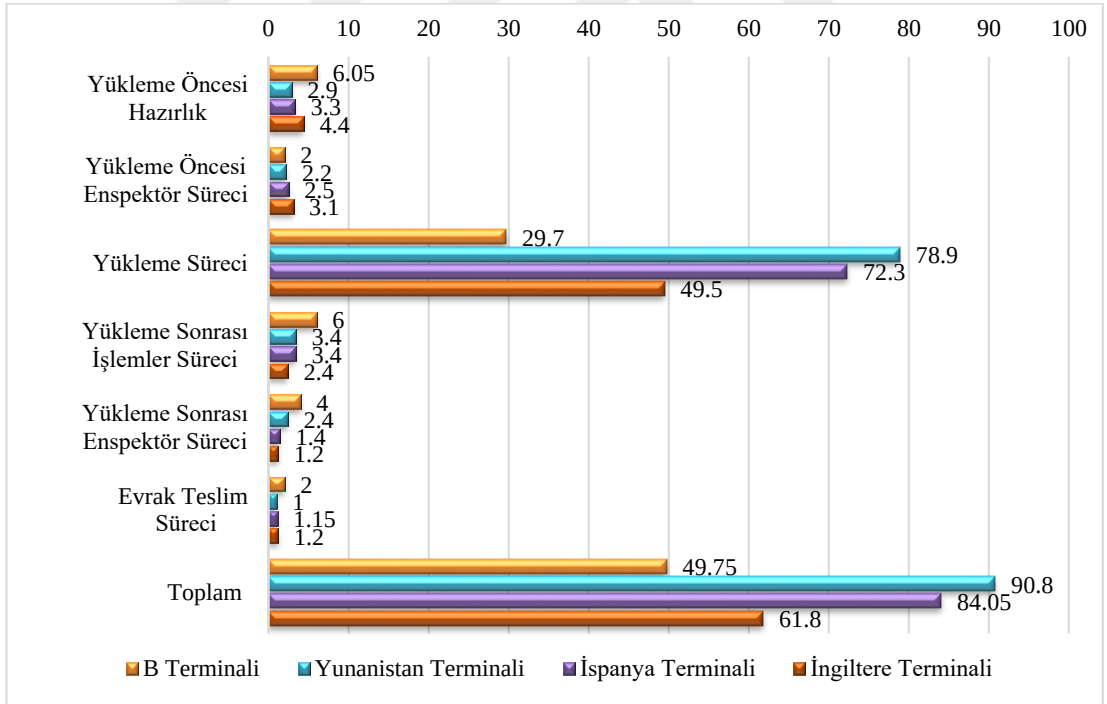
Şekil 2.23: A ve B terminalleri ile Yunanistan ve İtalya'dan terminallerin benzin yükleme süreleri.

Yunanistan ve İtalya terminallerine yapılan 4'er sefere ilişkin ortalama sürelerin yer aldığı Şekil 2.23'e göre A ve B terminallerinin benzin yükleme performansları Yunanistan terminalinden ortalama 8 saat daha iyi durumdayken İtalya terminalinden ortalama 6.5 saat geridedir.

A terminali ile Yunanistan ve İtalya terminallerinde yapılan aynı miktar HVGO boşaltma işlemine ilişkin ortalama süreler Şekil 2.24'te sunulmuştur. Yunanistan ve İtalya terminallerine yapılan 5'er sefere ilişkin ortalama sürelerin yer aldığı Şekil 2.24'te, A terminalinin aynı miktardaki HVGO boşaltma performansı Yunanistan terminalinden yaklaşık 2 saat kötü durumdayken İtalya terminali ile neredeyse aynıdır.



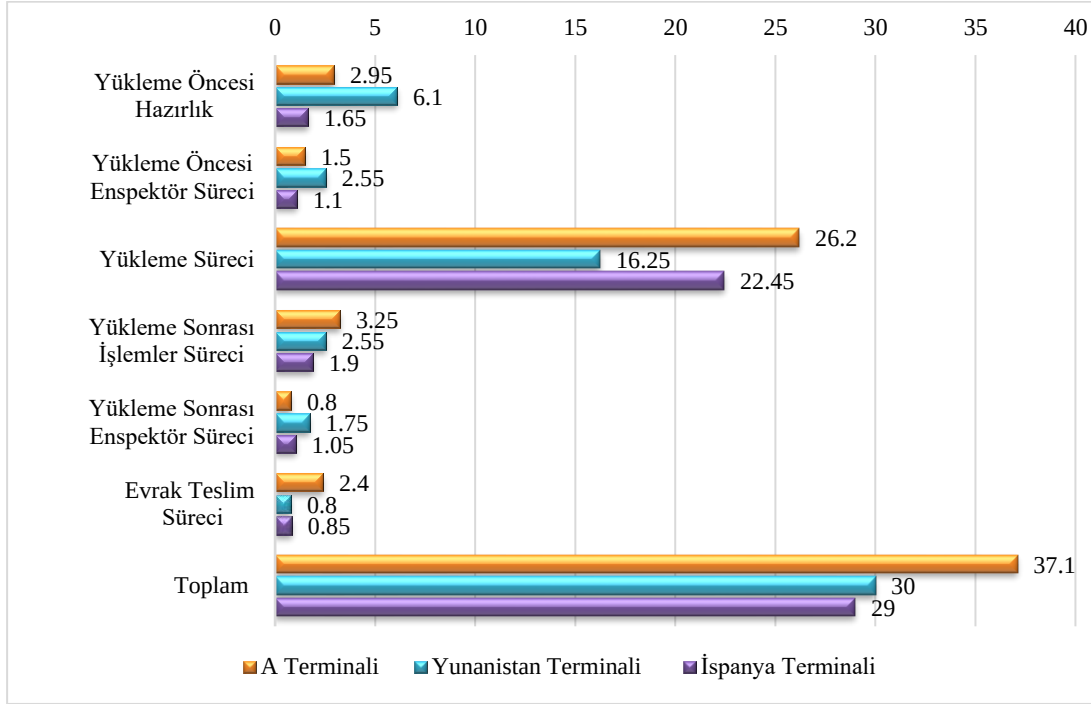
Şekil 2.24 A terminali ile Yunanistan ve İtalya terminallerinin HVGO boşaltma süreleri.



Şekil 2.25: B terminali ile yurtdışı terminallerinin 30,000ton bitüm yükleme verileri.

B terminali ile Yunanistan, İspanya ve İngiltere’den bir terminalin 30,000 ton bitüm yüklemesine ilişkin elleçleme verileri Şekil 2.25’te sunulmuştur. Buna göre en iyi durumdaki terminal B terminali olup, diğer terminallerin yükleme sürecinin B

terminalinin 2 katından fazla olabildiği dikkat çekmektedir. Yükleme sürecinin haricinde ise B terminalinin performansı diğer terminallerden kötü durumdadır. Ancak bu ortalama süreler için yurtdışı terminallerinden üçer adet sefere ilişkin veriler baz alınarak hesaplandığından, terminallerin elleçleme performanslarıyla ilgili kesin yargılara ulaşılmamaktadır. Nitekim Şekil 2.26’da 5,000 tonluk bitüm yükleme sürecinde aynı Yunanistan terminalinin ikinci iyi yükleme süresine sahip olması Şekil 2.25’deki performans ile çelişmektedir.



Şekil 2.26: A Terminali ile yurtdışı terminallerinin 5.000 ton bitüm yükleme süreleri. Şekil 2.26’da ki yurt dışı terminalleriyle Şekil 2.25’de yer alan yurt dışı terminalleri aynı olup, yüklenen bitüm miktarı farklıdır. A terminalininin yükleme performansı Yunanistan ve İspanya terminallerinin performansından %20 - %25 daha yavaştır. Yükleme süreci hariç olmak üzere diğer süreçler bazında incelendiğinde ise yükleme sonrası işlemler ve evrak teslim süreçleri A terminalinde diğer yurtdışı terminallerine göre daha yavaş işlemektedir.

3. ELLEÇLEME SÜREÇLERİNE İLİŞKİN ANKET ÇALIŞMASI

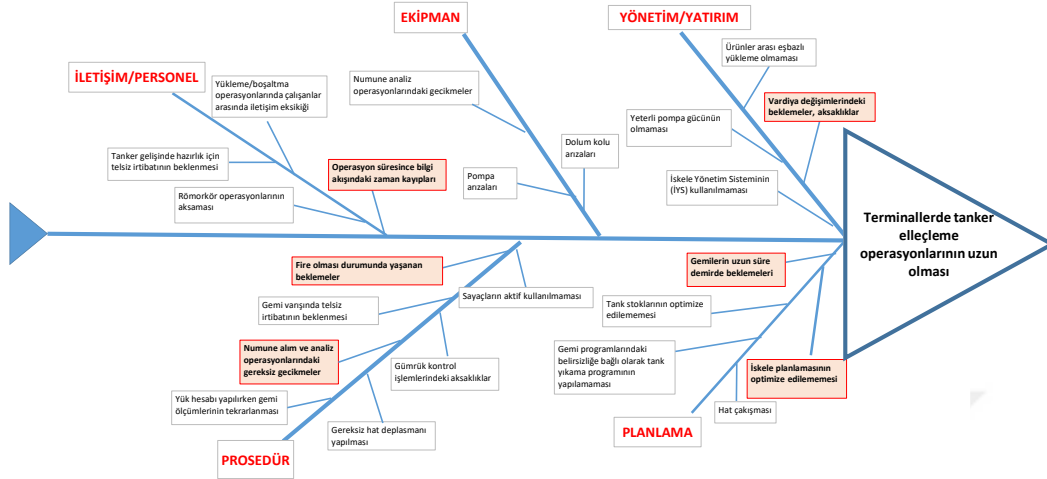
A ve B terminallerinde yaşanan beklemeelerin kök nedenlerini bulmak için, saha çalışanlarının ve sürece dahil olan farklı birimlerden çalışanların görüşlerine başvurulması planlanmıştır. Ankette yer alan elleçleme süresince yaşanan beklemeelerin kök nedenlerini belirlemek için ise, terminal çalışanlarından oluşan bir uzman ekibe beyin fırtınası yaptırılarak tespit edilen bekleme nedenleri balık kılçığı diyagramıyla kategorilendirilmiştir.

3.1. Beyin Fırtınası Yöntemi ve Balık Kılçığı Diyagramı

Beyin Fırtınası tekniği tarihte ilk defa 1957 yılında yeni ürünlere isim ve slogan üretmek amacıyla Osborn isimli bir reklamcı tarafından kullanılmıştır (Osborn, 1957). Beyin fırtınası, kişilerin ortak bir çalışmayla yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarmasını ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan bir grup tartışma yöntemidir (Nakiboğlu, 2003). Bu teknik uygulanırken fikirlerin anlamlı olup olmamasına bakılmaksızın sayı bakımından çok fikir üretilmesi önemsenir. Gruplar, bu teknik sayesinde fikir geliştirilecek konu hakkında kısa bir sürede çok sayıda fikir üretmeye çalışırlar. Oluşturulan fikirler listelenerek tartışmaya açılır ve kullanılabilecek olanlar seçilir.

Balık Kılçığı diyagramı 1953 yılında ilk kez Kaoru Ishikawa tarafından geliştirilmiş olup, aynı zamanda sebep sonuç diyagramı olarak da bilinir (Akgemci ve Güleş, 2010). Diyagram, belirli bir sorunun tüm nedenlerini ortaya çıkarmaya ve sonuca en fazla etki eden faktörü tespit edip, iyileştirmeye yardımcı olan bir tekniktir (Ishikawa, 1991), (Çubukçu, 2020).

Süreç geliştirme üzerine yapılan literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; beyin fırtınası yöntemiyle işletmelerin problemlerinin tespit edildiği, balık kılçığı diyagramı ile de belirlenen problemlerin nedenlerinin saptandığı birçok çalışma bulunduğu görülmüştür (Deste ve Berber, 2018). Çalışma kapsamında beyin fırtınası yöntemiyle beklemeelere yol açan problemler tespit edilmiş ve balık kılçığı diyagramıyla bu problemlerin nedenleri saptanmıştır. Yapılan uygulama neticesinde oluşan diyagram Şekil 3.1’de belirtilmiştir.



Şekil 3.1: Balık Kılıcı Diyagramı.

Buna göre katılımcılara problemin tanımı, terminallerde tanker elleçleme operasyonlarının uzun olması şeklinde belirtilmiş ve beyin fırtınası yapılarak probleme neden olan faktörler yazılmıştır. Belirlenen 23 faktör; yönetim/yatırım, ekipman, iletişim/personel, prosedür ve planlama olarak 5 ana başlık altında toplanmıştır. Katılımcılara yapılan puanlama sonucunda 6 faktörün diğerlerine göre daha etkili düzeyde tankerlerin elleçleme süreçlerini uzattığı belirlenmiştir. Bunlar;

- Terminallerin deniz operasyonları birimi çalışanlarının vardiya değişimi sırasında yaşanan beklemler,
- Elleçleme sürecindeki iletişim kopukluğu yada etkili iletişim sağlanamaması nedeniyle yaşanan bilgi akışındaki kopukluklar,
- Yükleme/boşaltma sonrasında yapılan kargo hesaplama neticesinde fire oluşması durumunda yaşanan beklemler,
- Numune alım ve analiz operasyonlarında yaşanan gereksiz gecikmeler,
- Gemilerin yanaşacağı iskelelerdeki yoğunluk nedeniyle uzun süre demirde beklemesi olarak belirlenmiştir.

3.2. Anket Uygulaması

Anket uygulanacak popülasyon, incelenecek terminallerin deniz operasyonları çalışanları, tankerlerde faaliyet gösteren enspektör firma çalışanları ve tanker çalışanı olan kaptanlardan oluşmaktadır. Tanker çalışanları terminallerin zaman bazlı kirasında bulunan denizcilik firması çalışanlarından oluştuğundan ve sık sık terminallere sefer yaptıklarından yaşanan beklemlerle ilgili bilgi ve deneyim sahibidirler. Terminallerin deniz operasyonları birimi, tanker kaptanları ve enspektör firma çalışanlarından oluşan popülasyon toplam 134 kişiden oluşmaktadır. Örneklem belirlemek için Denklem 3.1 kullanılmış olup (Cloudresearch, 2021), buna göre %95 güven aralığında, %5 hata payıyla belirlenen örneklem 100 kişiden oluşmaktadır.

$$\text{Örneklem büyüklüğü} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \frac{(z^2 \times p(1-p))}{e^2 N}} \quad (3.1)$$

N = popülasyon boyutu • e = Hata payı (ondalık biçiminde yüzde) • z = z değeri.

Örneklemde yer alan çalışanların farklı lokasyonlarda bulunması ve COVID 19 tedbirleri kapsamında yüzyüze görüşmenin mümkün olmaması nedeniyle, kısa zamanda çok kişiye ulaşabilme ve yöntem kolaylığı nedeniyle uygulanacak olan anketin online olarak yapılmasına karar verilmiştir. Anketin girişinde problemin tanımı yapılmış ve katılımcılardan tankerlerin elleçleme sürecinde yaşanan bekleme nedenlerini puanlamaları istenmiştir. 13 sorudan oluşan anketin ilk 4 sorusu katılımcıların demografik özelliklerini anlamaya, sonraki 7 sorusu elleçleme sürecini olumsuz etkileyen beklemlerin ve terminallerin elleçleme performanslarının belirlenmesine yönelik olarak likert ölçeğiyle yapılmıştır. Son iki soru ise açık uçlu sorulmuş olup yaşanan beklemlerin önüne geçilebilmesi için neler yapılması gerektiği istenmiştir.

Ankete son halinin verilebilmesi maksadıyla balık kılçığı ve beyin fırtınası teknikleriyle, görüşlerine başvurulmuş uzman ekibe ön test yapılmıştır. Online görüşme şeklinde yapılan ön testte katılımcılardan soruların anlaşılabilirliği ve kapsamı konusunda geri bildirim alınmıştır. Yapılan ön test sonucunda ölçümlerin cronbach alfası 0.902 bulunmuş, gelen geribildirimler sonucunda sorularda bulunan bazı ifadelerde düzenlemeler yapılmıştır.

Araştırma sonrasında hesaplanan cronbach alfa katsayısı 0.936 bulunmuştur. Hesaplanan değere göre (0.936) güvenilirlik yüksek derecede ($0,80 \leq \alpha < 1,00$) çıkmıştır (Kalaycı, 2008).

Anketin demografik özelliklerini ölçmeye yönelik hazırlanan sorulardan, mesleki deneyim sürelerinin sorulduğu soruda, katılımcıların %41'inin 10 yıldan fazla, %37'sinin ise 5 ile 10 yıl arası tecrübesi olduğu öğrenilmiştir. Bu bakımdan katılımcıların, çalıştıkları alanda yeteri kadar tecrübeye sahip oldukları görülmüştür.

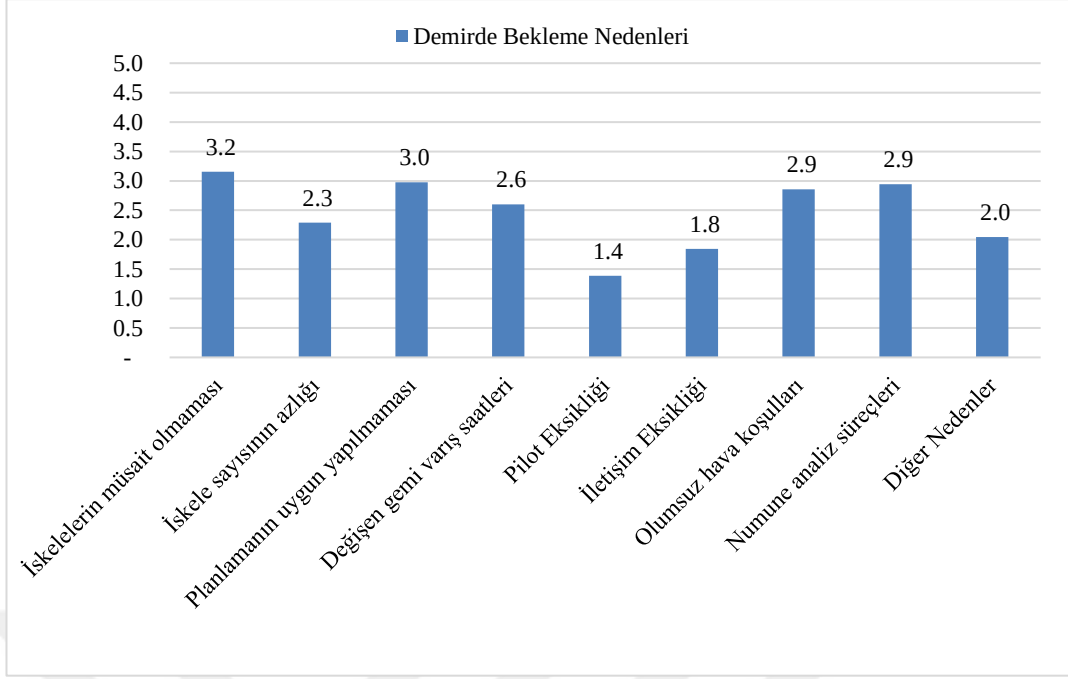
Sonraki 5 soruda katılımcılardan elleçleme sürecini olumsuz etkileyen faktörleri puanlaması istenmiştir. Bu sorular hazırlanırken, elleçleme süreci bölümlendirilerek her bir bölümde yaşanan beklemelerin nedenleri puanlatılmış ve etki dereceleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Puan skalası olarak 5'li likert ölçeği kullanılmış olup, puanlara göre oluşturulan ölçek açıklamaları Çizelge 3.1'de verilmiştir (Vagias, 2006).

Çizelge 3.1: Ankette kullanılan likert ölçeği

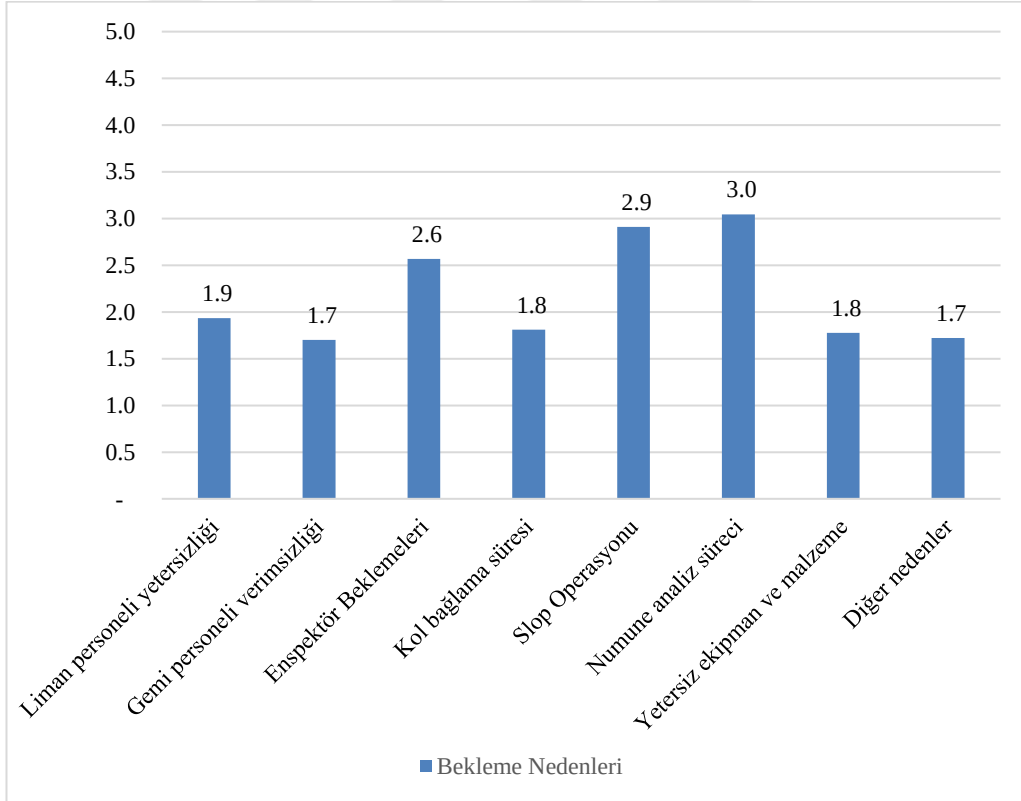
PUAN	AÇIKLAMA
1	Etkisi yok
2	Az etkili
3	Orta derecede etkili
4	Yüksek derecede etkili
5	Çok yüksek derecede etkili

Terminallere yanaşmadan önce demire yönlendirilen gemilerin yaşadığı beklemelerin nedenlerinin sorulduğu soruya ilişkin sonuçlar Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Buna göre gemilerin demirde beklemesinin en önemli nedeni terminallere ait iskelelerin müsait olmaması ve iskele planlamasının uygun yapılmaması olarak belirlenmiştir.

Tankerlerin yükleme/boşaltmaya hazırlık sürecinde yaşanan bekleme nedenlerinin puanlandığı 6. sorunun sonuçları Şekil 3.3'te belirtilmiştir. Buna göre elleçlemeye hazırlık döneminde yaşanan bekleme nedenlerinden en büyük pay sahibi numune analiz sürecinin uzun sürmesi, slop operasyonu ve enspektör kaynaklı beklemelere.

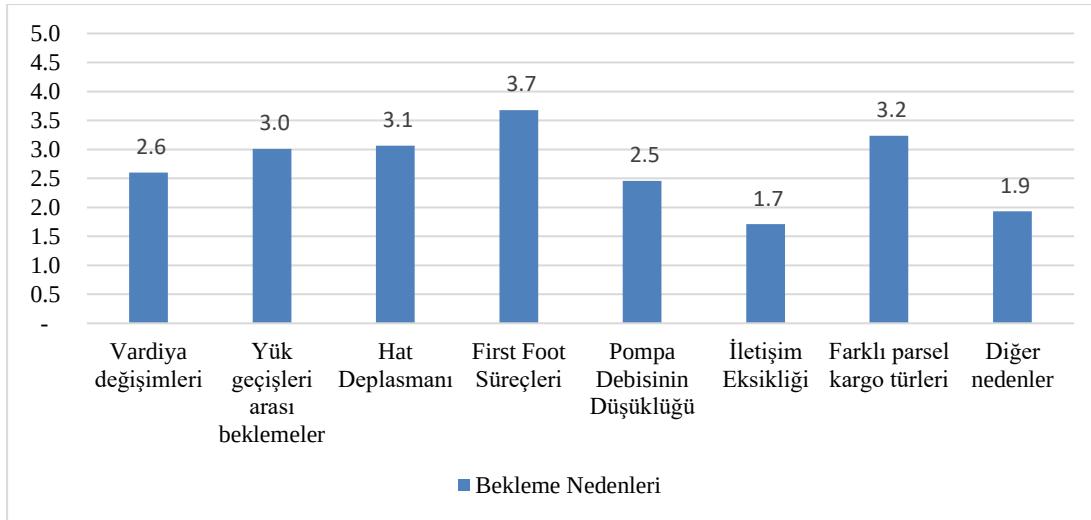


Şekil 3.2: Demirde bekleme nedenleri.



Şekil 3.3: Elleçleme öncesi hazırlık dönemine ait bekleme nedenleri.

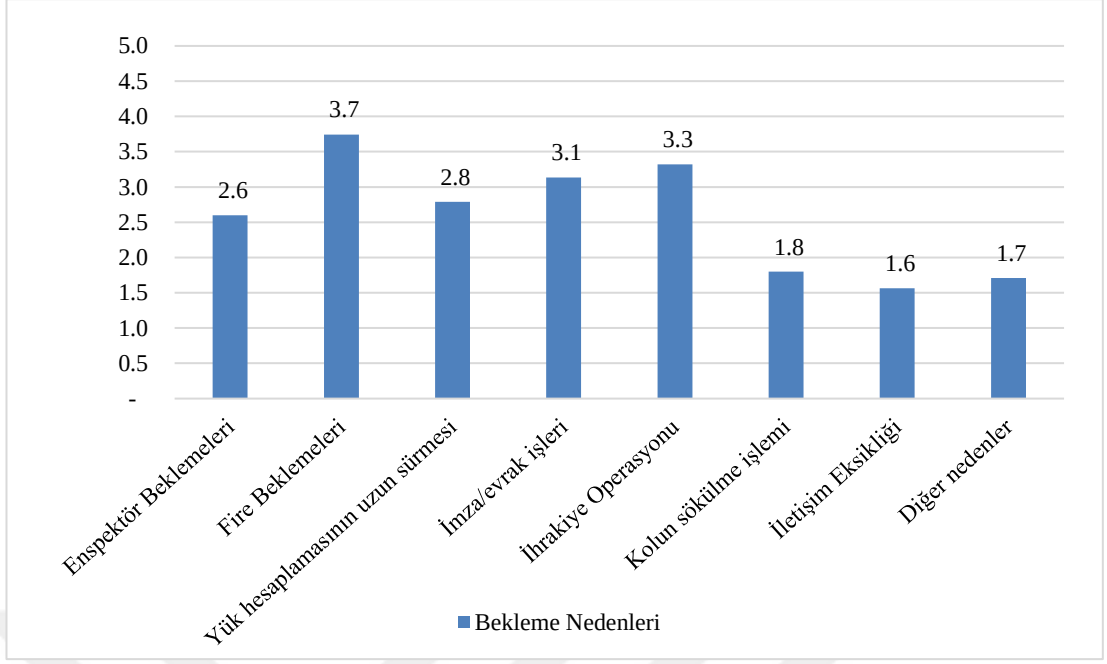
Yükleme yada boşaltmanın yapıldığı aralıktaki bekleme nedenlerine verilen puanlamalar Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Y¼kleme/ boşaltma sırasında yaşanan beklemlerin nedenleri.

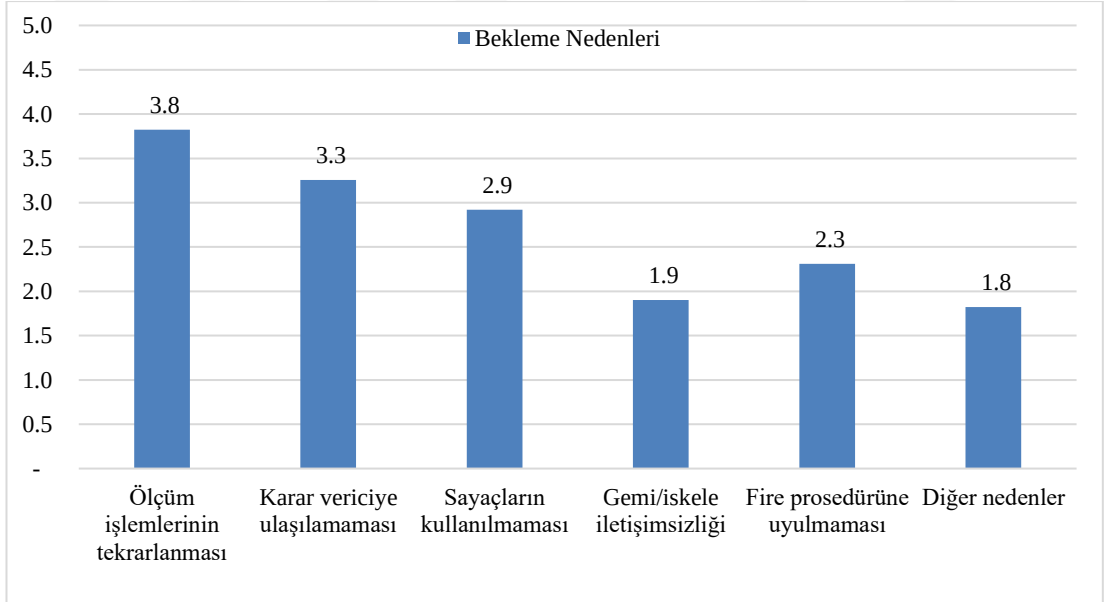
Katılımcılar y¼kleme / boşaltma sürecinde yaşanan vakit kayıplarının en büyük nedeni olarak first foot (ilk ayak) numune süreçlerinin uzun sürmesini göstermişlerdir. Bu süreçte yaşanan ve en uzun süren beklemlerin diğer önemli nedenlerini ise farklı parsellerde y¼k y¼klenmesi ve hat deplasmanı uygulaması olarak belirtmişlerdir. Farklı parsel kargo türlerinin y¼klenmesi aynı tankere farklı türlerde (benzin, motorin ve jet yakıtı gibi) kargo y¼klenmesini ifade etmekte olup, kargoların y¼klenmesi esnasında hat değişimi veya tank konfigürasyonu gerektirmesi, işlemlerin uzun sürmesine neden olmaktadır. Ayrıca aynı y¼k türünün kargo tank ayrımı olacak şekilde farklı alıcılar için y¼klenmesi de y¼kleme sürecini uzatmaktadır.

Y¼kleme / boşaltma süreci sonrası işlemlerde yaşanan beklemlerin nedenlerinin sorulduğu soruya, katılımcıların verdiği puanlama Şekil 3.5’de sunulmuştur. Katılımcılar bu süreçte en fazla beklemeye sebep olan olayı, fire oluşan y¼klemler olarak göstermiştir. Y¼kleme yada boşaltmanın bitimi itibariyle, sahil ve tanker arasında kargo için miktar mütabakatı sağlandıktan sonra gerekli dökümantasyon işlemleri yapılır. Bu sürecin olması gerekenden uzun sürmesi, y¼kleme sonrası işlemleri uzattığı belirtilmiştir. A ve B terminalleri, tankerlerin kendi makinelerinde kullanacağı yakıtı da (ihrakiye yakıt) tedarik ettiğinden, bazı durumlarda tankerin tüm y¼kleme ya da boşaltma işlemleri bittikten sonra, iskeleden ayrılmadan önce bu yakıtın da y¼klenmesine başlanmaktadır. Bu da terminallerdeki y¼kleme sonrası işlemler sürecinde yaşanan beklemlerin nedenleri arasında gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Yükleme / boşaltma sonrası işlem sürecinde yaşanan beklemelerin nedenleri.

Yükleme/ boşaltma sonrası işlemler sürecinde yaşanan beklemelerin en büyük nedeni olarak gösterilen fire oluşması durumunda yaşanan uzun beklemelerin nedenlerinin sorulduğu soruya ise verilen puanlamalar ise Şekil 3.6’da belirtilmiştir.



Şekil 3.6 Fire oluşması durumunda yaşanan beklemelerin nedenleri.

Terminalin fire prosedürü gereği, yükleme sonrası sahil ve gemi tankı ölçüm işlemlerinin, tespit edilen miktarlarda limit dışı farklılık olduğunda yani fire ortaya çıktığı durumda ikinci kez yapılması gerekmektedir. Ancak ikinci ölçümde de fire

devam ediyorsa bazı durumlarda üçüncü kez ölçüm yapıldığı öğrenilmiştir. Bu durum anket katılımcıları tarafından gereksiz işlem olarak görülmüş ve fire durumunda en çok beklemeye neden olan unsur olarak görülmüştür. Miktarlar tespit edildikten sonra yükün geri basılması ya da mevcut fire oranıyla geminin kalkması konusunda karar verici makama ulaşılamaması da fire durumunda yaşanan uzun beklemelelerin bir diğer nedeni olarak sunulmuştur. Bazı iskelelerde ve hatlarda bulunan sayaçların (*ing. flowmeter*) kullanılmaması da fire olduğu durumda zaman kaybı oluşturan diğer nedenler olarak sıralanmıştır.

Sonraki 4 soruda A ve B terminallerinin elleçleme (yükleme / boşaltma) verimliliğinin 1'den 5'e kadar (1- çok kötü, 5- çok iyi) puanlanması istenmiştir. Buna göre A terminalinin elleçleme verimliliği 3.96 , B terminalinin elleçleme verimliliği ise 3.45 olarak belirlenmiştir. Puanlama da objektifliği sağlamak adına terminal çalışanlarının verdiği puanlar muaf tutulursa A terminali için verilen puan 3.92 , B terminali için ise 3.81 olmaktadır.

Son iki soruda ise A ve B terminallerindeki hangi sorun giderilirse elleçleme verimliliğinin arttırılacağına yönelik açık uçlu soru sorulmuştur. Bu sorulara A terminali için verilen cevaplar:

- İskele planlamasının proaktif yapılmaması,
- Evrak bekleme sürelerinin uzunluğu,
- Numune analiz süreçlerinde yaşanan beklemeleler,
- Terminal çalışanlarının vardiya değişiminde yaşanan süre kayıpları,
- Fire olduğu durumlarda mutabakat sağlanmasının uzun sürmesi,
- Süreçlere özel anahtar performans göstergeleri (KPI) tanımlanmaması gibi başlıklar altında toplanabilir.

B Terminali için verilen cevaplar ise:

- Firenin genellikle aynı tankerlere ait yüklemelerde oluşması,
- İskelelerdeki sirkülasyon pompalarının sık arızalanışı,
- Bazı ürünlerin pompa transfer hızlarının düşük tutulması,
- Miktar mutabakatı olmadığı durumlarda (fire olduğunda) ikiden fazla kez ölçü alım işleminin tekrarlanması nedeniyle oluşan süre kaybı
- Yetkili karar vericilere ulaşılamaması gibi başlıklar halinde gruplandırılabilir.

4. ELLEÇLEME SÜRECİNE YÖNELİK İYİLEŞTİRMELER

Bu bölümde elleçleme sürecinde yaşanan beklmeleri engellemeye yönelik süreç iyileştirmelerine değinilecektir. Süreç iyileştirmeleri için; beyin fırtınası, süreç sahipleriyle ve süreçte yer alan paydaşlarla yüz yüze ve çevrimiçi mülakatlar ve FRAM yöntemi gibi bazı akademik araçlardan yararlanılmıştır.

4.1. Fram Yöntemi

Türkçe karşılığı İşlevsel Birleştirme Analiz Modeli olan FRAM (*ing. Functional Resonance Analysis Method*), Eric Hollnagel tarafından oluşturulan ve bir çok sosyo teknik olayın araştırılmasında kullanılmaya başlanan bir yöntemdir (Hollnagel, 2012). Fram karmaşık olan bir çok olayın birbirine bağlantısını, değişkenler temelinde kurgulayarak, oluşabilecek bir değişikliğin, sonuca etkisini gösterme açısından oldukça elverişli bir yöntemdir.

FRAM'ın amacı, bir işlemin yada sürecin nasıl yapıldığını veya nasıl yapılabileceğini, sistematik bir şekilde göstererek, analiz etmektir (Hollnagel, 2012). FRAM, süreç yada işlevlerin temel özelliklerini ve bu süreçlerin birbiriyle olan bağımlılıklarını şematize ederek karmaşıklığı azaltmaktadır. FRAM, yüzyılın başındaki genel emniyet anlayışı bağlamında geliştirilmiştir. Ancak sadece bir güvenlik veya kaza analizi yöntemi değildir. Geleneksel risk analizi yöntemlerinin odak noktası öncelikle kazalara neden olan doğrusal neden-sonuç ilişkileridir (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021). Literatürde yer alan bir çok kaza analiz yöntemi bir şeylerin neden yanlış gittiğine odaklanırken, FRAM'ın odak noktası bir şeyin nasıl yapıldığıdır (Hollnagel, 2012) (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021). Yani FRAM yöntemi kaza nedenini araştırmak yerine, sistemin nasıl işlediğini anlamaya çalışarak, işleyişin dışında bir etken oluştuğunda kazanın engellenebilmesi için esnekliğin nasıl sağlanacağını tespit edecek sonuçlara ulaşır (Bal Beşikçi ve Şihmantepe, 2020). FRAM, geleneksel araçlara ek olarak olası kaza ve hasar senaryolarını sağlamaya çalışır (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

4.1.1 Fram'ın temel ilkeleri

FRAM, dört temel ilke üzerine oluşturulmuştur. Bunlar:

1. Başarı ve başarısızlığın eşitliği ilkesi: İyi giden süreç yada olaylar veya yanlış giden süreç / olayların aynı şekilde gerçekleştiği görüşüdür. Bu eşdeğerlik

ilkesine göre, bir süreç tasarlandığında yada yapıldığında, kabul edilebilir bir sonuç elde etmek niyetiyle yapılır. Ancak sürecin tasarımında yada gerçekleşmesinde yapılan ayarlamalar kesin olmak yerine yaklaşık olduğundan, sonuçlar bazen beklenenden farklı olabilir veya tamamen kabul edilemez olabilir (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

2. Yaklaşık ayarlama ilkesi: Sosyo teknik açıdan incelenen süreçlerin meydana geliş şekilleri veya süreçlerin devam ettiği ortam genellikle eksik belirlendiğinden, sürecin iyi gitmesi için sürekli olarak mevcut koşullara (kaynaklar, zaman, araçlar, bilgi, ihtiyaçlar, fırsatlar, çatışmalar, kesintiler) göre ayarlanması gerekir. Bu ayarlamalar kişiler ve organizasyonlar tarafından yapılır ancak bu ayarlamalar kesin değil, yaklaşık olacaktır. Bu nedenle yaklaşık ayarlama ilkesi, eşitlik ilkesinin bir ayrıntısı olarak görülebilir (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).
3. Nedensellik ilkesi: Temel bir ilke olarak nedensellik, iki olayın, birincisinin (neden) ikincisinden (sonuçtan) kısmen sorumlu olması ve ikincisinin kısmen birincisine bağlı olması için ilişkilendirilebilmesi anlamına gelir. Nedensellik ilkesinin ilk kısmı, sonuçların daha önce gerçekleşen bir olay olduğu için gerçekleştiğini belirtir, ancak aynı zamanda sonuçların olumsuz olması durumunda (kaza vs. gibi), nedenin de olumsuz olduğunu (hata veya arıza gibi) ifade eder . İkinci kısım ise nedenlerin yeterli bilgi ve zaman harcandığında rasyonel olarak azaltılabileceğini veya iyileştirilebileceğini ifade eder. Üçüncü kısım ise ilk iki kısım nedeniyle tüm kazaların yada hataların önlenabilir olduğu sonucuna varır(Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).
4. İşlevsel birleşme (*ing.resonance*) ilkesi : Doğrusal neden-sonuç ilişkisine bir alternatif olarak, FRAM, iki veya daha fazla işlevin yada nedenin değişkenliğinin çakışabileceğini ve birbirini azaltabileceğini veya artırabileceğini önermektedir. Bir fonksiyonun değişkenliği bu şekilde tıpkı bir rezonans gibi diğer fonksiyonların değişkenliğini etkileyebilir. Örneğin bir sürecin başlangıcında meydana gelen faaliyetlerden birinde meydana gelebilecek bir değişiklik, sürecin sonunda meydana gelecek faaliyeti direkt olarak etkileyebilir yada o faaliyetin sonuçlarını değiştirebilir (Hollnagel, 2012) (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

4.1.2 FRAM modelinin oluşturulması

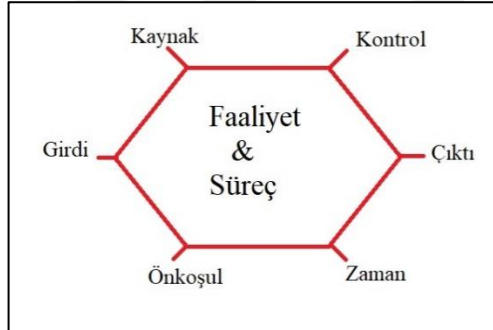
FRAM'ın dayanağı olan dört temel prensip bulunmakla birlikte, herhangi bir sürece ait FRAM modeli de dört adımda kurulmaktadır. Bunlar:

1. Fonksiyonların (işlevlerin) belirlenmesi
2. Fonksiyonların potansiyel değişkenliğinin karakterize edilmesi
3. Fonksiyonlar arasındaki bağlantılara dayalı rezonans olasılığının belirlenmesi
4. Değişkenliğin nasıl izleneceğine ve yönetileceğine ilişkin öneriler geliştirilmesidir (Hollnagel, 2012) (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

Yukarıda belirtilen dört adımda neler yapılacağı müteakip başlıklarda detaylı olarak anlatılmıştır.

4.1.2.1 Fonksiyonların tanımlanması:

Bir FRAM modeli kurulurken ilk adım modelde yer alacak fonksiyonların belirlenmesi ve bunların tanımlanmasıdır. Her bir fonksiyonun modeldeki çizimi Şekil 4.1'de belirtilmiştir.



Şekil 4.1: FRAM fonksiyonu değişkenleri.

Buna göre her bir fonksiyonun altı değişkeni bulunmaktadır. Bunlar; girdi, önkoşullar, kaynaklar, çıktı, kontrol ve zamandır (Bal Beşikçi ve Şihmantepe, 2020).

- Girdi (input): Fonksiyonun başlamasını sağlayan, dönüştüren ya da sonucu oluşturan ve önceki fonksiyonlarla bağı kuran değişkendir.
- Zaman (time): Bir kısıt olabileceği gibi, özel bir kaynak olarak da görülebilir. Fonksiyonların sıralanmasıyla birlikte o fonksiyonun gerçekleştiği anı da ifade edebilir.

- Kontrol (control): Bir fonksiyonu yönetir ya da ayarlar. O fonksiyonun yada sürecin kontrolü için herhangi bir prosedür, regülasyon yada otomatik kontrol sistemleri varsa, bu kapsamda değerlendirilebilir.
- Çıktı (output): Bir fonksiyonun işletilmesi sonucu ortaya çıkan durumu ifade eder ve başka bir fonksiyonla bağ kurar.
- Önkoşullar (preconditions): Bir fonksiyonun gerçekleşebilmesi için öncelikle yerine getirilmesi gereken koşulları ifade eder.
- Kaynaklar (resources): Bir fonksiyonun gerçekleşmesi sırasında tüketilen ya da gerek duyulan kaynakları ifade eder.

FRAM modelinin oluşturulması için ilk ve önemli adım fonksiyonların tanımlanmasıdır. Bir sürecin modeli oluşturuluyorsa (örneğin bir geminin liman süreci) bu süreç içerisinde meydana gelen alt süreçler yada prosesler modeldeki fonksiyonları ifade etmektedir.

4.1.2.2 Fonksiyonların değişkenlerinin tanımlanması

Fonksiyonların belirlenmesi sonrası her bir fonksiyon için 6 değişken tanımlanır. Bir öncül fonksiyonun değişkenlerinden herhangi biri, sonraki bir fonksiyonun değişkenleriyle bağlantılı olmalıdır. Bu değişkenlerin birbiriyle bağlantısına göre fonksiyonların ağ örgüsü tamamlanmış olur.

Bir fonksiyonun yada sürecin performansı dört şekilde sonuçlanabilir. Bunlar:

- Fonksiyonun kendinden beklendiği şekilde zamanında ve doğru şekilde sonuçlanması,
- Fonksiyonun gerektiği şekilde tamamlanamaması (sonuç oluşmaması) yada oluşan sonucun istenmeyen şekilde gerçekleşmesi
- Yanlış bir fonksiyonun işletilmesi (kabul edilemez sonucun ortaya çıkması)
- Fonksiyonun gereken süreden önce veya sonra tamamlanması yada yanlış bir sıra ile işletilmesi, olarak sıralanabilir (Tian ve diğ, 2016), (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

Bir FRAM modelinde değişkenliğin tanımlanması, fonksiyonların nasıl birbirine bağlanabileceğini ve bunun nasıl beklenmedik sonuçlara yol açabileceğini anlamak için başlangıç noktasıdır. Analiz işlemi, fonksiyonların çıktısının değişkenliğine odaklanır. Bunun nedeni ise eğer bir fonksiyonun çıktısı, değişken ise, fonksiyonun

değişkenliği ilgi çekicidir. Çünkü tıpkı bir rezonans gibi çıktının değişmesi kendinden sonra gelen fonksiyonların çıktılarını da etkileyebilir (Hollnagel, 2012).

Bir fonksiyonun çıktısının değişken olmasının üç farklı nedeni olabilir.

- Çıktının değişkenliği, fonksiyonun kendisinin değişkenliğinin bir sonucu, yani fonksiyonun benzersizliğinin bir sonucu olabilir. Buna içsel değişkenlik denir.
- Çıktının değişkenliği, çalışma ortamının değişkenliğinden, yani sürecin gerçekleştirildiği koşullardan kaynaklanabilir. Buna dışsal değişkenlik denir.
- Çıktının değişkenliği, fonksiyonlar için girdi, önkoşul, kaynak, kontrol veya zaman sağlayan öncül fonksiyonların çıktısının değişkenliğinden kaynaklanabilir. Bu tip bağlantı, fonksiyonel rezonansın temelini oluşturmaktadır (Hollnagel, 2012),(Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

4.1.2.3 Fonksiyonlar arası rezonansın belirlenmesi

FRAM modeli, geriye dönük ve ileriye dönük olmak üzere çeşitli analiz türleri için kullanılabilir. Örneğin, büyük olasılıkla yanlış gittiği için fark edilen bir olayı anlamak için FRAM'in kullanıldığı bir durumda FRAM modeli, fonksiyonların nasıl birleştiğini belirleyerek ve fonksiyonların değişkenliğini tanımlayarak, belirli bir durumdaki sonucun, her şeyin yolunda gittiği diğer birçok durumdan neden farklı olduğunu anlamak için kullanılır (Hollnagel, 2012). FRAM modelinde farklı işlevler arasında bağlantılar vardır. Bu bağlantılar bazen sistem genelinde “yukarı akış ve aşağı akış bağlantıları” olarak adlandırılır. Bir bütün olarak düşünüldüğünde, bağlantılar ve bu bağlantılarla bağlı fonksiyonlar, sistem genelinde performanslarda arzu edilen veya istenmeyen “değişkenliğe” destek sağlayabilir (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).

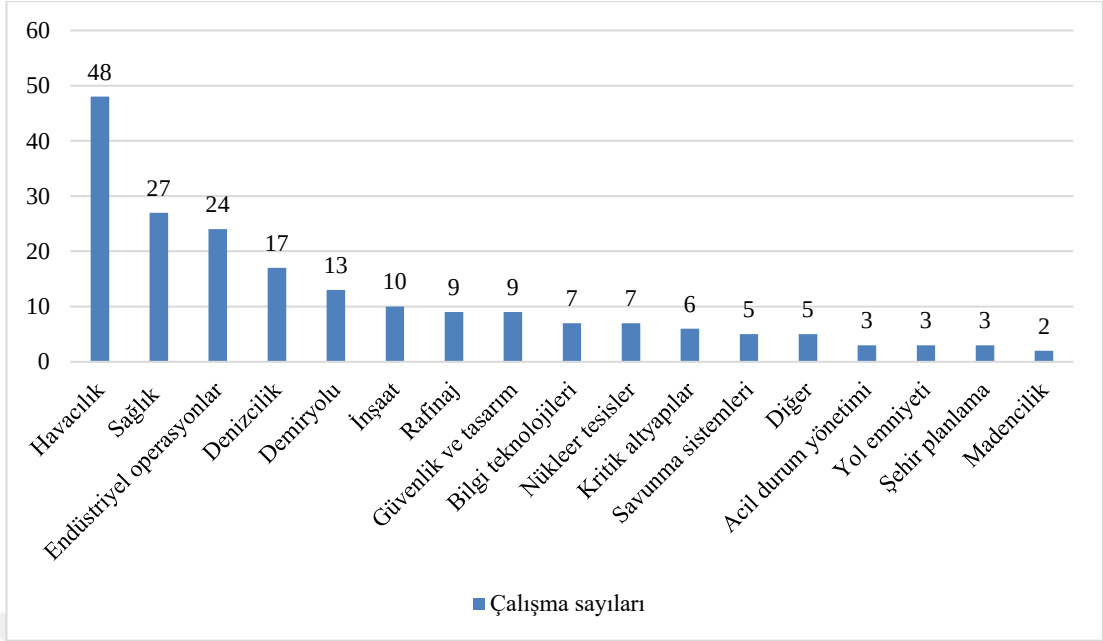
FRAM modelinde fonksiyonların tanımlanması, değişkenlerin belirlenmesi ve bağlantıların oluşturulması sonrasında, fonksiyonel rezonansın belirlenebilmesi için öncelikle çıktısı, kendinden sonra gelen fonksiyonları etkileyebilecek olan fonksiyonlara odaklanılır. Hangi fonksiyonun çıktısı değişkenliğe açık ve kendinden sonra gelen bir çok fonksiyonu da etkiliyorsa, bu fonksiyona kritik fonksiyon olarak bakılabilir. Süreçte bir veya birden fazla olabilecek kritik fonksiyonların çıktılarının değişkenliği sağlanarak, oluşabilecek yeni tabloda sonucun nasıl etkileneceğine manuel olarak bakılır. Birbirini adeta bir rezonans etkiyle değiştirebilecek fonksiyonlar için her bir sonuç alternatifi belirlenir ve süreçte istenen sonuca ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir.

4.1.2.4 Değişkenliğin nasıl izleneceğine ve yönetileceğine ilişkin öneriler geliştirilmesi

Bu adımda, fonksiyonel rezonansın belirlenmesiyle elde edilen sonuçların, analiz edilen süreçte neleri değiştirebileceği görülür ve bu değişiklikler için neler yapılabileceğine yönelik öneriler geliştirilir. Örneğin bir kaza sürecinin analizinde, kritik bir fonksiyonda meydana gelen değişkenlik kazanın sonucunu etkiliyorsa bu değişkenliğin sağlanabilmesi için nelerin gerektiği önerilebilir. Aynı şekilde bir süreç iyileştirme çalışması için FRAM modeli kullanılıyorsa ve sürecin içindeki fonksiyonların değişkenliği ile süreç istenen düzeye çekilebiliyorsa hangi fonksiyondaki değişikliğin süreci nasıl etkilediği belirlenmelidir.

4.1.3 FRAM yönteminin terminal elleçleme sürecine uygulanması

Fram yöntemi literatürde birçok alanda kullanılmıştır. 2006-2019 yılları arasında literatürde 193 çalışma yapılmış olup konularına göre çalışma sayıları Şekil 4.2’de gösterilmiştir (Patriarca, ve diğ, 2020). Bunlardan bazıları; sağlık alanında cerrahi riskin ölçülmesi (Cheng ve diğ, 2020), yazılım mühendisliği alanında karmaşık sistemler için yazılım gereksinimlerini belirleme (de Carvalho ve diğ, 2021), açık deniz sondaj platformlarındaki insan faktörü ve teknik olmayan yetenekleri belirleme (Franca ve diğ, 2021), denizcilikte kaza analizleri (Praetorius ve diğ, 2011), (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021), havacılıkta kaza analizleri (de Carvalho, 2011), endüstriyel operasyonlarda insan davranışlarının kazalara etkisinin gözlenmesi (Komatsubara, 2016), rafınaj sektörü kazaları (Yousefi ve diğ, 2019) olarak belirtilebilir (Patriarca ve diğ, 2020). FRAM'in denizcilik sektöründeki ilk uygulaması 2011 yılında yapılmış olup (Praetorius ve diğ, 2011), Herald of Free Enterprise gemisinin kaza analizi makale olarak çalışılmıştır (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021). Denizcilik alanında yapılan kaza analizlerinden olan çalışmalarında Salihoğlu ve Bal Beşikçi (2021), büyük miktarda petrol sızıntısına neden olarak bir çevre felaketi haline gelen Prestige gemi kazasını FRAM yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada analiz sonuçları üzerinden kazanın altında yatan olayların değişkenlikleri belirlenmeye çalışılmış ve bunların incelenmesine yönelik öneriler sunulmuştur (Salihoğlu ve Bal Beşikçi, 2021).



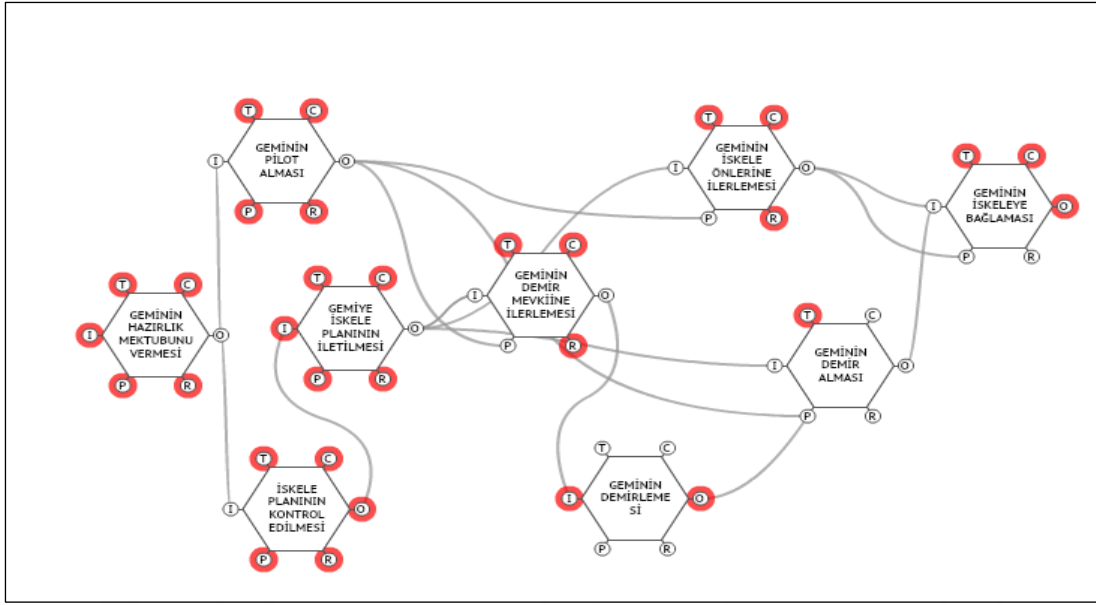
Şekil 4.2: FRAM kullanılan literatürdeki çalışmalar

Literatürde birçok farklı alanda FRAM kullanılan çalışma olmasına rağmen denizcilik alanında terminallerdeki elleçleme sürecine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu açıdan tez çalışması kapsamında terminal operasyonlarında süreç iyileştirme amacıyla FRAM kullanılması ilk olup literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Terminal verileri incelenirken, süreçlerin daha ayrıntılı analiz edilebilmesi ve daha anlaşılır hale getirilebilmesi maksadıyla elleçleme süreci bölümlere ayrılmıştı. FRAM modeli oluşturulurken de elleçleme süreci; gemi geliş-demir süreci, elleçlemeye hazırlık süreci, yükün elleçlenmesi süreci, elleçleme sonrası işlemler ve iskeleden ayrılış süreci olarak dört grup halinde incelenmiştir.

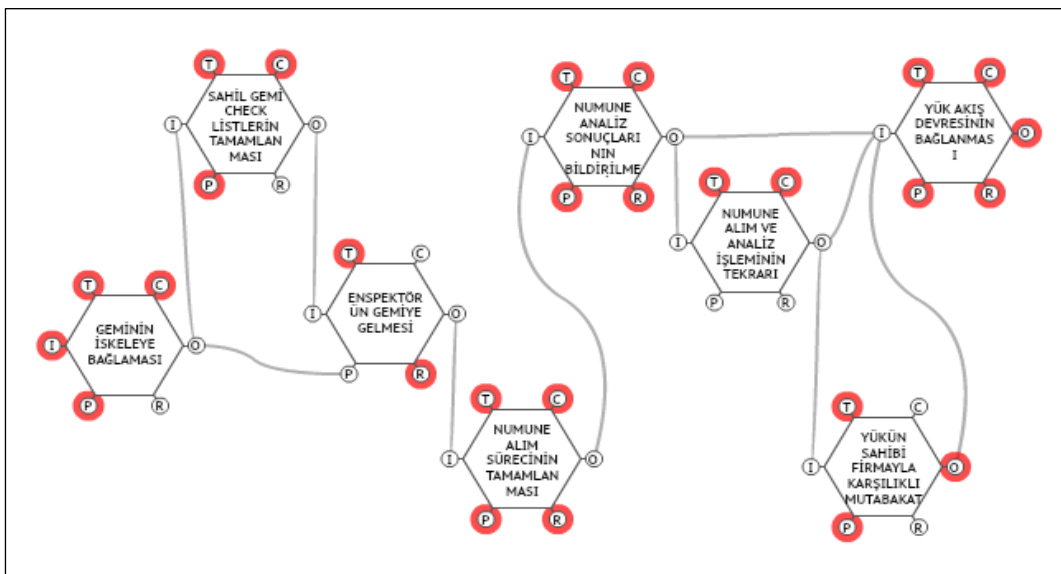
Şekil 4.3'te gemi geliş ve demir süreci modellenmiş olup, dokuz fonksiyondan oluşmaktadır. Süreçte, geminin hazırlık mektubunu (NOR) iletmesinden iskeleye yanaşmasına kadar geçen periyottaki olaylar bulunmaktadır.

“Gemiye iskele planının iletilmesi” ve “Geminin pilot alması” fonksiyonlarının bağlantı sayıları açısından kendinden sonraki fonksiyonların esnekliğini daha fazla etkilediği görülmektedir.



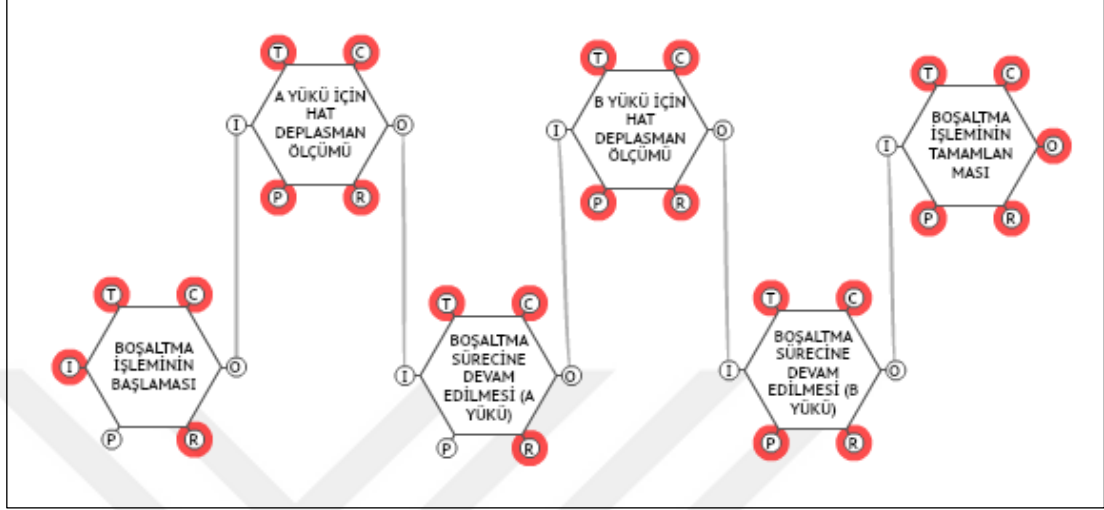
Şekil 4.3: Gemi geliş ve demir dürecinin FRAM modeli.

Şekil 4.4'te elleçleme öncesi hazırlık süreci sekiz fonksiyonla modellenmiştir. Geminin iskeleye bağlanmasıyla başlayan süreç, yük akış kolu devresinin (dolum kolunun) bağlanmasıyla sonlanmaktadır. Yükten alınan numunenin istenen spektlerin dışında çıkması durumunda numune alım ve analiz süreçleri tekrarlanmakta ve aynı olumsuz sonuç tekrarlanırsa yük sahibi ile terminal arasında mutabakat sağlanması beklenmektedir. Bu durum da kendinden sonraki fonksiyonların gerçekleşmesini bekletici yönde etki sağlamaktadır.



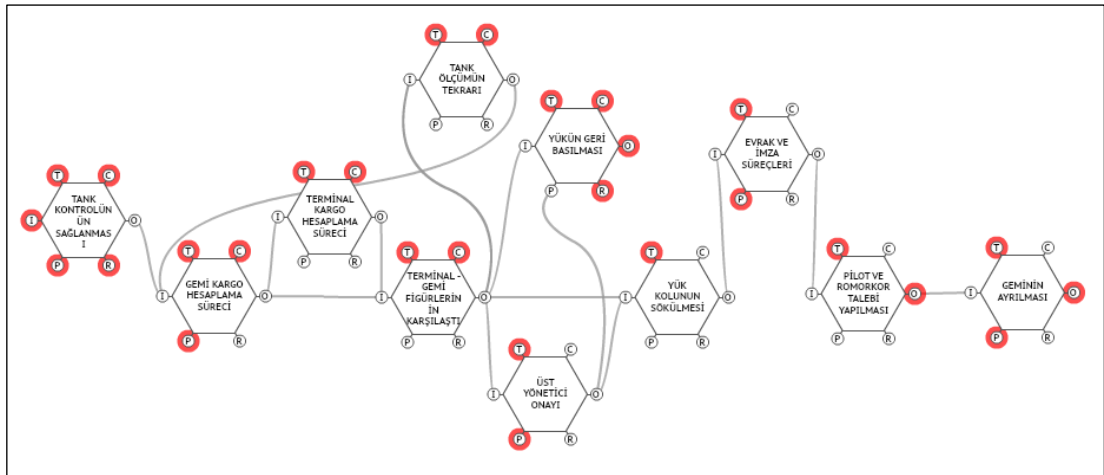
Şekil 4.4: Elleçleme öncesi hazırlık süreci FRAM modeli.

Şekil 4.5'te iki farklı türde kargo taşıyan bir tankerin boşaltma süreci altı fonksiyonla modellenmiştir. Süreç sadece, yükün pompalar vasıtasıyla gemiden sahil tanklarına aktarılmasını içerdiğinden, model oldukça yalın görünmektedir. Kargo türü ikiden fazla olduğunda fonksiyon sayısı da artacaktır.



Şekil 4.5: Boşaltma süreci FRAM modeli.

Boşaltma sürecini tamamlamış bir tankere uygulanan işlemler on bir fonksiyonda modellenmiştir. Süreç tank kontrollerinin sağlanmasıyla başlayıp, geminin ayrılışı ile tamamlanmaktadır. Bağlantı sayısının çok olması nedeniyle terminalle gemi figürlerinin karşılaştırılması fonksiyonu kritik durumda gözükmektedir. Bu fonksiyonun çıktısında fire olması durumunda kendisinden sonraki işlemler aksamaktadır.



Şekil 4.6: Elleçleme sonrası işlemler ve geminin kalkışı FRAM modeli.

Dört bölüme ayrılmış her süreç için modelin fonksiyonlarının değişkenleri tanımlanmış ve bu değişkenlerin kendisinden sonraki fonksiyonları nasıl etkilediği gözlenmiştir. Çizelge 4.1’te gemi geliş ve demirleme sürecine ilişkin ilk 5 fonksiyona uygulanan değişkenlere göre alınan sonuçlar belirtilmiştir.

Çizelge 4.1: Fonksiyonların değişkenliğini gösterir tablo.

Fonksiyon	Değişken	Sonuç
F1	F1D1	Geminin hazırlık mektubunu daha erken vermesi
	F1D2	Geminin hazırlık mektubunu daha geç vermesi
F2	F2D1	Geminin pilotu erken alması
	F2D2	Geminin pilotu geç alması
	F2D3	Geminin pilotu daha doğuda alması
	F2D4	Geminin pilotu daha batıda alması
F3	F3D1	İskele planının hazır olmaması
	F3D2	İskele planının önceden hazırlanmış olması
F4	F4D1	Gemiye iskele planının daha önceden iletilmesi
	F4D2	Gemiye iskele planının daha sonradan iletilmesi
F5	F5D1	Geminin daha erken demirlemesi
	F5D2	Geminin daha geç demirlemesi
	F5D3	Geminin demirlememesi

F5D3 değişkenin tablodaki gibi sonuçlanabilmesi için, F4D1, F3D2, F2D1 ve F1D1 değişkenlerinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu değişkenlerin hangi koşullarda gerçekleşebileceği üzerine hem terminalin lojistik, planlama ve deniz dolum birimleriyle hem de terminalin zaman bazlı kirasındaki gemi işleten firma yetkilileriyle çevrimiçi toplantılar ve yüzyüze mülakatlar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda A terminalinde demire alma prosedürü oluşturularak uygulanmaya başlanmıştır. Sonuç olarak, FRAM kullanılarak yapılan analiz ve oluşturulan prosedürle, gemilerin iskeleye yanaşması öncesinde demirde kalma nedeniyle oluşabilecek masrafları azaltılmıştır.

4.2. Demire Alma Prosedürü

Terminallere yanaşacak olan tankerlerin demire alınma sayıları incelediğinde; terminalin zaman bazlı kirasındaki firma tankerlerinin, A terminaline ait seferlerinden %31.45’inin 4 saatin altında kalan demirlemelerden oluştuğu Çizelge 4.2’den

görülmüştür. Deniz dolum ünitesinden alınan bilgilere göre, kısa süreli gerçekleşen bu demirlemelerin, iskele programının ilgili departman tarafından iletilmemiş olması, terminal içi departmanlar arası iletişim kopukluğu ve iskelenin o an için müsait olmaması gibi nedenlerden oluştuğu öğrenilmiştir.

Çizelge 4.2: Yanaşma öncesi demire yönlendirilen tankerlerle ilgili bilgiler.

Kriterler	A Terminali	B Terminali
İncelenen gemi sayısı	316	145
Demirleyen gemi sayısı	124	88
4 saatin altında demirleyen gemi sayısı	39	14
4 saatin altında demir süresi ortalaması	1:29	1:23
4 saatin altında demirleme yüzdesi	31.45%	15.90%

Oluşan bu kısa süreli demirlemeler nedeniyle ekstra kılavuzluk maliyeti oluşmakta olup, 2019 yılı verilerine göre bu maliyet yaklaşık 10.000\$ civarındadır. FRAM modelinden çıkan sonucun uygulanabilmesi için, iskele programının gemiye daha erken iletilmesi gerekmektedir. Konuyla ilgili terminalin lojistik, planlama, deniz dolum birimleri ve terminalin zaman bazlı kirasındaki gemi işleten firma yetkilileriyle çevrimiçi toplantılar ve yüzyüze mülakatlar yapılmıştır. Yapılan toplantılar sonucunda tankerlerin kısa süreli demirlemelerin önüne geçilmesi için oluşturulan demire alma prosedürüne göre:

1. Terminalin kirasında bulunan gemilerin A terminali için ilettiği ETA noktasına ulaşmasına yaklaşık olarak 4 saat kaldığında (geminin yanaşma veya demirleme için kılavuz alacağı nokta) otomatik gemi takip sistemi üzerinden oluşturulan bir alarm mailiyle geminin konumu terminalin deniz dolum ünitesi ve belirlenen yöneticilere bildirilir.
2. Deniz dolum ünitesi çalışanı tarafından iskele programına bakılır. Eğer iskelenin programı müsait ve gemi demiretilmeden yanaşacaksa herhangi bir aksiyon alınmaz.
3. İskelenin programı belli değilse ilgili planlama veya satış birimine ulaşarak plan öğrenilmeye çalışılır.
4. İskele, geminin ETA'sı sonrası 2 saat içinde müsait değil ancak ETA sonrası 6 saat içinde müsait olacaksa, gemi işleten firmanın gemi operasyon birimiyle irtibata geçerek iskelenin müsait olacağı saat bildirilir.

5. Gemi operasyon birimi yetkilisi tarafından geminin demirlemeden yanaştırılabileceği muhtemel saat gemiye iletilerek, ETA'sını yeni saate göre ayarlayacak şekilde hız kesmesi istenir.
6. Gemi ETA'sını güncelleyerek pilot alma mevkiinde iskele ile telsiz irtibatına geçer.

Demire alma prosedürünün uygulamaya alınabilmesi için öncelikle süreçte görev sahibi olan paydaşlarla çevrimiçi görüşmeler yapılmış, prosedürün nasıl uygulanacağı aktarılmış, süreçle ilgili çekinceler giderilmiş ve prosedür, işlem sırası açısından yukarıda belirtilen halini almıştır. Ek pilotaj maliyetinin A terminalinde olması nedeniyle prosedürün işletilmesine A terminalinden başlanmıştır. Şubat 2021 'de uygulamaya alınan prosedür, 2021 sonuna kadar prosedür 7 kere uygulanmış olup, gemiler ETA'larını güncelleyerek hiç demire gitmeden iskeleye yanaştırılmıştır. Bu sayede 30.000 TL'den fazla tasarruf sağlanmıştır.

Çizelge 4.3: Demire alma prosedürü sonuç tablosu.

	15 Şubat- 15 Haziran 2019	15 Şubat – 15 Haziran 2021
4 saatten az demirde kalan tanker sayısı (adet)	7	0
Demire giden tanker sayı (adet)	77	21
Tankerlerin ortalama demir süresi (saat:dakika)	58:48	32:26

Çizelge 4.3'te A terminalinde verilerin incelendiği 2019 yılının belirli dönemiyle, demire alma prosedürünün uygulandığı 2021 yılının Şubat - Haziran arası dönemi karşılaştırılmıştır. Demire alma prosedürü sayesinde 2021'in 4 aylık döneminde demire giden 21 gemiden hiç biri 4 saatin altında demirde kalmamıştır. Eğer prosedür işletilmemiş olsaydı 3 gemi 4 saatin altında demirde kalacaktı. Her ne kadar 2019 yılına göre 2021 yılındaki gemi trafiği az olsa da ortalama demir sürelerindeki düşüş ve devreye alınan demire alma prosedürünün yarattığı tasarruf, tez çalışmasının uygulamaya dönüşüp, maddi karşılık bulması açısından oldukça önemlidir. Ek olarak terminalin bağlı olduğu şirket ile terminalin kirasındaki gemi işleten firma arasında sadece iletişim kanallarının daha iyi kullanılarak, süreç iyileştirmesi yapılmış ve uygulama tez kapsamında tasarruf edilen ilk alan olmuştur.

4.3. İskele Yönetim Sistemi

Terminal çalışanlarına yapılan anketler ve deniz dolum ünitesi çalışanlarından alınan geri bildirimlerde, tankerlerin elleçlenmesi sürecinde bir çok farklı departmandan çalışanın süreçle ilgili bilgi sahibi olmak için deniz dolum ünitesini telefonla aradığı ve bunun iş süreçlerini verimsizleştirdiği bilgisi alınmıştır. Tankerlerin elleçlenme sürecinin hangi aşamada olduğunu belirten bir web sayfası yada program yapılmasının günde 100'den fazla kez gerçekleştirilen telefon trafiğini rahatlatacağı değerlendirilmiştir.

Bahse konu düşüncenin terminaldeki satış departmanınca projelendirildiği ve çalışmaların devam ettiği öğrenilmiştir. İskelelerdeki gemilerin durumu hakkında anlık bilgi alınabilecek ve geçmişe yönelik bazı elleçleme istatistiklerinin görülebileceği bu program sayesinde bazı performans göstergelerine de ulaşılabilir olacaktır. Ek olarak bahse konu program aracılığıyla iskelelere gemilerin optimum şekilde yerleştirilmesi de sağlanabilecek ve iskele planları görülebilecektir. İskele Yönetim Sistemi adındaki programın geliştirilmesi için tez kapsamında elde edilen veriler paylaşılmış ve projenin gelişimi için görüş sunularak katkı sağlanmıştır.

4.4. Erken Kalkış Prosedürü

Terminallere gelen ithal yükü yada terminallerden yüklenecek ihraç yükü taşıyan tankerler için terminal tarafından ödenen sürastarya miktarlarının oldukça yüksek miktarlarda olduğu, terminalin ticaret departmanı ile yapılan görüşmede öğrenilmiştir. Yıllara göre sadece iskele sırası nedeniyle ödenen sürastarya miktarları bazı yıllarda 500,000\$' ı aşan miktarları bulmuştur. Hem ödenen sürastarya miktarını düşürmek için hem de COVID-19 salgınında kişiler arası temasın azaltılması amacıyla alınan tedbirlerden faydalanarak, boşaltma / yükleme işlemleri sonrası yapılan evrak imza süreçlerinin kısaltılması amaçlanmıştır.

Terminallerin bağlı olduğu şirketin ticaret ofisi yetkilileriyle birlikte koordine kurularak terminallerden ihraç edilen ve terminal sorumluluğunda taşınan yüklerde müşterilerden uygunluk alınarak erken kalkış prosedürü uygulanmasına karar verilmiştir.

Erken kalkış prosedürü: yüklemenin tamamlanmasıyla birlikte tanker ve sahil arasında miktar mutabakatı sağlandıktan sonra tankerin yükleme evraklarını (*ing.bill of lading*)

beklemeden terminalden ayrılmasını ifade eder. Bu prosedür aşağıda belirtilen işlem adımları izlenerek uygulanmıştır.

1. Miktar mütabakatı sağlandıktan sonra tanker tarafından kılavuz kaptan ve romörkör isteğinde bulunulur.
2. Kaptanın acentayı yetkilendirmesi ile yükleme evrakları kaptan adına acenta tarafından imzalanır.
3. Yetkilendirilen acenta imzlanmış evrakların taranmış nüshalarını gemiye mail olarak iletir.

Bu prosedürün uygulanması hem gemi kaptanının hem de yük sahibinin olur vermesi ile mümkündür. Erken kalkış prosedürünün benzerlerinin özellikle koronavirüs salgını ile mücadele kapsamında gemi çalışanlarıyla teması azaltmaya yönelik tedbirler kapsamında bazı terminalerde zorunlu olarak ta uygulandığına dair geri bildirimler terminalin ticaret departmanından öğrenilmiştir.

Çizelge 4.4: Erken kalkış prosedürünün tasarruf miktarları.

	A Terminali	B Terminali
Uygulanan Sefer Sayısı	6	4
Tasarruf edilen ortalama zaman	1 saat 53 dakika	2 saat 51 dakika
Tasarruf edilen toplam sürastarya miktarı (\$)	9,000\$	9,100 \$

Erken kalkış prosedürü devreye alındıktan sonra geride kalan yaklaşık 6 aylık dönemde 10 kez uygulanmıştır. Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere erken kalkış prosedürü ile A terminalinde ortalama 1 saat 53 dakika, B terminalinde ise 2 saat 52 dakika tasarruf sağlanmıştır. Zamandan sağlanan bu tasarrufların sürastarya miktarlarına yansıyan bölümü ise 18,100\$ olmuştur.

Temmuz – Aralık 2021 döneminde ise erken kalkış prosedürü 25 kez daha uygulanmış olup, bu dönemde elde edilen tasarruf yaklaşık 32,000\$ olmuştur.

4.5. Evrak İşlemlerinin Yalınlaştırılması Uygulaması

Erken kalkış prosedürünün olumlu sonuç vermesiyle bu prosedürün benzerinin terminalin zaman bazlı kirasındaki gemilere de uygulanması gündeme gelmiş ve bu

konuyla ilgili hem terminal hem de terminalin zaman bazlı kirasındaki gemi işleten firma yetkilileriyle görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda aşağıda 6 adımda gösterilen süreç tasarlanmıştır.

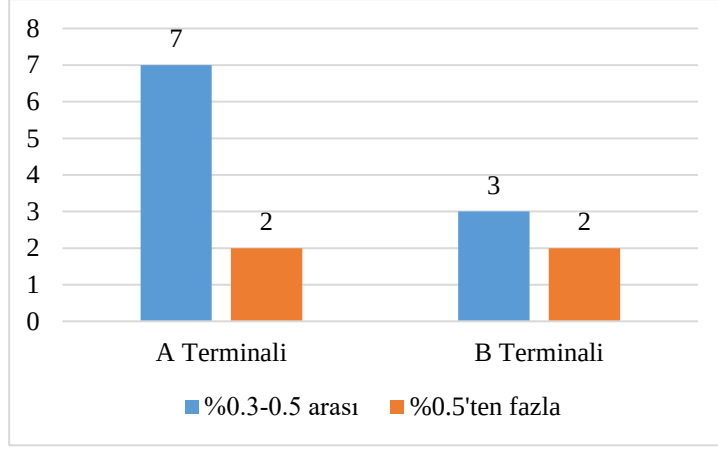
1. Yükleme tamamlandıktan sonra ölçü ve numune işlemleri başlar,
2. Tanker figürü hesaplandıktan sonra enspektör hesaplanan miktarı terminale bildirir
3. 3. adım sonrası acente de gemide kabotaj beyannamesi ile hazır bulunur.
4. Sahil figürleri e-mail yoluyla terminal deniz dolum ünitesi tarafından gemiye ve acenteye yollanır.
5. Gemi hesaplamanın bitiş saatini referans alarak 1.5 saat sonrasına kılavuz kaptan talebinde bulunur.
6. Kabotaj beyannamesi düzenlenir ve en hızlı şekilde evrak işlemleri tamamlanıp, fatura beklemeden tanker iskeleden ayrılır.

Evrak imza süreçlerinin yalınlaştırması uygulaması 2020 yılının sonlarında B terminali ile başlamış, 2021 yılında A terminalinde de devreye alınmıştır. Uygulama öncesi döneme göre 2 saate yakın tasarruf gözleendiği 2021 yılı ilk altı ayındaki toplam tasarruf miktarı gemilerin saatlik kira bedeli üzerinden hesaplanmış ve yaklaşık 35,000\$ olarak belirlenmiştir. Temmuz- Aralık 2021 arası dönemde ise 26 seferde daha evrak süreçleri hızlandırılmış ve toplam 45,000\$ tasarruf sağlanmıştır. Böylece evrak süreçlerinin yalınlaştırılmasıyla 2021 yılında yaklaşık olarak 80,000\$ tasarruf sağlanmıştır.

4.6. Fire süreciyle ilgili inceleme ve iyileştirmeler

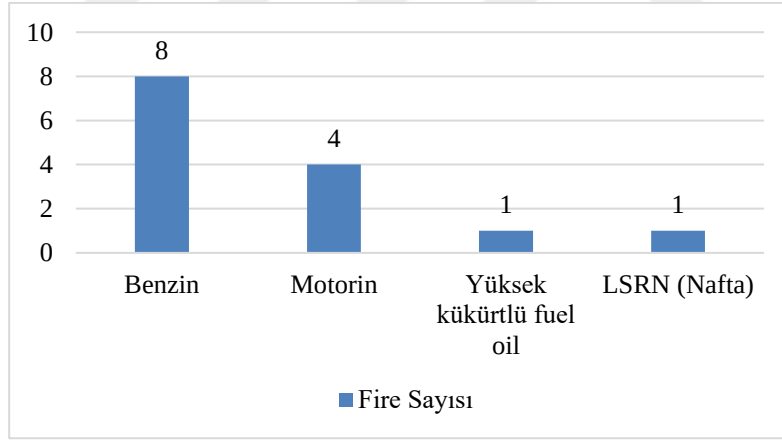
2019 yılında terminallerin zaman bazlı kirasındaki gemilerin 441 seferine ilişkin yapılan incelemede 14 seferde limit dışı (%0.3'den fazla) fire olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen firelerin oranlarına göre terminallere dağılımı Terminallerin fire oluştuğunda yapılacaklara ilişkin ortak bir fire standardı bulunmaktadır. Bu standarda göre %0.3 ile %0.5 arasında olan fireler için yapılacaklar daha basit aksiyonlarla yönetilebilecekken %0.5'in üzerinde çıkan firelerde üst yönetici onayı aranmakta ve mal sahibi şirketle anlaşılabilmesi durumunda yükün geri basılması gündeme gelebilecektir.

'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7: Fire oranlarının terminallere göre dağılımı.

Terminallerin fire oluştuğunda yapılacaklara ilişkin ortak bir fire standardı bulunmaktadır. Bu standarda göre %0.3 ile %0.5 arasında olan fireler için yapılacaklar daha basit aksiyonlarla yönetilebilecekken %0.5'in üzerinde çıkan firelerde üst yönetici onayı aranmakta ve mal sahibi şirketle anlaşılabilmesi durumunda yükün geri basılması gündeme gelebilecektir.



Şekil 4.8: Ürünlere göre firenin dağılımı.

Ürün bazlı yapılan fire incelemeleri Şekil 4.8'de belirtilmiş olup, buna göre en çok benzin yükleme yerlerinde fire oluştuğu gözlenmiştir. Terminallerin iskelelerine son yıllarda koyduğu ve ciddi yatırım maliyeti oluşturan sayaçlar incelenmiş fakat sayaçlarla ilgili herhangi bir sorun tespit edilmemiştir. Sayaçların kalibrasyonları düzenli olarak yapılmaktadır.

Hat deplasmanı uygulaması firenin oluşmasını engellemeye yönelik olarak gemiden sahile ya da sahilden gemiye aktarılan yükün miktarının kontrolünün yapıldığı

uygulamadır. Bu uygulamada sahil miktarı ile gemi miktarı birbiriyle kıyaslanarak boru hattında boşluk olup olmadığı ölçülmektedir. A terminalinden, B terminaline ya da tam tersi güzergahta yapılan taşımalarda yükün sahibi terminallerin bağlı olduğu şirkettir. Yükün sahibinin aynı olması nedeniyle terminaller arası taşımalarda hat deplasmanı uygulamasının kaldırılmasının herhangi bir sorun yaratmayacağı düşüncesiyle ve elleçleme sürecini kısaltmak amacıyla hat deplasmanı uygulamasının kaldırılması düşünülmüştür. Bunun için terminaller arası taşımalardaki fire sayısı kontrol edilmiş ve 2 kez limit dışı fire olduğu gözlenmiştir. Bu veriler terminallerin üst yöneticilerine sunulmuş ancak hat deplasmanı uygulamasının kaldırılmasına yönelik bir karar alınmamıştır.

Firenin yıl içerisinde çok fazla oluşmaması nedeniyle, fire oluştuğunda yapılacaklar, çalışanlar tarafından unutulabilmektedir. Bu sebeple belirli aralıklarla fire tatbikatlarının yapılmasının fayda sağlayacağı terminal yöneticilerine iletilmiştir. Ek olarak fire tespiti için yapılan ölçü alma işlemi ve hesaplama sürecinin en fazla iki kez tekrar edilmesinin muhtemel zaman kayıplarını engelleyeceği görüşü de iletilmiştir.

4.7. Veri Kayıt Ekranının Düzenlenmesi

Tez çalışması kapsamında terminallerdeki elleçleme süreçlerini analiz edebilmek için, terminallerin dijital olarak veritabanı üzerinde kayıtlı tuttuğu sistem üzerinden zaman olaylar cetveli verileri çekilmiştir. Ancak bu verilerde tankerlerin elleçleme süresi içerisinde gerçekleşen olaylara ve süreçlere ilişkin bazı kayıtların tutulmadığı yada eksik tutulduğu gözlenmiştir. Bu da süreci analiz etmeyi zorlaştırmış olup, bazı eksik verili seferler çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Ayrıca elektronik olarak tutulan kayıtlarda geçen olayların kronolojik olarak sıralanmadığı görülmüştür. Tüm bunlar geçmişe yönelik veri analizini zorlaştırmıştır.

Veri analizini kolaylaştırmak, elleçleme sürecini bölümler halinde inceleyerek ortalama süreler belirlemek, elleçleme süreci içerisinde yer alan olayları kronolojik olarak sıralamak ve olası veri kayıplarının önüne geçebilmek için bahse konu veri giriş ekranında iyileştirme yapılmıştır. Yeni oluşturulan ekrana ait görseller Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da belirtilmiştir.

Gemi Gelişi	01.06.2021 20:30	Demirde veya İskelede Numune Alımı	☒ yok ☐ var başladı bitti
Nor verildi	03.06.2021 14:12		
Gemi Demirledi	02.06.2021 15:48		
Gemi Yanıma Çağrıldı			
Pilot varışı	03.06.2021 18:48	Hat Deplasmanı	bağladı bitti
Demirden Hareket	02.06.2021 15:48	1 ☐ yok ☒ var 03.06.2021 23:30 04.06.2021 00:24	
İlk halat sahilde	03.06.2021 19:12	Açıklama	MOTORİN
Gemi İskeleyle bağlandı	03.06.2021 19:48	2 ☐ yok ☒ var 04.06.2021 12:42 04.06.2021 13:42	
NOR kabul	03.06.2021 19:48	Açıklama	K. BENZİN 95 OKTAN
Merdiven verildi	03.06.2021 19:54	3 ☒ yok ☐ var	
GÜmrük Müsadesi		Açıklama	
Hortum bağlandı	03.06.2021 20:06	First Foot	bağladı bitti
Tahliye / Yükleme Öncesi Tank Kontrolü Başladı	03.06.2021 21:06	1 ☐ yok ☒ var 03.06.2021 23:30 04.06.2021 02:42	
Tahliye / Yükleme Öncesi Tank Kontrolü Bitti	03.06.2021 21:30	Açıklama	MOTORİN
Tahliye / Yükleme başladı	03.06.2021 22:00	2 ☐ yok ☒ var 04.06.2021 12:42 04.06.2021 17:42	
Tahliye / Yükleme bitti	05.06.2021 08:42	Açıklama	K. BENZİN 95 OKTAN
Hortum söküldü	05.06.2021 09:18	3 ☒ yok ☐ var	
Tahliye / Yükleme Sonrası Tank Kontrolü Başladı	05.06.2021 08:48	Açıklama	
Tahliye / Yükleme Sonrası Tank Kontrolü Bitti	05.06.2021 10:06	SLOP	☐ yok ☒ var başladı bitti
Tahliye / Yükleme Sonrası Hesaplamalar Bitti	05.06.2021 11:18		03.06.2021 20:12 03.06.2021 21:00
Evraklar verildi	05.06.2021 15:00		
Gemi İskeleden ayrıldı			

İno	Servis	Servis adı	Miktar	İbrm	Alım yeri	Gckm.Sr.	Gckm.Srns.
1	HP0053	Slop	61,300	M3	KARADA	0	
2	HP0060	Çöp (GARBAGE)	0,300	M3	KARADA	0	

Şekil 4.9: Yeni tasarlanan veri kayıt ekranına ait görsel.

Geçen süre	
Manevra Süresi	1sa
Operasyon Öncesi Enspektörün Harcadığı Zaman	1sa42dk
Yükleme / Tahliye Öncesi Hazırlık	2sa12dk
SLOP Süresi	48dk
Hat Deplasmanı 1 geçen süre	
Hat Deplasmanı 2 geçen süre	
Hat Deplasmanı 3 geçen süre	
First Foot 1 geçen süre	
First Foot 2 geçen süre	
First Foot 3 geçen süre	
Operasyon Sonrası Enspektörün Harcadığı Zaman	1sa24dk
Evrak Süresi	1sa12dk
Yükleme / Tahliye Süresi Sonrası Süre	2sa36dk
Evrak Verilme Sonrası İskeleden Ayrılma Süresi	3sa42dk
Demir Süresi	4sa36dk
Yükleme / Tahliye Süresi	1Gün10sa42dk
İskele Süresi	1Gün19sa12dk
Toplam Süre	1Gün23sa48dk
Ton Başına Düşen Yükleme / Tahliye Hızı	5dk

Şekil 4.10: Yeni tasarlanan veri kayıt ekranı rapor bölümü.

Yeni düzende:

- Numune alım süreçlerine ilişkin detay bilgi girilmesi için satır açılmış,
- Hat deplasmanı sürecine ilişkin satır açılmış,
- First foot alanına ilişkin satır açılmış ve bu satırlara bilgi girilmesi zorunlu hale getirilmiş,
- Yüklemeyle ilişkin kalemler ana ekrana taşınmış,

- Elleçleme sürecinde gerçekleşen olayların ne kadar sürdüğüne dair rapor ekranı geliştirilmiştir.

Böylece tez çalışması sonrasındaki dönemde de elleçleme sürecine ilişkin bilgiler daha hızlı ve kolay elde edilebilir hale gelmiştir.

4.8. Tankerlerin Kendi Sevk Sistemlerinde Kullandığı Yakıtın Kargo Yükleme Esnasında Alınması

Terminallerin zaman bazlı kirasında bulunan tankerlerin kendi sevk sistemlerinde kullanacağı yakıtlar, tankerlerin elleçlenme süreci tamamlandıktan sonra yüklenmektedir. Anket sonuçlarında da belirtilen bu işlemin iskele meşguliyetini arttırdığını ve tankerlerin ayrılışını geciktirdiği öğrenilmiştir. Yakıt alım faaliyetinin kargo yükleme esnasında yapılması durumunda elde edilecek tasarruf potansiyeli Çizelge 4.5’de sunulmuş olup, yıllık tasarruf miktarı 280,000\$’dır.

Çizelge 4.5: Tanker yakıtının kargo yüklemeyle eş zamanlı alınmasının tasarrufu.

Tanker No.	Yıllık ikmal adedi	Bir ikmal için gereken süre (saat)	İkmal sonrası evrak işlem süresi (saat)	Tasarruf edilen süre toplamı (saat)
1	8	3,8	1,2	40
2	4	3,8	1,2	20
3	11	3,8	1,2	55
4	8	3,8	1,2	40
5	9	2,7	1,2	35.1
6	6	5,0	1,2	37.2
7	10	3,8	1,2	50
8	7	3,3	1,2	31.5
9	9	3,3	1,2	40.5
10	9	3,8	1,2	45
11	12	3,3	1,2	54
Tasarruf edilen toplam saat				448.3
Toplam tasarruf miktarı				280,000 \$

Hesaplanan tasarrufun gerçekleşebilmesi için, dolum kolu ile tankerlere yükleme yapılırken aynı zamanda 4” lik hortumla gemiye yakıt verilmesi gerekmektedir. Bunun için A terminali deniz dolum departmanı yöneticileriyle çevrimiçi bir görüşme yapılmış ve mevcut iskelelerin ikisinde hortum çıkışı yapılmasının mümkün olmadığı,

hortum çıkışı yapılabilecek olan iskeleden ise tankerin yakıt girişine ulaşılabilmesi için 3 boy hortum gerektiği öğrenilmiştir. Hortumların birbirine bağlanmasıyla hortum rekorları arasında yakıt kaçağı olabilme ihtimali olduğundan hortumla yakıt yüklemesi uygun bulunmamıştır.

B terminalinde aynı konuyla ilgili yapılan toplantıda ise terminalin deniz dolum ünitesi ve teknik emniyet birimi yetkilileriyle görüşülmüştür. Toplantıda terminaldeki mevcut hortumların kullanımının bu işlem için gerekli sertifikasyonu sağlayamadığı, makaralı sisteme sahip bir hortum tedarik edilirse, kargo yüklemesi yapılırken tanker yakıtı da verilebileceği öğrenilmiştir. Terminal yetkilileri yeni tedarik konusuyla ilgili proje oluşturulacağını beyan etmişlerdir.



5. SİMÜLASYON MODELİ UYGULAMASI

Terminallerdeki elleçleme sürecini modelleyebilmek için Arena simülasyon programından faydalanılmıştır. Program aracılığıyla A terminaline ait tanker gelişleri ve demirleme süreciyle, iskelelere yanaşma sonrası elleçleme süreci modellenmiştir.

5.1. Simülasyon Modelinin Kapsamı

Dünya’da ki sıvı dökme yük terminallerinde elleçleme miktarları üzerinden yapılan analize göre sıvı dökme yük oldukça önemli konumdadır. Bu durum Türkiye’de de benzer durumdadır. Sıvı dökme yük terminallerindeki elleçleme verimliliğinin artırılması hem ülke denizciliğine hem de milli ekonomiye oldukça katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada sıvı dökme yük terminallerindeki elleçleme sürecinin iyileştirmesine yönelik bazı analizler yapılmış ve devreye alınan uygulamalar aracılığıyla elleçleme süreleri azaltılıp verimlilik artışı sağlanarak direkt olarak maliyete etki eden kazanımlar elde edilmiştir.

Elleçleme süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik SIMAN simülasyon dili tabanlı olan, ARENA simülasyon programı kullanılarak bir liamn modeli tasarlanmıştır. Tez kapsamında incelenen sıvı dökme yük terminallerinden elde edilen veriler, modelin geçerlilik / güvenilirlik analizleri için kullanılmıştır. Ayrıca geliştirilen modelin dünyadaki benzer sıvı dökme yük elleçleyen terminallere uygulanabilecek şekilde esnek olması da hedeflenmiştir (Esmer, 2009). Araştırmanın terminalin yatırım planı için karar destek açısından katkı sağlayacağı da değerlendirilmektedir.

5.2. Simülasyon Modelinin Problemi

Sıvı dökme yük tankerlerinin elleçlenmesinde 2. ve 3.bölümlerde ayrıntılı olarak aktarılan problemler aşağıda özetle belirtilmiştir. Bunlar:

- İskeleye yanaşacak gemilerin çeşitli sebeplerle demirde uzun süre bekletilmesi,
- İskele planlamasının optimal yapılmaması,
- Tankerlerin iskeleye yanaştıktan sonraki süreçlerin yavaş ilerlemesi,
- İskelede gerçekleşen süreçler arası gereksiz beklemler yaşanması,
- Kaynakların optimal yönetilememesi,
- Tanımsız süreçlerin bulunması,

- Süreçlerin performans göstergeleriyle takip edilmemesi, olarak sıralanabilir.

Görüldüğü üzere sıvı dökme yük terminallerinde çok sayıda alt süreç, hassasiyetle ve kapsamlı bakış açısıyla yönetilmelidir. Proaktif öncelik tabanlı yönetim şekli ve süreçlerin performans göstergeleriyle takibi büyük önem arz etmektedir.

Terminal operasyonlarının karmasıklığı nedeniyle süreçlerin bilgisayar simülasyonu kullanılarak analiz edilmesi verimlilik ve süreç iyileştirmesi açısından kolaylık sağlamaktadır.

5.3. Modelin Ana Kütlesi

Simülasyon uygulamasının ana kütlesini A ve B terminalleri oluşturmaktadır. Terminallerle yapılan gizlilik anlaşması nedeniyle gemi ve terminal isimleri saklı tutulmuş olup, bazı ticari bilgiler anonimleştirilmiştir.

5.4. Veri Toplama Süreci

Çalışma kapsamında A ve B terminallerinin 2019 yılına ait verileri esas alınmıştır. COVID-19 döneminde getirilen kısıtlamaların, akaryakıt ürünlerine olan arzı düşürmesiyle, 2020 yılı itibarıyla terminallerin elleçleme miktarları da azalmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında 2019 yılı verileri dahil edilmiştir. Terminallerin elleçleme sürelerini içeren 1072 adet çizelgenin 339 adedinde veri kaybı bulunması ve bazı yanlış veriler bulunması nedeniyle bu çizelgeler tez kapsamından çıkarılmıştır. Geri kalan 733 çizelgeden tankerlerin yavaşma öncesi hazırlık mektubu verişinden ayrılışına kadar geçen sürede gerçekleşen proselere ilişkin süreler çıkarılmıştır. Bu veriler miniTab programı aracılığıyla normalleştirilerek ortalamaları bulunmuştur. Ayrıca elde edilen verilerin ARENA programı kullanılarak olasılık dağılımları da belirlenmiştir.

5.5. Simülasyon Uygulamasının Seçilmesi ve Genel Bilgiler

Literatürde yer alan ve simülasyon uygulaması kullanılarak yapılan çalışmalarda farklı simülasyon dillerinin kullanıldığı görülmüştür. AweSIM, EXTEND, SIMAN, Witness Software, Taylor II bu dillere örnek olarak verilebilir (Kelton ve diğ., 2003). Tez çalışması kapsamında kullanılmış olan simülasyon programı ARENA, SIMAN dilini kullanmaktadır. Arena bir üretim süreci yada herhangi bir lojistik sürecin

kullanılmasında sağladığı kolaylık, kuyruk modeli oluşturma ve süreçleri olası dağılımı tabanlı modelleyebilme açısından oldukça elverişli bir simülasyon programıdır. Bu özellikleriyle literatürde oldukça kullanılan bir yazılımdır.

Literatürde liman operasyonlarını geliştirmek amacıyla yapılan ilk çalışma Merkuryev ve diğ. (1998) tarafından Riga konteyner limanı ölçeğinde yapılmıştır. Daha sonra yine konteyner terminalleri için Tahar ve Husseyin (2000) tarafından yapılan çalışmada Kelang konteyner terminali ölçeğinde gemi ve rıhtım operasyonlarının modellenmesi yapılmıştır (Esmer, 2009). Panama Kanalı performans ölçümünü yaptıkları çalışmalarında Franzese ve diğ. (2004) ARENA yazılımını kullanmıştır. ARENA kullanılan başka bir çalışmada Kotachi ve diğ. (2013), taşıma modunun liman içerisinde değiştiği yani konteynerın boşaltıldıktan sonra tren yada tırlarla taşındığı bir intermodel sistemle çalışan limanı modellemişlerdir.

Tez çalışmasında A ve B terminallerinin yükleme periyodu modellenmiştir. Boşaltmada yükleme göre süreç açısından çok farklılık bulunmamakla birlikte kısaca farklılıklar;

- Enspektörün yükleme de boş tank sertifikası hazırlıyorken, boşaltmada mevcut yükün tespitine yönelik evrak düzenlenmesi,
- Yüklemede gemiden kısıtlanmadığı takdirde akış hızı terminalin pompaj kapasitesine bağlıken, boşaltmada sürecin geminin pompa kapasitesiyle ilgili olması,
- Yüklemede first foot analizi için bekleme olurken, boşaltmada gemiden alınan ilk numunenin sonucunun beklenmesi,
- Yüklemede sahil ve gemi ölçüsü kıyaslanırken, boşaltmada geminin gelişinde ölçülen miktarla, sahil ölçüsü kıyaslanmaktadır.

Yukarıda belirtilen farklılıklar nedeniyle işlem sürelerinde değişiklikler olabilmekle birlikte, süreç adımları açısından modeli etkileyecek ölçüde bir farklılık olmadığı değerlendirilmiştir.

ARENA’da simülasyon modeli tasarlanırken temelde iki çeşit öğeden yararlanılmaktadır. Bunlar modelin temelini ve süreç akışını oluşturan, aynı zamanda da sistemin genel konfigürasyonunun aktarıldığı bloklar ile blokların işleyişi ile ilgili ayrıntıların yer aldığı elementlerdir (Esmer, 2009).

5.5.1 Simülasyon modelinde kullanılan modüller

Tez kapsamında oluşturulan modelin dahi iyi anlaşılabilmesi için, modelde kullanılan modüller ve elemanlar anlamları ile aşağıda verilmiştir.

- Oluşturma, yaratma (*ing. create*) modülü: Modele giren varlığın (*ing.entity*) üretildiği ve modele ilk giriş yaptığı modüldür. Modele giren varlığın hangi olasılık dağılımına göre kaçarlı şekilde geldiği ve ilk varlığın modelin hangi aşamasında gireceği bu modülde tanımlanır. Prosese giren varlıklar modelin kurgusuna göre ilerleyerek sistemden ayrılırlar. Tez çalışmasında oluşturulan ve sisteme giren varlıklar tankerlerdir. Bunlar ithal / ihraç yük tanker, beyaz ürün tankeri, siyah ürün tankeri ve ham madde tanker olmak üzere 4 farklı varlık olarak oluşturulmuştur.
- Atama (*ing.assign*) modülü: Sisteme giren varlığa yeni değer, varlık türü, resim vb. değişkenlerin atandığı modüldür.
- Değer, etiket atama (*ing. assign attribute*) modülü: Bir varlığa yeni bir değer yada etiket atamak için kullanılan modüldür. Örneğin herhangi bir prosese giren varlığın o prosesde ne kadar zaman harcadığını öğrenmek için o varlığa bir zaman etiketi atanmasını sağlar. Modelde gemilerin kullandığı iskeleleri tanımlamak için kullanılmıştır.
- İşlem (*ing. process*) modülü: Modelin ana fonksiyonunu oluşturan modüldür. İşlem yap, beklet ve bir sonraki module gönder gibi seçenekleri bulunmaktadır. Ayrıca alt prosesler oluşturulması da mümkündür. Modelde beklet seçeneği (*ing. delay*) kullanılarak işlem yapması istenmiş ve sisteme giren gemilere yükleme için gelen gemilerin proseslerde harcadığı ortalama süreler üzerinden tanımlanama yapılmıştır.
- Karar (*ing.decision*) modülü: Tanımlanan bir kurala yada olasılık dağılımına göre işleme aldığı varlıkları yönlendiren modüldür. Modelde, gelen gemilerin türüne göre proseslere ayrılmasına, fire olup oluşmama durumunu ayırt etmede ve kullanılan iskeleye göre ayırmda kullanılmıştır.
- Nitelik, etiket (*ing. attribute*) elemanı: Oluşturulan varlıklarla zaman ve tip gibi niteliklerin tanımlandığı elemandır. Modelde, kullanılan iskelelerin hangi iskele olduğunu belirlemek için kullanılmıştır.

- Kuyruk (*ing.queue*) elemanı: Oluşturulan varlıkların işlem süresi vb. kısıtlarla kuyruğa girmesi durumunda, bu kuyrukların tipinin tanımlandığı elemandır. Modelde gemilerin manevra öncesi demirde beklemesini hesaplamak için kullanılmıştır.
- Varlık (*ing.entity*) elemanı: Modele tanımlanan varlığın resminin ve çeşitli maliyetlerinin tanımlandığı elemandır.
- Çıkış (*ing.dispose*) elemanı: Tanımlanan varlığın sistemden ayrılmasını sağlayan bloktur. Genelde tasarlanan simülasyonun sonuna konarak varlıkların sistemden çıkışını simüle etmek için kullanılır.

5.5.2 Modelin kısıtları ve varsayımlar

A terminalinin simülasyon modeli kurulurken, öncelikle terminaldeki dolum hatlarına göre gemi türlerinin yanaşacağı iskeleler belirlenmiştir. Buna göre beyaz gemiler 1,2 ve 3 no'lu iskeleleri siyah gemiler ve ithal/ihraç gemiler ise 2 ve 3 no'lu iskeleyi kullanabilmektedir. Ham madde gemileri ise kendileri için ayrılmış olan platforma yanaşabilmektedir.

1 ve 2 no'lu iskele de aynı anda 2 gemi elleçlenebiliyorken, 3 no'lu iskele de aynı anda 4 gemi elleçlenebilmektedir. A terminalinde yalnızca aynı anda yalnızca 1 ham madde tankeri elleçlenebilmektedir.

B terminalinin simülasyon modelinde ise beyaz gemiler 1, 2 ve 3 nolu iskeleleri kullanabiliyorken, siyah ve ithal ihraç gemiler sadece 1 ve 2 nolu iskeleleri kullanabilmektedir. Ham madde gemileri ise kendileri için ayrılmış olan ayrı bir iskeleye yanaşabilmektedir. B terminalinde 1, 2 ve 3 nolu iskelelere aynı anda birer tanker yanaşabilmekte yani terminalde 1, 2 ve 3 no'lu iskelelerde aynı anda en fazla 3 tanker elleçlenebilmektedir.

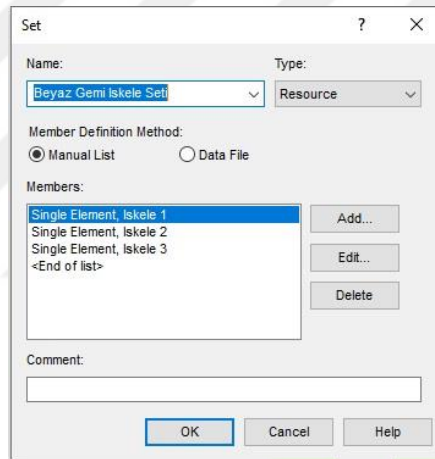
A ve B terminaline gelen tankerlerin tamamının yanaşma için terminal iskelelerine uygun olduğu varsayılmıştır. Terminallerin yılın 365 günü hizmet verdiği ve tankerlerin yanaştıktan sonra hat çakışması oluşmayacak şekilde aynı anda iskelelerde hizmet alabileceği varsayılmıştır.

Olumsuz hava koşulları nedeniyle terminallerin yanaşmalara kapalı olması modelin kapsamı dışında bırakılmıştır.

analizörü uygulamasında gelişerin olasılık dağılımları elde edilmiştir. A terminalinde beyaz gemilerin geliş log normal dağılıma uygun olacak şekilde 9.89 saat ortalama ve 10.2 saat standart sapmayla olmaktadır. Siyah gemilerin geliş aralıkları ise üstel dağılıma uygun olup, 93.5 saat ortalama süresi bulunmaktadır.

İthal ihraç gemi geliş düzeni, gamma dağılımına uymakta ve formülü $2 + \text{GAMM}(60.5, 1.27)$ olarak belirlenmiştir. Ham madde tankerlerinin gelişleri ise Weibull dağılımıyla uyumluluk göstermekte ve formülü $23 + \text{WEIB}(60.6, 1.08)$ olarak elde edilmiştir.

Veri tanımlama bölümünden set bloğu kullanılarak hangi tanker türünün hangi iskeleleri kullanabileceği tanımlanmıştır. Şekil 5.2’de beyaz gemi iskele setinin tanımla ekranı görülmektedir. Benzer şekilde siyah, ithal ihraç gemi iskele seti kurulmuş ve bu setlere de kısıtlarla uygun şekilde iskele tanımlamaları yapılmıştır.

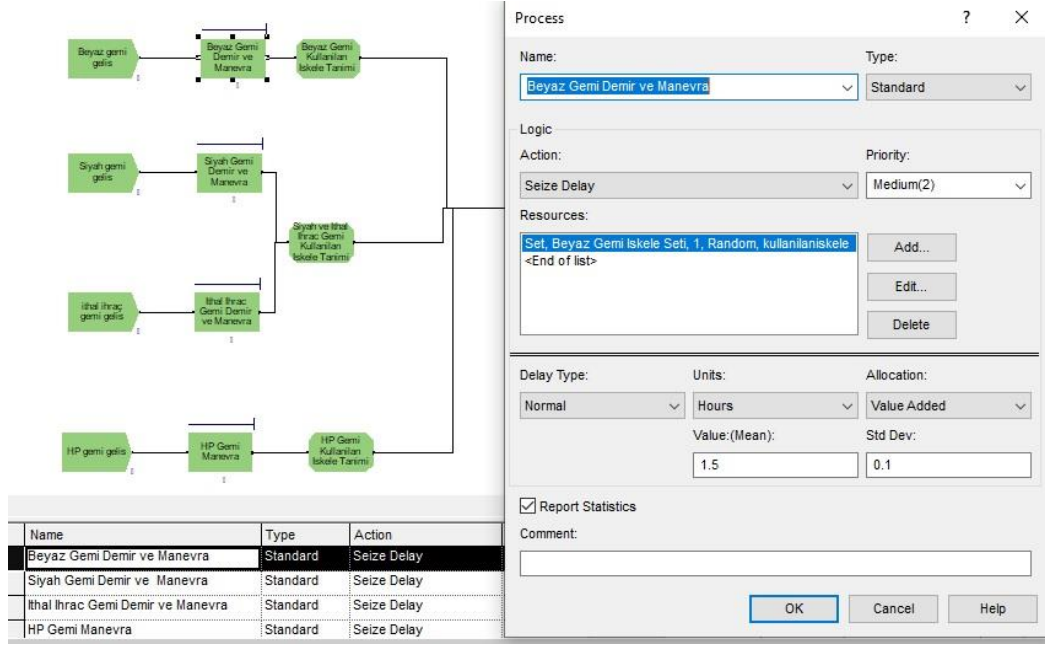


Şekil 5.2: Beyaz gemi iskele seti görseli.

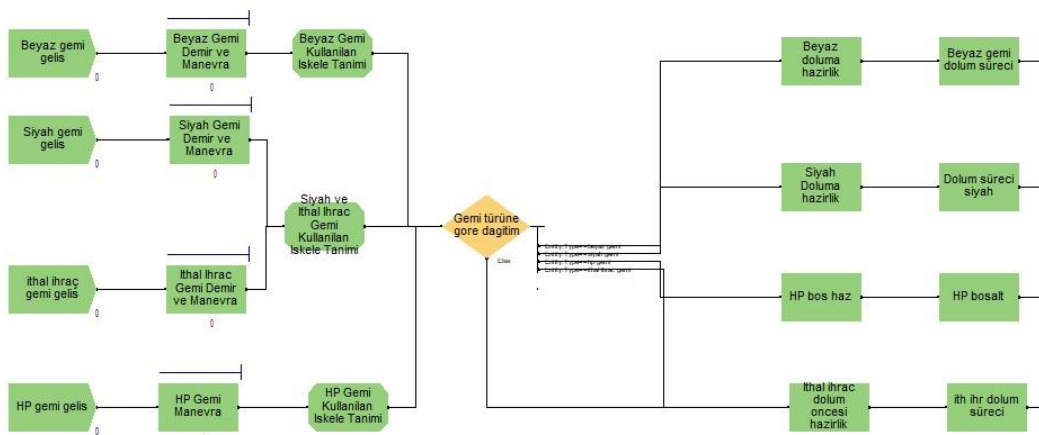
Arena’da veri tanımlama bölümünün kaynaklar bloğunda ise A terminaline ait iskeleler tanımlanmıştır. İskele 1 ve 2’nin kapasitesi 2, iskele 3’ün kapasitesi 4, ham madde iskelesinin kapasitesi ise 1 olarak belirlenmiştir.

Verilerin tanımlanması ve varlıkların oluşturulması sonrası ilk olarak işlem yani process bloğu konulmuştur. Tankerlerin iskelelere yanaşma öncesi demir ve manevra sürecinin simüle edildiği bu modülde, gelen tankerlere tut ve beklet (*ing. seize, delay*) işlemi uygulanmaktadır. Yani iskelelere yanaşma için gelen tankerler eğer iskele müsaitse yanaşması için gerekli manevra süresi ortalaması kadar tanker bekletilmektedir. Şekil 5.3’te beyaz gemilerin manevra ve demir sürecini gösterir modüle ilişkin görsel sunulmuş olup, beyaz gemi iskele setinin kaynak olarak

kullanıldığı ve gelen tankerlere kullanılan iskele etiketinin oluşturulduğu görülmektedir. Buna göre modüle giren tankerler 1.5 saat ortalama ve 6 dakika standart sapma ile manevralarını yapmaktadır. Benzer ayarlamalar analiz edilen veriler ölçeğinde ithal/ihraç ve siyah gemiler ile ham madde gemiler için de yapılmıştır. Atama modülünde ise gelen tankerlerin hangi iskeleyi kullanacağı etiketlenmektedir. Modelin sonunda kullanılan iskele etiketine göre gemilerin modelden çıkışına karar verilmektedir.



Şekil 5.3: Tanker manevra ve demir sürecini gösteren modül.

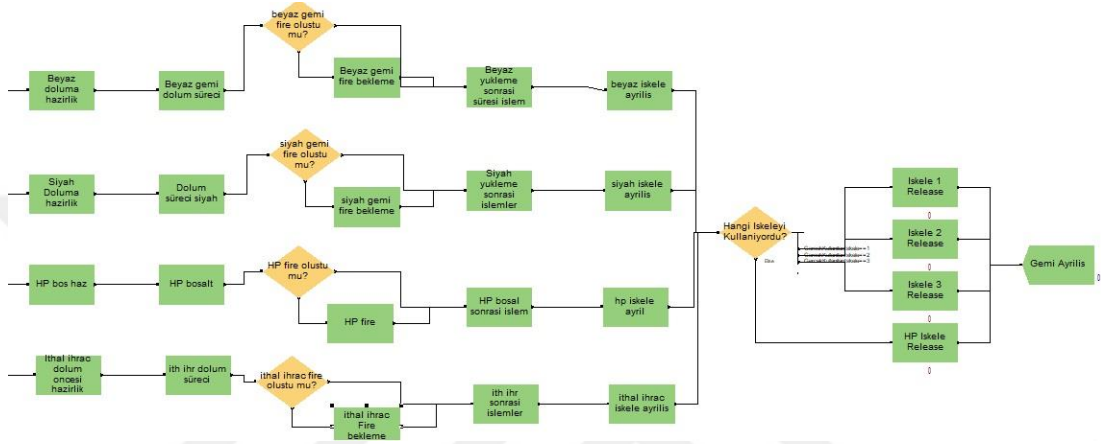


Şekil 5.4 Tanker geliş, manevra, doluma hazırlık ve dolum süreçleri modeli.

Karar modülünde tankerler türlerine göre ayrılmaktadır. Dolum ve boşaltım süreleri tankerlerin türlerine göre farklılık gösterdiğinden Şekil 5.4'te görüldüğü üzere

türlerine göre ayrıştırılan tankerler, analiz edilen veriler ölçeğinde tanımlanan hazırlık ve dolum/boşaltım süreçlerine dâhil olmaktadır. Bu bölümde tankerlere bekletme (*ing.delay*) işlemi uygulanmaktadır.

Tankerlerin iskelelerde geçirdiği elleçleme sürecinin uzamasına sebep olan önemli bir konu da fire oluşması durumudur. Şekil 5.5'te tankerlerin fire oluşması durumu ve elleçleme sonrası işlemlerin tamamlanıp gemilerin ayrılışı modellenmiştir.



Şekil 5.5: Tankerlerin dolum, dolum sonrası işlemler, fire ve ayrılışını gösterir model.

Fire durumu yükleme (hammadde tankerleri için boşaltma) sonrası konulan bir karar modülüyle modele yansıtılmıştır. 2019 verilerinden tanker türlerine göre fire çıkma oranı yüzdelik olarak belirlenmiş ve karar modülüne işlenmiştir. “Fire oluştu mu?” isimli karar modülüne giren gemiler tanımlanan olasılığı göre fire oluştuysa belirli bir süre bekletilmekte, fire yaşanmadıysa iskeleden ayrılışa yönlendirilmektedir.

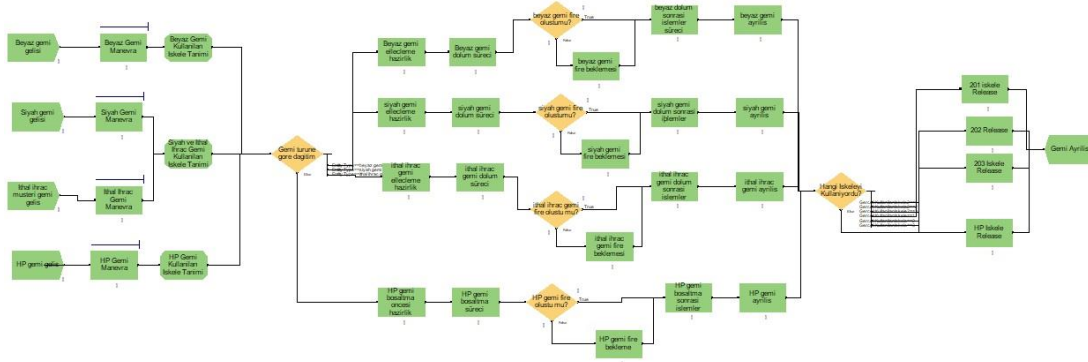
İskeleden ayrılışa yönlendirilen tankerler tekrar bir karar modülüne sokularak kullandıkları iskeleye göre ayrıma tutulmaktadır. Sonrasında kullandıkları iskeleye göre bırak modülüne girip modelden çıkış modülüne ilerlemektedirler.

5.6.2 B terminali simülasyon modeli

B terminali için oluşturulan simülasyon modeli de yapısal olarak A terminali ile benzeşmektedir. B terminalinde A’ya göre aynı anda elleçlenebilen gemi sayısı daha az olduğundan bu kısıt, B terminali modeline yansıtılmıştır.

Arena veri analizörü kullanılarak yapılan çalışmaya göre, B terminalinde beyaz gemilerin gelişi Weibull dağılımıyla uyumluluk göstermekte ve formülü WEIB (25.7, 0.691) olarak belirlenmiştir. Siyah gemilerin gelişi üstel dağılıma uygunluk göstermiş

ve 46.2 saat ortalama ile tankerlerin geliş aralığı belirlenmiştir. İhraç ürün gemisi gelişinde üstel dağılıma uygunluk göstermiş ve iki gemi gelişinde geçen süre ortalaması 59.2 saat olarak belirlenmiştir. Ham madde taşıyan gemilerin gelişinde ise 85.6 saat ortalama ile yine üstel dağılıma uymuştur.



Şekil 5.6: B terminali simülasyon modeli.

B terminalinin simülasyon modeli Şekil 5.6’da sunulmuştur. Limanlarla ilgili yapılan simülasyon çalışmalarına göre oldukça yalın olan model, sıvı dökme yük elleçleme faaliyetlerinin diğer elleçleme türlerine göre (konteyner elleçleme, Ro-Ro yük elleçlemesi gibi) daha az karmaşık faaliyetler içermesinden kaynaklanmaktadır. Ro-Ro ve konteyner elleçlemesinde, yükün gemi ve liman içinde depolanacak olan alana taşınması bir çok vinç ve taşıyıcı vasıtasıyla oluyorken, sıvı dökme yükte tüm bu süreçler boru hattı ile yapılmakta ve daha sade bir operasyon ilerlemektedir. Bu durum da simülasyonun çok daha az modül kullanılarak yapılmasına katkı sağlamaktadır.

5.7. Simülasyon Modelinin Çıktıları

A ve B Terminalleri için yapılan simülasyon modellerinde tespit edilmek istenen anahtar göstergeler;

- Tanker türüne göre ortalama elleçleme süresi,
- İskelelerin kullanım oranları,
- Elleçlenen tanker sayısıdır.

Hem A hem de B terminallerine ait modeller 10’ar kez replikasyona tabi tutulup, çıkan sonuçların ortalama değerleri analiz edilmiştir. Tez çalışması kapsamında geliştirmesi yapılan süreçlerdeki iyileştirmelerin toplam elleçlemeye etkisini gözlemleyebilmek amacıyla elde edilen yeni ortalama süreler modele işlenerek sonuçlar incelenmiştir.

5.7.1 A terminali simülasyon modeli çıktıları

A terminali simülasyon modeline göre ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen yıllık gemi sayısı Çizelge 5.1’de sunulmuştur.

Çizelge 5.1: A terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.

Gemi türü	Elleçlenen gemi (yıllık)	Ortalama süre (saat)	Maksimum ortalama elleçleme (saat)	Minimum ortalama elleçleme (saat)
Beyaz gemi	709	39.66	39.13	40.11
Ham madde gemisi	109	34.55	33.82	35.50
İhraç gemi	107	39.15	38.04	39.67
Siyah gemi	94	29.93	29.09	30.86

Modele göre A terminalinde en kısa elleçleme süresi ortalaması 29.93 saatle siyah ürün gemilerinin oluyorken, en uzun elleçleme süresi ortalaması ise 39.66 saat ile beyaz ürün gemilerine aittir. Yıllık olarak elleçlenen gemi sayısı toplamı ise 1,019’dur.

Enspektör işlem ve numune analiz sürelerinde kısalma, evrak teslim süreçlerinin yalınlaştırılması gibi iyileştirmelerin hayata geçirilmesiyle dolum öncesi hazırlık, dolum süreci ve dolum sonrası işlem (ham madde gemileri için boşaltma süreleri) sürelerinin ortalama ve standart sapmalarında azaltım uygulanarak simülasyon çalıştırıldığında elde edilen ortalama elleçleme süreleri ise Çizelge 5.2’de sunulmuştur.

Buna göre ortalama elleçleme sürelerinde beyaz ürün gemilerinde 3 saat 10 dakika, ham madde gemilerinde 54 dakika, ihraç ürün gemilerde 2 saat 51 dakika ve siyah ürün gemilerinde 4 saat 6 dakika iyileştirme sağlanmıştır. İyileştirmelerin yıllık bazda toplam elleçlenen gemi sayısına pozitif etkisi beyaz ürün gemilerinde 3, ham madde gemisinde 1, ihraç ürün gemisinde 5, siyah ürün gemisinde ise 2 adet olacak şekilde gözlenmiştir.

Çizelge 5.2: Süreç iyileştirmeleri sonrası A terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.

Gemi türü	Elleçlenen gemi (yıllık)	Ortalama elleçleme süresi (saat)	Maksimum ortalama elleçleme (saat)	Minimum ortalama elleçleme (saat)
Beyaz gemi	712	36.48	36.48	37.21
Ham madde gemisi	110	33.64	33.25	33.92
İhraç gemi	112	36.30	35.57	36.83
Siyah gemi	96	25.83	25.23	26.69

Beyaz ürün gemilerinin ortalama 15.000ton, ham madde gemilerinin ortalama 80.000 ton, ihrac ürün gemilerinin ortalama 30.000 ton ve siyah ürün gemilerinin de ortalama olarak 15.000 ton ürün taşıdığı varsayıldığında A terminalinin yılda elleçlediği ürün miktarının, süreç iyileştirmeleri sonrasında toplam 305.000 ton artacağı öngörülmektedir.

İskele kullanım oranlarıyla ilgili simülasyon modeli sonuçları Çizelge 5.3’de sunulmuştur. Buna göre en çok kullanım oranına sahip iskele %58.54 ile iskele 2 iken, en az kullanım oranına sahip iskele ise %39.16 ile ham madde iskelesidir.

Çizelge 5.3: A terminali simülasyon modeli iskele kullanım oranları.

İskele adı	Ortalama kullanım yüzdesi	Maksimum ortalama kullanım yüzdesi	Minimum ortalama kullanım yüzdesi
Ham madde iskelesi	39.16	40.53	37.31
İskele 1	47.92	52.79	43.05
İskele 2	58.54	60.45	56.56
İskele 3	47.87	50.26	45.34

Süreç iyileştirmeleri sonrasında çalıştırılan modele göre iskele kullanım oranları Çizelge 5.4’de sunulmuştur. Buna göre iskele kullanım oranları ortalamaları ham madde iskelesinde %0.75, iskele 1’de %4.36, iskele 2’de 3.25, iskele 3’te ise %3.92 oranında azalmıştır.

Çizelge 5.4: A terminali süreç iyileştirmeleri sonrası simülasyon modeli iskele kullanım oranları.

İskele adı	Ortalama kullanım yüzdesi	Maksimum ortalama kullanım yüzdesi	Minimum ortalama kullanım yüzdesi
Ham madde iskelesi	38.41	38.73	37.96
İskele 1	43.56	45.72	41.75
İskele 2	55.29	57.84	53.77
İskele 3	43.95	46.85	42.41

5.7.2 B terminali simülasyon modeli çıktıları

B terminali simülasyon modeline göre ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen yıllık gemi sayısı Çizelge 5.5’de sunulmuştur.

Çizelge 5.5: B terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.

Gemi türü	Elleçlenen gemi (yıllık)	Ortalama elleçleme süresi (saat)	Maksimum ortalama elleçleme (saat)	Minimum ortalama elleçleme (saat)
Beyaz gemi	268	47.00	48.55	46.20
Ham madde gemisi	101	40.40	41.10	39.58
İhraç gemi	146	42.15	42.72	41.32
Siyah gemi	188	31.97	33.17	31.08

Modele göre B terminalinde en kısa elleçleme süresi ortalaması 31.97 saatle siyah ürün gemilerinin oluyorken, en uzun elleçleme süresi ortalaması ise, 47 saat ile beyaz ürün gemilerine aittir. Yıllık elleçlenen toplam gemi sayısı ise 703’dür.

Enspektör işlem ve numune analiz sürelerinde kısalma, evrak teslim süreçlerinin yalınlaştırılması gibi iyileştirmelerin hayata geçirilmesiyle dolum öncesi hazırlık, dolum süreci ve dolum sonrası işlem (ham madde gemileri için boşaltma süreleri) sürelerinin ortalama ve standart sapmalarında azaltım uygulanarak simülasyon çalıştırıldığında elde edilen ortalama elleçleme süreleri ise Çizelge 5.6’da sunulmuştur.

Çizelge 5.6: Süreç iyileştirmeleri sonrası B terminali simülasyon modeli ortalama elleçleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.

Gemi türü	Elleçlenen gemi (yıllık)	Ortalama elleçleme süresi (saat)	Maksimum ortalama elleçleme (saat)	Minimum ortalama elleçleme (saat)
Beyaz gemi	280	43.32	43.88	42.90
Ham madde gemisi	102	38.58	39.49	38.15
İhraç gemi	149	39.64	40.10	39.24
Siyah gemi	190	29.27	29.59	29.08

Buna göre ortalama elleçleme sürelerinde beyaz ürün gemilerinde 3 saat 41 dakika, ham madde gemilerinde 1 saat 49 dakika, ihraç ürün gemilerde 2 saat 30 dakika ve siyah ürün gemilerinde 2 saat 42 dakika iyileştirme sağlanmıştır. İyileştirmelerin yıllık bazda toplam elleçlenen gemi sayısına pozitif etkisi beyaz ürün gemilerinde 12, ham madde gemisinde 1, ihraç ürün gemisinde 3, siyah ürün gemisinde ise 2 adet olacak şekilde gözlenmiştir.

Çizelge 5.7: B terminali simülasyon modeli iskele kullanım oranları.

İskele adı	Ortalama kullanım yüzdesi	Maksimum ortalama kullanım yüzdesi	Minimum ortalama kullanım yüzdesi
İskele 1	87.26	95.23	79.83
İskele 2	87.02	95.78	79.25
İskele 3	68.17	84.13	59.00
Ham madde iskelesi	88.76	95.8	81.08

A terminali için yapılan ürün türlerine göre ortalama gemi kapasiteleri hesabı, B terminali için de yapılacak olursa, süreç iyileştirmeleri sayesinde yıllık elleçleme miktarının 550.000 ton artacağı öngörülmektedir. B terminali iskele kullanım oranlarıyla ilgili simülasyon modeli sonuçları Çizelge 5.7’de sunulmuştur. Buna göre en çok kullanım oranına sahip iskele %87.26 ile iskele 1 iken, en az kullanım oranına sahip iskele ise %68.17 ile iskele 3’tür.

Süreç iyileştirmeleri sonrasında çalıştırılan modele göre, iskele kullanım oranları Çizelge 5.8’de sunulmuş olup, ortalamaları ham madde iskelesinde %3.02, iskele 1’de %4.33, iskele 2’de %3.81, iskele 3’te ise % 4.31 azalmıştır.

Çizelge 5.8: B terminali süreç iyileştirmeleri sonrası simülasyon modeli iskele kullanım oranları.

İskele adı	Ortalama kullanım yüzdesi	Maksimum ortalama kullanım yüzdesi	Minimum ortalama kullanım yüzdesi
İskele 1	82.93	88.05	78.01
İskele 2	83.21	86.82	80.44
İskele 3	63.86	71.07	58.42
Ham madde iskelesi	85.74	89.88	82.35

B terminali simülasyon modeline göre ve süreç iyileştirmeleri sonrası modele göre demirde bekleme süreleri sırasıyla Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10’da sunulmuştur.

Çizelge 5.9: Simülasyon modeline göre demirde bekleme süreleri.

Gemi türü	Ortalama demirde bekleme süresi (saat)	Maksimum ortalama demirde bekleme (saat)	Minimum ortalama demirde bekleme (saat)
Beyaz gemi	39.67	105.20	17.06
Ham madde gemisi	69.62	143.16	37.07
İhraç gemi	42.60	112.73	17.48
Siyah gemi	41.26	104.98	18.95

Ham madde gemileri 69.62 saat ile ortalama demirde bekleme süresi en uzun olan tanker türünü temsil ederken, beyaz ürün gemileri 39.67 saat ile en az demirde kalan tankerlerdir.

Çizelge 5.10: Süreç iyileştirmeleri sonrası demirde bekleme süreleri.

Gemi türü	Ortalama demirde bekleme süresi (saat)	Maksimum ortalama demirde bekleme (saat)	Minimum ortalama demirde bekleme (saat)
Beyaz gemi	23.99	29.47	18.73
Ham madde gemisi	41.83	56.75	30.73
İhraç gemi	23.48	34.82	14.95
Siyah gemi	24.66	36.99	16.42

Süreç iyileştirmeleri sonrası modele göre, beyaz ürün gemilerinin demirde bekleme süresi ortalaması %39.53, ham madde gemilerinin %39.91, ihraç ürün gemilerinin %44.88, siyah ürün gemilerinin ise %40.23 oranında azalmıştır.

Çizelge 5.11: İskele kapasitesi arttırılığı durumunda demirde bekleme süreleri ve elleçlenen gemi sayısı.

Gemi türü	Ortalama demirde bekleme süresi (saat)	Elleçlenen gemi sayısı (yıllık)
Beyaz gemi	7.04	282
Ham madde gemisi	41.83	102
İhraç gemi	5.72	150
Siyah gemi	5.75	193

Demir sürelerinin uzunluğu ve çalışma kapsamında yapılan anketlerden alınan bilgilerle B terminalinde iskele yetersizliği olduğu düşüncesi oluşmuştur. Özellikle fazla sayıda gelen beyaz ürün gemilerinin elleçlenebileceği iskele sayısının arttırılmasının toplam elleçlemeye etkisi gözlenmek istenmiş ve beyaz ve siyah ürün gemileriyle, ihraç ürün gemilerinin elleçlendiği 2 numaralı iskelenin modeldeki kapasitesi 1'den 2'ye çıkarılarak toplam ortalama elleçlenen gemi sayısı ve demirde bekleme süresi ortalamaları hesaplanmıştır.

Çizelge 5.11'e göre iskele no 2'nin kapasitesi aynı anda 2 gemiyi elleçleyebilecek şekilde arttırıldığı durumda yıllık bazda 2 beyaz ürün, 1 ihraç ürün ve 3'de siyah ürün

gemisi daha elleçlenebilmektedir. Bu durum ortalama gemi kapasitelerine göre yapılan hesap baz alındığında yıllık 105.000ton daha fazla ürün elleçlenebileceğini ifade etmektedir. Ayrıca iskele kapasitesinin arttırılmasıyla ortalama demir bekleme süreleri beyaz ürün gemileri için 16.96 saat, ihraç ürün gemileri için 17.76 saat, siyah gemiler için ise 18.91 saat azalmıştır.





6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Limanlar hiç şüphesiz tarih boyunca devletlerin denizle buluşmasını sağlayan bir kapı, ticaretin ve lojistiğin sembolü ve ayrıca gemilerin de barınağı olmuşlardır. Liman kentlerinin diğer kentlere göre daha gelişmiş olması da, deniz ticaretinin ve liman faaliyetlerinin şehrin ekonomisine ve kültürel gelişimine ne kadar katkı sağladığının bir diğer göstergesidir.

Tek seferde ve yüksek miktarda kargo taşınması ile maliyetinin düşük olması açısından oldukça avantajlı konumdaki denizyolu taşımacılığı geçmişten günümüze sürekli gelişmiştir. Denizyolu taşımacılığının ayrılmaz bir parçası konumundaki limanlar da bu gelişimden nasibini almıştır. Teknolojik gelişimin liman ekipmanları üzerindeki etkisi, geçmişe oranla daha kısa zamanda, daha fazla yük elleçlenmesini sağlanması şeklinde olmuştur.

Günümüz ekonomisinde bir yükün, bir lokasyondan diğerine çok kısa zamanda gidebilmesi üzerine kurulu ticaret sistemi, limanları da tedarik zincirinde kesintisiz ve zamanında hizmet vermeye zorlamaktadır. Bu açıdan geçmişte gemilere barınak konumundaki limanlar günümüzde lojistik üssü olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca limanlar, endüstriyel üretim sistemlerinin gelişmesi ve küreselleşmenin de etkisiyle, tedarik zincirinin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Rekabetçi piyasa koşullarında kaliteli ve hızlı hizmetin sağlanabilmesi için uygun bir altyapı, optimal kaynak yönetimi ve gelişmiş ekipmanların doğru kullanımı şarttır. Bu bağlamda, kötü bir lojistik altyapıya sahip, sürekli gelişen global koşullardan uzak bir yönetim anlayışıyla idare edilen ve performans odaklı çalışmayan limanlar, giderek önemini kaybederek tercih sıralarında geride kalacaklardır.

Liman yönetimi, uluslararası standartlara uygun kalitede iş yapılmasını gerektirdiğinden, liman alt ve üst yapılarını kurma ve işletme maliyetleri de yüksek olduğundan, özel profesyonellik gerektiren bir konudur. Optimal kaynak yönetiminden uzak ve performans kriterleri takip edilmeyen limanların işletim maliyetleri artar ve tedarik zincirinde aksamalar olur. Bu nedenle verimli elleçleme limanların karlılığı açısından oldukça önemli bir konudur.

Limanların küresel tedarik zincirindeki kritik konumu, geçmişte sadece aktarma noktası ya da gemilerin barınağı olarak kullanımından, günümüzde birer lojistik merkezi olma yönünde evrimleşmesine neden olmuştur. 4. nesil liman olarak sınıflandırılabilir olan Rotterdam, Antwerp ve Hamburg gibi limanların çevresinde son 30 yılda birçok lojistik işletme kurulmuş ve limancılığın daha da güçlenmesi sağlanmıştır. Böylece limanlar tedarik zinciri kolaylığı açısından daha cazip hale gelmiş, verimlilik ve müşteri memnuniyeti artarken, maliyet kalemleri de azalmıştır (Esmer, 2009).

Bu çalışma kapsamında, öncelikle dünya deniz ticaretinin ve liman hizmetlerinin geçmişten günümüze gelişimine değinilmiş, Türkiye’de ve Dünya’da elleçlenen yük miktarları ile liman hizmetleri istatistiki bilgiler ölçeğinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın odaklandığı sıvı dökme yük kategorisinin elleçlenme miktarları global ekonomide ve Türkiye’de gerçekleşen gelişmelerle dönemsel olarak değişmekle birlikte son dönemde Türkiye’de katı dökme yükten sonra en fazla elleçlenen ikinci yük türü konumundadır. Çalışmanın örneklemini olan iki limanın yıllık elleçleme miktarı Türkiye’de 2019’da elleçlenen toplam sıvı dökme yükün %26.05’ini oluşturduğundan, çalışma kapsamında elleçleme verimliliğinde sağlanan iyileştirmelerin Türk limancılık sektörüne de doğrudan katkı sağladığı düşünülmektedir.

Multi model taşımacılığın artmasıyla, limanların sadece deniz kıyısındaki altyapılarının ya da ekipmanlarının iyi olması yeterli olmamış, demir yolu, şehirlerarası yollar ve havaalanlarına yakınlığı da önem kazanmıştır. Özellikle demiryollarına bağlantısı bulunan limanlar, deniz yoluyla getirilen yükün başka bir lokasyona taşınabilmesi açısından alternatif bir taşıma modeli sunmasıyla daha da cazip hale gelmiştir. Çalışma kapsamında incelenen limanlardan birinin demiryolu ile doğrudan bağlantısının bulunması ve vagon yükleme / boşaltma işlemlerine imkan sağlaması, bu limanı multimodel taşımacılık açısından oldukça verimli kılmaktadır. Çalışmaya konu olan her iki limanın da çevresinde bir çok işletme ve depolama tesisi bulunması, ayrıca limanların bu tesislerden bazılarında boru hattı ile yük aktarım imkanının bulunması, incelenen limanın oldukça önemli ve gelişmiş olduğunun da bir göstergesi olarak sayılabilir. Öte yandan tesislerin ve liman organizasyonunun büyüklüğü, bazen operasyonel boyutta verimsizlikler yaratabilmekte yada mevcut verimsizliklerin görünmemesine sebep olabilmektedir.

Çalışma kapsamında yapılan literatür taramasında, limanlarla ilgili yapılan çalışmaların birçoğunun liman işletmelerindeki emniyet süreçleri , tarih ve işletme konularına yönelik olmasıyla birlikte, liman verimliliği üzerine yapılan çalışmaların ise genellikle konteyner terminalleriyle ilgili yapıldığı görülmüştür. Konteyner terminalciliğinde liman içi bir çok ekipman ve araç bulunması, gemilerden boşaltılan konteynerlerin stoklanması ya da taşınması süreci, iç içe ve senkron olması gerektiğinden ,verimliliğe etki eden bir çok etken söz konusudur. Bu sebeple yapılan çalışmaların konteyner terminalciliği özelinde yoğunlaşması da olağandır. Sıvı dökme yüklerin elleçlenmesi ise temel olarak tankerlerle taşınan yükün boru hatları aracılığıyla depolama tanklarına iletilmesini içerdiğinden daha sade bir operasyon gerektirmektedir. Ancak üretimde 6 sigma anlayışının oldukça yaygın olduğu günümüz koşullarında elleçleme sürecine etki eden her operasyonun optimize edilmesi verimlilik artışı sağlayacak ve karlılığa doğrudan etki edecektir. Bu nedenle sıvı dökme yük elleçlemenin de verimlilik açısından incelenmesi önemli konumdadır.

Literatürde verimlilik ölçümünün genellikle metod olarak veri zarflama analizi, AHP ve nitel / nicel gözlemler ile simülasyon yöntemlerinden yararlanılarak yapıldığı görülmüştür. Tez çalışması kapsamında, öncelikle incelenen sıvı dökme yük terminallerinin elleçleme süreçleri içerisindeki alt işlemler tanımlanmış ve limanlara gelen gemiler gruplandırılarak elleçleme sürecine ait istatistiki veriler ortaya konulmuştur. Veri toplama işlemi için tankerlerin limanlarda geçirdikleri sürede tutulan timesheetler ve terminallerin veritabanından elde edilen bilgiler kullanılmıştır. Verilerin normalleştirilmesi ve düzenlenmesi için oldukça emek sarf edilmiş ve bazı bilgilerin eksik yada kayıp olduğu gözlenmiştir. Bu durum performans takibi açısından da olumsuz etki yaratmaktadır.

Süreç adımlarına göre elde edilen istatistiki veriler grafiklendirilerek A ve B terminallerinin birbiriyle elleçleme performansları açısından kıyaslamaları yapılmıştır. Beyaz ürün tankerlerinin yüklenmesi ve boşaltmasında A terminalinin B terminaline göre daha hızlı olduğu görülmüş, B terminalinde yavaşma öncesi demirde bekleme sürelerinin uzun olması dikkat çekmiştir. Siyah ürün yüklemelelerinde ise B terminalinin elleçleme sürecinin, A terminaline göre daha kısa sürdüğü görülmüş ancak B terminalindeki demirde bekleme sürelerinin neredeyse elleçleme süreci kadar sürmesi toplam verimlilikte B terminalini A terminaline göre geride bırakmıştır. Ham madde tankerlerinin boşaltmasında ise, gemilerin iskelede geçirdiği süre A

terminalinde, B terminaline göre daha az iken, A terminalindeki demirde bekleme süresinin yüksek olması, toplam süreçte B terminalini bir adım önde kılmaktadır. İhraç ürün yüklemelerinde A terminalindeki demirde bekleme ve iskele sürecinin toplamı, B terminalinin neredeyse yarısı olarak gözükmemektedir. Bu durumun temel nedeninin B terminalindeki uzun demirde bekleme süresi olduğu görülmüştür.

İstatistiki veriler ölçeğinde yapılan kıyaslamalar sonrasında süreçte verimsizlik yaratan beklemlerle ilgili daha detaylı incelemeler yapılmıştır. Bu aşamada gemilerin demirde bekletilme nedenlerinin terminal kayıtlarında detaylı olarak tutulmadığı görülmüştür. Elde edilen verilere göre A terminalinde beyaz ürün tankerlerinin demirde beklemesine en fazla neden olan durum, iskele planlamasının yapılamaması (ürün hazırlığının ya da stok dengesinin yeterli olmaması) , B terminalinde ise hava muhalefeti olarak belirlenmiştir. Siyah ürün gemilerinin demirde bekleme nedeni ise, A terminalinde yine iskele planlamasının yapılamaması olarak belirlenirken, B terminalinde iskele yoğunluğu nedeniyle tankerlerin sıra beklemesi olarak tespit edilmiştir. İthal ve ihraç ürün tankerlerinde ise terminal kayıtlarının daha ayrıntılı tutulduğu gözlenmiştir. A terminalinde ithal ve ihraç ürün tankerlerinin demirde beklemesi en fazla ürünün kalite problemiyle ilgili oluyorken, B terminalinde yine iskelelerin yoğun olması nedeniyle tankerlerin sıra beklemesi olarak belirlenmiştir. Ham madde tankerlerinin demirde beklemesine sebep olarak A terminalinde en çok karşılaşılan durum stok konfigürasyonu iken, B terminalinde yine iskele iskelelerin yoğun olması nedeniyle tankerlerin sıra beklemesi olarak belirlenmiştir.

Yükleme ve boşaltma süreci sonunda terminal ölçümüyle tanker ölçümü arasında fark bulunması yani fire oluşmasıyla ilgili terminallerin uyguladığı bir prosedürü bulunmaktadır. 2019 yılında fire durumu kaynaklı A ve B terminallerinde toplam 211 saatlik bekleme yaşanmıştır. Terminallerde yükleme/boşaltma sürecinde hatlarda boşluk olup olmadığının ölçümü yani hat deplasman uygulaması yapılmakta ancak bu uygulamanın aldığı zamanlar terminaller arasında farklılık göstermektedir.

Terminallerin deniz dolum departmanında çalışan operatörlerin vardiya değişimlerinde elleçleme işleminin yavaşlaması durumu kontrol edilmiş, A terminalinde toplam 116 saat, B terminalinde ise toplam 69 saat süre kaybı yaşandığı gözlenmiştir.

İthal ve ihraç ürün yüklemelerinde oluşan sürastaryayla ilgili yapılan analizde A terminalinde 42 sefer, B terminalinde 49 kez sürastarya olduğu ve bununla ilgili toplam 2.3 milyon \$'lık bir maliyet olduğu görülmüştür. A terminalinde sürastaryaya en fazla neden olan durum, ürün hazırlığının beklenmesi, B terminalinde ise iskele sırası ve hava şartları olarak belirlenmiştir. B terminalinde sürastaryanın oluşmasına ilişkin nedenlerin A terminalindeki kadar ayrıntılı kaydedilmediği görülmüştür. Bu durum veri analizi ve performans takibi açısından negatif etki yaratmaktadır.

Terminallerden faydalanan müşteriler ile terminal arasında gözetim hizmetleri kapsamında bağımsız gözetmen olarak çalışan enspektörlerin performansını ölçümlemek için, yükleme / boşaltma öncesi ve sonrası süreçlerdeki faaliyetlerin süreleri analiz edilmiştir. Genel olarak A terminalinde çalışan enspektörler, B terminaline göre daha iyi performans gösterdiği düşünülmüştür. Ayrıca enspektörlerin numune alım ve analiz için laboratuvara teslim sürecinin akış şeması oluşturulmuştur. Akış şemasına göre oluşturulan alt faaliyetlerde A terminalinde numune alındıktan sonra gözetmen firma laboratuvarına götürülmek üzere araç beklediği ve bu sürede elleçleme faaliyeti durduğundan verimsizlik olduğu görülmüştür.

A ve B terminallerinin yurt içi ve yurt dışındaki benzer terminallerle elleçleme performansları kıyaslanarak, elleçleme verimliliği konusunda başka bir kaynaktan fikir elde edilmeye çalışılmıştır. Buna göre ham madde boşaltma süreleri açısından A terminali yurt içi ve Mısır'daki terminalden daha iyi konumdadır. Yurt içindeki 4 terminalle A ve B terminallerinin motorin boşaltma süreleri kıyaslanmış, A ve B terminallerinde elleçleme sürecinin daha uzun sürdüğü görülmüştür. Yunanistan ve İtalya'dan terminallerin beyaz ürün yükleme süreleri kıyaslandığında ise A ve B terminallerinin İtalya terminaline göre daha uzun sürede elleçleme yaptığı görülürken Yunanistan terminaline göre daha iyi konumda olduğu belirlenmiştir. Siyah ürün boşaltmada A terminalinde ile Yunanistan ve İtalya terminalleriyle benzer sürelerde elleçleme yapılmaktadır. Siyah ürün yüklemelerinde ise B terminalinin İngiltere'de ki terminalden daha uzun sürede işlemlerini tamamladığı görülürken, İspanya ve Yunanistan terminaline göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Terminallerde yaşanan beklemlerin kök nedenlerini belirlemek için, saha çalışanları, beyaz yaka yöneticiler, gemi kaptanları ve enspektörlerden oluşan bir topluluğa anket çalışması yapılmıştır. Anketteki seçenekleri belirlemek için ise terminal yöneticilerinden oluşan uzman bir ekibe yalın üretim uygulamalarından olan balık

kılçığı yöntemi uygulanmıştır. Balık kılçığı yönteminde belirlenen 23 faktör 5 ana başlık altında toplanmıştır. Yapılan puanlama sonucunda, 6 faktörün elleçleme verimliliğini düşüren ana sebep olduğu görülmüştür. Anket çalışmasına göre demirde beklemlerin en büyük nedeni iskelelerin yoğunluğu, elleçleme öncesi hazırlık döneminde yaşanan gecikmelerin en büyük nedeni ise numune analiz süreci olarak belirlenmiştir. Yükleme/ boşaltma sürecinde yaşanan beklemlerin en büyük nedeni first foot süreciyken, yükleme/boşaltma sonrası işlemlerde gecikmeye neden olan en büyük etmen fire beklemleri olarak puanlanmıştır. Fire olduğu durumda yaşanan gecikmeye sebep olan en büyük etmen ise ölçüm işlemlerinin gereğinden fazla tekrarlanması olarak belirlenmiştir. Anket sonuçlarıyla beyin fırtınası uygulamasından elde edilen sonuçlar birbiriyle örtüşmektedir.

Kök nedenlerin bulunması sonrası süreç iyileştirmelerine odaklanılmıştır. FRAM yöntemi literatürde birçok alanda kullanılmakla birlikte genellikle kaza analizlerinde ve karmaşık sosyo teknik olayların incelenmesinde kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında FRAM yönteminden yararlanılarak demire alma prosedürü oluşturulmuştur. Demire alma prosedürü terminal kirasında bulunan tankerlerin iskelele yanaşma öncesi kurulan iletişimle, oluşabilecek ekstra bir demirleme masrafını engellemek amacıyla kullanılmıştır. 11 aylık dönemde 7 kere uygulanan demire alma prosedürü sayesinde yaklaşık 30.000TL tasarruf sağlanmıştır.

İskelelerin geçmiş istatistiki verilerden faydalanılarak daha optimal bir planlamayla yönetilmesi için tez çalışması sırasında terminal çalışanlarınca yürütülmekte olan iskele yönetim sistemi projesine tez kapsamında elde edilen veriler ve tecrübeler paylaşılmış ve görüş sunularak katkı sağlanmıştır.

İthal ihraç ürün tankerlerinin iskele kaldığı süreyi kısaltarak ödenen sürastarya miktarından tasarruf etmek amacıyla evrak süreçlerinin kısaltılması, süreç geliştirme çalışmalarından bir diğerini oluşturmaktadır. Temel olarak yüklemenin tamamlanmasıyla birlikte tanker ve terminal arasında miktar mutabakatı sağlandıktan sonra tankerin yükleme evraklarını (*ing.bill of lading*) beklemeden terminalden ayrılması anlamına gelen erken kalkış prosedürünün uygulanmasıyla 50.000\$'dan fazla tasarruf sağlanmıştır. Erken kalkış prosedürünün benzerinin terminalin kirasındaki tankerlerde uygulanmasıyla tankerlerin iskeleden 2 saate yakın olacak şekilde erken kalkış yaptığı görülmüş, ve gemi kiralari üzerinden hesaplanan tutara göre bu uygulama kapsamında da yaklaşık 80.000\$ tasarruf sağlanmıştır.

Tez çalışmasının başlangıcında verilerin düzenlenmesi oldukça zaman aldığından veri analizini kolaylaştırmak, elleçleme sürecini bölümler halinde inceleyerek ortalama süreler belirlemek, elleçleme süreci içerisinde yer alan olayları kronolojik olarak sıralamak ve olası veri kayıplarının önüne geçebilmek için veri giriş ekranında iyileştirme yapılmıştır. Bu sayede elleçleme sürecinin daha kolay analiz edilebilmesi sağlanmış ve performans takibi yapılması kolaylaşmıştır.

Terminalerin zaman bazlı kirasındaki tankerlerin yükleme yada boşaltma sonrası kendi makinelerinde kullanılmak üzere aldıkları denizcilik yakıtını yükleme yada boşaltmanın devam ettiği süre içerisinde alması konusunda bir çalışma yapılmış ve yıllık tasarrufun 280.000\$ civarında olabileceği belirlenmiştir. Yakıt alım işleminin birbirine eklenecek şekilde hortumla yapılması terminal yetkilileri açısından emniyetsiz görülmüş, konuyla ilgili proje oluşturulacağı öğrenilmiştir.

Son olarak, terminalerin elleçleme istatistiklerine göre oluşturulan olasılık dağılımları üzerinden A ve B terminaleri için Arena programında simülasyon modelleri oluşturulmuştur. Tez kapsamında yapılan süreç iyileştirmelerinin modele aktarılmasıyla, iyileştirmeler öncesi döneme göre A terminalinde beyaz ürün gemilerinde 3 saat 10 dakika, ham madde gemilerinde 54 dakika, ihraç ürün gemilerde 2 saat 51 dakika ve siyah ürün gemilerinde 4 saat 6 dakika iyileştirme sağlandığı görülmüştür. İyileştirmelerin yıllık bazda toplam elleçlenen gemi sayısına pozitif etkisi beyaz ürün gemilerinde 3, ham madde gemisinde 1, ihraç ürün gemisinde 5, siyah ürün gemisinde ise 2 adet fazla gemi elleçlenecek şekilde olduğu gözlenmiştir.

B terminalinde ise beyaz ürün gemilerinde 3 saat 41 dakika, ham madde gemilerinde 1 saat 49 dakika, ihraç ürün gemilerde 2 saat 30 dakika ve siyah ürün gemilerinde 2 saat 42 dakika iyileştirme sağlandığı görülmüştür. İyileştirmelerin yıllık bazda toplam elleçlenen gemi sayısına pozitif etkisi B terminalinde beyaz ürün gemilerinde 12, ham madde gemisinde 1, ihraç ürün gemisinde 3, siyah ürün gemisinde ise 2 adet daha fazla gemi elleçlenecek şekilde olacağı belirlenmiştir. Yapılan iyileştirmelerin yıllık elleçlenen yüke pozitif etkisinin A terminalinde 305.000 ton, B terminalinde ise 550.000 olacağı düşünülmüştür.

B terminalindeki iskele yoğunluğu nedeniyle oluşan demirde bekleme sürelerinin azaltılması için simülasyon modeli 2 no'lu iskelede aynı anda 2 geminin elleçlenebileceği şekilde değiştirilmiştir. Bu değişikliğin yapılması durumunda yıllık

bazda 2 beyaz ürün, 1 ihraç ürün ve 3’de siyah ürün gemisi daha elleçlenebilmektedir. Ayrıca bu değişiklikle yıllık bazda 105.000ton daha fazla yük elleçlenebileceği öngörülmüş ve ortalama demir bekleme sürelerinin beyaz ürün gemileri için 16.96 saat, ihraç ürün gemileri için 17.76 saat, siyah gemiler için ise 18.91 saat azaldığı sonucu ortaya çıkmıştır. İskele kapasitesinin artırılması yeni inşaa süreci gerektirdiğinden yüksek maliyet oluşturmaktadır. Yapılan simülasyon çalışmasıyla bu yatırımın yapılması durumunda yıllık toplam elleçlenen yük miktarı ve tanker sayısının nasıl değiştiği terminal yöneticilerine aktarılmış, böylece yatırım kararı konusunda veriye dayalı bir destek sağlanmıştır.

Terminaller için hazırlanan simülasyon modelleri genel amaçlı bir yazılım kullanılarak oluşturulmuştur. Modelde kullanılan veriler her ne kadar gerçek verilerden beslenilerek oluşturulsa da simülasyonun kabulleri ve kısıtları modelin çıktılarını gerçek sonuçlara göre uzaklaştırabilmektedir. Simülasyon genel amaçlı bir yazılım yerine iskele koşullarına daha uygun ve gerçeğe daha yakınsayacak bir programla yapıldığı takdirde çıktılar gerçeğe daha da yakınsayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdul Rahman, N. S., Othman, M. K., Sanusi, I. A., & Ismail, A.** (2019). Evaluation of Delay Factors on Dry Bulk Cargo Operation in Malaysia: A Case Study of Kemaman Port. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 127-137.
- Akgemci, T., & Güleş, H.** (2010). *Strategic management in businesses (İşletmelerde Stratejik Yönetim)*. Ankara: Gazi Press.
- Arıkan, H.** (2009). *Yalın altı sigma metodolojisi ve bir uygulama*. Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- Arslan, Ö.** (2016). *Tanker terminallerinde gemilerde yaşanan kazaların insan faktörü ve emniyet açısından değerlendirilmesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Bal Beşikçi, E., & Şihmantepe, A.** (2020). Deniz Kazalarının Çözümlemesine Güncel Bir Bakış: Fram Yöntemi ile Analiz Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 69-90.
- Bal, E. T.** (2019). *Konteyner elleçleme için ekonometrik tahminleme: ARMA modeli uygulaması*. Hatay: İskenderun Teknik Üniversitesi.
- Barış, G.** (2022). *Türkiye'deki limanların yük elleçleme verimlilikleri üzerine istatistiksel bir analiz*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Bayazit, O.** (2015). *Tehlikeli sıvı dökme yük taşımacılığının karşılaştırmalı analizi: Kimyasal tankerler ve tank konteynerler üzerine bir çalışma*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Bogers, F.** (2017). *Optimizing the operational planning of seaside operations at a liquid bulk terminal*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology.
- Bostan, İ., & Özbaran, S.** (2009). *Türk Denizcilik Tarihi*. Ankara: Deniz Basımevi.
- Chang, V., & Tovar, B.** (2014). Drivers explaining the inefficiency of Peruvian and Chilean ports terminals. *Transportation Research Part E*, 190-203.

- Cheng, P., Li, D., He, J., Zhou, X., Wang, J., & Zhang, H.** (2020). Evaluating Surgical Risk Using FMEA and MULTIMOORA Methods under a Single-Valued Trapezoidal Neutrosophic Environment. *Risk Managament and Health Policy*, 865-881. doi:<https://doi.org/10.2147/RMHP.S243331>
- Cloudresearch.** (2021). *Cloud Research*. 8 1, 2021 tarihinde <https://www.cloudresearch.com/resources/guides/statistical-significance/determine-sample-size/> adresinden alındı
- Çağlar, V.** (2012). *Türk özel limanlarının etkinlik ve verimlilik analizi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Çevik, M., & Yıldız, M.** (2014). Demokrat Parti İktidarının İlk Yıllarında Deniz İşletmeciliği Ve Gemi İnşa Sanayisine Genel Bir Bakış: (1950-1955). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 293-305.
- Çubukçu, M.** (2020). Some Tools, Techniques and Approaches in the Literature that Can Be Applied in the Strategic Management Process in Companies (İşletmelerde Stratejik Yönetim Sürecinde Uygulanabilecek Ve Literatürde Yer Alan Bazı Araç, Teknik Ve Yaklaşımlar). *Journal of Strategic Management Studies*, 1-26.
- da Costa, D. S., Carvalho, M. V., de Figueiredo, N. M., de Moraes, H. B., & Ferreira, R. C.** (2021). The efficiency of container terminals in the northern region of Brazil . *Utilities Policy*, 1-12.
- de Carvalho, E. A., Gomes, J. O., Jatoba, A., da Silva, M. F., & de Carvalho, P. V.** (2021). Employing Resilience Engineering in Eliciting Software Requirements for Complex Systems: Experiments With the Functional Resonance Analysis Method (FRAM). *Cognition Technology & Work*, 65-83. doi:10.1007/s10111-019-00620-0
- de Carvalho, P.** (2011). The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience. *Reliability Engineering and System Safety*, 96(11), 1482-1498.

- Deste, M., & Berber, G.** (2018). A Literature Study on Process Improvement Practices (Süreç İyileştirme Uygulamaları Üzerine Bir Literatür Araştırması). *International Journal of Economics, Business and Politics*, 213-230.
- Dulebenets, M., Golias, M., Mishra, S., & Heaslet, W.** (2015). Evaluation of the floater concept at marine container terminals via simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 54, 19-35.
- Esmer, S.** (2009). *Konteyner terminallerinde lojistik süreçlerin optimizasyonu ve bir simülasyon modeli*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Esmer, S.** (2019). *Liman ve Terminal Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Esmer, S.** (2019). *Liman ve Terminal Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Esmer, S., Çetin, İ. B., & Tuna, O.** (2013). A new simulation modelling approach to continuous berth allocation. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 398-409.
- Esmer, S., Çetin, İ., & Tuna, O.** (2010, December). A Simulation for Optimum Terminal Truck Number in a Turkish Port Based on Lean and Green Concept. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 277-296.
- Feng, M., Shaw, S.-L., Peng, G., & Fang, Z.** (2020). Time efficiency assessment of ship movements in maritime ports: A case study of two ports based on AIS data. *Journal of Transport Geography*, 1-14.
- Franca, J. E., Hollnagel, E., dos Santos, I. J., & Haddad, A. N.** (2021). Analysing Human Factors and Non-Technical Skills in Offshore Drilling Operations Using FRAM (Functional Resonance Analysis Method). *Cognition Technology & Work*, 23, 553-566. doi:10.1007/s10111-020-00638-9
- Franzese, G., Botter, R., Starks, D., & Cano, A.** (2004). Simulating the Panama Canal: Present and Future. *Proceedings of Winter Simulation Conference* (s. 1835-1838). Washington, DC, USA: IEEE.
- Gülcan, T. A.** (2013). *Kimyasal yük terminallerinde operasyon verimliliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine nitel bir araştırma*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

- Gülenç, İ.** (2009). *XXI. Yüzyılda Küresel Türk Deniz Gücü Model Tanımlaması*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hollnagel, E.** (2012). *FRAM: The Functional Resonance Analysis Method : Modelling Complex Socio Technical System*. UK: Ashgate Publishing.
- Ishikawa, K.** (1991). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organisation.
- Kaffka, J., Clausen, U., & Meier, F.** (2012). CONTSIM – Container Terminal Management with Simulation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 332-340.
- Kahriman, C.** (2011). *Konteynır terminallerinde operasyonel planlama süreç analizi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Kalaycı, Ş.** (2008). *Spss uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: ASil Yayın Dağıtım.
- Karaoğlu, K.** (2017). *Lİman İçi Optimizasyon*. İstanbul: Okan Üniversitesi.
- Keceli, Y., Aksoy, S., & Aydogdu, Y. V.** (2013). A simulation model for decision support in Ro-Ro terminal operations. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 338-358.
- Kelton, W., Sadowski, R., & Sadowski, D.** (2003). *Simulation with arena*. Boston: McGrawHill.
- Kıyı Yapıları Daire Başkanlığı.** (2022, 7 4). *Faal Limanlara İlişkin Bilgiler*. Kıyı Yapıları Daire Başkanlığı: <https://tkygm.uab.gov.tr/kiyi-yapilari-daire-baskanligi> adresinden alındı
- Komatsubara, A.** (2016). When resilience does not work. *Resilience Engineering Perspectives*, 1-12.
- Kotachi, M., Rabadi, G., & Obeid, M. F.** (2013). Simulation Modeling and Analysis of Complex Port Operations with Multimodal Transportation. *Procedia Computer Science*, 229-234.
- Kuzu, A. C.** (2015). *Tanker Terminallerinde Emniyetli Operasyonun Optimizasyonu*. İstanbul : İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kuzu, A. C.** (2018). *Tanker terminal bağlama operasyonlarının modellenmesi*. İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Laxe, F. G., Bermúdez, F. M., & Domínguez, A. J.** (2021). Are Spanish ports efficient and profitable? A quantitative analysis. *Utilities Policy*, 1-9. doi:10.1016/j.jup.2021.101195
- Liu, B., Li, Z.-C., Wang, Y., & Sheng, D.** (2021). Short-term berth planning and ship scheduling for a busy seaport with channel restrictions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 1-13.
- Madueke, U. A.** (2013). *Measuring and Benchmarking Efficiency and Productivity Levels of Liquid Bulk Terminal Operations Using a DEA AND OEE Approach*. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam.
- Merkuryev, Y., Tolujew, I., Blumel, B., Novitsky, L., & Ginters, E.** (1998). A Modeling And Simulation Methodology For Managing The Riga Harbour Container Terminal. *Simulation*, 84-95.
- Nakiboğlu, M.** (2003). Brainstorming Method From Theory to Practice (Kuramdan Uygulamaya Beyin Fırtınası Yöntemi). *The Journal of Turkish Educational Sciences*. 26 08, 2021 tarihinde Dergipark: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/256448> adresinden alındı
- Oliveira, F., Nunes , P., Blajberg , R., & Hamacher, S.** (2016). A framework for crude oil scheduling in an integrated terminal-refinery system under supply uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 635-645.
- Osborn, A.** (1957). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Özdemir, Ü.** (2015). Tarihte Türk Denizcilik Faaliyetleri Ve Günümüz Limanlarının Gelişim Sürecine Olan Etkisinin İncelenmesi. *SOBIAD*, 421-441.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., Woltjer, R., Costantino, F., Praetorius, G., Ferreira, P., & Hollnagel, E.** (2020). Framing the FRAM: A literature review on the functional resonance analysis method. *Safety Science*, 1-23. doi:10.1016/j.ssci.2020.104827
- Pérez, I., González, M. M., & Trujillo, L.** (2020). Do specialisation and port size affect port efficiency? Evidence from cargo handling service in Spanish ports. *Transportation Research Part A*, 234-249.

- Périco, A. E., & da Silva, G. R.** (2020). Port performance in Brazil: A case study using data envelopment analysis. *Case Studies on Transport Policy*, 31-38.
- Posti, A., & Häkkinen, J.** (2012). *Survey Of Transportation of Liquid Bulk Chemicals in the Baltic Sea*. Turku: University of Turku.
- Praetorius, G., Lundh, M., & Lützhöft, M.** (2011). Learning From The Past For Proactivity – A Re-analysis Of The Accident Of The MV Herald Of Free Enterprise. *Proceedings Of The Fourth Resilience Engineering Symposium* (s. 217-226). Sophia Antipolis, France: Presses de Mines.
- Salihoğlu, E., & Bal Beşikçi, E.** (2021). The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a maritime accident: A case study of Prestige. *Ocean Engineering*, 1-12. doi:10.1016/j.oceaneng.2020.108223
- Salihoğlu, E., & Bal Beşikçi, E.** (2022). Waiting reasons affecting the handling process at liquid bulk terminals. *Journal of Shippipng and Trade*, 1-15.
- Sarkar, B. D., & Shankar, R.** (2021). Understanding the barriers of port logistics for effective operation in the Industry 4.0 era: Data-driven decision making. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1-13.
- Shetty K, D.** (2019). *Optimization Of Vessel Turnaround Time At A Seaport With A Special Reference To New Mangalore Port Trust*. Mangalore: National Institute Of Technology Karnataka, Surathkal.
- Şimşek, D.** (2012). Atatürk Dönemi Türk Denizciliğinde Yaşanan Gelişmeler ve Cumhurbaşkanı Olarak Hamidiye Gemisi İle Trabzon'a Yaptığı İlk Ziyaret. *Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu Doğu Karadeniz*. Trabzon: KTÜ.
- Tahar, R. M., & Hussain, K.** (2000). Simulation and Analysis for the Kelang Container Terminal Operations. *Logistic Information Management*, 14-20.
- Tian, J., Wu, J., Yang, Q., & Zhao, T.** (2016). FRAMA: A safety assessment approach based on Functional Resonance Analysis Method,. *Safety Science*, 41-52.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.** (2021, 03 16). *2019-2020 Türkiye'nin Denizyolu Verileri*. 04 24, 2022 tarihinde 2020 yılı Türkiye Denizcilik profili: <https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/deniz-ticareti-gostergeleri/2020-yili-turkiye-denizcilik-profil.pdf> adresinden alındı

- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.** (2022, 2 1). *Kargo tipleri bazında limanlarımızda gerçekleştirilen yük elleçleme istatistikleri, 2021.* 3 15, 2022 tarihinde Yük İstatistikleri: <https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/yuk-istatistikleri> adresinden alındı
- UNCTAD.** (2019). *Review of Maritime Transport 2019.* Genova: UN.
- UNCTAD.** (2020). *Review of maritime transport 2020.* New York: United Nations Publications.
- UNCTAD.** (2021). *COVID 19 and Maritime Transport Impact and Responses.* Geneva: United Nations.
- UNCTAD.** (2021). *Review of Maritime Transport 2021.* New York: United Nations Publications.
- Vagias, W. M.** (2006). *Likert-type scale response anchors.* Clemson University.
- Wahed, M. A., Faghri, A., & Li, M.** (2017). An innovative simulation model for the operations of a multipurpose seaport: a case study from Port of Wilmington, USA. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 151-164.
- Xu, X.** (2010). *Evaluation of Shenzhen Port capacity based on queuing theory.* Malmö: World Maritime University.
- Yousefi, A., Rodriguez Hernandez, M., & Lopez Peña, V.** (2019). Systemic accident analysis models: A comparison study between AcciMap, FRAM, and STAMP. *Process Safety Progress*, 1-18. doi:doi.org/10.1002/prs.12002
- Yüksekyıldız, E.** (2014). *Türkiye sıvı kimyasal yük limanlarının verimlilik analizi.* Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Zeng, Q., & Yang, Z.** (2008). Integrating simulation and optimization to schedule loading operations in container terminals. *Computers & Operations Research*, 1935-1944.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Eren SALİHOĞLU

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2012, Deniz Harp Okulu, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- **Yüksek Lisans** : 2017, Kocaeli Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2012-2019 yılları arasında Sahil Güvenlik Komutanlığı gemilerinde sırasıyla ikinci çarkçılık, ikinci komutanlık ve başçarkçılık görevlerini deruhte etti.
- 2019-2021 yılları arasında özel bir şirkette RSO temsilcisi olarak çalıştı.
- 2022'den beri aynı şirkette Lojistik ve Optimizasyon departmanında çalışmaktadır.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

Salihoğlu, E., & Bal Beşikçi, E. (2021). The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a maritime accident: A case study of Prestige. *Ocean Engineering*, 1-12. doi:10.1016/j.oceaneng.2020.108223

Salihoğlu, E., & Bal Beşikçi, E. (2022). Waiting reasons affecting the handling process at liquid bulk terminals. *Journal of Shipping and Trade*, 1-15.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

Salihoğlu, E. (2017). Investigation of the Petroleum Pollution Caused by the Ship Source in Istanbul Strait . *The Turkish Journal Of Occupational / Environmental Medicine and Safety* , 2 (1(3)) , 165-173 .

Salihoğlu, E., & Bal Beşikçi, E. (2018). Suriyeli Düzensiz Göçmenlerin Denizde Meydana Gelen Yasa Dışı Göç Eylemlerinin İncelenmesi. *II.Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi*, Adana.