

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONTEYNER TERMİNALİ PROJELERİNDE YÜK
OPERASYONLARININ SİMÜLASYON YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Bayram Bilge SAĞLAM

Danışman
Doç.Dr. Soner ESMER

İZMİR-2013

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

2011800436

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : BAYRAM BİLGE SAĞLAM
Tez Başlığı : Konteyner Terminali Projelerinde Yük Operasyonlarının Simülasyon Yönetimi İle Değerlendirilmesi
Savunma Tarihi : 16.07.2013
Danışmanı : Doç.Dr.Soner ESMER

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr.Soner ESMER	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Serim PAKER	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Volkan ÇAĞLAR	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği (x)

Oy Çokluğu ()

BAYRAM BİLGE SAĞLAM tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "**Konteyner Terminali Projelerinde Yük Operasyonlarının Simülasyon Yönetimi İle Değerlendirilmesi**" başlıklı Tezi (x) / Projesi () kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Konteyner Terminali Projelerinde Yük Operasyonlarının Simülasyon Yöntemi ile Değerlendirilmesi**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2013

Bayram Bilge SAĞLAM

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Konteyner Terminali Projelerinde Yük Operasyonlarının Simülasyon
Yöntemi ile Değerlendirilmesi**

Bayram Bilge SAĞLAM

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Lojistik Yönetimi Programı

Konteyner terminalleri, günümüzde konteynerizasyonun etkisiyle uluslararası tedarik zincirinde kritik bir role sahip olmuş ve bu doğrultuda hızlı bir gelişim süreci içine girmiştir. Bu durum konteyner terminallerine yönelik yatırımlarda büyük bir artışa yol açmıştır. Liman yatırımları geri dönüşü güç, sermaye yoğun yatırımlardır. Bu noktada, yatırım sürecinin her aşamasında alınan kararların doğruluğunu ölçen karar destek sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu kararlar liman fırsat analizinden başlamakta, yer seçimi, ekonomik katkı, finansal analizler, liman tasarımı ve operasyon yapısı gibi konuları kapsamaktadır.

Bu çalışmada proje aşamasındaki konteyner terminallerinde yük operasyonlarını değerlendirmek ve oluşabilecek darboğazları belirleyebilmek için simülasyon yönteminin karar destek sistemi olarak kullanılabilirliği bir vaka üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışma aynı zamanda liman yönetimi, yük operasyonları, limanlarda performans ölçümü ve liman simülasyonuna dair literatürü derlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Karar Destek, Konteyner Terminali, Simülasyon

ABSTRACT

Master's Thesis

**Evaluating Cargo Operations of the Container Terminal Projects by Using
Simulation Method**

Bayram Bilge SAĞLAM

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Maritime Business and Administration

Logistics Management Program

With the effect of containerization, container terminals have gained an important role in the supply chain and entered a rapid development process. This situation has caused a great increase in container terminal investments. Port investments are capital intensive investments with slow returns. At this point investors feel the need for measuring the accuracy of their decisions in each level of the investment process. These decisions start with port opportunity analysis and also include selection of construction area, economical additive, financial analysis, port design and operational structure.

In this study simulation method will be analyzed through a case in terms of analyzing the cargo operations of container terminal projects and determining the possible bottlenecks. At the same time this study carries out the literature review related to port management, cargo operations, port performance measurement and port simulations.

Keywords: Decision Support, Container Terminal, Simulation

KONTEYNER TERMİNALİ PROJELERİNDE YÜK OPERASYONLARININ SİMÜLASYON YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
EKLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİ

1.1. KONTEYNERİN TAŞIMACILIKTA KULLANIMI:	
KONTEYNERİZASYON	3
1.2. KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİNİN ANA BİLEŞENLERİ	5
1.2.1. Yük: Konteyner	6
1.2.2. Gemi: Konteyner Gemileri	7
1.2.3. Liman: Konteyner Terminalleri	11
1.2.3.1. Nesillere Göre Limanların Sınıflandırılması	13
1.2.3.2. Verilen Hizmete Göre Limanların Sınıflandırılması	16
1.2.3.1. İdare Şekillerine Göre Limanların Sınıflandırılması	17
1.2.4. Diğer Bileşenler: Liman Kullanıcıları	18
1.3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE LİMANLARIN VE KONTEYNER TERMINALLERİNİN ÖNEMİ	19

İKİNCİ BÖLÜM
KONTEYNER TERMİNALİ FONKSİYONLARI VE YÜK
OPERASYONLARI

2.1. KONTEYNER TERMİNALLERİNİN FONKSİYONLARI	23
2.2. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE ALTYAPI, ÜSTYAPI VE DONANIM PLANLAMASI	25
2.2.1. Konteyner Terminali Genel Altyapı Özellikleri	26
2.2.2. Konteyner Terminali Genel Üstyapı Özellikleri	27
2.2.3. Konteyner Elleçleme Ekipmanları	29
2.2.3.1. Rıhtım Vinci	29
2.2.3.2. Köprü Vinci	31
2.2.3.3. Taşıyıcı İstifleyici	33
2.2.3.4. Boş ve Dolu Konteyner İstifleyicileri	33
2.2.3.5. Forkliftler	34
2.2.3.6. Dahili ve Harici Kamyonlar	34
2.3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜK OPERASYONLARI	35
2.3.1. Çekici Sistemi	35
2.3.2. Kollu İstifleyici Sistemi	35
2.3.3. Taşıyıcı İstifleyici Sistemi	36
2.3.4. Köprü Vinci Sistemi	37
2.3.5. Taşıyıcı İstifleyici / Köprü Vinci Karma Sistemi	38
2.3.6. Konteyner Elleçleme Sistemlerinin Karşılaştırılması	39

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE
SİMÜLASYON YÖNTEMİ

3.1. PERFORMANS KAVRAMI	42
3.1.1. Performans Kavramının Amacı ve Faydaları	44
3.2. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ	45
3.3. SİMÜLASYON YÖNTEMİ	49
3.4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜM ARACI OLARAK SİMÜLASYON YÖNTEMİNİN KULLANIMI	51

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BİR SİMÜLASYON MODELİ ÜZERİNDEN KONTEYNER TERMİNALİ
YÜK OPERASYONLARI ANALİZİ

4.1. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI	60
4.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ	61
4.3. ARAŞTIRMANIN AMACI	61
4.4. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL MODELİ	62
4.5. ARAŞTIRMANIN METODU	63
4.6. ARAŞTIRMANIN ANA KÜTLESİ: TCDD İZMİR ALSANCAK LİMANI	64
4.7. VERİ TOPLAMA	66
4.8. MÜLAKAT BULGULARI	67
4.9. SİMÜLASYON MODELİ	73
4.10. SİMÜLASYON MODELİ BULGULARI	77
 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	 78
KAYNAKÇA	83
EKLER	

KISALTMALAR

AGV	İnsansız Terminal Traktörü (Automated Guided Vehicles)
ATC	Otomatik Aktarma Vinci (Automated Transfer Crane)
ASC	İnsansız Straddle Taşıyıcı (Automated Straddle Carrier)
CFS	Konteyner Yükleme İstasyonu (Container Freight Station)
FCL	Konteynerin Tamamını Doldurma (Full Container Load)
FEU	40'lık Konteyner Hacmi (Forty-Foot Equivalen Unit)
IAPH	Uluslararası Limanlar Derneği (International Association of Ports and Harbours)
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standards Organization)
JICA	Japon Uluslararası İşbirliği Örgütü
LCL	Bir Konteyner Yükünden Az Yükleme (Less Container Load)
MHC	Hareketli Rıhtım Vinci (Mobile Harbour Crane)
RMG	Raylı İstif Vinci (Rail Mounted Gantry)
RTG	Lastik Tekerlekli İstif Vinci (Rubber Tyred Gantry)
s.	Sayfa
SSG	Rıhtım Vinci (Ship to Shore Gantry)
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEU	20'lık Konteyner Hacmi (Twent-Foot Equivalent Unit)
UNCTAD	Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference of Trade and Development)

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. İdare Şekillerine Göre Limanlar	s. 17
Tablo 2. Rıhtım Vinci Nesilleri	s. 30
Tablo 3. 2000-2012 Yılları Arasında Yayınlanan Liman Simülasyonu Literatürü Özeti	s. 57
Tablo 4. Mülakat Süreci	s. 67
Tablo 5. TCDD İzmir Alsancak Limanı Rıhtım Verileri	s. 67
Tablo 6. TCDD İzmir Alsancak Limanı Yük Elleçleme Ekipmanları	s. 68
Tablo 7. TCDD İzmir Alsancak Limanı Son İki Yıla Ait Yükleme/Boşaltma Verileri	s. 69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Global Konteyner Ticaretinin Gelişimi, 1996-2013 (TEU ve Yıllık Değişim Oranları)	s. 5
Şekil 2: Uluslararası Deniz Taşımacılığı (Milyon Ton)	s. 7
Şekil 3: Konteyner Gemilerinin Sınıflandırılması	s. 9
Şekil 4: CMA CGM Marco Polo	s. 10
Şekil 5: 1970’lerde Konteyner Terminali Yapısı	s. 12
Şekil 6: 1980’lerde Konteyner Terminali Yapısı	s. 13
Şekil 7: 1990’larda Konteyner Terminali Yapısı	s. 13
Şekil 8: Liman Gelişiminin Kavramsal Modeli	s. 15
Şekil 9: Liman Kullanıcıları	s. 19
Şekil 10: Genel Konteyner Terminali Planı	s. 26
Şekil 11: Rotterdam Limanı Euromax Konteyner Terminali	s. 27
Şekil 12: Açık Depolama Alanı	s. 28
Şekil 13: Post-Panamax Rıhtım Vinçleri	s. 30
Şekil 14: Köprü Vinci Sistemi	s. 31
Şekil 15: İstifleme Ekipmanlarının Kapasite Karşılaştırması	s. 32
Şekil 16: Taşıyıcı İstifleyici (Straddle Carrier)	s. 33
Şekil 17: Dolu Konteyner İstifleyicisi (Reach Stacker)	s. 34
Şekil 18: Kollu İstifleyici Sistemi	s. 36
Şekil 19: Taşıyıcı İstifleyici Sistemi	s. 37
Şekil 20: Köprü Vinci Sistemi	s. 38
Şekil 21: Straddle Carrier / RTG Sistemi	s. 39
Şekil 22: Köprü Vinci İstifi (Çizgisel İstif)	s. 40
Şekil 23: Taşıyıcı İstifleyici İstifi (Çizgisel İstif)	s. 41
Şekil 24: Liman Performans Belirleyicileri	s. 45
Şekil 25: Liman Sıralama Modeli	s. 46
Şekil 26: Terminal Performansı	s. 48
Şekil 27: Simülasyon Perspektifinden Sistem Elemanları	s. 49
Şekil 28: Modelleme İşlemi	s. 50
Şekil 29: Araştırmanın Kavramsal Modeli	s. 62

Şekil 30: İzmir Alsancak Limanı	s. 64
Şekil 31: Proje Kapsamında Doldurulacak Olan Alanın Uydu Görüntüsü	s. 70
Şekil 32: Proje Kapsamında Doldurulacak Alan	s. 70
Şekil 33: Proje Halindeki Konteyner Terminali	s. 71
Şekil 34: Bakımı Tamamlanmış Rıhtım Vinci	s. 71
Şekil 35: Satın Alınan Köprü Vinçleri	s. 72
Şekil 36: TCDD İzmir Alsancak Limanı Projesi Saha Planı	s. 72
Şekil 37: Proje Halindeki İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminalinin Simülasyon Modeli	s. 73
Şekil 38: Oluşturulan Model Üzerinde TCDD İzmir Alsancak Limanı Rıhtımları	s. 74
Şekil 39: Oluşturulan Model Üzerinde Toploader Operasyonu	s. 75
Şekil 40: Oluşturulan Model Üzerinde Köprü Vinci Operasyonu	s. 75
Şekil 41: M/V MSC Florida Yükleme/Boşaltma Verileri	s. 76

EKLER LİSTESİ

Ek 1. Simülasyon İstatistikleri : Konteyner Sahası Performans Ölçümü	ek.s1
Ek 2. Simülasyon İstatistikleri: Terminal Ekipmanları Performans Ölçümü	ek.s2
Ek 3. Mülakat Soruları	ek.s3

GİRİŞ

Konteyner terminalleri lojistiğin alt bileşeni olan deniz ulaştırmasının en önemli altyapılarıdır. Tedarik zinciri kavramının gelişmesine bağlı olarak kullanıcıların konteyner terminallerinden beklentileri bu lojistik merkezlerin geleneksel anlayıştan sıyrılmalarına sebep olmuştur. Günümüzde konteyner terminalleri yalnızca yükleme/boşaltma faaliyetinin gerçekleştirildiği ve gemilerin barınma ihtiyaçlarının karşılandığı yapılar olmaktan çıkmış, taşıma modları arasında aktarmaların gerçekleştirilebildiği, yükün terminal sahasında depolandığı ve yüke katma değer hizmetlerin verildiği lojistik merkezler halini almıştır.

Dünya ticaretindeki sürekli ve hızlı artış konteyner terminallerinin de sürekli gelişimine sebep olmaktadır. Konteyner taşımacılığındaki artışla birlikte konteyner gemilerinin ve bu gemilere hizmet verecek olan rıhtım vinçlerinin boyutları devamlı olarak büyümektedir. Gemi boyutlarında yaşanan bu büyüme aynı zamanda konteyner terminallerinin tasarımında da belirleyici rol oynamaktadır.

Karmaşıkleşan operasyon süreçlerine rağmen bu süreçleri darboğazların oluşmasına izin vermeden, en kısa zamanda ve en verimli şekilde tamamlayabilmek konteyner terminallerinin müşteri memnuniyetini sağlayabilmeleri için tek yoldur. Bu yüzden limancılık sektöründeki artan rekabete de bağlı olarak performans kavramı önemini artırmış ve performans ölçümünün gerekliliği ortaya çıkmıştır. Performans ölçümü yük elleçleme, depolama ve liman içi taşıma süreçlerinin değerlendirilmesi ve optimize edilebilmesi için temeli oluşturmaktadır.

Liman işletmelerinde karar destek sistemleri kalitatif yöntemler olabildiği gibi objektif yönü güçlü olan kantitatif yöntemler de olabilir. Liman performans ölçüm yöntemleri ile ilgili literatür incelendiğinde karşımıza bir çok yöntem çıkmaktadır. Ancak simülasyon yöntemi kullanılan yöntemler arasında en yaygın olanıdır.

Konteyner terminali projeleri kapsamında gerçekleştirilmesi gereken yatırımların maliyeti yüksek ve geri dönüşü güç yatırımlar olmasından dolayı simülasyon yönteminin alınacak kararların içersindeki kar ve zararları önceden tahmin edebilme faydası kritik öneme sahiptir

Bu anlamda çalışmanın amacı geri dönüşü güç sermaye yoğun yatırımlar olan konteyner terminali projelerinde simülasyon yönteminin karar destek sistemi olarak kullanılabilirliğini bir vaka üzerinden değerlendirmektir.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle konteyner terminalerinde gerçekleşen lojistik operasyonlar ve operasyonların gerçekleşmesi için gerekli olan donanım tanıtılmış, liman performansına ilişkin kavramlar ortaya konulmuş, simülasyon yönteminin konteyner terminali yönetiminde işlevselliği açıklanmış ve bir uygulama üzerinden değerlendirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİ

Konteynerizasyonun etkisiyle sırasıyla konteyner gemileri ve daha sonra konteyner terminalleri özellikle 70’li yıllardan sonra önemli gelişmeler göstermiştir. Ancak gelişimin özünde konteynerin yük taşımacılığında kullanılmasının benimsenmesi ve yaygınlaşması yatmaktadır. 2012 yılında limanlarda elleçlenen konteyner sayısı dünyada yarım milyar TEU’yu geçerken bu gelişim daha büyük gemiler ve bu gemilere hizmet veren gelişmiş terminaller ile desteklenmiştir. Artan ticaret hacmine bağlı olarak daha büyük gemi siparişleri verilmekte ve konteyner terminalleri alt yapı, üst yapı ve ekipman yatırımlarını sürdürmektedir.

Bu bölümde konteynerin uluslararası taşımacılıkta kullanılması süreci ve bu sürecin gemi ve terminal yapılanmasına etkisi ele alınmaktadır.

1.1 KONTEYNERİN TAŞIMACILIKTA KULLANIMI: KONTEYNERİZASYON

Konteyner, hemen hemen her türlü kargonun güvenli bir şekilde istiflenmesine, depolanmasına ve taşınmasına olanak sağlayan uluslararası standartlaşmış taşıma kabına verilen isimdir. Konteyner, ağırlıklı olarak karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığında kullanılmak amacıyla tasarlanmıştır. Önceleri değişik boyutlarda kullanılıyor olmasına rağmen boyutları, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından standartlaştırılmıştır. Bu sınıflandırmalardan başlıcası olan 20-fitlik konteynerin boyu 20 fit (6,096 metre), genişliği 8 fit (2,438 metre) ve yüksekliği ise 8 fit 6 inç (2,591 metre)’dir. Bu tipteki konteynere genellikle 15 ton ile 20 ton arası yükleme yapılır ve genel kullanımda TEU olarak adlandırılır. Bir diğer boyutlandırma ise 40-fitlik konteynerdir (FEU) ve 30 tona kadar yüklenebilmektedir (Büyüközer, 2006).

Konteyner taşımacılığında, “İdeal X” adlı gemiden ilk konteyner taşıyıcı gemi olarak bahsedilir. Bu gemi, 26 Nisan 1956’da Newark Limanı’ndan ayrılarak 58 konteyneri Houston Limanı’na götürmüştür. Sadece konteyner taşımak için ilk

gemi ise, 1956 yılında, tankerden dönüştürülmüş 60 konteyner taşıyabilen “Maxton” isimli gemidir.

İlk konteyner gemisinin Avrupa’ya demirlemesi için, on yıl kadar bir süre geçmiştir. Almanya’da ilk üretilen konteyner 6 Mayıs 1966 tarihinde Bremen Überseehafen’deki “Fairland” tarafından üretilmiştir. Kuzey Avrupa’daki Sealand Şirketi tarafından ilk kez kullanılan konteyner 35’ ASA konteyneri olup Amerikan standartlarında üretilmiştir. Diğer bölgelerde genellikle 27’ ASA ve diğer ASA ölçülerindeki konteynerler kullanılmıştır. Bu yıllardan sonra Avrupa ve Japonya’daki gemi sahipleri konteyner taşımacılığının avantajlarını çok çabuk kavrayarak yeni taşımacılık teknolojisine yatırım yapmışlardır (Solmaz ve Saygılı, 2008).

Türkiye’de konteynerizasyon 70’li yılların ikinci yarısında gözlenmeye başlanmıştır. Konteyner hareketleri Türkiye pazarına yönelik olmaktan çok Ortadoğu’daki gelişmeler ve özellikle Lübnan’daki iç karışıklık sebebiyle Ortadoğu Transit Taşıma merkezinin işlevini kaybetmesi sebebiyle doğmuştur (Evren, 2005).

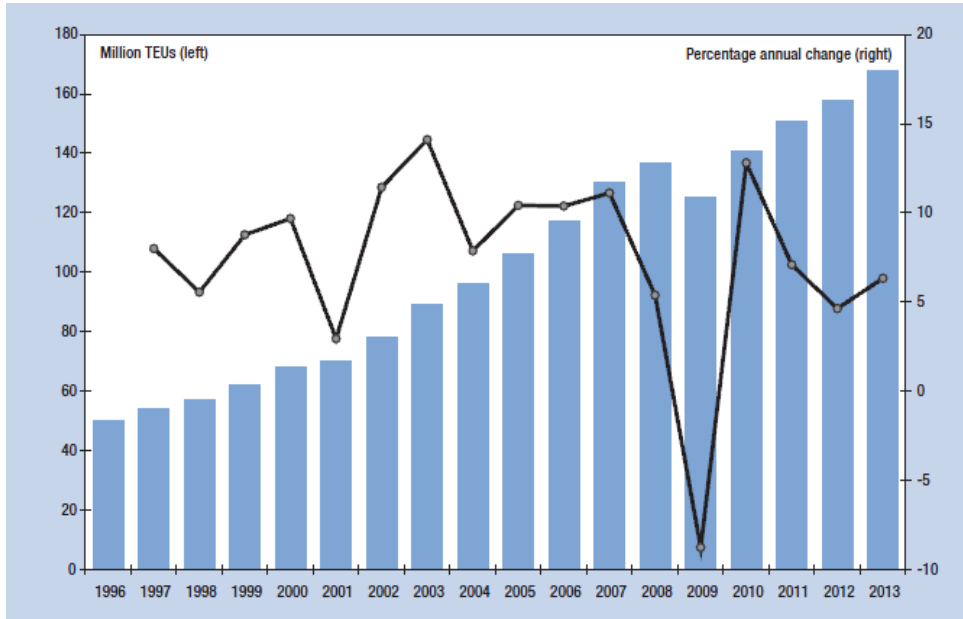
Lübnan’a alternatif arayan konteyner işletmecileri, bu açığı Suriye, Ürdün ve Türkiye limanlarını kullanarak gidermeye çalışmışlardır. Bu dönemde İran/Irak savaşı iki ülkenin körfezdeki limanlarını kullanmalarını engellemiş ve Türkiye’nin bu pazardan aldığı payı ve önemini arttırmıştır (Evren, 2005).

Düzenli hat taşımacılığının konteynerleşmesi yaklaşık 20 yıl sürmüştür ve bu süre zarfında ana düzenli hat rotalarının hepsi ve daha küçük rotaların çoğunluğunda konteyner kullanımına yönelinmiştir. Limanda harcanan sürelerin azaltılmasında birleştirme son derece başarılı bir çözüm olmuştur. Bunun yanı sıra konteynerleşme düzenli hat firmalarının ve denizcilik sektöründeki diğer tarafların iş yapısında da büyük etkiler yaratmıştır. Birinci olarak ve en önemlisi, konteynerin birleştirme özelliği düzenli hat firmalarının müşterilerine kapıdan kapıya hizmet sunabilmesini sağlamıştır. İkincisi, sektör daha az firma tarafından kontrol edilir bir hal almıştır. Yüzlerce düzenli hat firması ortadan kaybolmuş ve de düzenli hat taşımacılığı denizcilik sektörünün en çok yoğunlaştığı alan haline gelmiştir. Üçüncü olarak, limanların aşırı yoğunluğa sahip olduğu dönemler sona ermiş, bunun yerine daha az işçiyle aynı anda daha az gemiye hizmet veren konteyner terminalleri ortaya çıkmıştır. Dördüncü olaraksa, konteynere yüklenebilen yüklerin dökme yük gemilerinde taşınması son bulmuştur (Stopford, 2005;342).

Konteyner taşımacılığı ulaştırma endüstrisinde bir devrime yol açmıştır. Konteynerler taşıma zinciri boyunca önemli ekonomilere yol açarak yüklerin daha ucuz bir şekilde ve daha uzak noktalara taşınmasına izin vermiştir (Oral ve diğerleri, 2005).

Konteyner ticaret seviyeleri neredeyse bütün ticari rotalarda beklenmedik bir artış göstererek ekonomik kriz sonrasında normale dönmüştür. 2010 yılında 2009'a kıyasla %12,9'luk bir artış yaşanmış ve bu artış konteynerizasyon tarihindeki en güçlü artışlardan biri olarak tarihe geçmiştir. Şekil 1'de global konteyner taşımacılığının 1990-2013 yılları arası istatistikleri verilmektedir (Review of Maritime Transport, 2011).

Şekil 1: Global Konteyner Ticaretinin Gelişimi, 1996-2013 (TEU ve Yıllık Değişim Oranları)



Kaynak: Drewry Shipping Consultants, 2011

1.2. KONTEYNER TAŞIMACILIK SİSTEMİNİN ANA BİLEŞENLERİ: YÜK, GEMİ, LİMAN

Konteyner taşımacılık sisteminin temelini yük, gemi ve liman unsurları yer oluşturmaktadır. Yük tiplerindeki, paketleme şekillerindeki değişmelere ve birimleştirme çalışmalarındaki gelişmelere bağlı olarak gemi tipleri şekillenmiştir,

gemilerdeki gelişmeler ise liman tasarımları ve verdikleri hizmetleri etkilemiştir. Bu bölümde sırasıyla yük, gemi ve limanlarla ilgili temel kavramlar açıklanacak ve birbirleri arasındaki etkileşim ortaya konulacaktır.

1.2.1. Yük: Konteyner

Konteyner taşımacılığı, sağladığı pek çok avantajın da etkisiyle çok miktarda yük çeşidinin, hızla konteynerizasyon sürecine dâhil olması ve konteyner içinde taşınması ile önemi son yıllarda hızla artan bir taşımacılık şeklidir (Esmer ve diğerleri, 2007; 1). Standart konteynerlerin dışında özel yük tipleri için geliştirilmiş soğutmalı, yalıtımlı, üstü açık, platform ve tank tipi gibi konteynerler sayesinde konteynerle taşınabilen yük tiplerinde önemli artışlar gerçekleşmiştir.

Dökme yük sınıflandırmasının dışında kalan yüklerin miktar olarak yaklaşık %90'ı konteyner gemilerinde taşınabilir hale gelmiştir (Review of Maritime Transport, 2011).

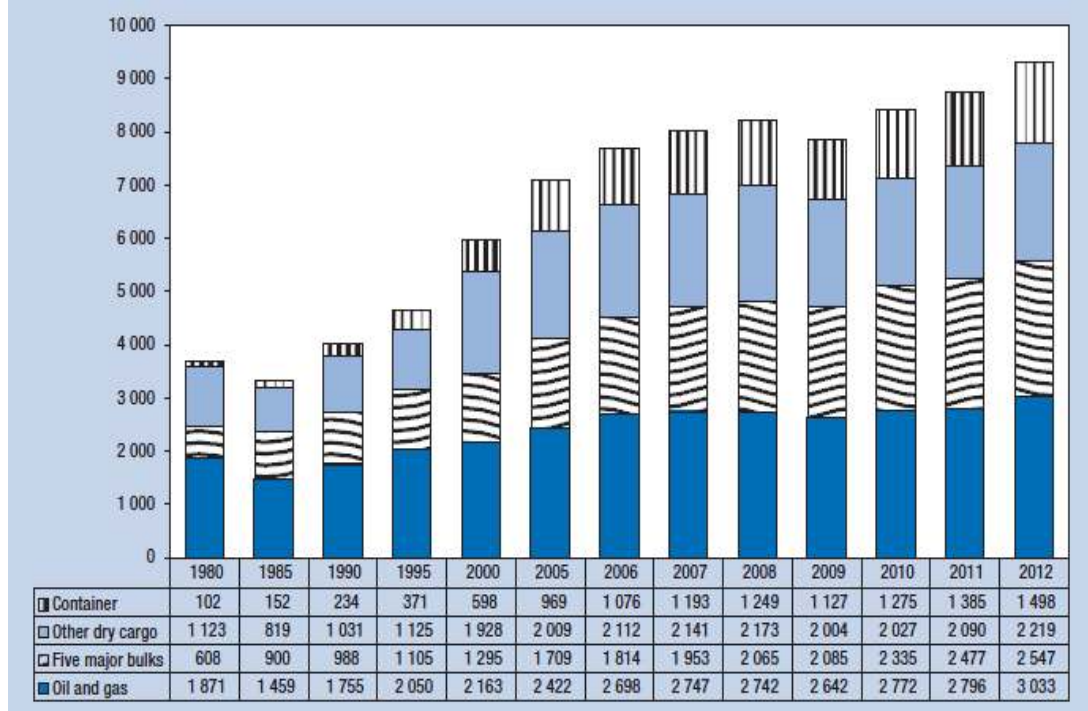
Talep yapısının farklılaşması, hızın önem kazanması, artan dünya nüfusuna endeksli olarak büyük miktarda yükün aynı anda taşınması gereksinimi gibi sebeplerden dolayı limandan-limana taşımacılık biçimi (unimodal), yerini kapıdan kapıya taşımacılığa bırakmaktadır. Kapıdan kapıya taşımacılığı sağlayacak olan taşıma sistemi ise kombine taşımacılığa uygun olan konteyner taşımacılığıdır (Esmer ve diğerleri, 2010).

Yük başlığı altında yük tiplerinin yanı sıra dünya ticaretindeki yük artışı ve Türkiye'nin bu artışa olan katkısı incelenmelidir. Nüfus artışı, hızlı endüstrileşme, yaşam standartlarının yükselmesi, bölgesel doğal kaynaklar arasında oluşan dengesizlikler dünya ticaretinde her geçen gün artışlara sebep olmaktadır.

Daha emniyetli olması, taşınan ürün miktarına göre hızlı olması, dünyanın dörtte üçünün su olmasının yarattığı mecburiyet, daha fazla miktarda yükün tek seferde taşınabilmesi ve taşıma sırasında diğer ülkelerin sınırlarından çok açık denizin kullanılması gibi etkenler bu yük hareketlerinin çok büyük oranda deniz yoluyla gerçekleştirilmesine neden olmaktadır.

Şekil 2’de konteyner taşımacılığını da kapsayacak şekilde ton bazında son 20 senenin uluslararası deniz taşımacılığı rakamları incelenebilir.

Şekil 2: Uluslararası Deniz Taşımacılığı (milyon ton)



Kaynak: Review of Maritime Transport 1980-2012; Clarkson Research Services, *Shipping Review and Outlook*

90’lardan bu yana istikrarlı bir artış içerisinde bulunan konteyner taşımacılığı ilk düşüşünü 2009 yılında yaşamıştır. İlk olarak finansal piyasalarda ortaya çıkan küresel kriz önce reel kesime yansımıştır. Ardından ticarete yansıyan kriz, etkilerini denizcilik sektöründe de iyice hissettirmiştir. Krizden sonra keskin düşüş yaşayan navlun fiyatları ve kazançlar, artan dünya deniz ticaret filosauna bağlı olarak düşüş yaşamıştır.

1.2.2. Gemi: Konteyner Gemileri

Deniz taşımacılığında temel ögeler olan gemi ve limanlar taşınan yükün özelliğine göre farklı yapı ve özelliktedirler. Gemiler genel olarak ticaret, hizmet, savaş ve gezinti gemileri olmak üzere dört temel gruba ayrılabilir. Deniz yük taşıma sektöründe ise ticaret ve hizmet gemileri etkin rol almaktadırlar. Ticaret gemileri; yük, yolcu, yük-yolcu ve balıkçı gemileri olmak üzere kendi içerisinde

gruplandırılırlar. Yük gemileri ise; kuru yük gemileri (krkambar, dökme yük, konteyner, kereste, soğuk depolu, canlı hayvan, cevher, araba), sıvı yük tankerleri (ham petrol, petrol ürünleri, sıvılaştırılmış gaz, kimyasal madde, sıvı gıda) ve çok amaçlı gemiler (petrol-dökme-cevher, petrol-dökme yük ve petrol-cevher) olarak sınıflandırılmaktadırlar (Tozar, 1997).

Konteyner gemileri konteynerlerin istif edilebildikleri açık kutular olarak düşünülebilir. Bu gemiler yük taşımaya mahsus i bölümün genişliğinde, konteynerlerin güvenli bir şekilde yerleştirilebileceği şekilde tasarlanmış ambarlara sahiptirler. Bu ambarların sahip oldukları ambar kapakları, güverteye daha fazla konteyner yüklenebilmesi için dayanıklı bir zemin halini alırlar. Dengeyi sağlayıcı destek yapılara gerek duyulmaksızın konteynerlerin kenetlenmesiyle güvenli seyir koşulları sağlanabilir (Stopford, 2005;394).

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak dünyada konteyner gemilerinin nesillere göre sınıflandırması yapılabilir:

Birinci Nesil Konteyner Gemileri : 1956 – 1970 yılları arasında kullanılan , boyları 135-200m. , taşıma kapasiteleri azami 800 TEU civarındadır ve su derinlikleri 9m.den daha azdır (şen, 2009). Bu nesle ait olan gemiler konteyner taşımacılığı için özel olarak tasarlanmamış olup tanker veya dökme yük gemilerinin değiştirilmiş halleridir. Örneğin; ilk konteyner gemisi olarak kabul edilen “Ideal X” İkinci Dünya Savaşı döneminde kullanılmakta olan bir tankerin dönüştürülmesiyle konteyner taşımacılığına uygun hale getirilmiştir.

İkinci Nesil Konteyner Gemileri: Konteyner taşımacılığının avantajlarının fark edilmesiyle bu sektöre artan ilgiye paralel, sadece bu amaca hizmet eden gemilerin yapımına olan talep de artmış, boyutlarda da büyümeye gidilmiştir. 1970 – 1980 yılları arasında inşa edilen bu gemilerin ambarlarında konteyner kızağı (full cell guide) kullanılmıştır. Kapasiteleri 1,000-2,500 TEU, boyları 215m., su derinlikleri ise 10m. civarındadır.

nc Nesil Konteyner Gemileri: Panamax olarak bilinen gemilerdir;1980-1988 yılları arasında inşa edilen, 3000-5000 TEU taşıma kapasitesine sahip, boyları 250-290m. arası değişen, su derinlikleri 11-12 m. civarında olan gemilerdir. Panama kanalından geçebilecek maksimum boyutlara sahip gemi olarak tanımlanabilir.

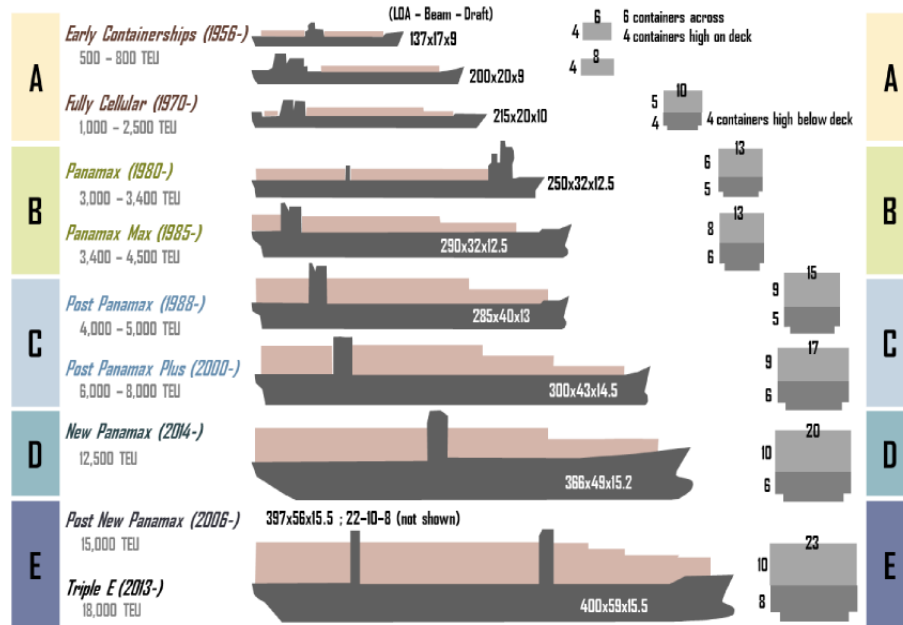
Dördüncü Nesil Konteyner Gemileri: Post Panamax olarak adlandırılan gemiler olup; 1988–1996 yılları arasında inşa edilen, 4000-6000 TEU taşıma kapasitesine sahip, boyları 275–305 m. arası değişen, su derinlikleri 11 -13 m. civarında olan gemilerdir.

Beşinci Nesil Konteyner Gemileri: Post Panamax Plus (Post Panamax üzeri) olarak adlandırılan bu gemiler, 1996- 2006 yılları arasında inşa edilen gemileri tanımlar. Boyları 335 m. ve üzeri, taşıma kapasiteleri 5000–8000 TEU, su derinlikleri 13–15 m. civarındır.

Altıncı Nesil Konteyner Gemileri: Very Large konteyner gemileri veya Suezmax olarak adlandırılan bu gemiler, 2006 ve sonrasında inşa edilen gemileri tanımlar. Boyları 400 m. , taşıma kapasiteleri 9000–15000 TEU, 16 m. civarındır.

Yedinci nesil olarak kabul edilen mega konteyner gemileri ise 15,000 TEU veya daha fazla elleçleme kapasitesi olan konteyner gemileri olarak tasarlanmaktadır. 400 metre uzunluğunda, 70 metre genişliktedir. Bu boyutlar, şimdiye kadar yapılmış ticari gemi boyutlarının en büyük olanlarından bile büyüktür. Güverte üstünde 23 sıra yan yana konteyner yerleştirilebilir. Konteynerleri elleçlemek için farklı tipte bir konteyner vinci kullanmak gerekir hatta gemi için yanaşma yeri olarak iki taraftan da elleçleyecek özel bir basen yapmak gerekmektedir.

Şekil 3: Konteyner Gemilerinin Sınıflandırılması



Kaynak: <http://people.hofstra.edu/geotrans>, (21.02.2013)

CMA CGM gruba ait, 16 Kasım 2012 tarihinde suya indirilen Marco Polo 16.200 TEU'yla günümüzde en yüksek taşıma kapasitesine sahip olan konteyner gemisidir. Marco Polo'dan önce 14.000 TEU kapasiteli Emma Maersk ve yedi kardeşiyle en yüksek kapasiteli gemileri elinde bulunduran Maersk grubun 18.000 TEU'luk 20 konteyner gemisi siparişi verdiği bilinmektedir. Bu mega gemilerde görülen enine genişleme 23 konteynerin yanyana istifine olanak sağlamaktadır. En yüksek kapasiteli gemiye sahip olmak konteyner hatları arasında en çok ilgi çeken rekabet halini almıştır.

Şekil 4: CMA CGM Marco Polo



Kaynak: www.cma-cgm.com, (21.02.2013)

Bir konteyner gemisinin boyutu ne kadar büyükse, yükleme/boşaltma için o kadar fazla zaman gerekli olacağı aşîkardır. Uzun süren yük operasyonları, konteyner hatlarının tarifelerinin çok sıkışık oluşu göz önünde tutulduğunda, gemilerin seyir hızlarında bir artışın gerekliliğini doğurmuştur. Kapasitesi 1,500 TEU'ya kadar olan gemiler için, seyir hızı 9 ila 25 deniz mili arasında değişmekte ve bu gemilerin

çoğunluğu (%58) 15 ila 19 deniz mili hızına çıkabilmektedirler. 1,500 ile 2,500 TEU kapasiteli gemilerin hızları ise 18-21 deniz mili arasında değişmekte ve bu tipteki gemilerin %70'ini kapsamaktadır. 2,500-4,000 TEU aralığındaki gemilerin ise %90'ı 20-24 deniz milidir. 6,000 TEU'dan büyük kapasiteli gemilerin %80'i ise 24-26 deniz mili hızla seyredebilmektedirler. Gelecekteki Ultra-Mega gemiler için ise 25-26 deniz mili hız kapasitesi öngörülmekle birlikte gittikçe yükselen seyir hızlarının yüksek yakıt tüketimlerine ve dolayısıyla işletme maliyetlerinin artmasına sebep oldukları gözden kaçırılmaması gereken bir unsurdur (Büyüközer, 2006).

Konteyner gemi tasarımlarında gerçekleşen gelişmeler terminal planlamalarında da değişikliklere gidilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

1.2.3. Liman: Konteyner Terminalleri

Bu başlık altında özel bir liman türü olan konteyner terminallerinin tarihçesi, fonksiyonları, gelişimi ve farklı açılardan sınıflandırılmalarına yer verilmiştir. Bunun yanı sıra geleneksel terminal yönetimi anlayışından sıyrılmak üzere günümüzde konteyner terminallerine yüklenmiş olan lojistik üs olma görevi ve tedarik zincirindeki rolü değerlendirilmiştir.

Genel olarak liman tanımlamaları, limanların fonksiyonlarına göre yapılmaktadır (McConville, 1999; 367). Limanlar, gemilerin yanaştığı ve demirlediği, yüklerin gemiden karaya, karadan gemiye transferi için gerekli ekipmanlara sahip alanlardır (Alderton, 1995; 253).

Liman; gemilerin girebilmesi için yeterli derinliğe sahip emniyetli su alanı ile buna bağlı kara alanı olup, gemilerin yükleme, boşaltma, tamir v.b. gibi diğer ihtiyaçlarını giderdiği ve tam bir koruma olanağının yanında gerekli gümrük, ambar, liman örgütü ve hizmet tesislerinin bulunduğu alan olarak tanımlanabilir (Yercan, 1996; 13).

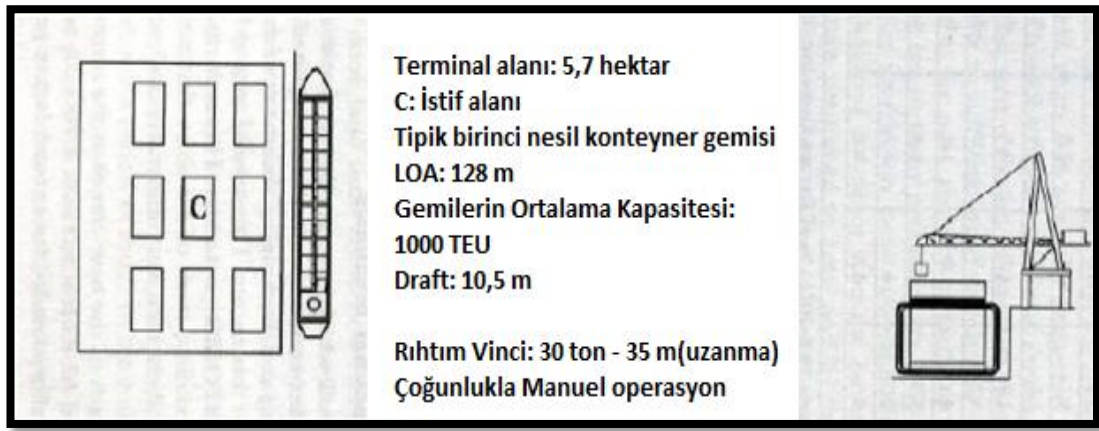
Konteyner terminalleri farklı modlar arasında konteynerlerin aktarmasını gerçekleştiren, gemiden demiryoluna/karayoluna ya da tam tersine konteyner akışını yöneten ve kontrol eden tesislerdir (Esmer, 2008).

Liman ve konteyner terminali tanımlamaları içinde bulunan dönemin lojistik ihtiyaçlarına ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Konteyner taşımacılığı 60'ların sonuna doğru gelişmiş ülkelerde (Amerika ve Avustralya'da 10 sene daha erken) konteyner yüklemeye uygun şekilde dönüştürülmüş gemilerle ve alele acele oluşturulmuş terminallerle başlamıştır.

70'lerin ortalarına gelindiğinde konteynerler operasyon açısından kendi kendini idame ettirebilen gemilerle gelişmekte olan ülkelere de taşınmaya başlanmıştır. Bu dönemin en büyük problemi iç taşımanın gerçekleştirilmesini sağlayacak imkan yetersizliğidir.

Şekil 5: 1970'lerde Konteyner Terminali Yapısı



Kaynak: Alderton, 2005

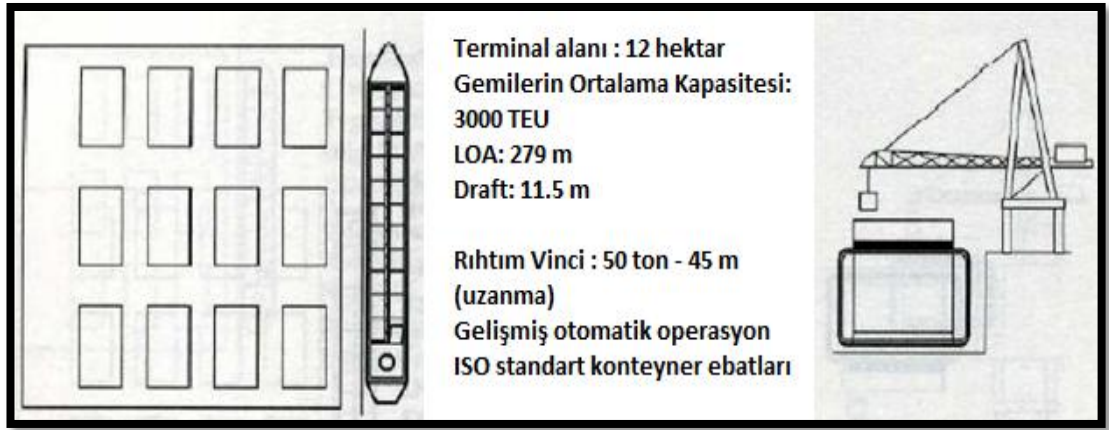
80'lere gelindiğinde ikinci nesil konteyner gemileri gelişimini büyük ölçüde tamamlamıştır ve gelişmiş konteyner terminali konsepti daha iyi tanımlanabilir hale gelmiştir. Ancak, gemilerin büyümesi devam etmiş ve 80'lerin sonuna doğru operasyon için daha geniş rıhtım vinçlerine ihtiyaç duyan dördüncü nesil gemiler ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu dönemde yeni konteyner tiplerinin ortaya çıkmasıyla ve büyük sermaye yatırımları gerektiren yeniliklerle, gelişmekte olan ülkeler zorlanmaya başlamıştır.

Şekil 6: 1980’lerde Konteyner Terminal Yapısı



Kaynak: Alderton, 2005

Şekil 7: 1990’larda Konteyner Terminali Yapısı



Kaynak: Alderton, 2005

2000’lerde teknolojik gelişmelerle birlikte terminaller 22 konteyner yani 63 metreye kadar uzanabilen, yeni bir gemi nesli için tasarlanmış rıhtım vinçlerine sahip olmuşlardır (Alderton, 2005; 36).

1.2.3.1. Nesillere Göre Limanların Sınıflandırılması

Alderton (2005)’un konteyner terminallerinin gelişimine ilişkin değerlendirmelerine paralel olarak İkinci Dünya Savaşının ardından limanlarda yaşanan evrim süreci UNCTAD tarafından liman nesilleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu süreçler geleneksel bir anlayış olarak yalnızca elleçleme hizmeti sağlama

amacıyla başlamış olup, en son ulaşılan noktada her türlü lojistik aktiviteye ve de katma değer hizmete yer verecek şekilde endüstriyel ve ticari amaçlar doğrultusunda hareket eden merkezler halini almıştır (Paixão ve Marlow, 2003).

Birinci Nesil Limanlar: Bu limanlar yalnızca yük elleçleme operasyonlarının gerçekleştirildiği yapılardır. Bu tip limanlarda limanın esas faaliyetlerine odaklanılacak şekilde katma değer faaliyetler dikkate alınmayarak klasik bir liman yönetim anlayışı benimsenmiştir (Indian Ports Association, 2007).

Bu limanlarda gerçekleştirilen faaliyetler; gemiye gerekli sığınak sağlamak, trafik hizmeti vermek, demirleme, bağlama hizmeti sunmak, yüklerin yüklenmesi, boşaltılması ve depolanması gibi hizmetlerin verilmesini sağlamak şeklinde sıralanabilir. Liman lojistik zincirinin aktif bir unsuru olmayıp ticari faaliyetlerden izole edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde bu nesile dahil edilebilecek herhangi bir liman kalmamıştır (Şişmanyazıcı, 2010).

İkinci Nesil Limanlar: Bu grupta yer alan limanlar, geniş faaliyet alanlarına sahip “ulaştırma, sanayi ve ticaret merkezleri” olarak tanımlanmaktadır. Bu limanlardaki faaliyetler olan paketleme, etiketleme ve fiziksel dağıtım gibi faaliyetleri kapsamaktadır (UNESCAP, 2002; 20). Liman art alanlarında endüstriyel faaliyet alanları inşa edilmiştir. İkinci nesil limanların diğer bir özelliği ise limanlar ile ticaret ve taşımacılık işletmeleri (Alderton, 2008:80) ve limanlar ile belediyeler arasındaki yakın ilişkilerdir (Bresford, 2004; 94).

Üçüncü Nesil Limanlar: Üçüncü nesil limanlar, konteynerizasyon ve intermodal taşımacılığın dolayısıyla küreselleşmenin ürünüdür. 1980’li yıllarda limanlar, “uluslararası üretim/dağıtım ağında” dinamik düğüm noktaları haline gelmişlerdir. İntermodal taşımacılığın gelişmesi limanların temel işlevlerinde değişimlere yol açmıştır (Hayuth, 1987; 60). Önceki liman nesillerinden daha uzmanlaşmış, değişken ve bütünleşik liman hizmetleri ortaya çıkmıştır. Limanlar geleneksel gemi ve yük elleçleme hizmetlerinin yanında katma değerli lojistik hizmetlere odaklanmıştır (Pettit ve Beresford, 2009; 254).

Üçüncü nesil limanların temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Port of Rotterdam Authority, 2007).

- Yönetim anlayışında pasif bir hizmet sağlayıcı olmaktan ziyade ticaretin tüm süreçlerinde dahil olmayı amaçlayan aktif bir aracı olma amacındadırlar,

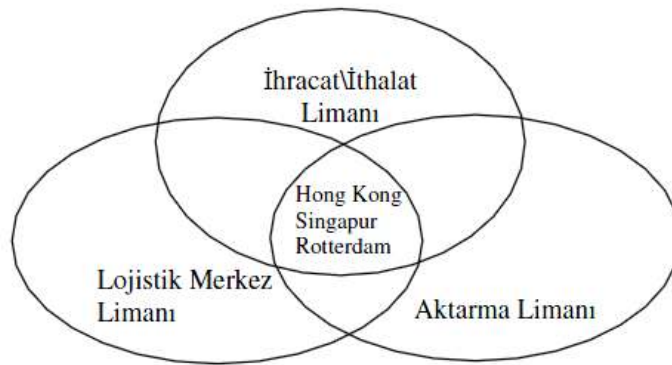
- Modern elleçleme ekipmanı donanımına sahiptirler,
- Endüstriyel, çevresel ve pazarlamaya yönelik hizmetlere hakimdirler,
- Lojistik ve dağıtım hizmetleri için merkez konumundadırlar.

Dördüncü Nesil Limanlar: Üçüncü kuşak limanlar günümüzün değişen pazar koşullarına, belirsizliklere ve dış çevre şartlarına uyum sağlamada yetersiz kalmaktadırlar. Bu belirsizliklerle başa çıkmak adına, diğer endüstri dallarında uygulandığı gibi limanlar da daha esnek daha çevik yeni bir lojistik yaklaşıma uyum sağlamalıdır. Bu yeni yaklaşım ‘‘dördüncü kuşak limanlar’’ olarak tanımlanmıştır (Esmer, 2010;7).

Dördüncü nesil limanların belirtilen tanımlamaları doğrultusunda bu limanları özetlemek gerekirse bunlar; dışsal gelişmelere, liman işlevlerine, limanların alansal olarak genişlemesine, limanların sosyal olarak organizasyonuna ve liman örgütlerinin ve yönetimlerinin stratejilerine göre açıklanmaktadır. Dikkat çeken konular ise; dördüncü nesil limanların, bilgi ve iletişim sistemlerinin etkin kullanımıyla küresel terminal ağları içerisinde işletilmesi, çevreye duyarlı ve liman-şehir ilişkilerine önem veren sosyal liman örgütlerinin gelişmesi, limanların gelişmiş lojistik hizmetler sunarak tedarik zinciri tarafı ile işbirlikleri oluşturmaları ve buna uygun olarak da liman yönetimlerinin liman ve tedarik zincirini bütünleşmesinde kolaylaştırıcı işlevi görmesidir (Karataş Çetin, 2012).

Şekil 8 limancılığın ulaşabildiği en uç nokta olan dördüncü nesil limanların kapsamını göstermektedir.

Şekil 8: Liman Gelişiminin Kavramsal Modeli



Kaynak: UNCTAD, 2005

“Dördüncü kuşak limanlar” kavramını doğrudan kullanmasa da bazı kaynaklar limanların değişen rollünü başka şekilde ifade etmiştir. Bu açıdan dördüncü kuşak limanlar bir anlamda pazardaki belirsizliğe uyum gösteren “çevik limanlar”dır (Paixao ve Marlow, 2003;335) ve bu limanlar değer odaklı tedarik zinciri sisteminin (value driven chain system) önemli bir üyesidir (Robinson, 2003; 655).

1.2.3.2. Verilen Hizmete Göre Limanların Sınıflandırılması

Bir başka liman sınıflandırmasıysa verdikleri hizmetlere göre gerçekleştirilebilir. Limanların verdikleri hizmetlere göre sınıflandırılması dört şekilde mümkündür (Yüksel ve Çevik, 2006).

Ana Liman: Bu limanların hinterlandlarından ithal/ihraç ettikleri kendi orijinal bölgesel yükleri vardır ve ayrıca diğer limanlardan gelen ulusal ya da uluslararası yüklerin besleme limanlarına aktarılmasını da sağlarlar. Bu tip limanlara örnek olarak Rotterdam, Hamburg, Barcelona, Marsilya, Port Said ve Pire Limanı verilebilir.

Aktarma Limanı: Uluslararası yük aktarımı için yüklerin elleçlendiği limanlardır. Kendi hinterlandına hizmet vermezler. Bu kategoriye Malta, Cezayir, Gioia Tauro ve Damietta limanları girmektedir.

Uğrak Liman: Bu tip limanlara uluslararası ya da kıtalararası gemiler belli periyotlarla uğrarlar. Aktarma konteyneri elleçleme potansiyeline sahip olduklarından bu limanlar kolaylıkla ana limanlara dönüşebilmektedir. Mersin Limanı buna örnek verilebilir.

Besleme Limanı: Ana limanlara uğrayan konteyner gemileri bu limanlara uğramazlar, sadece limanlardan aktarılan yükleri elleçleyerek kendi hinterlandlarına hizmet ederler. İzmir limanı örnek olarak gösterilebilir.

1.2.3.3. İdare Şekillerine Göre Limanların Sınıflandırılması

Nesillere göre sınıflandırma ve verdikleri hizmetlere dayalı sınıflandırmanın haricinde limanları sınıflandırabileceğimiz bir başka başlık da limanların idare şekilleridir.

Tablo 1: İdare Şekillerine Göre Limanlar

No	Liman Tipi	Tip	Planlama ve Kontrol	Yapım			İşletme	
				Tarama	Geliştirme	Tesisler	Tesisler	Elleçleme
1	Kamu		Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu
2	Takım (Landlord 1)	Leasing	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Özel
3	Landlord 2	Leasing	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Özel	Özel
4	Kiralık(Landlord 3)	Leasing	Kamu	Kamu	Kamu	Özel	Özel	Özel
5	Yap-İşlet-Devret		Kamu	Kamu	Özel	Özel	Özel	Özel
6	Özel		Özel	Özel	Özel	Özel	Özel	Özel

Kaynak: Yüksel ve Çevik, 2006

Kamu Limanı (Public Service Port); tüm servisler, yük elleçleme ve depolama dâhil liman otoritesi tarafından verilmektedir (Onat, 2005).

Kiralık Liman (Landlord Port 3); liman otoritesi toprağın sahibidir ve yük elleçleme ve depolama servis hizmetleri, özel sektör firmalarına teslim edilir. Liman otoritesi altyapı, seyir emniyeti, basen ve giriş kanallarından sorumludur (Onat, 2005).

Takım Limanı (Landlord Port 1, Tool Port); liman otoritesi gemi ile rıhtım arasındaki elleçleme ekipmanlarını temin etmekten sorumludur. Ancak yük elleçlemesi liman otoritesi tarafından belirlenmiş olan özel şirketler tarafından yapılmaktadır (Onat, 2005).

Bunların yapımı, işletmesi, bakım ve onarım dâhil tüm hizmetleri özel şirketlere aittir. Sadece seyir emniyeti, çevresel etkileri ve gümrük işlemleri devlet

sorumluluğundadır. Bunların özel bir tipi ise tekелci liman olarak adlandırılan tek amaçlı özel limanlardır. Bunlar herhangi bir endüstrinin ihtiyacı doğrultusunda inşa edilip işletilen liman çeşididir. Örnek olarak rafinerilerin tanker rıhtımları veya madencilik yapan firmaların dökme yük terminalleri verilebilir (Onat, 2005).

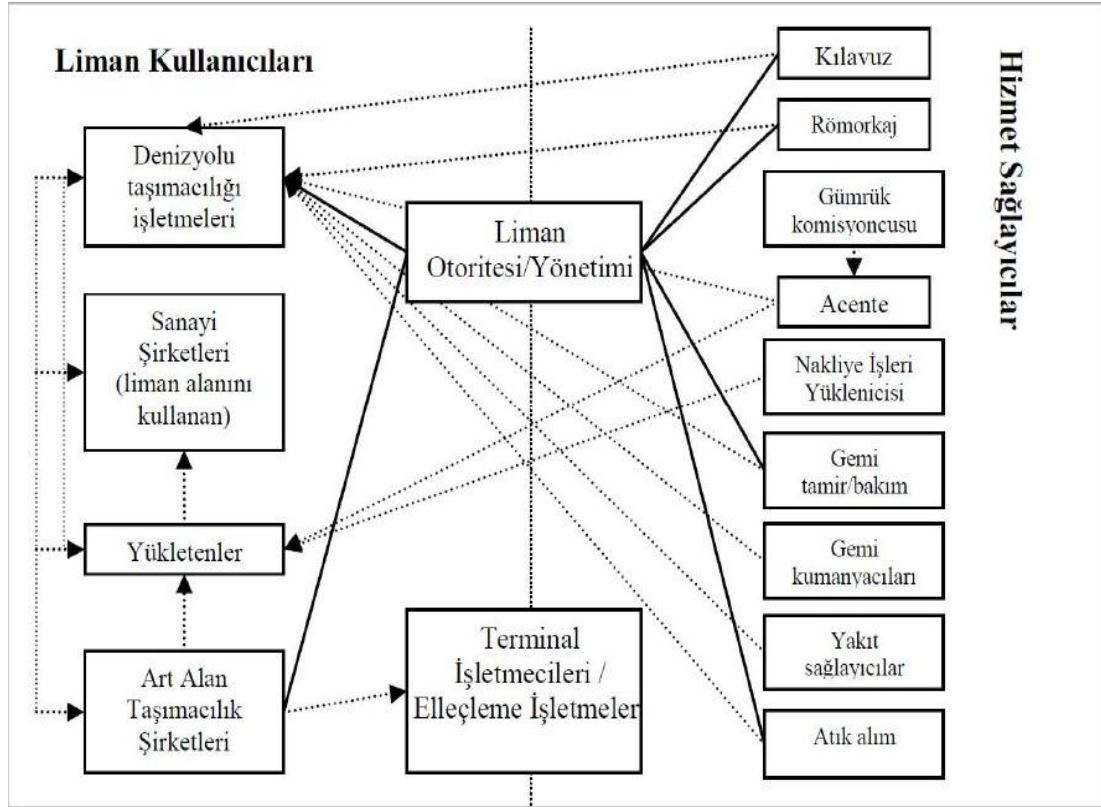
Yap–İşlet–Devret (Built-Operate-Transfer); dünyadaki çoğu politikacı tarafından benimsenen bir modeldir çünkü altyapı devletin mali desteği olmadan yapılmakta ve halkın desteği olmadan mevcut limanlardaki tıkanıklığın üstesinden gelinmektedir. Sonuçta, belirli altyapının finansını kamu ve diğerlerinin ise özel sektör finansı ile gerçekleştirilmesi şeklindeki birleştirilmiş yaklaşım, bunu gerçekleştirmenin tek yoludur. Bunun örneği olarak, Public-Private Partnership (PPP) Amsterdam liman otoritesi tarafından bazı yeni terminallerde uygulanmaktadır (Onat, 2005).

1.2.4. Diğer Bileşenler: Liman Kullanıcıları

Konteyner taşımacılık sisteminde arzı yük, gemi ve liman; talebi ise liman kullanıcıları belirlemektedir. Taşımacılık sektörünün tamamında olduğu gibi konteyner terminallerine olan talep de emtia talebine bağlı olan türetilmiş talep olarak ele alınmaktadır.

Şekil 9’da görüldüğü gibi liman kullanıcıları; denizyolu taşımacılığı işletmeleri, yükletenler ve iç taşıma operatörleri olabileceği gibi liman alanını kiralayan sanayi şirketleri de bu grupta değerlendirilmektedir. Liman hizmet sağlayıcılarının başlıcalarını ise çoğunlukla gemilere sağlanan hizmetleri kapsayan kılavuzluk ve römorkaj, gemi tamiri/bakımı, kumanya ve yakıt tedariği, atık alım hizmetleri sağlayıcılarının yanında, yükleten ve denizyolu taşımacılığı işletmeleri temsilcileri olan nakliye işleri yüklenicileri ve acenteler oluşturmaktadır. Şekil 9’daki düz çizgiler farklı liman tarafları ile liman otoritesi/yönetimi arasında ilişkileri (imtiyaz hakkı ve işletme izni) gösterirken, kesikli çizgiler liman yönetiminden bağımsız diğer taraflar arasındaki ilişkileri temsil etmektedir (Çetin, 2011; 204).

Şekil 9: Liman Kullanıcıları



Kaynak: Meersman, 2009: 93

Liman paydaşları olarak değerlendirilen liman kullanıcıları oluşturdukları talep aracılığıyla limanların faaliyetlerine ve gelişimine yön verebilmektedirler. Limanların ekonomik olarak kalkınması da aynı şekilde paydaşlarının taleplerine karşılık verebildiği ölçüde mümkündür.

1.3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE LİMANLARIN VE KONTEYNER TERMİNALLERİNİN ÖNEMİ

Bu bölümde limanların ve konteyner terminallerinin lojistik ve tedarik zinciri içerisindeki önemine değinilmeden önce temel kavramların açıklanması gereklidir.

Tedarik zinciri ürünleri veya hizmetleri piyasaya götüren şirketlerin sıralanması olarak tanımlamak mümkündür (Stock ve Ellram, 1998; 560). Diğer bir tanımlama tedarik zincirinin, ürünlerin ve hizmetlerin nihai müşteriye ulaştırılması suretiyle müşteriler adına değer yaratan birbirinden farklı süreç ve faaliyetler ile

aşağı ve yukarı yönlü malzeme akış eşlemelerini içeren bir organizasyon modeli olduğuna dikkat çekmektedir (Christopher,1992; 12).

Tedarik zincirinde yer alan birimlerin birbiriyle zamanında ve doğru bilgi alışverişinde bulunmaları gerekir. Tersı durumda stok fazlası, atıl kapasite, yüksek üretim, taşıma masrafları ve artan müşteri memnuniyetsizliği gibi problemlerle karşılaşılır (Karasu, 2006).

Lojistik ise; planlama ve verimi kontrol edebilme, maliyetleri düşürebilme, hammadde, yarı mamul ve mamullerin stoklanması gibi süreçlerin müşterilerin gereksinimlerine göre yönetilmesidir (Ballou, 1999; 6).

Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik faaliyetler arasındaki fark şu şekilde açıklanabilir; lojistik ürünleri olması gereken yere ulaştırmak için taşıma, depolama, gibi faaliyetleri bütünleşik bir şekilde gerçekleştirir. Tedarik zinciri yönetimi bu süreci, tüm işletme faaliyetlerini ve zincirin diğer üyeleriyle olan ilişkilerini kapsayacak şekilde organize ederek daha ileri aşamalara götürür. Lojistik kavramı, kaynakların zamana bağlı olarak tedarik zincirinde konumlandırılmasıdır (Baykara, 2009).

Tedarik zinciri içinde lojistik ve taşımacılık önemli bir yere sahiptir. Taşıma, işletmenin lojistik faaliyetlerinde görünebilirlik unsuru taşıyan tek işlevidir. Genel anlamda ürünlerin hareketini sağlamakta ve kısa süreli depolamaya yardımcı olmaktadır. Taşıma hem maliyetli bir iş hem de çevresel, finansal, zamansal kaynakları fazla kullanan bir lojistik işlevidir (Baykara, 2009).

Tedarik zincirini birbirine bağlayan taşımacılık hizmetleri ve tedarik zincirinin düğüm noktaları olan liman ve terminaller gibi ulaştırma altyapıları verimli bir lojistik sistemin en kilit unsurlarıdır. İşte bu noktada limanlar yük/bilgi akışı yönetimi ve koordinasyonunda, tedarik zincirinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Carbone ve De Martino, 2003; 305). Limanlar, birçok organizasyon kümelerinin toparlandığı, çeşitli lojistik ve ulaştırma faaliyetlerinin yer aldığı alanlar olarak nihai müşteriye değer katmaktadır. Başarıya giden yol ise tedarik zinciri üyeleri arasındaki koordinasyon ve işbirliğinden geçmektedir (De Souza ve diğerleri; 2003; 502).

Bir noktada üretilen bir ürün, olası müşteri için tüketim noktasına ulaştırılamadığı müddetçe çok az bir değere sahiptir. Taşıma, bahsi geçen bu hareketin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Taşımacılığın amacı, insan ve yükleri taşıma sistemleri aracılığı ile son varış noktasına kadar hareket ettirmektir (Lambert ve Stock, 1999; 161). Bu amaç ışığında lojistikte kullanılan 5 mod vardır. Bu modlar ;

- Deniz taşımacılığı
- Kara taşımacılığı
- Demiryolu taşımacılığı
- Havayolu taşımacılığı ve
- Boru hattı taşımacılığıdır.

Konteyner terminalleri, yüklerin deniz taşımacılığı, kara taşımacılığı ve demiryolu taşımacılığı arasında aktarıldığı merkezler konumundadır.

Limanlar; özellikle uluslararası taşımacılık boyutunda, lojistik hizmete ihtiyaç duyanlar ile bu lojistik hizmetleri sunan işletmeler arasında ulaştırma modlarının kesiştiği düğüm noktaları olarak çok önemli bir rol oynamaktadırlar (Esmer, 2009). AB limanları lojistik zincirinin bir halkası olarak şekillendirme süreci içindedir. Bunda da;

- Taşıma hizmetini taşıtanı tek taşıyanla muhatap ederek sürdürme,
- Limanı yükün takılmayacağı, seri elleçlendiği bir ulaşım bağlantı noktası haline getirme düşüncesi etkili olmuştur. Taşımanın satıcı ve alıcının istekleri doğrultusunda limandan limana değil kapıdan kapıya olacak şekilde tasarlanması bir anlamda lojistik zinciri içinde yer almaya itmiştir (Akten ve diğerleri, 2006).

Limanlar; üreticileri, toptancıları, perakendecileri ve tüketicileri buluşturan noktalardır. Yüklemler; uluslararası yüklemeleri için kesintisiz bir dağıtım kanalı arayışı içerisindedirler. Bu çerçevede, limanların önemli bir rolü de mamul veya hammaddelerin dağıtım kanalı içerisinde kesintisiz akışını sağlamalarıdır. Bununla birlikte, limanların diğer önemli lojistik faaliyetleri de yerine getirmeleri önemlidir. Bunlar; depolama için bir merkez olmaları ve hammaddelerin, malların ve diğer parçaların işleme süreçleri içerisinde yer almaları şeklinde değerlendirilebilir (Esmer, 2009).

Günümüzde tedarik zinciri kavramının gelişmesiyle, küresel ticarete bu zincirin düğüm noktaları olan limanlara yönelik beklentiler de yeniden şekillenmiştir. Bu yeni anlayışta limanlar yalnızca yükleme boşaltma faaliyetlerinin yürütüldüğü ve geminin barınma ihtiyacının karşılandığı alanlar olmaktan çıkıp;

- yüke ve gemiye yönelik katma değer hizmetler sunabilen
- her türlü lojistik hizmeti sağlayabilen veya lojistik hizmet sağlayıcılarıyla ortaklık ilişkilerine sahip olan
- intermodal bağlantılarla kapıdan kapıya taşımacılığa imkan sağlayabilen
- bilişim teknolojileri aracılığıyla kullanıcılarına karşı şeffaf olabilen

lojistik merkezler halini almıştır.

Gemi ve yük tipindeki değişimlere bağlı olarak liman sektöründe yeni eğilimler ortaya çıkmıştır. Bu yeniliklerin temel amacı limanlardaki karmaşık yapıyı basitleştirmek, performansı artırmak ve operasyonları hızlandırmaktır. Limanda kullanılan yük elleçleme ekipmanları performansı doğrudan etkilemektedir. İkinci bölümde bu ekipmanların temel özelliklerine değinilecek ve kendi aralarındaki entegrasyon ele alınacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

KONTEYNER TERMİNALİ FONKSİYONLARI VE YÜK OPERASYONLARI

Günümüze kadar geliştirilmiş olan literatür incelendiğinde konteyner terminallerinin karmaşık ve dinamik yapısına bağlı olarak listelemesi ve sınıflandırması güç bir fonksiyon çeşitliliğine sahip olduğu görülmektedir. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), International Association of Ports and Harbours (IAPH), Dünya Bankası ve US Maritime Administration (MARAD) gibi uluslararası ajans ve devlet kurumlarının yayınlarında da yer aldığı üzere konteyner terminalleri fonksiyonlarını bir başlangıç veya bitiş noktası olmaktansa taşımacılık zincirinde bağlantı noktası olarak yer alacak doğrultuda şekillendirmelidir.

Bu bölümde modern ihtiyaçları karşılayacak şekilde konteyner terminallerinin temel fonksiyonları incelenmiş ve buna ek olarak fonksiyonların yerine getirilmesi için gerekli olan alt yapı, üst yapı ve ekipman donanımı açıklanmıştır.

2.1. KONTEYNER TERMİNALLERİNİN FONKSİYONLARI

Bir konteyner terminalinin birincil fonksiyonu kendisine bağlantılı olan farklı taşıma modları arasında konteynerleri zamanında, doğru ve güvenli olarak aktarmaktır. İntermodal taşımacılık sisteminin bütününde konteyner terminalleri buluşma noktalarıdır. Bu, konteyner terminallerinin aktarma fonksiyonunu da tanımlamaktadır. Yani konteyner terminalleri, genellikle ana hat gemileri ile ara hat gemileri (feeder vessels) veya karayolu/demiryolu taşıtları arasında konteynerleri aktarmaktadırlar (Kara, 2010).

Tüm bu faaliyetleri üç fonksiyon başlığı altında değerlendirmek mümkündür. Bu başlıklar; ulaştırma fonksiyonu, depolama fonksiyonu ve yük elleçleme fonksiyonudur.

Ulaştırma Fonksiyonu: Konteynerlerin terminal sahasına geliş/gidişleri deniz, demir ve karayolu olmak üzere 3 tip taşıma moduyla gerçekleştirilmektedir. Sıvı yük terminallerinde boru yolu taşıma modu da kullanılabilir.

Denizyolundan gelen/giden yük ana ve besleyici hatlarla transfer edilmektedir. Genel olarak konteyner limanlarında denizyolu servisleri periyodik olarak (düzenli hat taşımacılığı) gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle denizyolu taşımalarının planlanması bir zorunluluktur. Ayrıca yükün liman sahası içinde taşınması ihtiyacı doğrultusunda liman içinde ulaştırma faaliyeti bulunmaktadır (Esmer ve diğerleri, 2010) .

Depolama Fonksiyonu: Konteyner terminallerinde kullanılan taşıma modlarındaki zaman sınırları ve düzensizlikler, konteyner terminallerinde yükün depolanması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum lojistik anlamda stok yönetimi ile örtüşmektedir. Konteynerin doğrudan liman sahasına girerek gemiye yüklenmesi ya da gemiden tahliye edilen konteynerin doğrudan çıkış kapısına yönlendirilmesi (supalan) uygulamada çok az rastlanan bir durumdur. Tüm modların birbiriyle uyumunun sağlanması ve konteynerin olabilecek en kısa sürede terminal sahasından ayrılması her konteyner terminal işletmecisinin temel amacıdır. Yeterli geri sahanın bulunmaması durumunda limanda kalan yük, limana ardiye geliri olarak yansımaktadır. Karayolu taşımacılığı ise bireysel yüke hizmet eden taşıma modudur. Karayolu taşımacılığı düzensiz bir hizmet yapısına sahiptir ve yükleme/boşaltma saatlerinde ayrıca bir planlamaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Özellikle denizyolu ve demiryolu taşımalarının belli bir zaman diliminde yapılma zorunluluğu vardır ve bu zaman dilimi mümkün olduğu kadar kısa olmak zorundadır. Tüm bunlara ek olarak yükün liman sahası içinde taşınması ihtiyacı doğrultusunda liman içinde ulaştırma faaliyeti bulunmaktadır (Esmer ve diğerleri, 2010).

Yük Elleçleme Fonksiyonu: Temel olarak limanlarda verilen elleçleme hizmeti yükün gemiden limana, limandan gemiye, limandan kara vasıtasına ya da kara vasıtasından limana aktarılmasını içerir. Bundan başka konteyner içindeki yükün elleçlenmesi terminal sahasında bulunan “konteyner yük istasyonları”nda (CFS) gerçekleştirilen bir hizmettir. Buna göre yükler CFS sahasında konteyner içine forkliftler yardımıyla istiflenmekte ya da tahliye edilen konteynerlerin içindeki yükler yine CFS’de boşaltılmaktadır. CFS hizmeti günümüzde özellikle önemli oranda yüke hizmet eden terminallerde terk edilmeye başlamıştır. Terminaller sınırlı olan sahalarını geliri nispeten az olan CFS operasyonlarına ayırmak istememektedirler. Özellikle Hamburg, Rotterdam gibi dünyanın önde gelen konteyner limanlarında CFS fonksiyonu, liman sahasının dışında lojistik merkezlerde

yerine getirilmektedir. Bundan başka yükün gemi yükleme/tahliyesi ve depolama sahasında stoklanmasında yük elleçleme fonksiyonu aktif rol oynar (Esmer ve diğerleri, 2010).

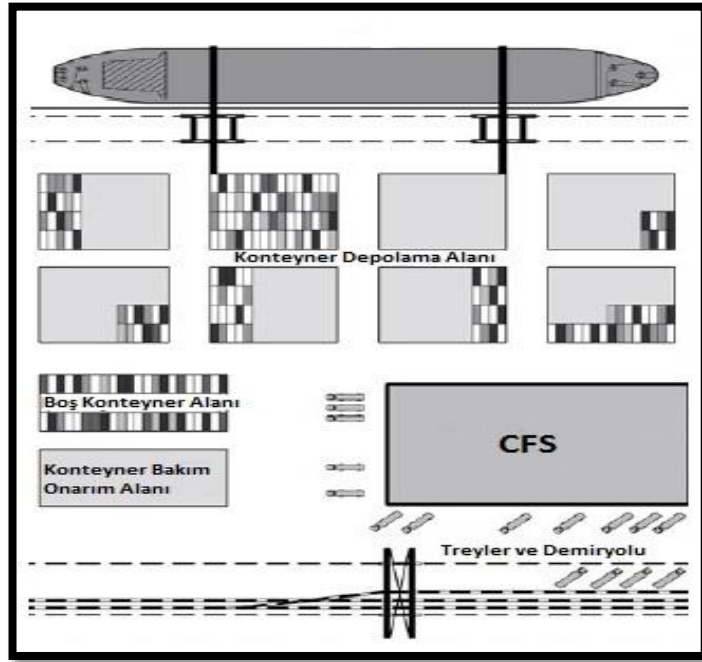
Diğer Fonksiyonlar: Konteyner terminallerinin fonksiyonları bahsedilen bu 3 fonksiyonla sınırlı değildir. Bu temel fonksiyonlara ek olarak güvenlik, emniyet, lojistik, katma değerli hizmet, konteyner/ekipman bakım onarım istasyonları, gümrük istasyonları ve karantina gibi fonksiyonlar da bulunmaktadır.

Limanlar akıcılığı sağlayacak şekilde verimliliğe önem vererek gemilerin ve diğer taşıma araçlarının entegre çalışmasını sağlayabilmelidir. Yüklerin çıkış noktasından varış noktasına ulaşması için tasarlanmış olan taşımacılık zincirinin bütün olmasını sağlayan önemli bir parçası olarak hareket etmelidir (Frankel, 1986; 7).

2.2. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE ALTYAPI, ÜSTYAPI VE DONANIM PLANLAMASI

Konteyner terminallerinde kapasiteye, yerine getirilecek olan fonksiyonlara ve terminal tasarımına bağlı olarak altyapı, üstyapı ve donanım yatırımları gerçekleştirilmektedir. Şekil 10'da konteyner terminallerinin temel fonksiyonları olan ulaştırma, depolama ve yük elleçlemenin yanı sıra dolum/boşaltım, konteyner bakım onarım gibi katma değer hizmetleri de yerine getirmeye yönelik hazırlanmış sade bir terminal planı görülmektedir. Bu başlık altında konteyner terminallerinin altyapı, üstyapı ve ekipman donanımı açıklanacaktır.

Şekil 10: Genel Konteyner Terminali Planı



Kaynak: Brinkmann, 2011

2.2.1. Konteyner Terminali Genel Altyapı Özellikleri

Gerek büyük bir ticari limanda olsun gerekse küçük bir barınma limanında, rıhtım gibi yanaşma yerleri dahil her türlü denizdeki yapılar altyapı kapsamında anılırlar.

Dalga Kırınlar: Açık deniz tarafından gelecek şiddetli hava, deniz şartlarının kıyıdaki gemiler üzerinde doğuracağı riski elemek için deniz içinde inşaa edilmiş su seviyesinden pek yüksek olmayan perdelerdir (Gökkuş, 2000).

İskele: Yükleme boşaltma yapılacak geminin yanaşabilmesi amacıyla yapılmış kıyı çizgisinden deniz içlerine kadar uzanan yapılardır. Üzerinde vinç/kara vasıtalarının veya yanaşma yerine kadar sadece insan ulaşımını sağlayan dar yürüme yollarının bulunduğu tipleri vardır (Gökkuş, 2000).

Rıhtım: Kıyı çizgisi üzerinde ve ek dolguyla ona paralel halde yapılmış gemi yanaşma yerleridir. Su derinliği yanaşması beklenen geminin tonajı, tipi ve kesitine bağlı olarak belirlenmelidir. Yanaşma yeri boyu, risksizce servis verebilecek ve belirli bir yanaşma açısı altında kolaylıkla yanaşılabilir yeterlilikte olmalıdır (Gökkuş, 2000).

Şekil 11: Rotterdam Limanı Euromax Konteyner Terminali



Kaynak: www.portofrotterdam.com, (21.02.2013)

2.2.2. Konteyner Terminali Genel Üstyapı Özellikleri

Limanlarda üst yapı tesisleri, geminin boşaltılmasından başlayıp yükün liman sahasından çıkışına kadar geçtiği tüm yol, işlem ve tesisler anlamına gelmektedir. Liman üst yapı tesislerinin planlamasında da temel amaç; pratik ve hızlı elleçleme ekipmanlarının seçimi ve optimum büyüklükteki depolama alanlarının saptanmasıdır. Bir konteyner terminalinde konteynerlerin boşaltımından istiflenmesine kadar geçen süreçteki işlemler için inşaa edilmesi gereken üst yapılar şunlardır:

Transit Depolama Alanları: Liman içerisindeki transit alanlar, yükün geçici de olsa üzerinde hiçbir bekleme yapmadığı zamanlarda apronların yanında, yükün gemi-rıhtım-depo arasındaki hızı arttırmak amacıyla oluşturulan tampon depolama alanıdır. Transit alanın büyüklüğü direkt olarak gemi büyüklüğüne ve yükün gemi-rıhtım-depo arasındaki planlanan hozona, elleçleme donanımının şerit genişliği ve manevra alanı gibi fiziksel özelliklere ve kargonun kapladığı alana bağlı olmaktadır (Gökkuş, 2000).

Antrepolar: Uzun süreli liman içi depolama ihtiyacını karşılayan yapılar olan antrepolar, rıhtım ulaşımını etkilememesi için en az rıhtım genişliği olarak inşa edilmektedir. Antrepolara kargo ulaşımı kara ve demir yolu aracılığı ile gerçekleştirilmektedir (Gökkuş, 2000).

Açık Depolama Alanları: Açık hava şartlarından etkilenmeyen yüklerin kısa süreliğine depolandığı alanlardır. Açık depolar kapalı depolara kıyasla çok daha ekonomiktir.

Şekil 12: Açık Depolama Alanı



Kaynak: <http://www.johnfleck.com/index>, (21.02.2013)

Araç Bekleme Alanları: Karayolu ve demiryolu araçlarının yükleme/boşaltma alanlarına girmeden önce düzenli sıralarla beklediği alanlardır. Depolara ve rıhtıma düzenli trafik akışının sağlanması için bu alanlara ihtiyaç vardır (Gökkuş, 2000).

Liman Yönetim Binaları: Başlıca yönetim binaları liman merkez yönetimi, gümrük, bekleme salonu, liman güvenliği binaları ve alışveriş merkezi olarak sayılabilir (Gökkuş, 2000).

2.2.3. Konteyner Elleçleme Ekipmanları

Dünyanın önemli konteyner terminallerinde günde 20 bin TEU'nun üzerinde konteyner elleçlenebilmektedir. Terminallerin temel amacı bu konteynerlerin olabildiğince çabuk ve en düşük maliyetle hareketini tamamlamasını sağlamaktır. Tipik bir konteyner terminalinde yer alan yük elleçlemeye yönelik önemli aktiviteler şu şekildedir

- (i) Konteynerlerin kamyonlarla terminale girişi
- (ii) Konteynerlerin kamyonlardan ihracat sahasında depolanması
- (iii) İhracat sahasından alınarak gemiye yüklenmesi
- (iv) İthalat konteynerlerinin gemiden boşaltımı ve ithalat sahasında istifi
- (v) Konteynerlerin kamyonlarla terminalden çıkışı

Tüm bu süreçlerin yerine getirilmesi için gerekli olan elleçleme ekipmanları fonksiyonları dikkate alınarak rıhtım vinçleri, iç transfer ekipmanları ve istifleyici ekipmanlar olarak temelde üç ana başlık altında değerlendirilmektedir. Rıhtım vinçleri SSG ve mobil (hareketli) olmak üzere iki türdür. İç transfer ekipmanları terminal traktörleri ve taşıyıcı istifleyicilerdir(straddle carrier). İstifleyici ekipmanlar ise taşıyıcı istifleyiciler, köprülü vinçler ve boş-dolu konteyner forkliftlerini(reach stacker-top loader) kapsamaktadır. Bu bölümde tüm bu terminal ekipmanlarının işlevleri açıklanmaktadır.

2.2.3.1. Rıhtım Vinci

İthalat konteynerlerini gemiden boşaltmak ya da indirmek için ve ihracat konteynerlerini gemiye yüklemek ya da taşımak için limanlardaki rıhtımlarda kullanılan vinçlerdir. Bu vinçler genellikle bir ray üzerinde hareket ederler. Ancak bazı terminallerde daha düşük taşıma kapasitesiyle çalışan gezer vinçler (mobil crane) tercih edilmektedir. Rıhtım vinçlerinden daha düşük ağırlığa sahip olan gezer

vinçler bu özelliklerivile iskelelerde kullanılabilme olanağına sahiptirler. Gezer vinçler aynı zamanda gerektiği zaman geri sahada kullanılması veya farklı bir rıhtım veya iskeleye taşınabilmesi ve proje yüklerinde de kullanılabilmesi açısından rıhtım vinçlerinden daha avantajlıdırlar (Alp, 2009).

Şekil 13: Post Panamax Rıhtım Vinçleri



Kaynak: www.apmterminal.com, (21.02.2013)

Rıhtım vinçleri, gelişimleri açısından genel olarak dört nesle bölünebilir. Tablo 2’de görülen dört nesil boyunca rıhtım vinçleri hem boyut hem de hız açısından kendilerini gemi ihtiyaçlarına göre geliştirmişlerdir (Alp, 2009).

Tablo 2: Rıhtım Vinci Nesilleri

Nesil	Bom Uzunluğu (m)	Kaldırma Yüksekliği (m)	Yükseltme Hızı Maks. (m/min)	Bom Arabası Hızı Maks. (m/min)	Gemi Özelliği (TEU)
1	<30	<16	70	125	< 800
2	30-33	19-21	72	125	700 – 1500
3	35-38	21-25	120	150	2000 – 3000
4	38 ve üstü	27 ve üstü	150	210	4000 ve üstü

Kaynak: JICA 1998 ve Liebherr Teknik Çizimleri

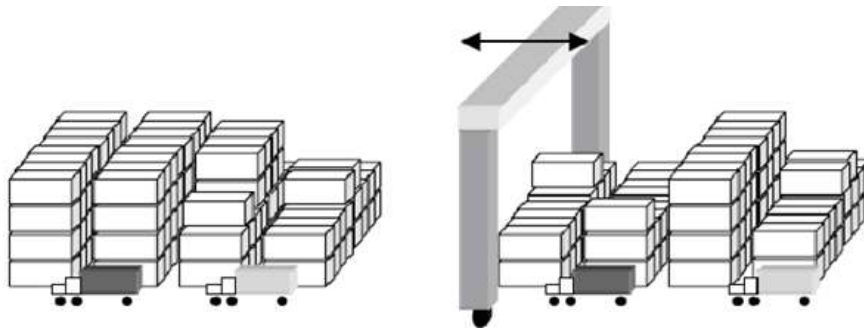
Bu vincin işleme yöntemi şöyledir; vincin operatörü aynı uzunluk ve genişlikteki spreaderi konteyner üzerine indirir. Spreaderin dört köşesindeki pinler (twist lock) konteynerin üst köşesindeki fittinglere yerleşir ve pinler 90 derece çevrilerek spreader konteynere sabitlenir. Daha sonra konteynerin hareket işlemleri (kaldırma-indirme) gerçekleştirilir. Rıhtım vinçleri pahalı bir donanımdır (Kara, 2010).

Günümüzde bazı konteyner terminallerinde, elleçleme operasyonunu hızlandırmak adına rıhtımın her iki tarafından vinç kullanımı son dönemlerde limancılık alanında gerçekleştirilmiş en büyük yenilikler arasında gösterilmektedir.

2.2.3.2. Köprü Vinci

Konteynerin sahada istiflenmesi amacıyla kullanılan ekipmandır. Blok halindeki istif sırası boyunca hareket ederler. Lastik tekerlekli mobil (RTG) ve sabit bir demir yolu üzerinde (RMG) istif yapan tipleri mevcuttur. Bundan başka insansız istif yapan köprü vinçleri de (ASC) terminallerde kullanılmaktadır. Konteynerleri, yığının iki tarafından da alabilir. Raylar üzerinde yürür ve merkezi operasyon sistemi tarafından kontrol edilir. Köprü vinçlerinin depolama kapasiteleri yüksektir (Esmer, 2009).

Şekil 14: Köprü Vinci Sistemi



Kaynak: Kim K. H. ve diğerleri, 2003

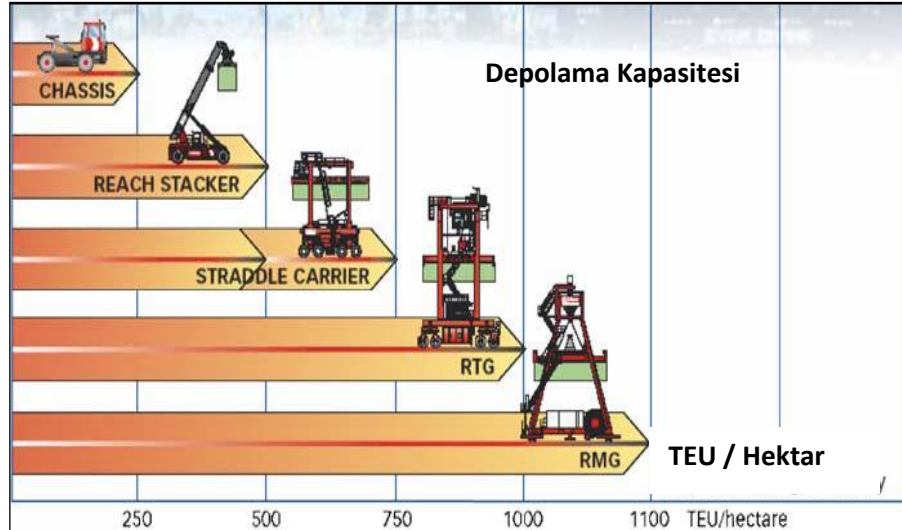
Köprü vinci, straddle taşıyıcılara göre daha güvenlidir, daha az bakım masrafı gerektirir ve daha uzun ömürlüdür. Esneklikleri straddle taşıyıcılardan daha azdır. Fakat, köprü vinçlerinin özellikle raylı tipi otomasyon için daha uygundur. Uzun

dönemde yerden kazanma da düşünülürse bu avantaj köprülü vinci tercih etmek için önemlidir. Sistem, ihracatın toplam trafik içindeki yoğunluğunda da yararlıdır. Ancak, ithal yükleri toplam trafiğin büyük bir bölümü oluşturduğu zaman yararı optimumun altındadır. Bu sistem için başlangıç yatırımları daha yüksek ve verim daha düşüktür (Arpacıoğlu, 1995;31).

Temelde ikiye ayrılan köprü vinçlerinin lastik tekerlek üzerinde yürüyen(RTG) ve demir yoluna sabit(RMG) olmak üzere çeşitleri mevcuttur. RMG'ler genellikle RTG'lerden daha fazla istif yapabilirler, daha dayanıklıdırlar ve daha güvenilirlerdir; ama kurulumları daha pahalı, kullanması ve alanda yer değiştirmesi daha zordur. RMG'lerin de RTG'ler gibi farklı boy ve ebatları bulunmaktadır (Çağlar, 2012).

Konteyner istifleme operasyonlarını gerçekleştiren elleçleme ekipmanları arasında performanslarına göre bir karşılaştırma yapıldığında, birim depolama alanı içerisinde en fazla konteyner depolama kapasitesine sahip olan ekipman RMG olmaktadır. Şekil 15'de görüldüğü gibi bu sırayı RTG ve daha sonra straddle taşıyıcı takip etmektedir (Esmer, 2010).

Şekil 15: İstifleme Ekipmanlarının Kapasite Karşılaştırması



Kaynak: Günther ve Kim, 2006

2.2.3.3. Taşıyıcı İstifleyici (Straddle Carrier)

Saha içi istifte kullanılan bir ekipman türüdür. Bir konteyner taşıma kapasitesine sahiptir. Dar alanlarda manevra yapabilmektedir. Bu ekipman konteynerleri rıhtımdan depolama alanına taşıyabildiği gibi depolama alanında sıra sıra depolama da yapabilmektedir ve her bir sırada bacağına veya tekerleğinin geçebileceği kadar boşluk bırakmaktadır. Depolama yüksekliğine bağlı olarak 2 ya da 3 sıra üst üste depolama yapabilmektedir. 3 sıra olması durumunda operatör kabini yukarıda olduğu için manevra zorlaşabilmektedir. Alan verimliliği ve esnekliğinden dolayı operasyon yöntemleri arasında popüler olanıdır. Ancak oldukça pahalı ve kolay bozulabilir olması en büyük dezavantajıdır. Operatörün görüşü sınırlıdır, dolayısıyla ciddi emniyet kuralları uygulanmadığında kaza riski artmaktadır (Kara, 2010).

Şekil 16: Taşıyıcı İstifleyici (Straddle Carrier)



Kaynak: www.autoline.com.tr (21.02.2013)

2.2.3.4. Boş ve Dolu Konteyner İstifleyiciler (Toploader-Reachstacker)

Boş ve dolu konteynerin terminal sahası içinde kısa mesafeli taşınması, modlar arasında aktarılması ve istiflenmesi amacıyla kullanılan ekipmanlardır. Birçok çeşidi mevcuttur. Özellikle boş konteyner istifleyicileri (Top loader) yüksek

istif özelliklerinden dolayı sahanın verimli kullanılmasını sağlayan nispeten ucuz ve pratik bir ekipmandır (Esmer, 2009).

Şekil 17: Dolu Konteyner İstifleyicisi (Reach Stacker)



Kaynak: Alp;2009

2.2.3.5. Forkliftler

Motorlu konteyner forkliftler, boş konteynerleri elleçlemek ve ayrıca taşıma yapmak için kullanılmaktadır. Bataryalı forkliftler, konteyner içinden malı alma ya da konteynere mal yüklenme işlemini gerçekleştirmektedir.

2.2.3.6. Dahili ve Harici Kamyonlar

Dahili kamyonlar konteynerleri rıhtım vinçleri ve depolama blokları arasında taşımak için geliştirilmişlerdir. Bunlar terminal içerisinde sürekli bir dolaşım halindedirler.

Harici kamyonlar ise ihracat konteynerlerini müşterilerden alıp depolama alanına getirmek için ve ithalat konteynerlerini depolama alanından almak ve müşterilere teslim etmek için geliştirilmişlerdir. Bu işleme “geçici kabul” adı da verilmektedir (Kara, 2010).

2.3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YÜK OPERASYONLARI

Konteyner Terminallerinde operasyonlar birden fazla ekipmanın bütünleşik olarak kullanılmasıyla gerçekleşmektedir ve bunun sonucunda alt sistemleri oluşturmaktadır. İçerisinde en yoğun olarak kullanılan ekipmanın adıyla anılan konteyner operasyon sistemleri bu başlık altında değerlendirilmiştir.

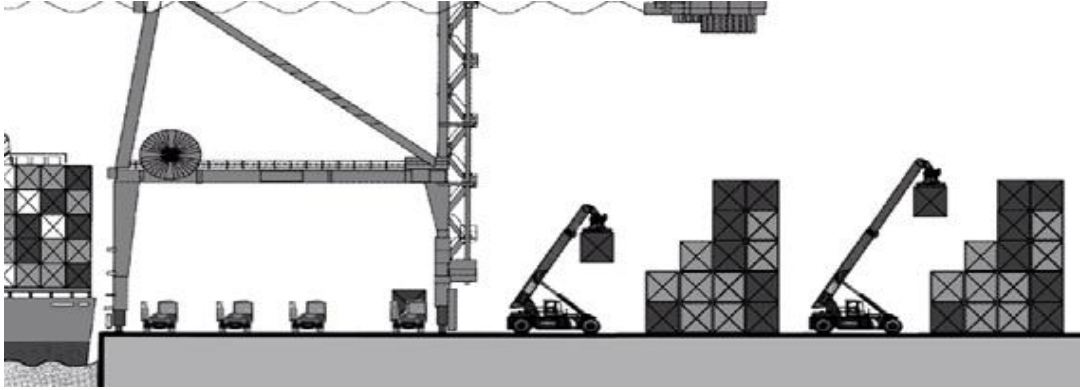
2.3.1. Çekici Sistemi

Gemiden tahliye edilen ithal konteynerler dorselere yüklenerek depolama sahasına götürülür. Burada konteynerler çekiciler tarafından alınacağı zamana kadar depolama sahasında dorse üzerinde bekletilirler. İhraç konteyneri taşıyan dorseler ise çekicilerle depolama sahasına istiflenirler. Gemiye yükleme zamanı geldiğinde bu treylerler çekicilerle yanaşma yerlerindeki vinçlerin altına getirilirler ve gemiye yüklenirler. Konteynerlerin tek sıra halinde dorselere istiflenmesi ve dolayısıyla üst üste konulamaması gibi sebeplerden dolayı bu sistemin çalışması için çok geniş operasyon sahalarına ve çok fazla treylere ihtiyaç vardır. Bu sistem günümüzde artık kullanılmamaktadır (Çağlar, 2012).

2.3.2. Kollu İstifleyici (Reach Stacker) Sistemi

Bu sistemde gemi ile gelen konteyner vinçler ile çekicilere aktarılmakta, çekiciler ise konteynerleri depolama sahalarına taşımaktadır. Depolama sahasındaki dolu veya boş konteyner istifleyicileri ise çekicilerden aldıkları konteynerleri istiflemektedir. Her bir vince atanan çekici ve istifleyici sayısı, operasyonlardan elde edilmek istenen verimliliğe ve terminal sahasının boyutlarına bağlı olarak 4-5 çekici ve 3-4 istifleyici olarak belirlenmektedir. Bu sistemle 5 kat yüksekliğe kadar istif alınabilmektedir. Sistem riskin az olmasından dolayı daha çok küçük ölçekli terminallerde kullanılmaktadır (Çağlar, 2012).

Şekil 18: Kollu İstifleyici Sistemi



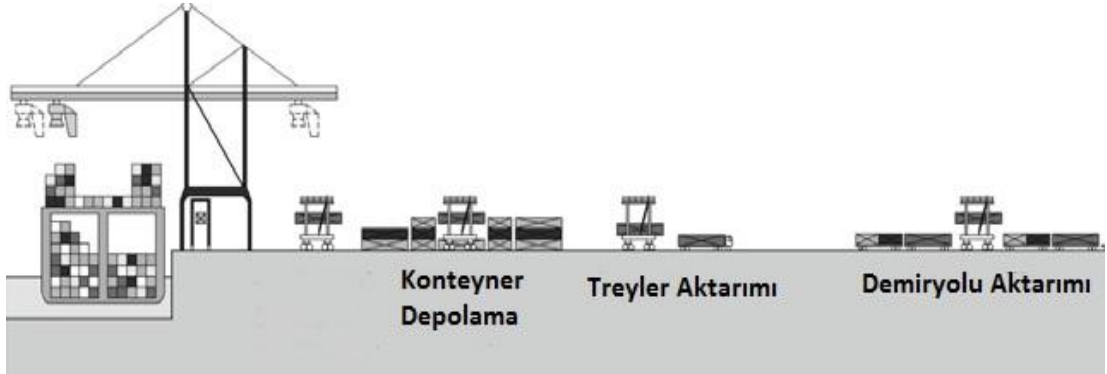
Kaynak: Brinkmann, 2011

Kollu İstifleyici sisteminin başlıca avantajları kullanım ömürlerinin uzun olması, yatırım maliyetlerinin düşük olması ve çeşitli ataçmanlar kullanılarak konteyner dışındaki birçok yük tipinin operasyonunda kullanılabilmesidir. Dezavantajları ise yüksek istiflerde ekipmanın gücünün yetersiz kalması, operasyonunu çok fazla sayıda konteyner hareketiyle tamamlayabilmesi ve buna bağlı olarak gerçek zamanlı envanter tutumunu zorlaştırmasıdır.

2.3.3. Taşıyıcı İstifleyici (Straddle Carrier) Sistemi

Dünyadaki konteyner terminallerinde en çok tercih edilen sistemdir. Taşıyıcı istifleyici sistemi, konteyner vinci tarafından sahaya bırakılan konteynerin, taşıyıcı istifleyici ile depolama sahasına taşınması ve yine bu ekipman ile istiflenmesi prensibiyle çalışır. Her bir rıhtım vincine atanan taşıyıcı istifleyici sayısı operasyonlardan elde edilmek istenen verimliliğe ve terminal sahasının boyutlarına bağlı olarak 4-5 adettir. En yüksek 2+1 kat istifleme yapabilen taşıyıcı istifleyiciler ile hektar başına 500 TEU, 3+1 kat istifleme yapabilenler ile hektar başına 625 TEU istifleme yapılabilmektedir. Sistemin en önemli özelliği bu ekipmanın hem taşıma hem de istifleme yapabilmesinden dolayı operasyonların hızlı olmasıdır (Çağlar, 2012, 110).

Şekil 19: Taşıyıcı İstifleyici Sistemi



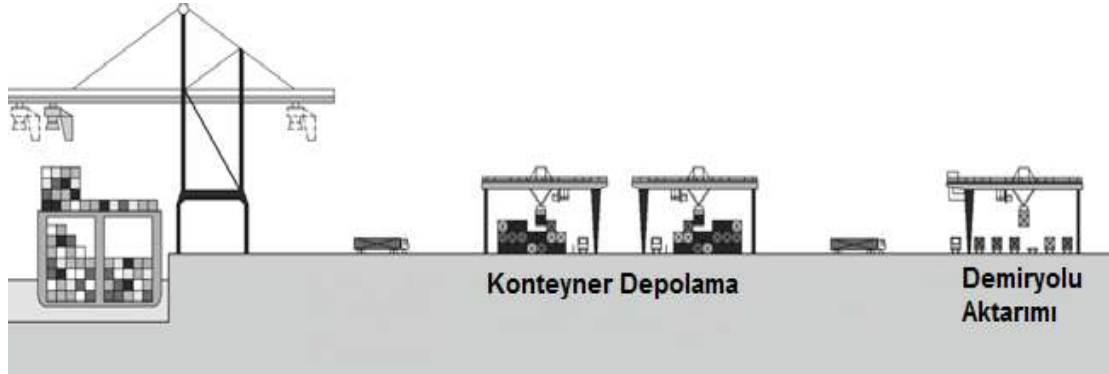
Kaynak: Brinkmann, 2011

Diğer liman ekipmanlarına kıyasla daha dar hareket alanlarında çalışabilmesi, düşük maliyetli olması ve birden fazla operasyonun tek bir ekipmanla yürütülebilmesi bu sistemin avantajlarıdır; kör noktalarının fazla olması, zor hava şartlarında konteynerin devrilme olasılığının var olmasıysa bu sistemin beraberinde getirdiği olumsuzluklardır (CVS Ferrari, 2009).

2.3.4. Köprü Vinci Sistemi

Sadece depolama amacıyla kullanılan köprülü vinçlerin lastik tekerlekli ve raylı olmak üzere iki tasarımı mevcuttur. Lastik tekerlekli olanların, isteyince istif bloğunu değiştirebilmesi esneklik yaratmaktadır. Raylı köprü vinçlerinde ise bu esneklik mümkün değildir. Köprü vinci sistemi aslında doğrudan konteynerin sahada depolanmasıyla ilgili bir sistemdir. Yanaşma yerinden alınan konteyner çekiciler ile depolama sahasında istifleme yapan köprü vinçlerine konteyneri taşımakta, köprü vinci ise çekici üzerinden aldığı konteyneri istiflemektedir. Köprü vinçleri terminal depolama sahasının verimli kullanılması açısından dünyada yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu sistemle 6+1 kat yükseklik ve 7 sıra genişliğe kadar konteyner istiflenebilmektedir. Köprü vinci sisteminin iş gücü maliyetleri diğer operasyon sistemlerinden daha pahalıya gelmektedir (Çağlar, 2012).

Şekil 20: Köprü Vinci Sistemi



Kaynak: Brinkmann, 2011

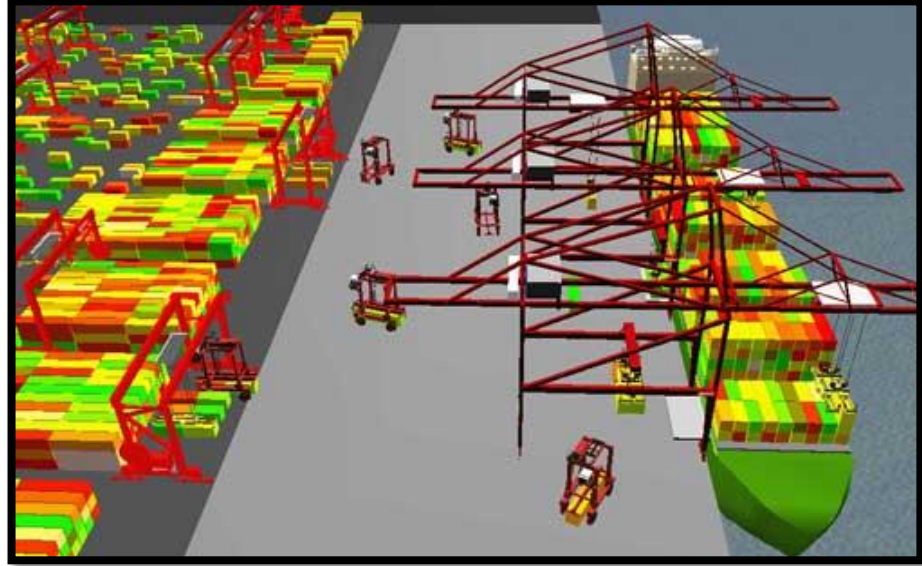
Terminallerde kullanılan otomasyonlara uyumlu hale getirilebilmesi, ağır hava şartlarında operasyonuna devam edebilmesi ve uzun ömürlü bir ekipman olması olumlu yönleriyken; boyutlarının büyük olması sebebiyle operasyon hızının düşük olması en önemli olumsuz özelliğidir.

2.3.5. Taşıyıcı İstifleyici / Köprü Vinci Karma Sistemi

Dünyada ilk kez Avustralya Fisherman adalarındaki AutoStrad konteyner terminalinde kullanılan daha sonrada HHLA tarafından işletilen Hamburg'taki Burchardkai konteyner terminalinde kullanılan sistemdir. Bu sistemde Straddle Taşıyıcılar ve insansız işletilen RTG'lerin kombinasyonu kullanılmaktadır. Bu sistemde rıhtımdan yükün alınması ve istif sahasına taşınması için Straddle taşıyıcı kullanılmakta fakat diğer yöntemlerden farklı olarak istiflemeye RTG tercih edilmektedir. Bu sistemde Gantry Crane operatörü gemiden aldığı konteyneri, Straddle Carrier'in konteyneri yerden kendi kendine alabilme özelliği nedeni ile sahaya doğrudan bırakabilmekte bu şekilde rıhtım operasyonu hızlanabilmektedir. Straddle Carrier aprondan aldığı konteyneri depolama sahasına taşıyarak RTG bloklarının önünde belirlenen alana yine ekipman beklemeden zemine bırakıp ayrılmaktadır. RTG operatörü yerdeki konteyneri daha sonra alıp sahada istiflemektedir. RTG bloğunun önünde Straddle Carrier'in konteyneri bırakabildiği alan, RTG bloğunun istif genişliği kadardır. Bu nedenle Straddle Carrier ne apronda

ne de istif sahasında bekleme yapmamaktadır. Bu sistem ile hem operasyon hızlanmış hem de RTG'nin sağladığı yoğun istif blokları elde edilmiştir olmaktadır (Esmer ve Ateş, 2013).

Şekil 21: Straddle Carrier /RTG Sistemi



Kaynak: <http://kalmarind.in/> (21.02.2013)

2.3.6. Konteyner Elleçleme Sistemlerinin Karşılaştırılması

Konteyner elleçleme sistemleri arasında iyi-kötü, verimli-verimsiz gibi ayrımlar tam olarak yapılamasa da kararı tayin etmek için önem arz eden faktörler iyi belirlenmeli ve analiz edilmelidir. Konteyner terminallerinde elleçleme sistemi seçimini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Gemi boyutları
- Yıllık elleçleme seviyesi tahmini
- Yoğun saatlerde var olabilecek maksimum konteyner trafiği seviyesi
- Terminal sahasının genişliği
- Maliyet
- Terminal sahasının sahip olduğu coğrafi kısıtlar
- Çevresel etkenler (rüzgar, ses, yağış)
- Terminal zemini
- TEU faktörü (40'lık ve 20'lik konteynerler arasındaki oran)

- LCL/FCL – boş/dolu konteyner oranları
- Konteynerlerin farklı taşımacılık modlarına geçiş oranları (Brinkmann; 2011)

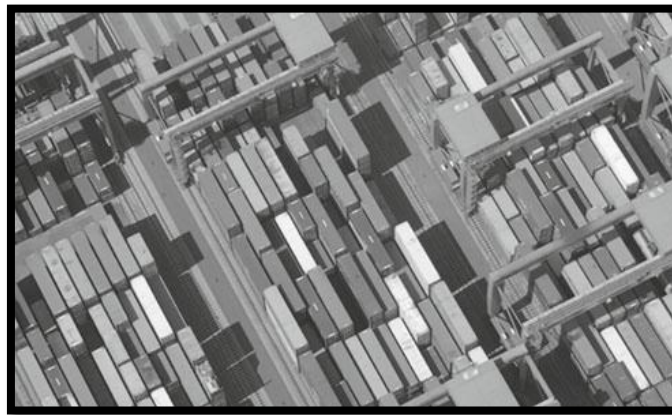
Her terminal için yukarıda sıralanmış olan faktörlerin önem sırası farklı bir biçimde şekillenmektedir ancak özellikle kıtalar arasında ortaya çıkan sistem farklılıklarını gözlemleyebilmek mümkündür.

Dünya’da en fazla tercih edilen sistemler köprü vinci ve straddle taşıyıcı sistemidir. Birbirlerine karşı kesin bir üstünlükten bahsedilemeyen bu sistemlerden straddle taşıyıcı daha çok Avrupa limanlarında, köprü vinci ise Uzak Doğu limanlarında tercih edilmektedir (Esmer, 2010).

Dragovic ve diğerleri (2008) yaptıkları çalışmada Asya’daki konteyner terminallerinin Avrupa’dakilere göre daha verimli çalıştığını iddia etseler de genel olarak straddle taşıyıcı sisteminin özellikle geniş bir hinterlanda hizmet veren, dolu konteyner oranının yüksek ve iç taşımaların daha çok karayolu ile gerçekleştirildiği limanlarda baskın geldiği söylenebilir. Diğer yandan köprülü vinç sistemi, transit yükün fazla ve özellikle boş konteyner elleçlemelerinin ağırlıklı olduğu limanlarda tercih edilmektedir (Esmer, 2010).

Konteyner depolama aşamasında ortaya çıkan en önemli kısıt depolama alanının genişliğidir ve sistemler arasında buna bağlı olarak bir seçim yapılmalıdır. Eğer depolama alanı darsa Şekil 22’ de görüldüğü gibi yatay bir düzlemde aralarında boşluk kalmayacak şekilde köprü vinçleri kullanılarak istifleme yapılır (Brinkmann, 2011).

Şekil 22: Köprü Vinci İstifi (Blok İstif)



Kaynak: Brinkmann, 2011

Diğer bir konteyner depolama alternatifi ise Şekil 21’de görüldüğü gibi Straddle Carrier sistemiyle gerçekleştirilen çizgisel depolamadır. Bu tip istifleme de konteynerler dikine çizgiler oluştururken, yatay olarak aralarında boşluklar bulunacak şekildedirler. Üst üste dört konteynerin istiflenmesine izin veren bu sistemde diğer taşıma modlarına aktarım da köprü vinci istifine kıyasla daha kolaydır (Brinkmann, 2011).

Şekil 23: Taşıyıcı İstifleyici İstifi (Çizgisel İstif)



Kaynak: Brinkmann, 2011

Seçilen sisteme bağlı olarak elde edilen performans değişkenlik gösterecektir. Limanlarda performans ölçümünün esasları ve günümüzde en geçerli performans ölçme araçlarından birisi olan simülasyon yönteminin kullanımı üçüncü bölümde açıklanacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ VE SİMÜLASYON YÖNTEMİ

Limanların küresel tedarik zincirlerindeki en önemli altyapılar olmalarına bağlı olarak üstlendiği kritik role istinaden liman operasyonlarının performans ölçümünün yapılması önemli bir konu haline almıştır. Çünkü gelinen noktada limanlar hızlı, verimli ve akıcı bir hizmet sağlayabildikleri ölçüde başarılıdırlar.

Konteyner terminali projelerinde etkili bir planlama yapılabilmesi için öncelikle terminalin hedeflerini karşılayacak performans beklentisinin belirlenmesi gerekmektedir. Buna bağlı olarak bir karar destek sistemi olan simülasyon yöntemi aracılığıyla performans ölçümü yapılabilmekte ve liman yöneticileri için performans geliştirmeye yönelik stratejilerin uygulanacağı bir sanal gerçeklik oluşturulabilmektedir.

Bu bölümde performansa ilişkin kavramlar açıklanmış, konteyner terminali performans belirleyicileri ortaya konulmuş ve performans ölçüm aracı olarak simülasyon yönteminin işlevselliği incelenmiştir.

3.1. PERFORMANS KAVRAMI

Performans, Türkçe çevirisi olan “başarım” kelimesinden de anlaşılacağı gibi başarıyla eş anlamlı yani başarıyı ölçümleyebilmek için kullanılan bir anlam taşımaktadır (Demirer, 2010). Literatür incelendiğinde bu kavramın farklı yaklaşımlar doğrultusunda farklı tanımlamalara sahip olduğu görülmektedir.

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

Barutçugil (2002) bir sistemin performansını; stratejik, taktiksel ve işlevsel amaçlarının gerçekleştirilmesinde, sistem üyelerinin işin nitelik ve gereklerini yerine getirmek için gösterdikleri tüm çabaların değerlendirilmesi olarak tanımlamaktadır (Nezahat ve Cemaloğlu, 2009).

Golliyes'e göre performans mutlak değildir, yani değişik süreçlerde performans farklı anlamlar taşımaktadır. Yine performansı çok boyutlu ve tek bir gösterge altında toplanamayacak, ancak kullanılan ölçütler açısından kendi içinde tutarlı olması gereken bir sistem olarak nitelemiştir (Rahmankulov, 2003).

Literatürde yer alan performans tanımlamalarından da anlaşılabilirliği gibi performans geniş boyutlu bir kavramdır yani etkililik, etkenlik, etkinlik ve verimlilik gibi diğer kavramlarla doğrudan ilişkilidir.

Etkinlik, etkililik ve verimlilik işletmelerin teknik performans göstergeleri arasında yer almaktadır. Teknik performans göstergeleri performansın tüm boyutlarıyla ölçülmesine olanak tanımaktadır. Teknik göstergeler, faaliyetlerin, üretim faktörlerinin, çalışanların performansının ölçümünde kullanılmaktadır. Ayrıca kavramlar konusunda bir kargaşa yaşanmaktadır. Kavramlar farklı değerleri ifade etmektedir. Kullanım yerleri farklıdır, bu nedenle birbirlerinden ayrılarak doğru kullanmalarında yarar vardır (Yükçü ve Atağan, 2009).

Verimlilik: Verimlilik çoğu işletmede kullanılabilirliği kolaylığından ve basit bir ölçüt olması nedeniyle yaygın şekilde kullanılan bir performans ölçütüdür (Akdeniz ve Durmaz, 1998;85-99). Bir üretim yada hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile, bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimdeki kaynakların- emek, sermaye, arazi, malzeme, enerji, bilgi - etkin kullanımıdır diye tanımlanır. Yüksek verimlilik, aynı miktarda kaynakla daha çok üretmek ya da aynı girdiyle daha çok çıktı elde etmektir (Prokopenko, 1987).

Etkililik: İşletmelerin gerçekleştirdikleri faaliyetlerin amaçlara ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur (Hongren ve diğerleri, 2000). Etkinlik ve mevcut koşullara uyma yeteneğinin birleşimidir. Buna göre etkililik kavramı mevcut hedeflere ulaşmak için kaynakların kabul edilebilir ölçüde kullanımıdır (Carnal, 2003; Esmer, 2010).

Etkenlik: İşletmenin tanımlanmış amaçlarına ulaşma derecesini ölçer, “doğru şeylerin yapılması” olarak da tanımlanabilir (Esmer ve Ateş, 2013).

Etkinlik: Kaynaklardan yararlanma durumunu ya da kaynakların nasıl kullanıldığını ölçer. Bir işletmenin üretim faktörleri ya da üretimin kendisi için

önceden saptadığı programın gerçekleştirilme derecesini gösterir (Yükçü ve Atağan, 2009).

Literatürde özellikle etkinlik ve verimlilik kavramları konusunda bir karmaşanın var olduğu, bu iki kavramın eş anlamlı kullanıldığı gözlenmektedir. Verimlilik daha çok teknik bir durumu vurgular. Verimlilik çok genel anlamıyla, çıktı/girdi olarak tanımlanmaktadır. En az kaynak (maliyet) ile en çok çıktıyı (kazancı) elde etmek biçiminde de ifade edilebilir. Etkinlik; doğru işleri yapmaktır. Verimlilik ise, işleri doğru yapmaktır. Görev, amaç ve hedeflere kıt kaynakları en iyi biçimde kullanarak ulaşma becerisini belirtir (Yükçü ve Atağan, 2009).

3.1.1. Performans Ölçümünün Amacı ve Faydaları

Tanımlardan yola çıkar ise performans ölçümünün temel amacı işletmenin bu değerlendirmeyi yaptığı konu üzerinde ne ölçüde başarılı olup olmadığını ortaya konmasıyla buradan elde edilen sonuçlar neticesinde alınacak önlemlerin belirlenebilmesi çabasıdır (Demirer, 2010).

Farklı yaklaşımlar sonucunda performans kavramının farklı tanımlara sahip olması gibi bu yaklaşımlara bağlı olarak örgütlerin performans ölçme amaçları da değişkenlik göstermektedir. Anlayışlar arasındaki amaç farklılıkları şu şekilde özetlenebilir;

- Ekonomik Performans Anlayışı: Burada amaç karı maksimize etmektir. İşletmenin sürekliliğini sağlayan, uzun dönemli ve topluma katkı sağlamaya yönelik bir amaç söz konusudur.
- Verimlilik Anlayışı: İkinci Dünya Savaşı sonrasında önem kazanan ve öncelikle işgücü, malzeme, enerji, sermaye ve şimdi de bilgi verimliliğini artırmaya önem veren bir anlayıştır.
- Pazar ve Müşteri Odaklı Anlayış: Bu anlayışa göre hedef müşteri memnuniyetini en üst seviyeye ulaştırmaktır. Örgütün üretim ve hizmetleri müşteri taleplerine göre şekillenir. Performans ölçümü müşteri memnuniyet seviyesi üzerinden gerçekleştirilmektedir (Akal, 2003).

Performans ölçümünün birçok faydasından söz edilebilmektedir. Başlıca faydalar;

- Ürün/hizmet kalitesinin geliştirilmesi

- Kontrolün ve hesap verme sorumluluğunun sağlanması
- Politikaların oluşturulması
- Planlama yapılması ve bütçe hazırlanması
- Yatırım gereksinimlerinin ortaya çıkarılması olarak sıralanabilir.

3.2. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Konteyner terminalleri farklı modlar arasında konteynerlerin aktarmasını gerçekleştiren, gemiden demiryoluna/karayoluna ya da tam tersine konteyner akışını yöneten ve kontrol eden tesislerdir (Esmer, 2008).

Girdileri, süreçleri ve çıktılarıyla karmaşık ve açık bir sistem olarak tanımlanan konteyner terminallerinde performans tüm bu girdilerin ve süreçlerin yönetimine bağlıdır. Konteyner terminallerinde performansı ölçebilmek için öncelikle performansı etkileyen faktörlerin ortaya konulması faydalı olacaktır. Ancak bu konuya dair literatür incelendiğinde birbirinden farklı birçok sınıflandırmanın varlığı dikkat çekmektedir. Kişi (1999) liman performans belirleyicilerini dört grupta incelemiştir. Bu sınıflandırma Şekil 24'te görülmektedir.

Şekil 24: Liman Performans Belirleyicileri



Kaynak: Kişi, 1999

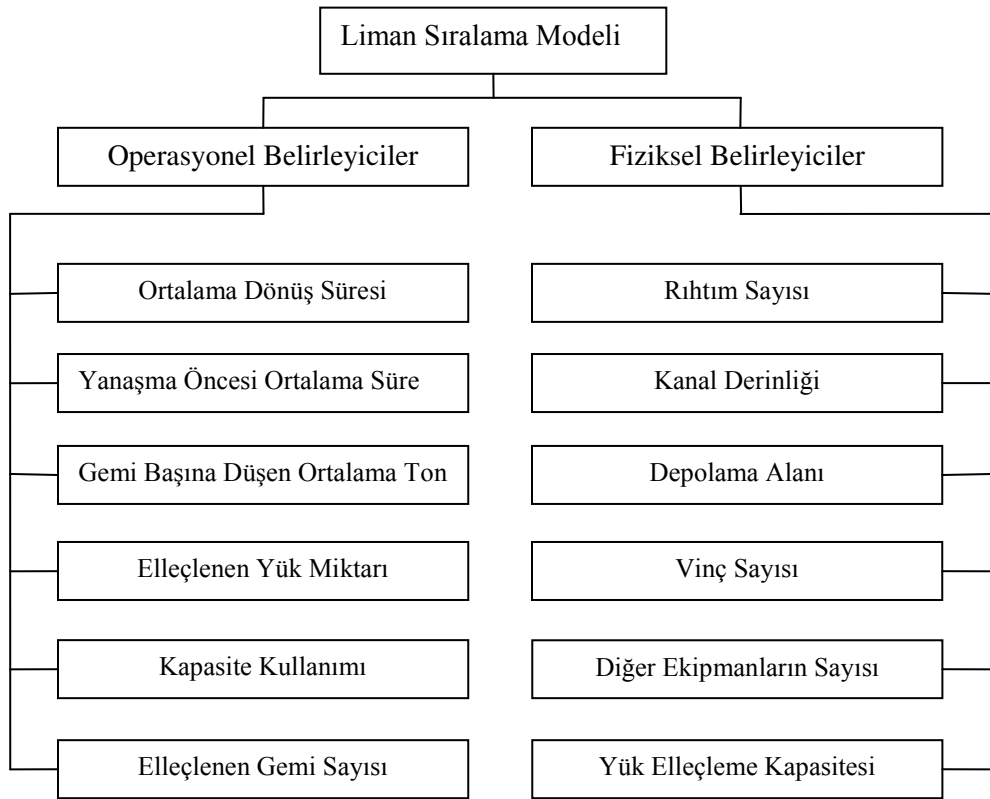
Hassan (1993) liman operasyonlarında performans ölçümüne yönelik dört kategori belirlemiştir. Bu kategoriler;

- Gemi operasyonları
- Yük elleçleme
- Depolama ve
- İç nakliye.

Hassan'ın oluşturmuş olduğu bu model liman geliştirme analizleri, liman genişletme çalışmaları, liman geleceğini tahminleme ve ekonomik etkililik analizlerinde kullanılabilmektedir (Esmer, 2008).

Chudasama (2009) liman performans belirleyicilerini operasyonel performans belirleyicileri ve fiziksel belirleyiciler olmak üzere iki ana başlık altında incelemiştir. Bu model kullanılarak Hindistan limanlarının performansları analiz edilmiş ve çalışmanın çıktısı olarak limanların performans sıralaması elde edilmiştir.

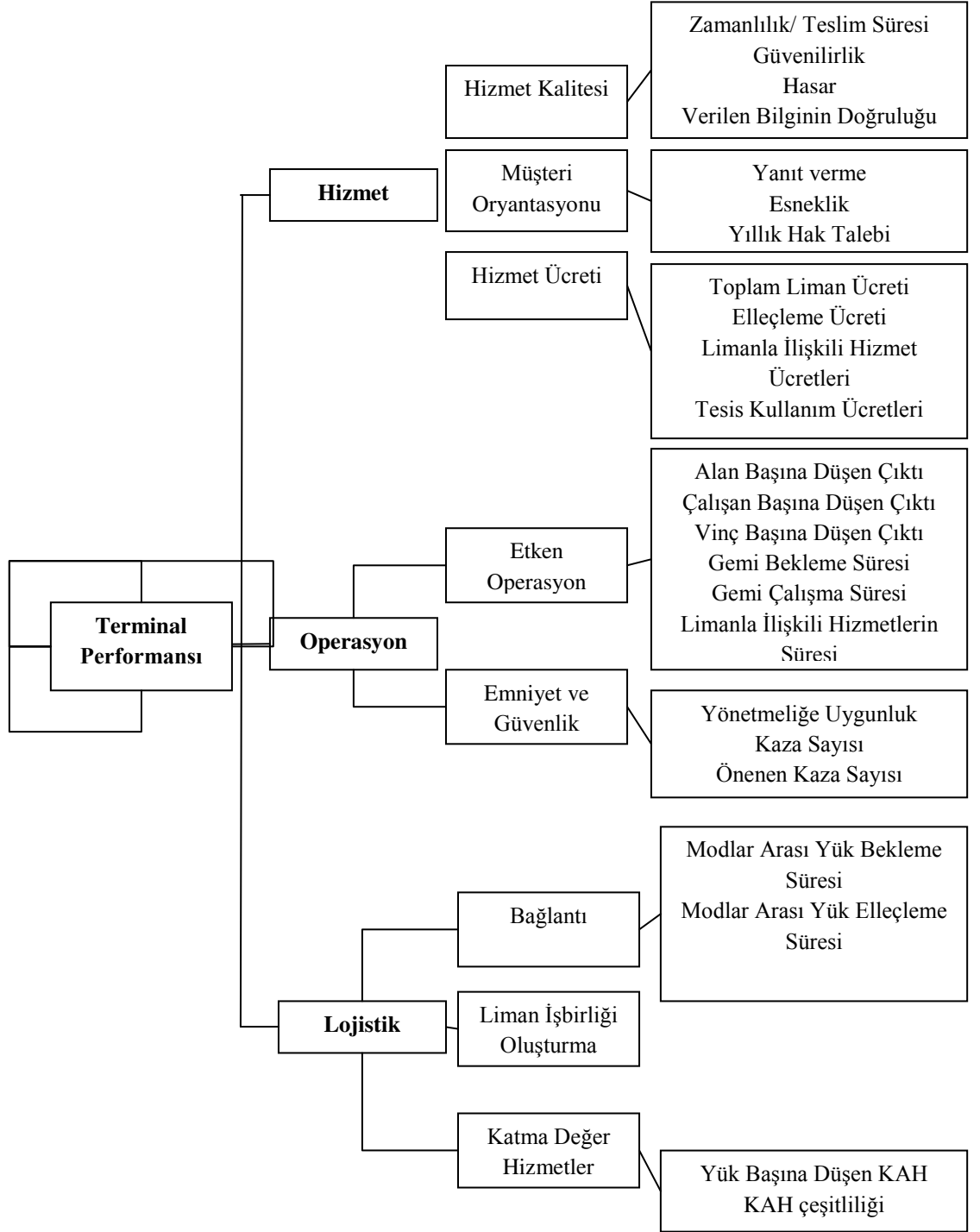
Şekil 25. Liman Sıralama Modeli



Kaynak: Chudasama, 2009

Woo ve diğlerleri (2011) alışmalarında limancılık sektöründeki rekabet artışına ve müşterilerin taleplerinin karmaşıklaşmasına değinerek geleneksel performans ölçümlerinin yetersiz kaldığını belirtmişlerdir. şekil 26’da görüldüğü gibi bu çalışmada ortaya konulan performans ölçüm kriterleri yalnızca operasyon verimliliğine odaklanmamış ve yalınlık, esneklik, güvenlilik gibi kavramların da üzerinde durmuştur.

Şekil 26:. Terminal Performans



Kaynak: Woo ve diğerleri, 2011

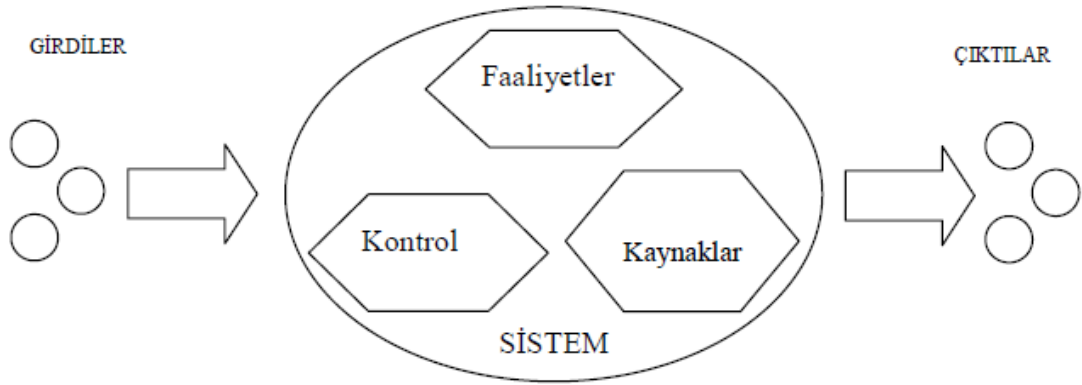
3.3. SİMÜLASYON YÖNTEMİ

Gerçek bir sistemin modelini tasarlama ve bu model üzerinde, sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışlarını anlamak veya değişen koşullara bağlı olarak ortaya çıkan durumları değerlendirmek için denemeler yapmak işlemine simülasyon denir (Halaç, 1998; 1).

Simülasyon, sistemi incelemek, ilkelerini belirlemek ve bunları gerçekleştirebilmek içinde bir model kullanımını gerektiren bir tekniktir. Burada karşımıza sistem ve model kavramları çıkmaktadır (Konuk, 2010).

Sistem ortak amaca yönelik olarak birlikte çalışan, tek başına sonuçlar sağlamayan, birbiriyle ilişkili bileşenler (insan, materyaller, araç-gereç, faaliyetler, yazılım, bilgi, hizmet vb.) setidir (Konuk, 2010; Kobu, 1996; 31).

Şekil 27: Simülasyon Perspektifinden Sistem Elemanları



Kaynak: Harell ve diğerleri, 2004; 25

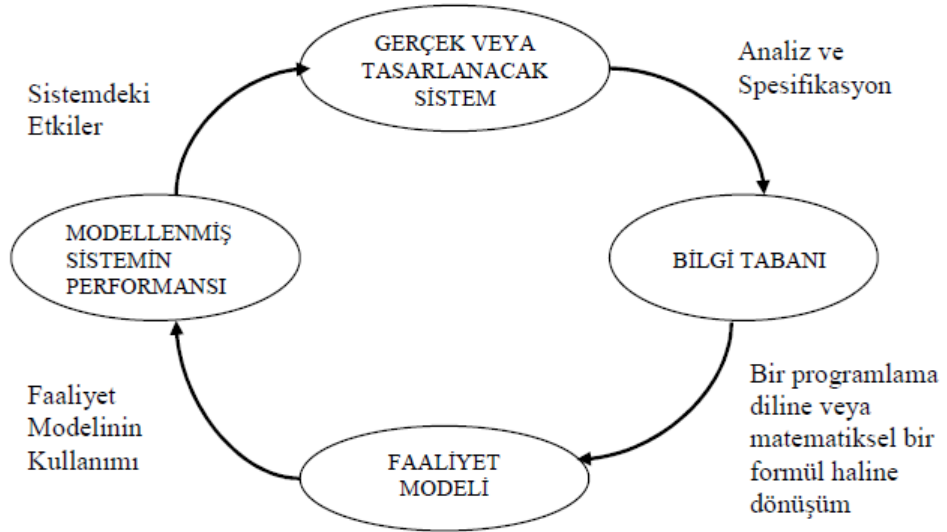
Bir sistem, fonksiyonel ihtiyaç tanımına cevap vermeli böylece sistemin bileşenleri sadece verilen misyon profilinin veya senaryolarının başarısı için doğrudan bağlantılı öğeleri içermemeli aynı zamanda bu öğelerin lojistik, bakım ve alt yapı destekleri olmalıdır. Eğer bir amacın başarılı bir şekilde yerine getirilmesi sağlanmak isteniyorsa bütün destek öğeleri ihtiyaca cevap verebilecek uygunlukta olmalıdır (Blanchard, 2004; 9)

Bir sistemin incelenmesindeki amaç, sistemin davranışlarını ortaya koymak ve farklı koşullar altında ne tür davranışlarda bulunacağını belirlemeye çalışmaktır. Sistemi fiziksel olarak değiştirmek ve sonrada onun yeni koşullara karşı duyarlılığını

ölçebilmek mümkünse sistem üzerinde çalışmak uygundur. Bununla birlikte gerçek sistemle çalışmak hem maliyetli hem de riskli olduğu için işsiz kişilerin oranını iki katına çıkarmak ya da bankalarda bekleme hattı uzunluğunun etkisini incelemek için veznedar sayısını azaltmak vs. gibi örnekler gerçek sistem üzerinde çoğu zaman doğrudan deneyler yapılamayacağını göstermektedir (Demirel, 1999; 13)

Amaca uygun biçimde oluşturulan modeller, yapay bir araçla bir olayı ya da yakın benzerini gerekirse farklı ortamlarda tekrarlayabilme olanağı sağlar. Bir açıdan zaman ve konum değişiminin gerçekleşmesi anlamını da taşır. Bunun yanı sıra modeller sayesinde kişi, sistem üzerinde kendi kavradığı biçimde aksiyonlar geliştirebilir ve sistemle ilgili gereksiz ayrıntıları göz ardı edebilir. Böylece kişi kendi amacı doğrultusunda en yalın imkanlarla en karmaşığı anlatabilme çabası içine girer (Kalıpcıoğlu, 1988). Sistem modelleme süreci Şekil 28’de gösterilmektedir. Bilgi tabanı aracılığıyla oluşturulan modelde senaryolar dahilinde faaliyetler gerçekleştirilir ve modelin performansı ölçülür.

Şekil 28: Modelleme İşlemi



Kaynak: Demirel,1999; 15

Günümüzde, işletmelerdeki birtakım gerçek sorunların analizini yapmak için kurulan sistem ve bu sistemi temsil eden model yapısının çok karmaşık bir hal alması, sistemi temsil eden modelin analitik olarak çözümünü zorlaştırmaktadır. Bu durum analitik modellerle ifa edemediğimiz karmaşık sistemin genel karakteristik

özelliklerini yansıtacak bir modeli gerekli kılmaktadır. Simülasyon böyle bir durumda sistem modeli ve bu sistemi çözücü teknik olarak karşımıza çıkmaktadır (Kahveci, 1999; 9).

Gelişen teknoloji, bilişim sistemleri ve globalleşme firmalar arasındaki rekabeti oldukça artırmış, değişen ekonomik ve sosyal koşullar bir olgu ve olayı etkileyen bir çok yeni değişken yaratmıştır. Firmalardaki her karar vericinin amacı, bu değişkenlerin tümünü göz önüne alarak, problemlerin çözümünü sağlayacak en optimal kararı vermektir. Birçok karar verme tekniği günümüz problemlerinin çözümlerine uygulandığında çok teorik kalabilmekte, model geliştirmek için gerekli koşullar gerçek hayatta sağlanamamakta, dolayısıyla uygulanabilir sonuçlar alınamamaktadır. Simülasyon ise esnek ve hemen her türlü probleme uygulanabilir olması bakımından hem doğal bilimlerde hem de sosyal bilimlerde en çok kullanılan sayısal karar verme yöntemlerinden bir tanesidir. Simülasyon, temel olarak olasılıklı problemlerin analizinde kullanılan bir yöntemdir ve normalde belirli bir probleme çözüm sağlamaktan ziyade, problemle ilgili karar almada kullanılmak üzere bilgi sağlarken, alınan kararların doğruluğunu yapay bir uygulama ortamı yaratarak test etmeye yardımcı olur (Düzgün ve Samantır, 2005).

3.4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜM ARACI OLARAK SİMÜLASYON YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Günümüzde simülasyon yöntemi hem proje halindeki konteyner terminallerinin planlama aşamasında hem de var olan terminallerin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntem ile yer seçimi, saha tasarımı, ekipman seçimi veya programlamasında yapılabilecek değişikliklerin terminal performansına olası katkısı gözlemlenebilmektedir. Ayrıca yöntem belirli senaryolar üzerinden sistemin eksikliklerini ve kısıtlarını ortaya çıkarmak için de kullanılması mümkündür.

Geliştirilmiş simülasyon modelleri farklı liman operasyonlarının analiz edilmesinde kullanılabilmektedir. Modeller, gemi hizmet süresi, rıhtım meşguliyeti, gemi çıktıları, vinç değerlendirmesi ve buna benzer liman performans göstergeleri için tahminler sağlamaktadır. Modelleme işlemi, varış ve hizmet süresi gibi

değişkenlere uygun olasılık dağılımları sağlamak için farklı girdi verilerinin istatistiksel olarak analiz edilmesi ile başlar. Bundan sonra girdi verisi dağılımlarını kullanarak bir simülasyon modeli geliştirilir. Simülasyon modelinden elde edilen sonuçlar simülasyon programı çıktı analizatörü kullanılarak analiz edilir. Liman yöneticileri, eldeki simülasyonu nihai çıktı analizi ile beraber kullanmak suretiyle, liman operasyonlarının lojistik planları için iyi bir işletme stratejisi belirleyebilmektedir (Sağlam, 2007).

Bu bölümde konu hakkında literatür incelenmiş ve simülasyon yönteminin farklı kullanım alanları vurgulanmıştır.

Khoshnevis ve diğerleri (2000) üç boyutlu simülasyon aracılığıyla terminal sahasında kara yönlü operasyonlarda kullanılan yük operasyon sistemlerinin verimliliğinin karşılaştırılabilmesi için AutoMod programıyla Long Beach Limanı ile Los Angeles Limanı modellenmiştir. Çalışmanın sonucunda üç anahtar değişken sistemlerin verimliliğinin belirlenmesi için gerekli üç anahtar değişken belirlenmiştir. Bu değişkenler (1)çıktı (2)alan kullanımı (3)tur sayısıdır.

Shabayek ve Yeung (2002) Hong Kong'da yer alan Kwai Chung konteyner terminali simülasyonu ile sezonluk dalgalanmalardan en az etkilenecek kuyruk modelini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yanaşmayı bekleyen konteyner gemileri arasındaki varış zamanı farkları ve de tahmini operasyon süreleri sistemin girdileri olacak şekilde bir kuyruk modeli oluşturulmuştur. Bu modelin sezonluk dalgalanmalardaki işlevselliği ve Kwai Chung terminalinin performansı test edilmiştir.

Pachakis ve Kiremidjian (2003) gemi trafiği modellemesiyle gemi boyutları, su derinliği ve kargo dağılımı değişkenlerine bağlı olarak servis süreleri ve terminal gelirlerini incelemişlerdir. Aynı zamanda rıhtım vinci programlaması probleminin çözümüne yönelik elleçlenecek TEU'ya ve rıhtım vinci sayısına bağlı bir algoritma geliştirilmiştir.

Asperen ve diğerleri (2003) limanlarda gemilerin yüklerini yükleme ve boşaltmaları için iskele olanaklarını sağlayan, farklı gemi geliş biçimlerinin etkilerini çalışmışlardır. Üç gemi geliş dağılımı ele alınmıştır, bu dağılımlar aşağıdaki gibidir:

- Stok kontrolü
- Her bir gemi tipinin eşit uzaklıkta olması

- Poisson süreci

olarak incelenmiştir.

Stok kontrollü gemi gelişlerinin amacı, tanklardaki bitmiş yükün ve ham maddelerin stok seviyelerini bir hedef noktasında sürekli tutmak amacını güder. Bu da bir sonraki gelecek olan geminin tank stok seviyesine göre planlanmasını ifade etmektedir (Esmer, 2010).

Yang ve diğerleri (2004) otomasyon uygulanan konteyner terminallerinde AGV (otomamatik kontrollü araç) ve ALV (otomatik kaldırıcı araç) kullanımları verimlilik açısından simülasyon yöntemiyle kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucu olarak ALV kullanımında bekleme sürelerinin düşük olması sebebiyle daha üstün olduğu belirtilmiştir.

Hartmann(2004) konteyner terminallerinde rıhtım atama ve ekipman programlama gibi problemleri belirli senaryolar üzerinden modelleyerek çözmenin etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın amacı simülasyon yöntemine uygun gerçekçi senaryolar üretmede önemli olan parametreleri belirlemektir. Sonuç olarak bu parametreler doğrultusunda senaryolar üreten bir jeneratör ortaya çıkarılmıştır.

Ottjes ve diğerleri (2006) genişleme sürecinde olan Rotterdam Limanı için tasarlanan yeni terminalleri simülasyon yöntemi aracılığıyla intermodal gereksinimler, ekipman yeterliliği ve güvenlik önlemleri gibi alt başlıklarda analiz etmiştir.

Park ve diğerleri (2006) otomasyon uygulanan terminal modelinde operasyon yöntemleri arasında karşılaştırma yaparak, konteynerin sahadan alınmasıyla başlayıp gemiye yüklenmesiyle biten süreci minimize etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak AGV, ATC ve rıhtım vincinin bütünleşik kullanımına ilişkin bir algoritma elde edilmiştir.

Kozan ve Casey (2007) çalışmalarında multimodal konteyner terminallerinde geminin harcadığı vakti en aza indirmek amacıyla sistemin darboğazlarını tespit etmeye yönelik bir model ortaya koymuştur. Bu model terminalin elleçleme teknolojisi, yerleşim alanı ve hizmet çeşitlendirme seçimlerine yönelik bir karar destek sistemi niteliğindedir. Oluşturulmuş olan simülasyon modelinde belirlenen 16

darboğaza yönelik çözümlerin uygulanmasında genetik ve tabu search algoritmalarından faydalanılmıştır.

Zhang ve Jiang (2008) çalışmalarında rıhtım vinci, köprü vinci ve de kamyon atamalarının konteyner terminali verimliliğine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada Shangai'da yer alan bir konteyner terminali modellenmiş ve farklı ekipman atama stratejileri denenerek operasyon verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak konu olan terminal için dinamik programlama stratejisinin terminalde uygulanmakta olan statik programlama stratejisinden %8 daha verimli olduğu ortaya çıkmıştır.

Dragovic ve diğerleri (2009), konteyner terminallerinde alınan operasyona yönelik kararları destekleyici optimizasyon ve simülasyon tekniklerinin birlikte kullanıldığı bir model geliştirmişlerdir. Modelde terminal operasyonları, liman ekipmanlarının verimliliği ve geminin limanda geçirdiği süreyi tahmin eden senaryolar kullanılmıştır. Bu modelin stratejik ve taktiksel kararların alınmasında karar vericiye kolaylık sağlayacağı ifade edilmiştir. Model Kore'deki konteyner limanlarının verileriyle geliştirilmiş ve doğrulanmıştır (Esmer, 2010).

Martinez ve diğerleri (2010) İspanya ve Fransa sınırında yer alan Port-Bou terminalinde var olan demiryolu bağlantısındaki darboğaza çözüm bulmak için simülasyon yönteminden faydalanmışlardır. Çalışmanın bir diğer amacı aktarma operasyonlarında geliştirme çalışmalarının simülasyon yöntemiyle uygulanabilirliğini test etmek olarak belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda intermodal terminalde gerçekleştirilen vinç operasyonlarının farklı stratejilerle çalışmaları test edilmiş ve verimliliği en yüksek olan strateji belirtilmiştir.

Briskorn ve Hartmann (2010) simülasyon yöntemini Rotterdam Limanının Delta Terminali ve Hamburg Limanının Altenwerder Terminalinde kullanılmakta olan insansız otomatik çekicilerin programlama stratejilerini test etmek amacıyla kullanmışlardır. Oluşturulan modelde 2 farklı strateji 5 farklı senaryo dahilinde gözden geçirilmiştir.

Kulak ve diğerleri (2011) simülasyon yöntemini sistemin performansını düşürecek olası darboğazları belirlemek ve gelecekte uygulanabilecek geliştirme çalışmalarını ortaya koymak amacıyla kullanmışlardır. Bu çalışmada İstanbul'da yer

alan bir konteyner terminali modellenmiş ve farklı iş yoğunluğu senaryoları üzerinden terminalin performansı test edilmiştir.

Lee ve diğerleri (2011)'nin gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın çerçevesini üç temel modül oluşturmaktadır. Bu modüller otomatik terminal planı üretici, bütçe paylaşırma algoritması ve genetik algoritmadır. Modüllerin bir arada çalışmasıyla belirlenen parametreler doğrultusunda alternatif terminal tasarımları elde edilmekte ve optimizasyonu elde etmek için devamlı olarak yeni tasarım parametreleri oluşturulmaktadır.

Konteyner terminali gibi birden fazla iş sürecinin birbirini takip ettiği sistemlerde sistemin performansı en zayıf halkanın performansına bağlıdır.

Bu tip sistemlerde performans artırmak için yapılması gerekenler sırasıyla;

- Sistem hedeflerinin tanımlanması
- Evrensel performans ölçülerinin belirlenmesi
- Sistem kısıtlarının belirlenmesi
- Sistem kısıtlarının ortadan kaldırma yollarına karar verilmesi
- Sistemin kısıtlara indirgenmesi
- Sistem kısıtlarının ortadan kaldırılmasıdır (Goldratt, 1990).

Simülasyon yöntemi bu aşamaların uygulanmasına imkan tanıyabilmektedir. Özellikle kısıtların ortadan kaldırılmasında izlenecek yola karar vermesi aşamasında birçok alternatifin denenebilmesine olanak sağlaması kısıt yönetiminde simülasyonun önemini artırmaktadır.

Bronaugh (2012) konteyner terminali geliştirme projelerinde simülasyon yönteminin kullanımını incelemiş ve bu sürecin üç aşamada ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Birinci aşama olan modelleme süreci mimari plana bağlı olarak altyapı, üstyapı ve terminal donanımının simülasyon programı üzerinde tasarlandığı süreçtir. İkinci aşama değerlendirme aşamasıdır ve bu aşamada senaryolar oluşturularak planlanan sistemin hedefleri ne oranda gerçekleştirebildiği test edilmektedir. Sistemin işlerliği kanıtlandıktan sonra üçüncü aşama olan eğitime geçilmektedir. Bu aşamanın amacı sisteme dahil olan çalışanlara eğitim vererek, insan faktörünün dahil olmasıyla oluşabilecek olumsuzlukları en aza indirebilmektir.

Tablo 3’de 2000-2012 yılları arasında konteyner terminali simülasyonuna ilişkin literatür incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Konteyner terminali modellemeye ilişkin konular şu şekilde belirlenmiştir:

- Yer seçimi
- Yük elleçleme/ekipman verimliliği
- Gemi manevra ve operasyonları
- Rıhtım atama/planlama
- Kuyruk modeli
- Liman planlama
- Darboğaz belirleme
- Senaryo oluşturma
- Literatür taraması

2000-2012 yılları arasında gerçekleştirilmiş olan toplam 63 yayında geliştirilen modellerin sınıflandırılması sonucunda aşağıdaki istatistiklere ulaşılmıştır:

- Liman simülasyonlarında en fazla değerlendirilen konu yük elleçleme ve ekipman verimliliği konusudur. Bu konuya ilişkin 32 yayın bulunmaktadır.
- Gemi manevra ve operasyonları konusu 19 yayında simülasyona konu olmuştur.
- Liman planlama konusu 16 yayında simülasyona konu olmuştur.
- Rıhtım atama konusu 9 yayında simülasyona konu olmuştur.
- Simülasyonlarda senaryo oluşturma ve darboğaz belirleme konuları sırasıyla 6 ve 5 yayında işlenmiştir.
- Literatür taraması, kuyruk modellemesi konuları 3er yayında işlenmiştir.
- Yer seçiminde simülasyon kullanımı ise yalnızca bir yayına konu olmuştur.

Tablo 3: 2000-2012 Yılları Arasında Yayınlanan Liman Simülasyon Litaratürü Özeti

		Modellemeye Konu Olan Konu Kapsamı								
Yıl	Yazar(lar)	Yer Seçim i	Yük Elleçleme /Ekipman Verimliliği	Gemi Manevra ve Operasyonları	Rıhtım Atama /Planlama	Kuyruk Modeli	Liman Planlama	Literatür Taraması	Darboğaz Belirleme	Senaryo Oluşturma
2000	Shabayek ve Yeung (2000)					+				
2000	Khoshnevis ve Vaziri(2000)		+							
2000	Tahar ve Hussein (2000)		+	+						
2000	Nam ve diğerleri (2002)			+						
2002	Kia ve diğerleri (2002)							+		
2002	Bruzzone (2002)		+						+	
2002	Segouridis ve Angelides (2002)		+							
2003	Asperen ve diğerleri (2003)			+						
2003	Kim ve diğerleri (2003)		+							
2003	Pachakis ve Kiremidjian (2003)				+	+				
2003	Sqouridis (2003)		+							
2004	Franzese ve diğerleri (2004)			+						+
2004	Hartmann (2004)						+			+
2004	Yang ve diğerleri (2004)		+							
2004	Vis ve Harika (2004)		+							
2005	Dragovic ve diğerleri (2005a)		+	+						
2005	Dragovic ve diğerleri (2005b)			+						
2005	Casaca, A.P. (2005)		+							
2006	Lee ve Chandraselear (2006)					+				
2006	Hoshino ve diğerleri (2006)						+		+	
2006	Park ve diğerleri (2006)		+	+						

2006	Ottos ve diğerleri (2006)						+			
2006	Cortes ve diğerleri (2006)			+	+					+
2006	Lau ve diğerleri (2006)		+							
2006	Dragovic ve diğerleri (2006)		+	+						
2006	Dragovic ve diğerleri (2006)		+	+						
2007	Kozun ve Casey (2007)						+		+	
2007	Desphande ve diğerleri (2007)				+					
2007	Lau ve Lee (2007)		+							
2007	Huang ve diğerleri (2007)		+	+						+
2008	Petering ve diğerleri (2008)		+							+
2008	Soman ve Raghuram (2008)				+					
2008	Zeng ve Yang (2008)		+		+					
2008	Ma ve hadjiconstantnou (2008)		+	+						
2008	Esmer ve diğerleri (2008)			+	+					
2008	Wany ve Li (2008),		+							
2008	Zhang ve Jiang (2008)		+							
2008	Beskovnik (2008)		+							
2008	Zanen ve diğerleri (2008)						+			
2009	Beskovnik ve Trdy (2009)		+				+			
2009	Cuilian ve diğerleri (2008)			+						
2009	Alessandri ve diğerleri (2009)			+						
2009	Monacco ve diğerleri (2009)				+		+			
2009	Legato ve diğerleri (2009)			+			+		+	
2009	Dragovic ve diğerleri (2009)		+	+						
2009	Angeloudis ve Bell							+		
2009	Sacone ve Siri(2009)						+			+

2009	Hadjiconstantinou ve Ma (2009)		+	+					+	
2009	Ghamdi (2009)			+					+	
2009	Hartmann ve diğerleri (2009)				+					
2010	Li ve Xiadong (2010)		+				+			
2010	Reefke (2010)				+					
2010	Briskorn ve Hartmann (2010)		+				+			
2010	Huang ve diğerleri (2010)					+	+			
2010	Martinez ve diğerleri (2010)		+				+			+
2010	Güldoğan (2010)		+						+	
2011	Longo (2011)							+		
2011	Lee ve diğerleri (2011)	+					+			
2011	Bruzzone ve diğerleri (2011)		+							
2011	Klaws ve diğerleri (2011)		+							+
2011	Shütt (2011)						+			
2011	Zeng ve diğerleri (2011)		+						+	
2011	Kulak ve diğerleri (2011)						+		+	

Görüldüğü gibi simülasyon kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak bu konu hakkında akademik çalışma sayısı da gittikçe artmaktadır. Çalışmaların büyük bir çoğunluğunda simülasyon yönteminden yük elleçleme operasyonlarında performansı artırmak amacıyla yararlanılmıştır. Bir sonraki bölümde FlexSim programı kullanılarak proje halindeki bir konteyner terminalinin modellenme sürecine yer verilecek ve bu program aracılığıyla projenin performans değerleri ortaya konulacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BİR SİMÜLASYON MODELİ ÜZERİNDEN KONTEYNER TERMİNALİ YÜK OPERASYONLARI ANALİZİ

Bu bölümde ayrıntılı bir şekilde araştırmanın sürecine yer verilmiştir. Öncelikle araştırmanın kapsamı, problemi ve amacı tanımlanmıştır. Daha sonra araştırmanın kavramsal modeli ortaya konulmuş ve araştırma kapsamında kullanılan yöntemlere değinilmiştir. Mülakat verilerine dayalı olarak geliştirilmiş olan simülasyon modeli üzerinden elde edilen bulgular yine bu başlık altında yer almaktadır.

4.1. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Konteyner terminali yatırımları yüksek maliyetli ve geri dönüşü zor yatırımlar oldukları için bu alanda karar destek sistemlerinin önemi oldukça fazladır. Simülasyon yöntemi ise konteyner terminal projelerinin modellenmesinde en çok kullanılmakta olan karar destek sistemidir. Bunun en büyük sebebi konteyner terminallerinin karmaşık yapısından dolayı matematiksel modelleme yönteminin pratik olmamasıdır. Simülasyon yöntemi ile farklı proje modelleri oluşturularak performans değerlerinin kıyaslanması, senaryolar üzerinden tasarlanan projelerde oluşabilecek darboğazların belirlenmesi ve var olan terminallerin iyileştirme/genişleme çalışmaları kapsamında alternatif stratejilerin oluşturulması gibi uygulamalar son derece kolaylaşmıştır.

Araştırma kapsamında limanların küresel tedarik zinciri içindeki yeri ve önemi tanımlanmış, konteyner terminallerinde gerçekleştirilen yük operasyonları belirlenmiş ve FlexSim simülasyon programı kullanılarak modellenmiş olan TCDD İzmir Alsancak Limanı genişleme projesinde gerçekleştirilecek olan yük operasyonları değerlendirilmiştir.

4.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Liman projelerinde yük operasyonlarıyla ilgili olarak alınması gereken çok sayıda karar vardır. Alınması gereken kararların başlıcaları;

- Yük operasyonlarında kullanılacak ekipmanlar için optimal sayıların belirlenmesi,
- Ekipmanların operasyonlara atanması,
- Terminal içerisindeki trafik akışının belirlenmesi,
- Yükleme/boşaltma süreçlerinin programlanması,
- Saha istif planlamasının yapılması,
- Ekipmanların ve terminal sahasının verimli kullanılmasıdır.

Alınacak bu kararların sonuçlarını ve gidişatını öngörmek liman yöneticileri için bir problemdir. Bu araştırmada söz konusu problemin çözümünde simülasyon yönteminin işlevselliği değerlendirilmiştir.

4.3. ARAŞTIRMANIN AMACI

Araştırmanın temel amacı; proje aşamasındaki konteyner terminallerinde yük operasyonlarının verimliliğini ölçmek adına simülasyon yönteminin kullanılabilirliğini değerlendirmektir. Bu çerçevede simülasyon yöntemi, proje halindeki konteyner terminallerinde gerçekleşecek olan

- lojistik süreçleri test etme
- performans değerlerini ortaya çıkarma
- olası darboğazları belirleme

amaçlarıyla karar destek modeli olarak iş görmektedir.

Araştırmanın amacına ulaşmak için aşağıdaki nicel ve nitel araştırma süreçleri doğrultusunda araştırma yürütülmüştür: Nitel araştırma süreci aşağıdaki süreçleri kapsamaktadır:

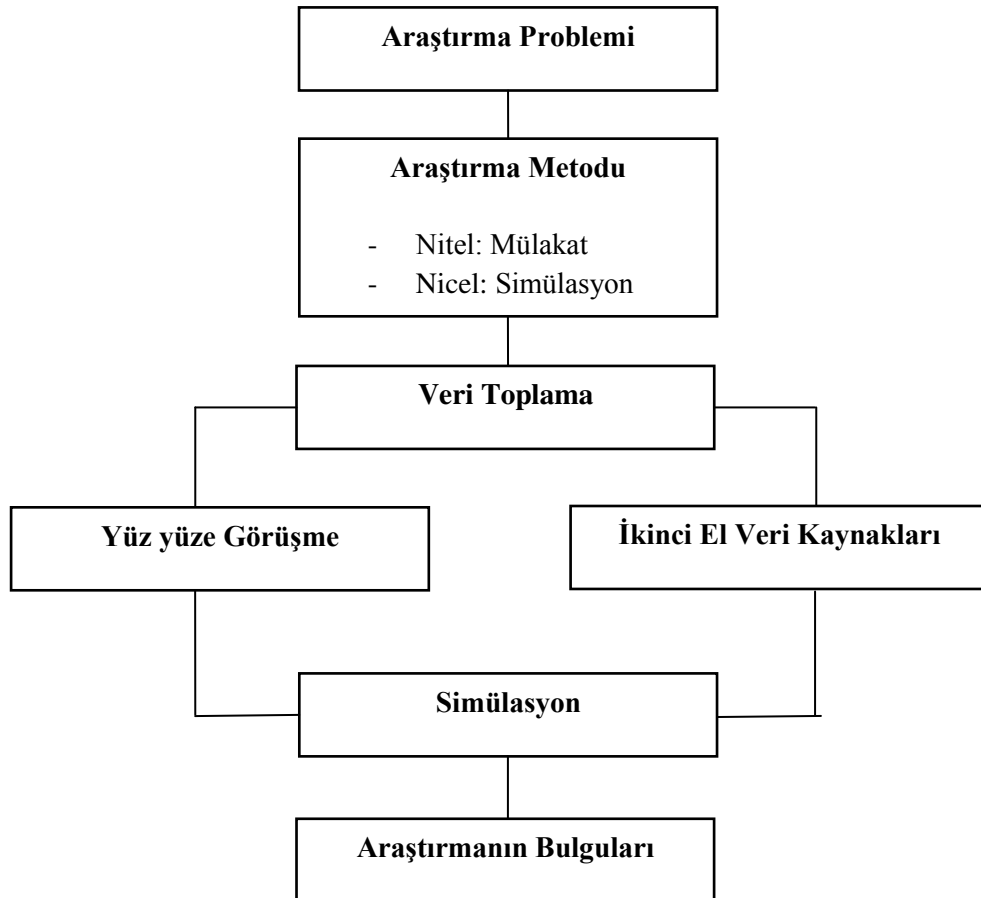
- Konteyner terminallerinin tedarik zinciri yönetimindeki önemini tespit edilmesi,
- Konteyner terminallerindeki lojistik süreçlerin tanımlanması,

- Konteyner terminali performans ölçümünde kullanılan simülasyon yöntemi hakkında literatür taramasının yapılması,
- Simülasyon modeline ilişkin uygulama terminali verilerinin toparlanması
- Nicel araştırma ise aşağıdaki süreçleri kapsamaktadır:
- Simülasyon modeli için verilerin simülasyona hazır hale getirilmesi,
- Simülasyon modelinin geliştirilmesi,
- Geçerlilik ve güvenilirlik analizlerinin yapılarak modelin doğrulanması.

4.4. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL MODELİ

Araştırma süreç ve kapsamının yansıtıldığı kavramsal model aşağıdaki gibidir:

Şekil 29: Araştırmanın Kavramsal Modeli



4.5. ARAŞTIRMANIN METODU

Mülakat (görüşme), sözlü iletişim yoluyla veri toplama (soruşturma) tekniğidir. Mülakat, çoğunlukla, yüz yüze yapılmakta ise de, telefon ve televizyonlu telefon gibi anında ses ve resim ileticileriyle de olabilir (Karasar, 2012). Yüz yüze görüşme yönteminde iletişimi geliştirme olanağı vardır. Görüşmecinin cevaplayıcı ile kurduğu ilişki ne kadar güçlü ise cevaplayıcının verdiği bilgiler de o derece doğru ve ayrıntılı olur. Görüşmeci cevaplayıcıya daha derinlemesine yanıtlar alabilmek için ek sorular sorabilir (Pişkin ve Öner, 1999; 2). Yüz yüze görüşmenin belirtilen avantajlarından ötürü çalışma kapsamında gerçekleştirilmiş olan mülakatlar bu biçimdedir.

Mülakatları değişik ölçütler baz alınarak sınıflandırmak mümkündür. Yaygın olarak yapılan sınıflamaya göre üç çeşit mülakattan söz edilebilir: Biçimsel, Yarı Biçimsel, Biçimsel olmayan (Altunışık ve diğerleri, 2010). Bu çalışma kapsamında yer alan mülakatlar, daha önceden belirlenmiş standardize soru setinden oluştukları için biçimsel mülakat grubuna dahil olmaktadır.

Genel olarak mülakatın üç temel amacı vardır. Bunlar;

- işbirliği sağlamak ya da sürdürmek
- sağaltım (tedavi)
- araştırma verisi toplamaktır (Karasar, 2012).

Bu çalışmada uygulanmış olan mülakatlar araştırma verisi toplamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak simülasyon modeli yapılandırılmıştır.

Simülasyon gerçek sistemin modelinin tasarımı ve bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek için deneyler yürütülmesi sürecidir. Simülasyon;

- Belirli kararların sonuçlarını ve gidişatlarını tahmin etmekte
- Gözlemlenen sonuçların sebeplerini belirlemede
- Yatırım yapmadan önce problem alanlarını belirlemede
- Değişikliklerin etkilerini ortaya çıkarmada
- Bütün sistem değişkenlerinin bulunmasını sağlamada

- Fikirleri değerlendirmede ve verimsizlikleri belirlemede
- Yeni fikir geliştirmeyi ve yeni düşünceyi teşvik etmede
- Planlarınızın bütünlüğünü ve fizibilitesini test etmede kullanılır (Alp,2009).

4.6. ARAŞTIRMANIN ANA KÜTLESİ: TCDD İZMİR ALSANCAK LİMANI

Araştırmanın ana kütlesi olarak TCDD İzmir Alsancak Limanı belirlenmiştir. İzmir Limanı'nın Türkiye'nin en önemli limanlarından biri olması, somut bir genişletme ve geliştirme projesine sahip olması ve de yakın olması bu seçimin yapılmasındaki ana sebeplerdir.

Bir liman ve kıyı kenti olan İzmir, Ege Bölgesi'nin batı kıyısında yer almakta olup, 38° 25'00" N enlem ve 27° 04' 30" E boylamlarında yer almaktadır. Türkiye'nin üçüncü büyük şehri ve iş merkezidir. Tüm ulaşım olanaklarının (karayolu, tren yolu, hava ve deniz yolu) kullanılabildiği kent, özellikle limanları ile öne çıkmaktadır. (Bartan, 2007).

İzmir, Uzak ve Ortadoğu'nun batı dünyasına açılan penceresi olan Ege Bölgesi'nin merkezidir. Bu özelliği ve deniz kıyısında olması İzmir'in tarih boyunca bir liman kenti olmasını sağlamıştır. Kentin bu özelliğini hali hazırda İzmir Alsancak Limanı sağlamaktadır. İzmir Alsancak Limanı, konumu, niteliği ve potansiyeli bakımından Türkiye'nin en stratejik limanlarından birisidir (Baran, 2010).

TCDD İzmir Limanı; kuruluş yeri bakımından doğal liman, coğrafi bakımdan deniz kıyısı limanı, gördüğü hizmet bakımından ticari ağırlıklı liman, idari biçimi açısından ise bir devlet limanıdır (Baran, 2003).

Limandaki 3.400 m rıhtım uzunluğunun 1.450 m.'si konteyner molü rıhtım uzunluğudur. Toplamda 24 adet rıhtım bulunmaktadır. Liman sahası 902.000 m²'dir. Konteyner molü stoklama sahası 295.000 m²'dir. Limandaki açık saha 85.000 m², toplam beton açık saha 380.000 m², kapalı saha 29,205 m², kapalı ambarlama saha hacmi 171.012 m³'tür. Limanın derinliği (-7m) – (-13m) arasındadır. Limanın potansiyel kapasitesi 11.000.000 ton/yıl'dır (Baran, 2010).

İzmir Limanı, dünyada nadir rastlanacak türde doğal elverişliliği olan bir limandır. Dağların arasında kuytudur. Limancılık bakımından en önemli unsur olan operasyon elverişliliğine sahiptir. Coğrafi konumu nedeniyle rüzgar hangi yönden

eserse essin, denizin hareketlenmesi söz konusu olmamakta veya çok sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla, yılın her günü yükleme ve boşaltma operasyonuna elverişli bir konumda olmaktadır (Ceylan, 2005).

Limanda her türlü yüke hizmet verilmekte olup, liman genişleme çalışmaları sürmektedir. Liman demiryolu ve karayolu şebekesi ile bağlantılıdır. Limanda 8 saatten 3 vardiya ile toplam 24 saat kesintisiz hizmet verilmektedir. Limana giren ve çıkan gemiler için kılavuz almak zorunludur. Pilotaj ve römorkaj hizmetleri 24 saat boyunca verilmektedir (Arslan, 2007).

Şekil 30: İzmir Alsancak Limanı



Kaynak: Bartan, 2007

İzmir Alsancak Limanı TCDD Limanları içinde en çok gelir getiren liman olarak karşımıza çıkmaktadır. Özelleştirme Yüksek Kurulu'nun 30.12.2004 tarih ve 2004/128 sayılı kararı ile İzmir limanı özelleştirmesi 03.05.2007 tarihinde yapılmıştır (Baran;2010). Ancak özelleştirme çalışmaları olumsuz bir şekilde son bulmuştur, bu süreçten sonra limanın tekrar kamu yatırımlarıyla rekabet gücünün artırılması beklenmektedir. Bu kapsamda limanda kısa, orta ve uzun vadede yatırımlar yapılması planlanmıştır. 2011 yılında limana yeni ekipmanlar kazandırılmış, liman otomasyon sistemi için ihaleye çıkılmış, limanın bütün kapıları denetim altına alınmıştır (T.C. İzmir Valiliği Resmi Kent Rehberi, 2011).

Limanın özelleştirme ihalesinden günümüze kadar geçen süre içinde bölgedeki diğer iskele ve limanlarda da yeni çalışmalar ve planlamalar

yapılmaktadır. Aliğa bölgesindeki özel bazı firmaların konteyner elleçledikleri, Petkim gibi büyük firmaların konteyner limanı yatırımları planladıkları bilinmektedir. Bu çalışmaların dışında daha uzun bir süredir gündemde olan Kuzey Ege (Çandarlı) Limanı'nın ihalesi sonuçlanmış ve inşaatına başlanmıştır. Çandarlı Limanı konteyner hedef kapasitesi bakımından hem Akdeniz bölgesinin hem de dünyanın sayılı limanları arasında yer almayı planlamaktadır. Bu koşullar değerlendirildiğinde İzmir Alsancak Limanı ve çevresindeki limanların konteyner yük tahminlerini iyi bir şekilde planlaması gerekmektedir (Eryaşar, 2012).

İzmir Alsancak Limanı'nın olumsuz sonuçlanan özelleştirme ihalesinden sonra liman yük ve kruvaziyer limanı olmak üzere ikiye ayrılarak kruvaziyer limanının özelleştirilmesi hedeflenmektedir. Yap-işlet-devret modeliyle yeniden yapılması planlanan limanın işletmesini devralacak şirketin, mevcut iskele yerine beş adet kruvaziyer gemisine hizmet verebilecek olan 350 m boyunda iki iskele yapması öngörülmektedir (Alp, 2010). Yük limanının genişletilmesi ve geliştirilmesi projesinin detayları yetkililerle yapılan mülakatlar ışığında çalışmanın “mülakat bulguları” kısmında yer almaktadır.

4.7. VERİ TOPLAMA

Simülasyon modelinin oluşturulması için TCDD İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali projesine dair gerçek verilere ihtiyaç duyulmuştur. Oluşturulan simülasyon modelinde uygulanan yük operasyonu senaryosu da aynı şekilde mülakatlar sonucu elde edilen gerçek operasyon verilerine dayanmaktadır. Bu doğrultuda veri toplamak adına izlenen yüz yüze görüşme süreci Tablo 4'de görüldüğü gibidir. Öncelikle İzmir Limanı hakkında genel bilgi almak ve mülakat soruları doğrultusunda ilgili birimlere yönlendirilmek adına Liman İşletme Müdür Yardımcısı Serdal Ensari ile görüşülmüştür. Bu doğrultuda proje yatırımları hakkında bilgilere ulaşmak üzere Uzman Mennan Ersoz, proje halindeki konteyner terminali yük operasyon planına ve mevcut terminalde gerçekleşmiş olan bir operasyona ilişkin bilgilere ulaşmak üzere Operasyon Müdürü İlhan Orhan, mevcut konteyner terminalinde gerçekleşmiş olan operasyon istatistiklerine ulaşmak üzereyse istatistik memuru Murat Göçen'le görüşülmüştür.

Tablo 4. Mülakat Süreci

Yüz Yüze Görüşmeler	Tarih	Süre	Yer
Serdal Ensari – Liman İşletme Müdür Yardımcısı, TCDD İzmir Limanı	20.06.2013	30 dk.	İzmir Limanı
Selahattin Kurt – Otomasyon Proje Lideri, TCDD İzmir Limanı	20.06.2013	30 dk.	İzmir Limanı
İlhan Orhan – Operasyon Müdürü, TCDD İzmir Limanı	20.06.2013	30 dk.	İzmir Limanı
Halit Yeşil – Otomasyon Memuru, TCDD İzmir Limanı	21.06.2013	30 dk.	İzmir Limanı
Mennan Ersoz – Uzman, TCDD İzmir Limanı	21.06.2013	45 dk.	İzmir Limanı
Hasan Korkmaz – Puantör, TCDD İzmir Limanı	21.06.2013	15 dk.	İzmir Limanı
Murat Göçen – İstatistik Memuru, TCDD İzmir Limanı	21.06.2013	30 dk.	İzmir Limanı
Ersel Zafer Oral – MARGEN Danışmanlık	24.06.2013	45 dk.	MARGEN

4.8. MÜLAKAT BULGULARI

Bu bölümde gerçekleştirilen mülakatlar sonucu elde edilen, hem mevcut limana hem de genişletme projesine dair bulgular derlenmiştir. Tablo 5 İzmir Limanı Otomasyon Proje Lideri Selahattin Kurt ile gerçekleştirilen mülakat sonucu elde edilen rıhtım uzunluk, derinlik ve kullanım alanı bilgilerini içermektedir.

Tablo 5: TCDD İzmir Alsancak Limanı Rıhtım Verileri

Rıhtım	Uzunluk (m)	Derinlik (m)	Kullanım Alanı
1	140	8	Yolcu terminali
2	190	9	Yolcu terminali
3	150	9	Dökme , Ro-Ro
4-5	270	9	Genel kargo
6	75	9	Genel kargo
7-8-9	372	9	Genel kargo
10-11-12	348	8	Genel kargo
13-14-15-16	600	10	Konteyner
17-18-19	450	10	Konteyner
20-21-22	364	10	Genel kargo, Ro-Ro
23-24	360	10	Tahıl silosu, Dökme

Kaynak: İzmir Limanı Otomasyon Proje Lideri Selahattin Kurt ile gerçekleştirilmiş olan mülakata istinaden düzenlenmiştir.

Tablo 6 TCDD İzmir Limanında hali hazırda var olan yük elleçleme ekipmanlarına dair kapasite, adet ve üretim tarihi bilgilerini sunmaktadır.

Tablo 6: TCDD İzmir Alsancak Limanı Yük Elleçleme Ekipmanları

EKİPMAN		KAPASİTE	ADET	ÜRETİM TARİHİ
Rıhtım Vinci		40 Ton	5	1986 - 1999
Gezer Vinçler (MHC)	Tekerlekli	6 – 25 Ton	6	1977 - 1983
	Yüzer	90 Ton	1	1981
Köprü Vinci (RTG)		40	10	2001
		40	4	2012
Reach Stacker		40	14	1998
Forklift	Konteyner	8 – 42 Ton	19	1998
	Yük	2 – 5 Ton	14	1982 – 1998
Loader		3 Ton	1	2001
Tır			13	1971 – 1981
Tug Master		25 – 50 Ton	47	1987 - 2012
Gezer vinçler-MHC (üçüncü tarafa ait)		90	2	

Kaynak: Liman İşletme Müdür Yardımcısı Serdal Ensari ve İstatistik Memuru Murat Göçenle gerçekleştirilen mülakatlara istinaden düzenlenmiştir.

Tablo 7’de geçtiğimiz son iki yılda İzmir Alsancak Limanında gerçekleştirilen yükleme boşaltma operasyonları detaylarıyla derlenmiştir.

Tablo 7: TCDD İzmir Alsancak Limanı Son İki Yıla Ait Yükleme/Boşaltma Verileri

	YÜKLEME				BOŞALTMA				
Yıllar	20		40		20		40		Toplam TEU
	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ	DOLU	BOŞ	
2011	144.969	3.925	82.017	9.860	49.998	95.183	63.308	43.047	690.539
2012	144.776	3.087	87.355	7.555	46.305	110.391	59.437	45.922	705.097

Kaynak: TCDD İzmir Limanı Operasyon Müdürü İlhan Orhan ile gerçekleştirilen mülakata istinaden düzenlenmiştir.

TCDD İzmir Limanına yönelik yeni yatırım projeleri yürütülmektedir. Bu proje, yeni bir konteyner terminalinin yapılmasını, limanın yük ve yolcu olmak üzere ikiye ayrılmasını, yolcu terminalinin yeniden yapılandırılmasını, İzmir körfezinde derinliğin artırılmasını, var olan iskelelerin denize doğru 40 metre kaydırılmasını ve de genişleyen limanın ihtiyaçları doğrultusunda yeni ekipmanların alınmasını kapsamaktadır.

Projeye göre 380,000 m²lik alan doldurulacak ve 814 m uzunluğunda yeni iskeleye sahip olunacaktır. Derinliğin artırılmasıyla da daha yüksek tonajlı gemilerin operasyonuna imkan sağlanacaktır. Projenin tamamlanmasıyla birlikte limanın kapasitesi 2,5 milyon TEU’ya ulaşmış olacaktır.

Şekil 31: Proje Kapsamında Doldurulacak Alanın Uydu Görüntüsü

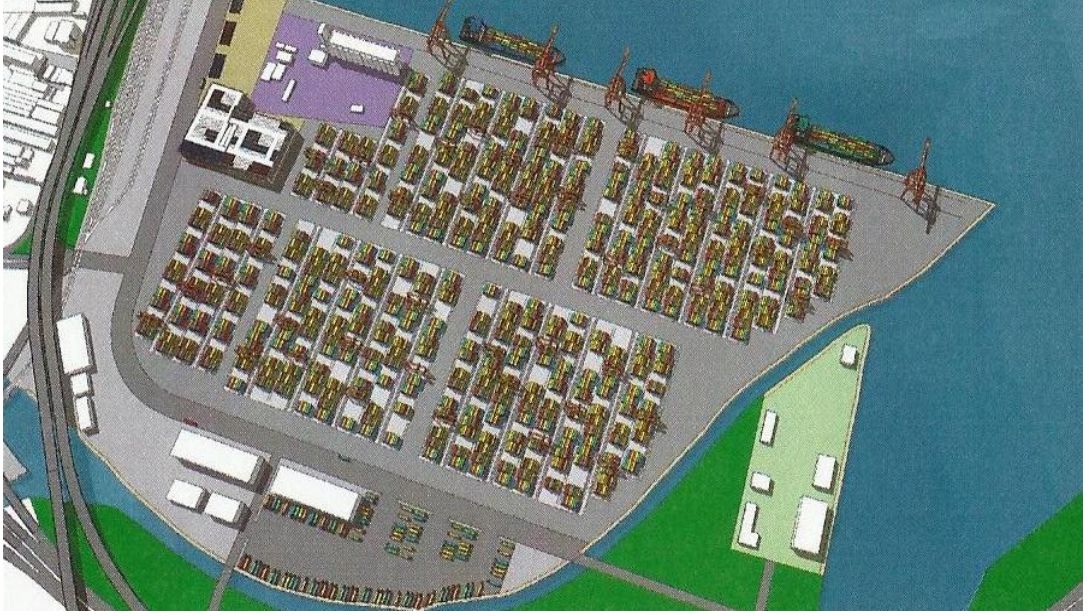


Şekil 31’de gösterilen uydu görüntüsünde limanın İkinci konteyner sahasını oluşturacak olan alan işaretlenmiştir.

Şekil 32: Proje Kapsamında Doldurulacak Alan



Şekil 33: Proje Halindeki Konteyner Terminali



Projenin tamamlanmasıyla doldurulan alan Şekil 33 ‘teki hali alacaktır. Proje kapsamında ekipman yatırımları sürmektedir. 5 rıhtım vinci bakıma alınmıştır. Bunların 3’ünün bakımı tamamlanmıştır. MHC’nin satın alınma ihalesi tamamlanmıştır ve yakın zamanda teslimatı gerçekleştirilecektir. 15 milyon TL karşılığında 4 yeni RTG, 3.5 milyon TL karşılığında 8 yeni çekici satın alınmıştır. Proje dahilinde 8 çekici daha satın alınacaktır.

Şekil 34: Bakımı Tamamlanmış Rıhtım Vinci



Şekil 35: Satın Alınan Köprü Vinçleri



Proje halindeki konteyner terminali 63 konteyner bloğundan oluşmaktadır. Bu bloklar ihracat, ithalat, tehlikeli, hasarlı, soğutmalı, transit ve standart olmayan şeklinde gruplandırılmıştır. Bazı bloklarda birden fazla yük grubu yan yana bulunabilmektedir. Şekil 36’da görüldüğü gibi 1 numaralı bloklar hasarlı konteyner, 2 numaralı bloklar tehlikeli yük konteynerleri, 3 numaralı blok standart dışı konteynerleri, 4 numaralı bloklar ise boş konteynerler için ayrılmıştır.

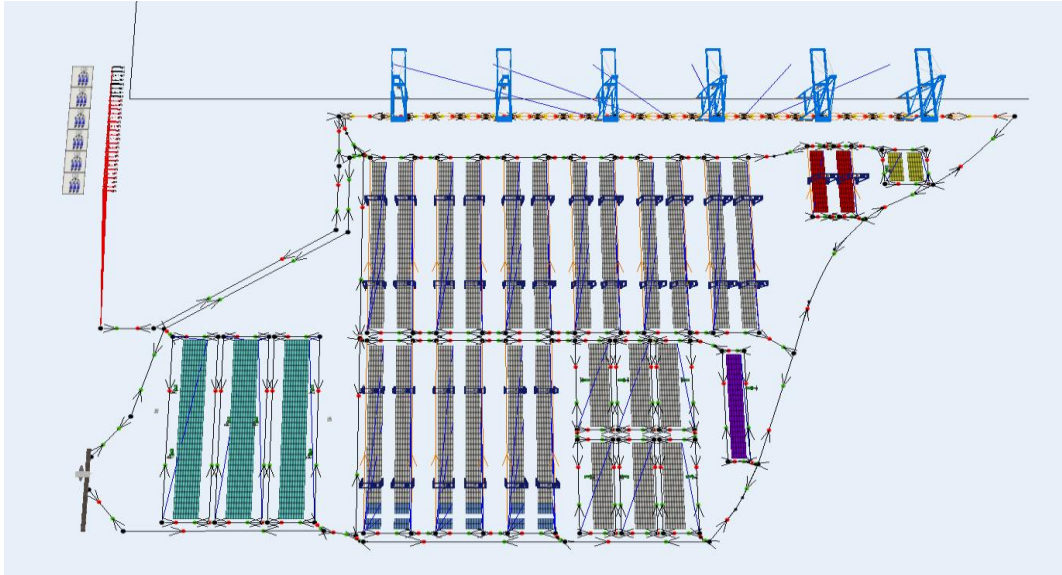
Şekil 36: TCDD İzmir Alsancak Limanı Projesi Saha Planı



4.9. SİMÜLASYON MODELİ

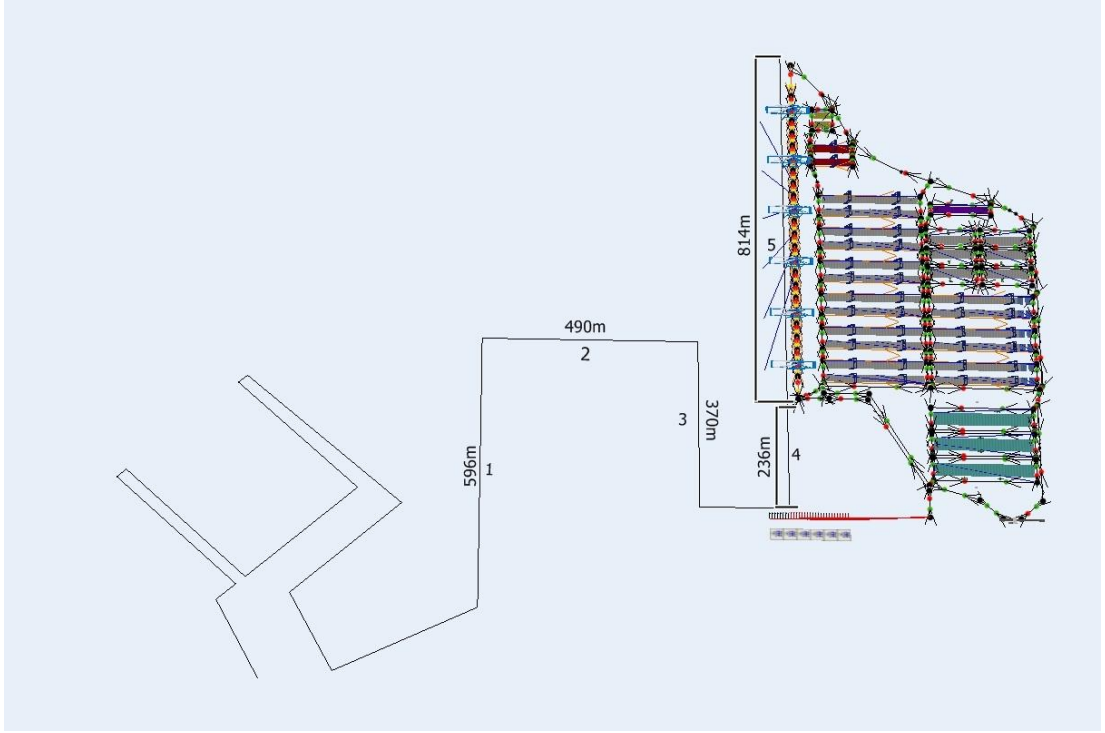
İzmir Alsancak Limanı proje halindeki konteyner terminalinin modellenmesi için Flexsim CT3 simülasyon programından yararlanılmıştır. Flexsim CT3, konteyner terminali sistemleri için 3 boyutlu sanal modelin kurulmasını sağlayan ve sayısal çıktılarla sistem sorunlarına optimum çözümlerin üretilmesine yönelik çalışmaların yürütülebileceği modern bir simülasyon programıdır. Teknik açıdan özgün durum (discrete-event) simülatörü sınıfında yer almaktadır. Programın sunduğu geniş çaplı performans raporları benzer programlara kıyaslandığında en büyük artısı olarak görülmektedir. Bu program kullanılarak oluşturulan modelin kuşbakışı görünümü Şekil 37’de görülmektedir.

Şekil 37: Proje Halindeki İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminalinin Simülasyon Modeli



Modelleme sürecinde öncelikle gerçek uzunluk ve açılara göre rıhtımlar oluşturulmuştur. Şekil 38’de görüldüğü gibi proje halindeki toplam rıhtım uzunluğu 1050 m’dir. Ancak 4 numaralı alanda var olan Toprak Mahsülleri Ofisi silolarından dolayı 236 metrelik kısım gemi operasyonu için uygun değildir. Geriye kalan 814 metrelik kısımda operasyon gerçekleştirmek üzere 6 adet rıhtım vinci konuşlandırılmıştır. Rıhtım vinci operasyonunda vinç yoğunluğu (crane intensity) dikkate alınmamıştır

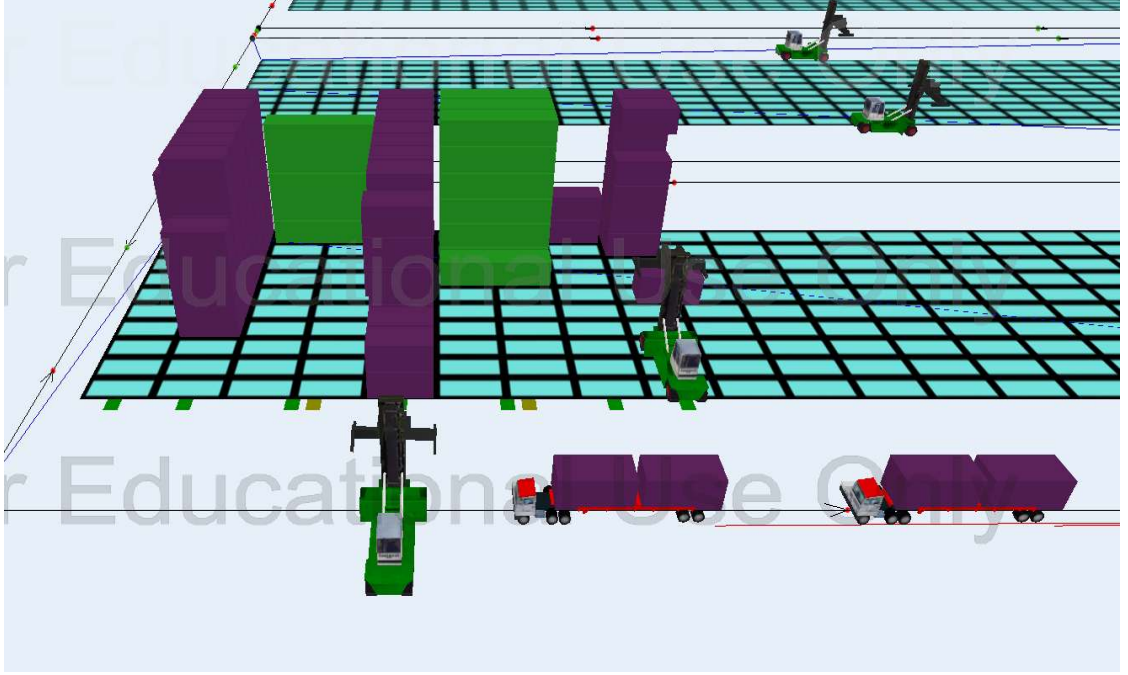
Şekil 38: Oluşturulan Model Üzerinde TCDD İzmir Alsancak Limanı Rıhtımları



Model kapsamında konteyner tipleri yapılandırılmıştır. Koyu yeşil konteynerler 20' ithalat, kırmızı konteynerler 40' ithalat, mavi konteynerler 20' ihracat, sarı konteynerler 40' ihracat, mor konteynerler 20' boş, açık yeşil konteynerler ise 40' boş konteynerlerdir.

Rıhtımın oluşturulmasını, vinçlerin yerleştirilmesini ve konteyner tiplerinin yapılandırılmasını takiben konteyner blokları yerleştirilmiştir. Oluşturulan model, 63 konteyner bloğundan oluşmaktadır ve bu bloklar ithalat, ihracat, tehlikeli yükler, hasarlı, boş, soğutmalı, transit ve standart olmayan şeklinde gruplandırılmıştır. Bloklarda yük operasyonları 36 köprü vinci ve 14 toploaderla gerçekleştirilmektedir. Şekil 39 ve 40'da bu operasyondan kesitler görülmektedir.

Şekil 39: Oluşturulan Model Üzerinde Toploader Opeasyonu



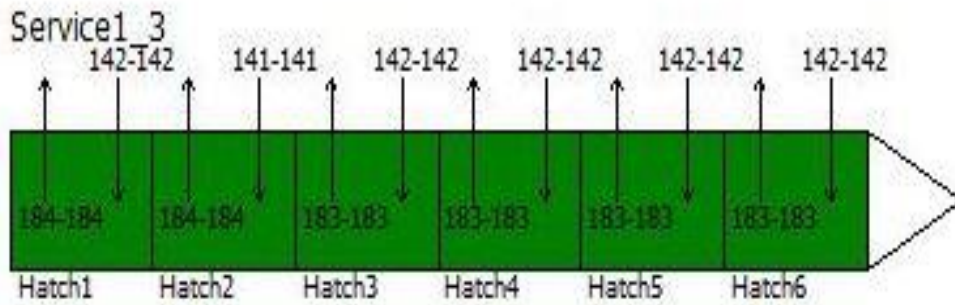
Şekil 40: Oluşturulan Model Üzerinde Köprü Vinci Operasyonu



Blokların oluşturulmasından sonra çekicilerin takip edeceği trafik akışı düzenlenmiştir. Yolların çizilmesinde tek yön olmasına ve böylece çekicilerin operasyonlarını dairesel döngü dahilinde tamamlamasına dikkat edilmiştir. Konteynerlerin saha içerisine taşınması için 30 çekici görevlendirilmiştir. Modele yerleştirilen tüm objelerin aralarındaki mesafeler proje verilerine uygun olarak düzenlenmiştir.

Altyapının tamamlanmasına istinaden modelin çalıştırılması için senaryo devreye sokulmuştur. Simülasyon senaryosu, TCDD İzmir Alsancak Limanı mevcut konteyner terminalinde 01/02/13 12:30'da gerçekleşmiş olan M/V MSC FLORIDA gemisinin operasyonu baz alınarak oluşturulmuştur. Söz konusu senaryo dahilinde 1951 hareketlik bir yükleme/boşaltma operasyonu gerçekleştirilmiştir. Bunların 1100'ü boşaltma, 851'i yükleme hareketidir. Şekil 41'de bu operasyonların M/V MSC Florida'nın mevcut 6 ambarına göre dağılımı görülmektedir.

Şekil 41: M/V MSC Florida Yükleme/Boşaltma Verileri



Model üzerinde yük operasyonlarının tamamlanmasıyla beraber rıhtım, konteyner blokları ve ekipmanlara ilişkin istatistik verileri ulaşmak mümkündür. Bu veriler "simülasyon modeli bulguları" başlığı altında incelenmiştir.

4.10. SİMÜLASYON MODELİ BULGULARI

Kullanılan Flexsim CT3 programında modelin yürütülmesi sürecinde istatistiki bilgiler anlık olarak raporlanmaktadır. Elde edilen bulgular geminin ayrılmasıyla, yani yük operasyonun tamamlanmasıyla ortaya çıkan verilerdir. Bu doğrultuda operasyon sürecinde aktif olarak kullanılan saha, konteyner bloğu ve terminal kaynaklarına yönelik istatistikler EKLER kısmında yer almaktadır. İstatistiki veriler ışığında ortaya çıkan model bulguları şu şekildedir:

- TCDD İzmir Alsancak Limanı mevcut konteyner terminalinde 1951 hareketlik operasyonun tamamlanması 51 saati bulmuşken, proje halindeki konteyner terminaline ait simülasyon modelinde yaklaşık 18 saat sürmüştür. Bunun en önemli sebebi simülasyon modelindeki operasyonda 6 adet rıhtım vincinin görev alması, vinç yoğunluğunun hesaba katılmaması ve sistemin 30 adet çekiciyle desteklenmesidir.
- Gerçekleştirilen operasyon dahilinde ortalama rıhtım işgali 320 metredir. Mevcut rıhtım kapasitesinden %39,3'ü kullanılmıştır.
- Operasyon süresince 6 rıhtım vincinin her biri 325 hareket gerçekleştirmiştir. Ortalama çalışma oranları %85,9, ortalama çekici bekleme oranlarıysa %34,3'tür. Saat başına gerçekleştirdikleri hareket ortalamaları 17,8'dir.
- Operasyonda aktif rol alan köprü vinçlerinin çalışma yoğunluğu oranları %27 ile %43 arasında değişmektedir. Bunun sebebi gerçekleştirilen operasyonda ihracat-ithalat, boş-dolu oranlarının dengeli bir dağılıma sahip olmamasıdır.
- Boş konteyner sahasında operasyon dahilinde iki adet toploader aktif olarak görev almıştır. Birinci toploader %9,7 çalışma yoğunluğuyla 79 hareket, ikinci toploadersa %38,63 çalışma yoğunluğuyla 352 hareket gerçekleştirmiştir.
- Gerçekleştirilen senaryo dahilinde simülasyon modelinde herhangi bir darboğazla karşılaşılmamıştır. Farklı senaryolar denenerek olası darboğazları tespit etmeye yönelik çalışmalar yürütmekte fayda vardır.

SONUÇ

Denizyolu taşımacılığı basit anlamıyla, insanların ve malların denizde hareket eden araçlar vasıtasıyla limanlar veya terminaller arasında taşınması olarak tanımlanabilir. Dünya ticaretinin %90'ını gerçekleştiren deniz yolu taşımacılığı; dünyanın 3/4'ünün sularla kaplı olması, emniyetli olması, bir defada taşınan yükün çok yüksek miktarlarda olabilmesi ve dolayısıyla birim başına düşen maliyetin oldukça düşük olması gibi önemli avantajlara sahip olduğu için diğer taşımacılık modlarından bir adım öndedir.

Küresel lojistikte en yoğun kullanılan taşıma modunun deniz yolu olması limanları da en önemli ulaştırma altyapısı kılmaktadır. Dolayısıyla küresel tedarik zincirlerinin performansları büyük oranda içinde barındırdıkları limanların performanslarına dayalıdır. Bir başka deyişle liman performansını olumsuz etkileyecek herhangi bir durum tetikleyici etki yaratarak tedarik zincirindeki diğer bütün aşamalarda aksaklığa neden olacaktır.

Buna bağlı olarak özellikle son 30 yılda limanların dünya ticaretindeki rolü farklılaşmış ve geleneksel kimliklerinden sıyrılmaları gereksinimi ortaya çıkmıştır. Limanların yeni kazanmış olduğu kimlik; yüke ve gemiye yönelik her türlü katma değer hizmeti verebilen, her türlü lojistik hizmeti sağlayabilen veya lojistik hizmet sağlayıcılarıyla ortaklık ilişkilerine sahip olan, intermodal bağlantılarla kapıdan kapıya taşımacılığa imkan sağlayabilen, performans ölçümüne/geliştirmeye önem veren ve insan kaynaklı problemlerin önüne geçebilmek adına lojistik süreçleri mümkün ölçüde bilgisayarlaştıran yapıdadır. Yani, küresel tedarik zincirlerinin ihtiyacı doğrultusunda limanların sağladığı hizmetler genişlemekte, teknolojik alanda yaşanan yeniliklerle birlikte de sağlanan hizmetlerin verimliliği ve dolayısıyla hızında kayda değer gelişmeler yaşanmaktadır. Yeni anlayışa göre limanlar tedarik zinciri içerisinde dolanım halinde olan mamul veya ham maddelerin hızlı ve kesintisiz bir şekilde akışını sağlayabildikleri ölçüde başarılıdır.

Limancılık sektöründe gelişmelerin en yoğun ve hızlı yaşandığı alan bu çalışmaya da konu olan konteyner terminalleridir. Dünya limanları toplamında yıllık elleçlenen konteyner miktarı yarım milyar TEU'yu geçerken konteyner taşımacılığı bileşenlerinin çehresi de buna göre şekillenmektedir. Artmakta olan ticaret hacmi

daha büyük gemi siparişlerini beraberinde getirmekte, büyüyen gemi ebatlarıysa konteyner terminallerine yönelik yeni ihtiyaçları ortaya çıkarmaktadır. Günümüzde bu ihtiyaçları karşılamak adına, araştırmanın ana kütlesini oluşturan TCDD İzmir Alsancak Limanı'nda da olduğu gibi, birçok konteyner terminali genişleme ve geliştirme projeleri yürütmektedir.

Limancılık sektöründe yaşanan tüm bu gelişmeler sonucu geline nokta performans ölçümünün önemi artmış, hatta rekabet edebilen verimli işletmeler olabilme yolunda performans ölçümü limanlar için zaruri bir hal almıştır. Dünyada bütün limanların birbirinden farklı yapıda oluşu, liman performansı ölçümünün ve analizinin çoğu zaman karmaşıklığı, alınan kararlara destek olacak bir mekanizmaya duyulan gereksinim gibi nedenlerle limanlarda bir performans ölçüm aracına ihtiyaç olduğu açıktır. Bu noktada bir karar destek sistemi olan simülasyon yöntemi, liman performansının ölçülmesinde işlevsel bir rol alabilmektedir.

Çalışma kapsamında liman yönetiminde simülasyon kullanımına dair akademik çalışmaların derlendiği bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiş ve bilgi teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak bu konudaki akademik çalışmalarda hızlı bir artış yaşandığı dikkat çekmiştir. Gerçekleştirilen bu incelemede de ortaya çıktığı gibi liman yönetiminde simülasyon yönteminin tek kullanım alanı performans ölçümü değildir. Bu yöntem aynı zamanda liman tasarımı, liman planlaması, rıhtım atama/planlama, darboğaz belirleme ve senaryo oluşturarak sistem davranışını anlama amaçlarıyla da kullanılmaktadır. Simülasyon yönteminin sahip olduğu bu çok yönlülük liman yöneticilerinin en iyi çözümü sunabilecek esnek bir araca duyduğu ihtiyacı karşılayabilmektedir.

Liman yönetiminde çok yönlü bir karar destek sistemine duyulan ihtiyaç, limanların birçok faaliyeti ve fiziksel yapıyı içinde bulunduran karmaşık bir yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Bu karmaşık yapı çerçevesinde oluşabilecek sistem sorunlarına yönelik liman yöneticilerinin alması gereken çok sayıda karar vardır. Liman yatırımlarının geri dönüşü güç, sermaye yoğun yatırımlar olması ise sistem sorunlarını deneme-yanılma yöntemiyle çözmeyi imkansız kılmaktadır. Ancak simülasyon yönteminin sunduğu sanal gerçeklik aracılığıyla limanın karmaşık yapısı bilgisayar tabanlı olarak analiz edilebilmekte, oluşturulan model üzerinde herhangi bir maliyete katlanılmaksızın sorunlara yönelik çözüm denemeleri üretilebilmektedir.

Proje halindeki limanlar için simülasyon yönteminin etkililiği sahip olduğu bu avantaja dayanmaktadır.

Simülasyon modelleri ile limanlarda gerçekleşen yük operasyonlarına dair birçok çıktı elde edilebilmektedir. Bu modeller aracılığıyla liman içi lojistik süreçleri iyileştirebilmekte, yükleme/boşaltma planlamaları yapabilmekte ve limanın çıktıları hakkında istatistiki veri elde edebilmektedir. Model sonucunda ekipmanların faydalı kullanımı, optimal taşıyıcı sayısı, istifleme verimliliği, operasyon zamanları, liman içi ulaştırma hizmetinin verimliliği gibi konular incelenebilmektedir.

Bu çalışmada, konteyner terminallerinin performans ölçümünde kullanılan yöntemlerden biri olan simülasyon yöntemi bir senaryo üzerinden anlatılmıştır. Simülasyon yöntemi bir karar destek sistemi olarak, sistemlerin analizinde kullanılmıştır. Senaryonun oluşturulmasında tercih edilen FlexSim CT3 yazılımı özellikle sadelik, kullanım kolaylığı ve görsellik açısından diğer konteyner terminali simülatörlerine kıyasla başarılı bulunmuştur ve ilerleyen dönemlerde yapılacak benzer çalışmalar için önerilebilir düzeydedir.

Bu tezde sunulan örnek simülasyon modeli, sadece liman yönetimine karar destek aracı olarak limanın lojistik yapısını ve liman performans göstergelerini anlama, analiz etme ve değerlendirme, liman kapasitesini planlama, liman verimliliğini arttırma, liman geliştirme ve limanın gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin etme konularına yardımcı bir karar destek modeli değil aynı zamanda terminal lojistik süreç performansını ölçen tüm proje halindeki terminallere örnek teşkil edebilecek esnek bir simülasyon modelidir.

Liman projelerinin modellenebilmesi için öncelikle projeye dair altyapı,üstyapı ve donanım verilerinin ulaşılabilir olması gerekmektedir. Gerekli olan temel bilgiler; rıhtım uzunluk ve açıları, yük operasyonlarında kullanılacak ekipman adet ve kapasiteleri, ekipman atama prensipleri, konteyner bloklarının yerleşimi ve sınıflandırılması, bu bloklar arasındaki mesafe ve terminal içi trafik akış şemasıdır. Bu çalışma kapsamında söz konusu bilgiler TCDD İzmir Alsancak Limanı yöneticileriyle gerçekleştirilen mülakatlar sonucu elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında oluşturan model üzerinde farklı senaryolar uygulanarak proje halindeki TCDD İzmir Alsancak Limanı konteyner terminalinin performans çıktılarını test etmek mümkündür. Bu çalışmada uygulanan senaryo TCDD İzmir

Alsancak Limanı mevcut konteyner limanında hali hazırda gerçekleşmiş olan bir gemi operasyonunu üzerine kuruludur. Böylece TCDD İzmir Alsancak Limanı'nın mevcut konteyner terminaliyle proje halindeki konteyner terminali arasında performans karşılaştırması yapma fırsatı elde edilmiştir.

Mevcut konteyner terminalinde 1951 hareketlik yükleme/boşaltma operasyonu 51 saat sürmüştür, proje halindeki konteyner terminali modelinde aynı operasyon 6 rıhtım vinci ve 30 çekicinin çalışmasına bağlı olarak 18 saatte tamamlanmıştır. Operasyon süresince 6 rıhtım vincinin her biri 325 hareket gerçekleştirmiştir. Ortalama çalışma oranları %85,9, ortalama çekici bekleme oranlarıysa %34,3'tür. Saat başına gerçekleştirdikleri hareket ortalamaları 17,8'dir. Bu doğrultuda proje halindeki TCDD İzmir Alsancak değerlerinin performans değerleri uygun düzeyde bulunmuştur ve oluşturulan senaryo dahilinde gerçekleştirilen operasyon sürecinde herhangi bir darboğazla karşılaşılmamıştır.

Simülasyonun gerçekleştirilmesiyle yöntemin liman yöneticileri için sağlayabileceği faydalar da ortaya çıkmıştır. Yöneticilerin bu yöntem sayesinde; yük operasyonlarında kullanılacak ekipmanlar için optimal sayıların belirlenmesi , ekipmanların operasyonlara atanması, terminal içerisindeki trafik akışının belirlenmesi, yükleme/boşaltma süreçlerinin programlanması, saha istif planlamasının yapılması, ekipmanların ve terminal sahasının verimli kullanılması gibi işlemleri sanal platformda gerçekleştirme ve test edebilme şansına ulaşabilmektedirler.

Dünyanın gelişmiş limanlarında yoğun olarak kullanılan simülasyon yöntemi Türkiye'de çok fazla tercih edilmemektedir. Bunun en önemli nedeni ülkemizde bu konuda yetişmiş elemanın çok az olmasıdır. Liman işletmeleri özellikle endüstri mühendisliği bölümlerinden istihdam edecekleri mezunlarla bu konu üzerine eğilmelidir. Uzun dönemli bir öneri olarak ilgili eğitim kurumlarının, özellikle liman operasyon kapsamında verilen dersleri temel simülasyon bilgisi ile desteklemesi ve simülasyon uygulamaları ile bu dersleri zenginleştirmesi gerekmektedir.

Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi bünyesinde bulunan ve bu çalışmanın da gerçekleştirildiği Marport Liman Operasyonu Laboratuvarı konuya dair kalifiye eleman yetiştirebilmek adına kurulmuş olup, olumlu bir örnek teşkil etmektedir.

İleri dönemlerde yapılacak olan araştırmalara yönelik öneriler şu şekildedir; benzer modellemeler birden fazla senaryo üzerinden test edilerek sistemin vereceği farklı performans değerleri kıyaslanabilir. Model üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilerek yük operasyonlarında kullanılacak optimum araç sayılarına ulaşma hedefi gözetilebilir.

KAYNAKÇA

Akdeniz, A. ve Durmaz, F. (1998). Verimliliğin Genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulaması, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2):85-99

Alderton, P.M. (1999). Port Development. *Port Management and Operation*.(ss:28-41) London: LLP

Allessandri, A., Carveller, C., Cuneo, M., Gaggero, M. ve Soncin, G. (2009). Management of Logistics Operations in Intermodal Terminals by Using Dynamic Modelling Non-Linear Programming. *Maritime Economics and Logistics*. 11(1):58-76

Alp, Ö.N., (2009). *Konteyner Terminallerindeki Taşıyıcı Araçların Liman Verimliliği Üzerindeki Etkisinin Simülasyon Yoluyla Analizi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Alp, S. (03.12.2010). İzmir Alsancak limanı Hayata Dönüyor
<http://www.denizhaber.com/HABER/24469/15/gemi-deniz-liman-tekne-alsancak-limani.html>
(21.06.2013)

Altunışık, R., Coşkun R., Yıldırım E. ve Bayraktaroğlu S.(2010). Bilimsel Araştırmada Veri, *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* (ss73-102). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

Akal, Z.(2003). *Performans Kavramları ve Performans Yönetimi*. T.C. Başbakanlık Yüksek Denetleme Kurulu: Ankara

Akten, N., Alkan, G., Koldem R.B., Yıldız, M., Bayar, S., Sancaklı, A. ve Yalçın, S. (2006). *Türkiye Limancılık Sektörü Raporu 2006*, Türklım yayın no:1; İstanbul

Angeloudis, P. ve Bell, M.G.H. (2009). A Review of Container Terminal Simulation Models. *Maritime Policy and Management*. 38(5):523-540

Arpacioğlu, D.,(1995). *Haydarpaşa Limanında Liman Gerisi Destekli Konteyner Terminal İşletimi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Asperen, E. V., Dekker, R., Ploman, M. ve Arons, S.(2003). Modelling Ship Arrivals in Ports. *Proceedings of Winter Simulation Conference*. 1737-1744.

Arslan, M., (2007). *Bulanık Mantık Yönteminin Liman Planlamasına Uygulanması*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Ballou, H.R. (1999). *Business Logistics Management Planning Organizing and Controlling The Supply Chain*, *Prentice Hall International*, s.6.

Baran, H. (2003). İzmir Alsancak Limanı Bülteni, İzmir Ticaret Odası, Araştırma ve Meslekleri Geliştirme Müdürlüğü

Baran, H. (2010). *Limanların Etki Alanı Saptanması İçin Bir Yöntem Önerisi (İzmir Alsancak Limanı)*,(Yayınlanmamış Doktora Tezi) İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Bartan, D. (2007). *Konteyner Terminallerinde Performans Değerlendirmesi ve İzmir Alsancak Limanı Örneği*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

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

Baykara, M.S. (2009). *Tedarik Zincirinde Limanların Rolü ve Kar Optimizasyonuna Yönelik Bir Uygulama*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Bichou, K. ve Gray, R. (2004). A Logistics and Supply Chain Management Approach to Port Performance Measurement *Maritime Policy and Management*, 31(1):47-67.

Blanchard, B.S. (2004). *System Engineering Management (3rd Edition)*, John Wiley and Sons

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

Briskorn, D. ve Hartmann, S. (2010). Simulating Dispatching Strategies for Automated Container Terminals, *Operations Research Proceedings*, 97-102

Bruzzzone, A., Fadda, P., Fancello, G., Massei, M., Bocca, E., Tremori, A., Tarone, F. Ve D'Errico, G. (2011). Logistics Node Simulator as an Enabler for Supply Chain Development: Innovative Portainer Simulator as the Assessment Tool for Human Factors in Port Cranes. *Simulation*. 87(10):857-874

Büyüközer, A. (2006). *Konteyner Terminali Planlaması ve Kapasite Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Carbone, V. ve De Martino, M. (2003). The Changing Role of Ports in Supply Chain Management: An Empirical Analysis. *Maritime Policy and Management*, Volume 30 (4), 305-320.

Casaca, A.P. (2005). Simulation and the Lean Port Environment. *Maritime Economics and Logistics*. 7:262-280

Ceylan, H. (2005). *İzmir Limanına Yapılacak Ek Konteyner Terminalinin Depolama ve Elleçleme Kapasitesinin Araştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Christopher M.L. (1992). *Logistics and Supply Chain Management*, Londra: Pitman Publishing

Cortes, P., Munuzuri, J., Ibanez, J.N. ve Guadix, J.(2006). Simulation of Freight Traffic in the Seville Inland Port. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 15:256-271

Cuilian, L., Lin, Y., Xiaolan, L. ve Jian, W. (2008). Study on the Scheduling Problem of Ship Operations Based on the Multi-Objective Function. *IAME Annual Conference*, Dalian. Çin

Çağlar, V., (2012). *Türk Özel Limanlarının Etkililik ve Verimlilik Analizi*, (Yayınlanmış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Demirel, T. (1999). *Yapay Zeka İle Bütünleşik Simülasyon Ortamları ve Bir Kavşaktaki Trafik Işıklarının Analizi İçin Zeki Bir Simülasyon Ortamının Tasarlanması* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü

Deshpande P.J., Yalcin, A., Castro, J.Z. ve Herrera, L.E. (2007). *Simulating Less-than-truckload Terminal Operations. Benchmarking: An International Journal*. 13(1):92-101

De Souza, De, G. A., Beresford, A. K. C ve Pettit, S. J. (2003). Liner Shipping Companies and Terminal Operators: Internationalization or Globalization, *Maritime Economics and Logistics*, 5, 393–412.

Dragovic, B., Park, N.K., Radmilovic, Z. ve Maras, V. (2005). Simulation Modelling of Ship-Berth With Priority Service. *Maritime Economics and Logistics*. 7:316-335

Dragovic, B.M., Zrnic, D.N. ve Radmilovic, Z.R. (2006). Ports and Container Terminal Modellings. Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade: Belgrad

Düzgün, H. ve Samantır, B. (2005). Karar Verme Aşamalarında Simülasyon Kullanımı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

Eryaşar, H.C. (2012). *Konteyner Terminal Modellemesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Esedoğlu, E.(2005). *Konteyner Taşımacılığında Yeni Bir Konteyner Hattı Açma Analizi ve Uygulaması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği

Esmer, S., Yıldız, G. ve Tuna, O. (2007). Konteyner Terminallerinde Gemi Rıhtım Bağlantısının Benzetim Yöntemi ile Modellenmesi. YA/EM 2007, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi: İzmir

Esmer, S. (2009). *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

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

Franzese, G., Botter, R. Starks, D. ve Cano, A. (2004). Simulating the Panama Canal: Present and Future. *Proceedings of Winter Simulation Conference*, 1835-1838

Ghamdi, A.S. (2009). Simulation of Jeddah Multi-Port Sea Outfall. *Journal of Coastal Conservation*. 14(1):63-69

Goldratt E. M. (1990). *What is This Thing Called Theory of Constraints and How Should It Be Implemented?*, Great Barrington: The Northern River Pres.,

Gökuş, Ü. (2000). *Liman Mühendisliği Ders Notları*, Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi: Manisa

Güçlü, N. ve Cemaloğlu, N. (2009). *Performans Yönetimi: Kurumsal Performans Yönetimi Komisyonu II.Dönem Raporu*, MEB

Güldoğan, E.U. (2010). Efektif Konteyner Terminali Yönetiminde En İyileme ve Benzetim Modelleri. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 21(4):26

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

Halaç, O. (1995). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*. İstanbul: Alfa Basın Yayın Dağıtım

Harell, C., Ghosh, B.K. ve Bowden, R.O. (2004). *Simulation Using Promodel*. Mc Graw-Hill Professional

Hartmann, S. (2004). Generating Scenarios for Simulation and Optimization of Container Terminal Logistics. *OR Spectrum*. 26:171-182

Hartmann, S., Pohlmann, J. Ve Schönknecht, A.(2009).Simulation of Container Ship Arrivals and Quay Occupation. *Operations Research/ Computer Science Interfaces*, 49:135-154

Hoshino, S., Ota, J., Shinozaki, A. ve Hashimoto, H. (2007). Improved Design Methodology for an Existing Automated Transportation System with Automated Guided Vehicles in a Seaport Terminal, *Advanced Robotics*, 21(34)371-394

Huang, W., Kuo, T. ve Wu, S. (2007). A Comparison of Analytical Methods and Simulation for Container Terminal Planning. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*. 24(3)200-209

Kahveci, M. (2002). Simülasyon Modelinin Monte Carlo Simülasyon Tekniği İle Stokastik Süreçlerde Uygulanması, *Mali Çözüm Dergisi*, 59:1-5

Kalıpçioğlu, Z. (1988). *İşletmelerde Simülasyon Tekniğinin Kullanımı* (Yayınlanmamış Doktora Tezi) İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kara, G. (2010). Limanlar ve Terminaller: Konteyner Limanları ve Yükleme-Boşaltma Araçları: İstanbul

Karasar, N. (2012). Veriler ve Toplanması, *Bilimsel Araştırma Yöntemi* (ss.131-197). Ankara: Nobel Yayın

Karasu, I. F.(2006), *Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı ve İşleyişi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

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

Khoshnevis, B., Asef-Vaziri, A. (2000). 3D Virtual and Physical Simulation of Automated Container Terminal and Analysis of Impact on Inland Transportation, *Mettrans Transportation Center Project*

Kılıç, O. (2006). *Türkiye’de Deniz Ulaştırmasının Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi ve Diğer Ulaşım Sistemleri İçerisindeki Yeri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Kia, M., Shayan, E. ve Ghotb, F. (2002). Investigation of Port Capacity Under a New Approach by Computer Simulation. *Computers and Industrial Engineering*. 42(4):533-540

Kim K. H., Lee K. M. Ve Hwang H. (2003). Sequencing Delivery and Receiving Operations for Yard Cranes in Port Container Terminals, *Int. J. Production Economics* 84: 283–292.

Klaws, J., Stahlbock, R. ve Voss, S.(2011). Container Terminal Yard Operations-Simulation of a Side-Loaded Container Block Served by Triple Rail Mounted Gantry Cranes. *Computational Logistics: Lecture Notes Science*, 6971:243-255

Kobu, B. (1996). *Üretim Yönetimi(4.Baskı)*. İstanbul: Avcıol Basın Yayın

Konuk, F. (2010). *Simülasyon Tekniği İle Nakit Bütçesinin Oluşturulması ve Bir Uygulama*. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kozan, E. ve Casey, B. (2007). Alternative Algorithms for the Optimization of a Simulation Model of a Multimodal Container Terminal, *Journal of the Operational Research Society*, (58)1203-1213

Kulak, O., Polat, O., Rico, G. ve Günther, H.(2011). Strategies for Improving a Long-Established Terminal’s Performance: A Simulation Study for Turkish Container Terminal. *Flexible Services and Manufacturing Journal*

Lau, H., Chan, L. ve Wong, R. (2006). A Virtual Container Terminal Simulator for the Design of Terminal Operation. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. 1(2):107-113

Lau, Y.K.H. ve Lee, M.Y.N. (2007). Simulation Study of Port Container Terminal Quay Side Traffic. *Communications in Computer and Information Science*. 5:227-236

Lee, L.H., Chew, E.P., Chua, K.H. ve Zhen. L.(2011). A Simulation Optimisation Framework for Container Terminal Layout Design. *Multi-Objective Evolutionary Optimisation for Product Design and Manufacturing*.385-400

Legato, P., Canonaco, P. ve Mazza, R.M. (2009). Yard Crane Management by Simulation and Optimisation. *Maritime Economics and Logistics*. 11(1):36-57

Legato, P., Mazza, R.M. ve Trunfio, R.(2010). Simulation-based Optimization for Discharge/Loading Operations at a Maritime Container Terminal. *OR Spectrum*. 32:543-567

Li, L. ve Xiaodong, W.(2010). Study on Modelling and Simulation of Container Terminal Logistics Systems. *Advancing Computing, Communication, Control and Management Lecture Notes in Electrical Engineering*, 56: 222-230

Longo, F. (2011). Advances of Modelling a Simulation in Supply Chain and Industry. *Simulation*. 87(8):651-656

Ma, N.L. ve Hadjiconstantnou, E. (2008). Evaluation of Yard Operational Plans Using Discrete Event- Simulation. *IAME Annual Conference*, 2-4 Nisan, Dalian, Çin

Martinez, F.M., Gurierrez, I.G., Alberto, O.O. ve Bedia, L.M.A.(2010). Gantry Crane Operations to Transfer Containers Between Trains: A Simulation Study of Spanish Terminal. *Transportation Planning and Technology*. 27(4):261-284

McConville, J. (1999). *Economics of Maritime Transport: Theory and Practice*. London.: Witherby and Co. Ltd

Monacco, M.F., Moccia, L. ve Sammara, M.(2009). Operations Research for the Management of a Transshipment Container Terminal: The Gioia Tauro Case, *Maritime Economics and Logistics*, 11(1):7-35

Nam, K., Kwak, K ve Yu,M. (2002). Simulation Study of Container Terminal Performance. *Management Science and Engineering '06*, 177-182

Oral, E.Z., Deveci, D.A. ve Çetin İ.B. (2005). Konteyner Limanlarındaki Gelişme ve Değişmeleri Etkileyen Faktörler. 5. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 2.Cilt, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ed. Ahmet Cevdet Yalçın, Kardelen Ofset, Bodrum, 5-7 Mayıs 2005, ss: 137-155

Ottjes, J. A., Veeke, H.P.M, Duinkerken, M.B., Rijsenbrij J.C. ve Lodewijks, G. (2006). Simulation of a Multiterminal System for Container Handling. *OR Spectrum*. 28:447-468

Pachakis, D. ve Kremidjian, A.S. (2003). Ship Traffic Modeling Methodology for Ports. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*. 129(5):193-202

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

Park, B.J., Choi, H.R. ve Kang, M.H. (2006). Simulation Analysis on Effective Operation of Handling Equipments in Automated Container Terminals. *Advances in Artificial Intelligence*. 4304:1231-1238

Petering, M.E.H., Wu, Y., Li, W., Goh, M. ve De Souza, R. (2008). Development and Simulation Analysis of Real-Time Yard Crane Control Systems for Seaport Container Transshipment Terminals. *OR Spectrum*.31:801-835

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

Pişkin, M. ve Öner, U. (1999). *Görüşme İlkeleri ve Teknikleri*. Ankara: Siyasal Yayıncılık

Port of Rotterdam Authority (2007), Coordination of Business Plans For Major Ports in India: Consolidated Port Development Plan, vol.2

Rahmankulov, C., (2003). *Kuruluşlarda Dengeli Hedef Belirleme ve İzleme (Balanced Scorecard) Sisteminin Kurulması Üzerine Bir Araştırma*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Reefke, H. (2010). Simulation of Container Traffic Flows at a Metropolitan Seaport. *Operations Research/ Computer Science Interfaces*, 49: 135-154

Robinson, R. (2003) Port Authorities: Defining Functionality Within a Value-driven Chain Paradigm. *Proceedings of International Association of Maritime Economists Annual Conference*, Busan, September, ss: 654–674

Saccone, S. ve Siri, S.(2009). An Integrated Simulation-Optimization Framework for the Operational Planning of Seaport Container Terminals. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*. 15:275-293

Sağlam Ölçer, C. (2007). *Liman Lojistik Hizmetlerinin Modellenmesi ve Optimizasyonu* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Schütt, H.(2011). Simulation Technology in Planning, Implementation and Operation of Container Terminals. *Operation Research: Computer Science Interfaces* 49:103-116

Sgouridis, S.P. ve Angelides, D.C. (2002). Simulation Based Analysis of Handling Inbound Containers in a Terminal. *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*

Sgouridis, S.P., Dimitrios, M. ve Demos, C. (2003). Simulation Analysis for Midterm Yard Planning in Container Terminal. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*. 129(4):178-187

Shabayek, A.A. ve Yeung, W.W. (2007). A Queuing Model Analysis of the Performance of the Hong Kong Container Terminals. *Transportation Planning and Technology*. 23(4):323-351

Solmaz, S. ve Saygılı, M.S.,(2008) *Konteynerin Tarihçesi ve Konteyner Gemilerinin Gelişimi*

Stock, J.R., Lambert, D.M. ve Ellram L.M. (1998), *Fundamentals of Logistics Management*, MA: Irwin/McGraw-Hill:Boston

Soman, C. ve Raghuram, G. (2008). Simulation Modelling and Analysis of Jetty Operations: A Case Study. IAME Annual Conference, 2-4 Nisan, Dalian, Çin

Stopford, M.(2005) General Cargo:Economics of Liner Shipping. *Maritime Economics* (ss:342-394).Londra ve New York :Routledge

Şen, H. (21.04.2009). Konteyner Gemileri ve Sınıflandırılması.
http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazar&id=34&yazi_id=100390
(21.06.2013)

Şişmanyazıcı, H. (14.11.2010). Limanlarımız özelleştirilmeli mi?
<http://www.denizhaber.com.tr/Yazar/harun-sismanyazici/> (21.06.2013)

Tahar, M.T. ve Hussain, K. (2000). Simulation and Analysis for the Kelang Container Terminal Operations. *Logistics Information Management*. 13(1):14-20

Tozar, B. (1997). Temel Denizcilik ve Denizde Güvenlik. Deniz Ticaret Odası Yayınları. Yayın no:44.(11-18).

Vis, I.F.A. ve Harika, I. (2004). Comprasion of Vehicle Types at an Automated Container Terminal. *OR Spectrum*. 26:117-143

Wany, X. Ve Li, X. (2008). Study on the Container Station Work Schedule Simulation and Optimization Based on Witness. *IAME Annual Conference*, 2-4 Nisan, Dalian, Çin

Yang, C.H., Yong, S.C. ve Ha, T.Y. (2004). Simulation-Based Performance Evaluation of Transport Vehicles at Automated Container Terminals. *OR Spectrum*. 26:149-170

Yercan, F. (1996). Liman işletmeciliği ve Yönetimi. Mersin Deniz Ticaret Odası Yayınları: Mersin.

Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4):1-13

Yüksel, Y. ve Çevik, E.Ö. (2006). *Liman Mühendisliği*. Deniz Mühendisliği Serisi No:3. Arıkan Yayınları; İstanbul.

Zeng, Q. ve Yang, Z. (2008). Models and Algorithms for Quay Crane Dual Cycling Scheduling Problem in Container Terminals. *IAME Annual Conference*, 2-4 Nisan, Dalian, Çin

Zeng, Q., Yang, Z. ve Hu, X. (2011). A Method Integrating Simulation and Reinforcement Learning for Operation Scheduling in Container Terminals. *Transport*. 26(4):383-393

Zhang, H.L. ve Jiang, Z.B. (2008). Simulation Studies of Heuristic Approaches for Dynamic Scheduling of Container Terminal Operations. *International Journal of Modelling and Simulation*. 28(4):2008

EKLER

Ek 1. Simülasyon İstatistikleri : Konteyner Sahası Performans Ölçümü

Impo-40		Impo-20		Expo-40	
Content		Content		Content	
Current	469.00	Current	215.00	Current	68.00
Average	191.95	Average	132.77	Average	283.02
Min	39.00	Min	23.00	Min	64.00
Max	477.00	Max	230.00	Max	541.00
Throughput	59.00	Throughput	36.00	Throughput	489.00
History Size Limit	300.00	History Size Limit	300.00	History Size Limit	300.00
Dwell Time (Days)		Dwell Time (Days)		Dwell Time (Days)	
Average	1.65	Average	1.78	Average	3.45
Sample Variance	8.74	Sample Variance	9.02	Sample Variance	9.21
Min	0.00	Min	0.00	Min	0.12
Max	7.75	Max	7.55	Max	16.49
Lower Bound	0.00	Lower Bound	0.00	Lower Bound	0.00
Upper Bound	20.00	Upper Bound	20.00	Upper Bound	20.00
Divisions	6.00	Divisions	6.00	Divisions	6.00
Expo-20		Empty-20		Empty-40	
Content		Content		Content	
Current	49.00	Current	354.00	Current	2.00
Average	238.90	Average	295.36	Average	15.05
Min	49.00	Min	58.00	Min	2.00
Max	359.00	Max	406.00	Max	21.00
Throughput	319.00	Throughput	92.00	Throughput	19.00
History Size Limit	300.00	History Size Limit	300.00	History Size Limit	300.00
Dwell Time (Days)		Dwell Time (Days)		Dwell Time (Days)	
Average	3.70	Average	1.25	Average	3.64
Sample Variance	9.95	Sample Variance	4.78	Sample Variance	5.50
Min	0.25	Min	0.01	Min	0.52
Max	23.00	Max	9.89	Max	8.60
Lower Bound	0.00	Lower Bound	0.00	Lower Bound	0.00
Upper Bound	20.00	Upper Bound	20.00	Upper Bound	20.00
Divisions	6.00	Divisions	6.00	Divisions	6.00

Ek 2. Simülasyon İstatistikleri: Terminal Ekipmanları Performans Ölçümü

	% Working	% Waiting for Truck	Throughput	Gross Moves/Hour	Net Moves/Hour
Crane 1	89.9	34.3	325	17.8	19.8
Crane 2	90.6	32.3	325	17.8	19.6
Crane 3	94.0	35.9	325	17.8	18.9
Crane 4	95.9	38.2	326	17.8	18.6
Crane 5	88.3	34.0	325	17.8	20.1
Crane 6	86.9	31.4	325	17.8	20.4

GantryCrane1	GantryCrane2	GantryCrane13	GantryCrane14
Busy 27.68 % Throughput Task Queue Content 252 Current 0.00 Average 3.66 Min 0.00 Max 14.00 History Size Limit 300.00	Busy 33.63 % Throughput Task Queue Content 288 Current 0.00 Average 2.35 Min 0.00 Max 15.00 History Size Limit 300.00	Busy 31.61 % Throughput Task Queue Content 298 Current 0.00 Average 4.11 Min 0.00 Max 14.00 History Size Limit 300.00	Busy 43.06 % Throughput Task Queue Content 360 Current 0.00 Average 2.73 Min 0.00 Max 13.00 History Size Limit 300.00
Waiting Time Average 650.68 Sample Variance 432787.34 Min 0.00 Max 2144.16 Lower Bound 0.00 Upper Bound 20.00 Divisions 20.00	Waiting Time Average 438.28 Sample Variance 248682.53 Min 0.00 Max 2795.04 Lower Bound 0.00 Upper Bound 20.00 Divisions 20.00	Waiting Time Average 719.13 Sample Variance 98528.46 Min 0.00 Max 1257.23 Lower Bound 0.00 Upper Bound 20.00 Divisions 20.00	Waiting Time Average 432.28 Sample Variance 179379.19 Min 0.00 Max 3249.11 Lower Bound 0.00 Upper Bound 20.00 Divisions 20.00

Ek 3. Mülakat Soruları

- 1. Rıhtım teknik özellikleri nelerdir?**
- 2. Kullanılan yük elleçleme ekipmanlarının özellikleri nelerdir?**
- 3. Terminal saha planı ve konteyner bloklarının sınıflandırılması ne şekildedir?**
- 4. Terminal içerisindeki trafik düzeni ne şekildedir?**
- 5. Terminaldeki köprü vinci sayısı ve bloklara dağılımı ne şekildedir?**
- 6. Terminalde kullanılan çekici adedi nedir?**
- 7. Yük elleçleme ekipmanlarının saatte yaptıkları hareket ortalamaları nelerdir?**
- 8. Konteyner blokları arasındaki mesafe ne kadardır?**
- 9. Gemi programı ne şekildedir?**
- 10. Konteyner terminali yeni yatırım projesinin kapsamı nedir?**
- 11. Yatırımlar hangi tarihte gerçekleşecek ve tamamlanacaktır?**
- 12. Projenin tamamlanması sonrası terminal tasarımı ne şekilde olacaktır?**
- 13. Projenin tamamlanması sonrası konteyner istif düzeni ne şekilde olacaktır?**
- 14. Projenin tamamlanması sonrası yeni trafik düzeni ne şekilde olacaktır?**