KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİR KONTEYNER LİMANINDA ETKİN SAHA YERLEŞİMİNİN SİMÜLASYON YARDIMIYLA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

CANAN BEKTAŞ

KOCAELİ 2017

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

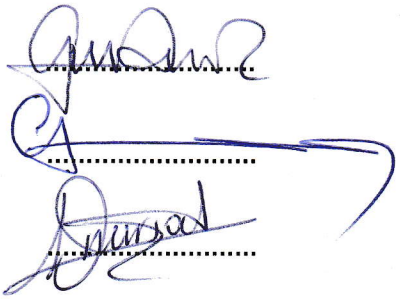
BİR KONTEYNER LİMANINDA ETKİN SAHA YERLEŞİMİNİN SİMÜLASYON YARDIMIYLA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

CANAN BEKTAŞ

Doç. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Doç. Dr. Gülşen AKMAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Yrd. Doç. Dr. Fatma Serab ONURSAL
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi .....



Tezin Savunulduğu Tarih: 16.06.2017

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasında orta ölçekli bir konteyner limanında çalışılmıştır. İthal konteynerler için etkili saha yerleşimi için simülasyon yönteminden yararlanılmıştır.

Yapmış olduğum tez çalışmamın her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN'e ve bu çalışmamda yardımlarını ve fikirlerini esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hatice ESEN'e, Ar. Gör. Murat ÇOLAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince bana kolaylık sağlayan ve destek olan çok değerli arkadaşlarım Mehmet ÇİFTÇİ ve Erkan AYHAN'a; bu çalışmamda verdiği desteklerden dolayı Ozan AKALIN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hayatım boyunca beni hep destekleyen, yanımda olan, güvenen en değerli varlıklarım olan kardeşlerim Cansel, Cansu ve Diyar Bektaş'a, teyzem ve babama minnettarım. Son olarak hayatıma yön veren, anlam katan ve her zaman yanımda hissettiğim canım annem Feride BEKTAŞ'ın güzel ve sonsuz ruhuna minnettarım. Yaptığım bu tez çalışmasını canım anneme adıyorum.

Mayıs - 2017 Canan BEKTAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÖZET vii
ABSTRACT viii
GİRİŞ 1
1. KONTEYNERİZASYON 2
1.1. Konteyner Tanımı 2
1.2. Konteynerin Tarihsel Gelişimi 4
1.3. Genel Konteyner Türleri 5
1.4. Konteyner Taşımacılığı 9
1.5. Liman: Konteyner Terminalleri 11
1.5.1. Nesillerine göre limanların sınıflandırılması 13
1.6. Gemi: Konteyner Gemileri 14
2. KONTEYNER TERMİNALİ 17
2.1. Konteyner Terminallerinin Fonksiyonları 17
2.2. Konteyner Terminallerinde Üstyapı, Altyapı ve Donanım Planlaması 19
2.2.1. Konteyner terminali altyapı özellikleri 19
2.2.2. Konteyner terminali üstyapı özellikleri 20
2.3. Konteyner Terminallerinin Amaçları 21
2.4. Konteyner Terminal Sistemleri 22
2.4.1. Rıhtımla depolama alanı arası 22
2.4.2. Rıhtım alanında (apron) 27
2.4.3. Depolama alanında 27
2.4.4. Depolama alanından hinterland taşımacılığına 29
3. TERMİNAL LOJİSTİĞİ VE OPTİMİZASYON METODLARI 31
3.1. Gemi Planlama Süreci 34
3.1.1. Rıhtım planlama 36
3.1.2. Yüklemenin planlanması 36
3.1.3. Vinç dağılımı 37
3.2. Depolama ve İstif Lojistiği 38
4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE SİMÜLASYON YÖNTEMİ 43
4.1. Performans Kavramı 43
4.1.1. Performans ölçümünün amacı ve faydaları 43
4.1.2. Konteyner terminallerinde performans ölçümü 44
4.2. Simülasyon Sistemleri 45
5. SİMÜLASYON YÖNTEMİ KULLANILARAK BİR KONTEYNER TERMİNALİNDE SAHA YERLEŞİMİNE KARAR VERİLMESİ 50
5.1. Mevcut Durum ve Alternatif Senaryolar 52
5.2. Simülasyon Sonuçları 55
5.2.1. Mevcut durum sonuçları 56
5.2.2. Senaryo 1 sonuçları 57
5.2.3. Senaryo 2 sonuçları 58

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 60
KAYNAKLAR 62
EKLER 66
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 70
ÖZGEÇMİŞ 71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Standart yük konteynerleri (20 teu) 6
Şekil 1.2. 40' standart yük konteyner 6
Şekil 1.3. Üstü açık konteyner (40 teu) 6
Şekil 1.4. Soğutmalı konteyner 7
Şekil 1.5. Flat rack konteyner 7
Şekil 1.6. Havalandırmalı konteyner 8
Şekil 1.7. Platform konteyner 8
Şekil 1.8. Tank konteyner 8
Şekil 1.9. Dökme yük (bulk) konteyner 9
Şekil 1.10. Tank ve izoleli konteyner 9
Şekil 1.11. 1970'lerde konteyner terminal yapısı 12
Şekil 1.12. 1980'lerde konteyner terminal yapısı 12
Şekil 1.13. 1990'larda konteyner terminal yapısı 13
Şekil 1.14. Konteyner gemilerinin sınıflandırılması 16
Şekil 2.1. Genel konteyner terminali planı 19
Şekil 2.2. Açık depolama alanı 20
Şekil 2.3. Straddle taşıyıcı 23
Şekil 2.4. Şasi sistemi 24
Şekil 2.5. Forkliftler 25
Şekil 2.6. Reach Stackers 25
Şekil 2.7. Otomatik kılavuzlu araç 27
Şekil 2.8. Rıhtım vinci 27
Şekil 2.9. Lastik tekerlekli vinç 28
Şekil 2.10. Raylı portal vinç 29
Şekil 2.11. Otomatik istifleme vinci 29
Şekil 2.12. Konteyner terminali giriş/çıkış kapısı 30
Şekil 3.1. Bir konteyner terminalinin diyagramı 31
Şekil 3.2. Bir konteyner terminalindeki operasyonel kararların hiyerarşik yapısı 32
Şekil 3.3. Konteyner terminal sistemi 34
Şekil 4.1. Liman performans belirleyicileri 44
Şekil 4.2. Terminal performansı 45
Şekil 5.1. Liman yerleşimi 51
Şekil 5.2. Mevcut durum simülasyon modeli 54
Şekil 5.3. Senaryo 1 için simülasyon modeli 55
Şekil 5.4. Senaryo 2 için simülasyon modeli 55
Şekil 5.5. Mevcut durum için ekipman kullanım oranları 56
Şekil 5.6. Senaryo 1 için ekipman kullanım oranları 57
Şekil 5.7. Senaryo 2 için ekipman kullanım oranları 58

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. ISO tarafından kabul edilen konteyner boyutları 4
Tablo 5.1. Tahliye miktarı dağılım özetleri 53
Tablo 5.2. Ekipman tahliye birim süreleri 53
Tablo 5.3. Posta başına düşen YTT sayısı 54
Tablo 5.4. Mevcut durum için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri 56
Tablo 5.5. Senaryo 1 için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri 57
Tablo 5.6. Senaryo 2 için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri 58
Tablo 5.7. Mevcut durum, senaryo 1 ve senaryo 2 çıktıları karşılaştırması 59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AGV	: Automated Guided Vehicles (İnsansız Terminal Traktörü)
ASA	: American Standard Organization (Amerika Standartlar Örgütü)
ASC	: Automated Straddle Carrier (İnsansız Straddle Taşıyıcı)
CFS	: Container Freight Station (Konteyner Yükleme istasyonu)
EDI	: Electronic Data Interchange (Elektronik veri değişimi)
FEU	: Forty Feet Equivalent (40ft'lik Konteyner Hacmi)
ISO	: International Standartization Organization (Uluslararası Standartlar Birliği)
QC	: Quay Crane (Rıhtım Vinci)
RMGC	: Rail Mounted Gantry Crane (Raylı Portal Vinç)
RS	: Reach Stacker (Konteyner İstifleyici)
RTG	: Rubber Tyred Gantry (Saha Vinci)
RTGC	: Rubber Tyred Gantry Crane (Lastik Tekerlekli İstif Vinci)
SC	: Straddle Carrier (Straddle Taşıyıcı)
SSG	: Ship To Shore Gantry Crane (Rıhtım Vinci)
TEU	: Twenty Feet Equivalent Unit (20ft'lik Konteyner Hacmi)
UNCTAD	: United Nations Conference on Trade and Development (Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı)
YC	: Yard Crane (Alan Vinçleri)

BİR KONTEYNER LİMANINDA ETKİN SAHA YERLEŞİMİNİN SİMÜLASYON YARDIMIYLA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Küreselleşmeyle beraber dünyanın her yeriyle ticaret yapmak kolaylaşmıştır. Son yıllardaki küresel ticaretin öneminin artmasıyla beraber üretilen ürünlerin tüketiciye ulaştırılması kritik bir öneme sahip olmuştur. Bu noktada uygun ve güvenilir bir taşıma modunun seçilmesi gereklidir. Bilindiği gibi taşımacılık modları içinde en fazla tercih edilen mod denizyolu taşımacılığıdır. Dünyada taşınan kargoların üçte ikisi denizyolu taşımacılığıyla yapılmaktadır. Bu yüksek talep konteyner limanlarının öneminin her geçen gün artmasına neden olmuştur. Konteyner limanlarının tedarik zincirinde önemli bir yeri vardır. Konteyner limanları sürekli büyümek ve kendilerini geliştirmek zorundadırlar. Konteyner limanlarının yüksek müşteri memnuniyeti sağlamaları gerekmektedir. Bunun için gelen gemilerin operasyonlarının en kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Liman sahasının etkin kullanımı, minimum yeniden elleçleme yapmak, beklemelerin minimum olması oldukça önemlidir. Simülasyon, liman süreçlerinin geliştirilmesinde iyi bir karar destek sistemidir. Yapılan bu çalışmada, bir konteyner terminalindeki dolu olan ithal konteynerler için uygun istif yerleşim şekli belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için mevcut durum ve mevcut duruma alternatif iki senaryo oluşturulmuş ve simülasyon yardımı ile karşılaştırılmıştır. Gemilerin tahliye işlemlerinin en kısa sürede tamamlanmasını, tüm ekipmanların adil kullanımını sağlayacak ve taşıyıcı araçların rıhtım ve saha vinçlerinin altında bekleme sürelerinin en aza indirilmesini sağlayacak en uygun saha yerleşiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, işgücü ve enerji maliyetlerinin azaltılması planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denizyolu Taşımacılığı, İstif Planlama, Konteyner Saha Planlama, Liman, Simülasyon.

IMPLEMENTATION OF EFFECTIVE YARD PLACEMENT WITH A SIMULATION IN A CONTAINER

ABSTRACT

Globalization make trade possible at all around the World. With the increasing importance of global trade increasing in the recent years , delivering products from the manufacturer to the consumer has a critical importance. At this point, suitable and reliable transport mode must be selected. As is known, maritime transport is most preffered transport mode. Two-thirds of world's cargos are transported by sea-borne. This high demand has led the importance of container terminals have been increased everydays. Container termimals have an important place in supply chain. Container terminals must have to costantly grow and improve themselves. They have been required to provide maximize the customer satisfaction. For this , operation of vessels should be completed as soon as possible. Effective use port area, minimum rehandling and waiting is important. Simulation is a good decision support tool for development of port processes. İn this study, current situation and alternatif two scenerios have been compared by using simulation to find most suitable stack layout for import full containers. İt has aimed to determine the most suitable yard layout that can provide complating discharcing operation of vessels as soon as posible, fair use for all equipment and minimize the waiting under the quay and yard cranes. İn this way , it is planned to reduce work force and enegy costs.

Keywords: Marine Transportation, Stack Planning, Container Yard Planning, Port, Simulation.

GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte dünyanın her yeriyle ticaret kolaylıkla yapılmaktadır. Son yıllarda küresel ticaretin artmasıyla, ticareti yapılan malların alıcısına ulaştırılması da önemli bir konu olmuştur. Bu nedenle uygun taşıma seklini seçmek gereklidir. Bilindiği gibi denizyolu taşımacılığı diğer taşıma modlarından daha güvenilir ve daha ucuz olduğu için en fazla tercih edilen taşımacılık modudur. Konteyner terminallerinin tedarik zincirinde yerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Limanların küresel ticaretteki rolü bu kadar önemli olmasından dolayı, limanların kendini sürekli geliştirmesi ve artan rekabet ortamında rekabet edilebilir pozisyonda kalabilmesi gerekmektedir. Bunun için limanların hizmet kalitelerini arttırması, müşteri memnuniyetini sağlaması, rekabet edilebilir kalması için önemlidir. Denizyolu taşımacılığına olan talebin büyümesi limanların büyümesini de zorunlu kılmıştır. Limanlardaki bu büyüme limanlarda gerçekleşen operasyonları daha karmaşık bir hale getirmiştir. Simülasyon farklı durumların değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasını sağlayarak liman yönetimine karar vermede yardımcı olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bir konteyner terminalindeki ithal dolu konteynerlerin istiflenmesi için en uygun yerleşimin belirlenmesidir. Konteyner terminaline uğrak yapan hatlara ait gemilerden tahliye edilen dolu konteynerler için ait oldukları hatlara göre bloklar halinde uygun alanların belirlenmesi, iş yükünün adil dağıtılması için mevcut duruma alternatif 2 senaryo daha belirlenmiştir. Mevcut durum, senaryo 1 ve senaryo 2'ye ait sonuçlar karşılaştırılarak iş yükünü dengeleyecek, toplam tahliye süresini en küçükleyecek, darboğazların olmadığı, beklemenin minimum olduğu yerleşim şekli belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde konteynerizasyondan ile ilgili kavramlar, gelişimi ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde ise konteyner terminallerinden amaçlarından, fonksiyonlarından, sistemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, terminal lojistiği hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılmış olan karar destek sistemlerinden biri olan simülasyon açıklanmıştır. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaya 5 bölümde yer verilmiştir. En son bölüm de ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. KONTEYNERİZASYON

Konteyner taşımacılığı ile ilgili her şey konteynerizasyon altında incelenmektedir. Konteynerlere özel gemiler, taşıyıcı ekipmalar, elleçleme ekipmanları ve operasyon türleri bulunmaktadır. Lojistiğe yenilikler getiren konteynerizasyon, multimodal transport kavramıyla, yani, hava, demiryolu, deniz, boru hattı aracılığıyla çoklu taşıma anlam kazanmıştır (Yercan, 1996).

Uluslararası denizyolu taşımacılığının son kırk yılında konteynerlerin birimleştirilmesi önemli yer tutmaktadır. Konteynerizasyonun önem kazanmasıyla birlikte konteyner gemilerine hizmet veren limanlarda artmıştır. Bu da rekabeti doğurmuştur. Rekabet edebilmek için uygun optimizasyon methodlarını bilgi teknoljisi ile birlikte etkin ve verimli kullanımı vazgeçilemez olmuştur (Steenken ve diğ., 2004).

1.1. Konteyner Tanımı

İngilizcesi "container" (muhafaza etme) olan kelimeden türemiştir. Türkçeye çevirerek "kapsak, yüklük" kelimeleri kullanılmak istemiştir fakat ülkemize de diğer dillere girdiği gibi yerleşmiştir. ISO'nun belirlenmiş olduğu tanıma göre; konteynerler tekrar kullanılabilme özelliğine sahiptir. Yüklerin açılmasına ve tekrardan kapatılmasına gerek kalmadan taşınmasını sağlayan sağlam kaplardır. Kolaylıkla elleçlenme özelliğiyle kolay boşaltılacak şekilde tasarlanmış taşıma kaplarıdır.

Yukarıda verilen tanımdaki gibi konteynerler, içinde yük bulunduran, taşıma araçlarıyla taşınabilen, kolayca ayrılabilen, yüklenerek "birim yük" vasfına sahip olabilen, teçhizat ve büyüklük bakımından mekanik yükleme yapabilen, tekrar kullanılabilen taşıma kaplarıdır (Çancı ve Erdal, 2003).

Konteynerleri faydalı yapan özelikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Bartan, 2007):

- Güvenilir,
- Mal zayiatı minimum düzeydedir,
- Hava geçirmez,
- Tasarımları tehlikeli eşya taşıyabilecek şekilde tasarlanmış,
- Bir alana katlarca yığılabilir,
- Kapatılabilir,
- Kilitlenebilir,

- Bir defada çok çeşitli ve çok fazla yük taşıyabilir.

1961 yılında Amerika Standartlar Örgütü (ASA) farklı boyutlarda olan ve kilitleme yerleri farklı olan konteynerlerin elleçlemesinde sorunlar yaşanması sebebiyle bu konuyu ele almıştır. 1965 yılında Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO)'nün belirlemiş olduğu bazı ölçüler esas alınarak içlerinde Türkiye'nin de bulunduğu 31 ülke tarafından kabul edilmiştir. 40, 30, 20, 10, 7 ve 5 ft boylarında konteynerler kabul edilen bu kurallara göre benimsenmiştir. Deniz taşımacılığında son zamanlarda en çok kullanılan 20 ft'lik konteynerlerdir. Kullanılan bu 20 ft'lik konteynerler TEU (Twenty-Foot Equivalent Unit) ölçütü olarak kullanılmaktadır. 40 ft' lik konteynerl FEU (Forty-Foot Equivalent Unit) olarak ya da 2 TEU olarak ifade edilmektedir (Öztürk, 2007). Tablo 1.1'de ISO tarafından belirlenen standart bir konteynerin boyutları gösterilmiştir (Yüksel, 2006).

Tablo 1. 1. ISO Tarafından kabul edilen konteyner boyutları (Yüksel, 2006)

Konteyner				Hacim	Önerilen Yükleme Hacmi	Maks. Yükleme Ağırlığı	Kendi Ağırlığı
Boyut	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Yükseklik (m)	m^3	m^3	t	t
20 TEU	6,096	2,438	2,591	32	29	24	1,8-2,4
40 TEU	12,192	2,438	2,591	65	59	30,48	2,8-4,0

1.2. Konteynerin Tarihsel Gelişimi

İlk kez 1955'te konteynerler kullanılmaya başlanmıştır. Malcolm McLean, taşınacak olan malların imal edildikleri yerden treylere yüklenip, bu treylerle alıcısına gönderilmesinin zaman tasarrufu sağlayacağını ve daha ekonomik olacağını düşündü. Taşınacak malların üretildikleri yerden treyler üzerine yüklenip limana taşınıp, oradan gemiye ve daha sonrada varış limanına ulaştıktan sonra gemiden boşaltılıp yine oradan da treylerle birlikte alıcının ardiyesine indi-bindisiz sevk edilebilecekti. Bir kamyon firmasına sahip olan Malcolm McLean'nin bu düşüncesine göre, yükün yükleme limanlarında, tahliye limanlarında ve aralardaki taşımalarda yükün sürekli indi bindi yapılmasından kurtaracaktı. Malcolm McLean, bu düşüncesini gerçeğe dönüştürmek için küçük bir denizcilik firması satın aldı. Satın

aldığı bu firmaya Sealand adını verdi. New York, Meksiko Körfezi, Porto Riko limanları arasında 1956 yılında deneme seferleri yapmaya başladı. Bu denemelerden sonra II. Dünya Savaşından kalma bir tankeri tekrardan yapılandırmış ve Atlantik-aşırı taşımalarda kullanmıştır (Solmaz ve Saygılı, 2008).

1957 yılında Pan SteamShip Company'ye ait altı konvansiyonel gemisinin konteyner taşıyabilmek için petekleri yapmasıyla beraber konvansiyonel yük taşımacılığından ayrılıp modern konteynerciliğe başlanmış olundu. Bu firma gemide ortalama gross ağırlığı 25 ton 8x8x35 footluk konteynerler kullanmaya başlamış, ayrıca tahliye ve yüklenmesi için özel vinçler hazırlamışlardır. 4 tanesi üst üste istiflenebilecek şekilde çok kuvvetli ve dirençli konteynerler olarak yapmışlardır. Matson Navigation Company, 1959 yılında Hawai ile Amerika arasında konteyner taşımacılığına başladı. (Yüksel ve Çevik, 2006).

Yük taşıma aracı olarak konteynerler, yaklaşık 60 yıldır kullanılmaktadır. Her bir transfer noktasında boşaltılmak zorunda kalınmadan taşınabilen tek şekilli kaplardır. Konteynerlerin standartlaştırılmasının müşteriler için de birçok yararı (yükün daha karlı fiziksel akışı, hava koşullarından koruma ve çizelgeleme ve kontrol, hırsızlıktan korunma) olmuştur. Yavaş bir başlangıçtan sonra gerçekleşen bu büyük patlama, uygun ekipmanlarla donatılmış konteyner terminalleri, uygun tasarlanmış gemiler ve satın alma veya kiralama yoluyla kullanılan konteynerler için yapılan büyük yatırımlarla gerçekleşmiştir. Hızla büyüyen pazar payını ve ekonomik verimlilik büyük konteyner aktarmalarına neden olmuştur. Konteyner aktarması konteyner sahasında konteynerin geçici süreli olarak depolanması ve bir araçtan diğerine transferi olarak da tanımlamaktadır. (Steenken ve diğ., 2004).

1.3. Genel Konteyner Türleri

Genel konteyner türleri içinde standart yük konteynerleri, üstü açık konteynerler, soğutmalı konteynerler, flat rack konteynerler, havalandırmalı konteynerler, platform konteynerler, tank konteynerler ve bulk konteynerler bulunur (Bartan, 2007).

a) Standart yük konteynerleri 20'**:** Bu konteynerler genel yükler için tasarlanmış, kuru yükler için kullanılabilirler. Konteynerlerin içine monte edilecek flexitank aparatı yardımıyla sıvı yüklerde taşınabilmektedir. Konteynerin (Şekil 1.1) kapısında girebilen ve konteyner içine sığabilecek tüm yükler için uygundur (Bartan, 2007).



Şekil 1.1. Standart yük konteynerleri (20 teu) (Bartan, 2007)

b) Standart yük konteynerleri 40: Bu konteyner türleri hacim olarak 2x20 ft'lik konteyner yükü alabilmektedirler (Şekil 1.2). Taşıma ağırlığı olarak 20 ft'llik konteynerlerin taşıdığı ağırlıktan çok farklı değildirler. Bu nedenle " Havaleli" fazla olan, ağırlığı az olan taşımalarda kullanılır (Bartan, 2007).



Şekil 1.2. 40' Standart yük konteyner (Bartan, 2007)

c) Üstü açık konteynerler**:** Üstü branda ile örtülü, tavanı açık konteynerlerdir (Şekil 1.3). Yükün konteynerin kapısından girmediği ve çoğunlukla taşınılacak olan eşyanın yüksekliğinin konteyner yüksekliğinden fazla olduğu durumlarda kullanılan konteynerlerdir (Bartan, 2007).



Şekil 1.3. Üstü açık konteyner (Özyılmaz, 2007)

d) Soğutmalı (reefer) konteynerler: Belirli bir ısı derecesinde taşınması gereken ve dondurulmuş gıdaların taşınması için kullanılan konteynerlerdir (Şekil 1.4). Bu

konteynerler soğutma ya da ısıtma özelliğine sahip değildir. Yüklenen kargoyu, “Set” derecesinde belirtilen ısıda muhafaza ederek taşımayı sağlar (Bartan, 2007).



Şekil 1.4. Soğutmalı konteyner (Özyılmaz, 2007)

e) Flat rack konteyner: Taşınacak yüklerin standart ve Open-Top konteynerlere sığmaması durumunda yüklerin (üstten ve yandan) taşımalı olduğu durumlarda kullanılır (Şekil 1.5). Genellikle büyük makinalar ve araç taşımaları için uygundur (Bartan, 2007).



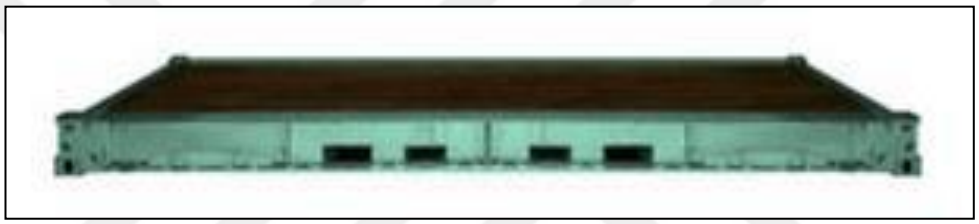
Şekil 1.5. Flat rack konteyner (Özyılmaz, 2007)

f) Havalandırmalı konteynerler: Yüklerin havalandırılması gerektiğinde kullanılan konteynerlerdir (Şekil 1.6). Konteynerin taban ve tavan bölümündeki havalandırma ızgaraları yardımıyla taşıma esnasında bozulabilecek gıdaların taşınmasında kullanılır (Bartan, 2007).



Şekil 1.6. Havalandırmalı konteyner (Özyılmaz, 2007)

g) Platform konteynerler: Yanlardan, üstten, ön ve arkadan taşması olan gemiye doğrudan yüklenemeyecek olan yükler için kullanılan konteynerlerdir (Şekil 1.7) (Bartan, 2007).



Şekil 1.7. Platform konteyner (Özyılmaz, 2007)

h) Tank konteynerler: Tankın şeklinin çelik muhafaza monte edilerek gemiye yüklenebilecek hale getirilmesiyle oluşturulmuş konteynerlerdir (Şekil 1.8). Gaz ve Sıvı halindaki yüklerin taşımalarında kullanılır (Meyve suyu , zeytinyağı, Toksit kimyasallar, kimyasal maddeler vb..) (Bartan, 2007).



Şekil 1.8. Tank konteyner (Özyılmaz, 2007)

i) Dökme yük (bulk) konteynerler: Kuru dökme yükler için tasarlanmış konteynerlerdir (Şekil 1.9) (Bartan, 2007).

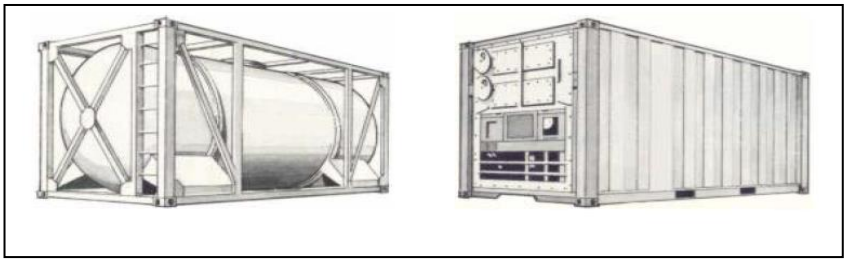


Şekil 1.9. Dökme yük (bulk) konteyner (Özyılmaz, 2007)

j) Termal konteynerler: Tüm çeperleri ısıya karşı korunmuş, özel yapıdaki konteynerlerdir. Aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Mekanik soğutmalı konteynerler
- İzoleli konteynerler
- Soğutma sistemli konteynerler
- Isıtmalı konteynerler
- Tank konteynerler
- Soğutmalı ve ısıtmalı konteynerler
- Yüke göre isimlendirilmiş konteynerler

Şekil 1.10' da sırasıyla tank ve izoleli konteynerler gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Tank ve izoleli konteyner (Yalçın, 2005)

1.4. Konteyner Taşımacılığı

Taşımacılıktaki bu yeni dönemin açılması ile birlikte limanlarda elleçlenen yüklerin sayısı da artmıştır. Elleçlemedeki bu artışa bağlı olarak üretim de artmıştır. Limana bağımlı olan klasik taşımacılığın yerine kapıdan kapıya taşımacılık anlayışını benimseyen günümüz taşımacılığı yerleşmiştir. Konteyner limanları, yükün geçiş yerleri haline gelmiştir. Limanların konteyner tahliye, yükleme ve depolama işlemlerinin gelişen konteyner taşımacılık sistemine uygun olarak düzenlenmesi gerekmiştir.

Konteyner taşımacılığında gerekli olan teknolojik yeniliklere uyum sağlayamamak ulaştırma sistemini olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler, ulusal ekonomide ve denizcilik sektöründe hissedilmektedir. Yüksek büyüme oranlarına sahip gelişmekte olan ülkeler oluşan bu darboğazdan çıkabilmeyi başarmışlardır. Konteynerler taşımacılıkta birçok kolaylıklar sağlamaktadır. Taşıma maliyetlerini düşürerek yüklerin taşınmasının sağlanması taşımacılığın konteynerleşmesinin hedefidir (Öztek, 1996).

Konvansiyel ve konteyner gemileri arasındaki farktan dolayı konteynerleşememenin yarattığı olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu farktan kaynaklanan sonuçlar aşağıdaki şekilde karşılaştırılabilir;

1. Taşıma ücreti yüksek olan bir yük konteynerle taşınarak konvansiyonel gemi ile taşımaktan daha ucuza taşınabilir. Konteyner taşımacılığını tercih etmeyen şirketler ise Pazar paylarının bir kısmını kaybederler.
2. Bazı limanlarda konteyner gemilerine öncelik verildiği için konvansiyonel gemiler bekletilebilir.
3. Konteyner taşımacılığı hizmeti vermeyen limanlar ülke ekonomisi açısından ticaret kaybına sebep olur ve bu ülkelere uygulanan taşıma ücretleri de yüksek olmaktadır.
4. İthalatta konteyner taşımacılığını tercih eden ülkeler, ihracatta deniz taşımacılığı için seçenek oluştururlar. Bu durumun aksi durumlarda ithalat yapılarak ülkeye alınan konteynerler ihracat yaparken kullanılmadığı için boş beklerler ve kullanılmadan boş olarak geri dönerler. Bu durum da taşımacılık maliyetinin yükselmesine sebep olur.

Gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelerdeki taşımacılık işletmeleri ile konteyner sistemine ayak uydurmaları gerekir. Düzenli (layner-liner) taşımacılık, yurtiçi ve liman taşımacılığı gerçekleştirecek olan işletmelerin yetkilileri bu modern taşımacılık teknolojisine geçişte birlikte çalışmalıdırlar. Bu birlikte çalışma bu alanlarda yapılacak yatırımların aynı anda başlamasına neden olur. Konteyner terminallerinin sahalarını konteynerlerle doldurmaları verimlilik düşüşüne neden olur. Sistemde bütünlük sağlandığında konteyner kullanımı karlı sonuçlar sağlar.

Konteyner kullanımını sadece bir limandan diğerine bir taşımacılık olarak görmek doğru değildir. Limanın haricindeki bölgelerde de konteynerlerin dağıtımını yapacak demiryolu, karayolu taşımacılığı için de yatırım gereklidir.

Denizyolu taşımacılığında, konteynerlerin önem kazanmasıyla beraber sektörün ticari ve pazarlama anlayışı da değişmiştir. Bununla beraber konteyner gemisi olacak gemilerin yapısal özellikleri, tasarımları da değişmiştir.

Konteynerleşme ile yük sistemlerine de yeni bir düşünce yer kazanmıştır. Bu yeni düşünce ekspres taşıma sistemidir. Bu sistemde kusursuz gemiciden çok, sisteme egemen yöneticiler gerekmektedir. Bilgisayar denetimindedir. El değmeden yükleme-tahliye yaparlar, gemilerin limandaki bekleme süresini en aza indirirler.

Limanlardaki verimliliğe daha fazla ihtiyaç duyulması ve işçi sorunları sebebiyle konteynerizasyon ortaya çıkmıştır. Düzenli taşımacılıktan ekspres taşıma sistemine geçiş aşaması yüksek maliyetlidir. Limanların konteyner taşımasına uyum sağlanması aşamasında önemli sabit sermaye yatırımına ihtiyaç duyulmuştur. Bundan dolayı ekspres taşımacılık sistemi, gelişmiş ülkelerde daha fazla yaygınlaşmıştır. Gelişmekte olan ülkelerin için bu sisteme geçmek sabit sermaye yatırımı gerektirdiği ve bu yatırımı kendi başlarına sağlamaları zor olduğu için uluslararası ortak girişimler için verimli bir alan oluşmaları gerekmektedir (Öztek, 1996).

Konteynerlerin deniz taşımacılığındaki önemini, bugün gemilerinin kapasitesine ve büyüklüğüne hız faktörünün eklenmesiyle daha belirgin bir hal alan yüksek karlılık ve verimlilik oranı ortaya koymaktadır. Konteyner gemisi, taşıma bölgesindeki 7,9 konvansiyonel geminin işini tek başına taşıyabilecek güce sahiptir. Bu büyük güce, minimum limanda kalma süresi, büyütülmüş taşıma kapasitesi ve yüksek hız ile erişilmiştir. Limana bağlılığı azaltmasıyla taşıma maliyetlerinde de düşüş sağlanmıştır (Denizcilik Müsteşarlığı, 1997).

1.5. Liman: Konteyner Terminalleri

Limanlar, gemilerin yanaşabilmesi için gerekli yeterli derinliğe sahip emniyetli su alanı ile buna bağlı kara alanı olan yerlerdir. Limanlar da gemilerin yükleme, tahliye, tamir v.b. ihtiyaçlarının karşılandığı, tam bir koruma imkânının yanında ambar, gerekli gümrük, liman örgütü ve hizmet tesisleri bulunur (Yercan, 1996).

Teknolojik gelişmelerin artmasıyla dönemin lojistik ihtiyaçlarına göre liman ve konteyner terminallerinin tanımlamaları da değişmiştir. 1960'ların sonuna doğru gelindiğinde konteyner taşımacılığı gelişmiş ülkelerde konteyner taşımaya uygun

hale getirilmiş gemilerle ve hızlıca kurulmuş konteyner terminallerle başlamıştır. Bu süreç Avustralya ve Amerika'da bundan 10 sene önce başlamıştır.

70'li yılların ortalarında konteyner operasyonları açısından kendini idame ettirebilen gemilerle gelişmekte olan ülkelere taşımalar yapmaya başlamıştır. Bu dönemde iç taşımanın yetersiz olmasından kaynaklanan sorunlar yaşanmıştır. 1970'lere ait konteyner terminal yapısı Şekil 1.11' de gösterilmiştir.



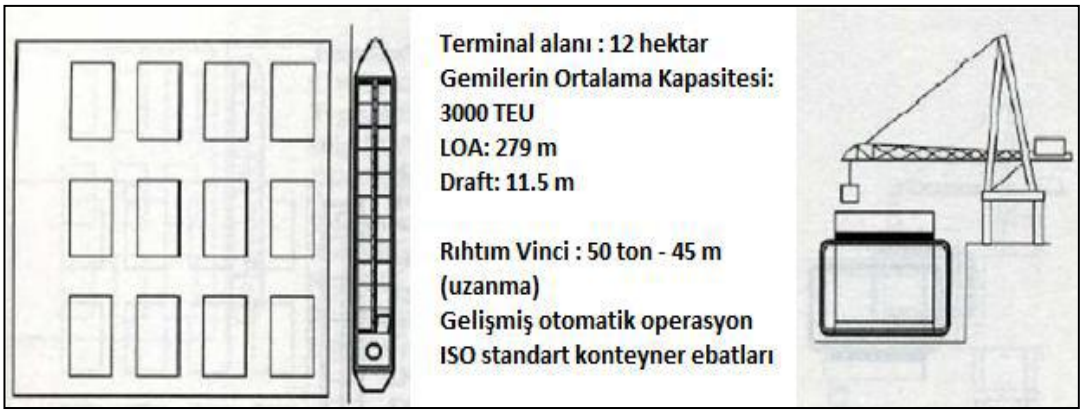
Şekil 1.11. 1970'lerde konteyner terminal yapısı (Alderton, 2005)

İkinci nesil konteyner gemilerinin gelişimi 1980'lere gelindiğinde neredeyse tamamlanmıştır. Buna bağlı olarak da gelişmiş konteyner terminali konsepti de daha iyi tanımlanabilmiştir. 80'lerin sonlarına doğru gelindiğinde gemilerin büyüklüğü artarak dördüncü nesil gemiler ortaya çıkmıştır. Bu büyük gemiler için daha geniş rıhtım vinçlerine ihtiyaç duyulmuştur. Yine bu dönemde yeni konteyner tipleri ortaya çıkmıştır. Gelişmekte olan ülkeler bu yeniliklere ayak uydurmak için gerekli olan yatırımları bulmakta zorlanmışlardır. 1980'lere ait konteyner terminal yapısı Şekil 1.12' de gösterilmiştir.



Şekil 1.12. 1980'lerde konteyner terminal yapısı (Alderton, 2005)

Şekil 1.13'de 1990'lardaki konteyner terminallerinin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.13. 1990'larda konteyner terminal yapısı (Alderton, 2005)

2000'li yıllara gelindiğinde teknolojideki gelişmelerle birlikte 63 metreye kadar uzanabilen, yeni nesil gemiler için tasarlanmış rıhtım vinçlerine sahip olan konteyner terminaller kurulmuştur (Alderton, 2005).

1.5.1. Nesillerine göre limanların sınıflandırılması

İkinci Dünya Savaşından sonra limanlarda gelişim süreci UNCTAD tarafından liman nesilleri olarak sınıflara ayrılmıştır. Bu süreçler ilk olarak sadece elleçleme hizmeti sağlamak için başlamış, daha sonra ulaşılan diğer noktada her türlü lojistik aktiviteye ve de katma değer hizmeti kaplayacak şekilde endüstriyel ve ticari amaçlara göre hareket eden merkezler halini almışlardır (Paixão ve Marlow, 2003).

Birinci Nesil Limanlar: konteyner limanın esas faaliyetlerine odaklanarak katma değer yaratan faaliyetleri dikkate alınmadan klasik bir liman anlayışına sahip limanlardır. Yalnızca yük elleçleme operasyonlarının gerçekleştirildiği limanlardır (Indian Ports Association, 2007).

Trafik hizmeti vermek, demirleme, gemiye gerekli sığınak sağlamak, yüklerin yüklenmesi, bağlama hizmeti sunmak, boşaltılması ve faaliyetlerdir. Ticari faaliyetlerden izole edilmiştir ve liman lojistik zincirinin aktif bir unsuru bulunmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu nesile ait limanlar kalmamıştır.

İkinci Nesil Limanlar: **"**sanayi, ulaştırma ve ticaret merkezleri" olarak tanımlanan limanlardır. Etiketleme, paketleme ve fiziksel dağıtım gibi hizmetleri içermektedir. Bu nesil limanlar art alanlarında endüstriyel faaliyet alanları kurmuşlardır. Taşımacılık ve ticaret işletmeleri ile limanlar (Alderton, 2008) ve belediyeler ile limanlar arasındaki yakın ilişkiler bu limanların diğer bir özelliğidir (Beresford, 2004).

Üçüncü Nesil Limanlar: Bu nesil limanlar önceki liman nesillerinden daha uzmanlaşmış, daha değişken ve bütünleşik liman faaliyetleri ortaya çıkmışlardır. Bu nesil limanlar, klasik gemi ve yük elleçleme hizmetlerinin yanı sıra katma değerli lojistik faaliyetlere de odaklanmıştır (Pettit ve Beresford, 2009).

Bu nesile ait limanların temel özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Port of Rotterdam Authority, 2007);

✓ Yönetim felsefesinde pasif bir hizmet sağlayıcı olmanın yanı sıra ticaretin bütün süreçlerine de dahil olmayı isteyen aktif hizmet sağlayıcı olma amacındadırlar,

✓ Modern konteyner elleçleme ekipmanlarına sahiptirler,

✓ Endüstriyel, çevresel ve pazarlamaya yönelik hizmetlere hâkimdirler,

✓ Dağıtım ve Lojistik hizmetleri için merkez konumundadırlar.

Dördüncü Nesil Limanlar: bir önceki kuşak limanlarının bugünkü değişen pazar şartlarına, belirsizliklere ve dış çevre şartlarına uyum sağlamada yetersiz kalması sonucu ortaya çıkmıştır. Belirsizliklerle başa çıkmak için, daha çevik ve daha esnek yeni bir lojistik yaklaşıma sahip ‘’dördüncü kuşak limanlar’’ uyum sağlamalıdır (Esmer, 2010).

Dış gelişmelere, limanların boyutlarındaki genişlemesine, işlevlerine, sosyal olarak organizasyonuna ve liman yönetimlerinin ve örgütlerinin stratejilerine göre dördüncü nesil limanları açıklayabilir. Dördüncü nesil limanların dikkat çeken özellikleri;

- İletişim ve bilgi sistemlerinin etkin kullanmasıyla beraber küresel liman ağları içerisinde işletilmesi,
- Liman-şehir ilişkilerine önem veren ve çevreye duyarlı sosyal liman örgütlerinin gelişmesi,
- Gelişmiş lojistik hizmetler sunarak tedarik zinciri tarafı ile işbirliği yapmaları ve buna uygun şekilde liman yönetimlerinin tedarik zinciri ve limanın bütünleşmesinde kolaylaştırıcı rol oynamasıdır (Karataş, 2012).

1.6. Gemi: Konteyner Gemileri

Taşınan yüklerin özelliklerine göre gemiler ve limanlar farklı yapı ve özelliklere sahiptir. Gemiler genellikle ticaret, hizmet, savaş ve gezinti gemileri olacak şekilde dört gruba ayrılırlar. Ticaret ve hizmet gemileri deniz yük taşıma sektöründe ise önemli bir rol almaktadırlar. Ticaret gemileri kendi içlerinde yük, yolcu, balıkçı ve yük-yolcu gemileri olarak ayrılırlar. Yük gemileri ise; sıvı yük tankerleri (petrol ürünleri, ham petrol, sıvılaştırılmış gaz, sıvı gıda, kimyasal madde), kuru yük

gemileri (dökme yük, kırkambar, soğuk depolu, konteyner, kereste, canlı hayvan, araba, cevher) ve çok amaçlı gemiler (petrol-dökme yük, petrol-cevher ve-dökme petrol-cevher) olarak ayrılırlar (Tozar, 1997).

Konteyner gemilerini, konteynerlerin depolandığı üstü açık kutular olarak düşünülebiliriz. Bu konteyner gemilerinin iç bölümün genişliğinde yük taşımak için ayrılmış, konteynerlerin güvenli bir biçimde yerleştirilebileceği tarzda tasarlanmış ambarları vardır. Bu gemilerinin ambarlarının kapakları sayesinde de güverteye daha fazla konteyner yüklenebilecek dayanıklı bir zeminleri vardır. Dengeyi sağlayıcı farklı destek yapılara gerek duyulmadan konteynerlerin birbirine kenetlenmesiyle yolculuk koşullarında güvenlik sağlanabilir (Stopford, 2005).

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak konteyner gemilerinin nesillere göre sınıflandırmaları yapılabilir. Bu nesiller aşağıda açıklanmıştır.

Birinci Nesil Konteyner Gemileri: 800 TEU civarında olan azami taşıma kapasiteleri, boyları 135-200 m. olan ve su derinlikleri 9 m. den daha az olan 1956 – 1970 yılları arasında kullanılan gemilerdir (Şen, 2009). Bu nesle ait olan gemiler tanker veya dökme yük gemilerinin değiştirilmesiyle konteyner taşımacılığı için özel olarak tasarımlanmamış gemilerdir.

İkinci Nesil Konteyner Gemileri: Konteyner taşımacılığının öneminin artmasıyla sadece bu amaç için çalışacak gemilerin yapımına olan ihtiyaç artmıştır ve gemilerin boyutlarda büyümeye gidilmiştir. 1970 – 1980 yılları arasında su derinlikleri ise 10 m. kapasiteleri 1.000-2.500 TEU, 215m civarında boyları olan bu gemiler inşa edilmeye başlanmıştır ve ambarlarında konteyner kızağı (full cell guide) kullanılmıştır.

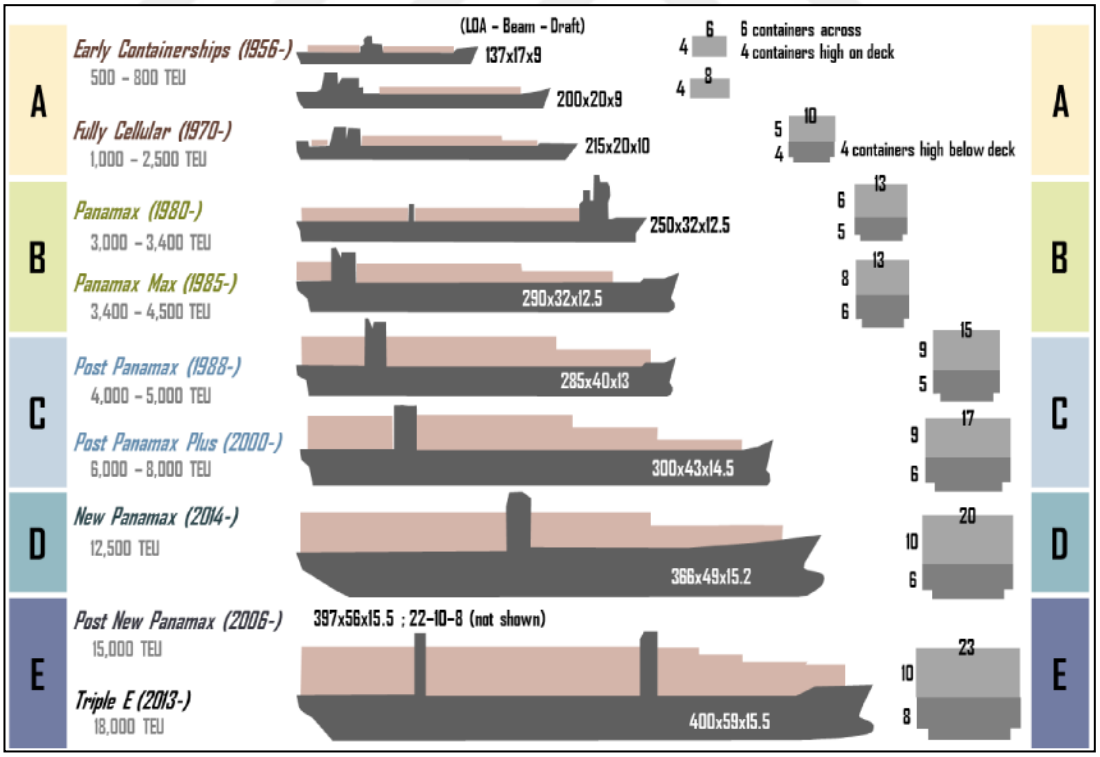
Üçüncü Nesil Konteyner Gemileri: 1980-1988 yılları arasında inşa edilen Panamax olarak bilinen gemilerdir. Bu gemilerin boyları 250-290m. arası, taşıma kapasitesi 3000-5000 TEU, su derinlikleri 11-12 m. civarındadır. Üçüncü nesil gemiler sahip oldukları maksimum boyutlarla Panama kanalından geçebilecek olan gemiler olarak da tanımlanırlar.

Dördüncü Nesil Konteyner Gemileri: 1988–1996 yılları arasında inşa edilen ve Post Panamax olarak adlandırılan gemilerdir. Dördüncü nesil konteyner gemileri, taşıma kapasitesine 4000-6000 TEU olan, 11-13 m. civarında su derinlikleri olan, boyları 275–305 m. arası değişen gemilerdir.

Beşinci Nesil Konteyner Gemileri: 1996- 2006 yılları arasında inşa edilen bu gemiler, Post Panamax Plus (Post Panamax üzeri) olarak adlandırılır. Taşıma kapasiteleri 5000–8000 TEU, boyları 335 m. ve üzeri,13–15 m. Civarında su derinlikleri olan gemilerdir.

Altıncı Nesil Konteyner Gemileri: 2006 ve sonrasında inşa edilen, bu nesil konteyner gemileri Very Large veya Suezmax olarak adlandırılırlar. Su derinlikleri 16 m olan taşıma kapasiteleri 9000–15000 TEU civarındadır ve boyları 400 m.

15.000 TEU veya daha fazla elleçleme kapasitesine sahip mega konteyner gemileri tasarlanmaktadır. Bu gemiler yedinci nesil olarak kabul edilirler. Bu gemilerin uzunlukları 400 metre, genişlikleri ise 70 metredir. Bu gemiler, bugüne kadar yapılmış olan ticari gemi boyutlarından bile daha büyüktür. Güverte üstünde yan yana 23 sıra konteyner yerleştirilebilir. Konteynerleri elleçleyebilmek için farklı tipte konteyner vinçleri kullanmak gerekir. Bunun yanı sıra yanaşma yeri olarak iki taraftan da konteyner elleçleyebilecek özel bir basen yapmak gerekebilir. Şekil 1.14' te konteyner gemilerinin sınıflandırılması gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Konteyner gemilerinin sınıflandırılması (URL-1)

2. KONTEYNER TERMİNALİ

Küresel ekonomide konteyner terminalleri önemli bir konuma sahiptir. Gelişmiş konteyner terminalleri kara ile deniz arası taşımacılıkta aktif bir nokta olup küresel taşımacılık sisteminde birden çok taşıma modlarının (denizyolu, karayolu, havayolu ve demiryolu) geliştiği lojistik merkezler haline gelmiştir. Konteyner terminallerinin toplulukların, ulusların veya bölgelerin ekonomik ve sosyal ölçümlerinde büyük önemi vardır. Ticaretin ve ulusal ekonominin gelişmesine konteyner terminalinin büyük katkıları olduğu iddia edilmektedir (Bartan, 2007).

Yükleme/boşaltmada, taşımada büyük kolaylık getirmesi, liman ve taşıma masraflarını azalması nedeniyle, taşımacılığın büyük bir kısmı konteynerlerle yapılmaktadır. Bunun sonucunda konteyner terminali için liman içerisinde konteyner yük taşımacılığının amacına uygun olarak belirli tesislere, teknik ve işletme modellerine sahip olan limanlara veya alt kesimlere sahip olan liman anlayışı meydana çıkmıştır. Gemilerden tahliye olan veya gemilere yüklenecek olan konteynerlerin elleçlemesinin yapıldığı terminalleri konteyner terminali olarak tanımlayabiliriz (Bayar, 2005).

Küresel ulaştırma ağında konteyner terminalleri taşıma sistemlerinin bağlantı noktalarıdır (interface). Konteyner terminalleri, gemilerle karadaki taşıtları birleştiren, taşıma şekillerinin buluştuğu yerlerdir. Konteyner terminalleri, konteynerlerin geçici istif alanı olarak kullanıldığı bunun yanı sıra yükleme ve tahliye hizmetlerinin verildiği yerlerdir (Zhang ve diğ., 2004).

2.2. Konteyner Terminallerinin Fonksiyonları

Konteyner terminallerinin en önemli faaliyeti kendisiyle bağlantılı farklı taşıma modları arasında güvenli, doğru ve zamanında konteynerleri aktarmaktır. İntermodal taşımacılık sisteminin tamamında buluşma noktaları olması nedeniyle konteyner terminallerinin aktarma fonksiyonunun olduğunu da tanımlamaktadır. Genellikle konteynerler ana hata ait gemiler ile ara hata ait gemiler veya demiryolu ile karayolu arasında aktarmaktadırlar (Kahriman, 2011). Konteyner terminallerinin faaliyetlerini, ulaştırma fonksiyonu, depolama fonksiyonu ve yük elleçleme olarak üç fonksiyon başlığı altında değerlendirebiliriz.

Ulaştırma fonksiyonu: konteynerler deniz, karayolu ve demir yolu olmak üzere 3 çeşit taşıma moduyla konteyner terminallerine getirilir ve götürülürler. Sıvı yük limanlarında ise boru yolu taşımacılığı kullanılmaktadır. Denizyolunu kullanarak getirilen ve götürülen yük ana ve besleyici hatlar yardımıyla taşınmaktadır. Konteyner terminallerinde gemilerin ait olduğu servisler periyodik olarak limanlara uğramaktadır (düzenli hat taşımacılığı). Denizyolu taşımalarının planlanması bir gerekliliktir. Aynı zamanda liman içi gerekli olan taşımalarda da ulaştırma faaliyeti yer almaktadır (Esmer ve diğ., 2010).

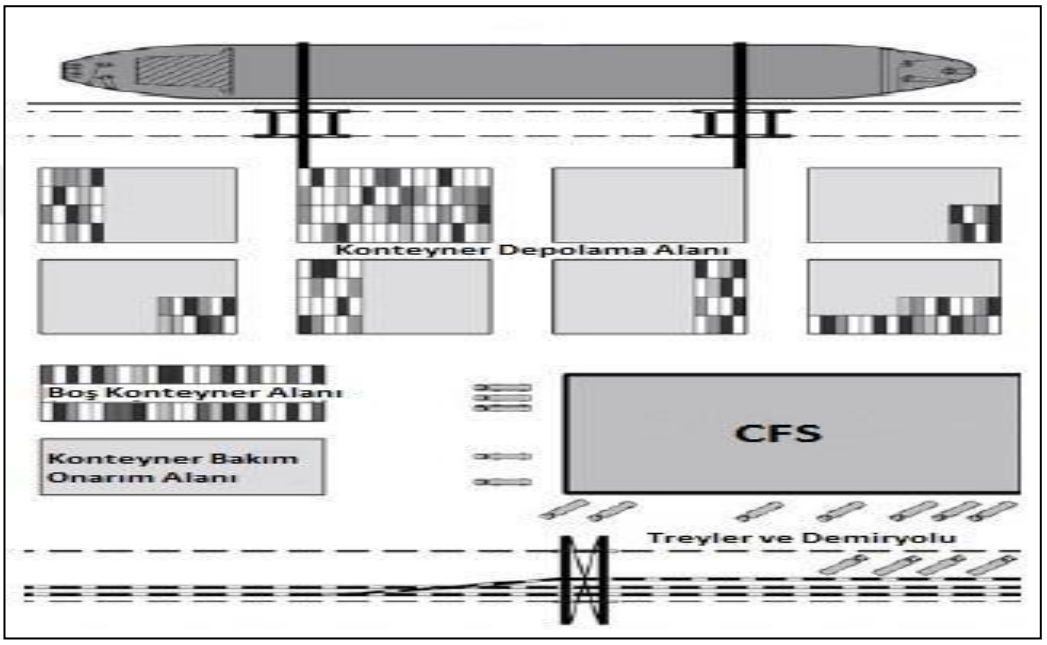
Depolama fonksiyonu: konteyner terminallerindeki taşıma modlarındaki zaman sınırları ve düzensizlikler yükün konteyner terminallerinde depolanması zorunlu hale getirmiştir. Gemiden tahliye olan konteynerin doğrudan çıkış kapısına yönlendirilmesi ya da konteynerlerin liman sahasına direk girerek gemiye yüklenmesi (supalan) normalde çok az rastlanan bir durumdur. Konteynerlerin minimum zamanda terminal sahasından ayrılması tüm liman işletmelerin temel amacıdır. Karayolu taşımacılığında bireysel yüke hizmet veren tasıma modudur (Esmer ve diğ., 2010).

Yük Elleçleme Fonksiyonu: Yükün limandan gemiye, gemiden limana, kara vasıtasından limana ya da limandan kara vasıtasına aktarılmasını konteyner limanlarının elleçleme fonksiyonudur. Konteyner terminallinde yer alan "konteyner yük istasyonları" (CFS) ise, konteynerin içindeki yükün elleçlenmesinin gerçekleştirildiği alanlardır. Konteynere yüklenecek yükler bu alanlarda konteynerlerin içine forkliftler yardımıyla istiflenmektedir. Aynı şekilde tahliye edilen konteynerlerin içindeki yükler yine bu alanlarda boşaltılmaktadır. CFS hizmeti, önemli oranda yüke hizmet veren konteyner terminallerde yapılmaktadır. Genellikle terminaller kısıtlı olan sahalarını CFS operasyonlarına geliri nispeten az olduğu için ayırmak istememektedirler. konteynerlerin gemi yüklemesinde, tahliyesinde ve depolama sahasında istiflenmesinde elleçleme fonksiyonunun aktif rolü vardır. (Esmer ve diğ., 2010).

Diğer Fonksiyonları: Bu temel fonksiyonların yanında lojistik, katma değerli hizmet, güvenlik, emniyet, gümrük istasyonları, ekipman ve konteyner bakım onarım istasyonları aynı zamanda karantina gibi farklı fonksiyonları da bulunmaktadır.

2.2. Konteyner Terminallerinde Üstyapı, Altyapı ve Donanım Planlaması

Konteyner terminallerinde, kapasiteye, yapılacak olan fonksiyonlara ve konteyner terminalinin tasarımına göre altyapı, donanım ve üstyapı yatırımları yapılmaktadır. Şekil 2.1'de verilen şekilde konteyner terminallerinin temel fonksiyonları, dolum/boşaltım gibi, konteyner ve ekipman bakım onarım gibi hizmetleri de veren sade bir konteyner terminal planı gösterilmiştir. Konteyner terminallerinin altyapı, üstyapı ve de ekipman donanımı tanımlanacaktır.



Şekil 2.1. Genel konteyner terminali planı (Brinkmann, 2011)

2.2.1. Konteyner terminali altyapı özellikleri

Bütün konteyner limanlarda her türlü denizdeki yapılar altyapı kapsamında incelenir. Bunlara rıhtım gibi yanaşma yerleri de dahildir. Bunlar;
Dalga kıranlar: Açık denizlerden gelebilecek şiddetli hava ve kıyıdaki gemiler üzerinde oluşturabileceği herhangi bir riske engel olmak amacıyla denizin içinde inşa edilmiş perdelerdir. Dalga kıranlar su seviyesinden çok yüksek değillerdir (Gökkuş, 2000).

İskele: Kıyı çizgisinden deniz içlerine kadar uzanan yükleme boşaltma yapılacak geminin yanaşabilmesi amacıyla oluşturulmuş yapılardır (Gökkuş, 2000).

Rıhtım: Geminin limana yanaştığı yerleridir. Kıyı çizgisinde ve dolgu yapılarak kıyı çizgisine paralel halde yapılmış yerlerdir (Gökkuş, 2000).

2.2.2. Konteyner terminali üstyapı özellikleri

Limanlarda bulunan üst yapı tesisleri, limandaki tüm yol, işlem ve tesisler anlamına gelmektedir. Bir konteyner terminalinde bütün süreçler içim inşa edilmesi gereken üst yapılar aşağıdaki gibidir;
Transit depolama alanları: Yükün üzerinde hiçbir bekleme yapmadığında apronların yanında oluşturulan tampon depolama yerleridir. Yükün gemi-rıhtım-depo arasında hızını arttırmak için oluşturulmuşlardır. (Gökkuş, 2000).

Antrepolar: yükün taşınmasının kara ve demir yolu aracılığıyla gerçekleştirildiği, limanların uzun süreli depolama ihtiyacını karşılayan yapılardır. Antrepoların genişliği en az rıhtım genişliği olacak şekilde inşa edilmelidirler (Gökkuş, 2000).

Açık depolama alanları: Yüklerin kısa süreli olarak istiflendiği, açık hava şartlarından etkilenmeyen alanlardır. Açık depolama alanları kapalı depolarından çok daha ekonomik alanlardır. Şekil 2.2 ‘de açık depolama alanı gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Açık depolama alanı (Henesey, 2004)

Araç bekleme alanları**:** Yükleme ve boşaltma alanlarına giriş yapmadan önce karayolu ve demiryolu araçlarının düzenli bir şekilde sıra beklediği alanlardır. Depolama alanlarına ve rıhtımadaki trafik akışının düzenlenmesi için bu alanlar gereklidir (Gökkuş, 2000).

Liman yönetim binaları: Liman merkez yönetimi, alışveriş merkezi, liman güvenliği, gümrük binaları ve bekleme salonu yönetim merkezleri (Gökkuş, 2000).

2.3. Konteyner Terminallerinin Amaçları

Konteyner terminallerinin başlıca amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz; istiflenmiş konteynerlere erişilebilirliğin daha iyi hale getirilmesi, elleçleme verimliliğinin arttırılması ve arazi kullanımının geliştirilmesidir liman işletme sistemleri, bu dört ana kriteri temel alarak konteynerlerin aktarılmasını ve depolanmasını optimum yapacak şekilde kurulmalıdır.

1) Konteyner elleçleme verimliliğinin iyileştirilmesi: Bir terminalin aktarma fonksiyonunu doğrudan etkileyen, rıhtım vinçlerinin ve saha ekipmanının ve kara, deniz ve kapı operasyonlarında çalışan görevlilerin verimliliğinin geliştirilmesi demektir.

2) İstiflenmiş konteynerlere erişilebilirliğin iyileştirilmesi: *D*epolama fonksiyonunun iyileştirilebilmesi için arazinin elverişliliğine bağlı olan konteynerlerin mümkün olduğu sürece üst üste istiflenmeye çalışılmalıdır. Konteynerlerin çok fazla yükseklikte istiflenmesi teslim alınma ve teslim edilme işini zorlaştırdığı için düşük verimliliğe neden olmaktadır. Yoğun istifleme sonucunda konteyner terminalleri esneklik ve basitlik kriterlerinde çatışmalar meydana gelmektedir. Elleçleme ve arazi kaynaklarını verimliliğinin maksimizasyonu istiflenmiş konteynerlere erişilebilirliğin iyileştirilmesi arasındaki dengenin sağlanması oldukça önemlidir. Çünkü bu amaçlar arasında çatışma bulunmaktadır.

3) Arazi kullanımının geliştirilmesi: Konteyner terminalindeki saha kaynağının belirlenmesi, planlaması ve analizindeki temel amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Arazinin mümkün oldukça verimli kullanılmasını sağlamak.
- Mevcut ve gelecekte oluşabilecek talepler için yeterli saha tedarikini korumak.
- Liman içi yerleşimi optimum şekilde planlamak
- Kısıtlı kaynak olan alan için, fazladan bazı amaçlar için ayrılan alan tahsisini engellemek.

Konteyner terminallerinin deniz tarafında genişçe alanlara ihtiyaçları vardır. Gün geçtikçe konteyner terminallerinin kurulacağı uygun alanların bulunması iyice zorlaşmıştır. Bulunan yerlerin uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Suları taranması, derin yerleri doldurması gibi sahanın fiziksel koşulları düzeltilmesi sebebiyle inşaat maliyetleri artmaktadır. Sahadan etkin olarak faydalanmak önemli olduğundan arazi kullanımının iyileştirilmesi doğrudan terminalin depolama fonksiyonunda iyileşme sağlar.

Bu amaçlar içinden konteynerlere erişebilirlik ve alan kullanımını çoğunlukla konteyner terminalin yerleşim düzeninin ve konteyner elleçleme sistemlerinin birbirleriyle olan ilişkisine bağlıdır. Yapılan faaliyetlerle de iyileştirilememektedir. Elleçleme verimliliği başlangıç planlamasından, işinin organize edilme şekli ve elleçleme ekipmanlarının büyüklüğü gibi kısıtlara göre daha düşük oranda etkilenmektedir. Konteyner elleçleme verimliliği dinamik bir süreçtir. Elleçleme verimliliği yapılan operasyonlardan fazla olarak etkilenir. Başlangıç planlamadan, alan elverişliliği ve konteynerlere erişim fazlaca etkilenmektedirler(Watanabe, 2004).

2.4. Konteyner Terminal Sistemleri

Gemiler, istif blokları, trenler ve tırlar stok kategorisinin içinde sayılır. Statik olarak stok konteynerleri depolama kabiliyetine göre tanımlanırlar. Dinamik bakış açısıyla yükleme talimatları, konteynerlerin nereye, nasıl yerleştirileceğine ait kurallarını tanımlarlar. Bu aralarında büyük farklar olmayan değişik stok tiplerinin sadece kapasite ve karmaşıklık bakımından farkları vardır. Gemi, kamyon ve trenlerin çizelgelenmesi veya rotalanması konteyner terminal operasyonlarına ilgilendiren bir konular değildir. Bu sebepten bu stok tipleri statik olarak depolama varlıkları olarak sayılabilirler. Ancak her bir kamyon için, en azından yüklenecek konteynerin hangi pozisyona yükleneceğini tanımlayan yükleme talimatı bulunmaktadır. Her konteyner için spesifik bir yükleme için gemilerin ve trenlerin pozisyon tanımlayan talimatlara gerekesimin vardır. Taşıma, konteynerler için iki veya üç boyutta taşınması demektir (Steenken ve diğ., 2004).

Aşağıdaki gibi başlıca 7 konteyner elleçleme sistemini sıralayabiliriz:

- Şasi (Treyler) Sistemi,
- Straddle Taşıyıcı (SC) Sistemi,
- Köprü Vinç Sistemi,
- Forklift Sistemi,
- Komputerize Sistem,
- Karışık Sistem
- Konteyner Ro-Ro sistemidir.

2.4.1. Rıhtımla depolama alanı arası

Gemiye yüklenecek olan konteynerler istiflendikleri alanlarda taşıyıcı araçlarla rıhtım vincine getirilirler. Gemiden tahliye olan konteynerler ise rıhtım vincinden taşıyıcı araçlara yüklenerek istiflenecekleri alanlara taşınırlar (Yüksel, 2006).

Straddle taşıyıcı sistemi: Konteynerler, liman sahasında çalışan basit hizmet treyleri üzerine yüklenir. Konteyner terminal traktörüyle depolanacakları alanına taşınır. Depolama alanında bulunan Straddle Taşıyıcı ile treylerden indirilirler. Konteyner istifte bulunan taşıyıcının cinsine göre olarak iki, üç ve ya dört tanesi üst üste konularak istif edilir. (Straddle taşıyıcılar istif şeklinde, konteynerleri 6 tane 40'lık veya 12 tane 20'lik olacak şekilde boy sırasıyla istifleyebilen ekipmanlardır. konteyner terminallerinde straddele taşıyıcılar yüksek talepleri karşılamaları ve kullanma elastikiyetleri açısından geniş alanda kullanılmaktadır. Terminal içerisinde taşıma mesafesinin kısa olması ve depolama alanlarının kısıtlı olması durumunda kullanılan sistemlerdir (Acarer, 1997).

Bu sistemde konteynerler rıhtımdan depo alanına taşındığı gibi depolama alanında sıra sıra depolama da yapılabilir (Şekil 2.3). 3 sıra depolama yapılması, operatör kabininin tepede olması nedeniyle manevra kabiliyetini zorlaştırır. Alan esnekliği ve verimliliği terminal operasyon yöntemleri arasında en tercih edilen olmasının sebeplerindendir. Fakat oldukça pahalıdırlar. Kolayca bozulabilirler. Operatörünün görüş alanı sınırlı olduğundan ciddi emniyet kuralları uygulanmalıdır. Yıllık 150000-3000000 TEU elleçleme yapabilmektedir. Orta boyuttaki terminaller için en hızlısı straddle taşıyıcıdır.



Şekil 2.3. Straddle taşıyıcı (Stenken, 2004)

Şasi sistemi: Amerikan limanlarında oldukça yaygın olan bu sistemin dezavantajı çok fazla alana ihtiyaç duymasıdır. Treyler sistemi 3 farklı yöntemle uygulanmaktadır (Yüksel, 2006);

1. Konteyner, karayolu treyleri üzerine yerleştirilir ve doğrudan müşteriye gönderilir. Bu yöntem kullanılmamaktadır. Çünkü emniyet nedeniyle rıhtım tarafında ticari trafiğe izin verilmemektedir ve bu nedenle treyler sürücüsü uzun süre beklemek

zorunda kalabilir. Normal dokümantasyon ve/veya gümrük işlemlerini de araç terminal içinde beklerken yapılmak zorundadır.

2. Konteyner, terminal treyleri üzerine yerleştirilerek istifleneceği alana çekici ile götürülür. Bundan sonra yapılacak olan elleçlemeleri SC, FLT veya Reach Stacker **(**RS) ile yapacaktır.

3. Her bir konteyner bir treylere konularak park alanına çekici yardımıyla götürülerek oradan karayolu kamyonu ile alınır. Bu yöntem terminal içi karmaşıklığı azaltmasına yardımcı olur. Fakat büyük alana ihtiyaç duyacağından depolama mümkün olmamaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Şasi sistemi (Henesey, 2004)

Forklift sistemi: Forklift sistemi ile 20 ft'lik ve 40 ft'lik konteynerleri kaldırma kapasitesi 28 ton olan, 35 tonluk forkliftlerle elleçleyebilmektedir. Yıllık elleçleme kapasiteleri 30.000-40.000 olan limanlarda, forklift sistemi en iyi sistem olarak tavsiye edilmektedir (Yercan, 1996).

Depolama alanında daha fazla boş alana ihtiyaç duyulan ve iki sıra yan yana konteyner konularak depolanabilen bu sistemler, bu sınırlamalar nedeniyle daha çok boş konteynerlerin elleçlenmesinde ve konteynerlerin boşaltılması/yüklenmesin de kullanılır. Straddle Carrier (SC)' den daha yavaştır ancak SC daha ucuzdur ve daha az arıza yapmaktadır (Yüksel, 2006).

Değişik ağırlıktaki yükleri elleçlemek için yapılan forkliftin temel görevi, istif edilmiş veya edilmemiş ve palet üzerinde konulmuş yükü bir araya toplamak ve ayrı ayrı dağıtmaktır. Hızları saatte 10 km'yi geçmeyen forkliftlerin, konteyner elleçlemesinde de forkliftlerin önemli görevleri vardır (Elver, 2009).

Forkliftlerin manevra yapabilmek ve hareket edebilmek için yeterli alana sahip olmaları gerekmektedir. Forklift yüklerin alma noktasından kısa bir mesafeye taşımak veya o noktalardan yükü çekmek veya ünite yüklerin depolanması için yükleme üzere kullanılan bir stoklama ekipmanıdır (Şekil 2.5). Eğer forklift uzak mesafelerde yatay bir taşıyıcı olarak görev yapacaksa, forkliftin kapasitesi 2/3 oranında azalmaktadır. Forkliftin en yüksek performansı ise yüksek istifleme zamanında ortaya çıkar (Altınçubuk, 2000).



Şekil 2.5. Forkliftler (URL-2)

Reach stacker sistemi: Reach stacker sisteminin forklift sisteminden farkı, konteynerleri rıhtım vinci gibi tutmasıdır. Reach stacker istif alanında ikinci sıraya kadar uzanabilir. Konteynerleri yan yana dört sıra istiflenebilir, istif yüksekliği dört konteyner boyuna çıkabilir (Şekil 2.6). Alan verimliliği azdır (Yüksel, 2006).



Şekil 2.6. Reach Stackers (Alp, 2009)

Konteyner ro-ro sistemi: Konteynerler gemi güvertesinde ve hücre sisteminde geminin baş tarafında taşınmaktadır. Roll On-Roll Off operasyonları, eski gemilere bir arka rampa kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Tekerlekli yük ve konteyner kombinasyonunun başlıca avantajı, modern yükleme için nakliyat koşullarına olanak sağlamasıdır (Acarer, 1997). Terminal traktörü Ağır Roll On/Roll Off elleçlemesi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Terminal traktörleri, terminallerde Ro-Ro ile konteyner elleçlemesinde mükemmel performansı ve maksimum verimi sağlamaktadır. Bu aracın taşıma hızı 20 km/h'dir.

Karışık sistem: Geniş kapsamlı bilgi sistemi ve işletme organizasyonu ile en iyi ekipmanın belli operasyonlar için kullanma sistemidir. (Bayar, 2005).

Komputerize sistem: Kompütür teçhizatını, büyük sermayeyi, telsiz verici iletişimini ve kaliteli personel gerektiren bu sistemde konteyner varış noktasına varana kadar hiç bir yere temas etmez. Gemiyi boşaltan rıhtım vinci konteyneri konteyner konveyörüne bırakır. Daha sonra raylı köprü vinci ile depolama sahasına istiflenir (Acarer, 1997).

Aşağıdaki iki sistem sadece rıhtım ile depolama arasında kullanılmaktadır (Taner, 2009).

Çoklu treyler sistemi: 5 treyler birbirine bağlanarak sadece bir çekici tarafından çekilen sisteme çoklu Treyler Sistemi denir. Bu sistem sayesinde sürücü operatör ihtiyacı azaltılmış olur. Hollanda'da geliştirilmiştir. Çoklu treyler sisteminde dönüşlerde bütün treylerin aynı kalmasını sağlayacak şekilde özel olarak dizayn edilmiştir.

Otomatik kılavuzlu araçlar (automated guided vehicle-AGV): Rotterdam ECT terminali tarafından geliştirilmiş, merkezi bir istasyon tarafından kumanda edilirken, rıhtımla depolama alanı arasında çalışan sürücüsüz şasilerdir (Şekil 2.7).Bu sistemin dezavantajı tüm AGV'ler aynı rotayı izlediklerinden ve büyük tekerlek yüklerine sahip olduklarından için terminal kaplama tabakasını çok çabuk bozmalarıdır (Yüksel, 2006).



Şekil 2.7. Otomatik kılavuzlu araç (Grunow, 2006)

2.4.2. Rıhtım alanında (apron)

Gemi terminale varmadan önce tahliye edilecek olan konteynerler belirlenir. Yüklenecek olan konteynerler ise gemiye yüklenecekleri zaman doğru sıra ile taşınabilmesi için ihracat istifleme alanında gemi gelmeden önceden hazırlanır. Gemi geldikten sonra bağlamaların (lashing) çıkartılmasından sonra güvertedeki konteynerler rıhtım vinçleri (gantry crane) ile gemiden rıhtıma a boşaltılmaya başlanır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Rıhtım vinci (URL- 2)

2.4.3. Depolama alanında

Köprü vinci: İstifleme alanında üst üste dört veya beş, yan yana 5-9 adet konteyner konteyneri istiflemek için kullanılır. En önemli avantajı mevcut alanların ekonomik kullanılmasıdır (Altınçubuk, 2000).

Başlangıç yatırımları daha yüksek ve verimliliği daha düşük olan Köprü Vinç sisteminin dezavantajı ise kara taşıtlarının kaza olasılıklarının daha fazla olmasıdır.

Ekipman güvenilirliği, düşük kaplama maliyetleri, işçilere daha basit eğitim, denetleyici ve planlayıcı çalışanlara üst standartlarda eğitim verilmesi gereklidir (Yüksel, 2006).

Köprü vinçler, lastik tekerlekli, otomatik depolama, raylı olmak üzere üç çeşittir. Lastik tekerlekli vinçlerin kapasiteleri 30-56 tondur. 20 ft ve 40 ft'lik ISO ve standartlar dışı konteynerleri elleçleyebilmektedir (Acarer, 1997).

Lastik tekerlekli vinç (rubber tyred gantry crane - RTGC): Konteyner limanlarında kesinlikle kullanılan ve çok büyük bir öneme sahip olan alan vinçleridir. Lastik tekerlekler üzerinde hareket eden köprülü vinçlerdir (Rubber Tyred Gantry Crane-RTGC). Lastik tekerlekli vincin köprüsü bloğun genişliğine göre birinci ile yedinci dizi arasında ve lastikleri üzerinde bloğun uzunluğu boyunca hareket edebilirler.

Her bloğun yüksekliği RTGC'nin yüksekliği belirtmektedir. RTGC'lerin eski modelleri beş seviye kadar konteyner istifleyebilen RTGC'lerdir (Şekil 2.9). Sadece 4 seviyeye kadar konteyner istifleyip, beşinci seviyeye bay içinde konteyner hareketi için kullanılmaktadır. Yeni modeller RTGC'ler, altı-seviyeye kadar konteyner istifleyebilmektedir. Beş seviyeye kadar konteyner koyabilir ve altıncı seviyeyi de konteyner hareketi için kullanırlar (Murty ve diğ., 2005).



Şekil 2.9. Lastik tekerlekli vinç (URL-3)

Raylı portal vinç (rail mounted gantry crane - RMGC): Altyapı veya zemin durumunun çok iyi olmaması durumda bu sistem tercih edilir. Raylar yükü iyi dağıtırlar ve bu vinçler elektrikle çalışırlar (Şekil 2.10). Bu vinçler yüksek istifleme olanaklarına sahiptirler (Yüksel, 2006).



Şekil 2.10. Raylı portal vinç (Bartan, 2007)

Otomatik istifleme vinci (automated stacking crane - ASC): Bu vinçlerden istif bloklarındaki konteynerleri kamyonlara transfer etmek için ve kamyonlardaki konteynerleri istif bloklarına transfer etmek için yararlanılır (Kim ve diğ., 2003).

İstif vinçleri boyutları sayesinde aynı blokta birbirleri içerisinden geçerek hareket edebilmektedirler. Bu nedenle beklemekler daha azdır. Farklı boyuttaki konteynerler için farklı boyutlardaki istif vinçleri kullanılır. İstif vinçlerinin üç boyutlu hareketi (X,Y,Z koordinatları) sayesinde esnek operasyonlar yapılmaktadır. İstif vinçleri konteyner elleçlediği sırada (dolu iken) daha yavaş hareket etmektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Otomatik istifleme vinci (URL-4)

2.4.4. Depolama alanından hinterland taşımacılığına

Konteynerlerin istif alanından kamyon aktarma istasyonuna taşınması SC'lerle yapılmaktadır. İstif alanından demiryoluna gidişte ise mesafeye bağlı olarak değişik ekipmanlar kullanılmaktadır.

Kapılar: Konteynerlerin liman sahasına giriş-çıkış yaptıkları alanlardır (Şekil 2.12). Tüm kayıtlar bu alanda tutulur. Gümrük işlemleri yapılır. Kamyonların bu noktalarda uzun kuyruklar oluşturmasını önlemek için ileri bilişim teknolojileri kullanılmaktadır (Yüksel, 2006).

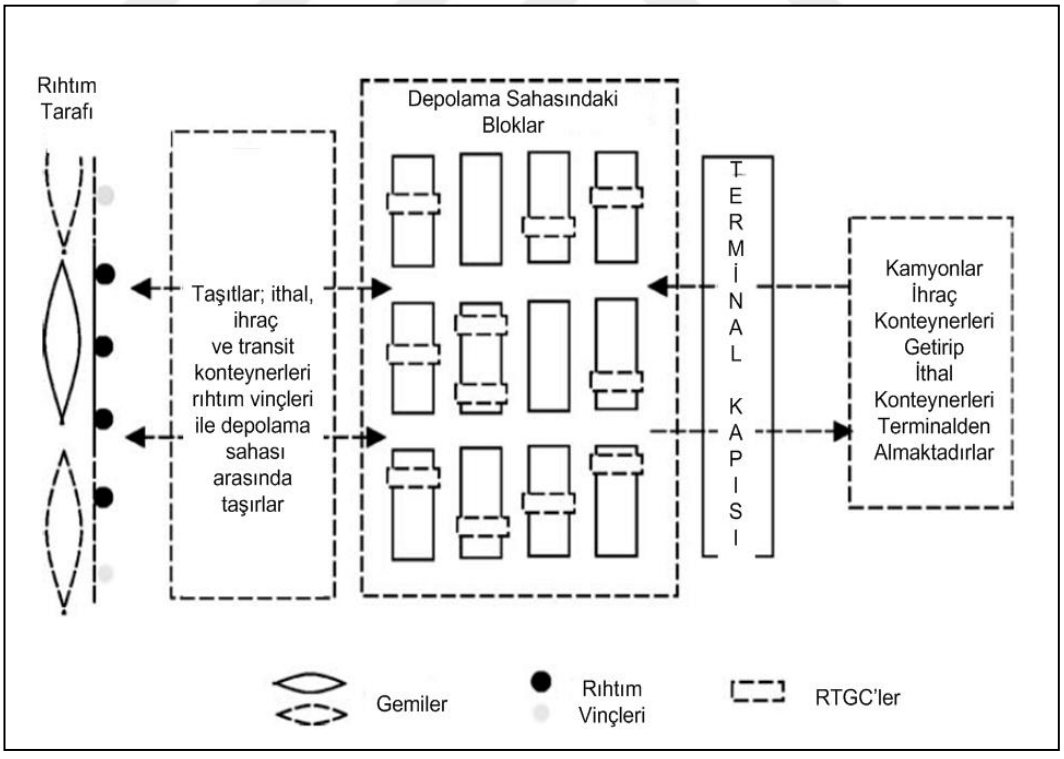


Şekil 2.12. Konteyner terminali giriş/çıkış kapısı (Bartan, 2007)

3. TERMİNAL LOJİSTİĞİ VE OPTİMİZASYON METODLARI

Lojistik, müşteri beklentilerini karşılaması amacıyla, hammaddelerin, yarı mamullerin veya bitmiş mamullerin üretildikleri ilk noktadan tüketimin meydana geldiği noktaya kadar; verimli biçimde akış ve istiflenmesinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecini tanımlamaktadır (Johnson ve Wood, 1996). Terminal lojistiği de aynı şekilde terminali içerisindeki operasyonların verimli planlanması, uygulanması ve kontrollünün yapılması süreçlerinin tamamı olarak tanımlanabilmektedir.

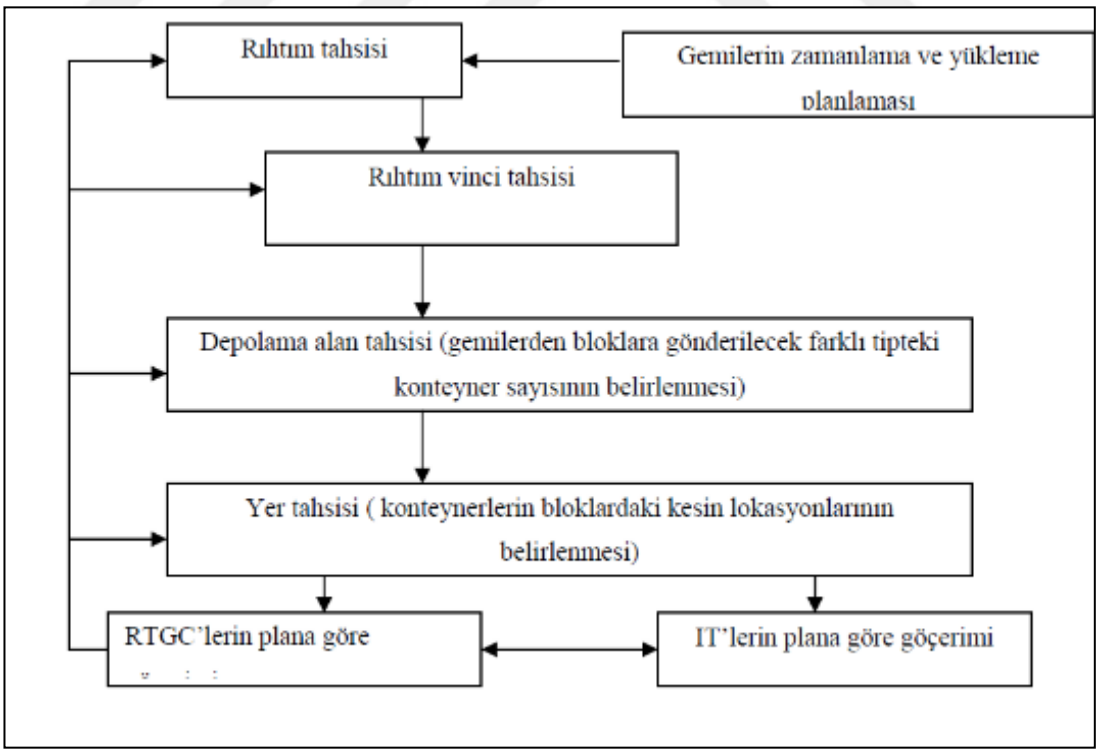
Lojistiğin temel hedefi, müşteri memnuniyetini maksimum tutarak, kaynaklarını ve yatırımların optimum kullanarak rekabet avantajını sağlamaktır (Çancı ve Erdal, 2003). Terminal lojistiğinde ana hedef ise, yüksek yatırım gerektiren kaynakları optimum kullanarak rekabet avantajı sağlamaktır. Olağan bir konteyner terminalinde gerçekleşen ana operasyonları Şekil 3.1'de göstermektedir.



Şekil 3.1. Bir konteyner terminalinin diyagramı (Kahriman, 2011)

Bir konteyner terminali rıhtım ve stok sahası olmak üzere konteyner elleçleme operasyonu çeşitlerine göre ikiye ayrılabilir. Gemilerin yanaştığı ve demirlediği yer

rıhtımdır. Rıhtım vinciyle gemiyle gelen ithal ve transit konteynerler gemilerden tahliye edilir ve gemi ile gidecek olan ihraç ve transit konteynerler gemiye yüklenirler. Liman depolama sahası konteyner bloklarından meydana gelir. Her blok genellikle yan yana altı sıra olacak şekilde istiflenmiş konteynerden meydana gelmektedir. Her bir sıra üst üste 4 ya da 5 konteyner istifleyecek şekilde, uzunlamasına da birbirini takip eden 20 veya daha fazla konteynerden oluşur. Saha vinçlerinin kapasitesine göre oluşturulacak olan sıraların sayısı ve konteyner istifinin yüksekliği belirlenir. Konteyner terminal operasyonuyla ilgili birbirini etkileyen birçok farklı karar vardır. Buna örnek olarak, liman sahasında konteynerlerin istiflenmesiyle ilgili kararlar doğrudan bloklardaki ekipmanların iş yükünü ve dâhili kamyonların taşıma mesafesini ve rıhtım vinçlerinin verimliliğini de dolaylı olarak etkiler. Alınan bütün kararlar gemilerin rıhtıma atanmasıyla ile ilgilidir. Terminallerdeki operasyonların çok-kriterli doğası, karmaşıklığı ve tüm operasyonların yönetimi gibi büyük problemler için bütün amaçları gerçekleştirecek en uygun kararları vermek zordur. Bu nedenle, tüm problemi daha küçük bir dizi probleme bölecek şekilde hiyerarşik yaklaşım adapte edilmiştir. Şekil 3.2'de bir konteyner terminalindeki operasyonel kararların hiyerarşik yapısı gösterilmiştir (Zhang ve diğ., 2003).



Şekil 3.2. Bir konteyner terminalindeki operasyonel kararların hiyerarşik yapısı (Aydın, 2006)

Liman içinde çalışan dâhili kamyonlar rıhtım vinci ile depolama sahaları arasında konteynerleri taşırlar. Harici kamyonlar da limanın müşterilerden gelen ihracat olan konteynerleri limana taşırlar. Bunun yanı sıra gemiden tahliye olan ithal konteynerleri limandan alırlar ve müşterilerine teslim ederler. İstif alanlarında bulunan saha vinçleri genellikle istifte bulunan konteynerleri istif içinde elleçlemek için kullanılırlar. Saha vinçleri dâhili veya harici kamyonlardan konteynerleri alıp istif bloklarına yerleştirirler ve istifte bulunan konteynerleri alıp bu kamyonlara yüklerler. Limana konteyner akışı gemi varış süreciyle başlar. Limana gelecek tüm gemilerin geliş zamanları önceden bellidir. Gemilerin geldiği zamana göre rıhtım tahsisi ve geminin yükleme planı gemi limana varmadan önce belirlenir. Konteyner terminallerinde gerçekleşen operasyonları için gerçek zamanlı, online optimizasyon ve kararlara ihtiyaç vardır. Çünkü konteyner terminalindeki operasyonların birçoğunun uzun zaman önceden tahmin edilememesidir. Operasyonlar olmadan kısa süre önce belli olurlar. Bundan dolayı optimizasyon yapabilmek için gereken planlama ufku kısa olmalıdır. Bu örnek olarak, harici kamyonların limana getirdikleri konteynerlerin bilgisi daha önce EDI ile limana bildirilmesine karşın harici aracın konteynerleri terminale getireceği zaman kesin olarak bilinmemektedir. Konteynerler liman girişine geldiklerinde, konteynerlerde hasar olup olmadığı kontrol edilir, daha önce bildirilen bazı bilgilerde tutarsızlık olabilir. Bu gibi durumlarda, konteynerin planlanan istifleneceği lokasyon değişmektedir. Harici kamyonların liman giriş kapısındaki sırası ile kamyonlardan straddle taşıyıcı veya vinçlerle alındıkları işlem yerlerindeki sırası da aynı olmayabilir.

Straddle taşıyıcının ya da vincin en az hareket sayısı ile oluşturulmak istenen istif düzenini sağlayabilmesi için gerekli olan kamyon liman kapısında daha arka sıralarda bulunabilir. Genelde terminaldeki ekipmanların kendi yaptığı taşımalarla sıralanabilirler. Harici kamyonların terminale sürekli olarak geldiği için, yapılacak olan planların periyodik ya da geliş üzerinden tekrarlanması gerekmektedir.

Benzer durum tren operasyonları, yükleme ve boşatması için de geçerlidir. Konteynerlere ait bilgiler ve gemi içindeki pozisyonlarına ait veriler genellikle önceden bilinmesine karşın, operasyonel bazı sıkıntılar nedeniyle sıkça değiştirilmek gerekir. Bu vinç operatörleri, hava, gemiler durağan olmamaları, stabilite ve med-cezir gibi nedenlerden dolayı sırada olan konteynerlere vincin spreaderi ile erişemedikleri durumlarda önceden hesaplanmış ve hazırlanmış yükleme ya da tahliye planının değiştirilmesine neden olabilir (Steenken ve diğ., 2004).

Bir konteyner terminalindeki iş yükünün özel nitelikleri vardır. Bunlar:

• Trafik ve hava durumlarına göre olarak iş yükünün zaman içindeki değişiklik gösterebilir.

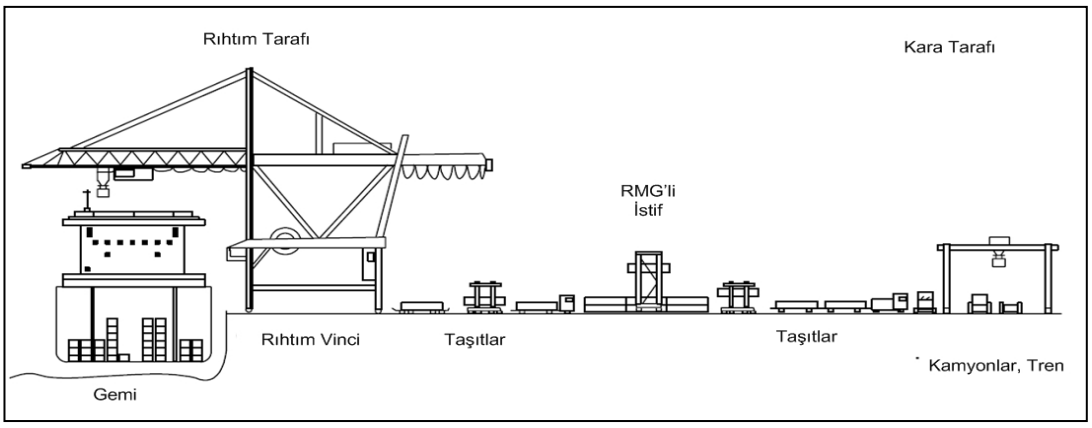
• Konteynerlerin limana ne zaman geleceğini ve geliş sırasını önceden bilmek her zaman olası değildir.

• Normal koşullarda işin ertelenmesi mümkün değildir. Bu neden iş geldiği anda yapılmak zorundadır.

Algoritmaların ve modellerin bu özellikleri hesaba katarak seçilmesi gereklidir. Aynı zamanda modellerin kullanımı kolay olmalıdır (Murty ve diğ., 2004).

3.1. Gemi Planlama Süreci

Şekil 3.3'de bir konteyner limanındaki gemi yükleme ve tahliye süreci gösterilmiştir. Bu gemi yükleme ve tahliye süreci farklı alt süreçlere ayrılabilmektedir. Konteyner gemisi limana ulaştığında, rıhtımda gemi için atanan rıhtım vinçleri geminin ambar ya da güvertesinde bulunan ithal konteynerlerini, gemi ve istif blokları arasındaki taşımayı gerçekleştirecek olan taşıtlara yüklemektedir. Bu bloklar, konteynerlerin geçici bir süre için depolanabildiği birkaç sıra konteynerden oluşmaktadır. Bu istif bloklarında vinç veya straddle taşıyıcı gibi ekipmanlar çalışırlar. Straddle taşıyıcılar konteynerleri taşıyabilmekte ve de blokta depolayabilmektedirler. Konteynerlerin taşınması için taşıma taşıtlar da kullanılabilmektedir. Konteynerler taşıyıcılar yardımıyla istif bloğuna getirildiğinde, bu blokta çalışan straddle taşıyıcı veya istif vinci yardımıyla taşıyıcıların üstünden alınır ve istif bloğunda istiflenirler.



Şekil 3.3. Konteyner terminal sistemi (Vis ve Coster, 2003)

Konteynerler daha sonra istif vinci tarafından bloktan alınırlar ve açık deniz gemisi, kamyon, şat veya tren gibi farklı taşıtlara konteyneri yüklerler. Süreç İhraç

konteynerlerde ise tam tersi sırada gerçekleşmektedir. Konteyner limanların çoğunda insanlar tarafından kullanılan vinç, straddle taşıyıcı ve çoklu treyler sistemi gibi ekipmanlar kullanılmaktadır. Sadece bazı büyük terminaller yarı otomatiktir. Bu büyük terminallerde otomatik güdümlü araçlar konteynerlerin taşınması için kullanılırken, istifleme için otomatik istif vinçleri kullanılmaktadır.

Rıhtım vinçleri manuel olduğu için otomatik terminallerde ve manuel terminaller de rıhtım vinçlerini kullanır. Rıhtım vinçlerinin otomasyonu yüklenecek konteynerlerin tam olarak yerlerine yerleştirilememesi gibi sorunlara neden olabilmektedir. Rıhtım vinci, kendi bomu (kolu) boyunca hareket edebilen ve konteyneri yükleyip boşaltabilen trolley'lere sahiptir. Spreader trolley'e takılı bir kavrama ve kaldırma aracıdır. Rıhtım vinçleri, farklı ambarlardaki ve güvertedeki konteynerleri raylar üzerinde hareket ederek alıp rıhtıma indirirler. Aynı anda çalışan iki rıhtım vincinden birisi konteynerleri gemiden boşaltırken, bir diğer rıhtım vinci konteynerleri gemiye yükleyebilmektedir. Terminalde tahliye edilmesi gereken ithal konteynerlerin sayısı pratikte geminin varışından kısa bir süre önceden belli olmaktadır. Gelecek gemi ile ilgili bilgiler beli olduktan sonra operasyonel düzeyde gemi tahliye ve yükleme planı hazırlanmalıdır. Tahliye planında tahliye olacak konteynerler ve bu konteynerlerin geminin ambarında bulunduğunu konum bulunmaktadır. Tahliye planına göre tahliye olacak konteynerler gemiden boşaltılmaktadır. Tahliye süreci esnasında ambardaki konteynerleri hangi sırada tahliye edeceğini belirlemede vinç operatörü özgürdür. Çünkü bir konteynerin gemiden tahliye edilme süresi gemide bulunduğu konumla bağlantılıdır. Bu gemilerin tahliye sürecinin aksine gemi yükleme sürecinde vinç operatörünün karar verme esnekliği yoktur. Geminin dengesini sağlayabilmesi için gemi üstündeki dağılımının eşit olması gerekmektedir. Operasyonel düzeyde yükleme planı ile konteyner gemilerinde yükleme işlemi yapılmaktadır. Yükleme planı sayesinde gemiye yüklenecek olan her konteynerin gemide yerleştirileceği yerler belirlenmektedir. Tahliye edileceği yer, konteynerin ağırlığı, içinde bulunan malın özelliği aynı olan konteynerler aynı kategoride bulunurlar. Aynı kategoride bulunan konteynerlerin ambardaki konumlarını, kendi aralarında değiştirilebilmektedir. Bunun yanında yükleme planı yapılırken öncelikli boşaltılması gereken konteynerlerin sırasına dikkat edilmelidir. Geminin rotasındaki ilk uğrak yapılacak limanın konteynerlerinin daha sonra uğrak yapacağı limana ait konteynerlerinin altına yerleştirilmesi, rıhtım vincinin gereksiz elleçleme hareket yapmasına sebep olacaktır. Bunu engellemek için yükleme planı yapılırken mümkün olduğunca buna dikkat edilmelidir (Vis ve Koster, 2003).

Gelecek gemiler için rıhtım planlaması, vinç dağılımı ve yükleme-tahliye planlama gemi planlama sürecini oluşmaktadır.

3.1.1. Rıhtım planlama

Gemiler limana gelmeden önce rıhtımların gemilere tahsis edilmesi gerekmektedir. Bunun içinde gemilerin ait olduğu hatlar tarafından liman işletmecilerine gelecek olan gemiyle ilgili bilgilerin EDI ile bildirilmesi gerekmektedir. Özellikle büyük açık deniz gemilerinin uğrak yapacağı limanlar bir yıl öncesinden belirlenmektedir. Gemiye yüklenecek olan ilk konteynerin limana giriş yapmasıyla yani yaklaşık olarak geminin limana varışından ortalama olarak 2 ya da 3 hafta öncesinden rıhtım tahsisi süreci başlamaktadır. Buna ek olarak gemiye ait bilgiler ile köprü vinçlerine ait teknik bilgilerin bilinmesi gerekir. Köprü vinçleri her gemide çalışmayabilir. Geminin ve vinçlerin uzunluğu gibi diğer kriterlerinde göz önünde tutulması gerekmektedir. Rıhtım tahsisinin optimizasyonun birkaç amacı vardır. Gemiye yüklenecek olan ihraç ve gemiden boşaltılacak ithal konteynerler için rıhtım ve konteynerlerin istif sahası arasındaki toplam taşıma mesafelerinin enküçüklemesi bu amaçlardan biridir. Özellikle gemilerin gecikmesi durumunda Otomatik ve optimize rıhtım tahsisi çok önemlidir. Yaşanan bu gecikmeler, konteynerler belirli istif alanına istiflenmişken gemiye yanaşması için yeniden farklı bir rıhtım yeri tahsis edilmesi durumuna neden olabilir (Steenken ve diğ., 2004).

Bir başka kaynağa göre, rıhtım tahsisinin amacı uygun yerin gemiye tahsis edilerek maliyetleri enküçüklemesidir. Konteyner terminaldeki konteynerlerin gereksiz, verimsiz ve pahalı hareketlerinin çoğu terminal işletmecilerinin karşılaştığı önemli problemlerdendir. Bunların minimize edilmesi önemlidir. Gemilerinin büyüklüğüne ve elleçlenmesi gereken konteyner miktarına göre operasyonu gerçekleştirecek vinçlerin sayısı da değişmeler olabilmektedir. Rıhtım vinçlerinin her biri belli bir sayıdaki liman kamyonuna hizmet verebilmektedir. (Hennesey, 2004).

3.1.2. Yüklemenin planlanması

Gemilerin yükleme planlaması, gemi planlamasının asıl amacıdır. Bu süreç iki aşamalıdır. İlk aşama geminin ait olduğu hat tarafından yönetilir. Geminin rotasındaki bütün limanlara göre gemi hattı yükleme planı tasarlar. Geminin uğrak yapacağı bütün limanlar ve bu limanlardan yüklenecek olan bütün konteynerleri için gemide yüklenecekleri yerler belirlenir. Yükleme planları konteyner kategorilerine göre hazırlanırlar. Konteynerin ait oldukları kategorileri; tahliye limanı, konteynerin

uzunluğu, konteynerin tipi, konteynerlerin ağırlığı ya da ağırlık sınıfı oluşturur. Konteynerlerin gemide yerleştirileceği yerler kategorilerine göre belirlenir. Gemi hatlarının yönetimine göre optimizasyonun amacı liman operasyonu boyunca shifting hareket sayısını minimize etmektir. Bunun yanında geminin kullanım kapasitesini maksimize etmektir.

Gemi hattının tarafından geminin yükleme planı, EDI ile limana gönderilir. Göndermiş olan yükleme planı liman sisteminde dosyalanır. EDI, limanın gemi planlamacısı için iş talimatı olarak kullanılır. Belli kategorideki konteynerlerin gemideki lokasyonlara atanmasını talimatını içerir. Bu yükleme talimatına göre gemi planlamacısı sayısal olarak belirlenmiş konteynerleri geminin ilgili yerlerine planlarlar. Gemi hattı tarafında belirlenen yerlerin kategori gruplarıyla limandaki gemi planlamacısı tarafından seçilen konteynerin uyumlu olmalıdır. Bazı liman sistemleri, otomatik atama yapılmasına, optimizasyon yapılmasına izin vermektedir. Optimizasyon yapmanın bazı farklı amaçları vardır. Maliyetlerin düşürülmesi ve vinç verimliliğinin arttırılması ya da sahadaki yeniden elleçleme hareketlerin sayısının minimizasyonu. Sahada yapılan yeniden elleçleme hareketi, bir konteynerin istiften almak gerektiğinde, o konteyneri alabilmek için önce üzerinde yer alan diğer konteynerlerin aktarılması sonucunda oluşur. Yapılan bu elleçlemeler, istifte taşıyıcıların boş beklemelerine nenden olmaktadır. İstifteki bu bekleme gemi operasyonunun verimliliğini düşürür. Limanda gemi yükleme operasyonuna başlamadan önce yükleme planı oluşturulur. Gerçek zamanlı olmayan gemi optimizasyonu ile en uygun şekle sokma işlemi yapılır.

Yükleme planı manuel ya da gerçek zamanlı olmayan bir optimizasyon süreci olmasına karşın gemi yükleme sürecinin yapısı farklıdır ve gerçek zamanlı optimizasyona da uygulanabilmektedir. Çünkü gemi yükleme operasyonu kompleks bir yapıya sahiptir. Bunun yanında istif-rıhtım arası taşıma da kompleks bir yapıya sahiptir. Konteynerler rıhtıma, yükleme sırasına göre ve doğru zamanda gelmesi rıhtım vinç operasyonlarında yüksek verimlilik sağlamaktadır. Yatay taşıma sırası ve yükleme sırası ve birbiri ile uyumlu olmadığı takdirde vinç bekleme süreleri ve/veya taşıma araçlarının kuyruk oluşturmasına sebep olur, rıhtım vincinin verimliliğini düşürür ve geminin rıhtım süresini uzatır.

3.1.3. Vinç dağılımı

Gemi planlamanın üçüncü aşaması vinç dağılımıdır.Gelen gemilere rıhtım vinçlerinin

tahsis edilmesi ile ilgilidir. Geminin büüklüğüyle orantılı olarak çalışan vinç sayısı da değişir. Örnek olarak bir açık deniz gemisinde ortalama 3 ya da 5 vinç çalışabilir. Daha küçük olan ara gemilerde ise 1 ya da 2 rıhtım vinci çalışabilir. Rıhtım vinçlerin gemilere tahsisi birkaç kısıtı vardır. Bunlar vinçlerin ve gemilerin teknik bilgileri ve gemilerdeki konteynerlere bir rıhtımdaki vinçlerin erişilebilirliğidir. Çünkü terminaller zaman içinde geliştiklerinden dolayı genellikle limanlarda farklı çeşitlerde vinçler bulunmaktadır.

Bir rıhtımdaki her bir vinç kullanılabilir olmadığı için çalışılabilir vinç sayısı genelde kısıtlıdır. Gemilere uygun sayıda vincin atanması ve çalışılacak gemi baylarının programlanması rıhtım planlamasının amaçlarındandır. Belli bir zamanda limanda yanaşmış ve demirlemiş olan bütün gemiler için geçerlidir. Optimizasyonun sadece tek amacı yoktur. Vinçlerin iyi dengelenmiş ve/veya ekonomik kullanımı, gemilerin gecikmelerinin toplamının minimizasyonu da bu amaçlardan birkaçıdır. Vinç dağılımının yapılmasıyla sadece vinç tahsisi yapılmaz bunun yanında geminin ve geminin konteyner bloklarının nasıl bir modda yükleneceği planlanır. Yükleme planıyla iş emrini oluşturularak vinç dağılımı ve yükleme modu kararlaştırılır. Her bloktaki her konteynerin yükleme sırası tanımlanır. Depolama alanı tarafında yapılan taşımalar yükleme sırası ile uyum halinde olmalıdır (Steenken ve diğ., 2004).

3.2. Depolama ve İstif Lojistiği

Konteyner trafiğinin sürekli olarak artmasıyla beraber limanlarda depolanan konteyner sayısı da her gecen gün artmıştır. Depolanan konteynerlerdeki bu artış depolanacak olan alanlarda da bir kıtlığa neden olmuştur. Bu kıtlık sonucu istif lojistiği önemli bir yere sahip olmuştur. Konteynerler genellikle istiflendikleri zeminin yapısına göre birkaç kat olarak bloklara halinde istiflenirler. Depolama sahası da bu bloklardan meydana gelir. Depolama sahasındaki bulunduğu blok, sıra, kolon ve kata göre bir konteynerin adresi belirlenmektedir.

İstif sahası kendi içinde operasyonel özelliklerine göre farklı alanlara ayrılır. İthal ve ihraç konteynerler, reefer, tehlikeli madde ya da hasarlı konteynerler için ayrılmış depolama alanlar bulunmaktadır. Büyük konteyner terminallerinde günlük ortalama saha kullanımı yaklaşık olarak 15-20 bin konteyner civarındadır. Bu miktar bu limanların günlük 15.000 hareket yaptığını göstermektedir. Konteynerlerin liman sahasında kalış süresi ortalama 3 ila 5 gün arasındadır.

İstif planlaması, limanda depolanacak olan konteynerlerin hangi lokasyona yerleştirileceğine karar vermektedir. Konteynerler istif alanında üst üste istiflenmektedirler ve her bir konteynere direk erişimi mümkün değildir ve istifleme ekipmanlarının erişebilmek için aktarma yapması gerekmektedir. Yani alınması gereken konteynere ulaşmak için ilk önce o konteyner üzerinde yer alan diğer konteynerlerin alınması gerekmektedir. İstiflenecek konteynere ait verinin eksik ya da yanlış olması yeniden elleçlemeye neden olan en önemli sebeplerdendir. Çoğu konteyner terminaline gelen ihraç konteynerlerinin %30 ile %40 arasında doğru veri eksikliği bulunmaktadır. Yükleneceği gemi, tahliye limanı ve konteyner ağırlığı iyi bir istifleme için gereken başlıca bilgilerdir. Konteynerler terminale girdikten sonra dahi gemi hattı tarafından tahliye edileceği liman ve yükleneceği gemi bilgisi değişebilmektedir.

Depolama ve istif lojistiği limanın performansı üstünde önemli rol oynamaktadır. İstif lojistiği giderek daha karmaşık bir hal almaktadır. İki çeşit depolama lojistiği ayırt edilmektedir. Saha planlama sistemlerinde limana gelmesi beklenen gemilerden tahliye edilecek ve yüklenecek ithal ve ihraç konteynerlerin miktarı temel alınarak istif alanlarının ve kapasitelerinin gemi limana varmadan önce tahsis edilmesi bu iki çeşitten biridir. İstif bloklarında uygun sayıdaki lokasyon, gelecek gemiler için ayrılmaktadır. Gemiye yüklenecek olan İhraç konteynerler içinse rezervasyon tahliye limanı, konteyner tipi, uzunluğu ve konteyner ağırlığına göre yapılmaktadır.

Tahliye limanı ve tipi aynı olan ihraç konteynerleri için ortak bir strateji aynı sıra içindeki lokasyonların rezerve edilmesidir. Gemi yüklemelerinde ilk olarak ağır konteynerlerin yüklenmesi gerektiğinden sahada ağır konteynerler hafiflerin üzerine konulması gerekir. Önce ağır konteynerlerin gemiye yüklenmesinin sebebi geminin dengesini sağlamaktır. İthal konteynerlerin tahliyesinde ise tahliye esnasında teslimatın ulaştırma şekline dair bilgi olmadığı için genellikle daha özel bir ayrıştırma yapılmaz. Sadece tahliye olacak ilgili miktar kadar saha kapasitesinin rezervasyonu yapılır. Ancak ulaştırma şekli hakkında bilgi varsa ise ithal alanlarda bu bilgilere göre rezerve edilebilirler. İthal konteynerler için istifleme stratejisi aynı tarihli konteynerlerin ithalat alanındaki aynı depolama alanında istiflenmesidir. Konteynerin harici araçlara teslimi önceden net olarak tahmin edilemeyen stokastik bir süreç olduğu için genellikle saha ve planlama gerçek teslimatla uyuşmaz. Saha yerleşiminin kalitesi, istif konfigürasyonunun nasıl belirleneceğinin stratejisine ve konteyner geliş dağılımının iyi bir öngörüsüyle bağlantılıdır. Bunların çözülmesi de zordur. Yüksek oranlarda yeniden düzenleme hareketine neden olmaktadır. Saha

losyonlarının da önceden rezervasyonunun yapılması mevcut istif kapasitesinin kullanımını işgal eder. Bütün dezavantajlarından dolayı çoğu terminaller dağınık istifleme olarak adlandırılan bir istif konsepti kurmuşlardır. Sahanın belli kısımlarının belli bir geminin gelişine atanmamasıyla dağınık istifleme yapılır. Gemiler belli bir demirleme yerine atanmaktadırlar. Konteyner gemisi limana geldiğinde, bilgisayar sistemi geminin programından hareketle gemi için uygun demirleme yerini belirler. Otomatik olarak belirlenen demirleme yeri ve bu yer için ayrılmış olan depolama alanında uygun bir istif lokasyonu aranır. Konteynerler gerçek zamanlı olarak bir istif lokasyonu seçilmekte ve gemi, konteyner tipi/uzunluğu, tahliye edileceği limanı ve konteynerin ağırlığı aynı olan konteynerler aynı kategoridedir ve bu konteynerler birbirlerinin üstünde yer alırlar. Bir gemiye yüklenecek ihraç konteynerler depolandıkları alanlar içinde stokastik olarak dağılırlar. Saha lokasyonları için de rezervasyona gerekli olmaz. Bu istif konsepti ile herhangi bir lokasyon rezerve edilmediği için daha yüksek bir saha kullanımı sağlamaktadır. Aynı zamanda istifleme kriteriyle geminin yükleme kriteri örtüştüğü için yeniden elleçleme hareket miktarı da azalmaktadır.

Konteynerlere ait özellikler saha istif planlamalarında önemli rol oynar. Ancak lojistik süreçlerin iyileştirilmesi için konteynere ait özelliklerin yanında ilave parametrelere de dikkat edilmelidir. Örnek olarak ihraç konteynerlerin yükleme sürecini yüksek performansla tamamlamaları için rıhtım ile depolandıkları alan arasındaki mesafeyi minimum yapmak için gemide yüklenecekleri yere yakın bir alanda depolanırlar. Rıhtım vinçleri, istif ve taşıma ekipmanlarının performansından daha yüksektir performansa sahiptir. Bundan dolayı, aynı kategorideki konteynerleri, taşıma araçlarının üstünde sahada boş bekleme sürelerinden ve sahada oluşabilecek darboğazdan korumak için birkaç blok ve sırada eşit dağıtılmaları gerekmektedir. Kullanımı fazla olan ekipmanların gerçek iş yükü de dikkate alınmaması daha fazla görevlerin verilmesi bekleme sürelerine sebep olmaktadır. Bunun için Her faktörün ağırlığı ölçülerek, bütün faktörler bir algoritmaya uyarlanabilir (Steenken ve diğ., 2004).

Kim ve Kim (2002) yılında ise yaptıkları çalışmada ithal konteynerler istiflemek için gerekli istif alanının optimum büyüklüğünün bulmaya ve transfer vinçlerinin en uygun sayısını hesaplamaya çalışmışlardır. Karar vermek için maliyet modeli geliştirmişlerdir. Bu maliyet modeli saha maliyetinden, transfer vinçlerinin yatırım maliyetinden ve transfer vinçleri ile kamyonların işletme maliyetlerinden oluşmaktadır. İlk vakada deterministik bir model geliştirerek sadece terminal

işletmecisinin maliyetinin minimize edilmesini amaçlamıştır. İkinci vaka da ise stokastik bir model geliştirerek terminal işletmecisinin yanında müşterilerin toplam maliyetini de minimize etmeyi amaçlamıştır.

Kim ve diğ. (2000), ihraç konteynerlerin yükleme operasyonu sırasında oluşabilecek yeniden elleçleme miktarını en aza indirecek şekilde istiflenmesini sağlamak için uygun lokasyonlarının belirlenmesi amaçlamışlardır. Bunun için dinamik programlama modelini geliştirmişlerdir. Konteynerlerin istif konfigürasyonu ve sahadaki ağırlık dağılımlarını ve gelen konteynerin ağırlığını dikkate alarak modeli geliştirmişlerdir. Dinamik programlama bulunmuş optimal çözümler kümesinden gerçek zamanlı kararlar için karar ağacı oluşturmuşlardır.

Preston ve Kozan (2001), genetik algoritmayla konteyner gemilerinin çevrim sürelerini enküçüklemeye çalışan bir konteyner yerleşim modeli geliştirmişlerdir. Problem karma tamsayılı programlama modeli olarak formüle edilmiştir. İyi bir istif yerleşimi yapılmışsa çizelgeleme tipinin transfer süresini etkilemediği hesaplama deneyleriyle ortaya koymuştur. %10 ila %50 aralığında depolama alan kullanımındaki değişikliğin transfer süresinin doğrudan etkilediği bulunmuştur.

Kim ve Park (2003), limana giriş yapan ihraç konteynerler için depolama sahasının tahsisini üstünde çalışmışlardır. Direk ve direk olmayan transfer sistemleri için problemin amaç fonksiyonları ve kısıtları açıklamıştır. Bununla ilgili formüller oluşturulmuştur. Karma tam sayılı programlamadan yararlanmışlardır.

Zhang ve diğ. (2003), depolama yer tahsisi problemi üstünde çalışmışlardır. Problem tüm dolu konteynerlerin aynı alanda istiflendiği bir limanda incelenmiştir problemi 2 düzeye ayırmışlardır ve matematiksel modellerini geliştirmişlerdir. İlk düzeyde iş yükünü bloklar arasında dengelemeye çalışmışlardır. İkinci aşama da ise bloklar arası mesafeyi en küçüklemeye amaçlamışlardır. Bunun için gemilerde işlem gören toplam konteyner sayısını bloklara atamaya çalışmışlardır. Yapılan deneylerde iş yükünün önemli ölçüde eşit dağıldığını ve böylece darboğazların engellendiği gözlenmiştir. Boş konteynerler ayrı olarak depolanırlar. Bunun nedeni dolu konteynerleri üst üste daha fazla istifleyecek ekipmanlar olduğu için boş konteynerlerden ayrı olarak istiflenirler. Boş konteynerlerin sahada istiflenmesi ve kullanılan metodlar yukarıda anlatılan yaklaşımla aynıdır. Ancak boş konteynerlerin için meta sezgisellerden faydalanarak bir karar destek sistemi önermişlerdir. Sahadaki dağılımı daha ayrı bir problem olarak ele almışlardır.

Akoğlu (2006), bir konteyner terminalinin optimum depo alanını belirlemeye çalışmıştır. Bunun için envanter yöntemi ve kuyruk yöntemi gibi bazı optimizasyon yöntemleri kullanmıştır. Konteynerlere ait istatistikler, Genetik Algoritma prensiplerine göre değerlendirilmiştir. Genetik algoritma ile elde edilen çıktılar Monte-Carlo simülasyonundan elde edilen çıktılarla karşılaştırmıştır.

Lin ve Ting (2014), tavlama benzetimi algoritmasını uygulamışlardır. Bu makale dinamik rıhtım tahsisi probleminin (DBAP) kesikli ve sürekli durumları üstünde çalışmıştır. Problemin çözümünde tavlama benzetim modelini kullanmışlardır.

Pratap ve diğ. (2016), gemilerin limandaki bekleme sürelerini minimize etmek ve müşteri öncelikleri arasındaki sapmaları yok etmek için meta sezgisel yöntemlerden yararlanmışlardır.

Stopka ve Kampf (2016), bir limanda depolama ve elleçleme için en uygun yerleşimin belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Yükleme üniteleri için özel yöntem kullanılarak depo ve taşıma için en uygun yer düzenini belirlemeye çalışmışlardır.

4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE SİMÜLASYON YÖNTEMİ

Tedarik zincirindeki yerlerinden dolayı konteyner terminalleri kritik bir role sahiptirler. Bu nedenle limanda gerçekleşen operasyonların performansının ölçümünün yapılması önemlidir. Verimli, hızlı ve akıcı bir hizmet verebildikleri kadar başarılıdırlar.

Konteyner terminallerinde hedefleri karşılamak için gerekli olan performansın bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle karar destek sistemleri içinde en çok tercih edilen simülasyon metodu kullanılarak performans ölçümü yapılabilmektedir. Daha iyi performans elde etmek için uygulanacak olan yeni stratejilerle bir sanal gerçeklik yaratılarak liman yöneticilerine karar vermede yardımcı olunabilmektedir.

4.1. Performans Kavramı

Türkçe karşılığı "başarım" olan performans başarıyı ölçümleyebilmek için kullanılan bir terimdir. Bununla ilgili literatür incelendiğinde farklı tanımlamalara sahip olduğu görülmektedir.

Baş (1999) bir işi yapan bir bireyin, bir birimin, bir grubun ya da örgütün o işle amaçlanan hedefe yönelik olarak nereye varabildiği, başka bir deyişle neyi sağlayabildiğinin nicel ve nitel olarak anlatımını performans olarak tanımlamaktadır.

4.1.1. Performans ölçümünün amacı ve faydaları

Performans ölçümünün temel amacı işletmenin bu belirlenebilmesi çabasıdır (Demirer, 2010). Performans kavramının farklı tanımlara sahip olmasından dolayı örgütlerin performansı ölçme amaçları da farklılık göstermektedir. Bu farklılıkları şu şekilde özetlenebilir;

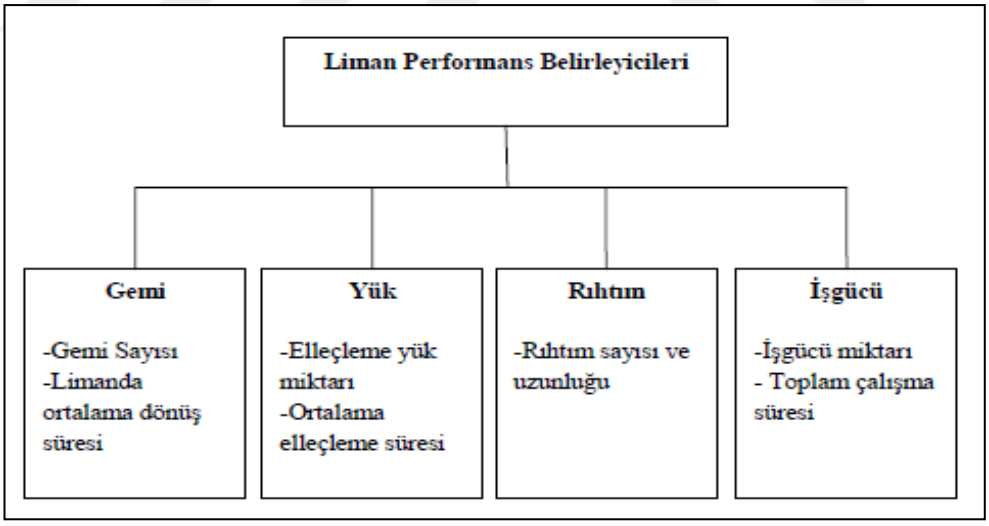
- Ekonomik Performans Anlayışı: Karı enbüyüklemeye çalışma amacı vardır.
- Verimlilik Anlayışı: İkinci Dünya Savaşı sonrasında önem kazanan bir anlayıştır. İşgücü, sermaye, malzeme, enerji ve bilgi verimliliğini artırmaya önem veren bir anlayıştır.

• Pazar ve Müşteri Odaklı Anlayış: bu anlayışta amaç yüksek müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Müşteri taleplerine göre işletmenin üretim ve hizmetleri şekillenir. Dolayısıyla müşteri memnuniyet seviyesine göre performans ölçümü yapılır (Akal, 2002).

Performans ölçümünün birçok faydası vardır. Ürün ve hizmet kalitesinin iyileştirilmesi, kontrolün ve hesap verme sorumluluğunun sağlanması, politikaların oluşturulması, planlama yapılması ve bütçe hazırlanması, yatırım gereksinimlerinin ortaya çıkarılması başlıca faydalarından bazılarıdır.

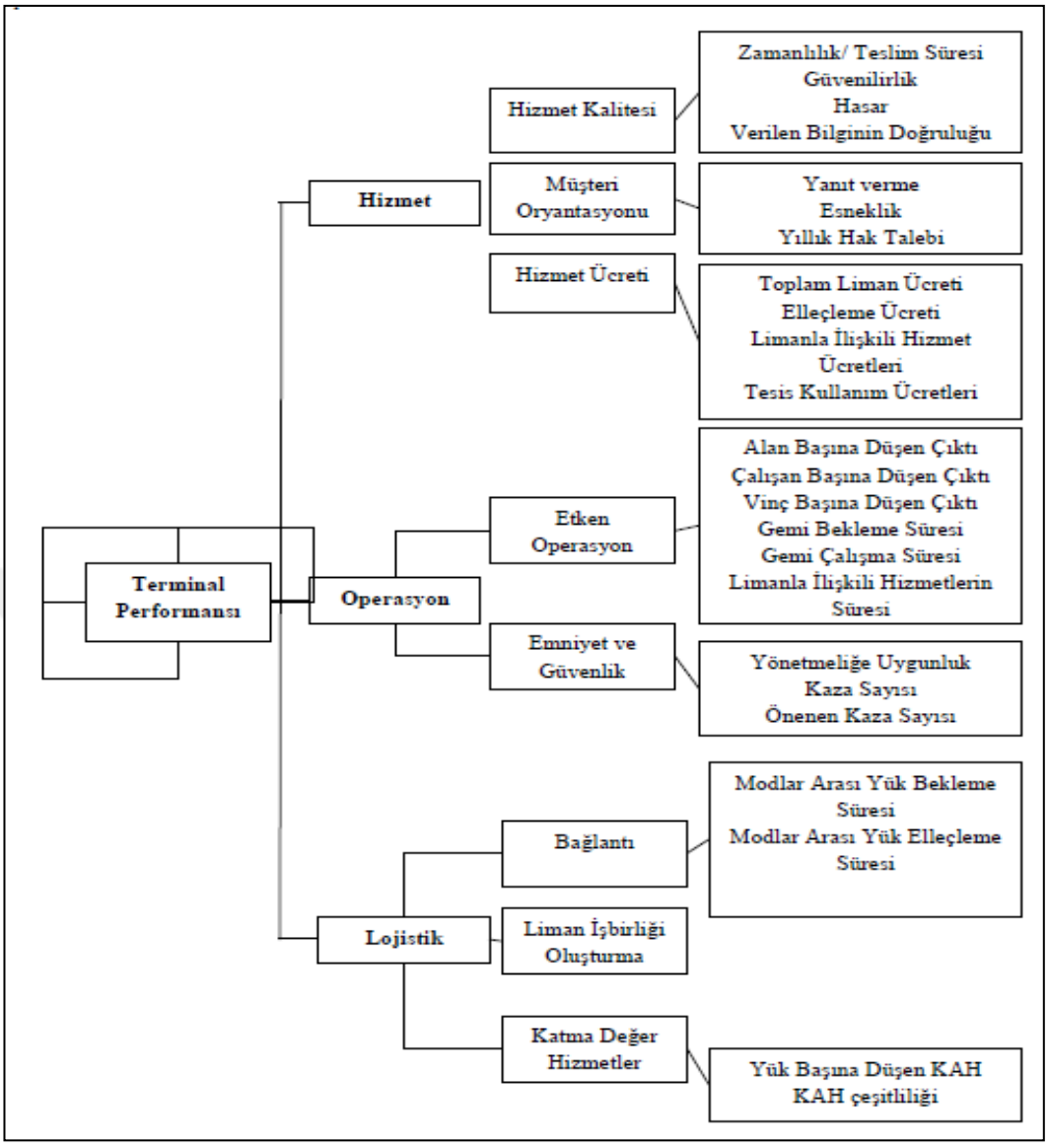
4.1.2. Konteyner terminallerinde performans ölçümü

Konteyner terminalleri, süreçleri, girdileri ve çıktılarıyla birlikte karmaşık ve açık bir sistemdir. Konteyner terminallerinin performans tüm bu girdilerin ve süreçlerin nasıl yönetildiğiyle ilgilidir. Öncelikle konteyner terminallerinde performansı etkileyen faktörlerin belirlenmesi daha faydalıdır. Fakat literatür taraması yapıldığında birbirinden farklı birçok sınıflandırma yapıldığı görülmektedir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi Kişi (1999) liman performans belirleyicilerini dört grupta incelemiştir.



Şekil 4.1. Liman performans belirleyicileri (Kişi, 1999)

Woo ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmalarında geleneksel performans ölçümlerinin limancılık sektöründeki karmaşıklığını ölçmekte yetersiz kaldığını görmüşlerdir. Performans ölçüm kriterleri operasyon verimliliğine, yalınlığa, esnekliğe, güvenliliğe de odaklanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Terminal performansı (Woo ve diğ., 2011)

4.2. Simülasyon Sistemleri

Gerçek bir sistemin davranışlarını incelemek ve değişen koşullara bağlı olarak ortaya çıkan durumları değerlendirmek için sistemin modelini tasarlamaya ve bu model üzerinde, amacına yönelik olarak, denemeler yapmaya simülasyon denir (Halaç, 1998).

En fazla tercih edilen karar destek sistemi simülasyon yöntemidir. Simülasyon yöntemiyle birlikte analizi yapılan duruma ilişkin senaryoların incelenmesine olanak sağlanmaktadır. İncelenen senaryolar sayesinde potansiyel fırsatlar, problemli alanlar görülmekte, planlamada esneklik sağlanmakta ve önerilen çözümlerin duyarlılığı kontrol edilmektedir (Turban ve Aronson, 1996).

Günümüzde terminal operasyonunu ve performansı iyileştirmek için simülasyon oldukça önemli bir araç halini almıştır. Stratejik, operasyonel ve taktiksel simülasyon olmak üzere üç tür simülasyon vardır (Gambardella ve diğ., 1996);

- Stratejik simülasyon, terminal düzenini ve taşıma ekipmanının farklı tiplerini incelemek ve karşılaştırarak beklenen verimlilik ve maliyetlerle ilgili sonuçları görmek için uygulanır. Çoğunlukla mevcut terminallerin düzeni veya ekipmanının değiştirilmesi gerektiği durumlarda ya da yeni terminallerin planlanmasında kullanılır. Performansı arttıracak ve düşük maliyet sağlayacak olan terminal saha yerleşimi ve taşıma ekipmanları konusunda karar vermek bu tür simülasyonun temel amacıdır.
- Operasyonel simülasyon, lojistik ve optimizasyon yöntemlerini test etmek için kullanılır. Özellikle büyük terminallerde daha çok uygulanır. Büyük terminallerdeki terminal operasyonu ve lojistiği çok karmaşıktır. Bu nedenle alternatif lojistik veya optimizasyon yöntemlerinin etkisi nesnel yöntemlerle test edilmelidir. Gerçek terminal kontrol ve yönlendirme sistemlerine uygulanmadan önce bir simülasyon ortamında incelenir. Simülasyon sistemleri gerçekçi senaryolar tasarlamaya veya mevcut terminallerin verilerini içe aktarmaya izin vererek gerçekliği sağlamaya çalışır.
- Taktiksel simülasyon, simülasyonun terminal operasyon sistemine entegrasyonu anlamına gelir. Operasyonun çalışma şekline paralel olarak simüle edilir. Özellikle operasyonlarda bozulmalar oluşursa, taşıma alternatifleri için tavsiyeler verilecektir. Daha sonrasından gerçek operasyon verileri operasyona eş zamanlı olarak alınmalı ve analiz edilmelidir. Bu simülasyon konteyner terminallerinde nadiren veya sadece kısmen kurulmuştur.

Literatürde ilk kez Merkuryev ve diğ. tarafından 1998 yılında konteyner terminali operasyonlarında Arena programını kullanmışlarıdır.

Yun ve Choi (1999), çalışmalarında sistemin performansını analiz eden simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Gerçek terminallerin sadeleştirerek daha basit bir terminal sistemini incelemişlerdir. SIMPLE ++ yi kullanarak gantry vinçler, transfer vinçleri, treylerler ve saha traktörlerinden oluşan ekipmanlar, rıhtım, konteyner sahası ve kapıdan oluşan konteyner terminal sisteminin analizi simülasyon modeli geliştirmişlerdir.

Liu ve diğ. (2002), dört farklı otomatikleştirilmiş konteyner terminali tasarlamışlardır. Bu tasarlanan dört limanı analiz etmiş ve değerlendirmişlerdir. Gelecek talep senaryolarını kullanarak konfigürasyon, ekipman ve operasyon koşulları göre farklı

terminal özellikleri tasarlamışlardır. Aynı operasyon senaryosuna göre her terminal sisteminin incelenmesi ve performansının değerlendirilmesi için mikroskobik simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Aynı zamanda tasarladıkları her terminal ile ilgili maliyetlerin değerlendirilmesi için birer maliyet modeli oluşturmuşlardır. Konvansiyonel terminallerin performansını otomasyonunun düşük bir maliyetle önemli ölçüde arttırabileceğini sonuçlarını elde etmişlerdir.

Shabayek ve Yeung (2002), Witness yazılımı kullanarak Hong Kong'daki bir konteyner terminallerini simüle etmişlerdir. Konteyner terminallerinin gerçek durumda operasyon sistemlerinin tahmininde iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Hartmann (2004) , rıhtım planlama ve vinç çizelgelemeyle ilgili optimizasyon problemleri üzerinde çalışmıştır. Geliştirdikleri yaklaşımla simülasyon modellerinde girdi olarak kullanılabilecek senaryolar üretmeyi amaçlamışlardır. Senaryoları, gemilerin, trenlerin ve kamyonların gelişleri ile yüklenen ve tahliye edilen konteynerlerle ilgili bilgilerden oluşturulmuştur. Gerçekçi senaryola,rın tasarlamak için gerekli olan önemli parametrelerin belirlenmesine çalışmıştır. Bu parametrelere dayanarak senaryolar geliştiren bir algoritma oluşturulmuştur.

Vis ve Harika (2004), otomatik güdümlü taşıtların ve otomatik kaldırma ekipmanlarının kullanımının bir geminin tahliye süresini nasıl etkilediklerini araştırmak için simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Duyarlılık analizi yapılmışlardır. Optimal ekipman çeşidinin ve araç sayısının belirlenmesini, terminal dizaynı ve rıhtım vinçlerinin teknik özelliklerine bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Huang (2007), bir konteyner terminalinde gemilerin ve rıhtımın güncel veriler kullanılarak gemilerin ve rıhtımın ikisininde sınıflandırmalı ve sınıflandırmasız olarak simülasyon ile iki senaryo oluşturmuşlardır ve bu senaryolara ait sonuçlarını karşılaştırmışlardır.

Zanen ve diğ. (2008), konteyner terminallerindeki ithalat alanları üstünde çalışmışlardır. Bir ithal konteynerin istif sahasında kalma süresi ile saha işgaliye oranı arasındaki ilişki modellemeye çalışmışlardır.

Wany ve Li (2008), konteyner istif alanlarındaki kapasite problemlerini çözmek için Witness yazılımını kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Konteyner istif istasyonlarının sınırlı bir sahada ve sınırlı ekipmanlarla optimum çalışması için ne yapılabileceğinin saptamaya çalışmışlardır.

Ma ve Hadjiconstantinou (2009), konteyner terminallerinde saha operasyonlarının değerlendirmesi için kesikli olay simülasyonu kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada gemi ve yük geliş süreci, terminaldeki malzeme elleçleme süreci ve vinçler ile terminal traktörlerinin rotalanmasına ilişkin planlamalara yönelik bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Kurulan model sayesinde alternatif planlama senaryolarının test edilmiştir.

Legato ve diğ. (2009), yaptıkları çalışmada konteyner terminallerinde sahada yer alan vinçlerini kesikli olay simülasyonu kullanarak modellemişlerdir. Çalışmada alan vincin en az hareketiyle en uygun konteyner yerleşim düzeni yakalamasına çalışılmıştır. Modelde "öncelik sırasına koyma ve seçme" prensibi temel olarak uygulanmıştır. Çalışmanın temel amacı "terminal saha kullanımı" ve "verimli planlama" konularını incelemektir.

Esmer ve diğ. (2008a ve 2008b), ARENA programını kullanarak Rıhtım atama problemi üstünde çalışmışlardır. kurdukları simülasyon modelinde, rıhtımı kaynak olarak atamışlardır ve küçük parçalara ayırıp ölçümleyerek hassas performans ölçümü yapmayı amaçlamışlardır.

Esmer (2009) ise terminal lojistik süreç performansını ölçen ve tüm terminallere uygulanabilir esnek bir simülasyon modeli geliştirmeye çalışmıştır. Limanın lojistik yapısını ve liman performans göstergelerini anlama, analiz etme ve değerlendirme, liman içi lojistik süreçleri geliştirme ve limanın gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin etme, liman kapasitesini planlama, liman verimliliğini arttırma, konularına yardımcı lojistik yönlü karar destek modeli geliştirmeyi amaçlamıştır.

Kim ve diğ. (2008), bir konteyner terminalinde paralel ile dikey şekilde yerleşimin operasyonları üzerindeki etkisini inceleyerek, optimum yerleşim tipini belirlenmeye çalışmışlardır.

Sacone ve Siri (2009), çalışmalarında simülasyon ve optimizasyonu birbirine entegre ederek konteyner terminallerindeki operasyonel planlamalar üstünde çalışmışlardır. Yöntem ile liman konteyner terminallerinin operasyonel planlaması üzerinde çalışmışlardır.

Alp (2009), simülasyon tekniği kullanarak liman verimliliği üzerinde liman içi taşıma araçlarının etkisi incelenmiştir.

Cartenì ve Luca (2011), bir konteyner terminalinin taktik ve stratejik düzeyde planlaması için farklı mikroskopik ayrık olay simülasyon modelleri oluşturmuşlardır.

Kemme (2011), raylı vinç sistemlerinin stratejik tasarımı incelenmiştir. Liman konteyner terminallerindeki RMG depolama sahalarının uzun vadede performansının, vinç sistemi üzerindeki stratejik kararlar ve saha bloklarının düzeni ile nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

Esmer (2013), sürekli rıhtım tahsisi için simülasyon tabanlı bir modelleme yapmıştır. Ortalama rıhtım kullanımı, ortalama gemi bekleme süresi ve sıra bekleyen ortalama gemi sayısı gibi bir konteyner terminalinin bazı performans göstergeleri bu modelle tahmin edebilmiştir.

Sağlam (2013) , proje aşamasındaki konteyner limanları için yük operasyonlarını değerlendirmek ve oluşabilecek darboğazları belirleyebilmek için simülasyon yönetimi kullanılmıştır.

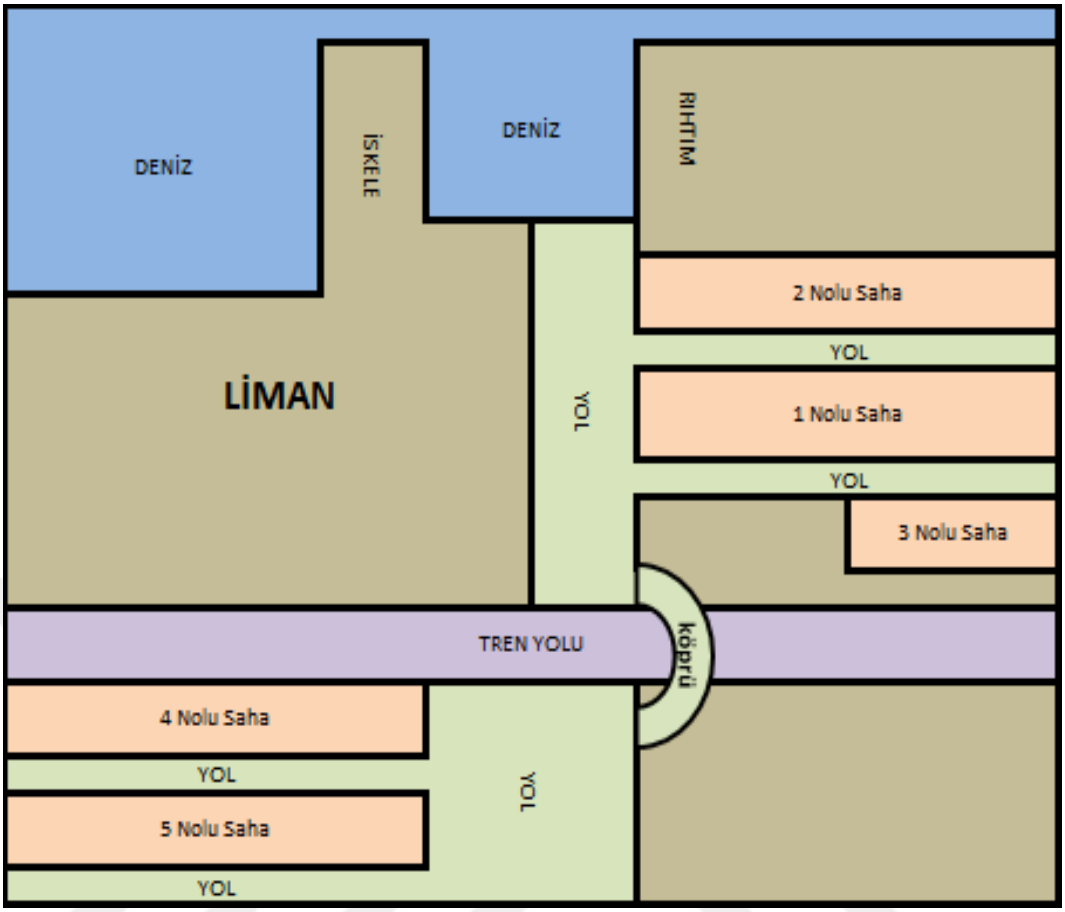
Tao ve Qiu (2014), konteyner limanında bulunan dâhili araçların yükleme ve boşaltma görevlerini düzenleyen bir araç sevkiyat problemi üzerinde çalışmışlardır. Simülasyonu ve bütünleşik evrim arama fonksiyonu kullanarak problemi çözmek için yöntem geliştirmişlerdir.

5. SİMÜLASYON YÖNTEMİ KULLANILARAK BİR KONTEYNER TERMİNALİNDE SAHA YERLEŞİMİNE KARAR VERİLMESİ

Bu çalışma, Marmara bölgesinde faaliyet gösteren yıllık 855.000 TEU elleçleme kapasitesine sahip orta ölçekli bir konteyner terminalinde gerçekleştirilmiştir. Limanda incelenen süreç gemilerin limana yanaşmasıyla başlamaktadır. Gemilerden rıhtım vinçleriyle (SSG) tahliye edilen konteynerler liman içinde çalışan taşıyıcılara (YTT) yüklenmektedir. Daha sonra taşıyıcılar konteynerleri önceden planlanmış olan istiflenecekleri lokasyona taşımaktadır. İstiflenecekleri lokasyonda bulunan saha vinçleri (RTG) yardımıyla konteynerler taşıyıcılardan alınıp planlanan lokasyonda geçici süreyle depolanmaktadır. Daha sonra uygun taşıma şekliyle limandan alınarak teslim edilecekleri adreslere gitmektedirler. Mevcut sistemde ithal konteynerleri istiflemek için limanda kullanılabilecek durumda bulunan 5 adet saha bulunmaktadır. Ancak saha vinçlerinin kullanımından kaynaklanan işgücü ve enerji maliyetinden dolayı bu 5 sahanın hepsi aynı anda kullanılamamaktadır.

Limanda son zamanlarda, ihracat konteynerlerin talebinde artış meydana gelmiştir. Bu artış sonucunda ihraç konteynerler için ayrılmış alanlar yetersiz kalmıştır. İthal konteynerler için ayrılmış bu 5 adet sahanın bir kısmı ihraç konteynerler için kullanılmak istenmektedir. Aynı zamanda tahliye sürecinin en kısa sürede tamamlanması, rıhtım vinci ve saha vinçleri arasındaki beklemeleri enazlaması, ve iş yükünün ekipmanlara eşit dağıtılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda mevcut duruma alternatif 2 senaryo daha geliştirilmiştir. Arena 14.0 simülasyon programı kullanılarak mevcut durum ve alternatif senaryolar simüle edilmiştir. Elde edilen senaryoların performans çıktıları birbirleriyle karşılaştırılmıştır ve en uygun yerleşim şekline karar verilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı limanda potansiyel kullanılabilecek dolu ithal konteyner sahaları aşağıdaki Şekil 5.1‘de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Liman yerleşimi

Gelen gemilerden tahliye edilen ithal konteynerler liman sahasında 1-2-3-4 numaralı sahalarda 4 ya da 5 kat olarak şekilde karışık tahliye saha planlamasına göre istiflenebilmektedir. 5 nolu sahada ortalama 1-1,5 gün içinde limandan çıkış yapan muayene işlemi görmüş ithal konteynerler ortalama 2-3 kat olarak istiflenmektedirler. Bu nedenle muayene işlemi görmüş konteynerlerin, gemiden yeni tahliye olan ve muayene işlemi görmemiş konteynerlerle aynı yerde depolanması yeniden elleçleme sayısını arttıracağı için bu iki konteyner türünün aynı yerde istiflenmemesi gerekmektedir.

İstif lojistiği ile ilgili yapılan literatür araştırmasında, 4 kat ve üzeri konteyner istiflemelerinde konteynerlerin geliş zamanına göre bloklar halinde istiflenmesinin karışık tahliye saha istiflemesinden daha az yeniden elleçlemeye sebep olduğu belirlenmiştir. Limanda yapılan konteyner istiflemelerinin 4-5 kat olmasından dolayı literatür çalışmasında elde edilen sonuçları almak için gemilerin geliş tarihlerine göre ithal sahasında bloklar halinde istifleme planı yapılmıştır.

Bu çalışmanın performans göstergeleri gemilere ait servisler için bloklar halinde saha planlamasına göre, toplam tahliye operasyon süresinin enazlanması, darboğazların ortadan kaldırılması ve ekipmanların iş yükü dağılımlarının dengelenmesi olarak belirlenmiştir. Mevcut duruma alternatif olarak iki farklı senaryo daha geliştirilmiştir.

5.1. Mevcut Durum ve Alternatif Senaryolar

Senaryolar simülasyon yardımıyla modellenmiştir. Mevcut durum, senaryo 1 ve senaryo 2'ye ait çıktılarla karşılaştırmalar yapılmış ve en uygun saha yerleşimi tespit edilmiştir.

Mevcut durum; ithal dolu konteynerler için 1 ve 2 numaralı sahaların ilk kısımları ve 4 ve 5 numaralı sahaların son kısımları tahsis edilmiştir. 5 numaralı sahada istiflenen muayene işlemi görmüş konteynerler ile yeni gemiden tahliye edilecek konteynerlerin aynı blokta istiflenmemesine dikkat edilmesi önemlidir.

Senaryo 1; ithal dolu konteynerler için 1 ve 2 numaralı sahaların ilk kısımları ile 3 ve 4 numaralı sahaların son kısımları tahsis edilmiştir.

Senaryo 2; ithal dolu konteynerler için 1 numaralı sahanın ilk kısmı, 2 numaralı sahanın tamamı, 3 numaralı sahanın son kısmı ile 5 numaralı sahanın ilk kısmının küçük bir bölümü kullanılmıştır.

Simülasyon çalışmasında tüm koşulların (ekipmanlarda arıza olmadığı ve limanın üç vardiyada da aynı performansla çalıştığı, hava koşullarının uygun olduğu) varsayılmıştır. Taşıyıcı araçlar (YTT) liman içinde 20 km/saat hızla hareket etmektedirler.

Limana uğrak yapan 8 adet gemi hattı bulunmaktadır. Bu konteyner limanın 2 aylık dönemine ait belirtilen hatlara ait gemilerle gelen toplam dolu ithal konteyner adetlerine ait veriler toplanmıştır. Elde edilen bu verilere ait istatiksel dağılımlar Arena programına ait olan Input Analyzer modülü kullanılarak bulunmuştur. Bu hatlara ait gemilerle limana gelen dolu ithal konteyner adetleri ve ait oldukları istatiksel dağılımlar Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Simülasyonda bu modülden elde edilen veriler girdi olarak kullanılmıştır.

Tablo 5.1. Tahliye miktarı dağılım özetleri

Tahliye Miktarı Dağılım Özetleri			
Gemi Adı	Tahliye Miktar	Dağılım	Dağılım ifadesi
Gemi A	174 - 297 arası	Uniform	UNIF(174, 297)
Gemi B	11 - 54 arası	Beta	10,5 + 44 * BETA(0,463, 0,341)
Gemi C	27 - 164 arası	Exponential	27 + EXPO(30,1)
Gemi D	62 -309 arası	Beta	62 + 247 * BETA(0,715, 0,803
Gemi E	82 - 238 arası	Normal	NORM(152, 46,7)
Gemi F	7 -141 arası	Normal	NORM(48,8, 34,9)
Gemi G	184-279 arası	Beta	184 + 95 * BETA(0,565, 0,601)
Gemi H	278 - 513 arası	Beta	278 + 235 * BETA(0, 0)

Tahliye operasyonunda çalışan ekipmanların birim hareket süreleri Tablo 5.2'de gösterilmiştir. Tahliye işlemlerinde genellikle konteynerin konumuna göre değişse de oldukça fazla bir oranla çift olarak tahliye edilirler. Bu nedenle SSG'lerin 20' konteynerleri çift olarak tahliye ettiği varsayılmıştır. SGG tahliye sürelerinde, 20' ve 40' konteynerler arasında fark yoktur. RTG'lerde ise durum biraz farklıdır. RTG'lerin bir çift 20' konteyneri ve 40' konteyneri istife yerleştirme süreleri Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. Ekipman tahliye birim süreleri

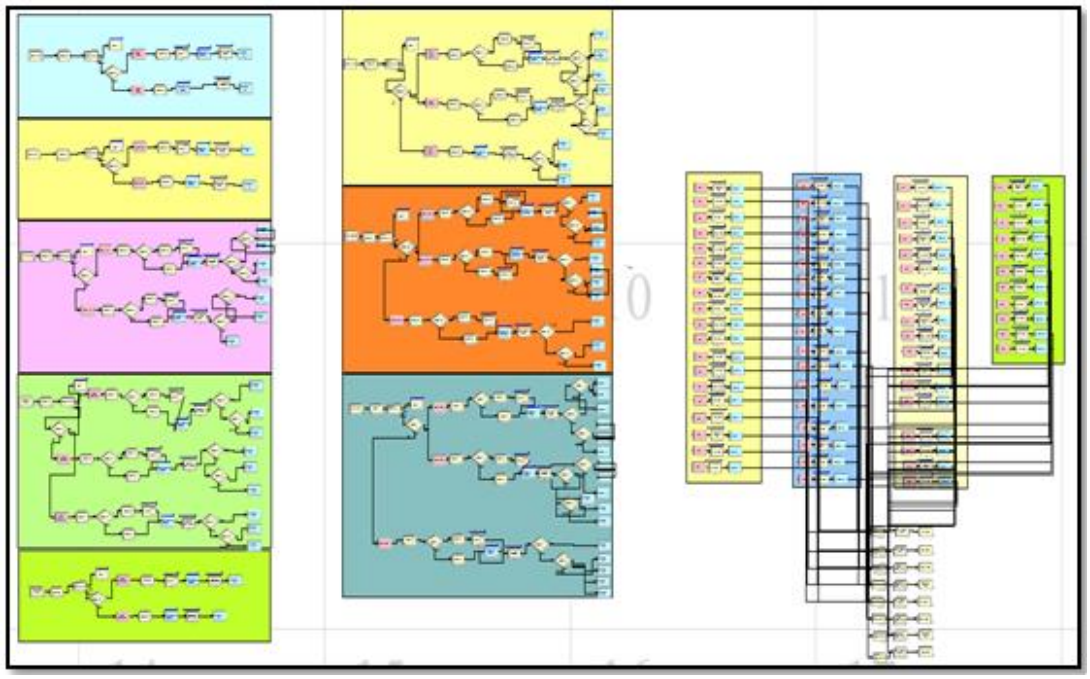
Ekipman Tahliye Birim Süreleri				
Ekipman	Süre aralığı	Dağılım	Dağılım ifadesi	Açıklama
SSG	98,5 ile 191	Beta	98.5 + 92 * BETA(0,717, 0,923)	20' ve 40' konteyner için
RTG	189 ile 261	Beta	189 + 72 * BETA(0,522, 0,806)	40' konteyner için
RTG	192 ile 310	Beta	192 + 118 * BETA(0,363, 0,313)	20' konteyner için (çift 20' için)

Limanda gemilerin hareket miktarına, önceliğine göre posta başına atanan YTT adedi değişiklik göstermektedir. Modelin gerçeği yansıtması için genelde limanda her bir gemi için atanan YTT adedi kullanılmıştır. Aşağıdaki Tablo 5.3'de her bir gemi için posta başına düşen YTT adedi gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Posta başına düşen YTT sayısı

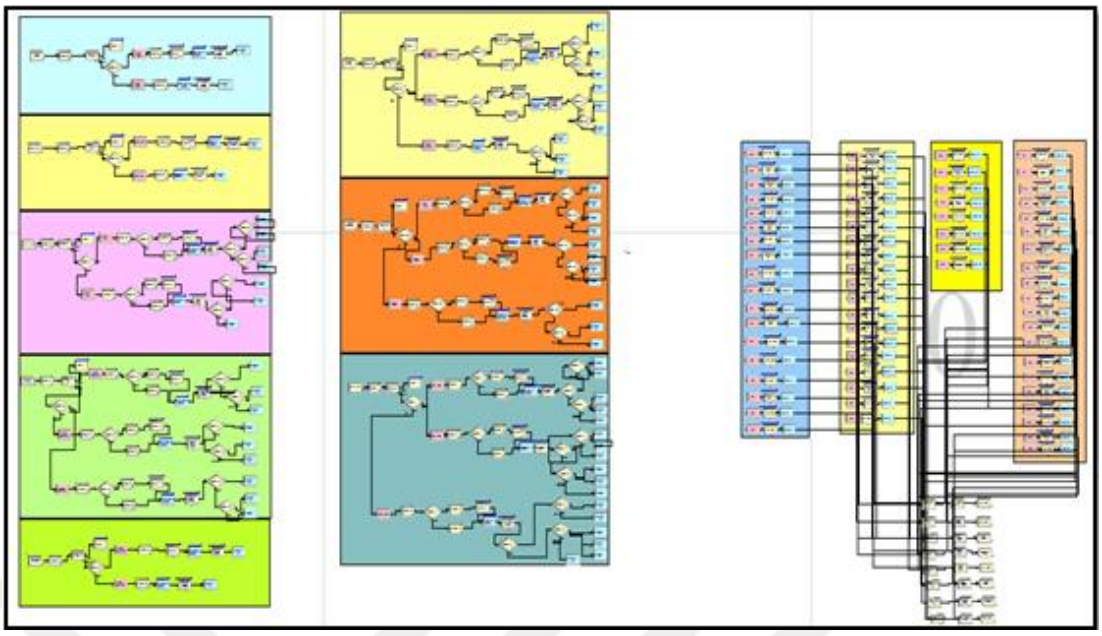
Gemi Adı	Posta başı YTT sayısı
Gemi A	6
Gemi B	4
Gemi C	4
Gemi D	6
Gemi E	5
Gemi F	4
Gemi G	6
Gemi H	6

Mevcut duruma ait kurulan simülasyon modeli Şekil 5.2. de gösterilmiştir.



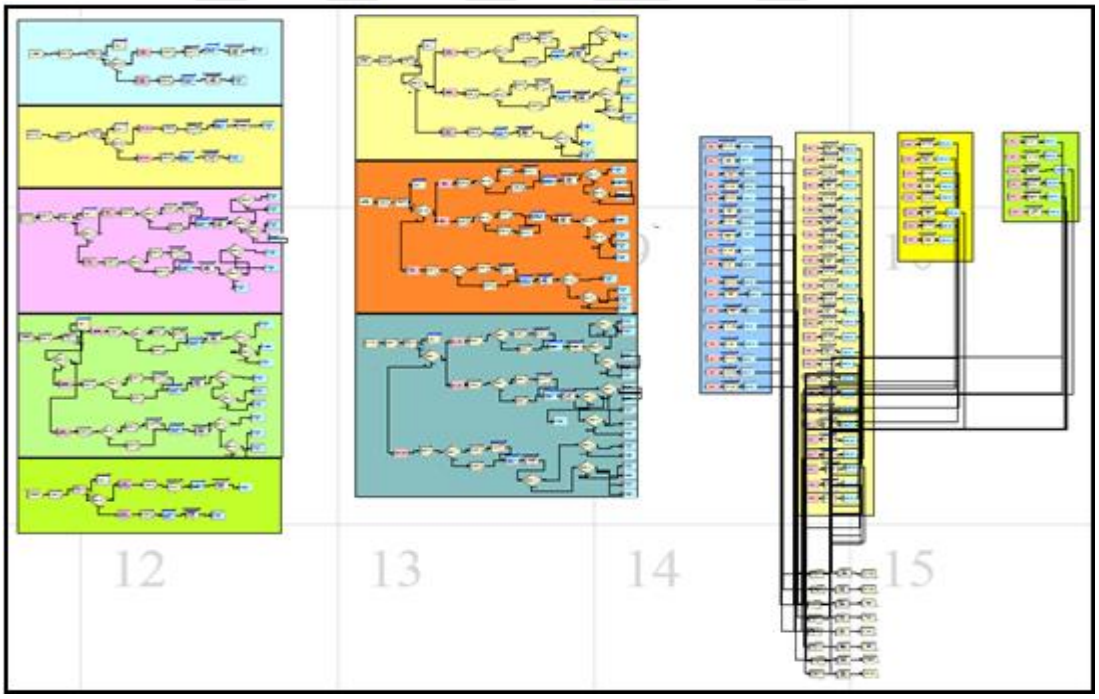
Şekil 5.2. Mevcut durum simülasyon modeli

Senaryo 1 için kurulan simülasyon modeli Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Senaryo 1 için simülasyon modeli

Senaryo 3'e ait simülasyon modeli Şekil 5.4' de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Senaryo 2 için simülasyon modeli

5.2. Simülasyon Sonuçları

Bu üç duruma ait simülasyon modelleri 3 tekrarlı olacak şeklide çalıştırılmıştır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

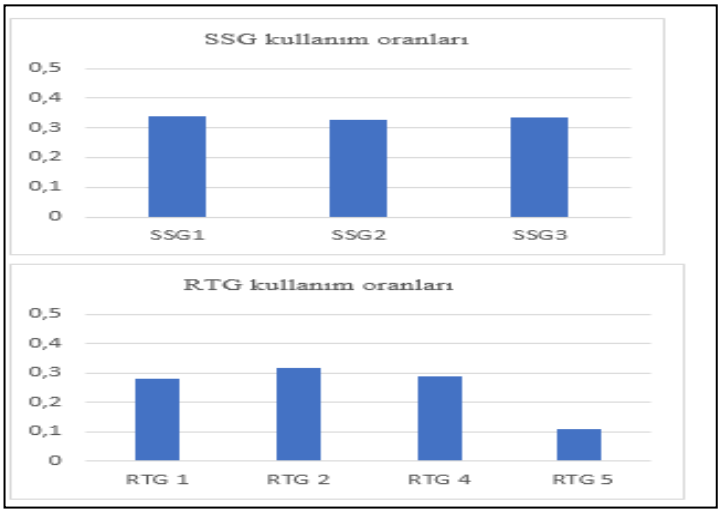
5.2.1. Mevcut durum sonuçları

Mevcut duruma ait modelde yapılan tahliye için geçen toplam süre 33,68 saattir. RTG altında bekleyen taşıyıcıların maksimum bekleme süresi 2 dk ve ortalama bekleme süresi 1 dk olarak bulunmuştur. Mevcut durumda her bir istif sahasında bulunan RTG' den 2 şer adet olmak üzere toplam 8 RTG kullanılmıştır. SSG altında maksimum taşıyıcı bekleme süresi ise 7 dk ve ortalama taşıyıcı bekleme süresi 4 dk' dır. Gelen gemilere ait tahliye operasyon tamamlanma süreleri Tablo 5.4'de gösterilmiştir.

Tablo 5.4. Mevcut durum için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri

Gemi Adı	Tahliye Miktarı	Tahliye Süresi (Saat)
Gemi A	174-297 Arası	5,85
Gemi B	11-54 Arası	3,49
Gemi C	27-164 Arası	3,31
Gemi D	62-309 Arası	2,19
Gemi E	82-238 Arası	4,74
Gemi F	7-171 Arası	3,35
Gemi G	184-279 Arası	4,85
Gemi H	278-513 Arası	5,90

RTG ve SSG ekipmanlarının kullanım oranları ise Şekil 5.5' de verilmiştir.



Şekil 5.5. Mevcut durum için ekipman kullanım oranları

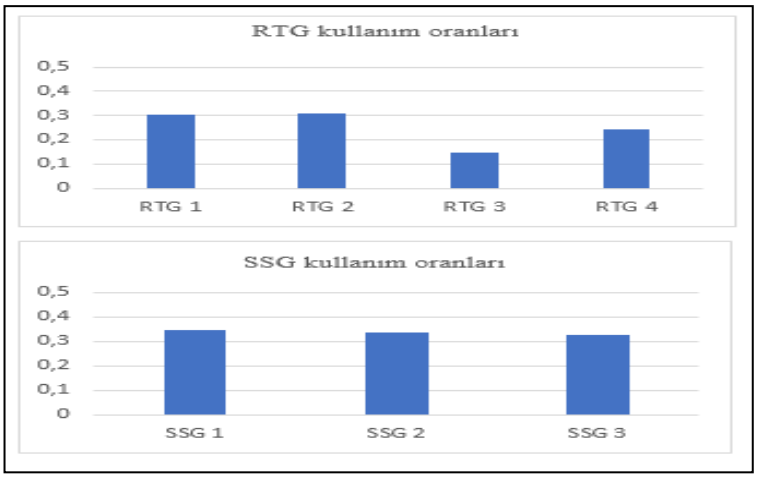
5.2.2. Senaryo 1 sonuçları

Bu senaryo sonucunda yapılan tahliye operasyonu için geçen toplam süre 24,76 saattir. RTG altında taşıyıcıların, maksimum bekleme süresi ise 7 dk ve ortalama bekleme süresi 1 dk'dır. SSG altında maksimum taşıyıcı bekleme süresi ise 7 dk ve ortalama taşıyıcı bekleme süresi 4 dk'dır. Gelen gemilerin tahliye operasyonlarının tamamlanma süreleri Tablo 5.5'de, verilmiştir.

Tablo 5.5. Senaryo 1 için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri

Gemi Adı	Tahliye Miktarı	Tahliye Süresi (Saat)
Gemi A	174-297 Arası	2,74
Gemi B	11-54 Arası	3,54
Gemi C	27-164 Arası	2,15
Gemi D	62-309 Arası	1,95
Gemi E	82-238 Arası	2,95
Gemi F	7-171 Arası	2,92
Gemi G	184-279 Arası	2,92
Gemi H	278-513 Arası	5,59

SSG ve RTG ekipmanlarının kullanım oranları ise Şekil 5.6' da verilmiştir.



Şekil 5.6. Senaryo 1 için ekipman kullanım oranları

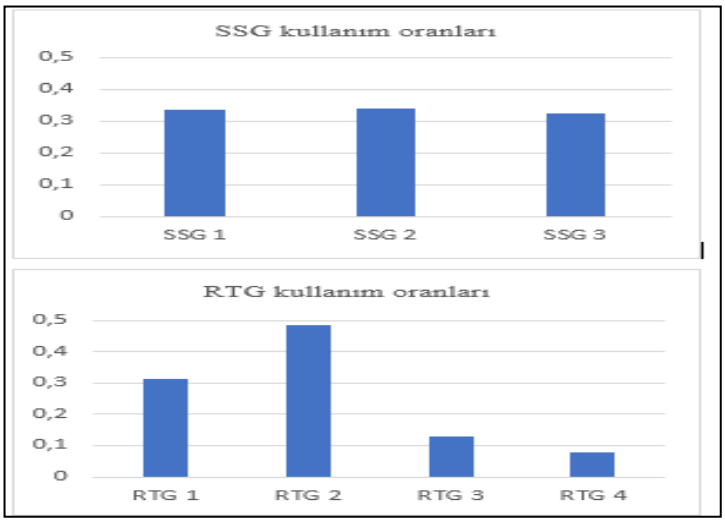
Bu senaryoda RTG 3'den ise 1 adet ve RTG 1-2 ve 4' ten 2 şer adet olmak üzere toplam 7 RTG kullanılmıştır. Her bir RTG' nin kullanım oranı 0,15 civarındadır.

5.2.3. Senaryo 2 sonuçları

Senaryo 2 için kurulan model sonucunda yapılan tahliye operasyonları için geçen toplam süre 23,02 saattir. RTG altında taşıyıcıların maksimum bekleme süresi 3 dk ve bekleme süresi ortalama 1 dk'dır. SSG altındaki maksimum taşıyıcı bekleme süresi 8 dk ve ortalama taşıyıcı bekleme süresi 5 dk dır. Gelen gemilerin tahliye operasyonlarının tamamlanma süreleri Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.6. Senaryo 2 için gelen gemilerin operasyon tamamlanma süreleri

Gemi Adı	Tahliye Miktarı	Tahliye Süresi (Saat)
Gemi A	174-297 Arası	2,79
Gemi B	11-54 Arası	2,25
Gemi C	27-164 Arası	2,21
Gemi D	62-309 Arası	2,18
Gemi E	82-238 Arası	2,87
Gemi F	7-171 Arası	2,77
Gemi G	184-279 Arası	2,66
Gemi H	278-513 Arası	5,29



Şekil 5.7. Senaryo 2 için ekipman kullanım oranları

RTG ve SSG ekipmanlarının kullanım oranları ise Şekil 5.7'de verilmiştir. Senaryo 2' de kullanılan RTG adetleri şöyledir; RTG 1'den 2 adet, RTG 2' den 3 adet, RTG 3

ve RTG 4’ ten 1’ er adet olmak üzere toplam 7 RTG kullanılmıştır. RTG 1-2 ve 3 ‘ ün kullanım oranları 0,15 civarındadır. Senaryo 2 de muayene sahasının bir ucundaki küçük bir alan istif alanı olarak kullanıldığından RTG 4 karşıladığı iş yükü daha azdır. Bundan dolayı kullanım oranı düşük görünmektedir. Mevcut durum ve alternatif senaryolara ait sonuçların karşılaştırmaları Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7. Mevcut durum, senaryo 1 ve senaryo 2 çıktıları karşılaştırması

	Mevcut durum	Senaryo 1	Senaryo 2
Toplam tahliye operasyonu süresi (saat)	33,68	24,76	23,02
RTG kullanım oranı (min/max)	0,11 / 0,16	0,12 / 0,15	0,13 / 0,16
SSG kullanım oranı (min/max)	0,326 / 0,338	0,323 / 0,342	0,326 / 0,335

Tablo 5.7 analiz edildiğinde senaryo 2 ye ait toplam tahliye operasyon süresinin mevcut duruma ait toplam operasyon süresinden daha az olduğu ve % 31,65 oranında iyileşme sağladığı görülmüştür. Minimum RTG kullanım oranı belirlenirken, RTG 4’ ün küçük bir alanda istifleme yapmasından dolayı bu RTG’ nin kullanım oranı Senaryo 2’de göz ardı edilmiştir. Elde edilen sonuçların 0,05 anlamlılık düzeyinde tek yönlü Anova testi yapılmıştır ve sonuçların tutarlı olduğu bulunmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünya üzerinde bulunan ticaret mallarının üçte ikisi denizyoluyla taşınmaktadır. Deniz taşımacılığına ait talebin bu kadar fazla olmasıyla birlikte limanlarında önemi her geçen gün artmıştır. Artan talebe nedeniyle limanlarında kendilerini sürekli geliştirmesi ve bu talebe karşılık vermesi gerekmektedir. Liman sahalarının verimli kullanılması çok önemli bir konudur. Bu çalışmanın amacı bir konteyner terminalindeki etkin saha yerleşiminin belirlenmesidir. Tahliye operasyonlarında taşıyıcı araçların bekleme sürelerinin azaltılması, tahliye süresinin minimizasyonu, adil ekipman kullanımı hedeflenmiştir. Bunların sonucu olarak da enerji ve işgücü maliyetlerinin minimize edilmesi hedeflenmiştir. Toplanan veriler doğrultusunda mevcut duruma ait işleyiş ve tasarlanmış olan iki senaryoya ait işleyiş simüle edilmiş ve Tablo 5.5'te özetlenmiş olan sonuçlar elde edilmiştir. Senaryo 2 için tahliye operasyonun tamamlanması için gereken sürenin, mevcut durumdaki ve senaryo 1'deki tahliye operasyonun tamamlanması gereken süreden daha kısa olduğu bulunmuştur. Senaryo 2'nin uygulanmasıyla, mevcut durumda gerçekleşen tahliye operasyon süresinde % 31,65 lik bir iyileşme sağlanmaktadır. Tahliye operasyon süresindeki azalma aynı zamanda enerji ve işgücü maliyetlerinde azalma anlamına gelmektedir. Ekipmanların saatlik yakıt harcamaları hesaplandığında senaryo 2 nin seçilmesiyle birlikte mevcut durumda oluşan yakıt maliyetinden 9.600 tl daha az yakıt maliyeti oluştuğu bulunmuştur. Tahliye operasyonu esnasında oluşabilecek darboğazlara baktığımızda bu üç durum için çok büyük bir fark görülmemiştir. RTG altındaki beklemeler ortalama 1 dk dır. Liman yönetimi bu 1 dk lık sürenin uygun ve kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir. Ayrıca iş yükünün RTG'lere adil dağıtımı da önemli bir konudur. Bu nedenle bu çalışmada ekipman kullanım oranının birbirine yakın olması amaçlanmıştır. Ana gemilerin tahliyesinin rıhtıma daha yakın ve yüksek kapasiteli sahalara (1 ve 2 numaralı sahalar) planlanması nedeniyle bu sahalarda çalışan RTG'ler(RTG 1 Ve RTG 2) diğer sahalarda çalışan RTG'lerin kullanım oranlarına göre daha fazladır. Senaryo 2' de kullanılan 4 numaralı sahanın bir kısmında muayene işlemi görmüş konteynerler depolandığından ve bu sahanın sadece küçük bir kısmına gemiden yeni tahliye olan konteynerler istiflenmektedir. Bu nedenle bu sahanın tahliye konteyner depolama alanı düşüktür. 4 numaralı sahada çalışan RTG 4 'ün kullanım oranı da bu sebepten düşük olmuştur. Üç duruma ait

senaryo sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, senaryo 2'nin çalışmanın amacını gerçekleyen en iyi alternatif senaryo olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada sadece ithal dolu konteynerler için liman sahasında uygun yerleşimin belirlenmesi için model kurulmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda simülasyon yardımıyla ihracat saha planlaması için etkili bir saha ataması üstünde çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Acarer Ü., Türkiye'nin dış ticaret yüklerinin taşınmasında kombine ulaşım sisteminin uygulanabilirliği ve bu amaçla kullanılacak bir konteyner gemisinin maliyet analizi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1997, 64651.

Akal, Z., *İşletmelerde Performans Ölçümü ve Denetimi*, 2. Baskı, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 2002.

Arpacıoğlu D., Haydarpaşa Limanında Liman Gerisi Destekli Konteyner Terminal İşletimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995, 41985.

Alderton P. M., *Port Management and Operation,* 2rd. ed., Informa Law, London, 2005.

Aydın C., Improved Rehandling Strategies For Container Retrieval Process , Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 181993.

Bartan D., Konteynır Terminallerinde Performans Değerlendirmesi ve İzmir Alsancak Limanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007, 213481.

Baş İ. M., Şirket Toplam Performans Yönetimi*, 8. Ulusal Kalite Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 3-4 Mayıs 1999.

Brinkmann B., Operations Systems of Container Terminals: A Compendious Overview, Operation Research, *Computer Science Interfaces Series,* 2011, **49**, 25-39.

Beresford A. K., Naniopoulos A., Wooldridge C. F., The UNCTAD and Workport Models of Port Development: Evolution or Revolution?, *Maritime Policy and Management,* 2004, **31**(2), 93-107.

Çancı M., Erdal M., *Uluslararası Taşımacılık Yönetimi*, 1. Baskı, UTİKAD, İstanbul, 2003.

Esmer S., Yıldız G., Tuna O., Konteyner Terminallerinde Gemi Rıhtım Bağlantısının Benzetim Yöntemi ile Modellenmesi, *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi,* İzmir, Türkiye, 2-4 Temmuz, 2007.

Esmer S., Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2009, 253552.

Esmer S., Ateş A., Karadeniz Ş., Dünya Konteyner Taşımacılığı Pazarında Türkiye'nin Yeri, *Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2010, **2**(2), 83-98.

Grunow M., Günther H. O., Lehmann M., Strategies for Dispatching Agvs at Automated Seaport Container Terminals, *OR Spectrum,* 2006, **28**(12), 587-610.

Hennesey L. E., Enhancing Container Terminal Performance: A Multi Agent Systems Approach, Phd Thesis, Blekinge Institute of Technology, Karlshamn, 2004.

Legato P., Mazza R. M., Berth Planning and Resources Optimisation at a Container Terminal Via Discrete Event Simulation, *European Journal of Operational Research,* 2001, **133**(3), 537-547.

Lin S. W., Ting C. J., Solving the Dynamic Berth Allocation Problem by Simulated Annealing, *Engineering Optimization,* 2013, **46**(3), 308-327.

Kahriman C., Konteynır Terminallerinde Operasyonel Planlama Süreç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 282787.

Karataş Çetin Ç., Limanlarda Örgütsel Değişim ve Değer Zinciri Sistemlerinde Etkililik Analizi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2012, 333274.

Kim K. H., Evaluation of the Number of Rehandles in Container Yards, *Computers and Industrial Engineering,* 1997, **32**(4), 701–711.

Kim K. H., Bae J. W., Re-Marshaling Export Containers in Port Container Terminals, *Computers and Industrial Engineering*, 1998, **35**(3-4), 655–658.

Kim H. K., Bae K. H., Segregating Space Allocation Models for Container İnventories in Port Container Terminals, *International Journal of Production Economics* , 1999, **59**(1-3), 415-423.

Kim K. H., Kim H. B., The Optimal Sizing of the Storage Space and Handling Facilities for İmport Containers, *Transportation Research Part b: Methodological,* 2002*,* **36**(9), 821–835.

Kim K. H., Lee K. M., Hwang H., Sequencing Delivery and Receiving Operations for Yard Cranes in Port Container Terminals, *International Journal of Production Economics*, 2003, **84**(3), 283–292.

Kişi H., Zorba Y., Liman Performansının Ölçümü : İzmir Limanı Uygulaması, *Mersin Deniz Ticareti Dergisi* ,1999, **84**, 25.

McConville J., *Economics of Maritime Transport: Theory and Practice*,1rd ed., Witherby and Company Ltd, London, 1999.

Merkuryev Y., Tolujew I., Blumel B., Novitsky L., Ginters E., A Modeling and Simulation Methodology for Managing the Riga Harbour Container Terminal, *Simulation*, 1998, **71**(2), 84-95.

Hadjiconstantinou E., Ma N. L., Evaluating Straddle Carrier Deployment Policies: A Simulation Study for The Piraeus Container Terminal, *Maritime Policy and Management*, 2009, **36**(4), 353-366.

Öztürk E., Konteynerize Yük Taşımacılığı ve Marmara Bölgesi Projeksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2007, 205534.

Öztek M. Y., *İşletmeciler İçin Deniz Taşımacılığı El Kitabı*, 1. Baskı, Alfa Yayınları, İstanbul, 1996.

Özyılmaz M., *Gemi Acenteliği Eğitimleri-Konteynır Bilgi Notu*, 1. Baskı, İMEAK Deniz Ticaret Odası Yayınları, İzmir, 2007.

Paixão C., Marlow P. B., Fourth Generation Ports – A Question of Agility?, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2003,* **33**(4), 355-376.

Pettit S. J., Beresford, A. K. C., Port Development: from Gateways to Logistics Hubs, *Maritime Policy and Management*, 2009, **36**(3), 253-267.

Port of Rotterdam Authority , Coordination of Business Plans For Major Ports in India: Consolidated Port Development Plan, Indian Ports Association, http://en.calameo.com/read/000046992c0ce6ab076bc/ (Ziyaret Tarihi: 18 Mart 2017).

Pratap S., Nayak A., Kumar A., Cheikhrouhou N., Kumar Tiwari M., An İntegrated Decision Support System for Berth and Ship Unloader Allocation in Bulk Material Handling Port, *Computers &Industrial Engineering*, 2017, **106**, 386-399.

Preston P., Kozan E., An Aproach to Determine Storage Locations of Containers at Seaport Terminals, *Computers and Operations Research,* 2001, **28**(10), 983-995.

Solmaz M. S., Saygılı M. S., Konteynerin Tarihçesi ve Konteyner Gemilerinin Gelişimleri, Editörler: Erdal M., *Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği*, 2. Baskı,Beta Yayınları, İstanbul, 3-18, 2008.

Steenken D., Voβ S., Stahlbock R., Container Terminal Operation and Operations Research – A Classification and Literatüre Review, *OR Spectrum*, 2004, **26**(1), 3-49.

Stopka O., Kampf R., Determining The Most Suitable Layout of Space for The Loading Units Handling in The Maritime Port, *Taylor and Francis Online: Transport,* DOI:10.3846/16484142.2016.1174882.

T.C. Denizcilik Müsteşarlığı, *21. Yüzyıla Girerken Denizciliğimiz*, 1. Baskı, Denizcilik Müsteşarlığı Yayınları, Ankara, 1997.

URL-1: https://people.hofstra.edu/geotrans/ (Ziyaret tarihi: 20:02.2017).

URL-2: https://www.toyotaforklift.com/ (Ziyaret tarihi: 20:06.2017).

URL- 3: www.apmterminal.com/ (Ziyaret tarihi: 23.02.2017).

URL-4: http://www.conductix.com.tr/ (Ziyaret tarihi: 03.03.2017).

Yalçın S., Konteyner Terminali Stok Sahası Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2005, 214101.

Yercan F., *Liman işletmeciliği ve Yönetimi,* 1. Baskı*,* Mersin Deniz Ticaret Odası Yayınları, Mersin, 1996.

Yüksel Y., Çevik E., *Liman Mühendisliği*, 1. Baskı, Arıkan Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2006.

Woo Y. J., Kim K. H., Estimating the Space Requirement for Outbound Container İnventories in Port Container Terminals, *International Journal of Production Economics,* 2011, **133**(1), 293–301.

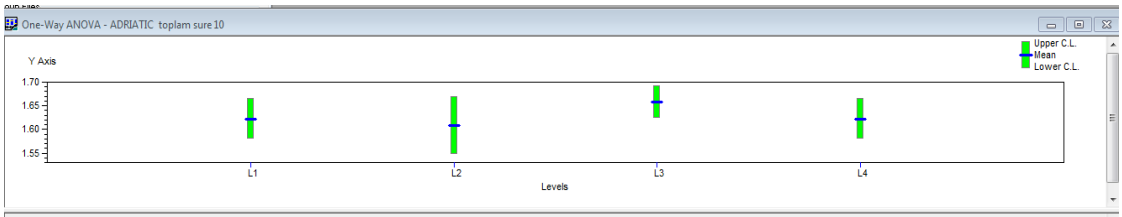
Zhang C., Liu J., Wan Y., Dynamic Crane Deployment in Container Storage Yards, *Transportation Research Part B: Methodological*, 2002, **36** (6), 537-555.

Zhang C., Liu J., Wan Y., Storage Space Allocation in Container Terminals, *Transportation Research Part B: Methodological,* 2003, **37**(10), 883-903.

EKLER

EK-A

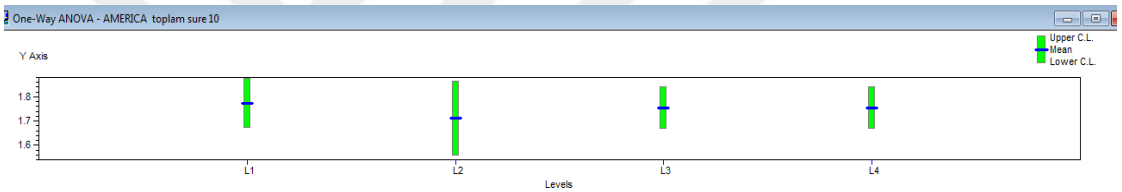
Tutarlılığı test etmek için tahliye operasyon süreleri için yapılan Anova testi sonuçları gösterilmiştir.




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - ADRIATIC  toplam sure 10
L2  - ADRIATIC  toplam sure
L3  - ADRIATIC  toplam sure
L4  - ADRIATIC  toplam sure

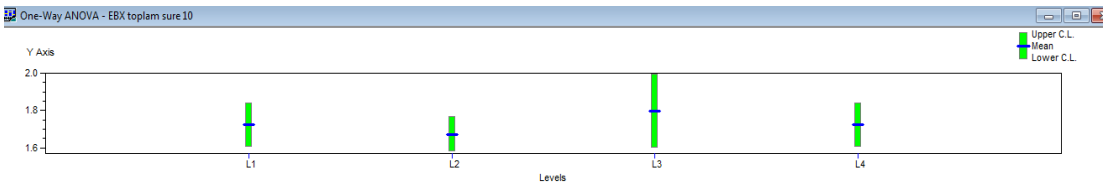
SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS         3.671      3         1.224      1.013
ERROR (W.TREATMENTS)   1.209e+004  10008          1.21
--------------------------------------------------------------------------
TOTAL                  1.21e+004   10011        F-CRIT      2.606
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - AMERICA  toplam sure 10
L2  - AMERICA  toplam sure
L3  - AMERICA  toplam sure
L4  - AMERICA  toplam sure

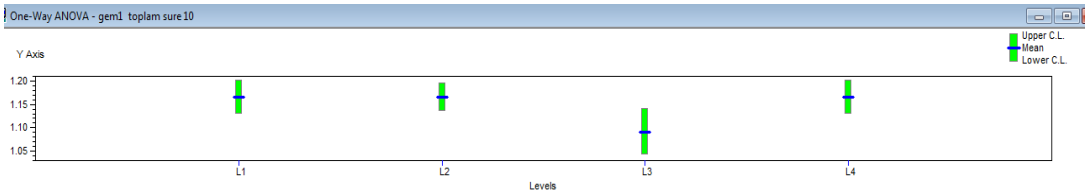
SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS         0.6959     3         0.232      0.151
ERROR (W.TREATMENTS)         3592  2337          1.54
--------------------------------------------------------------------------
TOTAL                        3592  2340        F-CRIT      2.609
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - EBX toplam sure 10
L2  -  EBX toplam sure
L3  -  EBX toplam sure
L4  -  EBX toplam sure

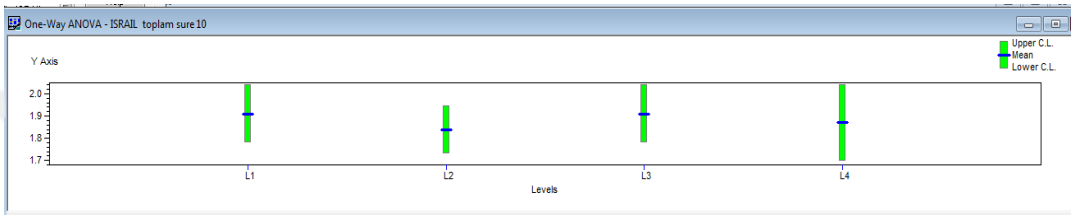
SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS         3.629      3          1.21      0.529
ERROR (W.TREATMENTS)         5588  2445          2.29
--------------------------------------------------------------------------
TOTAL                        5591  2448        F-CRIT      2.608
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - gem1  toplam sure 10
L2  - gem1  toplam sure
L3  - gem1  toplam sure
L4  - gem1  toplam sure

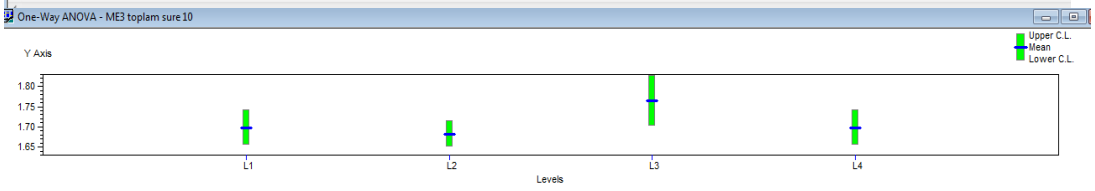
SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          3.378      3         1.126      2.124
ERROR (W.TREATMENTS)         3274   6176          0.53
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                        3277   6179        F-CRIT       2.606
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - ISRAIL  toplam sure 10
L2  - ISRAIL  toplam sure
L3  - ISRAIL  toplam sure
L4  - ISRAIL  toplam sure

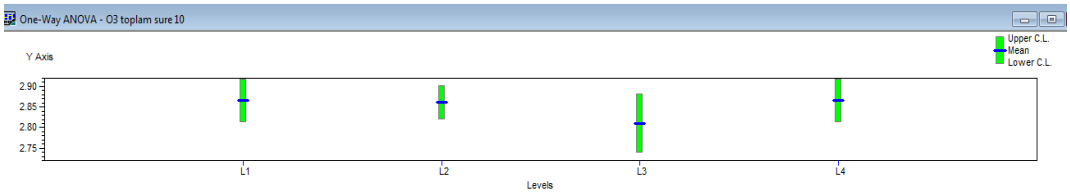
SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          2.598      3         0.866      0.341
ERROR (W.TREATMENTS)         5905   2325          2.54
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                        5907   2328        F-CRIT       2.609
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  - ME3 toplam sure 10
L2  -  ME3 toplam sure
L3  -  ME3 toplam sure
L4  -  ME3 toplam sure

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          8.153      3         2.718      1.832
ERROR (W.TREATMENTS)   1.849e+004  12463          1.48
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  1.85e+004  12466        F-CRIT       2.606
FAIL TO REJECT  H0  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```



One-Way ANOVA Table :

L1 - O3 toplam sure 10
L2 - O3 toplam sure
L3 - O3 toplam sure
L4 - O3 toplam sure

SOURCE OF VARIATION	SUM SQUARES	DF	MEAN SQUARES	F-EXP
BETWEEN TREATMENTS	4.812	3	1.604	0.629
ERROR (W.TREATMENTS)	3.713e+004	14564	2.55	
TOTAL	3.714e+004	14567	F-CRIT	2.605

FAIL TO REJECT H0 => MEANS ARE EQUAL AT 0.05 LEVEL

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Bektaş C., Keskin Aydın G., Çolak M., Determination of Suitable Equipment Number for Efficient Planing in a Container Terminal, *İnternational Conference on Mathematics and Engineering,* İstanbul, Turkey, 10-12 May 2017.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Kocaeli'de doğdu**.** İlk, orta ve lise öğrenimini Kocaeli'nde tamamladı. 2008 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2013-2014 yılları arasında, ICM Makine ve Mühendislik şirketinde üretim planlama mühendisi olarak çalıştı. 2014-2017 yılları arasında Evyapport şirketinde saha operasyon uzmanı olarak çalıştı. 2015 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Endüstri mühendisliğinde yüksek lisans eğitimine başladı.