T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

TÜRK ÖZEL LİMANLARININ ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ANALİZİ

Volkan ÇAĞLAR

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ersel Zafer ORAL

İZMİR - 2012

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum "Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi" adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

05/10/2012

Volkan ÇAĞLAR

ÖZET

Doktora Tezi

Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi

Volkan ÇAĞLAR

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimleri Enstitüsü

Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı

Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Programı

Liman etkinlik ve verimlilik ölçümleri için sıklıkla göreceli etkinlik analizleri kullanılmaktadır. Literatürde saptanan göreceli etkinlik analizleri sadece konteyner terminalleri için uygulanmış genel ve kuru dökme yük terminalleri için bir metodoloji belirlenmemiştir. Liman işletmelerinin potansiyellerini ölçebilmeleri için tek başına göreceli analiz metodolojileri yeterli olmamaktadır. Liman işletmelerinin kendi bünyeleri içinde de verimlilik ve etkinlik ölçümleri gerçekleştirebilecekleri yöntemlere ihtiyaçları vardır.

Bu çalışma ile Türk özel limanlarının yapısına uygun, liman etkinlik ve verimlilikleri ile ilgili bilgi edinmek isteyen birçok tarafın uygulayabileceği, uygulama aşamaları net olarak tanımlanmış ve tüm yükleri elleçleyen limanlara uygulanabilecek etkinlik ve verimlilik ölçüm modelleri geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liman Etkinliği, Liman Verimliliği, Liman Kapasitesi.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Doctor of Philosophy (PhD)

Efficiency and Productivity Analysis in Turkish Private Ports

Volkan ÇAĞLAR

Dokuz Eylül University

Institute of Social Sciences

Department of Maritime Business Administration

Maritime Business Administration Program

Relative analysing techniques are often used for seaport's efficiency and productivity measurements. Relative efficiency and productiviy analysis are only conducted on container terminals and there has never been a methodology explained for efficiency and productivity analysis of general and dry bulk cargo in the litterature. Relative efficiency and productivity analysing methodologies alone is not enough for seaport enterprises to determine their self potentials. Seaport enterprises needs techniques that would enable themselves to determine their inherent efficiency and productivity.

With this study, it is aimed to develop well defined efficiency and productivity measuring models that can be conducted on all types of cargo handling terminals, which is suitable for all parties willing to have information about seaport's efficiencies and productivities.

Keywords: Seaport Efficiency, Seaport Productivity, Seaport Capacity.

TÜRK ÖZEL LİMANLARININ ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ANALİZİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	xii
TABLOLAR LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
EKLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
TEMEL LİMAN KAVRAMLARI	
1.1. LİMAN TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ	4
1.2. LİMANLARIN İÇ VE DIŞ ÇEVRESİ	9
1.3. YÖNETİM VE İDARE YAPILARINA GÖRE LİMANLAR	12
İKİNCİ BÖLÜM	
LİMAN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK KAVRAMLARI	
2.1. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİNİN ÖNEMİ	15
2.2. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK TANIMLARI	17
2.2.1. Verimlilik Tanımı	17
2.2.2. Etkinlik Tanımı	18
2.2.2.1. Ekonomik Etkinlik	19
2.2.2.2. Teknik Etkinlik	20
2.2.2.3. Tahsis Etkinliği	21
2.2.2.4. Yapısal Etkinlik	22

2.2.2.5. Ölçek Etkinliği 23
2.2.3. Etkinlik ile Verimlilik Arasındaki Fark 24
2.3. ETKİNLİĞİ VE VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER 26
2.3.1. Etkinliği ve Verimlilik Etkileyen İç ve Dış Faktörler 27
2.3.2. Liman İşletmelerinde Etkinliği ve Verimliliği Etkileyen Faktörler 34
2.4. VERİMLİLİK VE ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ 37
2.4.1. Liman Verimliliği Ölçümüne Kısmi Verimlilik Yaklaşımları 39
2.4.2. Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçümlerine Mühendislik Yaklaşımı 46
2.4.3. Liman Verimliliği Ölçümüne Toplam Faktör Verimliliği Yaklaşımı 47
2.4.3.1. Verimlilik Ölçümlerine Mali Yaklaşımlar 48
2.4.3.2. Verimlilik Ölçümlerine Mali Olmayan Yaklaşımlar 49
2.4.3.2.1. İndeks Kavramı Yaklaşımları 49
2.4.3.2.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Yaklaşımı 54
2.4.4. Liman Etkinlik Ölçümlerine Stokastik Sınır Modeli Yaklaşımı 57
2.4.5. Liman Etkinlik Ölçümlerine Serbest Düzenleme Zarf Analizi Yaklaşımı 57
2.4.6. Liman Etkinlik Ölçümlerine Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı 58
2.4.6.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi 58
2.4.6.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Temeli 59
2.4.6.3. Veri Zarflama Analizi Modelleri 60
2.4.6.3.1. CCR (Charnes, Cooper Ve Rhodes) Modeli 61
2.4.6.3.2. BCC (Banker, Charnes ve Cooper) Modeli 64
2.4.6.4. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları 65
2.4.6.4.1. Karar Verme Birimlerinin (KVB) Seçilmesi 65
2.4.6.4.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi 66
2.4.6.4.3. VZA Uygulaması ile Göreli Verimlilik Ölçümü 67
2.4.6.5. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri 67
2.4.6.5.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri 67
2.4.6.5.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri 68

2.4.6.6. Limanlarda Veri Zarflama Analizi İle İlgili Mevcut Literatür 69

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TERMİNAL OPERASYONLARI
VE YÜK ELLEÇLEME EKİPMANLARI

3.1. TERMİNAL TİPLERİ VE OPERASYONLARI 78
3.1.1. Konteyner Terminali ve Operasyonları 79
3.1.1.1. Deniz Yönlü Operasyonlar 80
3.1.1.2. Kara Yönlü Operasyonlar 82
3.1.1.3. Dolu Konteyner Operasyonları 83
3.1.1.4. Boş Konteyner Operasyonu 84
3.1.1.5. Transit Konteyner Operasyonu 85
3.1.2. Genel ve Kuru Dökme Yük Terminali ve Operasyonları 85
3.1.3. Sıvı Dökme Yük Terminali ve Operasyonları 88
3.1.4. Ro-Ro ve Yolcu Terminali Operasyonları 89
3.2. TÜRK ÖZEL LİMANLARINDA ELLEÇLENEN YÜKLER 89
3.3. LİMANLARDA KULLANILAN YÜK ELLEÇLEME EKİPMANLARI 91
3.3.1. Rıhtım Vinci 92
3.3.2. Köprü Vinci 96
3.3.3. Taşıyıcı İstifleyici 98
3.3.4. Kollu Konteyner İstifleyici (Reachstacker) 100
3.3.5. Boş Konteyner İstifleyici 100
3.3.6. Çekici ve Dorseler 101
3.3.7. Forklift 101
3.3.8. Pnömatik Boşaltıcı 102
3.3.9. Kovalı Boşaltıcı 103
3.3.10. Konveyör 103
3.3.11. Ekskavatör 104
3.3.12. Teleskopik Vinç 105

3.3.13. Ataçmanlar 106
3.4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KULLANILAN YÜK ELLEÇLEME, AKTARMA VE DEPOLAMA EKİPMANLARININ BÜTÜNSEL KULLANIMI 109
3.4.1. Taşıyıcı İstifleyici Sistemi 110
3.4.2. Kollu İstifleyici Sistemi 112
3.4.3. Köprülü Vinç Sistemi 114
3.4.4. Çekici Sistemi 116
3.4.5. Konteyner Elleçleme Sistemlerinin Karşılaştırılması 116

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

LİMANLARDA KAPASİTE KAVRAMLARI VE LİTERATÜRÜ

4.1. LİMANLARDA KAPASİTE KAVRAMLARI 121
4.2. KAPASİTE TÜRLERİ 122
4.2.1. Geliştirilebilir Kapasite 123
4.2.2. Mevcut Kapasite 124
4.2.2.1. Maksimum Kapasite 124
4.2.2.2. Zorlanmış Kapasite 125
4.2.2.3. Teorik Kapasite 125
4.2.2.4. Güncel Kapasite 126
4.2.2.5. Optimum Kapasite 127
4.2.2.6. Atıl Kapasite 127
4.2.2.7. Gerçekleşen Kapasite 127
4.3. LİMANLARDA KAPASİTE ÖLÇÜMLERİ 128
4.3.1. Limanlarda Kapasitenin Ölçüm Literatürü 130
4.3.1.1. Frankel'in Yaklaşımı 130
4.3.1.2. MOMAF (1996) Yaklaşımı 131
4.3.1.3. MOMAF (1998) Yaklaşımı 132
4.3.1.4. Hizmet Düzeyi Yaklaşımı 133
4.3.1.5. Cronje Yaklaşımı 133

BEŞİNCİ BÖLÜM
TÜRK ÖZEL LİMANLARINA İLİŞKİN VERİMLİLİK VE ETKİNLİK ANALİZLERİ

5.1. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE ÖNEMİ 134
5.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ VE AMACI 136
5.3. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE SÜREÇLERİ 137
5.4. ARAŞTIRMANIN ANA KÜTLESİ 139
5.5. ARAŞTIRMA KISITLARI 139
5.6. ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ 140
5.6.1. Nicel Uygulama Örneklemi 143
5.6.2. Nitel Uygulama Örneklemi 144
5.7. VERİ TOPLAMA SÜRECİ 145
5.8. UYGULAMA 1: LİMAN VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE KISMİ VERİMLİLİKLER YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ 145
5.9. UYGULAMA 2: LİMAN VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE MAKSİMUM KAPASİTE YÖNLÜ MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ 148
5.10. UYGULAMA 3: LİMAN ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNE TEORİK KAPASİTE YÖNLÜ MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ 154
5.11. UYGULAMA 4: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE LİMANLARIN GÖRECELİ ETKİNLİK ANALİZİ 162
5.11.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi 162
5.11.2. Verilerin Sisteme Girilmesi 165
5.12. UYGULAMA 5: LİMAN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİNDE SAYISALLAŞTIRILAMAYAN FAKTÖRLERİN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ 167
5.13. UYGULAMA BULGULARI 168
5.13.1. Bulgular 1: Kısmi Verimlilik Ölçüm Bulguları 169
5.13.2. Bulgular 2: Terminal Bazında Verimlilik Bulguları 172
5.13.3. Bulgular 3: Terminal Bazında Etkinlik Bulguları 174
5.13.4. Bulgular 4: Terminal Bazında Göreceli Etkinlik Bulguları 176

5.13.5. Bulgular 5: Sayısallaştırılamayan İç ve Dış Faktörlere Yönelik Bulgular 180
5.13.6. Nicel Araştırma Süreci Bulgularının Bir Arada Değerlendirilmesi 189
SONUÇ 195
KAYNAKÇA 205
EKLER

KISALTMALAR

(m)	Metre
m^3	Metre Küp
AGV	Automated Guided Vehicle
BCC	Banker, Charnes, Cooper
CCR	Charnes, Cooper, Roodes
CFS	Container Freight Station
CRS	Constant Returns to Scale (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
DRS	Decreasing Returns to Scale (Ölçeğe Göre Azalan Getiri)
DWT	Dead Weight Tonnage
E	Evet
GRT	Gross Tonnage
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	Garsi Safi Yurt İçi Hasıla
H	Hayır
IRS	Increasing Returns to Scale (Ölçeğe Göre Artan Getiri)
KİD	Konteyner İç Dolum
KVB	Karar Verme Birimi
MHC	Mobile Harbor Crane
RMG	Rail Mounted Gantry
RTG	Rubber Tyred Gantry
s.	Sayfa No
SFA	Stokastik Frontier Analiz
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEFE	Toptan Eşya Fiyat Endeksi
TEU	Twenty - Foot Equivalent Unit (20' lik Konteyner Ölçüsü)
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
TÜFE	Tüketici Fiyat Endeksi
VRS	Variable Returns to Scale (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
VZA	Veri Zarflama Analizi
Y.Y.	Yanaşma Yeri

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1:	Limanların Tarihsel Değişimi	8
Tablo 2:	İdare Tarzlarına Göre Limanlar	13
Tablo 3:	Terminal Verimliliğini Etkileyen Faktörler	35
Tablo 4:	Konteyner Terminal Performansında Etkili Olan Değişkenler	37
Tablo 5:	Gemi Yüküne Göre Limanda Kalma Süre ve Oranları	44
Tablo 6:	İktisadi Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçümleri	73
Tablo 7:	Türk Özel Limanlarında Elleçlenen Temel Yük Grupları	90
Tablo 8:	Liman Yük Elleçleme Ekipmanları	91
Tablo 9:	Gantry Vinçlerin Gelişimi	92
Tablo 10:	Gantry Vinç Ölçüleri	93
Tablo 11:	Lastik Tekerlekli Köprü Vinci Ölçüleri	97
Tablo 12:	Demir Yoluna Sabit Köprü Vinci Ölçüleri	98
Tablo 13:	Konteyner Spreaderlerinin Özellikleri	107
Tablo 14:	Örneklem Dahilindeki Liman Terminalleri	141
Tablo 15:	Ziyaret Edilen Limanlar ve Tarihleri	142
Tablo 16:	Nicel Araştırma Sürecinde Analizlere Tabii Tutulacak Liman Örneklemi	143
Tablo 17:	Mülakat Formu Örneklemi	144
Tablo 18:	Tasarım Gemisi Özellikleri (Konteyner Gemileri)	150
Tablo 19:	Tasarım Gemisi Özellikleri (Genel Kargo ve Kuru Dökme Yük Gemileri)	150
Tablo 20:	Farklı yük tiplerinin özgül ağırlıkları ve 14.75 m^3 ağırlıkları	152
Tablo 21:	Literatürde Saptanan Veri Zarflama Analizi Girdi ve Çıktı Değişkenleri	163
Tablo 22:	Araştırma Kapsamında Kullanılan VZA Girdi ve Çıktı Değişkenleri	163
Tablo 23:	Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	165
Tablo 24:	Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Korelasyonu	165

Tablo 25:	Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	166
Tablo 26:	Genel ve Kuru Dökme Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Korelasyonu	166
Tablo 27:	Görüşme Formu Sorularının Tespitine Yönelik Görüşülen Uzmanlar	168
Tablo 28:	Konteyner Terminalleri Kısmi Verimlilik Bulguları	169
Tablo 29:	Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri Kısmi Verimlilik Bulguları	171
Tablo 30:	Türk Özel Konteyner Terminalleri Kapasiteye Bağlı Verimlilik Bulguları	172
Tablo 31:	Türk Özel Genel ve Kuru Yük Terminalleri Kapasiteye Bağlı Verimlilik Bulguları	173
Tablo 32:	Türk Özel Konteyner Terminalleri Kapasiteye Bağlı Etkinlik Bulguları	174
Tablo 33:	Türk Özel Genel ve Kuru Yük Terminalleri Kapasiteye Bağlı Etkinlik Bulguları	175
Tablo 34:	Konteyner Terminallerinin VZA Araştırma Çıktıları	177
Tablo 35:	Genel Kargo Terminallerinin VZA Araştırma Çıktıları	178
Tablo 36:	Sayısallaştırılamayan İç ve Dış Faktörlere Yönelik Mülakat İfadeleri	181
Tablo 37:	Kapasite ve VZA Temelli Etkinlik ve Verimlilik Çıktıları	190

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:	Liman Tarafları ve İlişkileri	10
Şekil 2:	Yönetim ve İşletme Türüne Göre Türkiye'deki Limanlar (2011)	12
Şekil 3:	Düşük Verimlilik Tuzağı Modeli	16
Şekil 4:	İşletme Verimliliğini Etkileyen Faktörler	27
Şekil 5:	Verimliliği Etkileyen Faktörlerin Evreni	34
Şekil 6:	Verimlilik ve Etkinlik Ölçüm Yöntemleri	38
Şekil 7:	Gemi Yüküne Göre Limanda Kalma Sürelerinin Toplam Süreye Göre Değişimi	45
Şekil 8:	Ölçeğe Göre Getiri ve Yönelim Durumlarına Göre Temel VZA Modellerinin Sınıflandırılması	61
Şekil 9:	Konteyner Terminallerinde Deniz Yönlü Operasyonlar	81
Şekil 10:	Konteyner Terminallerinde Kara Yönlü Operasyonlar	82
Şekil 11:	Dolu Konteyner Operasyonları Operasyonlar	83
Şekil 12:	Dolu Konteyner Operasyonları Operasyonlar	84
Şekil 13:	Genel Yük ve Ro-Ro Operasyonları	87
Şekil 14:	Gantry Vinç	93
Şekil 15:	Konteyner Elleçlemesine Uygun Gezer Vinç; Genel Kargo Yük Elleçlemesine Uygun Gezer Vinç	94
Şekil 16:	Raylı Konvansiyonel Vinç	95
Şekil 17:	Lastik Tekerlekli Köprü Vinci	97
Şekil 18:	Demir Yoluna Sabit Köprü Vinci	98
Şekil 19:	Taşıyıcı İstifleyici	99
Şekil 20:	Kollu Konteyner İstifleyici	100
Şekil 21:	Boş Konteyner İstifleyicileri	101
Şekil 22:	Terminal Çekici ve Dorse	101
Şekil 23:	Forklift	102
Şekil 24:	Pnömatik Boşaltıcı	102
Şekil 25:	Kovalı boşaltıcı çalışma prensibi	103
Şekil 26:	Konveyör	104
Şekil 27:	Ekskavatör	105

Şekil 28:	Teleskopik Vinç	105
Şekil 29:	Tekli Yarı Otomatik Spreader, Twin Spreader, Rotary Spreader, Üstü Açık Konteyer Spreaderi	106
Şekil 30:	Kapma	107
Şekil 31:	Manyetik Kapma	108
Şekil 32:	Kova	108
Şekil 33:	Kanca	109
Şekil 34:	Straddle Taşıyıcı Sistemi	111
Şekil 35:	Reach Steacker/Top Loader Sistemi	113
Şekil 36:	Köprü Vinci Sistemi	114
Şekil 37:	Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin Kapasiteleri	117
Şekil 38:	Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin İlk Yatırım Maliyetleri	118
Şekil 39:	Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin 25 Yıllık Dönemde Kutu Başı Maliyeti	119
Şekil 40:	Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin 25 Yıllık Dönemde Kutu Başı Maliyeti	119
Şekil 41:	Kapasite Türleri	123
Şekil 42:	Mevcut Kapasite Ölçütleri	124
Şekil 43:	Araştırma Modeli	138
Şekil 44:	Liman Kapasite Formülasyonu Uygulama Algoritması	161

EKLER LİSTESİ

EK 1	Türk Özel Limanlarında Kullanılan Bazı Vinçler ve Özellikleri	ek s.1
EK 2	Uzaklığa Bağlı Vinç Kaldırma Kapasiteleri	ek s.3
EK 3	Yük Elleçleme Teçhizatları	ek s.4
EK 4	Vinç Çalışma Etkinlik Katsayısının Hesaplanması	ek s.7
EK 5	Liman Süreleri	ek s.8
EK 6	Liman Tarifeleri	ek s.9
EK 7a	Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenleri Korelasyon Grafikleri	ek s.11
EK 7b	Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenleri Korelasyon Grafikleri	ek s.13

GİRİŞ

Dünya ekonomisinde 1970'lerden itibaren önemli ekonomik ve ticari değişiklikler yaşanmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmeleri takip eden küresel ekonominin gelişmesi ile beraber ülkeler arasında ithalat ve ihracat oranları çok önemli miktarlarda artış göstermiştir. İthalat ve ihracat faaliyetlerindeki artış doğal olarak üretilen malların değişik taşıma sistemleri ile üretim merkezinden tüketim merkezlerine doğru ve ters yöndeki hareketleri ifade eden taşımacılığın ve taşımacılık sistemlerinin gelişmesine neden olmuştur.

Günümüz taşımacılık sisteminde karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu ve boru hatları kullanılmaktadır. Kullanılan bu sistemler içerisinde en fazla paya miktar olarak deniz taşımacılığı sahiptir (UNCTAD, 2009: 13).

Denizyolu taşımacılığının en önemli bileşenlerinden biri ticari limanlardır. Deniz ile kara arasında bir bağlantı sağlayan limanlar, aynı zamanda yüklerin farklı taşımacılık türleri arasındaki değişimlerini sağlama açısından taşımacılıkta düğüm noktalarını oluşturmaktadır. Bu nedenle limanlarda yaşanan herhangi bir sıkışıklık, etkinlik ve verimlilikteki kayıp, tüm taşımacılık ağını olumsuz yönde etkilemektedir.

Denizyolu taşımacılığının en önemli altyapısını oluşturan yük limanları, kaynakların verimli ve etkin kullanmak için kendilerini geliştirmek zorundadırlar. Limanların potansiyellerini belirlemeleri için tek başına iktisadi göreceli etkinlik analiz yöntemleri yeterli olmamaktadır. Liman işletmelerinin kendi bünyeleri içinde de etkinlik ve verimlilik ölçümleri gerçekleştirmeye ihtiyaçları vardır. Geçerli ve güvenilir bir etkinlik ve verimlilik ölçümü için yine geçerli, güvenilir ve farklı kişiler tarafından düzenlenen uygulamalarda aynı sonucu verecek şekilde basamakları açıklanmış kapasite analiz yöntemlerinin belirlenmiş olması gerekmektedir.

Birçok yükü bir arada elleçleyen limanlar için geçerli ve güvenilir bir etkinlik ve verimlilik analizine ihtiyaç duyulması bu çalışmanın temel amacının şekillenmesine neden olmuştur. Çalışma ile temelde ulaşılmak istenilen amaç, akademik araştırmacılar, planlamacılar, liman yöneticileri ve liman kullanıcıları gibi liman etkinlik ve verimlilikleri ile ilgili bilgi edinmek isteyen birçok tarafın uygulayabileceği, uygulama aşamaları net olarak tanımlanmış ve sadece konteyner değil, hem konteyner hem de genel ve kuru dökme yük çeşitlerini elleçleyen

limanlara uygulanabilecek bir model geliştirilmesidir. Bu modelin, limanlardaki performansında oluşabilecek darboğazlara açıklık getirmesi amaçlanmıştır.

Modelin oluşturulması, liman etkinlik ve verimliliğini etkileyen ancak sayısallaştırılamayan iç ve dış faktörlerin varlığına dikkat çekmiş, beşli likert ölçeğine sahip bir görüşme formu üzerinden limanlar ile yapılandırılmış görüşmeler düzenlenerek bu faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde, öncelikle temel liman kavramlarından bahsedilerek liman hizmetlerine ve fonksiyonlarına yönelik tanımlamalar yapılmış, tarihsel gelişimi incelenmiştir. Sonrasında, limanlardaki etkinlik ve verimlilik seviyelerinden etkilenecek tarafların ve paydaşların belirlenmesi amacıyla liman iç ve dış çevresinden bahsedilmiş, yönetim ve idari yapılarına göre limanlar kategorize edilmiştir.

Çalışma başlığını içeren liman etkinlik ve verimlilik kavramları, etkinlik ve verimlilik literatürü ile liman etkinlik ve verimlilik ölçüm literatürü beraber ikinci bölümde incelenmiştir. Öncelikle etkinlik ve verimlilik ile ilgili açıklayıcı tanımlamaların yapıldığı bölüm kapsamında etkinlik ile verimlilik arasındaki fark açıklanmıştır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yol gösterici olması açısından etkinlik ve verimliliği etkileyen iç ve dış faktörlerden ve liman işletmelerinde etkinliği ve verimliliği etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. İkinci bölüm kapsamında işletme performans ölçümleri verimlilik, etkinlik ve diğer olmak üzere üçe ayrılmış, literatürde saptanan etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri çalışmanın anlaşılabilmesi için kategorize edilerek limanlardaki uygulamaları ile birlikte açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, liman verimliliğinin, etkinliğinin ve dolayısıyla kapasitesinin ölçülebilmesi için ayrıntıları ile anlaşılmış olması gereken terminal operasyonları ile liman yük elleçleme ekipmanlarına dair ayrıntılı bilgiler ele alınmıştır. Bu bölüm kapsamında, kapasite ölçümleri için çözümlenmesi ve anlaşılması gereken, Türk özel limanlarında kullanılan yük elleçleme ekipmanları ve Türk özel limanlarında elleçlenen yükler de ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, liman etkinlik ve verimlilik analizlerinde büyük bir yer alan kapasite kavramından bahsedilmiştir. Bölüm kapsamında limanlardaki kapasite

kavramlarından, literatürde var olan kapasite çeşitlerinden, liman kapasite ölçüm literatüründen bahsedilmiştir.

Çalışma kapsamında uygulanan nitel/nicel araştırma süreçleri ve uygulama metodolojileri beşinci bölümde incelenmiştir. Süreç çıktıları sonunda elde edilen bulgular öncelikle tek tek verilmiş, sonrasında ise tüm nicel araştırma çıktıları bir arada ele alınarak geliştirilen uygulama modelinin nasıl yorumlanacağı ve ne şekilde kullanılacağı anlatılmıştır.

Sonuç bölümünde, nitel ve nicel araştırmalarda ortaya çıkan bulgular bir arada araştırma sonuçları tartışılmış, çalışmanın uygulamada liman işletmelerine katkısı, bilimsel katkıları ve çıkarımlar açıklanmış, gelecek araştırmalar için öneriler getirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEMEL LİMAN KAVRAMLARI

Limanların genel tanımları, tarihsel gelişimi, yönetim modelleri, iç ve dış çevreleri ve sahiplikleri gibi limanların genel olarak anlaşılmasını sağlayacak kavramlar birinci bölümde başlıklar halinde incelenmiştir.

1.1. LİMAN TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Limanların tarih boyunca süregelen değişim ve gelişimi ile beraber birçok liman tanımı yapılmıştır. Limanlarda da birçok işletme gibi zaman içinde gelişim ve değişim gözlenmektedir. Dikkatlice incelendiğinde liman hizmetlerindeki ve kapsamlarındaki değişim ile tanımları da değişmiştir ve liman hizmetleri geliştikçe bu tanımlar da değişmeye devam edecektir. Literatürde geçen bazı liman tanımları aşağıda verilmiştir:

> *Korunmuş bölgelerde eğer gemilerin çeşitli ihtiyaçları karşılanıyorsa, bakım ve onarım yapılıyor ve inşa edilebiliyorsa, yükleme ve boşaltma hizmetleri veriliyor ve depolama olanakları mevcutsa bu tip bölgelere liman denilebilmektedir (Agerschou ve diğerleri, 1985:2).*
>
> *Liman, içinde yüklerin gemilere yüklendiği ve/veya gemilerden boşaltıldığı, gemilerin sıralarını beklediği ya da beklemelerinin istendiği veya beklemek zorunda bırakıldığı yerleri de içine alan bir terminal ya da saha olarak ta tanımlanabilmekte ve diğer ulaştırma biçimlerine yönelik olanaklara da sahip olup, bu özelliği ile ulaştırma modları arasında bütünleşmeyi de sağlamaktadır (Branch, 1986;1).*
>
> *Gemilerin olumsuz deniz ortamında sığınabilecekleri, yanaşabilecekleri, yükler için yükleme boşaltma, yolcular için indirme bindirme yapabilecekleri fiziksel ortamı sağlayan ve bunlara ilişkin altyapılar, açık ve kapalı mekanlar ve tesisler ile gemi, yük ve yolculara yönelik hizmetleri veren, kontrol ve güvenlik işlemleri için gereken yerleşik birim ve örgütleri içeren, ülkenin belli bölgesi*

üzerinde ekonomik faktör teşkil eden, taşıma sistemleri arasında dönüşüm noktası olan, gemi ile diğer taşıma modları arasında yük/yolcu transferinin gerçekleşebileceği yerlere Liman denir (Pekdemir, 1991;aktaran Alkan ve İncaz, 2003:334).

Limanlar rıhtım veya iskelelerine gemilerin, deniz taşıma araçlarının yanaşıp bağlayabileceği veya su alanlarına demirleyebileceği imkânları kapsayan, tekneden kıyıya, tekneden tekneye, kıyıdan tekneye yük veya insan nakli, teknelerin bağlanıp kaldırılması ya da demirlemesi, eşyanın karada ve denizde teslimine kadar muhafazası için tesisleri ve imkânları bulunan sınırlandırılmış kara ve deniz alanlarıdır (Altınçubuk, 2000: 9).

Rıhtım veya iskelelerine gemilerin dalga, akıntı, fırtına ve buz gibi dış etkenlere karşı korunarak deniz taşıtlarının yanaşabileceği veya su alanlarına demirleyebileceği bütün ihtiyaçlarının görüldüğü, gemiden kıyıya ve kıyıdan gemiye yük ve yolcu naklini, teknelerin demirleyip ayrılmalarını, taşınan malların karada veya denizde teslim alanına kadar korunması için gerekli tesisleri içeren su alanlarıdır (Yüksel ve Çevik, 2006: 1).

Ulaştırma zincirinde çok sayıda faaliyetin yerine getirilmesinde düğüm noktasını oluşturan limanlar; yükleme/boşaltma, römorkaj, depolama gibi temel işlevlerinin yanında yükletenler, ihracatçılar, ithalatçılar, lojistik şirketleriyle devlet otoriteleri, bankalar, sigorta şirketleri gibi birçok sayıda örgüt ya da kişilerle ilişki içerisindedirler. Bu özelliğiyle limanlar, yüklerin aktarılmasının yanı sıra birçok ticari ve yasal işlemlerin koordinasyonunu da sağlayarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadırlar. Limanların mikro ve makro açılardan çok farklı ve önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası pazarlama fonksiyonlarının yerine getirilmesinde bu fonksiyonların etkin ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Esmer, 2010: 5).

Genel kabul görmüş ve sıklıkla kullanılan liman tanımlarına bakılacak olursa limanların sağladığı temel hizmetler ile gelişen

teknoloji ve ihtiyaçlara yönelik oluşan ikincil hizmetleri bulunmaktadır:

- Temel Liman Hizmetleri:
    - Yanaşma – Barınma
    - Yük, Yolcu ve Araç Yükleme – Boşaltma – Aktarma
    - Depolama
    - Güvenlik ve Emniyet
- İkincil Liman Hizmetleri:
    - Kontrol – Gümrük
    - Taşıma Sistemleri Arası Dönüşüm
    - Atık Alımı - Arıtma
    - Tatlı Su
    - Yakıt İkmali
    - Pilotaj – Römorkaj
    - Toplama – Birleştirme – Dağıtım
    - Tartım
    - Konteyner İç Dolum – Boşaltım
    - Bakım – Onarım
    - Ve diğer tedarik zinciri ve toplam lojistik hizmetler

Limanların, birincil ve ikincil hizmetlerinin yanısıra bünyelerinde hizmet veya imkan olarak bulundurmalarında faydalı olabilecek diğer konular ise:

- Yük sahipleri, yetkili makamlar, aracılar ve tüm liman kullanıcıları arasında haberleşme ortamı sağlamak,
- Gemiler için gemi adamı temin etmek,
- Gemi adamları sertifika ve vinç operatörleri programları organize etmek,
- Uluslararası liman yöneticiliği seminer ve konferans programları yürütmek,
- Denizcilik fuarları, kültürel etkinlikler ve eğlenceler düzenlemek.

Limanların bu hizmetleri ve imkanları, Türk Dil Kurumunun da limanları "gemilerin barınmalarına, yük alıp boşaltmalarına, yolcu indirip bindirmelerine yarayan, doğal veya yapay sığınak" olarak tanımladığı düşünüldüğünde liman için

kısaca şöyle bir tanım yapılabilir: "Liman, gemilerin olumlu veya olumsuz deniz ortamında sığınabilecekleri, yanaşabilecekleri, yükler için yükleme-boşaltma-aktarma; yolcular ve araçlar için de indirme-bindirme yapabilecekleri, diğer ulaştırma biçimlerine yönelik olanaklar ve açık-kapalı lojistik tesisleriyle de ulaştırma modları arasında bütünleşmeyi ve dönüşümü sağlayabilen, gümrük kontrol ve acentelik gibi işlemler için gereken yerleşik birim ve örgütleri içerebilen, ülkenin belli bölgesi üzerinde ekonomik faktör teşkil eden, ve bünyesinde bazı sosyo kültürel faaliyetleri de sağlayabilecek, güvenliği sağlanmış, doğal veya yapay sığınaklardır.

Buradan da anlaşılabileceği gibi limanlar, temel hizmetlerinin yanında sağladığı diğer olanaklar ile faaliyet alanlarını çok genişletmişlerdir. İleriki dönemlerde de gelişime açık olan limanların tarihsel gelişimi Tablo 1'de görülebilmektedir.

Liman faaliyetlerindeki ve hizmetlerindeki gelişim, liman tarihçesi içinde temel olarak dört farklı nesil oluşumuna neden olmaktadır. 1960 öncesi, 1960 – 1980 arası, 1980 – 2000 arası ve 2000 sonrası olarak ayrılan bu nesiller içinde limanlarda genel olarak elleçlenen yüklerde, liman konumlarında, liman faaliyetlerinde, liman karakteristiklerinde ve liman üretim karakteristiklerinde gelişmeler yaşanmıştır. Bunların değişim yerine gelişim olarak adlandırılmasının nedeni limanlar her nesil içinde bu özelliklerine ek bir özellik katmaktadırlar. Nesiller içinde kazandığı her bir ek faaliyet ve özellik, limanların daha etkin ve verimli çalışmalarını gerektirmektedir.

Tablo 1: Limanların Tarihsel Değişimi

	Birinci Nesil	**İkinci Nesil**	**Üçüncü Nesil**	**Dördüncü Nesil**
Gelişim Periyodu	**…. -1960**	**1960-1980**	**1980-2000**	**2000-…..**
Ana Yük	Kırkambar yük	Kırkambar, kuru dökme ve sıvı dökme yük	Dökme ve birleştirilmiş, konteynerize edilmiş yük	Yük türlerinde uzmanlaşma, dökme yük, konteynerize edilmiş yük, özel yükler
Konum ve liman geliştirme stratejisi	• Geleneksel • Taşıma modunda değişim fikri	• Yayılmacı • Taşıma, endüstriyel ve ticari merkezi	Ticari eksenli Uluslararası ticaret için bütünleştirilmiş taşıma merkezi ve lojistik platform	• Küresel ticaret eksenli • Küresel ticaret için dağıtım merkezi • Yayılmacı politika • Özel tahsis terminal • İntermodal terminal
Faaliyetlerin kapsamı	• Kargo yükleme, boşaltma ve seyir hizmeti iskele ve rıhtım sahası	• Kargo dönüşümü, • Gemi ile ilgili endüstriyel ve genişletilmiş liman alanı	• Yük ve bilgi dağıtımı, lojistik hizmetler • Kıyıya doğru terminaller ve dağıtım merkezleri	• Tedarik zinciri ve toplam lojistik hizmetler • Lojistik ve dağıtım merkezi hizmetleri • Global liman ağı
Kurum karakteristikleri	• Liman içerisinde bağımsız faliyetler • Liman ve liman kullanıcıları arasında gayri resmi ilişkiler	• Liman ve liman kullanıcıları • Liman içi faaliyetleri arasında gevşek ilişkiler • Liman ve belediye arasında resmi olmayan ilişkiler	• Birleşik liman ortaklığı • Taşıma ve ticaret zinciri ile limanın entegrasyonu • Liman ve belediye arasındaki yakın ilişkiler • Genişletilmiş liman organizasyonu	• Global liman ve terminal işletmeciliği • Tedarik zinciri ve liman entegrasyonu • Denizyolu taşıyıcıları, taşıtanları ve liman arasında yakın işbirliği • Genişletilmiş liman organizasyonu
Üretim karakteristikleri	• Yük akışı • Basitleştirilmiş bireysel hizmet • Düşük katma değer	• Yük akışı • Yük dönüşümü • Kombine hizmetler • Arttırılmış katma değer	• Yük/bilgi akışı • Yük/bilgi dağıtımı • Çoklu hizmet paketi • Yüksek katma değer	• Yük/bilgi akışı ve dağıtımı • Yüksek değerli lojistik hizmet • Bütünleşik lojistik hizmetler • Kullanıcılara özel terminaller • Esneklik, yalınlık ve çeviklik • Yeşil liman
Belirleyici faktörler	İşgücü/ sermaye	Sermaye	Teknoloji ve uzmanlık	• Global teknoloji/uzmanlık ve limanlar arası ağ

Kaynak: UNCTAD 1999; Paixao ve Marlow, 2003'den aktaran Esmer, 2010: 14-15

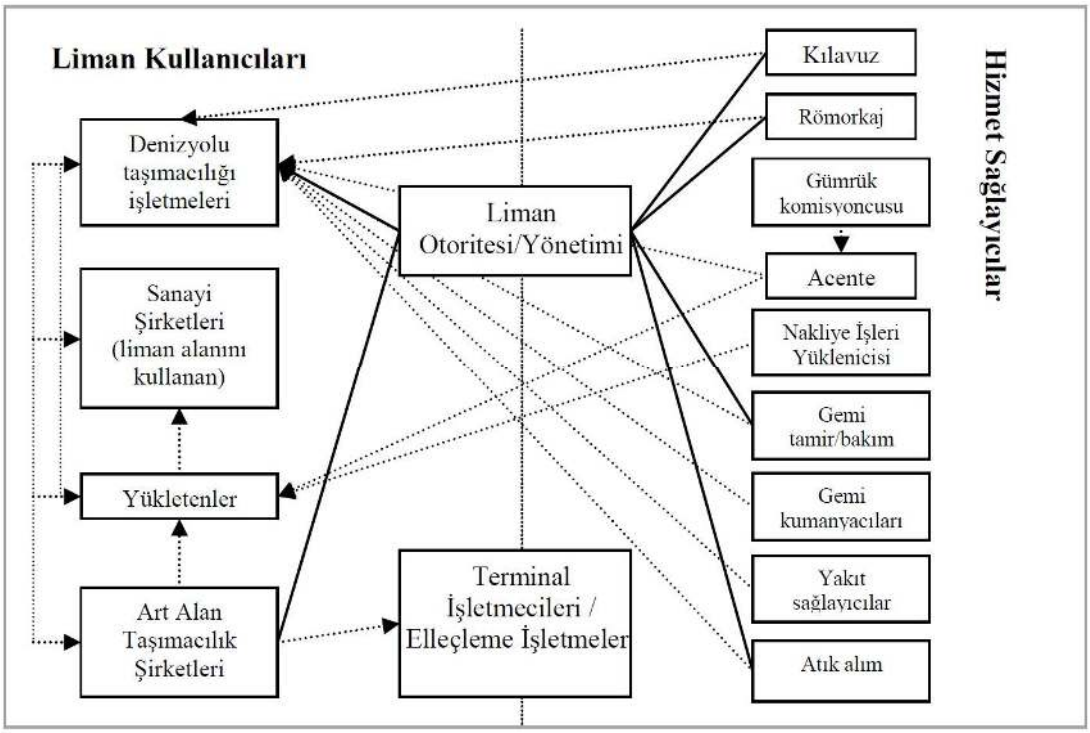
1.2. LİMANLARIN İÇ VE DIŞ ÇEVRESİ

Liman iç ve dış çevresini, bu çevrelerdeki aktörleri tanımak, liman etkinliği ve verimliliğinin önemini anlamak açısından çok önemlidir. Verimli çalışma koşullarını sağlayamayan, etkin olmayan limanlar, faaliyetleri nedeniyle iç ve dış çevresindeki tüm aktörleri etkilemektedirler.

Yoğun bir değişim sürecinden geçen limanların deniz ticaretinde ve uluslararası ticarette yeri ve önemi, ekonomik ve teknik açılardan daha önemli hale gelmiştir (Branch, 1998: 169). Limanlarda mal ve/veya yolcuların akışı, kara taşıtlarının yardımı ile daha ufak çaplı akışlara bölünüp karaya dağılmakta ve bunun tam tersi denize dağılımda da gerçekleşmektedir. Bu açıdan limanlar, birçok faaliyetin kesiştiği önemli bir ticari sistemdir. Gelişen teknolojiye ayak uydurmak zorunda olan limanlarda, hizmetlerin en iyi şekilde verilmesi ve maliyetlerin en alt düzeyde tutulabilmesi için etkinliğin ve verimliliğin yüksek seviyelerde elde edilmesi gerekmektedir.

Martin ve Thomas (2001:280)'ın ayrımına bakıldığında liman topluluğu üyelerinin çoğunlukla liman kullanıcılarını kapsadığı görülmektedir. Meersman ve diğerleri., (2009:92) ise bu tarafları iki grupta incelemektedir: liman kullanıcıları ve liman hizmet sağlayıcıları. Şekil 1'de 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 tedariki, atık alım hizmetleri sağlayıcılarının yanında, yükleten ve denizyolu taşımacılığı işletmeleri temsilcileri olan nakliye işleri yüklenicileri ve acenteler oluşturmaktadır. Şekil 1'deki 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 1: Liman Tarafları ve İlişkileri



Kaynak: Meersman, 2009: 93'den aktaran Karataş Çetin, 2011: 205; Kişi, 1992: 162.

Liman iç ve dış çevresindeki aktörlere kısaca paydaş adı verilebilmektedir. Liman paydaşlarının liman faaliyetlerinde ve liman kalkınmasında doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Farklı alanlarda olmasına rağmen tüm paydaşların genel olarak hangi liman olursa olsun önem verdikleri şey; limanın ayakta kalmasıdır. Fakat tabi bu çok basit olarak ifade edilmiş halidir. Limanın gelişimini ve kalkınmasını asıl teşkil eden ise "liman tesislerini ve işletim sistemini ulusal düzeydeki gereksinimlere göre, liman ve liman kullanıcıları için en düşük fiyatta sunabilmektir" (UNCTAD, 1985).

Her bir birey ya da grup paydaş liman üzerinde belli bir etkiye sahiptir ve liman faaliyetlerinden etkilenmektedir. Liman hem teknolojik hem de ekonomik olarak gerek temas ve bağlantılar gerekse ticari sözleşmeler için bir düğüm noktasıdır. Limanlar, ticari varlıkların oluşumu ve dağılımı için kişilerin ve hisselerinin birleştirildiği ortaklıklardır. Dolayısıyla bu varlığın işleyişi değişik paydaş gruplarının desteğine bağlıdır. Liman topluluğunda yer alan paydaşlar dört ana gruba ayrılmıştır (Notteboom ve Winkelmans, 2002'den aktaran Bartan, 2007:16).

İç Paydaşlar: Bunlar, geniş kapsamlı liman otoritesi bünyesinin bir parçasıdır. Liman yöneticileri, işverenler, kurul/komisyon üyeleri, sendikalar ve hisse sahipleri dahili paydaşlar içindedir.

Dış Paydaşlar (Ekonomik/Sözleşmeli): Bu paydaşlar grup içinde (in situ) ve grup dışında yer alan (ex situ) ekonomik aktörleri içermektedir. Grup içinde yer alanlar farklı liman şirketlerinden oluşur ve bunlar liman alanına yönelik yatırım yaparak sanayiye destek olurlar, katma değer ve çalışma sahası oluştururlar. Grup dışında yer alan aktörler ise, Liman hinterlandı içinde, yakın bölgede yer alan sanayicilerden oluşur. Limanlar aynı zamanda, oldukça güçlü bir şekilde birbirine geçmiş, liman çevresinin dışındaki ekonomik olaylara da bağlı olan ekonomik aktiviteler kümesidir. Bu şirketlerin bazıları genel olarak yük akışına bağlı olarak taşıma operasyonlarıyla ilgilidir (terminal operatörleri ve yükleme/boşaltma işçisi şirketleri). Diğerleri sadece lojistik organizasyon hizmeti sunmaktadır. Liman bölgesindeki sanayi şirketleri (enerji fabrikaları, kimyasal fabrikalar, montaj fabrikaları) sanayiye destek olmaktadır ve ayrıca işçi/personel fonu/kârı birinci sınıf ekonomik paydaş grubuna aittir. Diğer ekonomik paydaş grubunu liman müşterileri, ticari şirketler ve ithalatçılar/ihracatçılar oluşturmaktadır. Bunlar liman sektöründeki gelişmeleri dikkatle takip etmektedirler çünkü liman faaliyetleri kendi iş dünyalarını etkilemektedir.

Yasalar ve Kamu Yararını Gözeten Politika Paydaşları: Bu grup, sadece idari bölümleri, devlet bakanlıklarını kapsamamaktadır aynı zamanda yerel, bölgesel, ulusal ve hatta uluslararası düzeyde taşımacılık ve ekonomi konularından sorumludur. Aynı zamanda çevre bakanlıkları da çeşitli coğrafi kararlarda yer almaktadır.

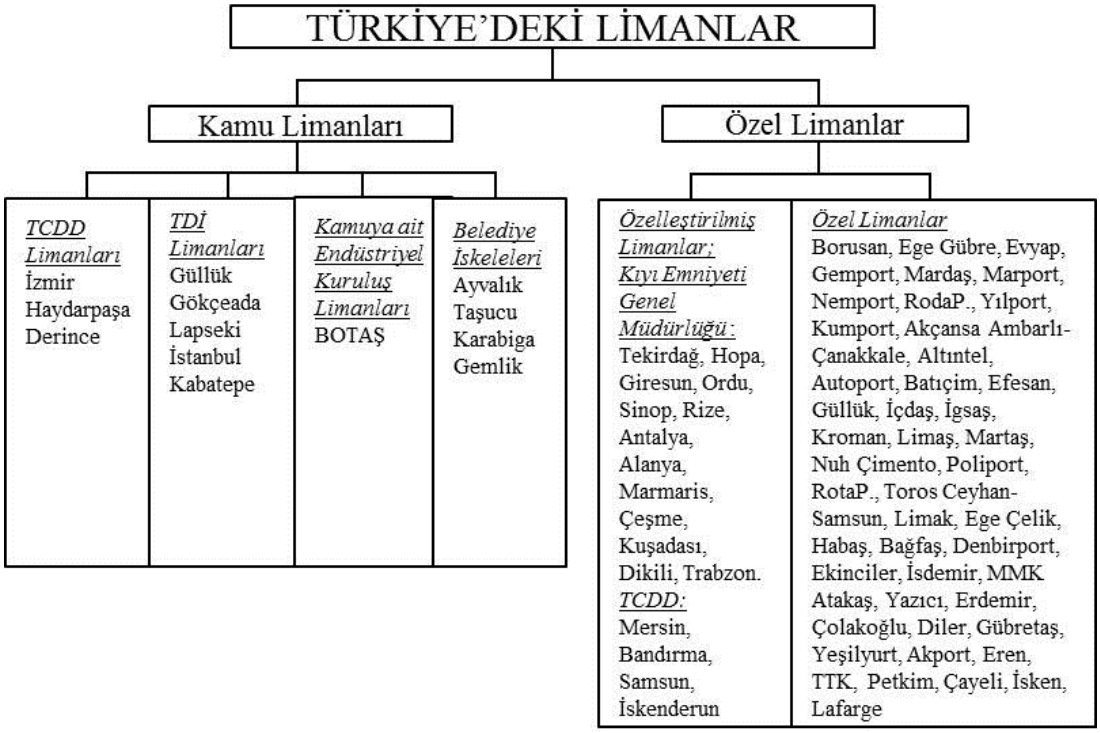
Topluluk/Cemiyet Paydaşları: Toplum kuruluşları veya sivil toplum örgütleri, genel halk, basın ve diğer pazar dışı aktörleri kapsamaktadır. Bunlar limanın gelişimi ile ilgilenirler. Limanın hareketliliği veya durgunluğu sonucunda, bugünkü mevcut ya da oluşabilecek yarar ve zararlardan etkilenebilmektedir. Bu grupların bazılarının, limanla olan ilişkilerinin farkında bile olmama olasılığı mevcuttur.

1.3. YÖNETİM VE İDARE YAPILARINA GÖRE LİMANLAR

Limanlar yönetim türüne göre iki ana gruba ayrılırlar. Bu iki grup kamu limanları ve özel limanlardır. Türkiye'de bulunan özel ve kamu limanlarını, Çetin (2011) çalışmasında Şekil 2'de görüldüğü gibi daha ayrıntılı bir şekilde incelemiştir.

Şekil 2'de özel limanlar olarak ayrılan grup içinde tüm faaliyetler ve sahiplikler özel şirketlere ait iken aynı başlık altında geçen özelleştirilmiş limanlar, özelleştirme şekillerine göre farklı şekillerde çalışabilirler.

Şekil 2: Yönetim ve İşletme Türüne Göre Türkiye'deki Limanlar (2011)



Kaynak: Karataş Çetin, 2011: 255; Oral, Kişi ve diğerleri., 2007'den uyarlanmıştır

Türkiye'de TCDD'ye ait 3, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğüne ait 4, Kamu Endüstri Kuruluşlarına ait 1 liman ve dört adet belediye iskelesi bulunmaktadır. Eskiden Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü altında iken şu anda özelleştirilme kapsamında özel şirket yönetiminde olan 13 liman, TCDD bünyesinden özelleştirilen dört adet liman bulunmaktadır. Doğrudan özel sektör sermayesi ile kurulan liman işletmeleri de Şekil 2'de "Özel Limanlar" başlığı altında görülmektedir.

Dünyada birçok liman işletme modeli ve idari yapısı bulunmaktadır. Liman işletmeciliği yazınında çoğunlukla kullanılan liman idare modelleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: İdare Tarzlarına Göre Limanlar

No	Liman Tipi	Tip	Planlama & Kontrol	Yapım			İşletme	
				Kanal Tarama	Saha Geliştirme	Terminal Tesisleri	İşletme Tesisleri	Yük Elleçleme
1	Kamu		Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu
2	Takım (Landlord 1)	Kiralık	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Özel
3	Landlord 2	Kiralık	Kamu	Kamu	Kamu	Kamu	Özel	Özel
4	Kiralık(Landlord 3)	Kiralık	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.

İdare Tarzlarına göre 6 tip liman bulunmaktadır. Çalışma kapsamında bu 6 tip liman arasından özel limanların ve özelleştirilmiş limanların tanımları önem kazanmaktadır.

- **Özel Limanlar:** Kamu ve kiralık limanların yanında son yıllarda tamamıyla özel limanlar da artış göstermiştir. 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 tekelci liman olarak da adlandırılabilen ve tek bir amaca hizmet eden özel limanlardır. Bu herhangi bir endüstrinin ihtiyacı doğrultusunda inşa edilip işletilen bir liman çeşididir. Örnek olarak rafinerilerin tanker rıhtımları veya madencilik yapan firmaların dökme yük terminalleri verilebilir.
- **Özelleştirilmiş Limanlar:** Dünyada başlıca üç liman özelleştirme yöntemi mevcuttur. Bunlardan birincisi liman işletme hakkı devri, imtiyaz anlaşması, kira sözleşmeleri ile bu hizmetlerin özel sektör tarafından yürütülmesidir (Cook ve Kirkpatrick, 1989:7). İkinci yaklaşım ise limanların daha fazla ticari esaslara göre çalıştırılmasını sağlayacak şekilde yönetilmeleri (yönetim

sözleşmesi) ve üçüncüsü gerekli finansmanın sağlanması amacıyla özel sektöre transferidir (Matons, 1992:8). Bazı yazarlara göre liman işletmesine özel sektörün katılım yolları aşağıda belirtilmektedir. (Ott ve Hartley, 1991:9; aktaran Ece, 2006: 3; Çağlar ve Oral; 2011)

- Liman ekipmanının kiraya verilmesi,
- Liman arazisinin ekipmanlı / ekipmansız kiraya verilmesi,
- Yönetim sözleşmeleri,
- Liman arazisinin üstyapı yatırım yapma koşuluyla özel sektöre kiraya verilmesi,
- Özel sektörün liman yatırımlarının finansmanına doğrudan katılımı,
- Yap – İşlet – Devret Modeli,
- Özel sektör ve liman idaresi arasındaki ortak girişim.

Bu çalışma kapsamında, özel limanlar başlığı altında geçen özel ve özelleştirilmiş Türk limanları araştırmanın ana kütlesini oluşturacaktır. Ancak öncelik ile liman etkinlik ve verimlilik kavramlarının incelenmesi gerekmektedir. İkinci bölümde bu konular ele alınacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM
LİMAN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK KAVRAMLARI

Liman etkinlik ve verimlilik ölçümleri için geçerli ve güvenilir bir uygulama modeli geliştirebilmek için öncelik olarak etkinlik ve verimlilik kavramlarının ve bu kavramların limanlardaki mevcut ve muhtemel uygulamalarının çok iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu amaç kapsamında ikinci bölümde, endüstride kullanılan iktisadi ve mühendislik etkinlik ve verimlilik yaklaşımlarının limanlar üzerindeki uygulamalarından bahsedilecektir.

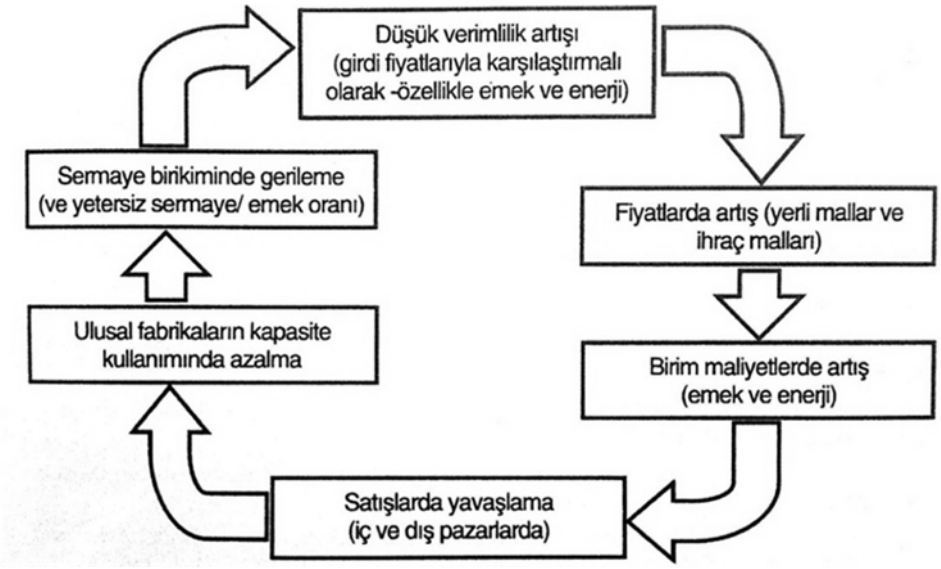
2.1. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİNİN ÖNEMİ

Ülkelerin refah artışlarının kaynağında etkinlik ve verimlilik artışları bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ulusal düzeyde olduğu kadar, şirket düzeyinde de verimlilik artışını sürekli kılmak önemli bir amaç olarak ortaya çıkmaktadır. İşletmelerdeki verimlilik ve etkinliğin artışı ile milli gelir ve gayrı safi milli hasıla gelirleri hızla yükselmektedir. Bu da beraberinde harcanabilir gelirlerde ve yaşam standartlarında artışı getirmektedir. Günümüzde etkinliğin ve verimliliğin, gerçek ekonomik kalkınmanın, sosyal ilerlemenin ve hayat standardı artışının, tüm dünyadaki tek kaynağı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Gürak, 2003b: 37; Prokopenko, 1987: 22; Usta, 1991: 678).

İşletmeler düzeyinde etkinliğin ve verimliliğin sağlanması, ülkenin refah seviyesini yükselttiği gibi, bir işletmenin ürünlerinin uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü de arttırır. Aynı malı üreten işletmeler kıyaslandığında, etkinlik ve verimlilikteki gerileme rekabette de gerilemeye neden olur. Etkinlik ve verimlilik düşüşü ile beraber birim ürün başına maliyet de yükselecektir. Üretim maliyetlerindeki artışın doğrudan fiyatlara yansıtılması durumunda müşteriler daha ucuza mal veya hizmet sağlayan işletmelere yönelecektir. Yüksek maliyetlerin fiyatlara yansıtılmaması ise karların düşmesine neden olacaktır.

Sink (1985), düşük verimlilik düzeyinin ülke bazında olması durumunda bunun enflasyona, ödemeler dengesindeki açığa, düşük kalkınma ve işsizliğe neden olacağını belirtmiştir (Şekil 3)

Şekil 3: Düşük Verimlilik Tuzağı Modeli



Kaynak: Sink, 1985, s.8; Prokopenko, 1987 s:23.

Düşük etkinlik ve verimlilik koşulları, aynı gider ile daha az ürün ve daha az sermaye geri dönüşü anlamına gelmektedir. Burada çok vahim bir kısır döngü bulunur. Çünkü verimliliği düşük olan bir işletme kar etmek için rakiplerine göre daha yüksek fiyatlardan çalışmak zorunda hissedebilir. Fakat bunun bir yan etkisi olarak satışlarda yavaşlama, kapasitelerin kullanılamaması, sermaye azalması ve en nihayetinde yine verimsizlik olarak geri dönecektir. Bu tuzağa bir kere düşen işletmenin verimli bir işletme haline gelmesi için çok büyük yenilikleri ve değişimleri gerçekleştirmesi gerekecektir. Bu nedenle hizmet veya ürüne yönelik işletmelerde verimliliğin kesintisiz olarak ölçülmesinin, hem kısa hem de uzun vadede faydaları olacak, işletme bu tuzağa düşmeyecektir.

Yoksulluk, işsizlik ve düşük verimlilik kısır döngüsünün, yalnızca verimlilik artışıyla kırılabileceği açıktır. Artan ulusal verimlilik, yalnız kaynakların optimum kullanımına değil, aynı zamanda toplumun ekonomik,

sosyal ve politik yapısında da daha iyi bir denge kurulmasına yardımcı olacaktır.

2.2. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK TANIMLARI

Etkinlik ve verimlilik kavramları çoğu zaman eş anlamlı olarak kullanıldığından ölçümlerine ve ölçüm yöntemlerinden bahsetmeden önce etkinliğin ve verimliliğin ne olduğunun ve etkinlik ile verimlilik arasındaki farkın anlaşılmasının büyük bir önemi bulunmaktadır.

2.2.1. Verimlilik Tanımı

Diğer dillerde kullanılan "prodüktivite" sözcüğünün karşılığı olan verimlilik kavramı, ekonomistlerin, işletme yöneticilerinin ve endüstri mühendislerinin sık sık kullandıkları sözcükler arasına girmiş bulunmaktadır. Verimlilik için yapılan çeşitli tanımlamalar şu şekildedir:

Genel bir tanımlama yapılırsa, verimlilik, bir üretim yada hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile, bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki 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: 19) Bahsedilen mal ve hizmet üretimlerindeki kaynaklar girdi fonksiyonu olarak düşünülerek her bir kaynak başına birim verimlilik hesaplanabilmektedir.

Bu açıdan düşünüldüğünde; verimlilik, belli bir zaman parçasındaki üretimde kullanılan çıktıların fiziksel miktarı ile aynı zaman parçası içinde üretimde kullanılan girdilerin fiziksel miktarı arasındaki orandır (Yücel, 1997: 45).

Verimlilik, kısaca "talep edilen" bir üründe oluşan katma değeri üretebilme becerisi olarak da tanımlanabilir. Örneğin, bir sanayi işçisi, bir öğretmen, bir berberin ürettiği mal veya hizmete bir talep varsa ve bu talep

karşılanırken katma değer yaratılabiliyorsa üretim verimlidir. Talep yoksa ekonomik faaliyetlerin verimli olabilmesi de mümkün değildir (Gürak, 2003a: 4).

Verimlilik sonuçlarla, bu sonucu elde etmek için harcanan zaman arasındaki ilişki olarak da tanımlanabilir. Zaman çoğu kez, evrensel bir ölçü olduğu ve insan denetimi dışında kaldığından, iyi bir paydadır. Kısacası hız olarak da tanımlayabileceğimiz şekilde, istenen sonucu sağlamak için harcanan zaman azaldıkça, sistemin verimliliği de artar.

Verimlilikle ilgili genel bir yanılgı, verimliliğin işgücü yoğunluğu ile karıştırılmasıdır. Yoğunluk, verimlilik anlamına gelmediği gibi, birçok zaman da aslında verimsizlik anlamına gelebilir. Yoğunluk genel olarak bir çaba ifadesi olarak kullanılmalıdır ki, üretimi, kısaca verimliliği arttırma çabasıdır. Emeğin ve yoğunluğun yararlı sonuçları doğuracak şekilde yönlendirilmesi ise verimliliği yükseltecektir. Bu özellikle emek yoğun sektörlerde daha belirgindir. Kısaca unutulmaması gereken, çok çalışarak verimliliğin sağlanamayacağı, aksine aşırı zorlanan işgücünün fiziki ve zihinsel olarak yorulup yıpranacağı, sonucunda da verimliliği yükseltmenin aksine düşüreceğidir. Bu nedenle doğru işleri doğru şekilde yapmak verimliliğin başlıca tanımlarından biri olmaktadır.

Bu bağlamda; tam verimlilik durumu; doğru işlerin, doğru biçimde, en az kaynak kullanılarak veya belli bir miktar kaynakla, en yüksek çıktıya ulaşılmasıdır. Çoğu zaman girdi ve çıktılardaki niteliksel farklılıklar bu hesaplamayı zorlaştırmaktadır. Özellikle günümüzde kullanılan birbirinden farklı kaynaklar ve bunların sonucunda elde edilen birçok farklı ürün ve hizmet, verimliliğin ölçülmesini güçleştirmekte, bunların yanı sıra girdi ve çıktıların birimlerinin farklı olması da karşılaşılan zorlukları artırır.

2.2.2. Etkinlik Tanımı

Kavramsal olarak pek çok alanda kullanılan etkinlik; iktisadi olarak "*kaynakların ve malların bir kısmının yeniden dağılımı ile kendi değer yargıları içerisinde diğer kişileri daha kötü duruma getirmeden, insanların bir kısmını veya tamamını, yine kendi değer yargıları içinde, daha iyi bir konuma getirme imkanının*

olmadığı bir durum" olarak tanımlanır (Yaylalı 2003: 488). Başka bir deyişle, üretim faktörlerinin üretilecek mal ve hizmetler arasındaki dağılımı ve üretilenlerin tüketiciler arasındaki bölüşümü, bireylerin bir kısmını daha kötü duruma getirmiyorsa ekonomik etkinlik veya Pareto Etkinlik sağlanmış demektir. Herhangi bir değişim bireylerin bir kısmının refahını, diğerlerininkini azaltmadan arttırırsa toplum refahı da artar ve böylece ekonomik etkinliğe ulaşılır (Bakırcı 2010: 83).

Teknik manada, *"fiili çıktının potansiyel çıktıya oranı"* olarak tanımlanan ekonomik etkinlik, *"belli bir miktar üretim faktörünün en optimum dağılımıyla en iyi şekilde mal ve hizmet üretilmesi"* anlamında tahsis etkinliği yönüyle de değerlendirilmektedir. Ayrıca, modern neoklasik üretim teorisinde olduğu gibi, kısa dönemli olarak ekonomideki mevcut kaynak stokunun ve üretim teknolojisinin sabit olduğu varsayımıyla da statik etkinlikten söz edilmektedir. Daha sonraları sınırlayıcı bu varsayımların esnetilmesi ile kaynak ve teknoloji değişimiyle dinamik etkinliğe ulaşılmıştır ki bu, *"teknolojinin geliştirilmesi veya kaynak stokunun artırılması ile bir ekonomide toplam refahta bir değişiklik olmaması"* durumunu ifade etmektedir (Kohler, 1986: 121).

İktisatçılar, etkinlik ölçümünü ekonomik koşulların tespiti amacı ile sıklıkla kullanırlarken, mühendislik amaçlı kullanımlarda da verimliliğin yanında önemli bir yer edinmektedir. İktisatçılar tarafından projeksiyon yapma, ekonomik refahın ölçümü gibi amaçlar için kullanılırken, mühendislik amaçlı olarak işletmenin bulunduğu koşullar içinde yapabileceğinin ne kadarına yaptığına ilişkin çok önemli bir gösterge oluşturmaktadır.

Etkinlik ölçümlerinin yaklaşımlarında 5 farklı etkinlik türü göz önüne alınmaktadır. Bunlar, ekonomik etkinlik, teknik etkinlik, tahsis etkinliği, yapısal etkinlik ve ölçek etkinliğidir. Etkinlik ölçüm modellerinde bu etkinlik yaklaşımlarına ait girdilerini kapsayacak değişkenlerin alınması büyük önem arz etmektedir.

2.2.2.1. Ekonomik Etkinlik

Bir firmanın performansı, geleneksel olarak ekonomik etkinlik kavramı ile açıklanmaktadır. Ekonomik etkinlik, "teknik ve tahsis etkinliği" olmak üzere iki

unsura sahiptir. Bu sebeple firmanın veya endüstrinin performansını ölçmede teknik etkinlik önemli bir kıstas olarak kabul edilmektedir.

Ekonomik Etkinlik = Tahsis Etkinliği * Teknik Etkinlik

olarak ifade edilebilir.

2.2.2.2. Teknik Etkinlik

İktisadi olarak teknik etkinlik; girdi – çıktı bileşenleri arasında en az savurgan olan bileşenle üretimin gerçekleştirilmesidir. Yani, böyle bir bileşende çıktıların bir kısmını girdileri sabit tutarak artırmak mümkün değildir. Üretimde israfın olmadığı bir süreç teknik etkinlik olarak değerlendirilir. Öyleyse teknik etkinlik; girdi bileşimini en verimli kullanan yöntemi tercih ederek muhtemel en yüksek çıktıyı elde edebilme başarısı olarak tanımlanır. Bu ifade iktisaden girdi dağılımını değiştirerek çıktılardan birini azaltmadan diğer çıktıdan üretilen miktarı artırmanın mümkün olmayacağı anlamına gelir (Bakırcı 2006:89).

Üretim sürecinde kullanılan girdiler, m boyutlu x vektörü ve çıktılarda s boyutlu y vektörü ile gösterilsin. Bu durumda, üretim teknolojisi, tüm mümkün x^t girdilerinin üretebildiği y^t çıktılarından oluşan bir küme olarak tanımlanabilir. Bu T kümesi içinde yer almayan bileşimler, mümkün olmayan girdi-çıktı bileşimlerini göstermektedir. T kümesindeki bazı elemanlar (girdi-çıktı bileşimleri, $T^t \in T$) diğerlerine göre daha az savurgan, başka bir deyişle; daha etkindir denir. Eğer, T^t elemanı için, çıktılardan bir kısmını, girdileri sabit tutarak arttırmak mümkün değilse, bu eleman savurgan değildir. Bu da "teknik etkinlik" kavramı ile ifade edilmektedir.

Eğer üretim sınırı $F(X^t, Y^t)=0$ formunda ifade edilirse, teknik açıdan etkin olmayan üretim karışımları $F(X^t, Y^t)<0$ ve teknoloji T kullanılarak üretilmesi mümkün olmayan karışımlar da $F(X^t, Y^t)>0$ şeklinde gösterilebilir (Cingi ve Tarım, 2000: 18).

Başka bir tanımda teknik etkinlik; ekonomik birimin, veri girdi teknolojisi ile mümkün olan en büyük çıktıyı üretmedeki kapasitesi ve istekliliği olarak tanımlanmaktadır (Deliktaş, 2002: 250).

Teknik etkin olan, tüm mümkün üretim karışımlarının oluşturduğu küme, üretim sınırını başka bir deyişle etkinlik sınırı oluşturmaktadır. Üretim sınırının

altında yer alan Karar Verme Birimleri (KVB) ise, kaynaklarını israf etmektedir. Başka bir deyişle; üretimin bu sınırın altında yer alması teknik etkinsizliği gösterecektir. Teknik etkinsizlik, yönetim yapısı ve organizasyonundan kaynaklanan etkinsizlikleri de kapsamaktadır. Bu tür etkinsizliği Leibenstein (1966), "x etkinsizliği" olarak tanımlamaktadır.

Teknik etkinlik, girdiye yönelik teknik etkinlik ve çıktıya yönelik teknik etkinlik olmak üzere ikiye ayrılabilir:

- Girdiye yönelik teknik etkinlik: Üretim biriminin, mevcut çıktı düzeyini mümkün olan en az kaynak kullanması ile elde etmedeki başarısı, "girdiye yönelik teknik etkinlik" olarak tanımlanmaktadır. Eğer; çıktılar sabit tutulmak kaydı ile girdilerde herhangi bir azaltma yapmak söz konusu ise, girdiye yönelik teknik etkinlik tam olarak sağlanamamış demektir. Azaltmanın mümkün olduğu oran, girdiye yönelik teknik etkinsizliği gösterirken, bu oranın 1'den çıkarılması ise girdiye yönelik teknik etkinliği gösterecektir.
- Çıktıya yönelik teknik etkinlik: Üretim biriminin, elindeki girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak, mümkün olan en fazla çıktıyı üretmesindeki başarı "çıktıya yönelik teknik etkinlik" olarak tanımlanmaktadır. Burada da, girdiler sabit tutulmak kaydıyla, çıktılarda bir artış yapmak mümkün ise; KVB'nin çıktıya yönelik teknik etkinliği tam sağlayamadığı anlaşılmaktadır. Çıktılarda meydana getirilebilecek artış oranı, girdiye yönelik teknik etkinsizliği gösterirken, benzer şekilde bu oranın 1'den çıkarılması ile KVB'nin çıktıya yönelik teknik etkisizliğine ulaşılmaktadır.

Bir KVB'nin hem girdiye hem de çıktıya yönelik teknik etkinliği tam olabildiği gibi, her ikisinin sağlanamadığı veya herhangi birinin sağlanırken diğerinin tam olarak sağlanamadığı gözlenebilir. Eğer, her iki etkinlik tam olarak sağlanıyor ise; KVB için "teknik etkindir" denir. KVB'nin teknik etkin olabilmesi için hem girdi hem de çıktıya yönelik teknik etkinliği incelenmelidir.

2.2.2.3. Tahsis Etkinliği

İşletmelerde, üretim sürecinde kullanılan girdi ve çıktıların miktarları kadar, bu faktörlerin fiyatları da önem taşımaktadır. Faktör fiyatları bilgisine sahip

işletmeler için teknik ve ölçek etkinliklerinin yanı sıra tahsis etkinliği de ölçülebilir (Tarım, 2001). Tahsis etkinliği, girdiye yönelik ve çıktıya yönelik tahsis etkinliği olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- Girdiye yönelik olarak tahsis etkinliği; işletmenin girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısı olarak tanımlanabilir. Mevcut girdi fiyatları veri iken, KVB ekonomik olmayan bir girdi karışımı kullandığında bu seçimin getireceği maliyet yükü tahsis etkinliği ile ölçülmektedir.
- Çıktıya yönelik fiyat etkinliği ise; çıktı fiyatları göz önünde bulundurularak, KVB'nin elde edeceği geliri maksimize etmesini sağlayacak çıktı bileşimini elde etmedeki başarısıdır. Mevcut çıktı fiyatları kullanıldığında, KVB'nin uygun olmayan çıktı bileşimini seçiminin getireceği gelir kaybı da çıktıya yönelik fiyat etkinliği ile ölçülmektedir.

Teknik ve tahsis etkinliklerinin belirlenmesi firmaya şu faydaları sağlamaktadır:

- Benzer ekonomik birimler arasında karşılaştırma yaparak, üretimde fiyat ve maliyetle ilgili olan fiyat kararlarının verilmesine yardımcı olmaktadır.
- Ekonomik birimler arasındaki etkinliklerdeki değişmenin yönü ve büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir. Değişime sebep olan faktörlerin belirlenmesi, işletme açısından büyük önem taşımaktadır.
- Yapılan analizler ile ekonomik birimle ilgili politikaların belirlenmesinde yol gösterici olmaktadır.

2.2.2.4. Yapısal Etkinlik

1987 yılında Anandalingam ve Kulatilaka tarafından ortaya atılan yapısal etkinlik, tahsis etkinliğinin yanlış ölçümünü tahmin eden bir etkinlik türüdür (Kök, 1991). Yapısal unsurların, değişen dışsal şartlara bağlı olduğu düşünüldüğünde, yapısal etkinlik dışsal şartları kapsamakta ve uygulanan iktisadi ve sosyal politikalar sonucu ortaya çıkmaktadır.

Üretim teorisinde çoğu zaman girdi ve çıktıların tamamının serbest olarak atılabilir (free disposable) olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayım altında; herhangi

bir girdi ya da çıktının serbest atılabilir olmadığı durumda, yapısal etkinlik ortaya çıkmaktadır. Teknik etkinliğe sahip bir KVB, eğer etkinlik sınırının kalabalıklaşmamış (uncongested) ya da ekonomik bölümünde üretimde bulunuyorsa yapısal etkinlik, kalabalıklaşmış ya da ekonomik olmayan bölgeler de üretim de bulunuyor ise, yapısal etkinsizlik söz konusudur (Yavuz, 2003).

2.2.2.5. Ölçek Etkinliği

Üreticinin uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Ölçek etkinliğinde, KVB'nin tekil olarak etkinliği yerine, toplumsal bir etkinlik söz konusudur. Bir başka açıdan da ölçek etkinliği, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık olarak tanımlanmaktadır (Webster ve diğerleri., 1998). En verimli ölçek büyüklüğünün tanımlanmasından önce, değinilmesi gereken bir başka konu da ölçeğe göre getiri kavramıdır.

Ölçeğe göre getiri; uzun dönemde ölçek değiştikçe girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılmaktadır. Uzun dönemde üretim faktörlerinin hiç birisi sabit olmadığından girdilerin tümünün miktarı arttırıldığında çıktının değişimine bağlı olarak üç durum söz konusudur (Ateş, 2010: 89).

- **Ölçeğe göre sabit getiri:** Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda da aynı oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns Scale) (CRS),
- **Ölçeğe göre azalan getiri:** Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda daha az oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale) (DRS),
- **Ölçeğe göre artan getiri:** Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda daha fazla oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale) (IRS) söz konusudur.

Ölçeğe göre artan ve azalan getiri, Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Variable Returns to Scale) (VRS) başlığı altında incelenmektedir.

Genellikle ölçek değiştikçe (kullanılan faktör miktarı arttıkça), firma önce artan getiri, sonra sabit getiri ve sonunda azalan getiri aşamasına ulaşmaktadır.

Ancak her üç durumda da üretim teknolojisi değişmemekte, sadece ölçek değişmektedir.

Yukarıda açıklanan ölçeğe göre getiri kavramları, birden fazla girdi ve çıktıyı içeren üretim süreçleri için UOK yardımıyla Banker tarafından, aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Tarım, 2001).

UOK; T = {(x, y)|y≥0, x≥0'dan üretilebilir} ve etkin sınır üzerinde tanımlanan (x, y) noktasında ölçeğe göre getiri bir büyüklüğü gösteren ρ ise;

$$\rho = \lim_{\beta \to 1} \left(\frac{\alpha(\beta) - 1}{\beta - 1} \right)$$

ve α(β)=maks{α|(βx,αy)εT≥},β>0 olmak üzere tanımlanmaktadır (Banker, 1984).

ρ'nın alacağı büyüklüklere göre ölçeğe göre getiri kavramları şu şekilde açıklanabilir: Eğer KVB için ρ>1 ise; girdi bileşimi sabit tutulmak kaydı ile girdilerdeki artış, çıktı bileşimi sabit tutulmak koşulu ile çıktılarda daha büyük bir artışa neden olmaktadır. Bu da ölçeğe göre artan getiriyi işaret etmektedir.

Benzer şekilde ρ<1 ise; ölçeğe göre azalan getiri ve ρ=1 olduğunda ise, ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur. Ölçeğe göre getiri kavramı; verilen (x, y) noktasının küçük bir komşuluğu civarında etkin üretim yüzeyi olarak da ifade edilebilir.

Yukarıda tanımlanan çok girdi ve çok çıktı durumu için, en verimli ölçek büyüklüğü ve ölçeğe göre getiri ilişkisi yine Banker tarafından şu şekilde açıklanmaktadır:

Tek girdi ve tek çıktıya sahip üretim süreçlerinde, en büyük verimli ölçek büyüklüğü (Most Productive Scale Size- MPSS); birim girdi için, en çok çıktı üretiminin gerçekleştiği ölçek büyüklüğüdür. Şu halde (x_s, y_s) ε T üretim karışımının MPSS olabilmesi için; ancak ve ancak diğer mümkün tüm üretim karışımları (βx_s, αy_s) ε T için α /β <1 şartını sağlaması gerekmektedir.

2.2.3. Etkinlik ile Verimlilik Arasındaki Fark

Etkinlik ve verimlilik kavramlarının, teorik ve ampirik çalışmalarda konunun daha net belirlenip, çözümler üretilebilmesi için ayrıştırılması gerekmektedir.

Etkinlik ve verimlilik kavramlarının karışmasının veya çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılmasının temel sebeplerinden biri, etkinlik ve verimlilik değişimlerinin veya kaynaklarının iç içe geçmişliğidir. Bunun yanısıra, farklı disiplinler de etkinlik ve verimlilik tanımlamalarına ihtiyaçlarına yönelik olarak çeşitli açıklamalar getirmektedirler.

Kobu'ya (2003) göre "Verimlilik daha çok işletme boyutlu bir konu iken, etkinlik iktisat biliminin ilgi gösterdiği bir alan olarak gözükmektedir. İşletme biliminin en genel tanımına göre, verimlilik bir şeyi doğru yapmak ise, etkinlik doğru şeyi yapmak olarak tanımlanabilmektedir" (Kobu 2003;39).

İktisadi olarak sahip olunan kaynaklar ve mevcut üretim teknikleri; insanların arzu ettikleri mal ve hizmetleri veya sınırsız ihtiyaçlarını karşılayabilecek boyutta değildir. Sınırlı mal ve hizmet üretim imkanı, tatmin edilemeyen ihtiyaçlar bir mutsuzluk evreni oluşturmaktadır. İktisatta kıtlık olarak tanımlanan böyle bir sorun, mevcut kaynakların daha ekonomik kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. İktisat biliminin temel sorunu olarak ele alınan bu konu, iktisatçılar tarafından kıtlıktan kurtulma ve ekonomik başarı kriteri olarak yıllardır ele alınmakta ve etkinlik olarak ifade edilmektedir (Bakırcı 2006).

Fabricant (1968), bu kavramları eş anlamda yorumlarken şu ayrıma dikkat çekmiştir: Daha geniş anlamda verimlilik bir bütün olarak kaynakların toplam etkinliğin ölçer. Etkinlik ise "her bir üretim faktörü başına çıktıdır". Bu yaklaşım genel olarak limanların da arasında bulunduğu işletmelerde göreceli etkinlik ve verimlilik analizi yapmak isteyen iktisatçılar tarafından öne sürülen bir tanımlamadır.

Farklı disiplinlerin, konuya farklı yaklaşımlarından dolayı bu iki kavram ayrıştırılması zor iki unsur haline gelmektedir. Ancak yine de şunu söylemek mümkündür ki; etkinlik, verimliliğin esas belirleyicilerinden birisidir. Bu ifadeyi, "etkinlik değişmesi, verimlilik değişimine yol açan faktörlerden biridir" şeklinde de ifade etmek mümkündür. Verimlilik, üretim teknolojisindeki, üretim sürecinin etkinliğindeki ve üretimin gerçekleştiği çevredeki değişimlerden etkilenmektedir. Bu ifadeye göre bir firmanın üretim faaliyetinde etkinliği sağlamadan verimliliği sağlaması imkansızdır.

Mühendislik yaklaşımı sergileyen Ross'a (1981) göre ise, etkinlik ve verimlilik farklı kavramlar olup, ikisi arasındaki farkı şu şekilde açıklamak mümkündür (Kök ve Deliktaş, 2003: 56-57) :

Bir makine dakikada bir parça üretebilme gücüne sahipken sekiz saatlik bir vardiyada 6 saat (eksik kapasite ile) çalıştırılıp 288 parça üretildiğini varsayalım. Bu makine altı saatte 360 parça üretebilecek kapasitede olduğu halde, 288 parça üretmekte ise %80 etkinlikle çalıştırılabilmiş demektir. Halbuki bu makine, maksimum kapasite ile çalıştırılabilseydi, 480 parça üretebilecekti. Bu durumda, fiilen makine %60 verimlilikle çalıştırılmıştır.

Ross'un (1981) yaklaşımı sırasında açıkladığı etkinlik teorik kapasiteye, verimlilik ise maksimum kapasiteye atıfta bulunmaktadır. Kapasite bölümünde bu kavramlar, daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

Mühendisler, işletmelerin verimlilik ve etkinlik analizlerini, işletmenin çalışma yöntemlerini de göze alarak yaptıkları kapasite analizleri ile işletme içinde çözmeye çalışırken, konuya iktisadi bir bakış açısı ile yaklaşanlar çoğunlukla makro ekonomik etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemlerini işletmeler arasındaki bir göreceli etkinlik analizine dökmeye veya denkleme zaman fonksiyonu da ekleyerek dönemsel bazda verimlilik analizi yapmaya çalışırlar.

Etkinlik ve verimlilik çalışmalarına farklı yaklaşımlar, işletme performansı açısından farklı göstergeler olması nedeniyle tek bir yöntem ile etkinlik ve verimlilik ölçmek doğru bir analiz yöntemi olmayacaktır. Bu yöntemlerin ayrıntıları ilerleyen bölümlerde anlatılacaktır.

2.3. ETKİNLİĞİ VE VERİMLİLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

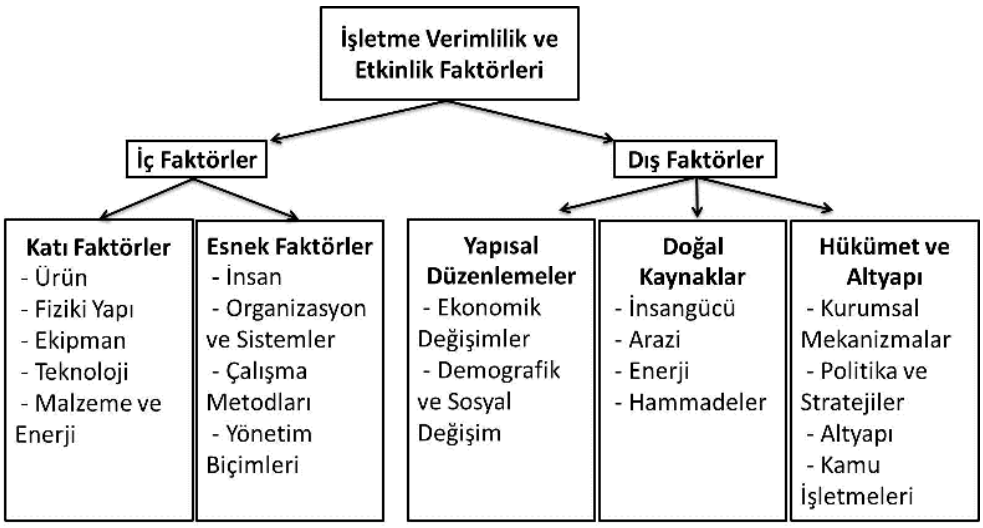
Liman etkinliğini ve verimliliğini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin tam olarak anlaşılmadığı bir etkinlik ve verimlilik ölçümü doğru olmayacaktır. Bu sebeple öncelikle işletmeleri etkileyen iç ve dış etkinlik ve verimlilik faktörleri, daha sonra da liman etkinliğini ve verimliliğini etkileyen faktörler incelenecektir.

2.3.1. Etkinlik ve Verimliliği Etkileyen İç ve Dış Faktörler

Yüksek etkinlik ve verimlilik seviyelerine ulaşmak ve o seviyelerde tutunmak, mevcut verimlilik düzeylerine karşı bir çabadır. İşletmenin var olan çalışma yöntemleri, mevcut iç ve dış faktörler dahilinde bir etkinlik ve verimlilik düzeyi oluşturmaktadır. Bu etkinlik ve verimlilik düzeyi, çabasız ulaşılan bir seviyedir. Çabasız ulaşılan etkinlik ve verimlilik seviyeleri, göreceli olarak diğer işletmelere göre bir rekabetçi üstünlük sağlamayacağından dolayı verimsiz olarak adlandırılabilir. Bu nedenle işletmeler, elde edebileceği en yüksek etkinlik ve verimlilik seviyelerine ulaşabilmek için sürekli bir çaba içindedirler.

Hizmet veya ürünleri ile piyasa koşullarında rekabet eden tüm işletmeler için etkinliği ve verimliliği etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Bu iç ve dış faktörler tam olarak anlaşılmadan etkinliği ve verimliliği arttırma arayışlarına girmek mümkün değildir. Mevcut sistem belirli bir etkinsizlik ve verimsizlik koşulu yaratırken, iç ve dış faktörlerde yapılacak iyileştirmeler etkinsizlik ve verimsizlik oranlarını düşürecektir. Muhkerjee ve Singh (1975: 93) bu faktörleri Şekil 4'deki gibi dış (denetlenemeyen) ve iç (denetlenebilen) faktörler olmak üzere temelde ikiye ayırmıştır. Bir işletmenin verimliliğini yükseltmek, öncelik olarak iç ve dış verimlilik faktörlerinin iyileştirilmesi ile sağlanabilecektir.

Şekil 4: İşletme Verimliliğini Etkileyen Faktörler



Kaynak: S.K. Mukherjee ve D. Singh, 1975, s.93'ten uyarlanmıştır.

İşletmelerin etkinliğini ve verimliliğini etkileyen iç faktörler dahilinde katı ve esnek faktörler bulunmaktadır. İç faktörlerdeki en ufak bir değişimin bile verimliliğe ve etkinliğe kısa vadede ve doğrudan etkisi olacaktır. Katı faktörler daha çok yatırım kararı ve harcamaları, değişimleri, yeniden planlamaları kapsayan daha uzun soluklu işlemler iken, esnek faktörler kısa süreler içinde önemli bir yatırım yapmadan değiştirilebilecek faktörlerdir. Genel olarak esnek faktörler çalışanlar ile ilgili yöntem ve koşulların iyileştirilmesini kapsamaktadır.

Dış faktörler ise işletmelerin genellikle üzerinde çok fazla etkisi olamadığı, işletmenin tek başına kolaylıkla değiştiremeyeceği koşullardır. Bunlar temel olarak yapısal düzenlemeler, doğal kaynaklar, hükümet ve altyapı olarak ayrılmaktadır. Genel olarak dış faktörlere, işletmenin içinde bulunduğu ekonomik, sosyal, demografik, ticari, politik, coğrafi koşullar demek mümkündür. J. Prokopenko'nun Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabında (Prokopenko, 1987; 27) işletme etkinliğini ve verimliliğini etkileyen iç ve dış faktörler ayrıntılı olarak işlenmiştir. Bazı değişikler ile Şekil 4'de görülen iç ve dış faktörlerin açıklamaları şu şekildedir:

- **Ürün:** Ürün faktör verimliliği, ürünün çıktı için gerekli özelliklere uygunluk derecesidir. Dünyadaki pek çok işletme, teknik üstünlüğü pazarlanabilir ürün veya hizmetlere dönüştürmek için çaba içerisindedir. Bir ürün veya hizmetin satılabilmesi için, doğru yer, doğru zaman ve doğru fiyat ile hazır bulunması gereklidir. Ürün ve hizmetlerdeki "miktar faktörü", üretim hacmindeki artışlar nedeniyle ölçek ekonomileri konusunda iyi bir fikir vermektedir. Aynı maliyetle daha çok fayda ya da aynı fayda daha düşük maliyetle sağlanarak fayda-maliyet oranı arttırılabilmektedir.
- **Fiziki Yapı:** Üretim veya hizmet tesislerinde, daha da doğrusu herhangi bir iş akışının olduğu herhangi bir tesiste, dar boğazların, akış yollarının, istasyon konumlarının doğru bir şekilde tasarlanmasının etkinlik ve verimlilik üzerinde çok büyük bir etkisi bulunmaktadır. Fiziki yapının ihtiyacın çok üstünde geniş veya ihtiyacın çok altında dar olması zaman, işgücü, yakıt, yatırım ve dolayısıyla sermaye kaybına neden olacaktır. Üretim ve tesis içindeki tüm istasyonların birbirlerine en uyumlu ve mümkün olan en kısa

mesafelerde bulunması ve birbirinin iş akışı üzerinde etkisi bulunmayacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir.

- **Ekipman:** Ekipman verimliliği, bir işletmenin etkinliğini ve verimliliğini arttırmaya yönelik en temel konulardan biridir. Ekipman verimliliğinin sağlanması için;
    - İyi bir bakım sisteminin kurulması,
    - Ekipmanın optimum süreç koşulları içinde çalıştırılması,
    - Boş zamanların azaltılarak makine kapasitesinin arttırılması,
    - Modernizasyona önem verilmesi gerekmektedir.
- **Teknoloji:** Teknolojik yenilik, yüksek etkinlik ve verimliliğin çok önemli bir kaynağıdır. Ürün ve hizmet miktarındaki artış, kalite geliştirme, yeni pazarlama yöntemleri vb., artan otomasyon ve bilgi teknolojisi ile elde edilebilir. Otomasyon aynı zamanda, malzeme manipülasyonu, depolama, iletişim sistemleri ve kalite kontrolünü de geliştirir.
- **Malzeme ve Enerji:** Malzeme ve enerji tüketimini azaltmak için harcanacak en ufak çaba ile dikkate değer sonuçlar alınabilir. Etkinlik ve verimliliğin yaşamsal önemdeki kaynakları arasında hammaddeler ve malzemeler (kimyasallar, yağlar, yakıtlar, yedek parçalar, mühendislik malzemeleri, ambalaj malzemeleri) sayılabilir. Burada temel amaç birim malzeme ve enerji girdisi başına maksimum ürün veya hizmet çıktısını sağlayabilmektir.
- **İnsan:** Etkinlik ve verimlilik arttırma çalışmalarının temel kaynağı ve ana faktörlerinden biri, o kuruluşta çalışanlardır. Çalışanların etkinlik ve verimlilik çalışmalarında alacağı iki tip sorumluluk bulunmaktadır, uygunluk ve etkililik:
    - Uygunluk insanların kendilerini işlerine verme derecesidir. İnsanlar sadece yetenekleri bakımından değil aynı zamanda çalışma arzuları bakımından da farklıdırlar. Bu ise davranış yasası ile açıklanabilir: doyum sağlandığı veya engellendiği zaman motivasyon azalır. Örneğin işçiler işlerini çok fazla çalışmadan yapabilirler (motivasyon yok); ancak işlerini tüm

kapasitelerini harcayarak yapsalar bile doyum sağlayamayabilirler (doyum engellenmiştir).

- Etkililik, insan çabasının çıktı ve kalite için konulan hedefleri gerçekleştirme derecesidir. Etkililik, yöntem, teknik, kişisel beceri, bilgi, davranış ve yeteneğin bir fonksiyonudur. Verimli iş yapma yeteneği, eğitim ve geliştirme, iş rotasyonu ve yerleştirme, sistematik iş geliştirme (teşvik) ve kariyer planlaması gibi yöntemler ile arttırılabilir.

- **Örgüt ve Sistemler:** Örgütlerde görülen düşük verimliliğin nedeni çoğu zaman örgütlenmenin kıtlığıdır. Bu tür örgüler piyasadaki değişimleri anlayıp cevap veremez ve emek gücündeki yeni kapasitelerin, teknolojideki yeni gelişmelerin ve diğer çevresel faktörlerin farkına varamazlar. Katı örgütler iyi bir yatay iletişimden yoksundur. Bu durum karar alma sürecini yavaşlatıp bürokrasiyi artırarak, esas eylemin gerçekleştireceği kademede, yetki devrini engeller, bu da etkinliği ve verimliliği düşürür.
- **İş Metotları:** Özellikle sermayenin kıt, ara teknoloji ve emek yoğun yöntemlerin baskın olduğu gelişmekte olan ekonomilerde geliştirilmiş iş metotları etkinlik ve verimlilik artışı için en uygun alanı oluşturur. İş metodu teknikleri, işin yapılma biçimini, insanın yaptığı hareketleri, kullanılan araçları, işyeri düzenini, malzeme manipülasyonunu ve makinelerin kullanım tarzını geliştirerek, elde yapılan işlerin verimini arttırmayı amaçlar. Var olan metotların sistematik olarak analizi, gereksiz işlemlerin ortadan kaldırılması ve yapılması gerekli işlerin daha az çaba, zaman ve maliyetle yapıması sağlanarak iş metotları geliştirilebilir.
- **Yönetim Biçimleri:** İşletmenin kontrolündeki kaynakların kullanımından sorumlu olduğu için verimlilik artışında yönetimin çok büyük etkisi vardır. Kusursuz bir yönetim biçimi maalesef bulunmamaktadır. Etkililik, yöneticinin bir yönetim biçimini ne zaman, nereye, nasıl ve kime uyguladığına bağlıdır.

- **Ekonomik Değişimler:** Ekonomik değişimler ile bahsedilen, genel olarak istihdamda, sermayenin bileşimde, teknolojide, ölçek ekonomisinde ve rekabet gücündeki değişimlerdir. Bir çok insanın daha düşük verimlilik seviyelerindeki ziraat veya balıkçılık gibi sektörlerden daha verimli olabilecekleri imalat sektörlerine geçişler doğal olarak ülkedeki verimi arttıracaktır.

  İkinci yapısal değişim, imalat endüstrisinden hizmet endüstrisine geçiştir. Bu geçiş en başta işçilik ücretlerinin düşmesine fakat ardından verimliliğin düşmesi nedeniyle emek gücü yatırımına kaymasına neden olmuştur. Bu nedenle de diğer üretim faktörlerinin verimliliği, emek verimliliğini takiben artmıştır.

  Ar-Ge ve teknolojinin yapısal etkisi, makro düzeyde verimlilik artışındaki bir diğer önemli faktördür. Araştırma-geliştirme, teknolojinin yönetimi ve yeni yöntemler, teknikler, ürünler ve süreçlerin uygulanması verimliliği büyük ölçüde etkilediği gibi yapıyı da değiştirebilir.

  Ölçek ekonomisi de verimlilik ve endüstriyel yapıyla yakından ilişkilidir. Ancak unutulmamalıdır ki küçük ve orta boy işletmeler de, uzmanlaşmaları ve uzun dönemli üretim yapmaları durumunda rekabet edebilir duruma gelebilirler.

  Endüstrinin rekabet gücü, hem ekonomiyi hem de tek tek işletmeleri etkiler. Avrupa yönetim forumu, endüstriyel rekabet gücünü, "girişimcilerin dış yada iç pazardaki rakiplerine kıyasla, fiyat ve fiyat dışı nitelikleri daha cazip bir paket oluşturan mallarını, tasarımlamak, üretmek ve pazarlayabilmek için bugünkü ve gelecekteki yetenek ve fırsatları" olarak tanımlamaktadır.
- **Demografik ve Sosyal Değişim:** Emek gücündeki yapısal değişmeler için hem demografik hem de sosyal denilebilir. Verimliliği demografik ve sostal açıdan iki ölçü etkiler. Bir yandan gelişmiş ülkelerdeki üreticilerin üretim maliyetlerini düşük tutmak için verimliliği arttırma çalışmaları yapmaları gerekirken, öte yandan rekabetin ücretler üzerindeki frenleyici etkisi onları ekipmana yatırım

yapmak yerine daha çok emek kullanmaya teşvik eder. Bu da verimliliği düşürür. Demografik değişimler, iş arayanları, işçinin deneyim ve iş becerisini, mallar ve hizmetlere olan talebi etkiler. Nüfus yoğunluğu bölgelere göre değiştiğinden, nüfustaki coğrafi kaymaların da verimliliği etkileme olasılığı vardır. Bunların yanısıra kültürel değerler ve davranışlar da farklı coğrafik bölgelerde, verimliliği sınırlayan veya arttırabilen fonksiyonlar olabilirler.

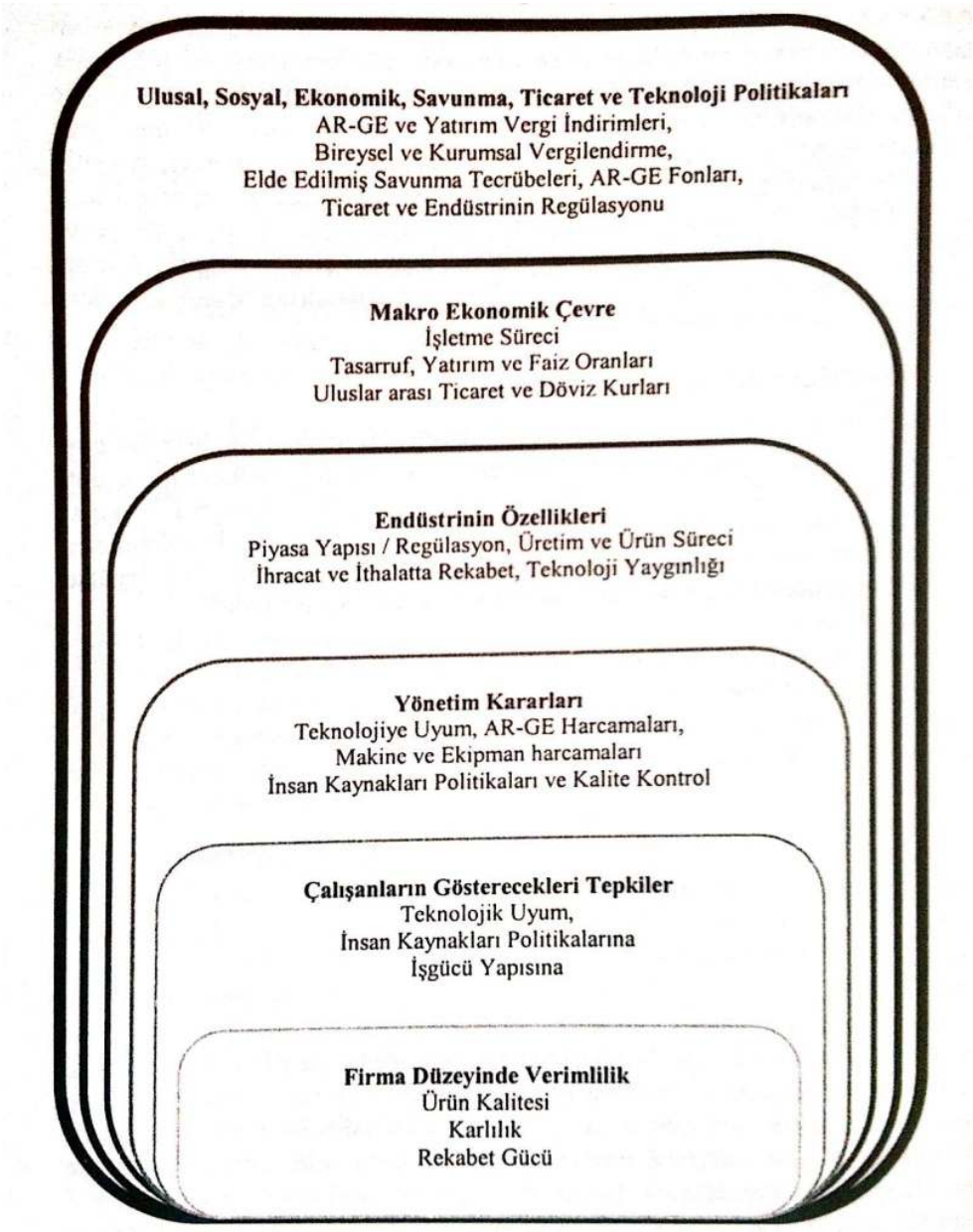
- **İnsangücü:** İnsan en değerli doğal kaynaktır. Japonya ve İsviçre gibi yeterli arazi, enerji ve maden kaynaklarından yoksun bir çok ülke, kalkınmaları için tek önemli kaynağın, insan ve onun becerisi, eğitim ve öğretimi, davranış ve motivasyonunun gelişmesi olduğunu bilmektedirler. Bu faktörler, yatırım, yönetim ve emek gücünün kalitesini arttırır.
- **Arazi:** Arazi, uygun yönetim, kalkınma ve ulusal politika gerektirir. Arazi kullanımındaki özen, arzulanan etkinlik ve verimlilik seviyelerine ulaşılabilmesi açısından çok önemlidir. Her sektör kendine ait arazi kullanımına önem gösterirken, aynı zamanda hangi arazinin hangi sektörler tarafından kullanılacağı da çok önemlidir. Yeri ve konumu çok önemli olmayan bir sektörün en değerli arazilerde veya farklı bir değişle daha başka birçok sektöre hizmet verebilecek bir arazide konumlanması, ülkenin toplam verimini düşürecektir.
- **Enerji:** Enerji arzı, sermaye ve emek bileşimini etkileyerek etkinliği ve verimliliği arttırıp azaltabilir. Bu olgu endüstriyel ve işletme yönetimince bilinmeli, anlaşılmalı ve dikkate alınmalıdır.
- **Hammaddeler:** Hammadde, etkinlik ve verimlilik hesaplamalarında önemli bir girdi faktörüdür. Ulaşım kolaylığı olan yatakların zaman içinde tükenmesi ve zorlayıcı yataklara yönelinmesi nedeniyle petrol ve buna benzer birçok hammaddenin fiyatlarında zaman içinde artış gözlenmektedir.
- **Hükümet ve Altyapı:** Verimlilik ve etkinliği etkileyen yapısal değişimlerin çoğu yasalar, yönetmelikler ve kurumsal etkilerin

sonucudur. Aynı kaynaklara daha çok hizmet verilmesini ya da aynı hizmetlerin daha düşük maliyetle veya daha hızlı şekilde yapılmasını mümkün kıldığından hükümetin verimliliği çok önemlidir.

Bir işletmenin verimliliğini etkileyen faktörlerin anlaşılması için iç ve dış çevre faktörlerinin iyi bir şekilde birbirinden ayrılmış olması gerektiği kadar, bunların birbirlerine etkisinin ve evrenin de çok iyi anlaşılması gerekmektedir. Bakırcı (2006) bunu Şekil 5'deki gibi yorumlamıştır:

Bir işletmede, yüksek etkinlik ve verimlilik değerlerine ulaşmak için denetlenebilen iç değişkenler üzerinde kontrol ve iyileştirmelerin etkisi çok önemlidir. Yine de sadece iç değişkenlerin iyileştirilmesi, işletmenin en yüksek etkinlik ve verimlilik değerlerine ulaşmasında yeterli olmayacaktır. İşletmenin içinde bulunduğu sosyal, ekonomik, teknolojik, ticari ve politik çevrenin de etkinlik ve verimlilik üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. İşletmelerdeki verimliliği arttırmak, dış faktörlerdeki verimsizlik kaynağını yaratan nedenleri, kurumları tespit edip, o kurumlar ile işbirliğine gitmeyi gerektirmektedir. Zira bir kurum için dış faktör olan bir konu, bir başka kurumun iç faktör niteliğini taşımaktadır. Kurumların birbirleri aralarında uyumlu bir şekilde çalışarak verimliliği etkileyen faktörler üzerinde çalışmaları, hem iç hem de dış verimlilik faktörlerinde artmaya neden olacağından dolayı topluluğun verimliliği beraber artışa geçecektir.

Şekil 5: Verimliliği Etkileyen Faktörlerin Evreni



Kaynak: Bakırcı, 2006: 48

2.3.2. Liman İşletmelerinde Etkinliği ve Verimliliği Etkileyen Faktörler

Önceki konuda bahsi geçen işletme etkinliğini ve verimliliğini etkileyen iç ve dış faktörler, limanları da etkileyecektir. Bu güne kadar yapılan çalışmalar arasında liman verimliliklerini etkileyen faktörleri en kapsamlı şekilde açıklayan Dowd ve Leschine olmuştur. Fakat Dowd ve Leschine (1989)

çalışmasında sadece konteyner terminal verimliliğini etkileyen faktörleri belirlemiştir. Genel kargo ve dökme yük limanları için literatürde buna benzer bir çalışma yapılmamıştır. Dowd ve Leschine'nin çalışması incelenerek, konteyner terminallerinde verimliliği etkileyen faktörler, genel kargo ve dökme yük limanları da eklenerek, Tablo 3'deki gibi uyarlanmıştır:

Tablo 3: Terminal Verimliliğini Etkileyen Faktörler

Terminal operasyon bölümü	Verimliliği Etkileyen Faktörler	Operasyon Üzerindeki Etkinin Yapısı	Verimlilik Ölçüsü	Ölçülen Verimlilik Faktörü
Depo alanı	-Alan -Biçim -Plan - Depo elleçleme yöntemi - Yük yoğunluğu - Terminalde kalma süresi	Depolama alanının toplam boyutları	-Yük miktarı / Brüt alan -Yük miktarı / Net depolama alanı	Depo alanı girdisi verimi
Vinç	-Vinç karakteristikleri - Operatör kabiliyeti - Arıza Nedenli duraksamalar / gecikmeler -Gemi Karakteristikleri	Operasyonel Gecikmeler	Vincin saatlik yük elleçleme kapasitesi	Brüt Elleçleme Verimliliği
Kapı	- Operasyon süresi - Yol şerit sayısı - Otomasyon seviyesi - Verilerin geçerliliği - Kapı Adedi	Gönderilen Yükün Muayene Kontrol Belgeleri	Kamyon döngü süresi	-Net verim -Brüt verim
Yanaşma Yeri	-Gemi çizelgesi - Yanaşma yeri uzunluğu -Vinç sayısı	Yanaşma Yeri Kullanma Oranı	Gemi çalışma süresi / Yanaşma yerinde harcadığı süre	Net kullanma
Personel	- Posta sayısı - Çalışma ve güvenlik kuralları - Çalışma potansiyeli - Eğitim - Motivasyon - Gemi karakteristikleri	Genel operasyon temposunun hızı	Bir saatlik çalışma içindeki taşınım miktarı	Brüt Personel Verimliliği

Kaynak: (Dowd ve Leschine, 1989)'den uyarlanmıştır.

Tüm işletmelerde olduğu gibi, limanlarında kuruluş yeri ve büyüklüğünün verimlilik üzerinde büyük etkisi vardır. Bu nedenle, liman yapılacak yerin bir takım kriterlere uygun seçilmesi gerekir. Hinterlandının geniş olması için uygun bölgeye yerleştirilmelidir. Bunun için, trafik talebinin ve ulaşım için doğal koşulların uygun olduğu yerler seçilmelidir. Ayrıca, talebi karşılayacak uygun ekipman, yük vs. alabilecek

kapasiteye sahip olması verimlilik açısından önemli bir faktördür. Limanların verimli olabilmesi için diğer önemli faktör ise, teknoloji, iş etüdü, kalite kontrol ve ergonomi kavramlarını içine alan teknik faktörlerdir. Bir limanın teknik alt yapısı ne kadar sağlam olursa, talepleri karşılamaya o kadar gücü yetecektir. Talepler zamanında karşılanınca, liman işletmesi verimli bir şekilde çalışacaktır. Teknik alt yapının yetersiz oluşu da ters yönde bir etki yapacaktır (Yücel,1997; aktaran Ateş, 2010: 79).

Liman verimliliğini etkileyen faktörlerin analizi açısından, konteyner terminallerine özel ve daha ayrıntılı bir analiz Kore Denizcilik Enstitüsü tarafından 2005 yılında hazırlanmıştır. Tablo 4'de görülebilen bu çalışmada öncelikle liman konteyner terminali ve yardımcı tesisler olarak ikiye ayrılmış, konteyner terminal değişkenleri de gemi, yanaşma yeri ve terminal alanı değişkenleri olarak üçe ayrılmıştır. Konteyner terminallerindeki verimliliğin faktörlerini çok ayrıntılı olarak ele alan bu çalışma ile, sadece konteyner terminallerinde değil, genel kargo ve kuru dökme yük terminallerinde de etkinlik ve verimlilik ölçümleri sırasında hangi faktörlerin öncelik ile ele alınması gerektiği ve denklemde yer alacağı görülmektedir.

Terminal verimliliğini etkileyen başlıca faktör yanaşma yeri ve bu yanaşma yeri üzerinde çalışan yük elleçleme ekipmanlarıdır. Kore Denizcilik Enstitüsü (2005) tarafından hazırlanan çalışmada da bu görülmektedir. Tablo 4. ile yapılan çalışma dikkatlice incelendiğinde, aslında terminal değişkenlerini etkileyen faktörlerin çoğunun yanaşma yeri uzunluğu, yanaşma yeri sayısı, yanaşma yerindeki vinç sayı ve kapasitesi, çalışma saatleri yanaşma yerinin fiziki koşulları ve depolama alanı ile ilgili olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Konteyner Terminal Performansında Etkili Olan Değişkenler

Kategori	Değişkenler		
Konteyner Terminal Değişkenleri	Gemi ile ilgili Değişkenler	Limana doğrudan gelen gemi sayısı	
		Ort. bağlanma süresi (kılavuzluk ve römorkör dâhildir).	
	Yanaşma Yeri Değişkenleri	Kren sayısı	
		Net kren verimi	
		Yanaşma yeri kullanım oranı	
		Terminal çalışma saati	
	Terminal Alanı Değişkenleri	Ortalama istif katı sayısı	
		Alan içindeki toplam yol sayısı	
		EDI Sistemi (Var/Yok)	
Yardımcı Tesis Değişkenleri	Yardımcı Tesislere Ait Genel Değişkenler	Kapı/geçit sayısı	
		Raylı sistem (Var/Yok)	
		Taban alanı	- Dağıtım Merkezi - Konteyner Depolama Alanları
	Yardımcı Tesislere Ait Detaylı Değişkenler	Konteyner terminaline olan mesafe	
		IT işletim sistemi (Var/Yok)	
		Toplam operatör sayısı	
		Mülkiyet (özel veya kamu)	

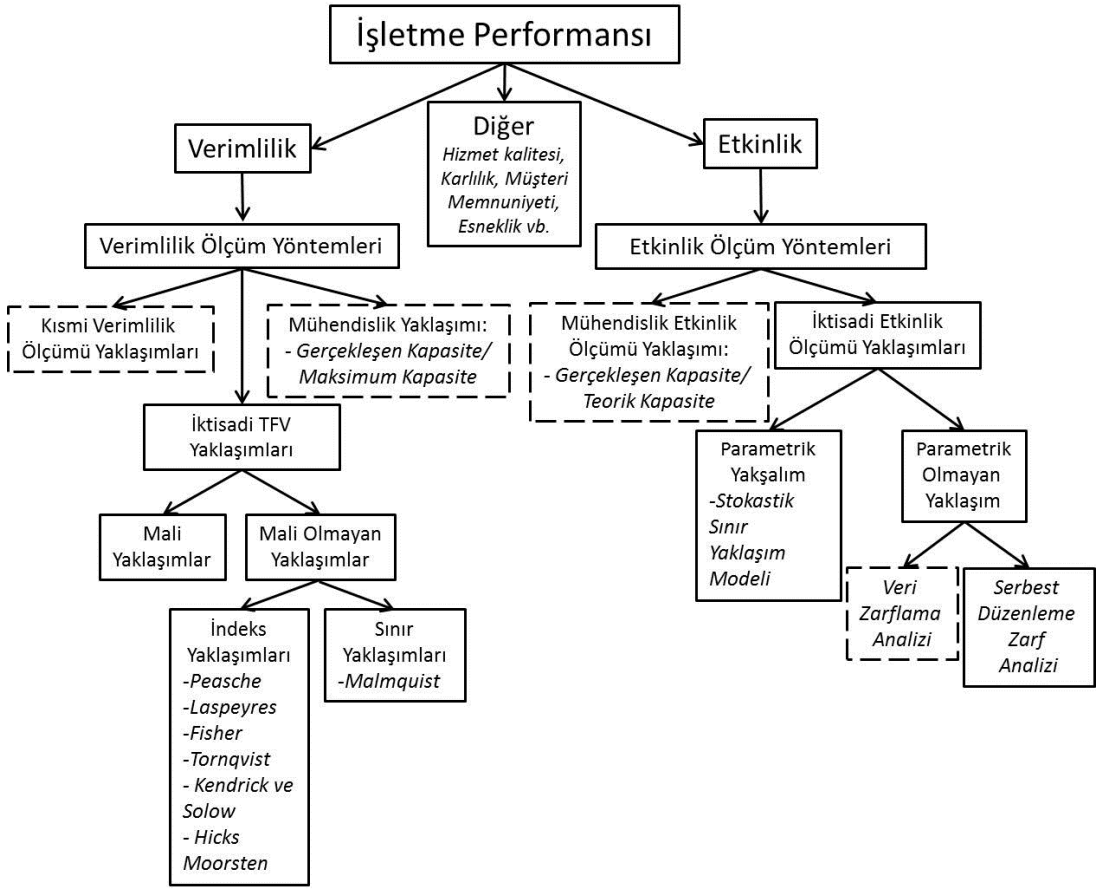
Kaynak: Korea Maritime Institue, 2005

Limanlar, psikolojik ve sosyal faktörlerden de etkilenmektedir. Çalışanların eğitimi, yetki dağılımındaki açıklık yaratmayan etkin bir organizasyon yapısı ve verilen ücretler ile hizmetlerden alınan ücretler verimlilik üzerinde büyük bir etki bırakacağı gibi çalışanların moral ve güdülenmeleri de verimlilik üzerinde önemli bir değişikliğe sebep olabilmektedir. Bununla birlikte serbest piyasa koşulları, limanın finansal olanakları ve mali politikaları da verimlilik üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

2.4. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Etkinlik ve verimlilik ölçümleri anlaşılması ve ayrıştırılması zor kavramlardır. Bunun nedeni verimliliğin çoğu zaman etkinliği kapsaması ve araştırmacıların etkinlik analiz yöntemlerinin başlıklarında verimliliğe de yer vermesidir. Etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bir şekil üzerinde gösterilmiştir (Şekil 6).

Şekil 6: Etkinlik ve Verimlilik Ölçüm Yöntemleri



En önemli ve sıklıkla ölçülen liman performans göstergelerinden olan liman etkinlik ve verimliliklerinin Şekil 6'daki gibi birçok ölçüm tekniği bulunmaktadır. Bunun en temel nedenleri arasında, etkinlik ve verimlilik ölçümleri için ihtiyaç duyulan verilerin elde edilememesi bulunmaktadır. Elde edilen veriler içinde verimlilik ve etkinliğin ölçülebilmesi için çeşitli yöntemler araştırılmıştır. Örneğin işletmenin finansal herhangi bir verisinin olmadığı koşullar altında mali bir yaklaşım güdülemediği gibi, işletmenin operasyonel çalışma koşulları saptanamadığı durumlarda kapasite ölçümleri ile etkinlik ve verimlilik analizleri yapılamaz.

Şekil 6'da dört kutu kesikli çizgiler ile çizilmiştir. Bunlar:

- Verimliliğe kısmi verimlilik ölçümü yaklaşımları
- Verimliliğe kapasite analizi ile mühendislik yaklaşımı
- Etkinliğe kapasite analizi ile mühendislik yaklaşımı
- Etkinliğin veri zarflama analizi ile ölçümü yaklaşımlarıdır.

Türk özel limanlarının etkinlik ve verimliliklerinin analizi konu başlıklı çalışma altında bu dört yöntem kullanılmış ve amaç doğrultusunda geliştirilmiştir.

2.4.1. Liman Verimliliği Ölçümüne Kısmi Verimlilik Yaklaşımları

Kısmi verimliliklerin incelenmesi, limanın herhangi bir performans çıktısının, performans yaratan veya yaratmaya etkisi olan faktörlerden herhangi birine orantılanmasıdır. Bu oranlar tek başına bir şey ifade etmezken, limanlar arasında bir performans göstergesi olarak kullanılabilirler.

Genel kargo ve dökme yük terminallerinin birbirlerinden çok farklı operasyon yöntemleri, elleçleme ekipmanları çeşitliliği, sıklıkla vinç kiralamaları, konteyner gibi standart bir yük elleçlemiyor olmalarından ve bunlarla ilgili yeterli veri toplamanın güçlüğünden dolayı literatürde kısmi liman verimlilik incelemeleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında ilk defa, kısmi liman verimlilikleri hem konteyner terminallerine hem de genel ve kuru dökme yük terminallerine uygulanacaktır.

Brooks ve Pallis (2008; 426), Bartan (2007:61), Dowd ve Leschine (1989), Fourgeaud (2000), çalışmaları incelendiğinde konteyner terminallerinin kısmi verimliliklerinin araştırılmasında kullanılabilecek ölçütler genel olarak şunlardır:

- **Yıllık elleçlenen toplam konteyner içinde 40'lık / 20'lik konteyner yüzdesi**: Limanda bir yıl boyunca elleçlenen konteyner içinde 20'lik konteynerin oranı.
- **Her bir TEU'dan elde edilen ortalama gelir**: Yıllık liman gelirinin, yıllık elleçleme miktarına oranı.
- **Her 100 harekette geminin rıhtımda ortalama bekleme süresi (saat):** Rıhtımda elleçlenen her 100 konteyner için geminin rıhtımda bekleme süresi yükleme ve tahliye için ayrı ayrı hesaplanır.
- **Ortalama saha işgaliyet süresi (saat):** Konteynerin sahada depolanma süresinin saha büyüklüğüne oranı.
- **Konteyner elleçleme adedi (TEU / Rıhtım uzunluğu (m) / Yıl):** Toplam bir yıl içinde elleçlenen konteyner sayısının rıhtım uzunluğuna oranı.

- **Limandan ayrılma süresi (saat):** Gemilerin limana girdikten sonra limandan ayrılana kadar geçirdikleri süre.
- **Yıllık TEU elleçleme gelişimi (%):** Limanda elleçlenen konteynerin bir önceki yıla göre gelişim oranı.
- **Toplam konteyner içinde ithal konteyner oranı (%):** Elleçlenen toplam konteyner içinde ithal konteynerin oranı.
- **Her bir vincin saatteki hareket sayısı:** Terminal sahasında çalışan her bir vincin saat başına hareket miktarı.
- **Saha (hektar) ile rıhtım (metre) oranı:** Toplam liman sahasının rıhtım uzunluğuna oranı.
- **Her bir gemi için ortalama döngü süresi:** Limana gelen geminin limandan ayrılana kadar geçirdiği süre.
- **Haftada limana gelen gemi sayısı:** Bir limana bir hafta boyunca gelen gemi sayısı.
- **Gemilerin demirde ortalama bekleme süresi:** Limana gelip demir atan geminin, rıhtıma yanaşana kadar demirde geçirdiği sürenin tüm gemiler için ortalaması.
- **Rıhtımın faydalı kullanım oranı (%):** Rıhtıma yanaşan geminin toplam rıhtım süresi ve operasyon gördüğü rıhtım süresi arasındaki oran.
- **Aylık ekipman durdurma saati:** Limanda yük elleçleme hizmeti veren ekipmanın bir ay boyunca tamir/bakım gibi nedenlerle durdurulma süresi.
- **Rıhtım uzunluğu (m):** Limandaki toplam rıhtım uzunluğu.
- **Elleçlenen her bir tondan elde edilen kazanç:** Yıl boyunca limanın elde ettiği gelirin limanda elleçlenen yük hacmine oranı.
- **Servis süresi:** Geminin yanaşma yerinde harcadığı süre. Bu süre çalışmanın olduğu veya olmadığı zaman periyotlarını da içerir.
- **Yanaşma yeri kullanımı:** Yararlanılan servis süresinin mevcut kullanım süresine (365x24) oranı.
- **Bekleme süresi:** Gemilerin uygun yanaşma yeri için beklemek zorunda kaldığı süre.
- **Dolu konteyner / Boş konteyner oranı:** Boş konteynerler her zaman liman istatistikleri içinde yer almaz fakat elleçleme işlemi gerçekleşir,

- **Verimsiz taşımalar:** Elleçlenen tüm konteynerler boş, hafif veya güverteye veya en üste yüklenen tehlikeli yükler olabilir, fakat bunlar da elleçlenmekte ve istatistiklere girmektedir.
- **Konteyner Tahmil-Tahliye / Aktarma Sayısı:** Konteyner terminallerinde elleçlenen konteynerin her hareketi faydalı hareket değildir. Bu hareketlerin bir kısmı depolama alanı veya gemi tarafında yapılmak zorunda kalan aktarma hareketleridir. Gelir getirmeyici fazladan hareket maliyetleri yükseltmesi nedeniyle önemli bir göstergedir. Limanlardan bu verileri toplamak, araştırmacı için oldukça güçtür.

Yukarıda bahsedilen kısmi verimlilik ölçütlerinin terminallerde uygulanması ustalık isteyen bir konudur. Terminal ile ilgili en önemli ve en faydalı şekilde bu ölçütlerin incelenmesi bilgi kirliliğinin ve yanlış yönlenmelerin önüne geçecektir. Amerika Birleşik Devletleri Denizcilik İdaresi tarafından finanse edilen Kargo Elleçlemesi İşbirliği Çalışması kapsamında "The Tioga Group Inc." tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışma sırasında konteyner limanları için liman performans analizlerinde aşağıda yer alan kısmi verimlilik ölçütlerinin kullanılması uygun görülmüştür;

- **<u>Terminal ve depolama alanı kullanım ölçütleri:</u>**
  - **Yıllık Elleçlenen TEU / Toplam Liman Alanı :**

    Yıllık elleçlenen yükün toplam liman alanına orantılanması dünya literatüründe sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak örnek olarak bazı limanlarda bulunan tren hatlarının, yardımcı tesislerin diğer limanlarda bulunmayacağı düşünüldüğünde, bu ölçütün tek başına kullanılmasının yanıltıcı sonuçlar doğurabileceği anlaşılmaktadır.
  - **Yıllık Elleçlenen TEU / Konteyner Depolama Alanı :**

    Limanda yıllık elleçlenen yükün depolama alanına orantısı, veri'nin daha rafine olmasından dolayı çok daha anlamlı sonuçlar verecektir. Bu ölçüt doğrudan, kullanılan depolama alanının verimliliğini göreceli olarak gösterecektir.

- **Depolama Alanı / Toplam Liman Alanı :**

  Depolama alanının toplam liman alanına orantısı, limanın alanının kullanılabilirliğine dair bir ölçüt olacağından dolayı oldukça önemlidir. Toplam liman alanının ne kadar verimli kullanılabildiğini gösterir.

- **Depolama Yoğunluğu :**

  Özellikle konteyner limanlarında, konteyner elleçleme sistemi ve istif yüksekliği açısından bir fikir verse de, bilinmektedir ki transit konteyner yükü ile ihracat ve ithalat konteyner yüküne hizmet veren limanların farklı istif sayılarında çalışmaları gerekmektedir. İthalat konteynere hizmet veren bir konteyner limanının 6+1 gibi yüksek sayılabilecek kat yüksekliklerinde çalışması sıkışıklığa neden olacağından dolayı verimi çok düşürecektir. Bu nedenden dolayı depolama yoğunluğu ilk bakışta çok geçerli bir ölçütmüş gibi görünse de aslında yanıltıcı olabilecek bir ölçüttür. Ayrıca, diğer limanlar için kullanılabilecek bir ölçüt değildir.

- **Konteyner Slotu Başına Yıllık Elleçleme :**

  Yıllık elleçlenen konteyner yükünün toplam slot sayısına orantılanması ile elde edilen bu değer için 70 gibi bir sınır referans (benchmark) değeri bulunmaktadır. Bu en yüksek değerdir. Bir slotun yılda 70 kez kullanılması, döngü (dwell time) süresinin ortalama olarak 5.2 gün olduğu anlamına gelir. Uzmanlar ve limanlarla yapılan görüşmeler sırasında genellikle ithalat konteynerlerinde döngü süresinin 6 ile 7 gün, ihracat konteynerlerinde ise döngü süresinin 3 gün civarında olduğu saptanmıştır. Unutulmamalıdır ki bu sayılar tamamen yapılan iş ve arka alanda bulunan müşteri yapısı ile ilişkilidir. Bu açıdan bakıldığında müşterilerin ve acentelerin ticaret modellerini değiştirmeleri konteyner limanlarının da verimliliklerinin artmasına neden olacaktır. Ancak döngü sayısı ne kadar düşerse düşsün yine de rıhtım elleçleme kapasitesi ile sınırlı kalacaktır. Görüldüğü gibi bu ölçüt çok farklı faktörlere bağlı olduğundan dolayı tek başına liman verimi ile ilgili bir fikir vermek konusunda yanıltıcı olabileceği için tavsiye edilmemektedir.

- **Vinç Ölçütleri**

  "The Tioga Group Inc." tarafından yapılan çalışmada vinç ölçütleri, vinç sayısı başına alınmıştır. Bu yaklaşım, eğer ki tüm rıhtım vinçlerin aynı kapasiteye ve özelliklere sahip olsaydı çok geçerli bir yöntem olabilirdi. Ancak, Ek 1.'de görülebildiği gibi örnek alınan limanlarda kullanılan çok çeşitli vinçler ve bu vinçlerin çok farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu nedenle bu araştırma sırasında vinç sayılarından ziyade vinç kapasitesi olarak adlandırabileceğimiz şekilde vinç hareket sayıları ve saatlik metrik ton kapasiteleri göz önüne alınmıştır.

  - **Vinç Kapasitesi Başına Yıllık Elleçlenen Gemi Sayısı :**

    Vinç başına az sayıda gemi olması, göreceli olarak ya az sayıda gemi geldiği, ya da gelen gemilerden yüksek miktarlarda yük elleçlendiği anlamına gelmektedir. Bu tek başına limana gelen yük ve gemi ile ilgili bir fikir verse de, liman performansını tek başına değerlendirmek açısından yeterli değildir.

  - **Vinç Kapasitesi Başına Yıllık Elleçlenen Yük Miktarı :**

    Bu ölçüt rıhtım vinçlerinin kapasitesinin ne kadar verimli kullanılabildiğini göstermesi açısından önemli bir veridir. Bu veri'nin düşük olmasının nedenleri daha sonra tartışılacaktır.

- **Yanaşma Yeri ve Gemi Ölçütleri**

  Aşağıda yer alan üç ölçüt, yanaşma yeri ve bu yanaşma yerine yanaşan gemilerin performanslarının limanlar arasında karşılaştırmaları ile ilgilidir.

  - **Yıllık Elleçlenen Gemi Sayısı / Yanaşma Yeri Uzunluğu:**

    Bu ölçüt, limanların yanaşma yeri uzunluklarına ne kadar verimli kullanabildiklerinin karşılaştırılmasını sağlayan önemli bir veridir. Temel olarak limanda bir yıl içinde elleçlenen gemi sayısının yanaşma yerine uzunluğuna orantısının diğer limanlar arasında karşılaştırılması ile kullanılır. Ancak gemi boyutları, yanaşma yeri derinlikleri, yük miktarı gibi birçok faktörü içermediği için tek başına kullanılması yeterli olmayacaktır.

  - **Yıllık Elleçlenen Yük / Yanaşma Yeri Uzunluğu :**

    Bu ölçüt, limanların yanaşma yeri uzunluklarına ne kadar verimli kullanabildiklerinin karşılıştırılmasını sağlayan önemli bir veridir. Temel olarak limanda bir yıl içinde elleçlenen yük miktarının (Ton veya TEU)

yanaşma yerine uzunluğuna orantısının diğer limanlar arasında karşılaştırılması ile kullanılır. Ancak gemi boyutları, yanaşma yeri derinlikleri, gelen gemi miktarı gibi birçok faktörü içermediği için tek başına kullanılması yeterli olmayacaktır.

- **Elleçlenen Yük Miktarı / Gemi Sayısı :**

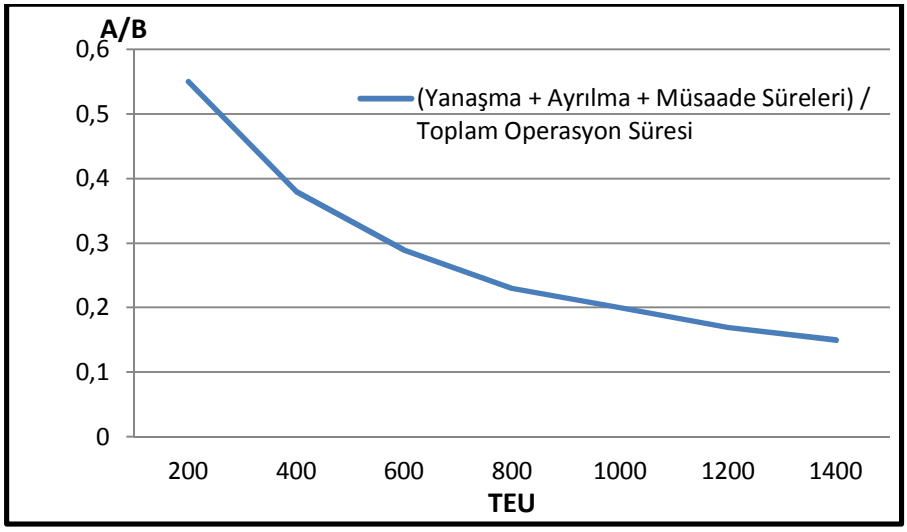
  Gemi başına elleçlenen yük miktarının tespiti, liman verimliliğinin ölçülmesinde çok önemli bir faktördür. Bu neredeyse tamamen ard alandaki yükletene (müşteriye) bağlıdır ve limanın bu oranı arttırmak konusunda yapabileceği neredeyse hiçbirşey yoktur. Bu oranın düşük olması, her gemi başına yanaşma, ayrılma ve izin süreleri sırasında vakit kaybı anlamına geldiği için liman, ana gelir kaynağı olan yük elleçleme faaliyetini daha düşük oranlarda gerçekleştirebilecektir. Bu nedenle az yük bırakıp ayrılan gemilere hizmet veren bir liman, teorik olarak aynı özelliklere sahip ancak büyük gemilere ve gemilerdeki tüm yüke hizmet veren gemiler kadar verimli olamayacaktır.

  Örnek olarak, gemi başına dört vinç veren bir limanda bir geminin gelerek 200 TEU, 400 TEU, 600 TEU, 800 TEU, 1000 TEU, 1200 TEU ve 1400 TEU yük bıraktığı bir senaryoyu düşünelim. Rıhtıdaki her vinç saatte 25 TEU yük elleçleyebiliyorsa 4 vinç 1 saatte 100 yük elleçleyebilir. Bu limana gelen gemilerin yanaşma, ayrılma ve izin süreleri her seferinde iki buçuk saat sürdüğününün kabul edilmesi durumunda operasyon harici atıl geçen sürelerin oranı azalacaktır (Tablo 5, Şekil 7).

Tablo 5: Gemi Yüküne Göre Limanda Kalma Süre ve Oranları

Yük Miktarı (TEU)	Gemi Operasyon Süresi (saat)	Yanaşma – Ayrılma – İzin Süreleri (A) (saat)	Toplam Rıhtım Süresi (B) (saat)	(A) / (B)
200	2	2:30	4:30	0.55
400	4	2:30	6:30	0.38
600	6	2:30	8:30	0.29
800	8	2:30	10:30	0.23
1000	10	2:30	12:30	0.2
1200	12	2:30	14:30	0.17
1400	14	2:30	16:30	0.15

Şekil 7: Gemi Yüküne Göre Limanda Kalma Sürelerinin Toplam Süreye Göre Değişimi



Tablo 5 ve Şekil 7'de görüldüğü gibi, limana yanaşan geminin bıraktığı yük oranı düştükçe, yanaşma, ayrılma ve müsaade sürelerinin, toplam operasyon süresi içinde aldığı pay yükselmektedir. Bu da limanda statik bir verimsizlik oluşmasına neden olmaktadır. Bunun temel nedeni de hizmet verilen müşteri grubudur.

Bu nedenle bu ölçüt verimlilik ölçümlerinde çok önem kazanmaktadır ve çalışmanın ilerleyen bölümlerinde de kendine yer bulacaktır.

Kısmi verimlilik ölçüm yaklaşımlarının en zayıf noktası, genel ve kuru dökme yük terminallerindeki uygulama güçlüğüdür. Bu zayıflık göz ardı edildiğinde, konteyner terminalleri için kısmi liman verimliliklerinin incelenmesi, diğer mühendislik ve iktisadi performans analiz yöntemleri arasında eldeki verilerin kullanılabilmesi ve kolay veri ulaşımı açısından en uygulanabilir yöntemdir. Diğer birçok yöntemde çok ayrıntılı bir analiz ve bunu yapabilmek için de ayrıntılı verilerin toplanması gerekmektedir. Bu açıdan kısmi verimliliklerin analizi, liman paydaşlarının arzu ettiklerinde eldeki veriler ile uygulayabileceği bir performans analiz yöntemdir.

2.4.2. Liman Etkinlik ve Verimlilik Ölçümlerine Mühendislik Yaklaşımı

Türkiye limanlarında verimlilik araştırmalarının en doğru yaklaşımı, liman teorik ve maksimum kapasitelerinin hesaplanarak, bu hesaplanan kapasitelerin, gerçekleştirilen kapasiteler ile orantılanması yaklaşımı olacaktır. Teorik ve maksimum kapasitenin doğru tespit edilmesi ve bunların mevcut kapasite ile orantısı hali hazırda verimlilik incelemelerindeki birçok girdi ve çıktı fonksiyonunu kapsayacaktır (Çağlar ve Oral, 2011:9)

Verimlilik ile etkinlik arasındaki farkın açıklanması sırasında, Ross (1981) tarafından verimliliğin maksimum kapasitenin gerçekleşen kapasiteye oranı, etkinliğin ise teorik kapasitenin gerçekleşen kapasiteye oranı olarak değerlendirildiği açıklanmıştır. Farklı çalışmalar sırasında da Talley (1988, 2006a, 2006b) liman verimliliğini ölçmenin en geçerli yaklaşımının optimum kapasitenin gerçekleşen kapasiteye orantılanması olacağını savunmuştur.

Liman verimliliğine bu şekilde ampirik bir yaklaşım kolay olmayacağından dolayı literatürdeki çalışmalarda kendine pek yer bulamamıştır. Bu çalışma kapsamında Talley'in bu önerisi, Korea Maritime Institute'un öne sürdüğü liman performans faktörleri ve uzman görüşleri de göz önünde tutularak limanlarda teorik ve maksimum kapasitelerin hesaplanması yoluyla verimlilikler incelenecektir.

Liman kapasite ölçümleri, etkinlik ve verimlilik analizlerinde kullanılan birçok girdi (input) olarak tabir edebileceğimiz değişkeni kapsamakta, hatta daha fazla değişkeni, daha sonra da anlatılacak şekilde kendi aralarında katsayı farkı olarak önemine göre derecelendirmektedir. Bu açıdan liman kapasite ölçümü, iktisadi etkinlik ve verimlilik ölçümlerinin, ölçmekte zorlandığı "etkinsizlik" ve "verimsizlik" kısımlarını ölçmekte daha başarılı bir şekilde kullanılabilinir. Kapasite analizleri hammadde kullanımı, işgücü gibi toplam faktör verimliliği (TFV) sırasında dahil edilmeye çalışılan bazı girdi fonksiyonlarını bünyesinde barındırmayabilir. Ancak bunun yanında iktisadi ölçümlerin formülasyona alamadığı yanaşma yeri şekli, limana gelen Ro-Ro, yolcu ve sıvı yük gemilerine harcanan süreler, yanaşma yeri derinliklerinin gemi boyutlarına etkileri, yanaşma yeri genişliğinin vinç yerleştirmelerine etkileri gibi liman etkinliğini ve verimliliğini etkileyecek birçok

faktörü içinde barındırmaktadır. Bu nedenle liman verimliliklerinin ölçümü için en uygun yol kapasite ölçümünden geçmektedir.

Kapasite kavramları ve l,teratürdeki kapasite ölçüm yöntemleri bu çalışmanın kilit noktalarından birini oluşturduğu ve derinlemesine incelenmesi gereken çok uzun bir konu olduğu için dördüncü bölümde ayrıca incelenecektir.

2.4.3. Liman Verimliliği Ölçümüne Toplam Faktör Verimliliği Yaklaşımı

Toplam Faktör Verimliliği (TFV), toplam çıktının birleştirilmiş işçilik ve sermaye toplamına oranıdır. TFV ölçütü, hammadde giriş maliyetini ihmal etmektedir. Bu ölçüt limanlar gibi işçiliğin önemli ve sermayenin yoğun olduğu işletmelerin verimlilik analizlerinde çok faydalı olabilir (Erdurak, 1997'dan uyarlanmıştır).

TFV yaklaşımı girdiler arasındaki ikamenin çıktıdaki değişmeler üzerine etkilerini hesaba katmaktadır. Toplam faktör verimliliği, farklı kısmi verimlilik ölçülerinin ortalamasını alarak bu etkileri elde etmeye çalışır. Bu kısmi verimlilik ölçüleri, toplam girdilerin birim başına çıktının bir ölçüsünü veren toplam çıktıdaki paylarıyla ağırlıklandırılmıştır. TFV basitçe aşağıdaki gibi gösterilebilir (Mao ve Koo, 1996).

$$TFV = Q / X = Q / \sum \alpha_i x_i$$

Burada α_i ; i'nin ağırlığını, x_i ise, i girdi faktörünün miktarını vermektedir. TFV, kullanılan farklı girdilerin miktarlarının ağırlıklandırılmış bir bileşimiyle üretilmiş çıktının (Q) miktarına oranıdır (Bakırcı, 2006). Limanlar açısından düşünülecek olursa burada Q yıllık elleçlenen yük, ($\sum \alpha_i x_i$) ise terminal kapasitesi anlamına gelecektir. Burada en önemli konu, girdi faktörlerindeki ağırlıklarının ve miktarların doğru bir şekilde formüle edildiği bir kapasite analiz yöntemidir. Toplam faktör verimliliği ayrıca şu şekilde de ifade edilebilir.

$$Q=Af(K,L,M)$$

Bu eşitlikte Q, çıktıyı, K, L, M, sırasıya sermaye, emek ve hammaddeleri, A ise, teknolojik yapıyı temsil etmektedir. Bir büyüme eşitliği zamanla ilişkilendirilerek bir önceki eşitliğin logaritmik türevi alınmasıyla gösterilebilir;

$$DQ/Q = S_K(DK/K) + S_L(DL/L) + S_M(DM/M) + DA/A$$

Burada, S_K, S_L, ve S_M sırasıyla sermayenin, emeğin ve hammaddelerin paylarını, D ise, zamana göre türevlerini ifade etmektedir. *DA/A*, toplam faktör verimliliğini veya teknolojik değişmeyi ifade eder. Yukarıdaki eşitliğin türevi alınmasıyla TFV şöyle tespit edilir.

$$DA/A = DQ/Q - S_K(DK/K) - S_L(DL/L) - S_M(DM/M)$$

TFV, yukarıda gösterildiği gibi çıktılardaki büyüme veya toplam girdilerdeki büyümedir ki burada toplam girdilerdeki büyüme her bir girdideki ağırlıklandırılmış oranın büyümesidir. Yukarıdaki eşitliği daha uyumlu hale getirmek için aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$DA/A = S_K(DQ/Q\text{-}DK/K) + S_L(DQ/Q\text{-}DL/L) + S_M(DQ/Q\text{-}DM/M)$$

Bu tip ifadelerde bütün faktörlerin fonksiyona tam olarak dahil edilmesi hayati önem arz eder. Çok faktörlü verimlilik veya toplam faktör verimliliği etkinliğin en sık kullanılan ölçüsü olmasına rağmen bu durum, kısmı faktör verimliliğinin anlamsız olduğu anlamına gelmez. Bu ölçütler üretim sürecinde katma değerle ilgili bilgiyi yansıtmakla beraber, girdi bileşimiyle donatılmış verimlilik artışının bir ifadesi olma özelliğindedir.

2.4.3.1. Verimlilik Ölçümlerine Mali Yaklaşımlar

Toplam Faktör Verimliliğini (TFV) mali esaslara göre değerlendiren incelemelerde, firmaların mali verilerinden yararlanmak verimlilik ölçüm yöntemlerinden biridir. 1999 yılında Grifell, Tatje ve Lowell, işletme ve ekonomi yaklaşımı olmak üzere iki mali yaklaşım önermişlerdir. İşletme yaklaşımında firmaların karlarındaki değişim oranları incelenmektedir. Bu yaklaşımda kullanılan indeksler üretim teknolojisi ile ilgili son derece kısıtlayıcı varsayımlara dayanır. Limanların karları ve mali durumları açıkça ilan edilmediği için çalışmacılar tarafından mali yaklaşımlara liman verimliliği ölçümlerinde, mali olmayan yaklaşımlar kadar sık rastlanmamaktadır (Çağlar ve Oral, 2011; 4).

2.4.3.2. Verimlilik Ölçümlerine Mali Olmayan Yaklaşımlar

İşletme verimliliklerinin mali olmayan yöntemler ile ölçülmesinde kullanılabilecek temel iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biri indeks kavramlarını içine alan yöntem iken diğeri toplam faktör verimliliği ölçüm yöntemleri arasında en sık görülen yöntemlerden biri olan Malmquist TFV analizidir.

2.4.3.2.1. İndeks Kavramı Yaklaşımları

Verimlilikteki muhtemel değişmeler indeks sayıları ile ifade edilebilir. TFV düzeyini ve TFV deki değişmeleri belirlemede yaygın yöntemlerden biri olan indekslerde çıktı ve girdi miktar indeksleri birbirine oranlanır. Ancak bir TFV değişim indeksi tek başına verimlilikteki değişimi açıklamaz. Verimlilik değişimlerinin ölçümünde indekslerin temel rol üstlendiği üç değişik alan vardır (Coelli, Rao ve Battese 2004: 69-70). Birincisi, en popüler olan TFV değişimlerinin ölçümünde, ikincisi, stokastik sınırların tahmininde veya veri zarflama analizi için gereken verilerin oluşturulmasında, üçüncüsü de zaman içinde fiyat ve miktar verilerinin oluşturduğu panel veri setlerinin işlenmesi sırasında. Verimlilikteki değişimlerin ölçümü, çıktı düzeyindeki değişimler ile bu çıktı düzeyinin girdi düzeyindeki değişmelerin ölçümünü kapsar. Tek girdi ve çıktının olduğu durumda değişmelerin belirlenmesi oldukça kolaydır ancak, çok girdili ve çıktılı hesaplamalarda oldukça karmaşıktır. Gerçek üretim süreçlerinde çok çıktı ve girdinin var olması toplulaştırılmış indeks değerlerinin kullanılmasını gerektirmektedir.

İstatistiki olarak ifade edilebilecek bir olaya ait değerlerin zaman veya mekana göre göstereceği değişimlerin ölçümü (Bakırcı, 2006:61) olarak tanımlanabilen ve çoğunlukla ulusal verimlilik tahminlerinde kullanılan indeks kavramları, zaman, mekan, firma, endüstri, piyasa farklılıklarının reel bir sayısal değer olarak ifade edilmesinde kullanılırlar. Çeşitli ekonomik değişkenlerin seviyelerinde meydana gelen değişimleri ölçmek için yaygın olarak kullanılırlar (TEFE, TÜFE, GSMH, GSYİH vb). Bu nedenden dolayı işletme verimliliklerinin ölçülmesinde başlıca kullanılan yöntemler arasında değildirler.

- **Fiyat ve Miktar İndeksleri:**

  Fiyat ve miktar indeksleri, basitçe bir ürünün fiyat ve miktarında zaman içinde meydana gelen değişimlerin oransal değeridir. Bileşik indeksler de iki veya daha fazla ürünün fiyat ve miktar değişimlerinin oranı, basit indekslerin ağırlıklı ortalamalarıyla gösterilir. Uygulamada en çok kullanılan üç indeks vardır; *Laspeyres, Peasche ve Fisher* indeksleri. Bu indekslerden Laspeyres indeksinde temel dönemin miktarları ağırlıklı kullanılırken, Peasche indeksinde ağırlık olarak cari dönemin miktarları kullanılmaktadır. Fisher indeksi, Laspeyres ve Peasche indeksleri arasındaki farktan hareketle iki indeksin geometrik bir ortalaması olarak tanımlanmıştır. İki indeksten üretilmiş yapay bir indeks olmasına rağmen ekonomik ve istatistiki açıdan arzu edilen pek çok özelliği yansıtabilmektedir. Bu çok yönlü özelliklere sahip olmasından dolayı *"Fisher ideal indeksi"* olarak da isimlendirilmektedir (Coelli ve diğ. 2004: 73). Ayrıca her üç indeksten çıktı ve girdiye göre ayrı ayrı hesaplanabilmektedir.

  Eşitliklerde; $t= 1\ldots\ldots\ldots T$ zaman aralığını ve cari yılı, y çıktı miktarını, x girdi miktarını, p, çıktı fiyatını ve w girdinin fiyatını, N girdi sayısını, M'de çıktı sayısını ifade etmek üzere, *çıktıya göre* Laspeyres, Peasche ve Fisher fiyat indeksleri aşağıdaki gibidir: (Büyükkılıç ve Yavuz 2005: 25-26)

$$P_L = \sum_{i=1}^{M} p_i^t y_i^s \,/\, \sum_{j=1}^{M} p_j^s y_j^s$$

$$P_P = \sum_{i=1}^{M} p_i^t y_i^t \,/\, \sum_{j=1}^{M} p_j^s y_j^t$$

$$P_F = \left(P_P . P_L\right)^{(1/2)}$$

  Girdiye göre Laspeyres, Peasche ve Fisher fiyat indeksleri de aşağıdaki gibidir:

$$P_L^* = \sum_{i=1}^{N} w_i^t x_i^s \,/\, \sum_{j=1}^{N} w_j^s x_j^s$$

$$P_P^* = \sum_{i=1}^{N} w_i^t x_i^t \,/\, \sum_{j=1}^{N} w_j^s x_j^t$$

$$P_F^* = \left(P_P^* . P_L^*\right)^{(1/2)}$$

  Miktar indeksleri bir firmanın kullandığı girdilerin veya çıktıların miktarında meydana gelen değişimleri ölçmek için kullanılır. Firmalar arasında mukayeselerde de kullanılabilmektedirler. Miktar değişimlerinin ölçümünde

iki yaklaşım kullanılmaktadır; dolaylı yaklaşım ve dolaysız yaklaşım. Dolaylı yaklaşım çoğunlukla zaman sürecinde oluşabilecek miktar değişimlerinin mukayesesi için kullanılmakta ve ölçülen fiyat ve miktar değişmeleri, değer değişimlerinin sebebini açıklayabilmektedir. Dolaysız yaklaşım ise tek bir mala özgü miktar değişimlerinden hareketle ayrıntılı miktar değişimlerini (y_i^t/y_i^s) ile ölçülen bir yaklaşımdır (Coelli ve diğ. 2004: 75). Bu indeksler girdi ve çıktı miktarlarındaki değişmelerle ilgili olduğu için verimlilik ölçümünde daha elverişli olmaktadır. *Çıktı* ve *Girdi* ağırlıklı Lapeyres, Peasche ve Fisher miktar indeksleri de sırasıyla aşağıdaki gibidir:

$$Q_L = \sum_{i=1}^{M} p_i^s y_i^t / \sum_{j=1}^{M} p_j^s y_j^s$$

$$Q_P = \sum_{i=1}^{M} p_i^t y_i^t / \sum_{j=1}^{M} p_j^t y_j^s$$

$$Q_F = \left(Q_P . Q_L\right)^{(1/2)}$$

$$Q_L^* = \sum_{i=1}^{N} w_i^s x_i^t / \sum_{j=1}^{N} w_j^s x_j^s$$

$$Q_P^* = \sum_{i=1}^{N} w_i^t x_i^t / \sum_{j=1}^{N} w_j^t x_j^s$$

$$Q_F^* = \left(Q_P^* . Q_L^*\right)^{(1/2)}$$

Verimlilik değişiminin ölçümünü, üretilen çıktı miktarındaki değişmeleri ve iki firma arasındaki veya iki farklı dönemdeki üretim teknikleriyle kullanılan girdilerin miktarlarındaki değişmeleri ölçerek yapmaktadır. Toplam faktör verimliliğindeki değişmeler ise, çıktı miktar indeksinin girdi miktar indeksine oranıyla elde edilir.

$$\mathbf{TFVD = Q / Q^*}$$

Laspeyres, Peasche ve Fisher TFV değişim indekleri, bu eşitlikteki formasyonla Lspeyres, Peasche ve Fisher miktar indeksleri kullanılarak elde edilir. (Büyükkılıç ve Yavuz 2005: 27-28)

Verimlilik ölçümünde bu yöntemler basit bir fikir edinme aracı olarak meselenin nedensellik boyutunu açıklamaya yeterli gelmemektedir. Bu nedenle söz konusu zafiyeti telafi edecek türden yeni ölçüm teknikleri geliştirmiştir.

- **Törnqvist İndeksi**

  oplam faktör verimliliğini ölçmede son yıllarda oldukça sık kullanılan bu indeks, fiyat ve miktara göre ayrı ayrı tanımlanabilir. Törnqvist fiyat endeksi, fiyat bağıntılarının ağırlıklı geometrik ortalamasıdır. Ağırlıklar s ve t dönemlerindeki nispi fiyatların basit bir ortalaması ile belirlenmektedir. Bu indeks, aşağıdaki gibi bir eşitlikle tanımlanabilir;

$$P_{t,t+1}^{T} = \prod_{i=1}^{N} \left[\frac{P_i^{t+1}}{P_i^{t}} \right]^{\frac{w_i^t + w_i^{t+1}}{2}}$$

  Törnqvist indeksi genellikle aşağıdaki gibi logaritmik değişimi ile gösterilmekte ve uygulanmaktadır.

$$\ln P_{t,t+1} = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{w_i^t + w_i^{t+1}}{2} \right) \left[\ln P_i^{t+1} - \ln P_i^{t} \right]$$

  Bu indeks logaritmik fiyat değişimlerinin ağırlıklı ortalamasıdır. i'inci malın fiyatındaki yüzdelik değişim (yani enflasyon oranı) logaritmik değişme olarak ifade edilecek olursa aşağıdaki gibi bir eşitlik ortamı ortaya çıkar ki; böyle bir değişim indeksi fiyatlardaki ayrıntılı bir artış oranını yansıtacak güçtedir.

$$\ln P_i^{t+1} - \ln P_i^{t} = \ln\left(P_i^{t+1} / P_i^{t}\right) = \left[\left(P_i^{t+1} / P_i^{t}\right) - 1\right]$$

  Törnqvist miktar endesi çoğaltılabilir ve ilave edilebilir (log değişim) şekliyle aşağıdaki gibi verilebilir;

$$Q_{t,t+1}^{T} = \prod_{i=1}^{N} \left[\frac{q_{it}}{q_{it+1}} \right]^{\frac{w_{it+1} + w_{it}}{2}}$$

$$\ln Q_{t,t+1}^{T} = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{w_{it+1} + w_{it}}{2} \right) (\ln q_{it} - \ln qit + 1)$$

  İlk eşitlikdeki Törnqvist indeksi, *t+1* ve *t* zaman periyotları boyunca üretimde kullanılan girdi miktarında ve üretilmiş çıktı miktarındaki değişmeleri ölçmede kullanılan en popüler indeks sayısıdır. İkinci eşitlik ise daha çok indeksin log – değişiminin hesaplanmasında kullanılan şeklidir. Ayrıca bu indeks Diewert (1976), ve Caves, Christensen ve Diewert (1982)'in çalışmalarında ifade ettikleri gibi oldukça önemli ekonomik – teorik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir.

- **Hicks – Moorsteen İndeksleri**

  Bu indekste verimlilik değeri, çıktı indeks sayılarının girdi indeks sayılarına oranı olarak ifade edilmektedir. S^t ve S^{t+1} teknolojilerinin kullanılmasıya, t ve t+1, iki farklı dönemde bir tek firmayı veya aynı dönemde farklı teknolojileri kullanan iki ayrı firmayı temsil etmek üzere; girdi ve çıktı vektörleri, (x^t,y^t) ve (x^{t+1},y^{t+1}) şeklinde ifade edilirse Hicks-Moorsteen indeksi şöyle tanımlanabilir (Kök ve Deliktaş 2003: 206);

$$HM^{t+1}(x^t,y^t,x^{t+1},y^{t+1}) = \frac{Q_0^{t+1}(y^t,y^{t+1},x^{t+1})}{Q_i^{t+1}(x^t,x^{t+1},y^{t+1})}$$

- **Kendrick ve Solow İndeksleri**

  Ampirik çalışmalarda oldukça sık kullanılan yöntemlerden birisi de Kendrick'in aritmetik ve Solow'un geometrik indeksleridir. Bu indeksler ayrı ayrı aşağıda verilmiştir (Kök ve Deliktaş 2003: 209)

  Kendrick Aritmetik yaklaşımlı verimlilik indeksi:

$$\frac{dA}{A} = \frac{Q_1/Q_0}{(wL_1+rK_1)/(wL_0+rK_0)} - 1$$

  Coob – Douglas üretim fonksiyonundan hareketle ölçeğe göre sabit getiri ve değişkenlerinden birbirinden bağımsız olduğu varsayımına dayanan Solow geometrik yaklaşımlı verimlilik indeksi ise;

$$\frac{dA}{A} = \frac{dQ}{Q} - \left[\alpha\left(\frac{dL}{L}\right) + \beta\left(\frac{dK}{K}\right) + \gamma\left(\frac{dE}{E}\right)\right]$$

  Bu eşitliklerde *dA/A*, TFV'deki değişmeleri, Q_1, Q_0, üretim miktarlarını, K, L ve E sırasıyla sermaye, emek ve hata payını, r, sermayenin bedeli olan faizi, w, emeğin bedeli olan ücreti göstermektedir.

  Solow yaklaşımında parametrik olmayan bir tahmin yöntemiyle basit bir verimlilik büyümesi hesaplanmıştır. Hesaplama kolaylığının yanı sıra bazı maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olan bu yaklaşımda, verimlilik büyüme artışının ölçümünde bir sapmaya rastlanmaktadır. Dolayısıyla böyle bir verimlilik ölçümü hassasiyetten uzaktır.

2.4.3.2.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Yaklaşımı:

Bir sınır yaklaşım modeli olan Malmquist TFV'nin tam olarak anlaşılabilmesi için öncelik olarak sınır yaklaşımına göz atmak gerekmektedir. Sınır yaklaşımları genellikle zaman içerisinde ortaya çıkan miktar değişimlerinin karşılaştırılması için kullanılır (Kök ve Deliktaş, 2003: 203) Bu yaklaşım panel verilerin için kullanılabilecek en uygun verimlilik ölçüm yaklaşımıdır. Özellikle özel bir firma veya özel bir döneme ait verimliliği etkileyen unsurları belirlemede en elverişli yaklaşımlardan birisidir (Grosskopf 1993: 189).

Sınır yaklaşımları ile ilgili bilinen ilk çalışma, parametrik bir sınır modeli kullanılarak teknik değişmeyi ölçmeye çalışan Førsund ve Hjalmarsson'un çalışmasıdır (Førsund ve Hjalmarsson 1976: 187). Bu çalışmada üretim sınırını hesaplamak için Aigner ve Chu (1968), tarafından geliştirilen bir doğrusal programlama yöntemi uygulanmıştır. İsviçre süt endüstrisine ait panel verilerle üretim sınırının belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada ayrıca teknik değişimin sınırlarını belirlemeye yardımcı olan zaman trendleri de kullanılmıştır. Bundan yola çıkarak ortalama maliyetteki azalmaların nedenleri de elde edilmiştir.

Doğrusal programlama modeli için aşağıdaki gibi bir örnek eşitlik gösterilebilir;

$$\min \sum_{t=1}^{T} \sum_{k=1}^{K} \left[\ln A + \gamma_t t + \gamma_{lt} t \ln L_k(t) + \gamma_{kt} t \ln K_k(t) - \gamma_{yt} t \ln y_k(t) \right]$$

t=1,2,……,T ve *k=1,2,……,K* olmak üzere amaç için aşağıdaki eşitlik yazılabilir;

$$\ln A + \gamma_t t + \gamma_{lt} t \ln L_k(t) + \gamma_{kt} t \ln K_k(t) - \gamma_{yt} t \ln y_k(t) \geq 0$$

Bu eşitliğe göre amaç pozitiflik ve homojenlik şartlarında gerçekleşmektedir (K ve L sırasıyla sermaye ve emeği temsil ediyor). Burada tahmin edilmiş üretim ilişkisi aslında bir sınırdır. Bu sınırlardan elde edilen bütün sapmalar etkinsizlik nedeniyle oluşmuştur.

Bundan sonra gelen çalışmalardan birisi de Nishimizu ve Page'e aittir (Nishimizu ve Page, 1982). Bunların sınır yaklaşımı da Førsund ve Hjalmarsson'unkine benzer. Farklı olarak sadece teknolojiyi translog büyüklük olarak almışlardır. Daha sonra bu çalışmaya katkı yapılarak deterministik sınır

fonksiyonu gibi tahmin edilen ve değiştirilmiş veya düzeltilmiş en küçük karelere göre hesaplanmış özel bir parametrik üretim fonksiyonu elde edilmiştir (Perelman ve Pestieau 1988). Bu modellerde teknik değişimleri tanımlamak için zaman trendleri kullanılmıştır. Daha sonra Nishmizi ve Page'i takiben modeldeki bileşenler, verimlilik indekslerini tanımlamak için kullanılmıştır. Daha sonra açıkça anlatılacak olan Malmquist indeksi böyle bir yaklaşıma örnek oluşturmaktadır.

Anılan bütün çalışmalarda teknik değişim ve verimlilik artışının hesaplanması için sınır üretim fonksiyonları kullanılmıştır ve çıktılar sayısaldır. Çok çıktılı bir üretim sürecini açıklayabilmek için bu yöntemler teknolojiyi temsil eden uzaklık fonksiyonları, gelir, kar ve maliyet fonksiyonlarında da kullanılabilmektedir. Bunun iyi bir örneği, TFV'ni stokastik bir maliyet fonksiyonu kullanarak hesaplayan Braurer'in çalışmasıdır (Braurer, 1990).

Malmquist toplam faktör verimliliği yaklaşımı, iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonları kullanılmaktadır. Uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks oluşturma fikrini ortaya atan Sten Malmquist'in ismiyle anılan bu indeks daha sonra Caves, Christensen ve Diewert (1982) tarafından geliştirilmiştir. Önerilen indeks değeri aşağıdaki gibidir;

$$M_0^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$$

Bu indeks t dönemdeki teknolojiye göre verimlilik değerini hesaplamaktadır. Teknolojik değişimin verimliliğe etkisini *t* döneminden *t+1* dönemine geçiş için ise aşağıdaki gibi belirlemek mümkündür.

$$M_1^{t+1} = \frac{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_1^{t+1}(x^t, y^t)}$$

Bu eşitlikler esas olmak üzere, indeks çıktı ve girdi yönelimli olarak ayrı ayrı tanımlanabilir. Girdi miktarları ve üretim teknolojisi veri iken çıktı yönelimli verimlilik ölçümü, fiili olarak üretilen çıktıların, potansiyel çıktılara oranı ile hesaplanır. Fare ve diğerleri. (1994) tarafından geliştirilmiş böyle bir çıktı yönelimli verimlilik değişim indeksi yukarıdaki iki eşitliğin geometrik ortalaması olarak aşağıdaki gibi iki kısımda ifade edilebilir;

$$M_0^t = (y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{D_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_0^t(y^t, x^t)}$$

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left\{ \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right] . \left[\frac{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_1^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \right\}^{1/2}$$

$$= \frac{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \left\{ \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] . \left[\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_1^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \right\}^{1/2}$$

$$= E(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t).T(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$$

Bu son eşitlikte E ve T değerleri;

$$E(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$$

$$T(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left\{ \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_1^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] . \left[\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_1^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \right\}^{1/2}$$

Burada E; ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, *t* ve *t+1* arasındaki her bir gözlem için en uygun sınırı elde etmenin derecesini ölçen, nispi verimlilik değişim oranı iken T; x^t ve x^{t+1} ile dönemler arasında oluşan yenilik veya teknolojik değişimi ölçen teknik değişim indeksidir.

Girdi yönelimli bir verimlilik ölçümünde yine teknoloji veri iken belli bir çıktı düzeyine ulaşabilmek için gerekli girdi bileşiminin *t* ve *t+1* dönemlerinde ayrı ayrı karşılaştırması yapılır. Böyle bir Malmquist TFV, x^{t+1} i, t dönemi teknolojisi altında gerekli olan x^t ile karşılaştırma yapacak şekilde aşağıdaki gibi ifade edebilir,

$$M_i^t = (y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)}$$

Gerek girdi yönelimli gerekse çıktı yönelimli indekslerde firma *t* ve *t+1* dönemlerinde $D_0^t(y^t, x^t) = 1$ veya $D_i^t(y^t, x^t) = 1$ durumunda ise teknik olarak verimli olduklarına karar verilir. Ayrıca *t+1* döneminde firmanın daha verimli olması bekleniyorsa $D_i^t(y^t, x^t) > 1$ olmalıdır.

Malmquist toplam faktör verimliliği liman verimlilik ölçümlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Liman teknolojisindeki değişimin temel alınması gereken bu

yöntemde geçmiş dönemlere ait çok geçerli verilere sahip olunması gerekmektedir. Türk özel limanlarına ait günlük veriler şüpheye yer bırakmadan elde edilebilse bile, geçmiş döneme ait verilerden emin olunamaması nedeniyle, literatürde oldukça sık kullanılmasına rağmen, bu çalışma kapsamında Malquist, toplam faktör verimliliklerinin analizinde kullanılmamıştır.

2.4.4. Liman Etkinlik Ölçümlerine Stokastik Sınır Yaklaşımı

Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA), iktisadi ve parametrik bir yaklaşım modelidir. Maliyet, kar ve üretim sınırı için fonksiyonel bir form belirler. Bu teknikte herhangi bir gözlemin en iyi durumdan sapmasının ne kadarının rassal hata, ne kadarının da etkinsiz gözlem olduğunu belirlenmeden modelin sonuçlarının güvenilir olmayacağı bilinir. Bu iki unsur, genellikle farklı dağılımlara sahip oldukları varsayılarak ayrılırlar. Rassal hatanın simetrik, etkinsiz gözlemlerin ise asimetrik dağıldığı varsayılır (Berger ve Humphrey, 1997). Bu yönteme yönelik olarak etkinsiz gözlemlerin ve rassal hataların dağılım varsayımlarına ilişkin çeşitli eleştiriler bulunmaktadır. Bu nedenlerle uygulamalarda sıkıntı yaşatmaktadır ve bu çalışma kapsamında bu yöntem kullanılmayacaktır.

2.4.5. Liman Etkinlik Ölçümlerine Serbest Düzenleme Zarf Analizi Yaklaşımı

Serbest düzenleme zarf analizi, veri zarflama analizi'nin (VZA) özel bir biçimi olarak analiz yapan bir modeldir. Bu modelde, VZA modelinin sınırını oluşturan kenarları birleştiren noktalar üretim kümesi içinde yer almaz. Bunun yerine gözlem noktaları ve bunlarla ilgili alanları kapsayan üretim kümesi ele alınır ki bu alana "serbest düzenleme zarfı" adı verilir (Parkan ve Wu, 1999: 202). VZA, girdilerin gözlemlenen bileşimler arasında sınır boyunca doğrusal bir indirgemenin mümkün olmadığını kabul eder. Onun için etkin sınır merdiven şeklinde oluşur. Bu şekilde oluşturulan üretim kümesinin merdiven şeklindeki sınırı ile üretim kümesini oluşturan elemanlar arasındaki uzaklık her bir birimin nispi etkinliğini yansıtır. Etkin birimler, etkin olmayanlara gore daha az girdiyle daha çok çıktı elde edebiliyor

şeklinde değerlendirilir. Bu yaklaşım VZA modelinin sınır komşusu veya iç kısmını oluşturan bir yapıda olduğu için daha geniş bir ortalama üretim tahminlerine sahiptir. Yani, VZA'dan daha büyük etkinlik sonuçları verir (Bakırcı, 2006). Daha büyük sonuçlar daha çok limanın "1" etkinlik seviyesine yaklaşacağını veya ulaşacağını tanımlar ki yanıltıcı sonuçlar doğurabilecektir.

2.4.6. Liman Etkinlik Ölçümlerine Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı

Liman etkinlik analizleri arasında en sık kullanılan yöntem veri zarflama analizidir. Bu analiz yöntemi zaman içinde evrimleşmiş ve araştırmacılar sayesinde gelişmiştir. Veri zarflama analizi, uygulaması nispeten kolay gibi görünen bir göreceli etkinlik analiz yöntemi gibi de dursa, mantığını ve felsefesini çok ayrıntılı bir şekilde anlamak çok önemlidir. Aksi takdirde sonuçlar yanıltıcı olabilecektir.

2.4.6.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Modern işletme yönetim anlayışlarının temelini oluşturan kavramların başında etkinlik ve verimlilik gelmektedir. Bu kavramların taşıdıkları öneme rağmen, yönetim sürecinin değerlendirilmesine yönelik çeşitli problem alanları göz önüne getirildiğinde, çoğu kez standart bir biçime gelmiş güvenli ve geçerli ölçüm tekniklerinin bulunmayışının, performans ölçümlerinin gerçekleştirilmesini güçleştirdiği görülmektedir. Hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyeti gibi ölçümü zor faktörleri içeren hizmet sektöründe performans ölçümü daha da güçtür (Bozdağ ve diğerleri., 2005; Bayar, 2005).

Yöneticiler, işletmelerinin performanslarını ölçebildikleri oranda içinde bulundukları rekabet ortamında daha uzun süre yaşayabileceklerinin bilincine varmışlardır. Yani ölçebildiğini yönetirsin prensibinden dolayı bugünün işletmeleri, planlama faaliyetlerine ışık tutabilecek ve geçmiş başarılarını ölçebilecek ve gelecek planlarının gerçekçi ve yapılabilir şekilde belirleyebilmek için yöntemler geliştirme çabasına girmişlerdir. Bu kapsamda etkinlik ve verimlilik ölçme yöntemlerinden en sık kullanılan yöntemlerden bir tanesi parametrik olmayan bir yöntem olan veri zarflama analizi (VZA)'dır (Aydemir, 2002).

Günümüzde birçok sektörde kullanılan VZA, işletmelerin göreceli performansını ölçmek için sektörel gelişmeler göz önünde bulundurularak geliştirilmektedir. Veri zarflama analizi aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten homojen birimlerin etkinliğini değerlendirmede başarılı sonuçlar türetebilen, doğrusal programlama prensiplerine dayanan bir tekniktir. Tipik bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla birimleri ortalama bir birime göre değerlendirirken, Veri zarflama analizi her bir birimi yalnızca "en iyi" birimlerle karşılaştırmaktadır (Karacaer, 1998).

Literatürdeki liman etkinlik analizlerinde, veri zarflama analizi en sık kullanılan yöntemdir. İlk başta kâr amacı gütmeyen kurumların (hastane, silahlı kuvvetler, üniversite vb) karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları ARGE projelerinde, çok uluslu ya da çok şubeli şirketlerin göreli performanslarının ölçümünde ve nihayet kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası göreceli etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır.

Yöntemin getirdiği en önemli yenilik, birçok girdinin kullanılarak birçok çıktının elde edildiği ortamlarda, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonu varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmesidir. Ayrıca girdi ve çıktılar, ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. Bu nedenle işletmenin değişik boyutları aynı anda ölçülebilmektedir (Karsak ve İşcan, 2000).

2.4.6.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Temeli

Girdileri (x) ve çıktıları (y) bilinen bir karar biriminin fiili girdisi, girdilerin ağırlıklı toplamı ile elde edilir (Ateş, 2010).

Fiili girdi = $\sum_{i=1}^{I} u_i x_i$ 'dir.

u_i : x_i girdisine atanan bir ağırlıktır.

Tüm çıktıların doğrusal ağırlıkları toplamı, karar biriminin fiili çıktısını verir.

Fiili çıktı = $\sum_{j=1}^{n} v_j y_j$

V_j : y_j çıktısına atanan ağırlıktır.

İ ve j sırasıyla girdilerin ve çıktıların toplam sayısını ifade etmektedir.

Fiili girdi ve fiili çıktı miktarlarını belirledikten sonra etkinlik hesaplaması aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

$$\text{Etkinlik} = \frac{Fiili\ Çıktı}{Fiili\ Girdi} = \frac{\sum_{j=1}^{J} v_j y_j}{\sum_{i=1}^{I} u_i x_i}$$

Etkinliği hesaplanacak N adet karar biriminin m'ninci karar biriminin etkinliğini maksimum yapılması istendiğinde;

$$\text{MaxE}_m = \frac{\sum_{j=1}^{J} v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^{I} u_{im} x_{im}}$$

Kısıtlayıcılar;

$$0 \leq \frac{\sum_{j=1}^{J} v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^{I} u_{im} x_{im}} \leq 1 \quad n=1, 2, K, N$$

$V_{jm}, u_{im} \geq 0$

n = 1, 2, K, I

J= 1, 2, K, J

Burada;

e_m: m'ninci birimin etkinliği

y_{jm}: m 'ninci karar biriminin j 'ninci çıktısı

v_{jm}: ilgili çıktının ağırlığı

x_{im}: n'ninci karar biriminin i'ninci girdisi

u_{im}: ilgili girdinin ağırlığı

x_{in}: n 'ninci karar biriminin i 'ninci girdisi

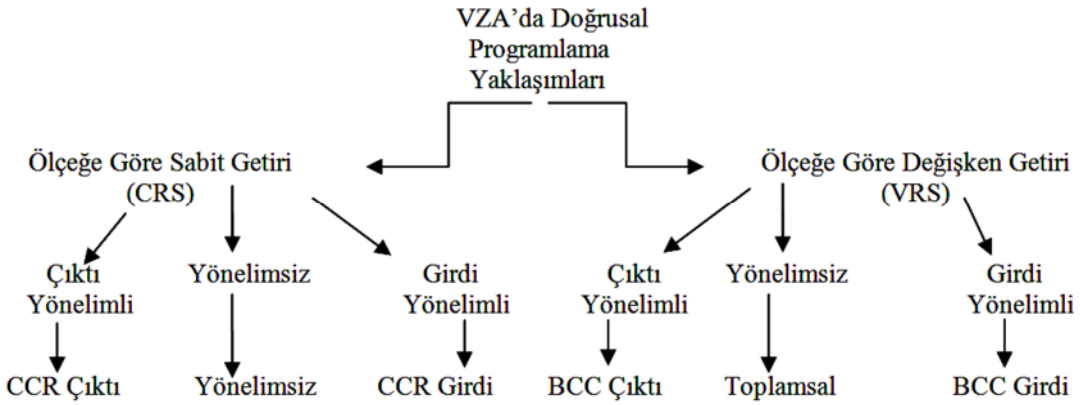
y_{jm}: m'ninci karar biriminin j'ninci çıktısı

y_{jn}: n'ninci karar biriminin j'ninci çıktısıdır. (n, m'yi kapsar).

2.4.6.3. Veri Zarflama Analizi Modelleri

VZA modelleri ölçeğe göre sabit ve değişken getirili olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Ve bu modeller yönelimlerine göre; girdi yönelimli, çıktı yönelimli ve yönelimiz olmak üzere 8.'deki gibi üç gruba ayrılır (Charnes ve diğerleri., 1994)

Şekil 8: VZA Modellerinin Sınıflandırılması



Kaynak: Agha Iqbal, 1994; aktaran Kecek, 2010'den aktaran Ateş, 2010: 121)

Girdi yönelimli modeller, belirli bir çıktı düzeyini elde edebilmek için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerinin ne kadar azalmaları gerektiğini belirlemeye çalışan modellerdir. Çıktı yönelimli modeller ise, verilen bir girdi bileşimi ile etkin olmayan karar biriminin etkin hale gelebilmesi için çıktıların ne kadar arttırılması gerektiğini belirlemeye çalışan modellerdir (Kecek, 2010).

Çıktı yönelimli modellerde amaç elde edilen çıktı miktarının en büyük olması iken; girdi yönelimli modellerde amaç girdi miktarının en düşük olmasıdır (Charnes, 1994; Kecek, 2010).

VZA modellerinde diğer bir analiz seçeneği ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) arasında olmaktadır. CRS, incelenen işletmelerin ölçeği ile etkinlik arasında önemli bir ilişki bulamadığını varsayar. CRS altında, tüm girdilerin kontrol edilebilir olduğu takdirde, girdi yönelimli modeller ile çıktı yönelimli modeller aynı göreli etkinlik değerlerini vermektedir. VRS ile girdilerdeki bir artışın çıktılarda oransız bir artışla sonuçlanması beklentisini ifade etmektedir. Büyük bir örneklemde, KVB'nin büyüklüğü ile etkinlik arasında önemli bir korelasyon gösterilebildiğinde (ölçek ekonomisi) VRS önerilir (Avkıran, 2001).

2.4.6.3.1. CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) Modeli

CCR modeli; Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilmiş ilk VZA model olup daha sonraki gelişmeler için temel oluşturmuştur.

Bu model ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında toplam etkinliği ölçer (Tarım, 2001).

Bir karar birimi için %100 etkinlik sadece aşağıdaki durumlarda elde edilmektedir (Norman ve Stoker, 1991).

a) Hiçbir çıktı aşağıdaki durumların haricinde arttırılamaz
   i) Bir ya da birden çok girdinin arttırılması
   ii) Diğer çıktılardan bazılarının azaltılması

b) Hiçbir girdi aşağıdaki durumların haricinde azaltılamaz
   i) Çıktılardan bazılarının azaltılması
   ii) Diğer girdilerden bazılarının arttırılması

Charnes, Cooper ve Rhodes daha önce Farell tarafından önerilen yaklaşımı geliştirerek, tek çıktının girdiye oranlamasıyla elde edilen etkinlik değerini, çoklu çıktıların çoklu girdilere oranlamasına genişletmişlerdir. Böylelikle her bir karar birimi için yapay birer girdi ve çıktı bulunmakta olup; bu yapay girdi ve çıktılar ile karar biriminin etkinlik değeri belirlenebilir (Bal ve Örkçü, 2005; Kecek, 2010).

Temel CCR modelinde n adet karar biriminin her birinin m adet girdi kullanılarak s adet çıktı ürettiği varsayımı ile herhangi bir j karar biriminin etkinliği belirlenir. Bunun için öncelikle her bir karar biriminin sanal girdi ve çıktıları ile ağırlık değerleri tanımlanır:

Sanal girdi = $v_1x_{10}+\ldots..+ v_mx_{m0}$

Sanal çıktı = $u_1x_{10}+\ldots..+ u_sy_{s0}$

Burada;

v_i : i'ninci girdinin ağırlığı

u_r : r'ninci çıktının ağırlığı

CCR modelinde sanal çıktı / sanal girdi oranının maksimum olabilmesi için ağırlıklar belirlenir. CCR modeli aşağıdaki gibi ifade edilir (Charnes ve diğerleri., 1978).

$$maxh_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0}}$$

Kısıtlayıcılar;

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1,2,\ldots..,n$$

$u_r, v_i \geq 0$; r = 1,….,s; i = 1,….,m

Burada; x_{ij}, y_{rj}; j'ninci karar biriminin bilinen girdi ve çıktı değerleridir.

Referans kümesi olarak kullanılan karar biriminin tümünden elde edilen verilerle bu problemin çözümü ile u_r ve v_i ağırlıkları belirlenebilir. Referans kümesinde yer alan herhangi bir karar biriminin etkinliği, diğerlerine bağlı olarak değerlendirilir. Bundan dolayı optimizasyon için fonksiyonel gösterimde "0" alt indisi artarak ayırt edilebilir. Yukarıda verilen model optimizasyonu, ilgili karar birimleri için kısıtları sağlayan en iyi ağırlıklandırmayı verir (Charnes ve diğerleri., 1978; Kecek, 2010).

CCR modeli çözümünde, referans kümesindeki tüm karar birimlerin etkinliklerinin üst sınırının bulunması kısıtlayıcıları altında, ilgili karar biriminin etkinliği maksimize edilir. İlgilenilen j_0 karar birimi diğer birimlere göre etkin olduğunda j_0'ın etkinliği 1'e eşit olacak ama etkin olmadığı durumda 1'den küçük bir değer alacaktır (Boussofiane ve diğerleri., 1991).

DP Formuna Dönüştürme;

Yukarıda açıklanan model kesirli programlama modeli formundadır. Kesirli programlama formunda olan bu model çeşitli işlemler sonucu aşağıda belirtildiği gibi DP modeli elde edilir.

$$Max\Theta = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0}$$

Kısıtlayıcılar;

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r \geq 0$$

$$v_i \geq 0$$

Yukarıdaki DP modeli ile kesirli programla modelinin optimal çözümleri incelenirse;

DP modelinin amaç fonksiyonunun optimal değeri Θ^* olarak kabul edersek ve optimal çözümü v=v*, u=u* olsun.

v=v*, u=u* çözümü kesirli program modeli için de optimaldır. Her iki model için amaç fonksiyonunun optimal değeri aynı olup Θ^*'dır.

İfade edilen DP model ile kesirli program modelinde amaç fonksiyonunun optimal değerleri girdi ve çıktıları birbirinden bağımsızdır (Birim bağımsızlık teoremi) (Kecek, 2010).

Karar biriminin etkinliğinin ölçümünde faktör ağırlıklarının belirlenmesinde bazı faktörler için bu ağırlıklar sıfır değerini alabilmektedir. Bu durumda ilgili girdi ve çıktı faktörü modelde kullanıldığı halde etkinlik değerini etkilememe durumu ortaya çıkacaktır. Bu sorunun çözümü için (1979) CCR modelinde yer alan negatif olmama kısıtlarındaki ($u \geq 0$) ve ($v \geq 0$)sıfıra eşitliğin yerine kesin pozitif değerler almasını önermişlerdir. Bu nedenle u, $v \geq \varepsilon$ kısıtı kullanılmakta olup $\varepsilon = 10^{-6}$ değerli bir sabit sayıdır (Charnes ve diğerleri., 1979).

Girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki CCR modeli vardır. Girdi yönelimli CCR modelinin amacı; belirli ölçekte çıktı elde edilen durumlarda çıktı miktarının sabit tutularak girdi miktarının en küçüklenmesini amaçlayan CCR modeline girdi yönelimli CCR modeli denilmektedir.

Çıktı yönelimli CCR modelinde ise; herhangi bir girdi miktarını daha fazla arttırmadan çıktı veya çıktıların en büyüklenmesi amaçlanmaktadır.

Çıktıya yönelik CCR modelinin çözümü, girdi yönelimli CCR modelinden yararlanılarak elde edilebilmektedir (Cooper, 2007).

2.4.6.3.2. BCC (Banker, Charnes ve Cooper) Modeli

Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilmiş olan bir teknik olup bu kişilerin baş harfleri ile adlandırılmaktadırlar. BCC ile CCR arasındaki temel fark VRS modellerinin yoğunluk vektörü (λ) karar değişkenleri toplamının 1'e eşit olmalarıyla kısıtlanmalarıdır. Bu kısıt, CCR modelindeki KVB'nin ölçek etkin olma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Bunun sonucu olarak, BCC modelleri VRS varsayımı ile her bir KVB için sadece teknik etkinliği, yani yerel teknik etkinliği ölçmektedir.

Bir KVB'nin CCR etkin olabilmesi için hem teknik etkin hem de ölçek etkin olması gerekirken; BCC etkin olabilmesi için sadece teknik etkin olması yeterlidir. Dolayısıyla CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri altında toplam etkinliği ölçerken,

BBC modeli ölçeğe göre değişken getiri altında teknik etkinliği ölçer (Bowlin, 1998; Kecek, 2010).

2.4.6.4. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları

VZA ile yapılacak etkinlik çalışmaları;

a) Karar verme birimlerinin (KVB) seçilmesi
b) Girdi ve çıktı kümelerinin seçilmesi
c) VZA uygulaması ile göreli verimlilik ölçümü

adımlarından oluşur. Bu aşamalar şu şekilde açıklanabilmektedir:

2.4.6.4.1. Karar Verme Birimlerinin (KVB) Seçilmesi

Karar verme birimleri girdileri çıktılara dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir (Kocakalay, 2003). Etkinlik açısından karşılaştırılacak olan karar birimlerinin üretim teknolojisi yönünden birbiriyle karşılaştırılabilir olması ve benzer amaçların olması gerekmektedir. Karar biriminin homojen olması, yani aynı tür girdileri kullanmaları ve aynı tür çıktıları kullanmaları gerekir (Oruç ve diğerleri, 2009).

Karar verme birimlerinin seçimi iki karar prensibi ile yapılabilmektedir.

1. Her bir karar birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılardan sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır.
2. Verimlilik sınır tahminleme sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örneklemede yer alan karar birim sayısı yeterince büyük olmalıdır (Kürkçüoğlu, 2004).

Karar birimi sayısı ile ilgili olarak çeşitli görüşler literatürde yer almaktadır. Bowlin (1987)'e göre; karar birim sayısı her bir girdi ve çıktı değişkeni başına en az iki karar birimi seçilmesi gerektiğini savunmuş ve bu tezini Charnes, Cooper ve diğerleri yapmış oldukları bir araştırmanın sonucuna dayandırmıştır. Vassiloğlu ve Giokas (1990), VZA ile etkinliklerin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için gerekli karar birim sayısının girdi ve çıktı toplamının en az üç katı olması gerektiğini ifade ederken, Norman ve Stoker (1991) girdi ve çıktı sayısına bağlı olmadan karar birim

sayısının en az 20 olması gerektiğini savunmuşlardır. Boussofiane (1991)'e göre ise; girdi sayısı m ve çıktı sayısı n olmak üzere çalışmanın güvenilirliği açısından karar verme birim sayısının en az (m+n+1) olması gerektiğini savunmuştur. Ancak bu düşüncelerden farklı olarak daha az sayıda kara birim sayısı kullanarak yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur (Sherman ve Gold, 1985; Oral ve Yolalan, 1990; Haag ve Jaska, 1995).

2.4.6.4.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

VZA ile yapılan çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktılar karşılaştırmanın temelini oluşturduğundan büyük bir dikkatle seçilmelidir. Hatta etkinlik değerlendirilmesinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi için çeşitli girdi-çıktı senaryoları VZA tekniği ile sınanabilir ve böylece süreci en iyi temsil eden anlamlı girdi ve çıktılar belirlenebilir (Güçlü, 1999; Bülbül ve Akhisar, 2005; Kecek, 2010).

Bir üretim sürecinde girdiler çıktılara dönüşür. Çıktı ve/veya çıktılar karar birimlerinin işlemlerinin sonucu olarak oluşturulan kazançlar olarak tanımlanırken, girdi ve/veya girdiler ise karar birimlerinin yararlandığı kaynaklar veya karar birimlerinin performansını etkileyen koşullar olarak tanımlanabilir. Üretim sürecine katkı sağlamayan ve birbiriyle çoklu bağlantısı bulunan girdi/çıktı değişkenlerinin elenmesi gerekir (Norman ve Stoker, 1991).

Girdi-çıktı değişkenleri belirlenirken önemli olan bazı girdi ve çıktı değerlerinin değerlendirmeye alınmaması, VZA sonuçları üzerinde direk etki yapabilir. Ve bu girdi çıktı değeğişkenlerini etkin kullanan karar birimlerinin etkinliğinin düşük çıkmasına yol açabilir. Böyle durumlar ile karşılaşmamak için girdi çıktı değişkenleri titizlikle belirlenmelidir.

Etkinlik ölçümü üzerinde etkiye sahip olmayan girdi ve çıktı kullanma durumu söz konusu olabilir. Böyle gerekli olmayan verilerin değerlendirmeye alınmaması için analizden çıkartılabilir. Örneğin aralarında mükemmel korelasyon olan iki girdiden biri etkinlik değerlerinde değişmeye sebep olmadan çıkarılabilmektedir. Bu durum çıktılar içinde geçerlidir (Norman ve Stoker, 1991; Aydagün, 2003; Kecek, 2010).

VZA ile farklı ölçü birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenleri kullanılabilir. Ölçü birimleri tl, ton, saat, kişi, birim vb olabileceği gibi bazı birimlerin oranları da girdi çıktı değeri olabilmektedir (Cooper ve diğerleri., 2007).

Çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA'nın verimli ve verimsiz birimleri birbirinden ayrıştırma yeteneğini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayısının artabilmesi için, karar birimi sayısının da artması gerekmektedir (Kürkçüoğlu, 2004).

2.4.6.4.3. VZA Uygulaması ile Göreli Verimlilik Ölçümü

VZA ölçümü doğrusal programlamaya dayandığı için, optimizasyon programlarından (GAMS, LINDO, vb) yada Windows Excel tabanlı çalışabilen özel VZA programlarından (Frontier Analyst, Warwick DEA Software, DEAP 2.1. Solver, vb) yararlanılabilir (Bayar, 2005). Bu çalışma kapsamında DEAOS programı kullanılmıştır.

Karar birimlerinin her biri için 0 ile 1 arasında değişen etkinlik değerleri hesaplanır. Etkinlik değeri 1'e eşit olan karar birimleri etkin olarak kabul edilir ve etkinlik sınırını oluştururlar.

2.4.6.5. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA'nın bazı güçlü yanlarının yanı sıra zayıf yönleri de bulunmakta olup aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır (Ateş, 2010).

2.4.6.5.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

Veri zarflama analizi, birçok çıktının birçok girdi kullanılarak üretildiği durumlarda diğer alternatif etkinlik ölçüm yöntemlerine göre daha elverişlidir. Örneğin oran analizinde çeşitli oranların tek bir etkinlik ölçütüne indirgenmesi için hangi orana ne derecede önem verilmesi gerektiğinin yönetici tarafından önceden belirtilmesi gerekir. Oysa VZA formülasyonu bu işlemi, modelin içsel yapısı nedeniyle kendiliğinden yapabilmektedir. Örnek olarak limanlarda kullanılacak olan girdi fonksiyonlarının, çıktı fonksiyonu üzerindeki, yani etkinlik ve verimlilik

üzerindeki ağırlığı bilinmiyor olabilir. Bu ağırlık VZA uygulaması içerisinde doğrudan girdi ve çıktılar arasındaki korelasyonun ölçülmesi ile saptanır. Bu nedenle araştırmacının bu iş için ayrı bir hesap yapmasına gerek kalmamaktadır. Ve yine aynı nedenden dolayı, çıktı üzerindeki etkisi düşük olan girdilerin, sonuçları etkileme oranı azalmaktadır. Ancak yine de çıktı ile doğrudan ilişkili olan girdilerin seçilmesinde fayda vardır.

VZA, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkilerin belirli fonksiyonel şekillerde olmasını şart koşmamaktadır (Diamond ve Medwitz, 1990). VZA çalışmasında kullanılan girdi ve çıktılar farklı birimler ile de ifade edilmiş olabilir.

Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi ve en etkin gözlemlerin oluşturduğu sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için en iyi performans gösteren birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir (Kürkçüoğlu, 2004; Kecek, 2010).

VZA, üretim fonksiyonunun analitik yapısı hakkında herhangi bir ön varsayım gerektirmez, dolayısı ile parametresiz bir yöntemdir. Üretim fonksiyonun tahmininde kullanılan klasik parametreli yöntemlere göre (örneğin regresyon analizi) daha esnektir.

VZA, her birim yöneticisi açısından birimin etkin hale dönüştürülebilmesi için neler yapmaları gerektiğini önerir. Oysaki parametreli yöntemler endüstrinin tümünü göz önünde bulundurmakta ve ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadır (Yolalan, 1990).

2.4.6.5.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri

VZA, esas olarak veri tabanlı bir yöntem olduğu için verilerin hangi girdi ve çıktı kümesinin üretim fonksiyonunun tahmininde gerekli olduğunu, analist çok dikkat ederek seçmelidir. Herhangi bir önemli girdi veya çıktının unutulması ya da yanlış ölçülmesi göreli etkinliğin yanlış sonuç vermesine sebep olabilir. VZA, göreceli verimliliği ölçmeye çalıştığından, gözlem kümesinin yeterince homojen olması çok önemlidir. Gözlem kümesi içinde aşırı olan gözlemler ister istemez verimlilik sınırının bozulmasına neden olacaktır. Aynı zamanda VZA çalışmasında

aşırı derecede büyük ya da küçük girdi ve/veya çıktı değerlerine sahip olan karar birimlerinin bulunması, etkinlik sınırının oluşmasını zorlaştırmaktadır.

VZA modelleri statik bir analiz şeklinde olup, tek zaman kesitinde uygulanır. Analiz sonuçlarına göre her bir karar birimi için tek etkinlik tahminleyicisi elde edilir ve bu tahminleyicinin istatistiksel özelliklerinin belirlenmesi zordur (Kecek, 2010).

VZA çalışmasında ele alınan karar birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğü göreceli olduğu için ilgili birimlerin tek olarak değerlendirildiğinde gerçekten etkin olup olmadığı konusunda net olarak yorum imkânı tanımamaktadır. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir (Kürkçüoğlu, 2004).

VZA, girdi ve çıktılara ilişkin yapılacak ölçüm hatalarına karşı oldukça duyarlıdır (Kayalı, 2007).

2.4.6.6. Limanlarda Veri Zarflama Analizi İle İlgili Mevcut Literatür

VZA'nin ilk uygulaması 1951 yılında Debreu'nun yapmış olduğu çalışmaya dayandırılır (Wheelock ve Wilson, 1995; Kecek 2010). Ancak Farrel'in 1957 yılında verimliliği değerlendirmeye yönelik daha iyi teknikler geliştirilmesi yönündeki çalışması, VZA'nın başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Karahan ve Özgür, 2009; Kecek, 2010). Bu çalışmada çok girdili ve tek çıktılı birimlerin etkinliklerini incelemiş ve bunun sonucu olarak ilk kez etkinlik ölçümünde doğrusal programlamadan yararlanılmıştır (Ertuğrul ve Işık, 2008; Kecek, 2010'den aktaran Ateş, 2010: 101)).

Sigortacılık alanında yapılmış olan VZA uygulamaları genellikle sigorta şirketlerinin belirli periyotlardaki (özellikle deprem ve ekonomik krizleri kapsayacak şekilde) etkinliklerini, satın alma veya birleşme durumlarındaki etkinliklerini incelemeye yönelik olan çalışmalardır. Sigorta şirketleri için VZA uygulamasına; Weiss (1990), Weiss (1991), Eisen (1991), Delhausse *vd*. (1995), Yuengert (1993), Cummins, *vd.* (1999), Allen ve Rai (1996), Grene ve Segal (2004), Kılıçkaplan ve Baştürk (2004), Çiftçi (2004), Bülbül ve Akhisar (2005) ve Kayalı (2007) örnek olarak verilebilir.

Sağlık sektör ile ilgili yapılan çalışmalara ise; Sherman (1984), Banker *vd*. (1986), Sexton *vd.* (1986), White ve Özcan (1996), Özcan vd (1992), Kavuncubaşı ve Ersoy (1995), Şahin (1998) ve Güçlü (1999) örnek olarak verilebilir. Bu çalışmalar içerik olarak çeşitli yıllar veya iller kapsamında hastanelerin etkinliklerini belirlemeye yöneliktir.

VZA'nın uygulandığı ve son yıllarda kullanımı yaygınlaşan alanlardan biri de limanlardır. Limanlarla ilgili olarak literatürde VZA'nın uygulandığı ilk çalışma Roll ve Hayuth'un 1993 yılında yapmış oldukları çalışmadır (Baysal ve diğerleri, 2004; Cullinane ve Wang, 2007). Fakat bu çalışmada uygulamadan ziyade teorik bir yaklaşım sergilenmiştir. Yani veriye dayalı bir hesaplama yapılmamıştır.Martinez-Budria ve diğerleri. tarafından 1999 yılında 26 İspanya limanını düşük, orta ve yüksek karmaşıklığa sahip olarak üç grup altında VZA ile bu limanların etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda yüksek karmaşıklığa sahip limanlar en yüksek verimlilikte, orta karışıklığa sahip limanlarında düşük karışıklığa sahip limanlara göre daha verimli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tongzon, 2001 yılında 1996 yılı verilerine göre Avustralya'nın 4 ve uluslar arası 12 konteyner limanında VZA ile etkinliklerini analiz etmiştir. Bu çalışma sonucunda Melbourne, Rotterdam, Yokohama, ve Osaka limanlarının değerlendirilen limanlar içerisinde daha verimli oldukları sonucuna varmıştır. Valentina ve Gray (2001); 1998 yılı verilerine göre dünyanın ilk 100 limanı içerisinde yer alan 31 konteyner limanının verimliliğini incelemişlerdir. Itoh (2002)'de Japonya'nın uluslararası liman özelliği taşıyan 8 konteyner limanının 1990-1999 periyodundaki verimliliklerini VZA ile analiz etmiştir. Çalışma sonucunda; çalışma periyodunun ilk yıllarında Nogaya konteyner limanı en iyi performansı gösterirken çalışma periyodunun son yılları verilerine göre Tokyo limanı en iyi performansa sahip olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca çalışmada değerlendirilen yıllarda Yokohama, Osaka ve Kobe limanlarının etkinliklerinin düşük olduğu ifade edilmiştir. Barros, 2003 yılında yayınlanmış olan çalışmasında 1999 ve 2000 yılları verilerine göre Portekiz liman endüstrisinin VZA ile etkinliklerini değerlendirmiştir.

2004 yılında Barros ve Athanassious yapmış oldukları çalışmada Portekiz ve Yunanistan limanlarının verimliliklerini VZA ile değerlendirmişlerdir.Bonilla ve diğerleri. (2004), 1995-1998 yılları yıllık verilerine göre ispanya limanlarının

verimliliklerini belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında 23 adet liman incelenmiştir. Turner ve diğerleri. 1984-1997 periyodunda Kuzey Amerika limanlarının performanslarını VZA ile belirlemişlerdir.Cullinane ve diğerleri. 2005 yılında yapmış oldukları çalışmada 2001 yılı verilerine göre dünyanın ilk 30 limanı içerisine giren konteyner limanları ile 5 Çin konteyner limanının verimliliklerini karşılaştırmak için VZA uygulamasından yararlanmışlardır. Ve bu karşılaştırma için 1992-1999 yılları periyodunda 8 yıllık veriden yararlanmışlardır.

Cullinane ve Wang, 2002 verilerini kullanarak Avrupa'nın 24 ülkesine ait 10 000 TEU elleçleme kapasitesinin üzerinde olan 69 konteyner terminalinin verimliliklerini VZA'dan yararlanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda farklı bölgelerde bulunan limanların etkinlik değerleri arasında önemli farklılıklar olduğu sonucuna varmışlardır. Doğu Avrupa ve İskandinavya'da bulunan limanların verimliliklerinin daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

VZA ve Rastlantısal Sınır Analizi uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmada dünyanın önde gelen konteyner limanları karşılaştırılmış ve bu iki yöntem arasında yüksek korelasyon bulunmuştur (Cullinane ve diğerleri., 2006). Benzer şekilde dünya'nın en önemli konteyner limanlarının etkinlik değerlendirilmeleri için VZA ve Serbest Atılabilir Zarf modelinden yararlanılarak değerlendirilmiştir (Cullinane ve diğerleri, 2006).

Wang ve Cullinane, 2006 yılında yapmış oldukları çalışmada 2003 yılı verilerinden yararlanarak 29 Avrupa ülkesine ait yıllık elleçleme miktarı 10 000 TEU'nun üzerinde olan 104 konteyner terminalinin verimliliğini VZA ile belirlemişlerdir. Çalışmada çıktı olarak elleçlenen konteyner miktarı ve girdi olarak ise; terminal uzunluğu (m), terminal alanı (ha) ve kullanılan ekipmanların toplam maliyeti (milyon pound) olarak belirlenerek analiz edilmiştir.

Barros, 2006'da operasyonel ve finansal değişkenler kombinasyonu ile 2002 ve 2003 yılları verilerinden yararlanarak İtalya limanlarının verimliliğini VZA uygulayarak belirlemiştir.

Hsuan ve diğerleri. (2005), 1996 yılı verilerine dayanarak Asya Pasifik bölgesindeki 16 adet konteyner terminalinin verimliliğini belirlemek için 6 girdi ve 2 çıktı kullanarak VZA uygulaması ile belirlemişleridir.Rios ve diğerleri. (2006), 2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait yıllık verilerden yararlanarak 15 Brezilya, 6 Arjantin ve 2

Uruguay konteyner limanlarının verimliliklerini belirlemek için 5 girdi parametresi ve 2 çıktı parametresi kullanarak VZA ile etkinlik analizi yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında incelenen limanların %60'ının verimli olduğu sonucuna varmışlardır.

Lin ve Tseng, 2008 yılında Asya-Pasifik bölgesinde bulunan önemli konteyner terminallerinin verimliliğini 2 çıktı (gelen gemi sayısı ve elleçlenen konteyner miktarı) ve 4 girdi (konteyner stok alanı, gantry crane sayısı, konteyner terminal uzunluğu ve su derinliği) değerini göz önüne alarak VZA ile verimlilik analizini yapmışlardır.

Al-Eraqi ve diğerleri., 2008 yılında orta doğu ve doğu Afrika'da bulunan 22 adet limanın performanslarını belirlemek için 2000-2005 yılları arasında 6 yıllık verilerden yararlanarak yapmış oldukları çalışmada dört adet girdi değeri ve iki adet çıktı değerini kullanmışlardır.

Bayar (2005), yapmış olduğu "veri zarflama analizi kullanılarak liman verimliliğinin ölçülmesi: Türk limanlarından bir örnek" isimli yüksek lisans tezi çalışmasında TCDD yollarının işletmekte olduğu ve konteyner taşımacılığına hizmet verebilen limanların performanslarını belirlemek için veri zarflama analizinden yararlanmıştır. Bu çalışma kapsamında iki adet girdi (konteyner rıhtım uzunluğu ve konteyner elleçlemede kullanılan vinç sayısı) ve bir adet çıktı (elleçlenen konteyner miktarı) değerinden yararlanmıştır. Araştırma sonucunda İzmir ve Mersin limanları verimli çıkarken; Derince, Haydarpaşa ve İskenderun limanları verimsiz çıkmıştır. (Ateş, 2010: 101 – 106)

Nicel araştırma sırasında kullanılacak olan VZA girdi ve çıktı fonksiyonlarında yardımcı olması açısından literatürde saptanan iktisadi etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri incelenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: İktisadi Liman Etkinlik ve Verimlilik Ölçümleri

Yıl	Yazar(lar)	Yöntem	Girdi Fonksiyonu	Çıktı Fonksiyonu
1993	Roll ve Hayuth	VZA – CCR	-İşgücü -Sermaye -Yük Karakteristiği	-Yük Miktarı -Hizmet Düzeyi -Müşteri Memnuniyeti -Gemi Sayısı
1995	Tongzon	VZA	-Terminal Rıhtım Uzunluğu -Rıhtımdaki Vinç Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
1995	Liu	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-İşçi Sayısı -Sermaye	Çevrim Sayısı
1996	Poitras ve dig.	VZA	-Gemi Sayısı -Yanaşma Ücreti	- Elleçlenen Konteyner Sayısı (TEU) -Kont. elleçleme/Saat
1999	Martinez – Budria ve diğ.	VZA – BCC	-Emek Giderleri -Amortisman Giderleri -Diğer Giderler	-Rıhtımlarıda Elleçlenen Toplam Yük Miktarı - Liman Tesislerinin Kiralanmasından Elde Edilen Gelir
2000	Notteboom ve diğ.	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-Rıhtım Uzunluğu -Terminal Genişliği -Kren Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2000	Coto-Millan ve Rodriguez – Alvarez	Stokastik Sınır Yaklaşımı	Yük Elleçlemesi (ton)	Tüm Liman Çıktıları (Ton, Yolcu Sayısı, Araç Sayısı)
2001	Tongzon	VZA – CCR	-Kren Sayısı -Konteyner Yanaşma Yeri Sayısı -Romörkör Sayısı -Terminal Alanı -Bekleme Süresi -Personel Sayısı	-Konteyner Elleçlemesi (TEU) -Gemi Operasyon Hızı
2001	Valentine ve Gray	VZA – CCR	-Rıhtım Toplam Uzunluğu -Konteyner Rıhtımı Uzunluğu	-Konteyner Elleçlemesi (TEU) -Yük Elleçlemesi (Ton)
2002	Estache ve diğ.	VZA - Malmquist	-Çalışan Sayısı -Terminal Alanı	Elleçlenen Yük Hacmi
2002	Culliane ve dig.	Stokastik Sınır Yaklaşımı	Çalışan Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2002	Itoh	VZA	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Çalışan Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2002	Culliane, Song ve Gray	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-Rıhtım Uzunluğu -Terminal Genişliği -Yük Elleçleme Ekipmanlarının Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2003	Barros	VZA	-Çalışan Sayısı -Varlık Değerleri Toplamı	-Gemi Sayısı -Yük (Ton,TEU,RoRo) -Pazar Payı -Çalışan Ücretleri -Sermaye

Tablo 6: İktisadi Liman Etkinlik ve Verimlilik Ölçümleri (Devam)

Yıl	Yazar(lar)	Yöntem	Girdi Fonksiyonu	Çıktı Fonksiyonu
2003	Barros	VZA-Malmquist	-Çalışan Sayısı - Varlık Değerleri Toplamı	-Gemi Sayısı - Ton ve TEU Elleçleme
2003	Culliane ve Song	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-Yönetim Hizmeti -İşçi Ücretleri -Terminal Operasyonlarının Sermaye Maliyeti -Yük Elleçleme Ekipmanlarının Net Değeri	Çevrim Sayısı
2003	Wang ve diğ.	- VZA-CCR - VZA-BCC - Serbest Dağılım Yaklaşımı	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Sahadaki Vinç Sayısı -Straddle Taşıyıcı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2004	Wiegmans ve diğ.	VZA	-Terminal Genişliği -Kapı Sayısı -İstifleme Ekipman Sayısı -Yükleme Hattının Uzunluğu	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2004	Song ve Han	Regresyon Analizi	-Terminal Yanaşma Yeri	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2004	Park ve De	- VZA-CCR - VZA-BCC	-Yanaşma Kapasitesi -Gemi Sayısı -Yük Elleçleme (Ton)	-Yük Elleçleme -Gemi Sayısı -Ciro -Müşteri Memnuniyeti
2004	Barros ve Athanasiou	- VZA-CCR - VZA-BCC	-Çalışan Sayısı -Sermaye	-Gemi Sayısı -Yük Elleçlemesi (Ton, TEU)
2004	Culliane ve dig.	VZA	--Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Sahadaki Vinç Sayısı -Straddle Taşıyıcı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2005	Bayar	VZA	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Konteyner Vinç Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2005	Culliane ve diğ.	- VZA-CCR - VZA-BCC - Serbest Dağılım Yaklaşımı	Elleçlenen Konteyner Sayısı (TEU)	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Sahadaki Vinç Sayısı -Straddle Taşıyıcı Sayısı
2005	Liu ve diğ.	VZA ve Malmquist	- Yanaşma Yeri Sayısı -Yanaşma Yeri Vinç Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2005	Tongzon ve Heng	Stokastik Cobb-Douglas Modeli	-Rıhtım Uzunluğu -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Liman Büyüklüğü	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2005	Barros	Stokastik Sınır Yaklaşımı	- Çalışan Sayısı -Yatırım Sermayesi - İşletim Maliyeti	Toplam Maliyet
2005	Tongzon ve Heng	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-Rıhtım Uzunluğu -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Liman Büyüklüğü	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)

Tablo 6: İktisadi Liman Etkinlik ve Verimlilik Ölçümleri (Devam)

Yıl	Yazar(lar)	Yöntem	Girdi Fonksiyonu	Çıktı Fonksiyonu
2005	Lin ve Tseng	- VZA-CCR - VZA-BCC - Serbest Dağılım Yaklaşımı	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Sahadaki Vinç Sayısı -İstifleme Ekipmanları	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2006	Culliane ve dig.	Stokastik Cobb-Douglas Modeli ve VZA	Elleçlenen Konteyner Sayısı (TEU)	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Sahadaki Vinç Sayısı -Straddle Taşıyıcı Sayısı
2006	Barros	VZA-Malmquist	-Çalışan Maliyeti -Sermaye Maliyeti	Yük Elleçlemesi (Ton, TEU)
2006	Sun ve diğ.	Stokastik Cobb-Douglas Modeli, Monte Carlo Simülasyonu	-Gemi ile Yanaşma Yer Arası Elleçleme Kapasitesi -Yanaşma Yeri ile Ardalan Arasındaki Elleçleme Kapasitesi -Yanaşma Yeri Sayısı -Yanaşma Yeri Uzunlukları -Terminal Alanı -Limanın Depolama Kapasitesi -Soğutmalı Konteyner Yuvası	Yük Elleçleme Hacmi
2007	Rodriguez – Alvarez ve diğ.	Stokastik Sınır Yaklaşımı - Translog Üretim Fonksiyonu	-Adi Liman Çalışanları -Özeli Liman Çalışanları -Sermaye -Toplam Alan -Üretim Giderleri	-Konteyner -Ro-Ro Yük -Parça Yük
2007	Fung Ng ve Lee	VZA	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Rıhtımdaki Vinç Sayısı -Gemi Sayısı -Stok Sahasındaki Vinç Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2007	Trujillo ve Tovar	Stokastik Sınır Yaklaşımı – Cobb Douglas Üret. Fonk.	-Çalışan Sayısı -Liman Alanı	Tüm Liman Çıktısı (Ton, TEU, Yolcu, Ro-Ro)
2007	Cheon	Malmquist	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Terminal Alanı -Konteyner Vinci	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2007	Wang ve dig.	VZA	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Vinç Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2008	Panayides ve diğ.	VZA	-Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı -Vinç Kapasitesi	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2008	Tongzon ve diğ.	VZA	-Liman İşçi Sayısı -Konteyner Vinç Sayısı -Yanaşma Yeri Sayısı -Yanaşma Yeri Uzunluğu -Terminal Alanı -Yanaşma Yeri Derinliği	-Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU) -Gemi Sayısı

Tablo 6: İktisadi Liman Etkinlik ve Verimlilik Ölçümleri (Devam)

Yıl	Yazar(lar)	Yöntem	Girdi Fonksiyonu	Çıktı Fonksiyonu
2008	Gonzalez ve Trujillo	Stokastik Sınır Yaklaşımı – Translog Üretim Fonksiyonu	-Yanaşma Yeri Sayısı -Liman Alanı -Çalışan Sayısı	Tüm Liman Çıktısı (Ton, TEU, Yolcu)
2008	Al-Eraqi ve diğ.	VZA	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Depolama Alanı -Elleçleme Ekipmanı	-Gemi Sayısı -Elleçlenen Yük (Ton)
2009	Cheon ve diğ.	Malmquist	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Terminal Alanı -Konteyner Vinci	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2009	Lozano	Malmquist	-Depolama Alanı -Yanaşma Yeri Uzunluğu -Vinç Sayısı -Çekici Sayısı	-Toplam Liman Trafiği -Konteyner Elleçlemesi (TEU) -Gemi Sayısı
2010	Culliane ve Wang	VZA	-Rıhtım Vinç Sayısı -Sahadaki Vinç Sayısı -Straddle Taşıyıcı	-Konteyner Elleçlemesi (TEU) -Terminal Uzunluğu -Terminal Alanı
2010	Ateş	VZA	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Konteyner Vinç Sayısı -Yanaşma Yeri Sayısı -Konteyner Stok Alanı	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2010	Wu ve Goh	VZA	-Terminal Alanı -Yanaşma Yeri Uzunluğu	-Ekipman Sayısı -Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)
2010	Liu	Stokastik Sınır Yaklaşımı	-Yanaşma Yeri Uzunluğu -Toplam Liman Alanı -Depolama Kapasitesi -Yük Elleçleme Kapasitesi	Elleçlenen Konteyner Miktarı (TEU)

Ulusal ve uluslarası literatürde de gözlendiği gibi, özellikle göreceli etkinlik incelemelerinde Veri Zarflama Analizi çok sık kullanılan ve amaç kapsamında başarılı olduğu düşünülen bir etkinlik analiz yöntemidir. Ancak, limanların üretim yapan bir işletmeden çok hizmet veren karmaşık bir yapıya sahip olması sıklıkla araştırmacıları liman etkinliği ve verimliliği kavramlarını birlikte kullanma isteğine sürüklemektedir.

Türk limanlarında etkinlik ve verimlilik ölçümleri sadece akademik düzeyde kalmıştır. Uluslararası bir iş dalı olmasına rağmen etkinlik ve verimliliğe etkileyen faktörler ülkeden ülkeye değişmekte, her ülkenin kendine özgü yapısal durumu verimlilik ve etkinliği etkilemektedir. Özellikle Türkiye gibi karmaşık aylık yük dağılımlarına ve yük çeşitlerine sahip olan bir ülke, kıt kaynaklar, bürokratik ve

politik zorluklar arasında yükünü elleçleme çabasında iken mevcut VZA analiz yöntemleri ile etkinlik ve verimlilik analizi yapmak yeterli olmayacaktır.

Türkiye limanlarında verimlilik araştırmalarının en doğru yaklaşımı, liman teorik ve maksimum kapasitelerinin hesaplanarak, bu hesaplanan kapasitelerin, gerçekleştirilen kapasiteler ile orantılanması yaklaşımı olacaktır. Teorik ve maksimum kapasitenin doğru tespit edilmesi ve bunların mevcut kapasite ile orantısı hali hazırda verimlilik incelemelerindeki birçok girdi ve çıktı fonksiyonunu kapsayacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
TERMİNAL OPERASYONLARI VE YÜK ELLEÇLEME EKİPMANLARI

Türk özel limanlarının etkinlik ve verimlilik analizlerinin yapılabilmesi için çalışmanın dördüncü bölümünde limanların kapasite analizleri yapılacaktır. Çalışma kapsamında kapasite analizleri çok ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Standart ampirik formülasyonların yanı sıra gözleme ve araştırmaya dayalı birçok faktör de göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma sonunda tavsiye edilecek yöntemlerin uygulanabilmesi için terminaller operasyonlarının süreçlerinin ve liman ekipman özelliklerinin çok iyi anlaşılabilmesi gerekmektedir. Bu bölümde terminal operasyonları ve yük elleçleme ekipmanları ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

3.1. TERMİNAL TİPLERİ VE OPERASYONLARI

Terminal, belli bir yüke yada yük grubuna hizmet veren liman ünitesidir (Akten ve Albayrak, 1988). Bu açıdan, limanlar birden fazla terminallerden oluşan bir sistem bütünüdür.

Koh ve Ng (1994), temel konteyner operasyonlarını araştırmışlardır. Araştırmaların genel ve kuru dökme yük terminallerine de uyarlanmış hali şu şekildedir:

- **Rıhtım Operasyonu:** Rıhtım operasyonları, gemilerin geliş programları ve iskele alanı ve rıhtım vinci kaynaklarının, hizmet vermek için gemilere tahsisini içermektedir. Rıhtımlara gemilerin tahsisi öncesinde pilotaj ve römorkaj operasyonlarının da çok büyük önemi vardır. Rıhtım operasyonlarının en önemli yanı, gemilerinin toplam döngü süresidir.
- **Gemi Operasyonu:** Gemi operasyonu konteynerlerin yükleme boşaltma faaliyetlerini içerir. Bu elleçleme faaliyeti rıhtım vinçleri tarafından senkronize bir şekilde yapılmakta, her bir konteynerin güvenli elleçleme süreci gerçekleştirilmelidir. Yüksek vinç oranlarına erişmede (saat başı elleçlenen konteyner sayısı), planlayıcının vincin çalışma düzenini (vinç hareketlerinin) optimize etmesi, yan tarafta bulunan vinçle hiçbir şekilde çarpışmanın olmaması gerekmektedir. Çekicilerin, yükleme/boşaltma

işlemleri sırasında rıhtım vincine gelen düzgün bir besleme düzenine sahip olması gerekmektedir.

- **Saha Operasyonu:** Saha operasyonu terminallerdeki bütün faaliyetler içinde en yoğun olan operasyondur. Bu operasyonlar gemilerden yüklerin boşaltılması, gemilere konteynerlerin yüklenmesi, sırada bekleyen konteynerlerin işleme sokulması, konteynerlerin saha bloklarında gemilere daha verimli yükleme yapılabilmeler için sahaya dağıtılması, terminaller arası taşımaları içermektedir.
- **Kapı Operasyonu:** Kapı operasyonu iki faaliyetten oluşmaktadır. Birinci faaliyet gemiye yüklemek üzere limana getirilen konteyner için giriş işlemleridir. İkinci faaliyet ise gemiden tahliye edilen konteynerin alıcısına teslim etmek için yapılan çıkış işlemleridir.

Terminaller, temel olarak 5 gruba ayrılabilir:

- Konteyner Terminali
- Genel Kargo Terminali
- Kuru Dökme Yük Terminali
- Sıvı Dökme Yük Terminali
- Ro-Ro ve Yolcu Terminali

3.1.1. Konteyner Terminali ve Operasyonları

Boyutları ve ağırlıkları standartlaştırılmış ve konteyner, konteynır veya yüklük olarak Türkçe'ye çevrilen bu standart kap, bu çalışma kapsamında konteyner olarak kullanılacaktır.

Konteyner terminali, limanların içinde, konteyner gemilerinden gelen veya gemiye yüklenecek olan konteynerlerin elleçlenmesinin yapıldığı terminaller olarak tanımlanabilir.

Konteyner taşımacılığındaki ve operasyonlarındaki tüm standartlaştırmalar limanlara artı maliyet olarak geri dönmektedir. Konteyner terminalleri, diğer bahsedilen tüm terminaller arasında yatırım maliyetleri en büyük olanıdır ve konvansiyonel gemiden daha pahalı olan konteyner gemileri büyük sermaye birikimlerine ihtiyaç duyar. Yatırımların geri kazanılması, böyle standartlaşan bir

kargo yükü de söz konusu olduğunda, operasyon hızının yüksek olmasını gerektirmektedir ki bu ancak yüksek verimin sağlanması ile elde edilebilir. Konteyner taşımacılık hatları da limanları bu yönde sürekli olarak zorlamaktadırlar.

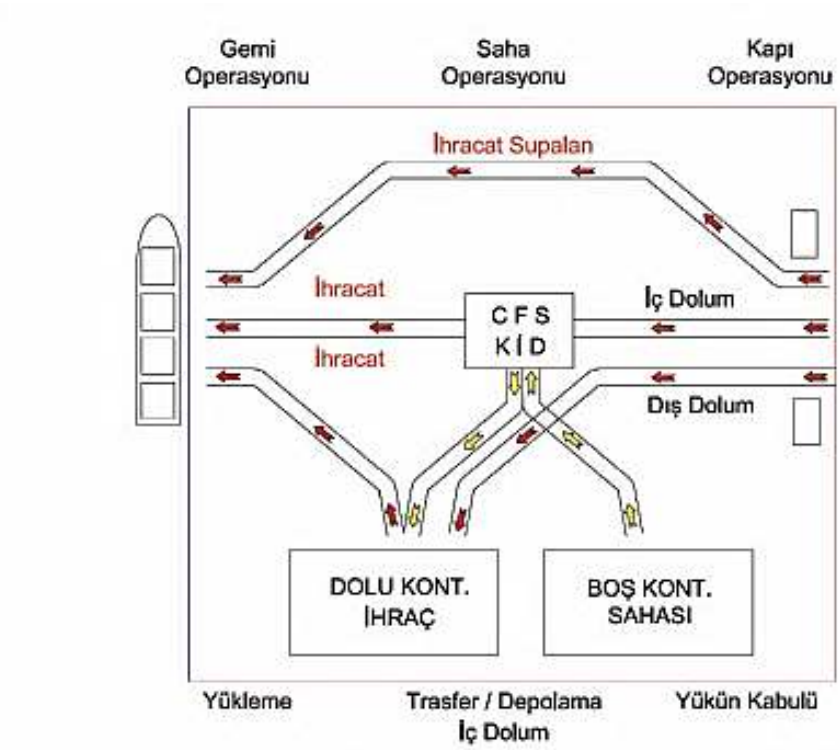
Hızlı operasyon beraberinde evrak akışlarındaki zorlukları ve karmaşıklıkları getirmektedir. Konteyner operasyonları terminal, liman, gemi, forwarder, tahmil/tahliye işletmeleri, kara nakliyecileri arasında uyumlu bir calışmayı gerektirir. Bu yönetilmesi zor bir operasyon şeklidir. Bu zorluğun önüne geçmek için çok sayıda eleman çalıştırmak ise maliyetleri yükseltmektedir. Kısaca, konteyner terminal yatırımları her ne kadar standart bir taşıma modu nedeniyle cazip gibi görünse de maliyetleri ve operasyonlardaki hız baskısı nedeniyle uzmanlaşma ve yüksek verimlilik standartlarını şart koşmaktadır.

Konteyner terminallerinde operasyon süreci genel kargoya göre biraz daha karmaşıktır. Zira yük limana değişik formlarda girebildiği gibi her konteynerin özelliğine göre (dolu ithal, boş ithal, dolu ihrac, boş ihraç gibi) ayrı bir yerde depolanması gerekmektedir. Konteyner operasyonları genel olarak deniz ve kara yönlü operasyonlar olarak ikiye ayrılırken, aynı zamanda dolu, boş ve transit konteyner olarak da ayrılabildiği için, konteyner operasyonlarının tek bir şekilde açıklanması olası değildir.

3.1.1.1. Deniz Yönlü Operasyonlar

Limana konteynerize olmuş veya olmamış karayolu veya demiryolu ile limana gelen yükün gemiye yüklenip limanı terk edene kadar geçen sürece deniz yönlü operasyonlar adı verilmektedir. Bu operasyonlar sıklıkla ihracat operasyonları olarak adlandırılsa da, her konteyner ihracat yük olmayacağı için liman işletmeciliği açısından bakıldığında deniz yönlü operasyon olarak tanımlamak daha doğrudur. Deniz yönlü operasyonların iş akış süreçleri Şekil 9'da verilmektedir.

Şekil 9: Konteyner Terminallerinde Deniz Yönlü Operasyonlar



	Transfer		Transfer		Transfer		Transfer	
Kapı	⇒	Rıhtım	⇒	Gemi	(Supalan İhracat)			
Kapı	⇒	Dolu Kont. Sahası	⇒	Rıhtım	⇒	Gemi	(Dış Dolum)	
Kapı	⇒	CSF	⇒	Rıhtım	⇒	Gemi	(İç Dolum)	
Kapı	⇒	CSF	⇒	Dolu Kont. Sahası	⇒	Rıhtım	⇒	Gemi

Kaynak: Oral, 2011: VII-43.

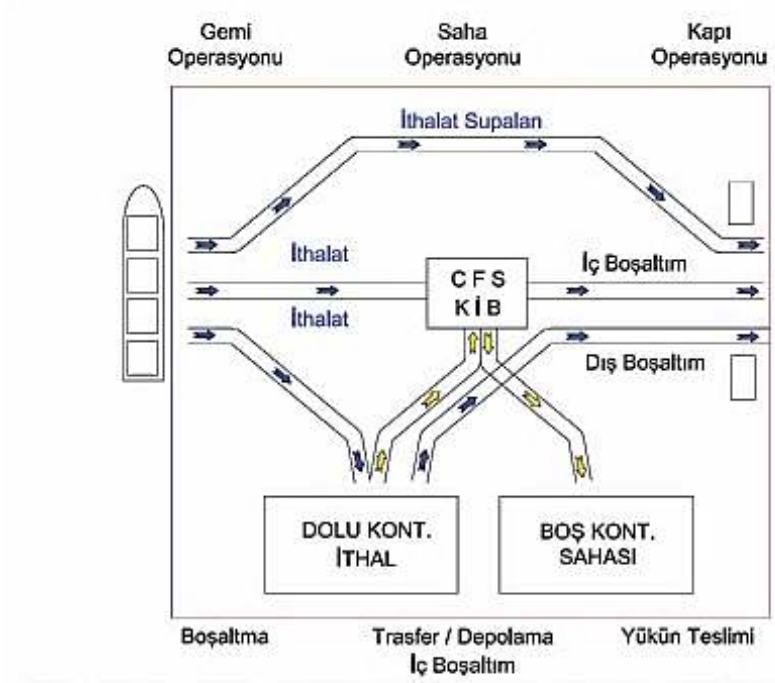
Limana karadan gelen konteynerler ihracat supalan, iç dolum ve dış dolum olarak ayrılmaktadır. İhracat supalan konteynerin doğrudan çekici üzerinde rıhtım vincine kadar giderek gemiye yüklenmesi sağlanır. Daha önce dolumu yapılmış, ancak supalan olmayan konteyner ihraç dolu konteyner depolama sahasına giderken, dolum yapılması gereken konteynerler ise iç dolum okunda görüldüğü gibi konteyner iç dolum (KİD) (CFS) alanına giderler. KİD'den çıkan konteyner doğrudan gemiye gidebildiği gibi ihraç dolu konteyner depolama alanına da gidebilir. KİD'ye gelen konteynerler ise doğrudan kapıdan gelmek zorunda değildir, boş konteyner sahasından da gelebilirler. Bunun haricinde ihracat dolu konteyner sahasında bekleyen konteynerlerin doğrudan gemiye gitmesi de deniz yönlü bir operasyondur.

3.1.1.2. Kara Yönlü Operasyonlar

Limana deniz yolu ile gelen konteyner yükünün kara veya demiryolu ile limanı terk etmesi sürecine kara yönlü operasyon adı verilir. Bu süreç içinde yük konteyner içinde kalabilir veya iç boşaltım yapılabilir. Bu operasyonlar sıklıkla ithalat operasyonları olarak adlandırılsa da, her konteyner ithalat yük olmayacağı için liman işletmeciliği açısından bakıldığında kara yönlü operasyon olarak tanımlamak daha doğrudur. Kara yönlü operasyonların iş akış süreçleri Şekil 10'da verilmektedir.

Kara yönlü operasyonlar deniz yönlü operasyonların tam tersidir. Sadece yükün geliş ve terk edişi yer değiştirir. Supalan konteyner, iç boşaltım operasyonları ve konteyner sahasında bekleyecek yükün süreçleri deniz yönlü operasyonlardaki gibidir.

Şekil 10: Konteyner Terminallerinde Kara Yönlü Operasyonlar



	Transfer		Transfer		Transfer		Transfer	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Kapı	(Supalan İthalat)			
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Dolu Kont. Sahası	⇨	Kapı	(Dış Boşatma)	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	CSF	⇨	Kapı	(İç Boşaltma)	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Dolu Kont. Sahası	⇨	CSF	⇨	Kapı

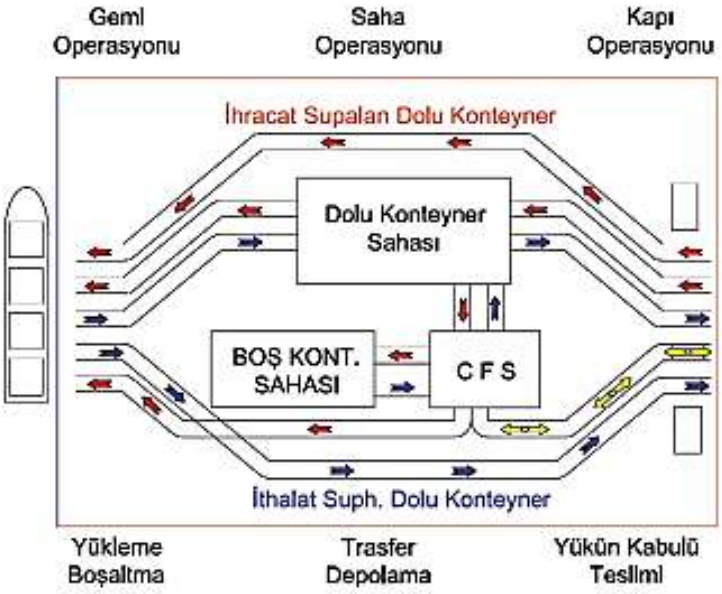
Kaynak: Oral, 2011: VII-44.

3.1.1.3. Dolu Konteyner Operasyonları

Dolu konteyner operasyonlarında toplamda sekiz değişik operasyon şekli bulunmaktadır. Bu şekiller, yükün konteyner içerisinde gelip gelmemesine ve deniz veya kara yönlü operasyon olmasına göre değişmektedir.

Limana dolu olarak gelen (dış dolum) veya yük niteliğinde limana gelerek liman alanında konteynerlere iç dolumu yapılan konteynerlerin iş akış şeması Şekil 11'de verilmiştir.

Şekil 11: Dolu Konteyner Operasyonları



	Transfer		Transfer		Transfer		Transfer	
Kapı	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	(Supalan	İhracat)		
Kapı	⇨	Dolu Kont. Sahası	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	(Dış Dolum)	
Kapı	⇨	CSF	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	(İç Dolum)	
Kapı	⇨	CSF	⇨	Dolu Kont. Sahası	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Kapı	(Supalan	İthalat)		
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Dolu Kont. Sahası		Kapı	(Dış Boşatma)	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	CSF	⇨	Kapı	(İç Boşaltma)	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Dolu Kont. Sahası	⇨	CSF	⇨	Kapı

Kaynak: Oral, 2011: VII-45.

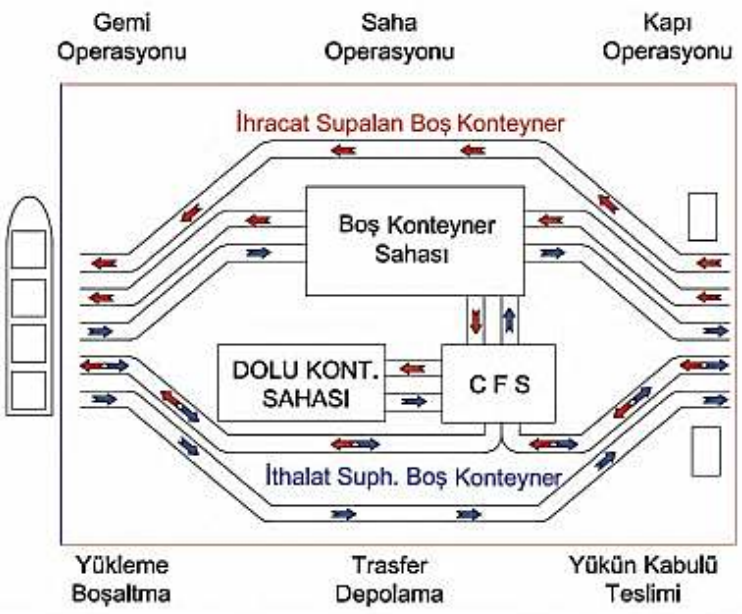
Dolu konteynerde temel süreç konteyner içi doldurma ve boşaltma hizmetinin alınmasına göre değişmektedir. Şematik olarak tek bir dolu konteyner sahası

görülmesine rağmen ithal dolu konteyner, ihraç dolu konteyner sahaları liman içinde farklı yerlerde konumlandırılmış olabilirler.

3.1.1.4. Boş Konteyner Operasyonu

Liman alanlarında boş konteynerler iki şekilde bulunabilirler. Bunlardan birincisi limana deniz, kara veya demiryolu ile gelen boş konteynerlerdir. İkincisi ise limanda iç boşaltımı yapılan konteynerlerin limanlardaki boş konteyner sahalarında depolanması ile gerçekleşir. Bu süreçler Şekil 12'de verilmiştir.

Şekil 12: Boş Konteyner Operasyonları



	Transfer		Transfer		Transfer		Transfer
Kapı	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	(Supalan İhracat Boş Kont.)		
Kapı	⇨	Boş Kont. Sahası	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	
Kapı	⇨	CSF					
CSF	⇨	Boş Kont. Sahası	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Kapı	(Supalan İthalat Boş Kont.)		
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	CSF			
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Boş Kont. Sahası	⇨	Kapı	(Dış Dolum)
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Boş Kont. Sahası	⇨	CSF	(İç Dolum)

Kaynak: Oral, 2011: VII-46.

Dünya konteyner ticaretinde yer alan konteynerler genellikle gemi hattının malıdır. İşlemi biten boş konteynerler talep olan limanlara gönderilmek üzere

limandan yüklemesi yapılabilmektedir. Benzer şekilde boş konteyner talebi olması durumunda ise gemiden boş konteyner boşaltması yapılabilmektedir. Boş konteyner liman içinde CFS de işlem görerek doldurulabildiği gibi, doldurulmak üzere limandan boş olarak da çıkabilmektedir. Buna dış dolum adı verilir.

3.1.1.5. Transit Konteyner Operasyonu

Transit konteyner yükleri, bir limana deniz yolu ile gelerek hemen veya bir süre depolama sonrasında yine deniz yoluyla başka bir limana gönderilen yüklerdir.

Bu yüklerde oluşabilecek süreçler diğerlerinden çok daha basittir. Gemiden rıhtıma, rıhtımdan transit konteyner sahasına gönderilen konteynerler, zamanı geldiğinde zaman sahadan rıhtıma ve oradan da gemiye yüklenirler. Ender bazı durumlarda transit konteynerlerin depo sahalarına hiç götürülmediği de olmaktadır.

3.1.2. Genel ve Kuru Dökme Yük Terminali ve Operasyonları

Deniz ticaretinin en eski yük tipini hiç şüphesiz genel kargo yükleri oluşturmaktadır. Binlerce yıllık deniz ticareti genel kargo yükleri ile başlamıştır. Günümüzde de toplam taşınan yük içerisinde en büyük paya sahip olan yük tipi kuru dökme yükler ile birlikte değerlendirilen genel kargo yükleridir (T.C. Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması, 2010).

Sıvı ve tekerlekli yükler dışında birimleştirilmemiş tüm yükleri kapsayan genel yükler birçok liman istatistiğinde kuru dökme yükleri de kapsamaktadır. Ancak parca eşya anlamında genel yükler ambalajlı yükleri (sandık, karton, torba, varil, kutu, bidon), ambalajsız yükleri (iş makinaları, vagon, kamyon, otomobil, konstrüksiyon malzemesi), tek parca yükleri (kazan, turbun gb. proje yüklerini), ve balya yükleri (kutuk, demir, ray, inşaat demiri, profil, rulo sac, levha sac, tomruk, bicilmiş kereste vb.) kapsamaktadır.

Kuru yük için yükleme ve boşaltma terminalleri hem yer hem boyut hem de elleçleme sistemi açısından birbirlerinden çok farklı olabilir. Bu terminallerde konveyör bantlarının ayaklarının rıhtım boyunca olması yanaşma yerlerinin başka

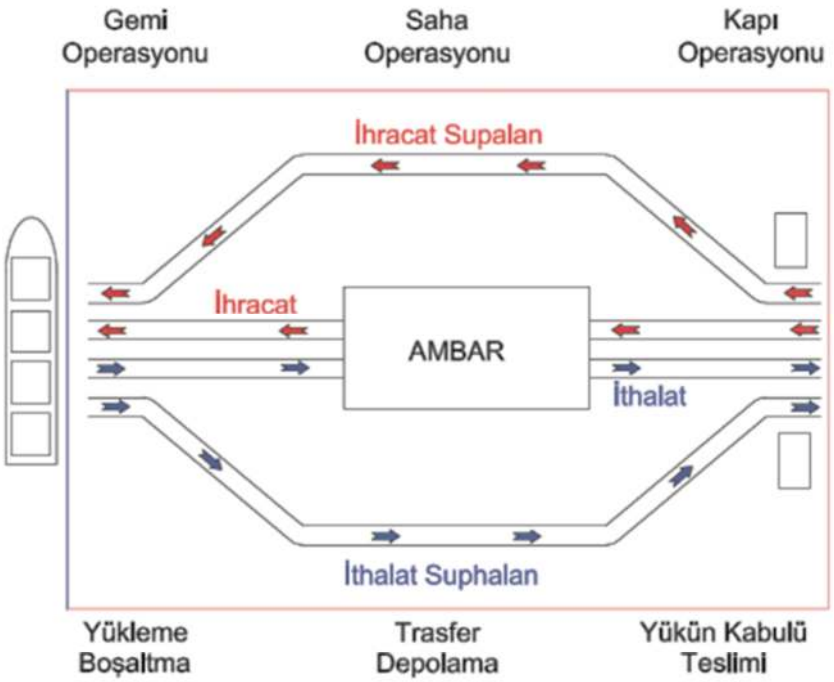
amaçla kullanılmamasına neden olmaktadır. Ayrıca oldukça ağır olan bu sistemler için jeoteknik koşullar da yeterli düzeyde olmalıdır.

Genel ve kuru dökme yüklerin en zayıf yönü hacim ve alan olarak büyük, kapalı depolara ihtiyaç duymasıdır. Çoğu zaman meteorolojik koşullardan doğrudan etkilenen genel yüklerin kapalı alanlarda depolanması gerekmektedir. Bu nedenle genel ve kuru dökme yük terminallerinde çoğu zaman ambar ve antrepolar bulunmaktadır. Kapalı depoların ayrı bir avantajı ise kayıp ve çalıntıya karşı eşyaların emniyete alınmasıdır. Kuru dökme yük depolamaları için yükün tipine bağlı olarak kapalı silolar ve havuzlarda kullanılabilir. Bazı kuru dökme yük terminallerinde yük doğrudan silolara yüklenirken, bazı terminaller ise doğrudan supalan yüke hizmet vermekte, bu nedenle kapalı bir alan ihtiyacı olmamaktadır.

Genel ve kuru dökme yüklerin depolama ihtiyacının bulunması, yük tahmil ve tahliye personel ihtiyacının fazla olması, yüksek hasar oranı, elleçleme hızının ve veriminin düşük olması yüklerin birimleştirilerek konteynerler ile taşınmasına neden olmaktadır. Ancak günümüzde hala gerek boyut gerekse ağırlık bakımından konteyner içinde taşınamayan eşyalar genel yük şeklinde taşınmakta ve limanlarda işlem görmektedir. Bu özelliği ile genel yükleri bu gün olduğu gibi gelecekte de önemini yitirmeyecektir (Oral 2011: 200).

Genel yük, kuru dökme yük ve tekerlekli yüklerin operasyonları benzer iş akış şeması izlemektedir. Genellikle karadan gelen yükler ya geçici bir depolamaya tabi tutulmakta veya doğrudan gemiye yüklenmektedir. Benzer şekilde gemi ile genel yükler de supalan olarak çekilebildiği gibi liman ambarlarında belli bir süre depolanabilmektedir (Şekil 13).

Şekil 13: Genel Yük ve Dökme Yük Operasyonları



Deniz Yönlü Operasyon (İhracat / Yükleme)

	Transfer		Transfer		Transfer	
Kapı	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi	(Supalan İhracat)	
Kapı	⇨	Antrepo / Depo	⇨	Rıhtım	⇨	Gemi

Kara Yönlü Operasyon (İthalat / Boşaltma)

	Transfer		Transfer		Transfer	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Kapı	(Supalan İthalat)	
Gemi	⇨	Rıhtım	⇨	Antrepo / Depo	⇨	Kapı

Kaynak: Oral, 2011: VII-41.

Liman operasyonları iki temel başlık altında değerlendirilir. İlki gemiden indirilen yükün limanı terk etme sürecindeki kara yönlü operasyondur. Kara yönlü operasyonda yük limanda depolanabileceği gibi anında limanı terk edebilir (supalan). Benzer şekilde deniz yönlü operasyon, limana kara veya demiryolu ulaştırması ile gelen yük gemi ile limanı terk edene kadar olan süreci kapsar. Yük ihracat supalan şeklinde gemiye yüklenebildiği gibi geçici depolamaya da tabi tutulabilir.

3.1.3. Sıvı Dökme Yük Terminali ve Operasyonları

Sıvı yükler ham petrol, petrol ürünleri, kimyasal ürünler, sıvılaştırılmış gaz ve bitkisel yağlar gibi ürünlerden oluşur.

Yükleme rıhtımlarında ürünün boşaltılması, gemideki pompalar ile yapılabilmektedir. Eğer terminaller yeterli kotta ise ürün gemiye cazibe ile iletilmektedir.

Yükün sıvı formda oluşu boru hatları ve bağlama şamandıraları ile açık denizde yükleme/boşaltmanın yapılabilmesini sağlayabilmektedir. Ham petrol ve petrol ürünleri durumunda yükleme/boşaltma, denizaltı boru hatları ve yüzer tek nokta bağlama ile yapılabilmektedir.

Sıvı yük terminallerinde "emniyet ve güvenilebilirlik", "teknik" olduğu kadar "operasyonel emniyet ve güvenilebilirliği" içermektedir. Sıvı yük terminallerinin, operasyonlarına emniyetli yaklaşımlarının çalışma açısından çok büyük bir önemi vardır. Zira elleçledikleri yük üzerinden değil, kiraladıkları sıvı yük depolarından para kazanan sıvı dökme yük terminallerinin etkinlik ve verimlilik ölçümleri için mutlaka finansal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Limanlardan bu verilerin temini mümkün olmadığı için verimlilikleri de ölçülememektedir.

Nitel araştırma sürecinde yapılan sıvı yük terminali ziyaretleri sırasında, sıvı yük terminallerinin sadece gündüz vakti gemi yanaşmasına izin verdikleri öğrenilmiştir. Karanlık saatlerde daha tehlikeli olduğu düşünülen yanaşma manevraları, gündüz vakitlerine ertelenmektedir. Bu durum, sıvı yük yanaşma yerlerinde bir günde bir geminin dolum veya boşaltmasının yapılabileceği sonucunu çıkarmaktadır. Liman yöneticileri tarafından da belirtilen bu husus, sıvı yük terminallerinin kapasitesini ölçmek için bir kriter değildir. Çünkü kapasiteyi depolama hacimleri oluşturmakta, hızı ise gemi ve terminallerdeki pompa güçleri, elleçlenen yükün cinsi ve yüke atanan boru hattı kalınlığı belirlemektedir.

Bir sıvı dökme yük gemisinin bir yanaşma yerini ortalama bir gün boyunca işgal etmesi, ilerleyen bölümlerde yapılacak olan kapasite çalışmalarında büyük önem arz etmektedir. Sıvı dökme yük elleçleyen ve özellikle sıvı dökme yüke tahsis edilmemiş olan yanaşma yerlerinden, yılda yanaşan sıvı dökme yük gemi sayısı gün bazında çıkarılarak geri kalan sürede diğer yüke hizmet verildiği kabul edilmiştir.

Örnek olarak yılda 150 sıvı dökme yük elleçleyen bir yanaşma yeri, geri kalan ortalama 210 gün boyunca diğer yüklere hizmet verebilecektir. Diğer yükün kapasitesi de bu gün sayısına göre hesaplanmıştır.

3.1.4. Ro-Ro ve Yolcu Terminali Operasyonları

Ro-Ro terminal operasyonlarının genel ve kuru dökme yük operasyonlarına benzediğinden bahsedilmiştir (Şekil 13). Yolcu terminal operasyonları ise temel olarak yolcu indirme, bindirme ve otobüs operasyonlarından oluşmaktadır. Kimi zaman liman yolunu kullanan otobüs ve yolcular, kimi zaman ayrı bir yol kullanarak limanlardaki yük operasyonlarını etkilememektedirler.

Ro-Ro ve yolcu gemilerinin konu başlığını ilgilendiren kısmı ise, bu iki geminin de sıvı yük gemilerindeki gibi yanaşma yerlerinde ortalama bir gün işgaliyet yaratmalarıdır. Liman ziyaretleri sırasındaki araştırmalar kapsamında her bir yük ve Ro-Ro gemisi için sıvı dökme yük gemilerindeki gibi kapasiteden bir gün düşülmesi uygun görülmüştür. Bazı Ro-Ro gemileri daha kısa süre bağlı kalabilmektedirler, bu durumda yapılacaklar dördüncü bölümde anlatılmaktadır.

3.2. TÜRK ÖZEL LİMANLARINDA ELLEÇLENEN YÜKLER

İçinde taşınan yükün cinsine bakılmaksızın konteynerler, limanlardaki ekipmanların belirli hızları ile elleçlenmektedirler. Ancak genel ve kuru dökme yük, konteynerler gibi birimleştirilmiş yükler değildir. Aynı özellikteki bir limanda farklı özelliklerdeki yüklerin yüklenip boşaltılması ve depolanması elleçleme ve depolama kapasitesinin farklı bulunmasına neden olacaktır. Bu nedenle limanın sadece fiziksel özelliklerine bakılarak, elleçlenen yük göz önüne alınmadan liman kapasitesinin belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle liman verimliliklerinin ve etkinliklerinin incelenebilmesi için öncelik olarak Türk özel limanlarında elleçlenen yüklerin ayrımlandırılması, anlaşılması ve tanımlanması gerekmektedir.

Dünya deniz taşımacılığına konu yükler, hacimleri itibariyle 5 temel gruba ayrılmaktadırlar. Bu ayrım, yük özelliklerinin anlaşılabilmesi için yeterli değildir. Gümrük müdürlükleri ise yükleri çok daha fazla gruba ayırmaktadırlar ki bu da liman

verimlilik ölçümleri söz konusu olduğunda karmaşıklığa neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında limanlarda elleçlenen yükler T.C. Denizcilik Müsteşarlığından alınan verilere göre 12 temel yük grubuna ayrılmıştır.

Bu ayırım, istisnai olarak, yük özellikleri, yük hacimleri, ağırlıkları, elleçleme tipleri göz önünde bulundurularak, elleçlenme karakteristiklerini belirleyecek şekilde yapılmıştır. Bu sayede hangi yüklerin hangi elleçleme yöntemiyle elleçlendiği ve ihtiyaçlar belirlenmiştir. 12 temel yük grubu, T.C. Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü Kıyı Yapıları Master Plan çalışması sırasında, mikro yük elleçleme tahminlerinin yapılması için de kullanılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7: Türk Özel Limanlarında Elleçlenen Temel Yük Grupları

YÜK ADI	YÜK TİPİ
Demir Çelik Ürünleri	Parça Yük, Konteyner
Hububat	Kuru Dökme Yük, Konteyner
Kömür	Kuru Dökme Yük
Maden Cevheri	Kuru Dökme Yük
Çimento	Kuru Dökme Yük
Orman ve Orman Ürünleri	Parça Yük, Konteyner, Dökme
Endüstriyel Hammaddeler	Kuru-Sıvı Dökme Yük, Parça Yük, Konteyner
Petrol ve Türevleri	Sıvı Dökme Yük
Gıda ve Gıda Endüstrisi Hammaddeleri	Konteyner, Kuru ve Sıvı Dökme Yük, Parça Yük
İnşaat ve Yapı Malzemeleri	Kuru Dökme Yük, Parça Yük, Konteyner
Gübre	Kuru Dökme Yük, Parça Yük, Konteyner
Elektrik ve Elektronik Ürünler	Konteyner
Diğer	Konteyner, Kuru - Sıvı Dökme Yük, Parça Yük

Tablo 7'de bulunan yükler, yük adına ve yük tipine göre ayrılmıştır. Yük'ün limanlarda gözlenen elleçleme yöntemleri (konteynerize, parça yük, kuru dökme yük, sıvı dökme yük) yük tipi başlığı altında belirtilmiştir.

Yukarıda bahsedilen yüklerin elleçlenmesi için terminallerde çeşitli yük elleçleme ekipmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Belli bazı yükler için özel ekipmanlar üretilmiş olsa da, birçok elleçleme ekipmanı farklı tip yüklerin elleçlenmesi amacıyla limanlarda kullanılabilmektedir.

3.3. LİMANLARDA KULLANILAN YÜK ELLEÇLEME EKİPMANLARI

Liman etkinliğinin ve verimliliğinin başlıca değişkenlerinden biri yük elleçleme ekipmanlarıdır. Terminallerde farklı gemi tipleri için kullanılabilecek farklı elleçleme ekipmanları bulunmaktadır. Bu ekipmanların terminalin neresinde ve ne şekilde kullanıldığı, fiziki ve kapasite özellikleri liman kapasite ölçümlerinde çok büyük önem arz etmektedir.

Tablo 8'de limanlarda kullanılan ekipman tipleri, terminal tiplerine ve kullanım alanlarına göre ayrıştırılarak gösterilmiştir.

Tablo 8: Liman Yük Elleçleme Ekipmanları

Terminal	Deniz Operasyonları Ekipman Adı	Kara Operasyonları Ekipman Adı
Konteyner	Gantry Vinç Konvansiyonel Vinç Mobil Vinç	Lastik Tekerlekli Köprü Vinci Demir Yoluna Sabit Köprü Vinci Taşıyıcı İstifleyici Forklift Boş - Dolu Kont. İstifleyici Çekici, Dorse
Kuru Dökme Yük	Pnömatik Boşaltıcı Kovalı Boşaltıcı Gezer Vinç Ekskavatör Teleskopik Vinç	Kovalı Boşaltıcı - Yığıcı Konveyörlü Boşaltıcılar Konveyörlü Doldurucular
Genel Yük	Demir Yoluna Sabit Vinç Gezer Vinç Ekskavatör Teleskopik Vinç Gemi Vinci	Mobil Vinç Ekskavatör Teleskopik Vinç

Limanlarda kullanılabilen çok çeşitli elleçleme ekipmanları bulunmaktadır. Liman özelliğine göre bazı terminallerde tek bir ekipman operasyonun hem deniz hem de kara tarafında kullanılabilirken, bazı terminallerde ise her iş için özelleşmiş ekipmanlar bulunmaktadır. Operasyonların deniz tarafında kullanılan ekipmanlar gemi ile kara arasındaki yük elleçlemesini sağlamakta, kara tarafındaki ekipmanlar ise yükün yanaşma yeri ile depolama alanı arasında taşınmasında ve istiflemesinde kullanılmaktadır. Türk özel limanlarında sıklıkla kullanılan vinçler Ek 1'de sunulmaktadır.

3.3.1. Rıhtım Vinci

Rıhtıma yanaşan gemilerdeki, tahmil/tahliye operasyonlarında kullanılır. Rıhtım vincinin saatteki hareket sayısı tüm dünyada önemli bir verimlilik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Rıhtım vinçleri hizmet verebildikleri azami gemi büyüklüklerine göre Panamax, Post-Panamax, Super Post-Panamax olarak adlandırılmaktadır. Rıhtımda ayrıca gezer vinçler de (mobil crane) yoğun olarak kullanılmaktadır.

- **Gantry Vinç**

Gelişmiş bir konteyner terminali için ağırlığı göz ardı edilmeksizin en yüksek performansı gösterecek olan vinç Gantry Vinç'tir. Literatürde Gantry Crane, Portainer Crane, Quay Crane, SSG, Dock Side Crane olarak çeşitli isimlerle anılmaktadır. Gantry vinçler üzerlerine takılan farklı konteyner ataçmanları ile konteynerlere köşelerinden bağlanarak elleçleme yaparlar. Gantry Vinç'ler belli bir ray üzerinde sadece ileri geri hareket yaptıkları için konteyner gemilerini diğer tüm vinçlerden daha hızlı boşaltıp doldurabilirler. Gantry Vinç'lerin ağırlıklarından dolayı iskelelerden ziyade rıhtımlarda kullanılırlar. Eski tip gantry vinçler için saatlik kutu elleçleme kapasitesi 10 Kutu/Saat civarlarında olurken, çift konteyner ataçmanı takabilen yeni tip vinçler 50 Kutu/Saat kapasitelere çıkabilmektedirler. Gantry vinçlerin en büyük avantajları operasyon sırasında sadece 2 eksende hareket yapmasıdır. Gantry vinçler, gelişimleri açısından genel olarak dört nesile bölünebilir. Tablo 9'da görülen dört nesil boyunca gantry vinçler hem boyut hem de hız açısından kendilerini gemi ihtiyaçlarına göre geliştirmişlerdir.

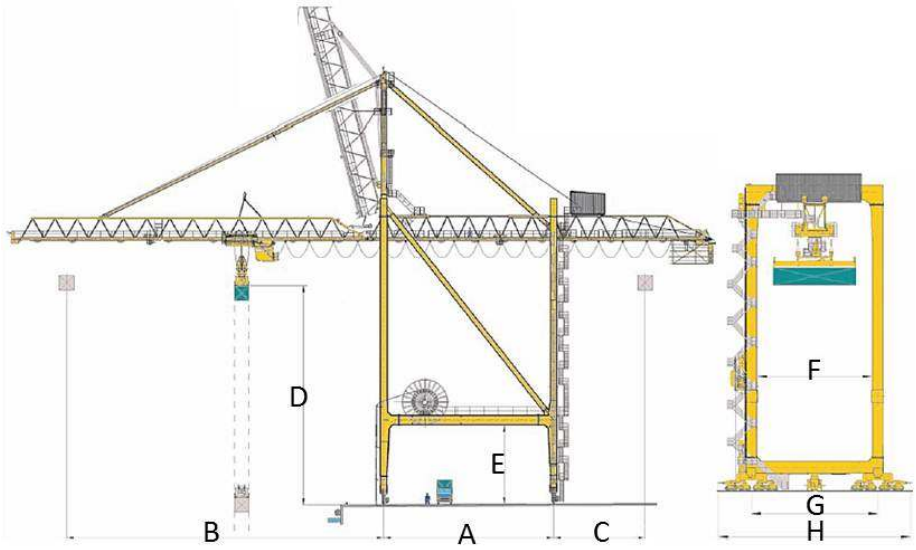
Tablo 9: Gantry Vinçlerin Gelişimi

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 çizimlerinden uyarlanmıştır.

Kapasite ölçümlerinin yapılması açısından yanaşma yerleri üzerinde konuşlanacak gantry vinçlerin ölçüleri büyük önem arz etmektedir (Şekil 14, Tablo 10)

Şekil 14: Gantry Vinç



Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

Tablo 10: Gantry Vinç Ölçüleri

A	15 – 35 (m)	E	12 – 18 (m)
B	30 – 69 (m)	G	18.2 (m)
C	0 – 25 (m)	H	27 (m)
D	20 – 35 (m)		

Kaynak: Liehberr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır.

- **Gezer Vinç (MHC)**

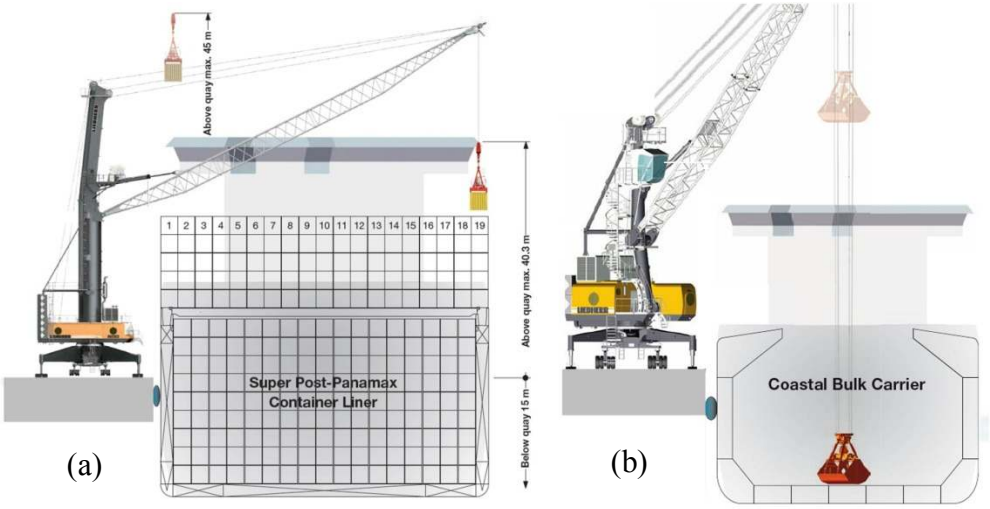
Gantry vinçlerden daha düşük ağırlığa sahip olan gezer vinçler bu özellikleri ile iskelelerde kullanılabilme olanağına sahiptirler. Gezer vinçler aynı zamanda gerektiği zaman geri sahada kullanılması veya farklı bir rıhtım veya iskeleye taşınabilmesi ve proje yüklerinde de kullanılabilmesi açısından gantry vinçlerden daha avantajlıdırlar.

Belli bir pivot eksen üzerinde dönme hareketi yapan gezer vinçler, hem üç eksende hareket yapmanın zorluğu, yavaşlığı, hem de dönüşün tehlikesinden dolayı

gantry vinç'ler kadar yüksek sayılarda saatlik hareket yapamamaktadırlar. Saatte ortalama 25 TEU yük elleçleyebilen mobil vinçlerin en büyük avatajlarından biri de sapan değişimi yapılarak dökme yüklere de kolaylıkla hizmet verebilmesidir.

Tüm özelliklerinin benzer olmasına rağmen bu vinç tipini ikiye ayırmak gereklidir. Bazı gezer vinçler üreticiler tarafından süper post-panamax tipi konteyner gemilerini bile elleçleyebilecek boyutta ve kaldırma kapasitelerinde üretirlerken, diğer vinçlerin konteyner elleçleme amaçlı olmadığı gözlenmektedir (Şekil 15)

Şekil 15: (a) Konteyner Elleçlemesine Uygun Gezer Vinç; (b) Genel Kargo Yük Elleçlemesine Uygun Gezer Vinç



Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

Gezer vinçlerin yük kaldırma dinamikleri gantry vinçlerden çok farklıdır. Tüm mobil vinçlerin yük kaldırma kapasiteleri bom uzunluklarına göre yaklaşık olarak 20 ile 40 metre arasında yarıya düşer. Örnek olarak 58 metre bom uzunluğuna sahip ve 13 metre uzaklıktan 140 ton yük kaldırabilen bir gezer vinç 50 metreden yaklaşık olarak 50 ton yük kaldırabilir; 40 ton maksimum yük kaldırabilen bir vinç ise 20 metrede sadece 20 ton yük kaldırabilir. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için Ek 2' de bir şekil paylaşılmıştır. Özellikle vinçlerin elleçleme kapasitelerinin hesaplamalarında bu koşul çok büyük önem arz etmektedir.

Bu 20 tona yük, elleçleme ataçmanı dahildir. Yük elleçleme ataçmanının ağırlığının 5 ton olacağı düşünüldüğünde her harekette net 15 ton yük elleçlenebilir.

Bu kısaca, yük elleçleme kapasitesi 40 ton olarak ilan edilen bir gezer vincin her harekette en fazla 15 ton yük kaldırabileceği anlamına gelir.

Teknik olarak, bir konteynerin 32.5 ton olduğu ve konteyner ataçmanlarının da ortalama 10 ton ve ataçman kafasının da ortalama 5 ton olacağı düşünülürse, 50 ton altı hiçbir gezer vinç konteyner elleçlemek için uygun değildir. Bu bilgi, liman kapasite hesaplamalarında göz önüne alınmalıdır.

Tüm bu hesaplamalar bakımları iyi yapılmış ve tüm sevk motorları tam randıman ile çalışan gezer vinçler için geçerlidir. Vinçler kullanıldıkça bakımları iyi yapılmamış ise kaldırma kapasiteleri düşer.

Gezer vinçlerin yanaşma yeri üzerinde kapladıkları alan terminal verimliliği açısından çok önemlidir. Gezer vinçlerin ayak açıklıkları 8 metre ile 20 metre arasında değişmektedir.

- **Raylı veya Sabit Konvansiyonel Vinç**

Mobil vinçlerin çalışma prensiplerine göre çalışan raylı ve sabit konvansiyonel vinçler aynı mobil vinç gibi belli bir eksen üzerinde salınım hareketi yapmaktadırlar. Sabit olanları çoğunlukla belli bir amaç üzerine üretilen iskele ve rıhtımlarda kullanılan konvansiyonel vinçler ataçmanları ile çok çeşitli yükleri elleçleyebilirler ve sıklıkla bir konveyörü beslemek için kullanılmaktadırlar. Konvansiyonel vinçler tıpkı gezer vinçlerdeki gibi kafes yapısına sahip bom veya hidrolik bom ile üretilmektedirler (Şekil 16).

Şekil 16: Raylı Konvansiyonel Vinç

Kaynak: www.e-crane.com (12.08.2012)

3.3.2. Köprü Vinci

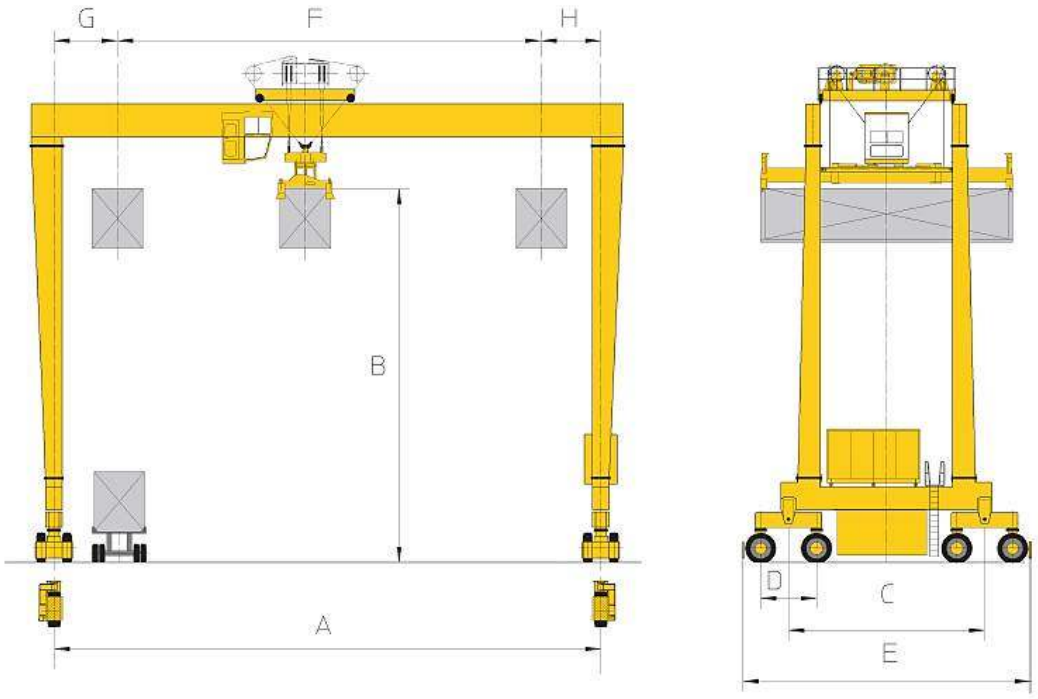
Konteyner depolama sahalarında, konteyner istiflerinde kullanılan köprü vinçleri, dikine depolama olanaklarını arttırmaları nedeniyle avantajlı olduğu düşünülen ekipmanlardır. Temelde ikiye ayrılan körü vinçlerinin lastik tekerlek üzerinde yürüyen ve demir yoluna sabit olmak üzere çeşitleri mevcuttur.

- **Lastik Tekerlekli Köprü Vinci (RTG)**

Konteynerin sahada istiflenmesi amacıyla kullanılan bir ekipmandır. Blok halindeki istif sırası boyunca hareket ederler. Köprü vinçlerinin depolama kapasiteleri yüksektir. RTG tasarımı büyük ölçüde standardize, alan açısından etkin ve operasyonda hızlıdır. Bunun sebebi belirli bir demir yolunu takip etmemeleri ve bu sayede operasyonda esneklik sağlamalarıdır. İleri seviyedeki otomasyonlara imkan sağlar ve insansız istif yapan köprü vinçleri de (ASC) terminallerde kullanılmaktadır. Farklı tipleri bulunmasına rağmen genel olarak RTG'ler konteynerleri sekiz sıra artı traktör römorklarının kullanabilmesi için bir kamyon şeridi olacak şekilde dizerler. Traktör römork birimleri konteynerlerin rıhtım yanından konteyner depolama alanına olan hareketlerini gerçekleştirir. Ağır tekerleklerin geçebilmesi için bu yollarda beton yüzey olması gerekmektedir. Ayrıca vinçlerin birbirine bitişik depolama alanlarından dönebilmesi için beton/çelik alanlar olması gerekmektedir. RTG ler genelde RMGlerden daha küçük ve daha hafiftirler. Bu yüzden doldurulmuş bataklık arazilerin üzerine inşa edilen terminallerde kazık desteği çok masraflı olacağından daha çok tercih edilirler.

Farklı yükseklik ve genişliklerde üretilebilen lastik tekerlekli köprü vinçleri, depolama sahaları fiziksel özelliklerine, iş yoğunluğuna ve limanda üretilen işin cinsine göre (ithal, ihraç, transit) limanlarda kullanıma alınmaktadır (Şekil 17, Tablo 11)

Şekil 17: Lastik Tekerlekli Köprü Vinci



Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

Tablo 11: Lastik Tekerlekli Köprü Vinci Ölçüleri

A	5 Yana + Kamyon	20.8 (m)	C		9.2 (m)
	6 Yana + Kamyon	23.6 (m)	D		2.5 (m)
	7 Yana + Kamyon	26.5 (m)	E	2 tekerlekli	13.3 (m)
B	3+1	12.3 (m)		4 tekerlekli	13.7 (m)
	4+1	15.2 (m)	G		2.4 (m)
	5+1	18.1 (m)	H		2.25 (m)
	6+1	21.0 (m)			

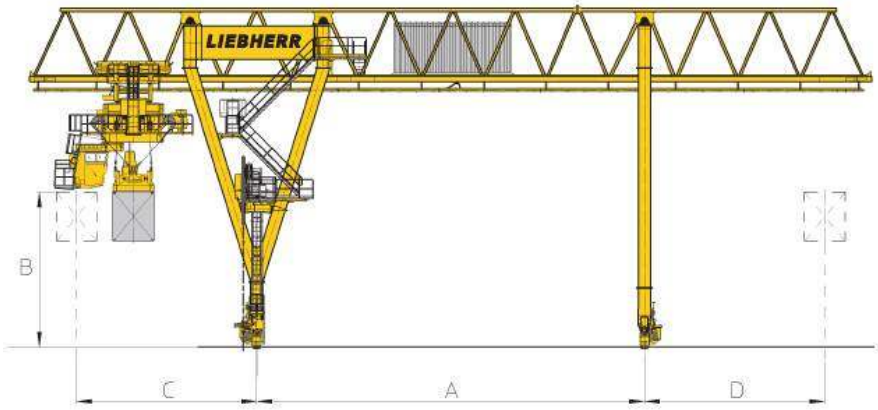
Kaynak: Liehberr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır.

- **Demir Yoluna Sabit Köprü Vinç (RMG)**

RMG'ler zemine sabit bir demir yolunda hareket ederler. Tam bir RMG sisteminde değiş-tokuş alanı gerekmez. Yol araçları terminale ve kamyon şeridine RMG'lerin yanlarında alma ve iletme amaçlı bulunan sıralardan gönderilir. RMG elleçleme sistemi hızlı ve oldukça yoğun depolama oranları sağlar. RMG nin boyutu ve yapısı terminal işletmecisinin ihtiyaçına göre belirlenir. Genellikle geniş bir RMG

sekiz üstü bir yüksekliğinde ve oniki konteyner genişliğinde istif yapabilir. 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 (Şekil 18, Tablo 12)

Şekil 18: Demir Yoluna Sabit Köprü Vinci



Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

Tablo 12: Demir Yoluna Sabit Köprü Vinci Ölçüleri

A		22 – 70 (m)	D	0 – 20 (m)
B	2+1	9.2 (m)	F	23.2 – 25.5 (m)
	6+1	28 (m)	G	1 – 2 (m)
C		0 – 20 (m)		

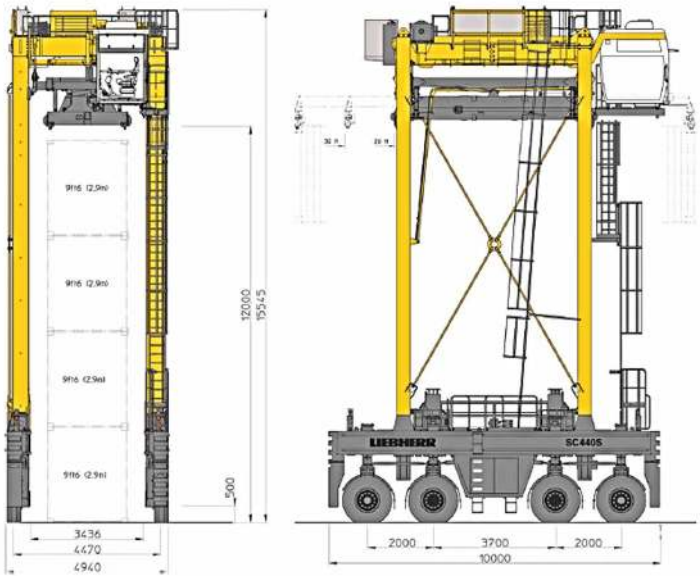
Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır.

3.3.3. Taşıyıcı İstifleyici (SC)

Konteynerin hem terminal içinde taşınması hem de konteynerin istiflenmesinde kullanılan esnek ve nispeten hızlı bir ekipmandır. Yüksek maliyeti ve geniş istif sahalarını gerektirmesi nedenlerinden dolayı dünyanın birçok limanında olduğu gibi Türkiye'de de ilk tercih olmamaktadır. Bu ekipman dünyanın en önemli ve büyük terminallerinde yoğun olarak tercih edilmektedir. Taşıyıcı istifleyici sistemi, konteyner depolama alanında ve gemilere servis yaparken tek bir ekipmana dayanır. Sistem, apron ve depolama alanı arasında konteynerlerin taşınmasında

kullanılan yönteme göre doğrudan taşıyıcı istifleyici ve nakleden taşıyıcı istifleyici sistemleri olarak ayrılabilir. Doğrudan taşıyıcı istifleyici sisteminde, taşıyıcı istifleyiciler konteyner vincindeki kutulara doğrudan ulaşabilir, onları apron ve depolama alanı arasında taşıyabilir ve kutuları çekiciye yükleyebilir ya da çekiciyi boşaltabilirler. Öte yandan nakleden taşıyıcı istifleyici sisteminde, kutular çekicilerle taşınır, taşıyıcı istifleyiciler kutuları platformdan alır ve dizileri istiflemek için ilerletir. Taşıyıcı istifleyiciler manevra yapabilir, operasyonda esnektirler ve diğerlerinden oldukça hızlı hareket ederler. Taşıyıcı istifleyici filoları, trafiğin gerektirdiklerini karşılamak üzere kolaylıkla çeşitli alanlara yayılabilir. Geçmişte bu makinelerin güvenilebilirlik oranları ve görüş kabiliyetleri düşük; bakımları zor, operasyon masrafları yüksek ve ömürleri azdı. Bu yüzden yalnızca büyük alanlara düşük miktarda konteyner depolamak için uygunlardı. Oysa şimdi, bu makinelerin geliştirilmesiyle birlikte (dizel-elektrikli ve hidrostatik modeller operasyonda daha temiz, daha hızlı ve daha güvenirlidir) özellikle Avrupa limanlarında Taşıyıcı istifleyicilere olan talep hala çok kuvvetlidir.

Şekil 19: Taşıyıcı İstifleyici

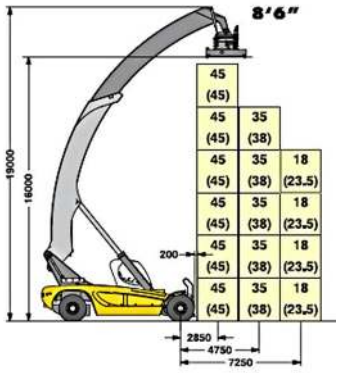


Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

3.3.4. Kollu Konteyner İstifleyici (Reachstacker)

Konteynerlerin terminal sahası içinde kısa mesafeli taşınması, modlar arasında aktarılması ve istiflenmesi amacıyla kullanılan ekipmanlardır. Birçok isim ve birçok çeşit ile anılan dolu konteyner istifleyici, boş konteynerlerin istiflenmesinde de kullanılabilir. Ancak boş konteyner istiflemek için üretilmiş ve yatırım maliyeti daha düşük olan ekipmanlar bulunmaktadır.

Şekil 20: Kollu Konteyner İstifleyici



Kaynak: Liebherr Teknik Çizimlerinden Uyarlanmıştır (2012).

3.3.5. Boş Konteyner İstifleyici

Boş konteynerin terminal sahası içinde kısa mesafeli taşınması ve istiflenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Boş konteynerler dolusuna nazaran çok daha hafif oldukları için asansör tipli bu vinç üretilmiştir. Boş konteynerler, terminallerin işletim modelleri nedeniyle kollu istifleyici'nin sağladığı uzanıp alma fonksiyonuna ihtiyaç duymamaktadır. En büyük özellikleri kolaylıkla yüksek katlı istifler yapabilmeleridir.

Şekil 21: Boş Konteyner İstifleyicileri

Kaynak: www.kalmar.com, Erişim tarihi: 23.04.2011

3.3.6. Çekici ve Dorseler

Konteynerin terminal sahası içindeki nakliyesinde kullanılan tekerlekli ekipmanlardır. İnsanız modelleri AGV olarak adlandırılır. Kullanılan dorsenin kapasitesine göre taşıma miktarları artar. Gelişmiş terminallerde terminal çekicileri özel dorseleri sayesinde aynı anda 10 TEU yükü taşıyabilmektedir.

Şekil 22: Terminal Çekici ve Dorse

Kaynak: www.kalmar.com, Erişim tarihi: 23.04.2011

3.3.7. Forklift

Ortalama yüke sahip 20 ft'lik konteynerler, tabanlarında iki sıra dikdörtgen kanala sahiptir. Forkliftin çatalları bu kanallara girer. Ancak 40 ft'lik konteynerler bu kanallara sahip değildir. Forkliftlerin manevra kabiliyetlerinin ve kaldırma kabiliyetlerinin sınırlamaları nedeniyle günümüzde forkliftler daha çok boş konteyner elleçlemesinde ve boş konteynerlerin KİD lerdeki yükleme ve boşaltmalarında sıklıkla kullanılan bir ekipmandır.

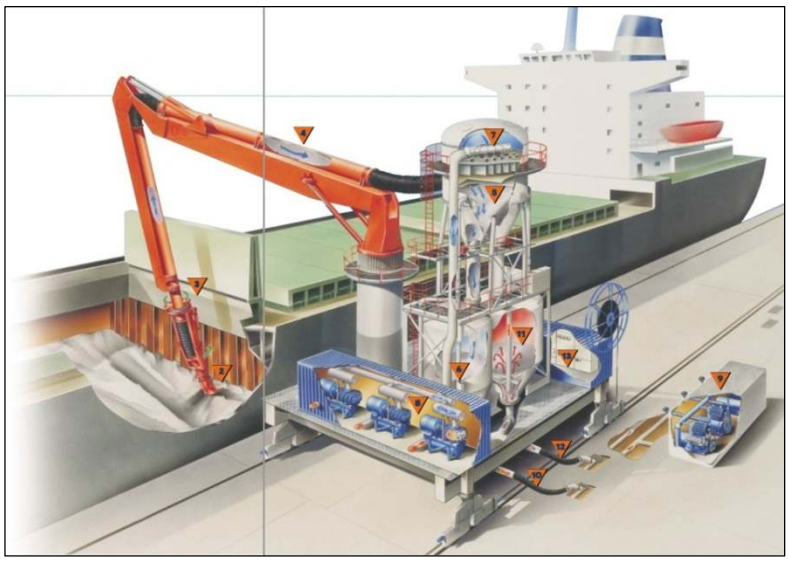
Şekil 23: Forklift

Kaynak: www.konecranes.com, Erişim tarihi: 12.08.2012

3.3.8. Pnömatik Boşaltıcı

Pnömatik boşaltıcılar limanlarda kuru dökme yüklerin boşaltılmasında kullanılabilirler. Sabit bir boru devresinin içinden geçen havanın vakum etkisi yaratması veya boru içinde sürekli olarak emiş yapan bir vida düzeneği ile çalışan bu tip boşaltıcılar sürekli yük akışı sağlanabildiği için özellikle büyük hacimli gemilerde yüksek verimle çalışılmasını sağlarlar. Pnömatik boşaltıcılar boşalttıkları yükü ambarlara, silolara, konveyörlere veya doğrudan kamyonlara boşaltabilirler. Pnömatik boşaltıcılar saatte 800 ton yüke kadar elleçleme hacmi yaratabilirler.

Şekil 24: Pnömatik Boşaltıcı



Kaynak: www.flsmidth.com, Erişim tarihi: 12.08.2012

3.3.9. Kovalı Boşaltıcı

Ağırlıklı olarak maden boşaltımında kullanılan kovalı boşaltıcılar, içinde konveyör olan çok büyük bir tekerleğin etrafına yerleştirilmiş kovalar vasıtasıyla boşaltma yapan kovalı boşaltıcılar, diğer tüm liman ekipmanlarına nazaran çok büyük ölçülerdedir. Bu nedenle çok amaçlı ve alan kısıtı olan terminallerde kullanılması uygun değildir. Saatte 4000 ton/saat gibi çok yüksek elleçleme kapasitelerine sahip kovalı boşaltıcıların çalışma prensibi Şekil 25'de görüldüğü gibi iç tarafı bir konveyöre açılan kovaların bir tekerlek üzerinde sürekli dönmeleri ile devamlı tahliye yapması şeklindedir.

Şekil 25: Kovalı boşaltıcı çalışma prensibi

Kaynak: www2.fam.de, www.dem-solutions.com, Erişim tarihi: 12.08.2012

3.3.10. Konveyör

En az iki tambur etrafında gerdirilmiş ve Bir tahrik tamburu yardımıyla bandın tamburlar üzerinden çekildiği malzeme taşıma düzenidir. Bandın bir ucuna herhangi bir yükün boşaltılması ile bandın diğer ucuna kadar sürekli olarak taşınması prensibiyle çalışır. Kuru dökme yük elleçleyen terminaller için ucuz ve yüksek kapasitesi ile çok uygun bir ekipmandır. Çok kısa boyutlardan, kilometrelerce uzunluğa kadar imal edilebilirler. Genel olarak tahmil ve tahliye için iki tip kullanımları mevcuttur.

Şekil 26: Konveyör

Kaynak: ozyalcinmakina.com/ , vatankonveyor.com, Erişim tarihi: 12.08.2012

3.3.11. Ekskavatör

Gezer vinç ve gantry vinçlere nazaran çok daha düşük yatırım maliyetlerine sahip olan ekskavatörler, yapıları itibariyle konteyner elleçlemeye uygun olmayıp, düşük kaldırma kapasitesi ve hacimce küçük kepçelerine rağmen hızlı hareket edebilmeleri ve yanaşma yerinde küçük bir alan kaplamaları nedeniyle genel kargo terminallerinde sıklıkla görülürler. Lastik veya paletli olabilen ekskavatörler, gemi boyutlarına uyum sağlayabilmeleri açısından bir aparat ile yükseltilebilirler. Ekskavatörler, yük kapmak için hidrolik bomları ile uzanma hareketi yaptıklarından dolayı operasyonlar sırasında gemilerin ağırlıklarındaki değişim ile yükselip alçalmalarından çok etkilenirler. Tahliye sırasında boşalan geminin yükselmesi ile ekskavatörlerin çalışmaları yavaşlar ve zorlaşır. Bu nedenle ekskavatörler koster gibi küçük boyutlu gemiler için daha uygundur.

Şekil 27: Ekskavatör

Kaynak: www.liebherr.com, Erişim tarihi: 05.04.2012

3.3.12. Teleskopik Vinç

Şekil 3.20'de görüldüğü gibi tamamen kapanabilen bir boma sahip olan teleskopik vinçler, lastik tekerlekleri ile trafiğe açık yollarda, paletleri ile terminaller arasında kolaylıkla yol alabilirler. Terminallerde çoğunlukla parça yüklerin elleçlemesinde kullanılan veya proje yüklerin elleçlenmesi için ek olarak kullanılabilecek teleskopik vinçlerin kiralanması veya kiraya verilmesi kolaydır ve en büyük avantajı da budur.

Şekil 28: Teleskopik Vinç

Kaynak: www.liebherr.com, Erişim tarihi:05.04.2012

3.3.13. Ataçmanlar

Konteyner, genel yük ve kuru dökme yük terminallerindeki farklı yük tipleri için kullanılan çeşitli ataçmanlar bulunmaktadır. Her bir ataçman amacına özel olarak belirli bir yük tipini elleçlemekte kullanılabildiği gibi çeşitli yüklerin elleçlemelerin de kullanılabilmektedir.

- **Konteyner Ataçmanları**

Konteyner ataçmanları, konteynerler üzerinde konuşlanıp kitlenebileceği özel pabuçları vasıtasıyla takıldıkları ekipmanların vinçleri kaldırmalarını sağlarlar. Özellikleri tablo 13'te görülebilen, bir – iki – dört konteynere kadar kaldırabilen ataçmanların, elektrikli – hidrolik ve manuel – yarı otomatik – tam otomatik olmak üzere versiyonları mevcuttur.

Şekil 29: (1) Tekli Yarı Otomatik Ataçman, **(2)** İkiz Ataçman, **(3)** Döner Ataçman **(4)** Üstü Açık Konteyer Ataçmanı

Kaynak: www.zpmc.com, Erişim tarihi: 11.07.2012

Tablo 13: Konteyner Ataçmanlarının Özellikleri

Ekipman Adı	Kullanımı	Ağırlığı (Ton)	Kapasite Maks. (Ton)
Standart Ataçman	Tek Konteyner	8 – 12	45
İkiz Ataçman	Çift Konteyner	9 – 13	55
Çoklu Ataçman	Dört Konteyner	15 – 32	130

Kaynak: www.zpmc.com, Erişim tarihi: 11.07.2012

Konteynerlerin taşınmasını sağlayan ataçmanların, ağırlıkları nedeniyle vinçlerin konteyner kaldırma kapasitelerini olumsuz yönde etkilediğinden daha önce bahsedilmiştir. Ataçman ağırlığını yaratan sadece ataçman değil, aynı zamanda ataçmanın taşımasını sağlayan ve rüzgar salınımlarını engelleyen makaralı kafadır. Çeşitli ataçmanların kaldırılmasını sağlayan bu ekipmanların ağırlıkları 5 ton ile 10 ton arasında değişmektedir. Kaldırma kapasitesi hesaplamalarında bu ağırlığın da çok büyük büyük bir önemi vardır.

- **Kapma**

Her türlü parça yükün, kütük yükün, sıkıştırılmış yükün ve proje yüklerinin elleçlemesinde kullanılır.

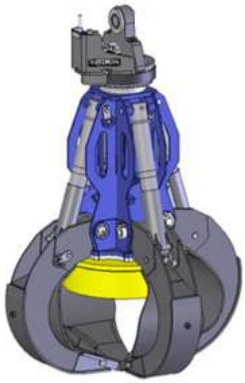
Şekil 30: Kapma

Kaynak: www.lifting-world.co.uk, Erişim tarihi: 11.07.2012

- **Manyetik Kapma**

Manyetik kapma parçalanmış hurda demir ve çeliğin elleçlendiği terminallerde kullanılır. Ağızlarının tam kapanabilmesi ve manyetiklik özelliği sayesinde parçalanmış hurdanın dökülmemesi sağlanır.

Şekil 31: Manyetik Kapma



Kaynak: www.atlanticattachmentservices.com, Erişim tarihi: 11.07.2012

- **Kova**

Her türlü kuru dökme yükün elleçlemesinde kullanılabilir. Vinç kaldırma kapasitesine göre çeşitli boyutlarda olan kovaların iki çenesi dökme yükün üzerine bırakıldıktan sonra kapanmak suretiyle içlerine yük alırlar. Kapalı çeneler yükün boşaltılması gereken yerde açılarak içlerindeki yükü boşaltırlar.

Şekil 32: Kova

Kaynak: el.erdc.usace.army.mil, Erişim tarihi: 11.07.2012

- **Kanca**

Her türlü vinç ve ekskavatörün bom ucuna takılabilen kancalar, çeşitli yüklerin elleclenmesinde teçhizatlar ile eşgüdümlü olarak kullanılabilirler.

Şekil 33: Kanca

Kaynak: www.featurepics.com, Erişim tarihi: 11.07.2012

- **Diğer Teçhizatlar**

Özellikle genel yük elleçlemelerinde kullanılan çok çeşitli teçhizatlar bulunmaktadır. Bu teçhizatlar Ek 3'te sunulmuştur.

3.4. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KULLANILAN YÜK ELLEÇLEME, AKTARMA VE DEPOLAMA EKİPMANLARININ BÜTÜNSEL KULLANIMI

Terminal işletmecilerinin alması gereken zor kararlardan biri, konteyner alanında kullanılacak olan elleçleme sistemidir. Bu sorunun net bir cevabı yoktur. Terminalin yerleşimini ve terminal içi elleçleme teknolojilerini pek çok etken belirler. Bunların bazıları, terminal olarak kullanılacak uygun alan miktarı, terminal tarafından elleçlenecek yıllık konteyner adedi, kullanılan ekipmanın sağladığı elleçleme kapasitesi, ekipmanın dayanıklılığı, onarım ve bakımının kolaylığı, yapının gücü, ekipmanın öngörülen kullanılma süresi, ekipmanın çıkardığı gürültü vb. dir. Bu etkenler terminalden terminale değişebilir; ama sonuçta en güçlü etken, ekonomidir. Mevcut alana terminal işletmecisi tarafından yıllık toplam masrafı azaltmak için farklı elleçleme sistemleri uygulanabilir. Özetle, konteyner elleçleme

sisteminin ne olacağına karar verme aşamasını iki aşama olarak ele alabiliriz: ilk basamak konteyner terminal alanının büyüklüğünü elleçleme ekipmanları ve konteynerların yıllık iş hacmini karşılayacak olan elleçleme kapasitesiyle karşılaştırmaktır. Sonra da bu elleçleme sistemleri içinden en az maliyetli olanını seçmek gelir (Esmer, 2010).

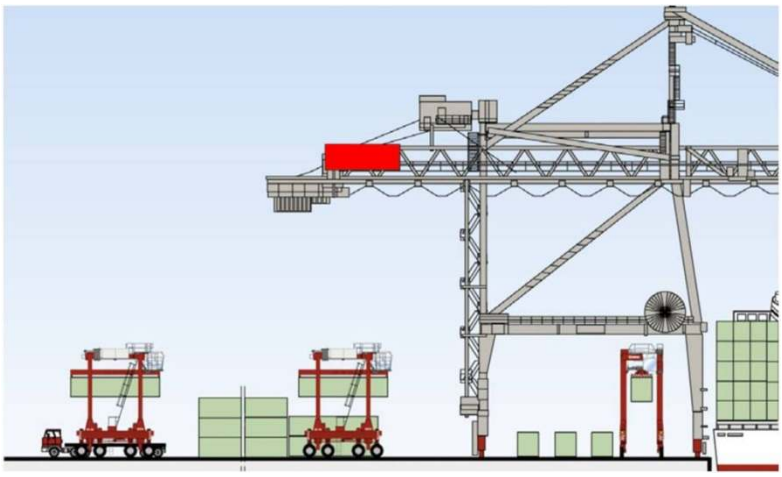
Liman ekipmanları arasındaki en büyük yatırım kalemi yanaşma yerinde faaliyet gösteren vinçlerdir. Bu vinçlerin arka alanındaki çeşitli terminal depo ekipmanları, vinçlerin altını sürekli olarak ya beslerler yada vinç altındaki konteynerleri boşaltırlar. Bu nedenle depolama alanı ekipmanlarının sayısı, yanaşma yerindeki vinçlerin kapasitesi ve toplam liman alanının büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

Konteyner terminallerindeki tahmil – tahliye vinci ve depolama alanında bu vince uyumlu şekilde çalışan ekipmanları, dünyada faaliyet gösteren tüm konteyner terminallerinde sistemler halinde çalışırlar. Bu elleçleme sistemleri, adlarını kullanılan ekipmanlara göre alırlar ve sıklıkla görülen sistemler taşıyıcı istifleyici (Straddle Carrier) sistemi, konteyner istifleyici (Reach Stacker) sistemi, köprülü vinç (RMG, Rail Mounted Gantry; RTG, Rubber Tired Gantry) sistemi ve çekici (Trailer) sistemidir.

3.4.1. Taşıyıcı İstifleyici 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.

Şekil 34: Straddle Taşıyıcı Sistemi



Kaynak: Pirhonen, 2006.

Taşıyıcı istifleyicilerin bakım onarım maliyetlerinin yüksek olması, geniş terminal sahası gerektirmesi ve operasyon güvenliği zaaflarının olması bu sistemin zayıf yanıdır. Güvenli bir çalışma için taşıyıcı istifleyicilerin, liman işçilerinin bulunduğu alanların dışında sınırlı bir alanda çalışmaları ya da terminal sahasında insan bulundurmamak gibi önlemler alınmaktadır. Bu sakıncalarına rağmen taşıyıcı istifleyicinin geniş çapta kullanımı, bu ekipmanların esnekliğinin ve ihtiyaçları yüksek düzeyde karşılayabildiklerinin bir kanıtıdır.

Straddle taşıyıcı sisteminin üstünlükleri ve zayıf yanları aşağıdadır (JICA, 1998; 18).

- Taşıyıcı istifleyici, konteyneri yüklemek, istiflemek ya da depolamak için başka bir ekipmanın yardımına ihtiyaç duymaz, bu özelliği operasyonların çok hızlı olmasını sağlar.
- Köprü vinçlerinden farklı olarak taşıyıcı istifleyiciler, belirli bir hatta bağlı olmamalarından dolayı konteynerleri terminal sahasının herhangi bir yerine istifleyebilir.
- Terminal operasyonları sadece tek bir ekipman ile gerçekleştiği için yatırım maliyetleri düşüktür.
- Depolanan konteyner sayısının az olması, konteynerlerin köprülü vinç sistemlerine göre envanterini daha kolay kılmaktadır.

- Elleçlemedeki birim maliyeti köprülü vinç sistemine göre % 30 daha ekonomiktir.
- Konteyner istifleri tek bir hat olduğundan ve bu hatlar blok olmadığından konteynerin depolama sahasındaki kontrolü kolaydır.

Taşıyıcı İstifleyici sisteminin zayıf yanları aşağıdaki gibidir:

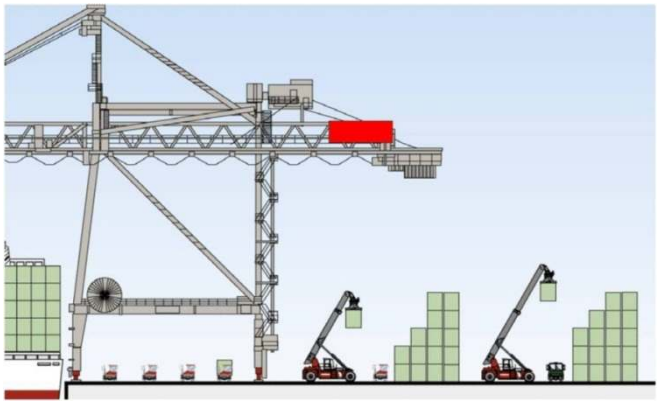
- Taşıyıcı istifleyicide diğer ekipmanlara göre hareketli parçaların fazla olması bu ekipmanın ömrünün kısa olmasına neden olmaktadır.
- Bu sistemde taşıyıcı istifleyiciler terminal sahasının her noktasına ulaştığı için çok fazla terminal içi yola ihtiyaç vardır.
- Konteyner haricindeki diğer yükler, taşıyıcı istifleyicinin tasarımından dolayı pek mümkün olmamaktadır.
- Taşıyıcı istifleyicide, operatörün görmediği kör noktalar çok fazladır ve bu durum sahadaki personel, yük ve diğer ekipmanlar için çok tehlikelidir.
- Taşıyıcı istifleyicide çok fazla hareketli parça olmasından dolayı bakım onarım masrafları çok yüksektir.
- Tek bir hat istifi yapmasından dolayı zor hava şartlarında konteyner hatlarının devrilme tehlikesi vardır. Bir konteynerin devrilmesi durumunda ise diğer tüm hatların domino taşı gibi zincirleme yıkılması tehlikesi ortaya çıkabilmektedir.
- Belirli bir alanda istiflenen konteyner sayısı diğer sistemlere göre daha azdır.
- Operasyonların sistematikleşmesi güçtür.

3.4.2. Kollu İstifleyici 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.

Şekil 35: Reach Steacker/Top Loader Sistemi



Kaynak: Pirhonen, 2006.

Konteyner istifleyici sisteminin üstünlükleri ve zayıf yanları aşağıdadır (JICA, 1998; 19);

- Bu ekipmanlar bir tip forklifttir ve kullanım ömürleri çok uzun olmakla birlikte arıza yapma oranları çok düşüktür.
- Diğer konteyner taşıma sistemlerine göre birim maliyeti düşüktür ve dolayısıyla ilk yatırım maliyetleri düşüktür.
- Konteynerden başka diğer ağır yüklerin taşınması uygun konteyner ataçmanı ve tel sapanlar kullanılması durumunda mümkündür.
- Bu tip ekipmanlar çok güvenlidir, çünkü operasyon hızları çok yavaştır ve taşıyıcı istifliyicilere göre kör noktaları çok daha azdır.
- Bu ekipmanda hareketli parçanın az olmasından dolayı bakım onarım masrafları azdır.
- Ağırlıkları taşıyıcı istifleyicilerden yaklaşık % 15 daha fazladır. Ancak ekipmanın geniş bir alana yayılması, operasyon hızının yavaş olması ve tekerleklerinin kalın olması zemine verdiği zararı azaltmaktadır.

Konteyner istifleyici sisteminin zayıf yanları ise aşağıdaki gibidir:

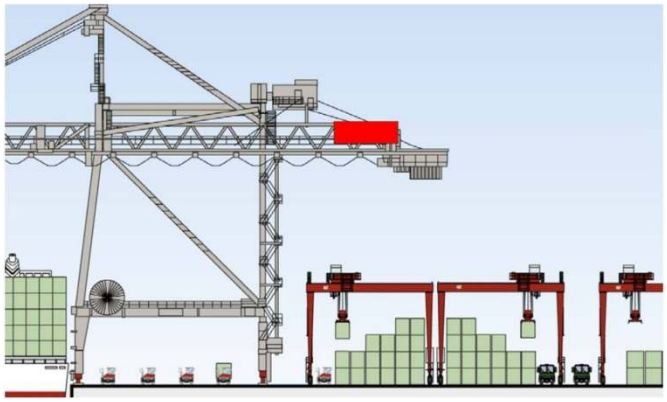
- Diğer ekipman tiplerine göre operasyon sahası daha geniştir.

- Bu ekipmanların ana fonksiyonları konteynerin çekicilere yüklenmesi, indirilmesi ve istiflenmesidir. Konteynerin saha içinde taşınması için çok uygun değildir.
- Operasyon sırasında sahada çok sık konteyner hareketi yapılmaktadır.
- Yüksek istiflerde ekipmanın gücü çok yetersiz kalabilmektedir.
- Sahada çok fazla elleçleme hareketi olmasından dolayı gerçek zamanlı envanter tutumu zorlaşmaktadır.

3.4.3. Köprülü Vinç 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. Köprülü vinç sitemi 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. Köprülü vinç sisteminin iş gücü maliyetleri diğer operasyon sistemlerinden daha pahalıya gelmektedir.

Şekil 36: Köprü Vinci Sistemi



Kaynak: Pirhonen, 2006.

Bu sistem bahsedilen yüksek istifleme kapasitesinin yanında özellikle raylı tipleri otomasyona da elverişlidir. Köprülü vinç sistemi taşıyıcı istifleyici sistemine göre sabit bir hat üzerinde gidip geldiklerinden dolayı daha güvenlidirler. Köprü vinçlerinin yaptıkları iş hacmine göre çevreye verdikleri zarar da daha azdır (Ulaştırma Bakanlığı, 1987; 52).

Köprü vinci sisteminin üstünlükleri ve zayıf yanları aşağıdadır (JICA, 1998; 17).

- Bu sistem belirli bir alanda en fazla depolama kapasitesine sahip sistemdir.
- Hareket yönünün sabit olmasından dolayı bu sisteme ayrılan yol azdır.
- Hareket sisteminin sabit olması, diğer ekipmanların köprü vinci ile teması ve saha personelinin güvenliği açısından bir üstünlüktür.
- Bakım onarım masrafları taşıyıcı istifleyici sisteme göre çok düşüktür, örneğin Japonya'da yapılan ölçümlere göre köprü vinci sisteminin bakım onarım masrafları, taşıyıcı istifleyici sisteminin bakım onarım masraflarının aynı zaman diliminde neredeyse yarısıdır.
- Makinelerinin doğrudan jeneratöre bağlı olması, makinelerin sabit hızda çalışmasını sağlamakta, bu da ekipmanın ömrünü ve ekonomikliğini arttırmaktadır.
- Ağır yüklerin metal sapanlarla elleçlenmesi olanağına da sahip bir ekipmandır.
- Terminallerde kullanılan otomasyonlara son derece uyumludur.
- Güvenli bir şekilde 7 sıra ve 6 kat istif yapabilmesi sayesinde konteyner istifleri ağır hava şartlarından etkilenmemektedir.

Köprü vinci sisteminin zayıf yanları aşağıdaki gibidir:

- Diğer konteyner elleçleme ekipmanlarıyla karşılaştırıldığında köprü vincinin boyutları çok büyüktür, bu da operasyon hızını yavaşlatmaktadır.
- Köprü vincinin temel fonksiyonu konteynerin çekiciden alınıp istiflenmesi veya istiften alınıp çekiciye yüklenmesidir. Dolayısıyla konteynerin saha içindeki hareketlerinde çekicilere ihtiyaç duyulması sistemin maliyetini arttırmaktadır.
- İstif yüksekliğinin fazla olması nedeniyle alt sıralardaki konteynere erişim sorunu sistemin gerçek zamanlı çalışmasını engellemektedir.

3.4.4. 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.

3.4.5. Konteyner Elleçleme Sistemlerinin Karşılaştırılması

Her terminalin kendine has yapısı olması nedeniyle mutlak doğru bir seçim sisteminden bahsetmek olanaksızdır. Konteyner terminalleri için en uygun konteyner elleçleme sisteminin ve en uygun elleçleme ekipman sayısının seçimi ön analizler gerektirmekle birlikte her bir sistemin üstünlükleri ve zayıf yanları göz önüne alınmalıdır.

Çekici sisteminin terminal operasyonlarının hızı açısından çok uygun olduğu düşünülebilir, ancak bu tip elleçleme sistemlerinde çok geniş terminal sahalarına ihtiyaç duyulması bu sistemin dünyada çok fazla tercih edilmemesine neden olmuştur. Dünya da en fazla tercih edilen sistemler köprü vinci ve straddle taşıyıcı sistemidir. Birbirlerine karşı kesin bir üstünlükten bahsedilemeyen bu sistemlerden köprü vinci sistemi daha çok Uzak Doğu limanlarında, straddle taşıyıcı sitemi ise Avrupa limanlarında tercih edilmektedir (Esmer, 2010)

Güncel konteyner elleçleme ekipmanları ile temelde dört farklı senaryo öne sürülebilmektedir, Böse (2008):

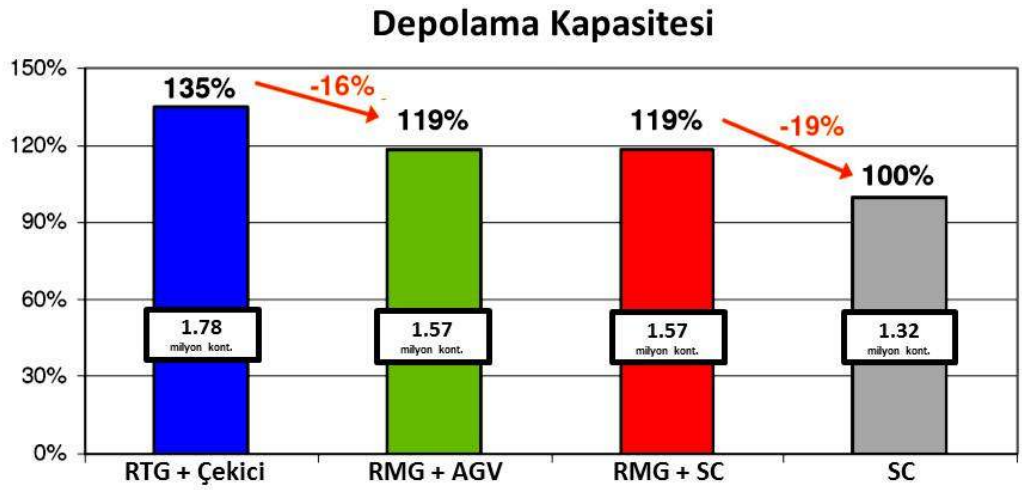
- **RTG + Çekici:** Lastik tekerlekli köprü vinci (RTG) ve bu vinçleri besleyen çekicilerin kullanıldığı sistem.

- **RMG + AGV:** Rayda sabit köprü vinci (RMG) ve ingilizcesi "automated guided vehicle" (AGV) olarak geçen tam otomatik çekicilerin kullanıldığı sistem.
- **RMG + SC:** RMG ve taşıyıcı istifliyicilerin beraber kullanıldığı sistem.
- **SC:** İngilizcesi "straddle carrier" olarak geçen taşıyıcı istifliyicilerin tek başına kullanıldığı sistem.

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)

Şekil 37, Böse tarafından öne sürülmüş olan senaryolardaki sistemlerin depolama kapasitelerini göstermektedir. Bu sistemler arasında Böse, taşıyıcı istifleyici sistemini (SC) analizlerinde baz olarak kabul edip, diğer sistemleri bu baz sisteme göre incelemiştir. Yani tüm analizlerde taşıyıcı istifleyici sistem %100 olarak kabul edilmiş, diğer sistemlerin değerleri bu değere kıyas ile verilmiştir.

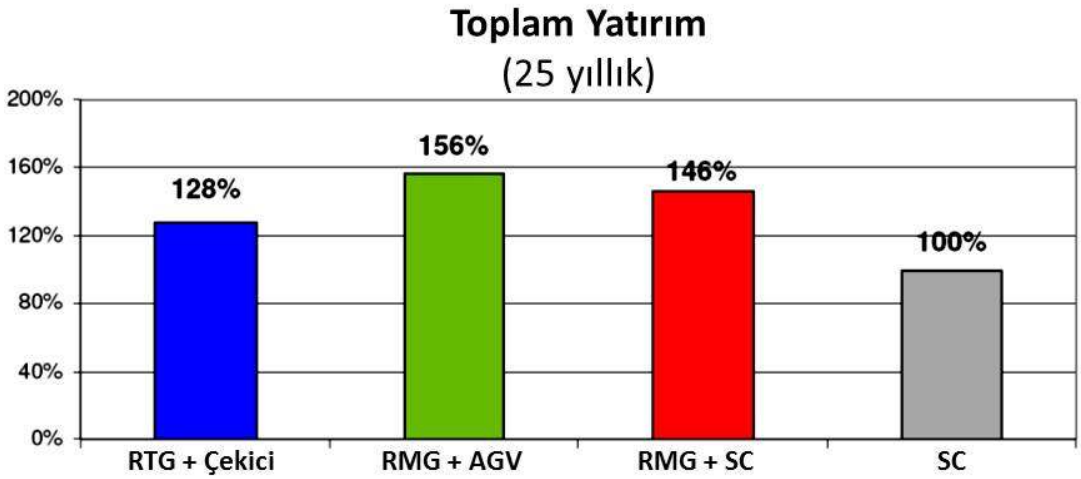
Şekil 37: Konteyner Terminallerinde Depolama Alanlarındaki Elleçleme Sistemlerinin Kapasiteleri



Kaynak: TOC 2008, Dr. Jürgen Böse'nin sunumundan uyarlanmıştır.

Lastik tekerlekli köprü vinci ve çekicilerin beraber kullanıldığı sistem en yüksek kapasiteyi verirken, taşıyıcı istifleyici sistemi basitliğine ve tüm avantajlarına rağmen en düşük kapasiteyi vermektedir. Bu sistemlerin finansal boyutlarını karşılaştırabilmek için Böse bir seri analiz yapmıştır. Öncelik olarak sistemlerin 25 yıllık maliyetleri, %3 enflasyon, %14 yatırım iç getiri oranı ile sistemlerin maliyetleri Şekil 38'de görülmektedir.

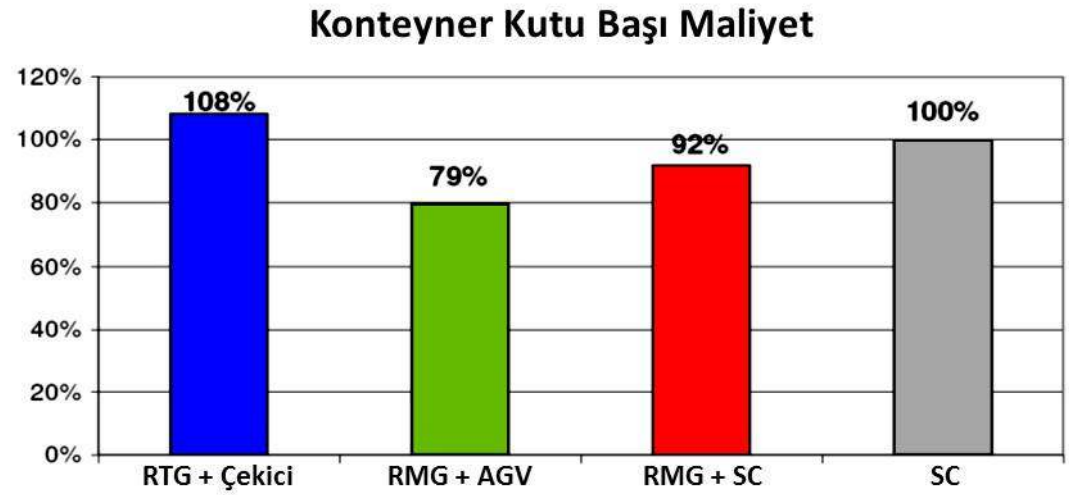
Şekil 38: Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin İlk Yatırım Maliyetleri



Kaynak: TOC 2008, Dr. Jürgen Böse'nin sunumundan uyarlanmıştır.

25 yıl içinde en düşük toplam maliyet oranı taşıyıcı istifleyici sistemlerine aittir. Bunu takip eden sistem ise lastik tekerlekli köprü vinci ve çekicilerin beraber kullanıldığı sistemdir. Tren rayına sabit sistemlerin maliyetlerinin ise bu iki sistemden daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan analizlere ek olarak sermaye ve işletme maliyetlerinin eklenmesi durumunda elleçlenebilecek her kutu başına maliyet Şekil 39'da gösterilmektedir.

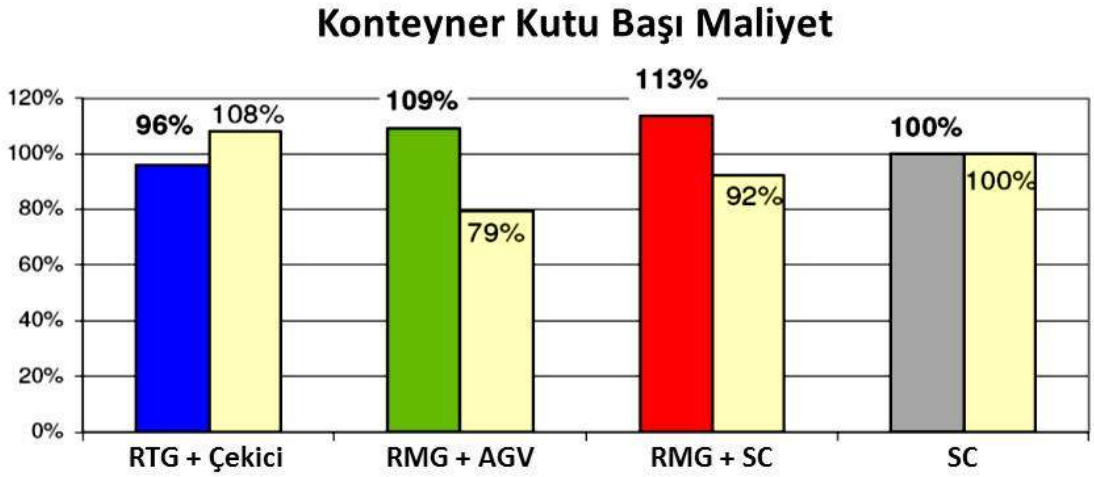
Şekil 39: Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin 25 Yıllık Dönemde Kutu Başı Maliyetlerinin Orantısal Kıyaslanması



Kaynak: TOC 2008, Dr. Jürgen Böse'nin sunumundan uyarlanmıştır.

AGV sisteminin öne çıkmasını sağlayan işçilik giderlerinin yüksek olmasıdır. Son bir analiz ile işçilik ücretlerinin %10 düşürülmesi durumunda 25 yıllık süreçte daha önceki tüm kabuller ile sermaye ve işletme maliyetlerinin de eklendiği bir senaryo Şekil 40'taki gibi oluşmaktadır.

Şekil 40: Konteyner Terminallerinde Elleçleme Sistemlerinin 25 Yıllık Dönemde Kutu Başı Maliyeti



Kaynak: TOC 2008, Dr. Jürgen Böse'nin sunumundan uyarlanmıştır.

Her terminal elleçleme sistemi için gösterilen barlardan sağ taraftakiler normal işçilik ücretleri ile, sol taraftakiler ise işçilik ücretlerinin %10 düştüğü kabul edilmiş halidir. Mevcut işçilik ücretleri ile uzun vadede en karlı yatırım tam otomatik çekicilerin (AGV) kullanıldığı tren rayına sabit köprü vinci sistemi iken, işçilik ücretlerinin düşmüş hali ile uzun vadede en karlı yatırım lastik tekerlekli vinçlerin çekicilerle beraber kullanıldığı sistemdir.

Konteyner elleçleme ekipmanlarının sistem olarak anlatılması, terminallerde ekipmanların mutlaka bu kombinasyonlar altında kullanılmak zorunda olduğu anlamına gelmez. Farklı fiziki, sosyal, ekonomik ve ticari koşullar altında farklı konteyner elleçleme ekipmanlarının birbiriyle entegrasyonu sağlanabilir. Bunlar terminal yönetiminin amacına göre ve yaptığı işe göre seçilir.

Konteyner terminali elleçleme sistemleri arasında iyi – kötü, doğru – yanlış diye bir seçenek yoktur. Bu tamamen limanın önceliklerine göre verilmesi gereken bir karardır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

LİMANLARDA KAPASİTE KAVRAMLARI VE LİTERATÜRÜ

Liman kapasite ölçümleri, Türk özel limanları etkinlik ve verimlilik analizi çalışmasının en önemli temellerinden birini oluşturmaktadır. Doğru bir etkinlik ve verimlilik ölçümü için, kapsamlı bir kapasite analizi gerçekleştirmek gerekmektedir. Bu bölümde liman kapasite kavramları, kapasite türleri, kapasite hesap metodolojisi incelenmektedir.

4.1. LİMANLARDA KAPASİTE KAVRAMLARI

Jansson' a göre Infrastructure terimi latince 'altta konumlandırılmış' demek olan 'infra' dan gelmektedir. Orijinalinde yollar, köprüler, depolama alanları ve boru hatları gibi statik ve fiziksel lojistik organizasyonlar için kullanılan askeri bir terimdir (Dekker, 2005: 2). Kapasite, altyapının önemli bir niteliği olup kargo gibi belli bir hizmeti tedarik etme kapasitesini belirtir. Kapasitedeki değişiklikler hizmet süresi ve maliyeti olarak ifade edilebilir. Manheim (1984), kapasiteyi belli bir hizmet kalitesi ve sürede bir sistemde işlenen maksimum nesne sayısı olarak ifade etmektedir. Örneğin, konteyner liman kapasitesi bir yılda işlem gören konteyner sayısına göre ifade edilir. Etkili kapasite aşağıdaki niteliklere göre belirlenmektedir:

- Miktar, ebat ve yüz ölçümüne göre tasarım farklılıkları,
- İş gücü, uygulanan teknoloji ve hizmet tablosuna göre belirlenen hizmet kalitesi ve güvenirliliği,
- Taşınan malların eleçlenme nitelikleri, varış oranları gibi talebin türü,
- Hava durumu ve çevresel faktörler.

Bir limanın kapasitesi mevcut altyapı, üstyapı ve ekipmanı ile ulaşabileceği yük ve gemi hacmi olarak tanımlanmaktadır. Frankel'e (1987) göre yanaşma yeri sayısı, rıhtım işgal oranı, gemi tipi ve boyutu, çalışma saatleri ve çalışanların üretkenliği, atıl zaman, elleçlenen yük cinsi ve miktarının dağılımı, kullanıma uygun olan elleçleme ekipmanları, açık ve kapalı depolama alanları genel olarak liman kapasitesini etkileyen değişkenler arasındadır.

Bir limanın veya bölgesel liman kapasitesinin önemi üç başlık altında toplanabilir.

- Yeni liman yatırımlarında bölgedeki arz (yani liman kapasitesi) ile talep'in (yani yük hacminin) bilinmesi gerçekleştirilmek istenen yatırıma ihtiyaç bulunup bulunmayacağını, gerçekleştirilmek istenen yatırımın günümüzde ve gelecekte yük bulup bulamayacağını, vereceği hizmetten beklediği fayda yani geliri elde edip edemeyeceğinin en önemli göstergesidir. Zira gereksiz bir yatırım atıl kapasite yaratacak ve sadece yatırımcısına değil bölgedeki diğer limanlara da özellikle liman tarife yapısında oluşturduğu olumsuz etki ile zarar verecektir.
- Mevcut limanların kapasite analizlerini doğru yapması, limanın ne kadar yük hacmine kadar hizmet verebileceğini, dolayısı ile ekipman veya altyapı yatırımlarına hangi yıl başlaması gerektiğini gösterecek en önemli parametre olacaktır. Ayrıca mevcut limanlar için bölgesel kapasitenin bilinmesi tarife yapısının belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir.
- Limanların pazar ihtiyaçını karşılanıp karşılanamayacağı da büyük ölçüde kapasite ile ilgilidir. Bu açıdan limanlar birçok zaman verimsiz çalışmayı göz önüne alarak yüksek kapasite oranlarını ellerinde tutmayı tercih edebilirler. Buna kısaca atıl kapasite olarak adlandırılmaktadır. Atıl kapasite'nin çok yüksek olması, liman fiyatlarını yükselteceğinden veya kar oranlarını düşüreceğinden istenilen bir durum değildir.
- Son olarak kapasite, limanlardaki etkinliğin ve verimliliğin belirlenmesinde, kapasite kullanım oranlarının bulunmasında, operasyonel ve idari süreçlerin iyileştirilerek liman karlılığının arttırılmasında kullanılan bir parametredir. Kısaca kapasite bir limanın hayati fonksiyonlarının göstergesidir.

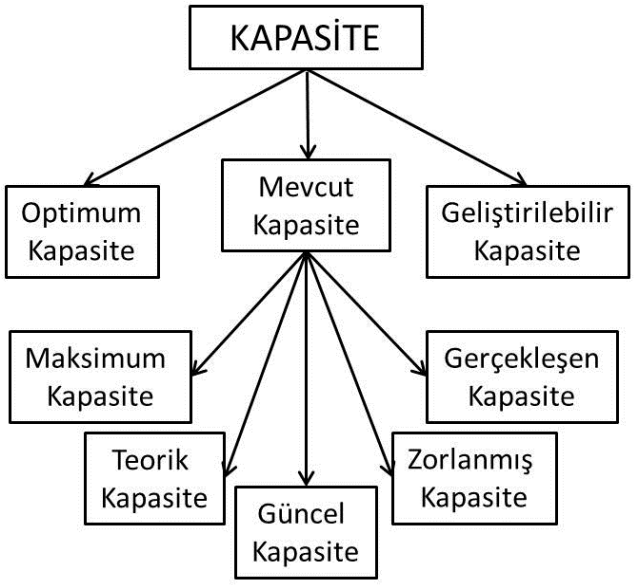
Endüstride kullanılan çok çeşitli kapasite kavramları bulunmaktadır. Bu kavramların hepsinin anlaşılması çok önemlidir, zira kapasite, kullanıcılar tarafından kolaylıkla karıştırılabilecek bir kavramdır.

4.2. KAPASİTE TÜRLERİ

Sadece limanlar değil, her türlü işletme için tek bir kapasite kavramından bahsetmek doğru değildir. Kapasite kavramına doğru yaklaşım, çok çeşitli kapasite

türlerinin olduğunu, ve bunların hepsinin de önemli olduğunu anlamak olacaktır. Kapasite türleri temelde üçe ayrılır. Bunlar şekil 41'de tasvir edildiği şekilde gerçekleşen kapasite, mevcut kapasite ve geliştirilebilir kapasite türleridir. Mevcut kapasite kümesi altında maksimum kapasite, teorik kapasite, güncel kapasite, zorlanmış kapasite, optimum kapasite olmak üzere beş farklı kapasite türü bulunmaktadır.

Şekil 41: Kapasite Türleri



Kaynak: Mersin Limanı Kapasite Raporu, 2012'den uyarlanmıştır.

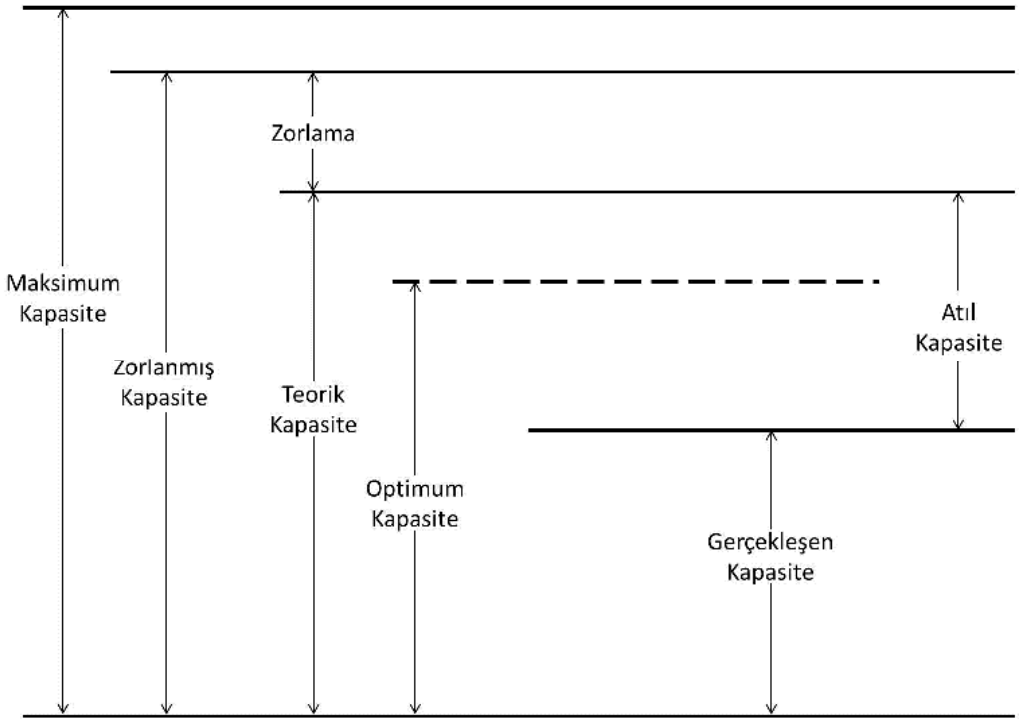
4.2.1. Geliştirilebilir Kapasite

Gelecekte limanın altyapı, üstyapı ve ekipman yatırımı yapması ve hizmet verilen her gemiye gerek sayı gerekse teknik olarak en uygun ekipmanın verilmesi durumunda ulaşılabilecek kapasitedir. Geliştirilebilir kapasite limanın gelecekte ulaşabileceği maksimum yük hacmini ve gemi trafiğini göstermesi açısından önemlidir. Limanların geleceğe ilişkin projeksiyonları yapılırken mevcut fiziksel imkanları ile ekipmanlarının geliştirilebilmesine bağlı olarak ulaşılabilecek bu potansiyel kapasitede geliştirilebilir kapasite diye tanımlanabilir.

4.2.2. Mevcut Kapasite

Mevcut kapasite olarak açıklanabilecek beş farklı kapasite türü vardır. Bu dört farklı kapasite, matematiksel değerleri birbirinden farklı olan değerlere sahiptir. Bu farklı kapasite türlerinin birbirleri arasındaki ilişkilerini anlayabilmek için Şekil 42 çizilmiştir:

Şekil 42: Mevcut Kapasite Ölçütleri



4.2.2.1.Maksimum Kapasite

Maksimum kapasite, gerçekleşmesi mümkün olmayan bir kapasitedir. Bu kapasite kavramında hiçbir gecikme, bekleme, durma normal bir durum olarak kabul edilmemektedir. Maksimum kapasite, tüm kaynakların durmadan %100 kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek, normal koşullar altında kolay kolay mümkün olamayacak bir durumdur.

4.2.2.2. Zorlanmış Kapasite

Yüksek kar oranları ile çalışma arzusu içindeki işletmecinin yaptığı kapasite yatırımı birim ürün başına maliyeti arttırmayacak ölçüde olacağı için, bazı dönemlerde üretim veya hizmet kapasitesi, müşteri taleplerini karşılayamayabilir. İşletmeci bunu önceden bilse bile kısa dönemli talepleri karşılayacak şekilde yatırım yaparak maliyetleri yükseltmektense, sıkışık dönemlerde acil önlemler alarak, aslında teorik kapasite içinde var olmayan bir zorlanmış kapasite yaratabilir.

Bu durumda işletme, müşterilerin artan taleplerini karşılamak için,

- Önceden tespit edilmiş bulunan çalışma süresini genişleterek,
- Bakım sırası gelmiş makinelerin bakımlarını bir süre erteleyerek,
- Piyasadan ilave ekipman temin ederek

ve benzeri diğer çarelere baş vurarak teorik kapasitenin üzerinde bir kapasiteye ulaşılabilir (Mersin Limanı Kapasite Raporu, 2012).

Ancak makinelerin veya işletmelerin uzun bir süre "*Zorlanmış Kapasite*" ile çalışması,

- İşçilerin sağlığını bozabilir,
- Makineleri normal ömürlerinden önce kullanılmaz hale getirir,
- Acele olarak piyasadan temin edilen ekipmanlara daha yüksek bedel ödenmesine veya standartlarının düşük olmasına yol açar (Mersin Limanı Kapasite Raporu, 2012).

4.2.2.3. Teorik Kapasite

Maksimum kapasiteye kısa vadelerde erişilebilse bile, uzun vadelerde erişilmesinin imkansız olması, olağan şartları göz önüne alan bir kapasite kavramının dikkate alınmasını zorunlu kılmıştır. Teorik kapasite, kabul edilebilir gecikmeleri dikkate alan, zorlamalara yer vermeyen ve sürekli olarak korunabilen bir üretim gücüdür.

Teorik kapasite hesaplamaları, maksimum kapasite hesaplarının aksine, makine bozulma zamanları, periyodik yapılan bakım ve onarımlar, operatör kaynaklı gecikmeler, hammaddelerin gelmesindeki olağan gecikmeler, öğle yemeği araları,

hava muhalefeti gibi birçok neden de işin içine katılarak daha gerçekçi yapılan bir kapasite hesap yöntemidir.

Maksimum kapasitenin altında, teorik kapasite gibi bir seviyenin oluşmasının en önemli nedenlerinden biri ise makinaların veya üretim hatlarının farklı işler arasında üretime hazırlama aşamasıdır. Kısaca "kurulum süreci" veya "kurulum maliyeti" olarak adlandırılabilen bu süreç boyunca üretim yapan makina durmak, hizmet veren işletme ise beklemek zorundadır. Yeni bir işe hazırlanılan bu süreç boyunca hiçbir iş yapılamamasının maliyeti ise iş yapılan süre içine yansıtılması gerekeceğinden dolayı buna kurulum maliyeti denilmektedir. Vinç altına veya konveyör başına kamyon yanaşma manevraları sırasında kaybedilen süreler ve yük elleçlemeleri için gemilere vinç atama süreci ile vinç ataçmanlarının değiştirilme süreçleri kurulum maliyetlerine örnek olarak gösterilebilir.

Teorik kapasite artışı, işletmecinin aksiliklere ve motivasyon kayıplarına karşı alacağı önlemlerde doğru orantılıdır. Bakımları doğru zamanda yapılan makinalar, iyi sağlık koşulları sağlanan çalışanlar, hammadde tedariği gibi stokların doğru şekilde yapılması üretimde gecikmelerin yaşanmasını erteleyecek ve teorik kapasite artışını sağlayacaktır.

4.2.2.4. Güncel Kapasite

İşletmelerin mevcut ve dış tedarik ekipmanları ile geçmiş yıllarda ulaştığı üretim veya hizmet miktarından hesaplanan kapasitedir. Limanlarda bu kapasite hesabında yük hacmi ve gemi trafiği kullanılmaktadır. İstatistiksel yöntemle hesaplanan güncel kapasitede genel olarak limanın tüm yıllar içerisinde gerçekleştirebildiği en yüksek yük hacimlerini dikkate alınmaktadır. Güncel kapasite limana gelen yük ve gemiyi esas aldığı için bölgedeki yük miktarı ve yükün limanlar arasındaki paylaşımından etkilenmektedir. Benzer şekillerde kriz dönemleri ve ekipman yatırımı geçmiş liman istatistiklerinin kullanımını zorlaştırmaktadır.

4.2.2.5. Optimum Kapasite

İşletmelerin zorlanmadan ve toplam maliyetlerin en düşük olduğu (Kişi, H. ders notları) çalışabildiği kapasite olarak tanımlanabilir. Optimum kapasite genellikle teorik ve güncel kapasitenin altındadır. Zira teorik kapasitede her bir ekipmanın gerçekleştirebileceği yük hacminin sınır değerleri kullanılmaktadır. Limanlarda optimum kapasite diğer iki kapasite hesabına (teorik ve güncel kapasitelere) göre yük hacmi kadar liman ekonomisinin (gelir, giderlerinin ve karlılık vb.) de gözetildiği bir kapasitedir (Oral ve Kişi, 2011: 10)

4.2.2.6. Atıl Kapasite

Gerçekleşen kapasite ile teorik kapasite arasında genellikle bir fark bulunur. Bu fark ise çoğunlukla gerçekleşen kapasitenin teorik kapasite seviyesinin altında kalması şeklindedir. Bu işletmeci için istenmeyen bir durum olsa da kısa vadeli atıl kapasite durumlarında işletmeci bir önlem alma yoluna gitmeyebilir. Ancak uzun vadeli ve yüksek hacimli atıl kapasite koşulları, paranın zaman değeri açısından işletmenin yaptığı yatırımdan dolayı sürekli zararı anlamına gelmektedir. Böyle durumlarda işletmeci atıl kapasiteden kurtulmak için bazı ekipmanların elden çıkarılması veya bazı işçilerin işlerine son verilmesi yoluna gidebilir. Ancak bu da altyapı yatırımı gibi bazı durumlarda mümkün olmamaktadır.

4.2.2.7. Gerçekleşen Kapasite

Gerçekleşen kapasite, işletmenin ürettiği ürün veya hizmetin miktarıdır. Yani belli bir süre içerisinde ürettiği hizmet veya ürünlerin miktarıdır. Gerçekleşen kapasite bir liman için gerçekleşen yük hacmi olurken, bir fabrika için üretilen ürün miktarı, hastane için ise hizmet verilen hasta sayısı olabilir. Bu değer genellikle teorik kapasitenin altında kalır. Ancak teorik kapasiteye yaklaştığı ölçütte işletme sabit giderlerini ünite başına düşürebilecek, kar oranlarını yükseltecek veya daha düşük fiyat politikası ile pazarda kendine yer açacaktır (Gülerman, 1976'dan uyarlanmıştır).

Gerçekleşen kapasite kavramı limanlar tarafından sıklıkla yanlış anlaşılmaktadır. Gerçekleşen kapasite, fiili bir potansiyel çıktıyı işaret etmemektedir. Diğer kapasite türlerinden de bu şekilde ayrılır. Gerçekleşen kapasite, limanlarda, bir dönem içinde gerçekleştirdikleri yük hacmini (throughput) anlatmaktadır.

4.3. LİMANLARDA KAPASİTE ÖLÇÜMLERİ

Limanlarda ölçülmesi önemli iki adet kapasite kavramından bahsedilmiştir. Bunlardan biri maksimum kapasite diğer teorik kapasitedir.

Kapasite hesaplamalarında göz önünde bulundurulası gereken bazı çok önemli kavramlar bulunmaktadır:

- **Yanaşma Yeri Uzunluğu:** Limanlarda rıhtımlar ve iskeleler genel olarak yanaşma yerleri olarak tabir edilebilen, gemilerin yanaşarak yük, insan, araç tahmil ve tahliye edebildikleri alanlardır. Rıhtım ve iskeleler arasında yük elleçleme şekli, derinlik, dayanıklılık, maliyet gibi bazı avantajlar ve dezavantajlar bulunmaktadır. Bu avantaj ve dezavantajlar liman planlaması aşamasında çok önem arz etmektedir ancak kapasite analizleri, etkinlik ve verimlilik analizleri sırasında birbirlerine üstün gelmemektedirler. Bir iskelenin genişliği karşılıklı duran vinçler arasında kamyon ve çekici trafiğinin yeterli olmasını sağlayacak bir genişlikte yapıldığı sürece rıhtım ile iskele arasında bir fark olmayacaktır. Buna, rıhtımlar üzerine daha ağır yükler indirilebileceği gibi avantajlar dahil değildir. Çünkü standart bir elleçleme kapasitesi analizinde bu tür yükler göz ardı edilmektedir. Konteyner terminallerinde rıhtımların iskeleler üzerindeki en büyük avantajları, ağır bir vinç tipi olan gantry vinçlerini çalıştırabilmeleridir. İskeleler, gantry vinç ağırlıklarını kaldırabilecek şekilde tasarlanmazlar. Bu çalışma kapsamında bir yanaşma yerinin rıhtım veya iskele özelliği taşıması önem arz etmemektedir. Bu nedenden dolayı çalışma kapsamında gemi yanaşabilen tüm alanlar "yanaşma yeri" olarak geçecektir.

  Yanaşma yeri uzunluğu, bir limanın performansını en yüksek ölçüde etkileyecek değişkenlerden biridir. Limanda yanaşma yeri uzunluğu, ne boyutlardaki bir geminin yanaşabileceği veya kaç tane geminin aynı anda

bağlı kalabileceğini gösterir. Kısa yanaşma yeri doğru orantılı olarak, liman kapasitesinin de düşmesine neden olacaktır.

- **İskele genişliği:** Genel olarak liman genişliği, liman kapasitesini etkileyen önemli bir girdidir ve liman sıkışıklıkları açısından çok büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle iki tarafına da gemi yanaşan iskelelerde genişliğin arzu edilenden az olması, iskele üzerindeki kamyon ve çekicilerin manevra ve hareketlerinde zorluk ve yavaşlamalara neden olacaktır ve da liman verimliliği düşecektir.
- **Apron genişliği:** Apron, rıhtımlarda rıhtım ekipmanlarının kullanıldığı alan ile istif sahalarının arasında kalan bir bölgedir. Bu bölge içinde transfer ekipmanları hareket ettiğinden dolayı dar bir apron, liman sıkışıklığına neden olacaktır.
- **Terminal yük elleçleme ekipmanları:** Terminallerde temelde iki farklı amaç üzerine kullanılan ekipman vardır. Bunlardan biri gemi tahmil ve tahliyesi için kullanılan, diğeri ise depolama amacı ile kullanılan ekipmanlardır. Yanaşma yerinde gemi tahmil ve tahliye için kullanılan ekipmanlar, yanaşma yeri uzunluğuyla beraber liman kapasitesinin başlıca belirleyicisidir ve kapasiteyi arttırmanın en basit yöntemidir. Terminallerde kullanılan vinç tip ve özellikleri ilerleyen bölümlerde anlatılacaktır.
- **Depolama alanı:** Genel kanının aksine, depolama ölçütlerinin planlamalar sırasında alan ölçüsünden ziyade hacim olarak değerlendirilmesinde fayda bulunmaktadır. Limanlara gelen yükler çoğunlukla limanlardaki depolama alanlarına (bölgelerine) yönlendirilirler. Tüm terminal tipleri düşünüldüğünde depolama bölgelerinin alan olarak değil hacim olarak düşünülmesinde fayda vardır. Parça, kuru, sıvı, konteyner ve hatta bazı limanlarda çok katlı otoparklar inşa edilmesi ile tüm yüklerin depolanmasında üç boyut bulunmaktadır. Depolamanın her üç boyutta da sıkışmalara neden olmayacak şekilde planlanması liman verimliliğini olumlu yönde etkileyecektir.
- **Liman Kapıları ve Kantarlar:** Liman kapıları ve kantarların yeterli sayıda ve genişlikte olmaması, trafiğin akışına zıt bir yönde veya

yerleşimde bulunması, yeterince hızlı çalışamaması kuyruklar oluşumlarına ve dolayısıyla liman sıkışıklıklarına neden olurlar. Limanlarda yaşanan sıkışıklıklar ise operasyonları olumsuz yönde etkilerler. Sıkışıklıkların yaşanmaması için yeterli sayıda ve genişlikte kapı ve kantar olmalıdır. Liman kapılarının ana yol bağlantılarında zorlayıcı manevralara neden olmaması çok önemlidir. Günümüzde liman kapılarındaki hızların arttırılması için otomasyon el terminalleri ve plaka okuyucular gibi teknolojiler kullanılmaktadır.

Kantarlar ise liman içinde trafiği aksatmayacak, kamyonun önemli bir yol değişimine neden olmadan ve işi bittiğinde trafiğe kolayca katılabileceği bir bölgeye yerleştirilmelidirler. Kantarların zemin ile aynı seviyede bulunması liman aktiviteleri için fayda sağlayacaktır.

- **Liman içi yollar:** Depolama alan yapılarının belirlenmesi sırasında özellikle liman içi yollarının çok büyük bir önemi vardır. Sıkışıklıkların engellenmesi için fazla geniş tasarlanmış yollar depolama alanlarını daraltırken, depolama alanlarına önem vererek dar tasarlamış yollar ise liman trafiğinde sıkışıklığa neden olacaktır. Bu iki koşul da limanlarda performans kayıplarına neden olacaktır.

4.3.1. Limanlarda Kapasitenin Ölçüm Literatürü

Liman kapasitelerinin ölçülebilmesi için mevcut literatür incelenmiş ve temel olarak 3 adet, birbirini geliştiren yaklaşım saptanmıştır. Konunun gelişimi ve ayrıntılarının anlaşılması için araştırmacıların kullandıkları formülasyonlar ve değişkenler verilecektir. Değişkenlerin tanımları daha sonraki bölümlerde verilecektir.

4.3.1.1. Frankel'in Yaklaşımı

Frankel'e (1987) göre liman kapasitesi, limanın bir yıl içerisinde elleçleyebileceği yük hacmi olarak tanımlanmaktadır. Frankel'e göre rıhtım sayısı, rıhtım işgal oranı, gemi tipi ve boyutu, çalışma saatleri ve çalışanların üretkenliği, atıl zaman, elleçlenen yük miktarının dağılımı, kullanıma uygun olan elleçleme

ekipmanları, açık ve kapalı depolama alanları genel olarak liman kapasitesini etkileyen değişkenler arasındadır. Frankel, bir konteyner terminali için kapasite hesabını şu şekilde vermektedir:

$$EK = GS \times CS \times TS \times AU \times VE \times RI = Kutu / Yıl$$

Formülde kullanılan değişkenler:

EK: Yük elleçleme ekipmanının yükleme / boşaltma kapasitesi

GS: Bir yıl içerisinde çalışan vinçlerin sayısı

CS: Vardiyanın süresi

TS: Bir vincin bir saat içerisinde gerçekleştirebileceği ortalama hareket sayısı

AU: Yük elleçleme ekipmanlarının sağlamış olduğu fayda

VE: Bir vardiyanın etkinlik katsayısı

RI: Rıhtım işgal oranı

Açık ve kapalı alanların depolama kapasitesinin hesaplanmasında kullanılan yöntemi ise Frankel şu formülde açıklamıştır:

$$SK = DA \times TE \times IG \times (KO) / DP$$

Formülde kullanılan değişkenler:

SK: Depolama Kapasitesi

DA: Açık veya kapalı depolama alanları

TE: 1 m^2'lik alan içerisine konulabilen yük ağırlığı

IG: Çalışma günleri

KO: Depolama alanının kullanılma oranı

DP: Yük bekleme süresi

4.3.1.2. MOMAF (1996) Yaklaşımı

Kısa adı MOMAF olarak geçen Güney Kore Liman ve Denizcilik İdaresi, 1996 yılında Busan BCTOC, PECT, Kamman Terminalleri ve Kwangyang 1 Faz Terminalinde kapasite hesabı için şu formülasyonu kullanmıştır (Chang ve diğerleri., 2008)

$$V = N \times C \times E \times K \times H \times D \times O \times U$$

Formülde kullanılan değişkenler ve kabuller:

V= Bir yanaşma yerinin yıllık kapasitesi

N=	Yanaşma yerinde bulunan vinç sayısı	2 adet
C=	Vinç Kapasitesi (Saatlik Hareket Sayısı)	Kutu*1.5 ≈ 1.57
E=	Vinç verimi	%72
K=	Vinç çatışma faktörü	%90
H=	Günlük çalışma saati	18 – 24 saat
D=	Yıllık çalışma günü	330 – 360 gün
O=	Yanaşma yeri kullanım oranı	%45 – %70
U=	Vincin çalışma oranı	%72 – %75

4.3.1.3. MOMAF (1998) Yaklaşımı

MOMAF'ın daha önce uyguladığı formül yetersiz geldiği için 1998 yılında bu formülasyonu revize ederek şöyle bir sonuca ulaşmışlardır (Kore'deki ulusal konteyner limanlarının optimal yanaşma yeri kapasitelerinin tahminlemesi üzerine rapor).

$$V = N \times C \times E \times K \times H \times D \times O \times G \times U' \times S$$

Formülde kullanılan değişkenler ve kabuller şu şekildedir

V=	Bir yanaşma yerinin yıllık kapasitesi	
N=	Yanaşma yerinde bulunan vinç sayısı	2 adet
C=	Vinç Kapasitesi (Saatlik Hareket Sayısı)	Kutu*1.5 ≈ 1.57
E=	Vinç verimi	%72
K=	Vinç çatışma faktörü	%90
H=	Günlük çalışma saati	18 – 24 saat
D=	Yıllık çalışma günü	330 – 360 gün
O=	Yanaşma yeri kullanım oranı	%45 – %70
U'=	U* vincin harekete başlama periyot faktörü	%5
G=	Gemi hareketi düzenleme katsayısı (geminin yanaşma yerine bağlanma ve ayrılma saatleri için)	0.9
S=	Aşırı istif katsayısı	0.97

4.3.1.4. Hizmet Düzeyi Yaklaşımı

Bu yaklaşımın Kore'deki bazı limanlarda, istatistiki bir sonuç elde edilmek istendiği zaman kullanılmaktadır (Chang ve diğerleri, 2008)

$$V = \text{Güncel} \times D \times H \times O \times G$$

Formülde kullanılan değişkenler:

H= Günlük çalışma saati

D= Yıllık çalışma günü

O= Yanaşma yeri kullanım oranı

G= Gemi hareketi düzenleme katsayısı (geminin yanaşma yerine bağlanma ve ayrılma saatleri için)

4.3.1.5. Cronje Yaklaşımı

2006 yılında Maldiv adalarında yapılan bir entegre ticaret altyapısı çalışması sırasında Cronje liman kapasitesini şu şekilde formüle etmiştir:

$$\text{Yıllık Liman Kapasitesi} = B \times H \times C \times W$$

Formülde kullanılan değişkenler:

B: Rıhtım işgal oranı

H: Vinç elleçleme hızı

C: Vinç sayısı

W: Yıllık Çalışılan gün sayısı

Cronje'nin yaklaşımının diğer yaklaşımlar arasında çok basit kaldığı gözlenmektedir, yine de liman kapasitesini etkileyen başlıca faktörlerin anlaşılması açısından faydalı olmaktadır.

Literatürde tespit edilen formülasyonlar, kapasite hesaplarında iyi bir yol gösterici olmaktadırlar. Çalışma kapsamında da bu formülasyonların mantığı temel alınmış, uzman görüşleri ve gözlemler sonucu elde edilen bilgiler ile daha ayrıntılı bir teorik kapasite formülasonu geliştirilmeye çalışılmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM
TÜRK ÖZEL LİMANLARINA İLİŞKİN VERİMLİLİK VE ETKİNLİK ANALİZLERİ

Bu bölümde nitel ve nicel araştırma süreci tüm ayrıntılarıyla ele alınmaktadır. Öncelikle araştırma kapsamına değinilmiş ve öneminden bahsedilmiştir. Ardından araştırmanın problemi, amacı, modeli ve uygulama metodolojilerinden bahsedilmiştir. Son olarak araştırma bulguları sunulmuştur.

5.1. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE ÖNEMİ

Günümüzde liman yatırımları pahalı ve geri dönüşü uzun süren, riskli yatırımlardır. Mevcut limanlar fiziksel özelliklerini geliştirerek (yeni rıhtım, geri saha vb.) kapasitelerini arttırmak yerine mevcut kaynaklarını daha etkin ve verimli kullanmanın yollarını aramaktadır. Liman bir bütün olarak ele alındığında etkinlik ve verimlilik, organizasyonel yapıdan, liman altyapısına, ekipmandan yük trafiğine kadar çok sayıda parametrelere sahiptir ve etkinlik/verimlilik çalışmaları diğer bir çok sektöre göre daha zor ve karmaşıktır. Zira liman ürün değil endüstriyel hizmet üreten bir yapıya sahiptir (Çağlar ve Oral, 2011).

Liman yöneticilerinin sürekli olarak liman fonksiyonlarını gözlemlemesi ve takip etmesi gerekmektedir. Yöneticiler, kendileri için önemli olduğunu düşündükleri ve belirledikleri bazı performans ölçütlerini sürekli olarak takip etmedikleri sürece operasyonlarda arzulanan performans düzeyine ulaşamayacaklardır. Etkinlik ve verimlilik, limanlar için önemli performans ölçütleri arasındadır. Araştırma kapsamındaki etkinlik ve verimlilik analizlerinin ölçümleri şu nedenlerden dolayı önem arz etmektedir;

- Terminal işletmecisi açısından elleçleme operasyonlarının ne kadar etkin ve verimli gerçekleştiğinin bilinmesinin çok büyük bir önemi bulunmaktadır. Günlük elleçlenen yük miktarı ve bunu gerçekleştirmek için kullanılan kaynakların takibi, limanın uzun dönemde başarısını getirecektir.

- Liman yakın dönemdeki etkinlik ve verimliliğinin, geçmiş dönemlerle karşılaştırılarak takip edilmesi, liman verimliliğini etkileyen iç veya dış faktörlerdeki bir sorunun erken teşhisi açısından çok faydalı olacaktır.
- Her limanın hedefleri olmalıdır ve yılbaşında hedeflediği verimlilik, etkinlik hedeflerine ulaşılıp ulaşılmadığını ölçerek kontrollerini sağlayabilmelidir.
- Limanlar etkinlik ve verimlilik ölçümleri yaparak gelecek dönemler için hedeflerini sürekli olarak revize etmeli, gelişen piyasa koşulları içinde kendini güncel tutmalıdır.
- Limanların veya terminallerin etkinlik ve verimlilik seviyelerini rakipleriyle kıyaslayarak sürekli bir gözlem içinde olması gerekmektedir. Liman etkinlik ve verimliliklerine ait göreceli bir analiz her ne kadar yeterli olmasa da, nispeten kolay bir yöntem olması ve sürekli olarak kolayca tekrarlanabilmesi bazı problemlerin tespitinde yardımcı olacaktır. Sorun tespitinden sonra daha ayrıntılı analizler yapılarak sorunun kaynağına inilebilecektir.
- Mevcut ekonomik koşullar altında liman ve terminal işletmeleri üzerinde, müşterileri tarafından sürekli olarak gelişmelerine, operasyonlarını daha verimli ve etkin gerçekleştirmelerine yönelik bir beklenti vardır. Zira limanların verimli ve etkin çalışması gemi hatlarının da karlılığını ve rekabet gücünü yükseltecektir.

Araştırma kapsamında, limanlar için kullanılan mevcut etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri belirlenmiş, belirlenen yöntemlerin, uzman görüşleri vasıtasıyla eksik ve hatalı yönleri saptanmış ve bu hataları giderecek dört yöntem geliştirilmiştir. Aralarında, liman kısmi verimliliklerinin, kapasite ölçümü ile etkinlik ve verimlilik analizlerine mühendislik yaklaşımlarının ve veri zarflama analizlerinin olduğu bu yöntemlerin her biri Türk özel limanlarının yapıları incelenerek ve önceki çalışmalar göz önünde tutularak geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler 31 adet Türk özel limanına uygulanmış ve böylece uygulamaların geçerliliği denenmiştir. Geliştirilen yöntem bulguları limanların kendi ilan ettikleri kapasite ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar ile araştırma çıktılarının tutarlı sonuçlar doğurduğu görülmüştür.

5.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ VE AMACI

Liman etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri incelendiğinde göreceli etkinlik analizlerine doğru bir yönelme gözlenmektedir. Göreceli analizlerin, vinç sayısı gibi kolayca ulaşılabilecek veriler ile düzenlenmesi liman etkinlik ve verimliliklerine dair yanıltıcı sonuçlar verebilecektir. Çok çeşitli ve farklı kapasitelerde çalışan vinçlerin bulunduğu limancılık sektöründe sadece vinç sayısı veya yanaşma yeri uzunluğu gibi genel kavramların girdi fonksiyonu olarak kullanılması her zaman için yeterli olmayabilir. Farklı bölgelerde yerleşik limanların göreceli etkinlik analizleri, farklı koşullar (coğrafi, sosyal, politik, ticari, yasal vb.) altında çalışmalarından dolayı yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Örnek olarak Türkiye'nin coğrafi bölgeleri arasında gümrük işlemleri uygulamalarında farklılıklar bulunmaktadır (Türklim, 2010); bu da limanlardaki kayıp sürelerin limandan limana fark etmesine neden olmaktadır.

Liman etkinlik ve verimlilik ölçümlerine mühendislik yaklaşımlarının uygulama zorluğundan dolayı bir kenara bırakılarak araştırmacıların bu konuda yeterli gelişim sağlayamadıkları tespit edilmiştir. Oysaki bir liman işletmesinin sadece diğer limanlar ile göreceli olarak değil, kendi içinde de bazı etkinlik ve verimlilik analizlerini yapabiliyor olması gerekmektedir. Bunun için de en uygun yaklaşım mühendislik yaklaşımı ile kapasite ölçümlerine gitmektir. Kullanılan kapasite ölçüm formülasyonlarında ise çok sayıda kabul, katsayı ve sabitler bulunmaktadır. Kabul, katsayı ve sabitlerin tüm dünya limanlarında hiç değişmeden ne kadar kullanılabilir olduğu şüphe uyandırıcıdır. Çünkü her liman benzersizdir ve farklı altyapı, üstyapı ve ekipman kombinasyonuna sahiptir.

Bahsedilen araştırma problemi göz önüne alındığında Türk özel limanlarının etkinlik ve verimliliğinin ölçülmesine yönelik ilk kapsamlı çalışma olan bu tez, Türk limancılık sektörünün gelecekteki yol haritasını belirlemesi için önemli bir kaynak olacaktır. Çalışma sonucunda geliştirilen yöntem, gelecekte her bir limanın kendi kapasitesini doğru belirleyebilmesini sağlamaktadır. Yöntemin en önemli özelliği basit ve uygulanabilir olmasıdır.

5.3. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE SÜREÇLERİ

Araştırma kapsamının anlaşılabilmesi, uygulamaların birbirleri arasındaki etkileşimi ve araştırma sürecinin daha iyi anlaşılabilmesi için bir model geliştirilmiştir (Şekil 43).

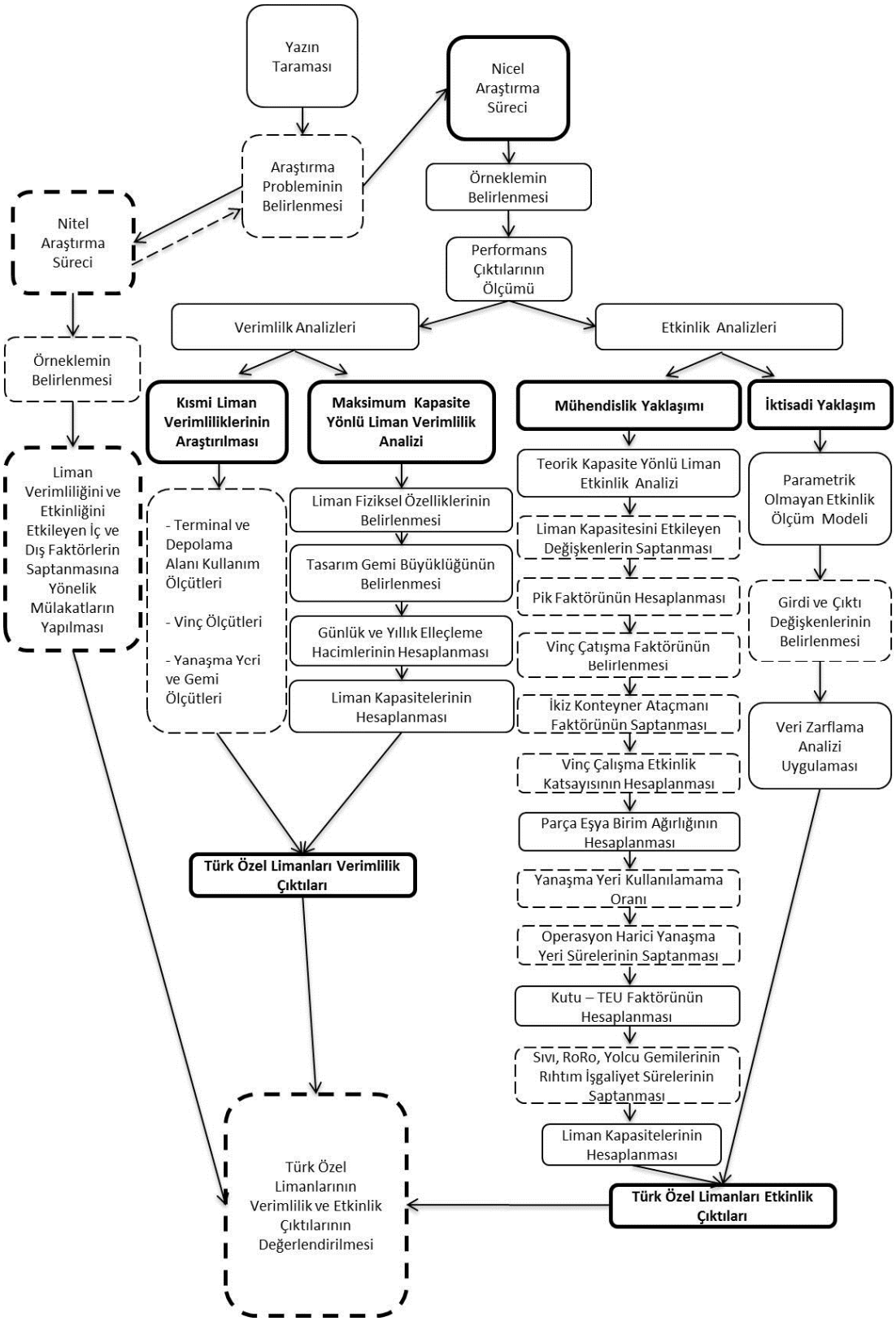
Geliştirilen araştırma modeli, araştırmanın başlangıcından itibaren elde edilen çıktıların değerlendirilmesine kadar uygulanan temel basamakları, uygulama alanlarını, uygulama çıktılarını ve süreçleri göstermektedir.

İlk aşamada yazın taramaları sırasında belirlenen etkinlik ve verimlilik konularıyla ilgili olarak uzmanlara danışılmış ve fikirleri alınmıştır. Bu araştırma ve görüşmeler sonrasında araştırmanın sınırları belli olmuştur. Sonrasında araştırma temel olarak iki süreç halinde ilerlemiştir. Bunlar, nitel ve nicel aşamalardır. Bu iki araştırma süreci birbirine paralel halde yürütülmüştür.

Nitel araştırma süreçleri uzman görüşü ve mülakatları kapsamaktadır. Problemin tanımlanmasından itibaren uzun vadeli süre gelen uzman desteği alınmıştır. Model üzerinde nicel araştırma süreci sırasında alınan nitel araştırma desteğinin gözlenebilmesi için tüm modelde nitel araştırmaların dahil olduğu kutucuklar kesikli çiziklerle gösterilmektedir. Model üzerinde problemin tanımlanması kutucuğundan çıkan ok, kesikli çizgi olarak geri dönmektedir, bu da problemin tanımlanması aşamasında uzman görüşüne başvurulduğunu göstermektedir.

Araştırma probleminin belirlenmesinden itibaren başlayan nitel araştırma süreci, liman etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde sayısallaştırılamayan iç ve dış faktörlerin tespit edilmesine yönelik mülakatlar ve sonuçların değerlendirilmesi ile son bulmuştur.

Şekil 43: Araştırma Modeli



5.4. ARAŞTIRMANIN ANA KÜTLESİ

Araştırma modelinde de görüldüğü gibi araştırma süreci nitel araştırma süreç ve nicel araştırma süreci olmak üzere iki koldan ilerlemiştir.

Her iki araştırma sürecinde ana kütle Türkiye'de faaliyet gösteren, sahipliğinin tamamının veya bir kısmının Türk özel işletmelerinde bulunduğu, konteyner, genel yük veya kuru dökme yük elleçleyen limanlardır.

5.5. ARAŞTIRMA KISITLARI

Liman etkinliği ve verimliliği analizi yapmaya çalışan, liman yöneticileri hariç tüm araştırmacılar için her zaman en büyük kısıt liman gelir ve giderlerinin elde edilememesidir. Bu çalışma kapsamında da limanlarla ilgili finansal verilerin elde edilememesi, etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde önemli bir kısıt olmaktadır. Ancak şu da unutulmamalıdır ki bu çalışma, finansal verilere ulaşılamayan bir yapı içinde verimlilik ve etkinliğin ölçülebilmesine yönelik araştırmaları kapsamaktadır.

Liman etkinlik ve verimlilik ölçümlerinin temelini oluşturan liman kapasite ölçüm yöntemlerinin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için liman planlarına ihtiyaç duyulması, uygulama yapılamayan limanlarla ilgili olarak örneklem kısıtlarını açıklamaktadır. Planlarına ulaşılamayan limanlar örneklem içine alınmamıştır.

Limanlarda kapasite yaratan temel üç yatırım aracı, yanaşma yerleri, depolama sahaları ve elleçleme ekipmanlarıdır. Limanları besleyen lojistik merkezler, lojistik köyler, kuru limanlar (dry port) yük depolama hizmetlerini verebilmektedir. Bu nedenle çalışma sırasında düzenlenen kapasite analizlerinde depolama alanları, göz ardı edilecektir. Bu liman kapasitesi ölçüm yaklaşımın aynı zamanda T.C. Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması kapsamında da uygulanmıştır.

Depolama alan metrekareleri veri zarflama analizlerinde girdi fonksiyonu olarak kullanılacaktır. Bu sayede depolama alanlarının darboğaz yaratıp yaratmadıklarına dair bir sonuç elde edilecektir.

Liman ziyaretleri sırasında gemi vinçlerinin de liman operasyonlarına zaman zaman yardımcı olduğu, yük elleçleme hacmi yaratmak açısından gemi vinçlerinin de kullanıldığı görülmektedir. Ancak gemi vinci kullanımlarının belirli bir düzeni

olmaması, yani hangi koşullar altında çalışacağına, hangi koşullar altında çalışmayacağına dair kesin kurallarla belirlenmiş ve bir katsayı hesaplamasına yetecek düzeyde düzene oturmamış bir iş olması nedeniyle gemi vinçlerinin yarattığı iş hacimleri göz ardı edilmiştir.

5.6. ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ

Araştırma kapsamındaki uygulamalar, coğrafi kısıtlar, gerekli izinlerin alınamaması, gerekli sayısal ve görsel verilerin toplanamaması gibi nedenlerden dolayı veri elde edilebilen limanlar kapsamında yürütülmüş, sıvı dökme yük, tekerlekli yük ve yolcu terminalleri çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

Nitel ve nicel araştırma sürecine toplam 39 liman katılmıştır. Limanlardan sadece iki tanesi konteyner yükü elleçlerken genel ve kuru dökme yük elleçlememektedir. Limarlardan 12 adedi sadece genel ve kuru dökme yük elleçlerken, 8 tanesinin çok sayıda yük grubuna hizmet verdiği gözlenmektedir. Örneklem limanlarından sadece biri kamu limanı, diğer hepsi özel ve özelleştirilmiş limanlardır. Limanlardan ikisi sıvı dökme yük, biri ise yolcu ihtisas limanlarıdır. Bu üç liman üzerinde nicel bir analiz yapılmamış, sadece operasyon süreçlerinin anlaşılması ve kapasitelerinin ölçülebilmesi üzerine yapılandırılmamış mülakatlar düzenlenmiştir. Araştırma süreçlerine dahil olan liman terminalleri Tablo 14'te verilmektedir.

Tablo 14: Örneklem Dahilindeki Liman Terminalleri

	Terminaller		
Liman Adı	**Konteyner**	**Genel ve Kuru Yük**	**Diğer**
Akçansa Ambarlı		X	X
Autoport		X	
Batıçim		X	
Borusan	X	X	X
Çelebi Bandırma		X	
Efesan		X	
Ege Çelik		X	
Ege Gübre	X	X	X
Ege Ports – Kuşadası			X
Evyap	X		X
Gemport	X	X	X
Güllük		X	
Habaş		X	
İçdaş		X	
İgsaş			X
İzmir Demir Çelik		X	
Kroman Çelik		X	
Kumport	X	X	X
Limak Batı Çimento		X	X
Limak İskenderun			
Limaş		X	X
Mardaş	X	X	
Marport	X		
Martaş		X	X
Mersin	X	X	X
Nemport	X		
Nuh Çimento		X	
Petkim		X	
Petrol Ofisi			X
Poliport		X	X
Port Akdeniz	X	X	X
Roda Port	X	X	
Rota		X	
Samsun	X	X	X
Solventaş			X
TCDD Alsancak	X	X	X
Toros Ceyhan		X	X
Toros Samsun		X	X
Yılport	X	X	X

Nitel araştırma sürecinde, deneyim ve bilgilerinden yararlanmak ve liman operasyon süreçlerine hakimiyet kazanmak için nicel araştırma süreçlerine dahil olmamalarına rağmen, TCDD Alsancak, Habaş, Ege Çelik, İzmir Demir Çelik, Petrol Ofisi, Solventaş, Limak İskenderun ve Ege Ports – Kuşadası Limanları yöneticileriyle görüşülmüş ve limanlarda gözlemler yapılmıştır. Araştırma süreci boyunca ziyaret edilen limanlar ve liman ziyaret tarihleri Tablo 15'te verilmektedir.

Tablo 15: Ziyaret Edilen Limanlar ve Tarihleri

Liman Adı	Ziyaret Tarihi
Batıçim Limanı	20.05.2009
Borusan Limanı	27.06.2012
Ege Çelik Limanı	20.05.2009
Ege Gübre Limanı	21.05.2009
Ege Ports – Kuşadası Yolcu Limanı	13.07.2012
Evyap Limanı	29.06.2012
Gemport Limanı	27.06.2012
Güllük Limanı	03.09.2011 10.11.2011
Habaş Limanı	20.05.2009
İzmir Demir Çelik Limanı	07.11.2008 21.05.2009
Kroman Çelik Limanı	29.06.2012
Kumport Limanı	28.06.2012
Mardaş Limanı	28.06.2012
Marport Limanı	07.01.2012 28.06.2012
Nemport Limanı	21.05.2009 02.10.2009 21.02.2011 05.10.2011
Petkim Limanı	21.05.2009
Petrol Ofisi Limanı	21.05.2009
Poliport Limanı	29.06.2012
Roda Port	27.06.2012
Solventaş Limanı	29.06.2012
TCDD Alsancak Limanı	09.03.2010 23.05.2010 25.05.2010 07.12.2010 28.03.2011 15.07.2011 12.03.2012 08.05.2012 05.06.2012
Yılport Limanı	29.06.2012

5.6.1. Nicel Uygulama Örneklemi

Araştırma kısıtları nedeniyle nicel uygulamalar için bir örneklem alınması gerekmiştir. Nicel araştırma sürecindeki uygulamaların hepsi aynı örneklem dahilinde yapılacaktır (Tablo 16).

Tablo 16: Nicel Araştırma Sürecinde Uygulama Yapılacak Liman Örneklemi

Konteyner Elleçleyen Limanlar	**Genel ve Kuru Dökme Yük Elleçleyen Limanlar**
Borusan Limanı	Akçansa Ambarlı Limanı
Ege Gübre Limanı	Autoport Limanı
Evyap Limanı	Batıçim Limanı
Gemport Limanı	Borusan Limanı
Kumport Limanı	Çelebi Bandırma Limanı
Mardaş Limanı	Efesan Limanı
Marport Limanı	Ege Gübre Limanı
Mersin Limanı	Gemport Limanı
Nemport Limanı	Güllük Limanı
Port Akdeniz	İçdaş Limanı
Roda Port	İgsaş Limanı
Samsun Limanı	Kroman Çelik Limanı
Yılport Limanı	Kumport Limanı
	Limak Batı Çimento Limanı
	Limaş Limanı
	Mardaş Limanı
	Martaş Limanı
	Mersin Limanı
	Nuh Çimento Limanı
	Petkim Limanı
	Poliport
	Port Akdeniz
	Roda Port
	Rota Limanı
	Samsun Limanı
	Toros Ceyhan Limanı
	Toros Samsun Limanı
	Yılport Limanı

Nicel araştırma kapsamındaki örneklem dahilinde toplam 31 adet liman bulunmaktadır. Bu limanlar arasında Marport tamamen konteyner yükünde ihtisaslaşmıştır. Evyap limanı da konteyner, sıvı ve Ro-Ro yük yapan, genel ve kuru dökme yük elleçlemeyen bir limandır. Türk özel limanları arasında toplam 13 tane konteyner terminali tespit edilmiştir. Bu bağlamda konteyner yük terminallerinde bir örneklem alınmamış, çalışma tüm Türk özel konteyner terminallerine uygulanmıştır.

5.6.2. Nitel Uygulama Örneklemi

Araştırma kısıtları nedeniyle mülakatlar tüm nicel örneklem limanlarına uygulanamamıştır. Posta, e-posta, fax ve telefon gibi yöntemler uygulamanın geçerliliğini düşüreceği için randevu alınabilen liman yöneticileri ile mülakat yapılabilmiştir. Mülakat uygulanabilen limanlar, görüşülen kişiler ve görüşülen kişilerin niteliği ve tarihler Tablo 17'de gösterilmektedir.

Tablo 17: Mülakat Formu Örneklemi

İşletme Adı	İlgili Kişi	Uzman Niteliği	Tarih
EvyapPort	Ali KESKİN	Operasyon Müdürü	29.06.2012
Yılport	Faris TUNÇ	Operasyon Müdürü	29.06.2012
Mardaş	Gökhan BEKİRCAN	Liman Müdürü	28.06.2012
Marport	Sait Fazıl KAR	Operasyon Müdürü	28.06.2012
RodaPort	Y. Ahmet YAVUZ	Genel Müdür Yardımcısı	27.06.2012
Borusan	Arzu ÇEVİK	Süreç - İş Geliştirme Müd.	27.06.2012
Gemport	Özgür TANGUT	Operasyon Müdür	27.06.2012
Kumport	Cenk KABACAOĞLU	Liman Direktörü	28.06.2012
Kroman	Cengiz ERGÜRSEL	Liman Müdürü	29.06.2012
Poliport	Erdoğan AKDENİZ	Operasyon Müdürü	29.06.2012
Solventaş	Mustafa K. SELÇUK	Liman Müdürü	29.06.2012
İzmir	Açıklanmasını istemiyor	Açıklanmasını istemiyor	06.07.2012
Nemport	Açıklanmasını istemiyor	Açılanmasını İstemiyor	09.07.2012
Limaş	Oğuz TÜMİŞ	Liman Müdürü	11.07.2012

Görüşmelerin yüz yüze olmasından dolayı örneklem, randevu alınabilen 14 liman ile sınırlı tutulmuştur.

5.7. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Liman etkinlik ve verimlilik analizleri için çok kapsamlı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu veriler sadece sayısal verilerden ibaret olmayıp, limanların yerleşim planının şeklinin ve boyutlarının da bilinmesi gerekmektedir. Etkinlik ve verimlilik analizlerine mühendislik yaklaşımı uygulanmasının tek yolu budur. Genel vaziyet planlarının göz ardı edilerek yapılan analizler eksik ve hatalı sonuçlar doğuracaktır ve geliştirilen yaklaşımın, geleneksel yaklaşımdan bir farkı kalmayacaktır. Bu nedenle çalışma kapsamında sadece yerleşim planlarına ulaşılabilen limanların etkinlik ve verimlilik analizleri yapılmıştır. Çeşitli kaynaklardan temin edilebilen internet tabanlı uydu görüntüleri her zaman yeterli bilgi sağlayamamaktadır.

Nicel araştırmalar için ihtiyaç duyulan veriler ve gözlem araçları aşağıdaki kurum ve kaynaklardan toplanmıştır:

- T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
- Türkiye İstatistik Kurumu
- Türkiye Liman İşletmecileri Derneği (TÜRKLİM)
- Liman internet siteleri
- Liman yöneticileri
- Yrd. Doç. Dr. Ersel Zafer ORAL şahsi veri arşivi.
- Pilotaj ve römorkaj hizmet işletmeleri
- Adının açıklanmasını istemeyen birtakım gemi acenteleri

İhtiyaç duyulan veriler farklı kaynaklarda farklı şekilde açıklanmaktadır. Liman verileri için en güvenilir kaynak olarak limanların internet sitelerinde ve TÜRKLİM raporları vasıtasıyla kendi ilan ettikleri veriler kabul edilmiştir.

5.8. UYGULAMA 1: LİMAN VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE KISMİ VERİMLİLİKLER YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ

Literatürde saptanan kısmi verimlilik ölçüm yöntemleri konteyner terminallerine yöneliktir. Genel ve kuru dökme yük terminallerinin operasyonel farklılıklarından doğan bu durum, kısmi verimlilik ölçümlerinin en zayıf yönünü

oluşturmaktadır. Türk özel limanları arasında konteyner alanında ihtisaslaşmış çok az sayıda liman olması hem konteyner hem de genel ve kuru dökme yük terminallerinde kullanılabilecek kısmi verimlilik ölçütlerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle literatürde belirlenen kısmi verimlilik ölçütleri uzman görüşlerinin de yardımıyla dört başlık altında toplanarak geliştirilmiştir:

- **Terminal ve depolama alanı kullanım ölçütleri**
    - Elleçlenen yük hacmi / toplam liman alanı:

      Elleçlenen yükün toplam liman alanına oranı kullanım etkinliğinden ziyade yatırım etkinliğini gösterecektir. Ölçü yükseldikçe yapılan faydalı yatırım oranı artmaktadır
    - Elleçlenen yük hacmi / toplam depolama alanı:

      Elleçlenen yük hacmini depolama alanına oranı, depolama alanının ne kadar etkin bir şekilde kullanıldığını göstermesi açısından faydalı olacaktır.
    - Elleçlenen yük hacmi / yüke tahsis edilmiş depolama alanı

      Limanda yıllık elleçlenen yükün yüke tahsis edilmiş depolama alanına orantısı, verinin daha rafine olmasından dolayı çok daha anlamlı sonuçlar verecektir.
    - Toplam depolama alanı / toplam liman alanı

      Bu ölçüt genel olarak limana yapılan yatırımın depolama açısından ne kadar faydalı olduğunu göstermektedir.
- **Vinç ölçütleri**
    - Elleçlenen yük hacmi / vinçlerin elleçleme kapasitesi

      Bu ölçüt, liman performansı üzerinde doğrudan ve çok büyük bir etkisi olan yanaşma yeri ekipmanı elleçleme kapasitesinin ne kadar etkin bir şekilde kullanıldığını ölçmektedir. EK 1'de görülebileceği gibi, Türk özel limanlarında aynı iş için çok çeşitli yük elleçleme ekipmanlarının kullanılabildiği gözlenmiştir. Limanlarda çeşitli ekipmanların kullanılması ise, bu çalışma kapsamında yapılan hesaplamaların ekipman sayısından ziyade, konteyner terminallerinde saatlik toplam hareket sayısı üzerinden, genel kargo terminallerinde ise kontinü boşaltma ekipmanlarının

da dahil edilmesini sağlayacak şekilde metrik tonaj üzerinden yapılmasına neden olmuştur. Böylece ekipman farklılıklarının etkisi ortadan kaldırılmaktadır. Hesaplamalar sırasında sadece vinç sayılarının kullanılması hatalara neden olacaktır.

- Gemi sayısı / vinçlerin elleçleme kapasitesi

  Bir önceki ölçütün gemi sayısı ile düzenlenmiş halidir. Elleçlenen yük hacmi kadar önemli olmasa da müşteri memnuniyetini göstermesi açısından faydalı görülmektedir.

- **Yanaşma yeri ve gemi ölçütleri**
  - Elleçlenen yük hacmi / yanaşma yeri uzunluğu

    Bu ölçüt limanın en büyük yatırım kalemlerinden biri olan yanaşma yerlerinin ne kadar verimli kullanıldığını göstermesi açısından çok önemlidir.
  - Gemi sayısı / yanaşma yeri uzunluğu

    Bu ölçüt limanın en büyük yatırım kalemlerinden biri olan yanaşma yerlerinin ne kadar verimli kullanıldığını göstermesi açısından çok önemlidir ancak yük hacmi ile yapılan ölçüm kadar doğru bir sonuç vermeyeceği unutulmamalıdır.
  - Gemi başına işlem gören yük hacminin ortalaması / yanaşabilecek en büyük gemi hacmi

    Yanaşma yeri derinliğinin ve uzunluğunun ne kadar etkin bir şekilde kullanıldığını gösteren bu ölçütün ilk yaklaşımı Tioga Grup (2010) tarafından limana gelen gemilerin ortalama yük hacmi olarak uygulanmıştır. Ancak uzmanlar ile yapılan görüşmeler sonrasında gemi başına limanda işlem gören yük hacminin ortalamasının aynı zamanda hinterlanda ait bir ölçü olmasından dolayı daha faydalı olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle bu ölçüt aynı zamanda müşteri profili ile ilgili de bir fikir vermektedir.
- **İşgücü ölçütleri**
  - Elleçlenen yük hacmi / kadrolu personel sayısı

Taşeron personel sayısı yük elleçleme hacmi ile pozitif korelasyon içinde artmaktadır. Bu nedenle kadrolu personel sayısı başına ne kadar yük elleçlendiğini tespit etmek personele yapılan sabit ödemelerin ne kadar verimli ve etkin kullanıldığını gösterecektir.

- Gemi sayısı / kadrolu personel sayısı

  Bir önceki ölçütün gemi sayısı ile ölçülmüş halidir. Yük hacmi kadar önemli olmasa da personel üzerindeki iş yükünü göstermesi açısından önemli bir ölçüttür.

Kısmi verimlilik ölçümleri için saptanmış dört adet terminal ve depolama alan kullanım ölçütü, iki adet vinç ölçütü, üç adet yanaşma yeri ve gemi ölçütü ve iki adet de işgücü ölçütü, toplam on üç konteyner terminali ve yirmi sekiz genel ve kuru dökme yük terminali olmak üzere toplam kırk bir terminale ayrı ayrı uygulanmıştır.

Araştırmalar sonucu elde edilen veriler liman alanlarının etkin kullanımı, liman yanaşma yeri derinliğinin etkin kullanımı, liman planlama ve yatırım verimliliği, limanın güncel verimliliği, liman müşteri profili, işgücü verimliliği gibi birçok konuda fikir vermektedir. Yük hacimleri çalışma kapsamında yıllık periyodlar halinde alınmıştır ancak araştırmacıların veya yöneticilerin arzu ederlerse günlük, aylık gibi farklı periyodlara ait yük hacimleri ile de ölçüm yapmaları mümkündür.

5.9. UYGULAMA 2: LİMAN VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNE MAKSİMUM KAPASİTE YÖNLÜ MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ

Maksimum kapasite, tüm kaynakların durmadan %100 kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek, normal koşullar altında kolay kolay mümkün olamayacak bir durumdur. Ross (1981) verimlilik ile etkinlik arasındaki farkın tanımını yaparken verimlilik için bahsi geçen makinenin maksimum kapasitesi üzerinden bir ölçüm yapmıştır. Limanlarda maksimum kapasite ölçümlerinin fabrikalardan farklı olması doğaldır, zira limanlar sadece ekipmanları ile değil, yanaşma yerleri ve depolama alanları gibi mevcut altyapı yatırımları ile de gelir elde etmektedir.

Limanlarda maksimum kapasitelerin hesaplanması için yanaşma yeri uzunlukları ve derinlikleri göz önüne alınarak bazı kabuller yapılacaktır. Bu yöntemin mantığı,

limanların en önemli iş üretme ölçütü olan yanaşma yerleri üzerinde, kapasitelerini son sınırlarına kadar zorlamalarına yeter ölçüde ekipman yatırımının yapılmış olduğunun varsayımıdır. Diğer bir varsayım ise yanaşma yerine gelen gemilerin tamamının dolu olduğu ve bu yükün tamamının tahliye edildiğidir.

Bu araştırma kapsamında limanlarda yaratılabilecek en büyük yük elleçleme hacminin hesaplanmasına çalışılmaktadır ve bu kapasite limanın tümüne değil, yanaşma yerine ait bir ölçüttür. Bu nedenle limanlarda bu yöntem ile maksimum kapasitenin ölçülmesi yanaşma yeri verimliliğini vermektedir. Toplam faktör verimliliği gibi diğer kavramlar ayrıca incelenmektedir.

- **Yanaşma yeri uzunluklarının, derinlikler ve köşeler göz önüne alınarak her yanaşma yeri için tasarım gemi büyüklüğünün belirlenmesi:**

Limanlarda toplam yanaşma yerlerinin tek bir rakamsal değer olarak kullanılması hatalara zemin hazırlayacaktır. Çoğu limandaki yanaşma yerleri parça parçadır ve bunların her birinin kendi içinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca yanaşma yerinin tek parça olması veya parçalı olması yanaşacak gemi boyutunu, yıllık gemi kabul kapasitesini ve yıllık elleçlenecek yük hacmini değiştirmektedir.

Örneğin, yeterli su derinliğine sahip 420 m uzunluğunda yanaşma yerinin 10 metre derinlikte ve tek parça düz bir yanaşma yeri olması durumunda 2 adet 20,000 DWT'luk gemi yanaşabilirken, 210 m iki parçalı yanaşma yerinin her biri 15,000 DWT'luk iki gemi yanaşabilmektedir. Tek parça ve 12 metre derinliğe sahip olması olması durumunda toplam 40,000 DWT iki parçalı olması durumunda ise toplam 30,000 DWT gemi aynı anda hizmet alabilmektedir. Çalışmada göz önüne alınan tasarım gemisi boyutları Tablo 18 ve Tablo 19'da sırasıyla verilmiştir.

Tablo 18: Tasarım Gemisi Özellikleri (Konteyner Gemileri)

	Gemi Tonajı (DWT)	Gemi Boyu (LOA,m)	Gemi Genişliği (Breath,m)	Su Çekimi (Draft, m)	Konteyner Taş. Kap. (TEU)
Panx Altı.	5,000	109	17.9	6.3	300 – 500
	10,000	139	22.0	7.9	630 – 850
	20,000	177	27.0	10.0	1,300 – 1,500
	30,000	203	30.4	11.4	2,000 – 2,200
	40,000	225	30.6	12.5	2,600 – 2,900
Panx. Tipi	30,000	201	32,3	11.3	2,100 – 2,400
	40,000	237	32,3	12.0	2,800 – 3,200
	50,000	270	32.3	12.7	3,400 – 3,900
	60,000	300	32.3	13.4	4,000 – 4,600
Panx. üstü	60,000	275 / 285	37.2/40.0	12.7/13.8	4,300 – 5,400
	70,000	276 / 280	40.0/40.0	14.0/14.0	5,300 – 5,600
	80,000 – 100,000	300 / 304	40.0/42.8	13.5/14.5	6,300 – 6,700
Süper Geniş.	100,019	320	42.8	14.5	7,179
	104,690	347	42.8	14.5	7,226
	104,700	347	42.0	14.5	7,226
	104,750	347	42.8	14.5	7,226
	104,750	353	42.8	51.0	7,900

Kaynak: Study for main dimensions of the design ship, Takahashi, Goto, Abe'den aktaran Oral 2012

Tablo 19: Tasarım Gemisi Özellikleri (Genel Kargo ve Kuru Dökme Yük Gemileri)

Gemi Tonajı (DWT)	Gemi Boyu (LOA,m)	Gemi Genişliği (Breath,m)	Su Çekimi (Draft, m)
5,000	109	16.8	6.5
10,000	137	19.9	8.2
18,000	161	23.6	9.6
20,000	174	24.0	10.0
40,000	200	29.9	11.8
55,000	218	33.1	12.9
60,000	220	34.3	13.5
70,000	233	35.6	13.7
90,000	249	38.1	14.7
100,000	256	39.3	15.1
150,000	286	44.3	16.9
170,000	289	45	17.6

Kaynak: Oral, 2012 İzmir Limanı İşletme Plan Raporu.

- **Yanaşma yeri elleçleme kapasitelerinin hesaplanması:**

Konteyner terminallerinde maksimum elleçleme kapasitelerinin hesaplanması için şu formülasyon kullanılacaktır:

$$KM = V \times YÇ \times GÇ \times H \times V' \times YV$$

Formülde kullanılan değişkenler:

KM = Konteyner yanaşma yeri maksimum elleçleme kapasitesi

V = Vinç sayısı

YÇ = Yıllık Çalışılan Gün Sayısı

GÇ = Günlük Çalışılan Saat

H = Bir vincin bir saat içerisinde gerçekleştirebileceği ortalama hareket sayısı

V' = Vinç çalışma etkinlik katsayısı

YK = Yanaşma yeri kullanılamama oranı

Genel ve kuru dökme yük terminallerinde maksimum kapasitelerinin hesaplanması için şu formülasyon kullanılacaktır:

$$GM = V \times YÇ \times GÇ \times H \times V' \times YK \times PA$$

Formülde kullanılan değişkenler:

GM = Genel ve kuru dökme yük yanaşma yeri maksimum elleçleme kapasitesi

V = Vinç sayısı

YÇ = Yıllık Çalışılan Gün Sayısı

GÇ = Günlük Çalışılan Saat

H = Bir vincin bir saat içerisinde gerçekleştirebileceği ortalama hareket sayısı

V' = Vinç çalışma etkinlik katsayısı

YK = Yanaşma yeri kullanılamama oranı

PA = Parça eşya birim ağırlığı

Genel ve kuru dökme yük elleçlemesinde, elleçlenen yükün özgül ağırlığına bağlı olarak vincin hareket başına elleçlediği yükün ton karşılığı değişmektedir. Türk özel limanlarında elleçlenen temel yüklerin özgül ağırlıkları ve örnek olması açısından 14.75 m^3'lük bir kova ile hareket başına elleçlenebilecek teorik yük miktarları Tablo 20'de verilmektedir.

Tablo 20: Farklı yük tiplerinin özgül ağırlıkları ve 14.75 m^3 ağırlıkları

Yük	Ton/m^3	Ton / Hareket
Krom	6.9	101.77
Klinker / Boksit	3.0	44.25
Kum / Mermer	2.0	29.5
Çimento / Alçı	1.6	23.6
Kömür / Buğday	1.3	19.175
Kağıt / Kereste	0.7	10.325
Gübre	0.6	8.85

Liman kapasite hesapları sırasında özgül ağırlıkların yük tonajına eklenmemesi çok büyük hatalar doğurabilecektir. Ortalama olarak 50 ton kapasiteli bir vincin pratikte 25 ton kaldırabildiği farz edilir ise, bu vinç ve 14.75 m^3 kovayı kullanarak kum elleçleyen bir liman ile gübre elleçleyen liman arasında elleçleme kapasite tonajı olarak 3.3 kat fark olacaktır. Çünkü gübre kumdan çok daha havaleli bir yüktür. Bu nedenle terminal kapasite hesaplarına parça eşya birim ağırlıklarının da eklenmesi gerekmektedir.

Konteyner elleçleyen limanların kapasite hesabı için terminallerde gantry vinçler, genel ve kuru dökme yük elleçleyen limanların kapasite hesabı için terminallerde gezer vinçlerin kullanıldığı kabul edilmektedir. Kullanılan diğer kabuller şu şekildedir:

Çalışma Günü : 350 – 360 gün
Yanaşma Yeri Verimi : 0.65 – 0.85
Çalışma Saati : 20 – 24 Saat/gün
Ekipman Verimi : 0.75 – 0.9
Vinç Ataçmanı (Kapma) : 14.75 m^3
Vinç Ataçmanı (Konteyner) : Standart Konteyner Ataçmanı
Saatte Net Hareket : 20 - 40 Hareket/saat
Vinç Sayısı : 2 – 3 adet

Konteyner terminal kapasitesi belirlenirken ölçüt ton değil elleçlenen kutu adedir. Buna göre örnek olarak günde ortalama 20 saat çalışan vincin % 85 verimlilikle ve saatte 30 hareketle çalışması durumunda bu yanaşma yerinde günde elleçlenen kutu sayısı 450 olacaktır. Yanaşma yerinde 2 vinç olması durumunda ise bu rakam 900 kutuya 3 vinç olması durumunda ise 1350 kutuya çıkacaktır.

- **Her yanaşma yeri için gemi kabul kapasitesinin hesaplanması:**

Çalışma kapsamında, her bir yanaşma yeri için gemi kabul kapasitesi belirlenirken yanaşma yerine yanaşabilecek en büyük gemi tasarım gemisi olarak

seçilmiştir. Elleçleme hızında gemi büyüklüğünden ziyade yük ve vincin özellikleri daha etkiliymiş gibi görünse de, aslında gemi büyüklüğü de genel kapasiteyi etkilemektedir. Çünkü az sayıda büyük tonajlı gemi yerine çok sayıda daha küçük tonajlı gemiye hizmet verilmesi durumunda kayıp zamanlardan doğan bir yük kaybı oluşmaktadır. Limanların ulaşabileceği maksimum elleçleme kapasitesinin belirlenmesine çalışıldığı için tasarım gemisi boyutu yanaşabilecek en büyük gemi olarak belirlenmiştir. Böylece kayıp zamanlar minimize edilmesi amaçlanmıştır.

Genel yük limanı kapasite hesaplamasına örnek olarak uzunluğu 250 m ve derinliği 12 m olan bir genel yük rıhtımının kapasite hesabı aşağıdaki aşamalar izlenerek yapılmıştır:

- 12 m derinliğe yanaşabilecek bir dökme \ genel yük gemisinin maksimum kapasitesi 30,000 DWT olacaktır, 250 m uzunluğa güvenli şekilde yanaşabilecek geminin kapasitesi ise ancak 40,000 DWT'dur. Bu durumda 40,000 DWT'luk bir gemi 12 m derinliğe yanaşamayacağı için bu rıhtıma yanaşabilecek en büyük gemi 30,000 DWT kabul edilecektir.
- Bir sonraki aşama ise rıhtıma bir yıl boyunca en fazla gelebilecek gemi sayısının hesaplanmasıdır. Bu hesabı yapmak için, daha önce hesaplanan yanaşma yeri elleçleme kapasitelerine ihtiyaç vardır. Bu rakamın, yanaşabilecek en büyük kapasiteli gemiye bölünmesi sonucunda rıhtıma yılda yanaşabilecek gemi sayısı elde edilmektedir.
- Gelen her geminin yükleme\boşaltma operasyonunda ortalama 2,000 ton düşmek gerekmektedir. Çünkü gemi kapasitesi DWT cinsinden alındığı için bu kapasitenin belirli bir miktarı yakıt, kumanya gibi geminin ticari olmayan temel ihtiyaçlarından oluşmaktadır.

Son olarak yanaşma yerinin yıllık kapasitesi hesaplanırken yanaşma yerine gelen gemi sayısı ile gelen geminin kapasitesi çarpılarak yanaşma yerinin kapasitesi bulunur.

- **Toplam liman elleçleme kapasitesinin hesaplanması:**

Tek tek belirlenen yanaşma yerlerinin elleçleme kapasiteleri toplanarak her bir liman için toplam maksimum kapasite belirlenmiştir.

5.10. UYGULAMA 3: LİMAN ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNE TEORİK KAPASİTE YÖNLÜ MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI METODOLOJİSİ

Teorik kapasite, kabul edilebilir gecikmeleri dikkate alan, zorlamalara yer vermeyen ve sürekli olarak korunabilen bir üretim gücüdür. Teorik kapasite hesaplamaları, maksimum kapasite hesaplarının aksine, limanlarda oluşan olağan gecikmeleri ve kurulum süreçlerini de hesaba katmaktadır.

Çalışma kapsamında teorik kapasitelerin hesaplanabilmesi için literatürde yer alan formülasyonlar, Türk özel limanlarının yapılarına uygun olarak geliştirmeye tabi tutulmuştur. Burada amaç, önceki çalışmalar kapsamında kullanılan formülasyonların daha ayrıntılandırılması, günümüz koşullarındaki teknolojilerin kullanılması ve terminal operasyonlarında yaşanan zaman kayıplarının bir kabul yönlü katsayı olmasından ziyade, gerçek değerler olarak formülasyona katılma arzusudur.

Uzman görüşleri ve incelemeler sonrasında, kullanılan mevcut teorik kapasite ölçüm formülasyonlarında şu konulara açıklık getirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır:

- **Her terminal için gerçek bir kutu – TEU dönüşüm faktörü:**
  Önceki çalışmalarda kullanılan dönüşüm faktörleri standart 1.5 olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada her limanın dönüşüm faktörü, istatistiki verilere dayanarak oluşturulmuştur. Limanların kutu – TEU dönüşüm faktörlerinin hesaplanması için ortalama 3 yıl gibi uzun bir süre içinde elleçledikleri 20” ve 40” konteyner adetleri orantılanmaktadır. Bu oran kutu – TEU dönüşüm faktörünü vermektedir.
- **Vinç çalışma etkinlik katsayısı:**
  Vincin çalışmadığı sürelerin bir katsayı olarak hesaplanmasıdır. Bu katsayı, vinç planlı bakım, hasar, operatör molaları, operatör değişim süreleri gibi tahmin edilebilen kavramlardan oluşan kayıpların, toplam çalışma süresine oranı ile bulunur. Bu katsayının hesaplanabilmesi için limanlar ve liman ekipman tedarikçileri ile görüşülerek kayıp süreler tespit edilmiştir. Hesaplamalar neticesinde yük elleçleme vinçlerinin toplam sürenin %82’si oranında iş hacmi yaratabildiği saptanmıştır. Konuya ilişkin hesaplamalar Ek 4’de verilmektedir.

- **Gemi boşaltma oranı:**

  Önceki çalışmalarda hesaplanan kapasiteler, boyutları ortalama olarak kabul edilmiş bazı gemilerin limana yanaşması ve bunların mevcut vinçler ile boşaltılmasını kapsamaktadır. Bu çalışma kapsamında kapasitenin hinterland fonksiyonunu da ekleyebilmek için istatistiki olarak her limana gelen gemilerin, gemi başına bıraktığı ortalama yük miktarı hesaplanmıştır. Böylece limanın müşteri profili ve mevcut yük durumu da teorik kapasite hesabına katılmıştır.

- **Pik faktörü:**

  Limana gelen yükteki periyodik veya rastgele oluşan artışın, ortalama yük koşullarıdan sapma miktarına pik, limanlarda bunun bir katsayı olarak kapasite analizlerinde kullanılışına ise pik faktörü adı verilir. Pik durumu sadece limanlarda değil, şehir suyu şebekelerinde, elektrik hatlarında ve buna benzer birçok hizmet sağlayıcıda görülmektedire. Pik faktörü etkisi, liman performansında kuvvetli bir şekilde etkinsizlik yaratır. Pik faktörü göz önüne alınmadan yapılan teorik kapasite ölçümünün şöyle bir sakıncası bulunmaktadır; bir limana gelen yükün, aylar bazında belli bir yük ortalamasına sahip olması, o limana her ay aynı miktarda yük geleceği anlamına gelmez. Limana gelen yük, hinterlandındaki üretim ve tüketime de bağlı olarak aydan aya, hatta günden güne farklılık gösterir. Yıllık yük hacmini tam olarak ortak bir paydaya bölerek kapasite hesabı yapmak, çoğunlukla yetersiz kapasite ölçümüne neden olacaktır, bu da verimsiz yatırımın önünü açar. Bu verimsiz yatırım kapasite eksiği şeklinde ortaya çıkar ve özel yatırımcı veya kamu kurumlarının, topluma fayda sağlamayacak bir marjinal maliyet belirlemesine neden olur. Bu nedenle limanlar için istatistiki bir pik faktörü hesaplanmış ve uzman görüşleri ile desteklenmiştir.

  Çalışma kapsamında Karadeniz, Ege, Marmara ve Akdenizdeki farklı 6 limana ait aylık yük verileri elde edilmiştir. Bu verilerin aylı bazda ortalama ve standart sapmalarının hesaplanması ile Türk limanlarına özel bir pik faktörü hesaplanmış ve ortalamadan %16.6 bir sapma tespit edilmiştir. Bu şu anlama gelir: liman yatırımı yapacak bir işletme, normal

koşullarda gerçekleşecek kapasitesinin üzerine %16.6 kadar bir pay koyarak yatırım yapmalıdır. Aksi halde bazı dönemlerde müşterilerine cevap veremeyeceklerdir. Kapasite hesapları açısından da bu şu anlamı doğurmaktadır: yapılan teorik hesaplamaların ardından tüm eşitlik %16.6 kadar düşürülmelidir. Aksi halde haksız bir teorik kapasite hesabı ortaya çıkacak ve limanlar her zaman düşük etkinlik seviyelerinde çalışıyorlarmış gibi görünecektir.

Araştırmaya katılan limanlar, çalışma amacıyla temin ettikleri aylık elleçleme verilerinin yayınlanmamasını rica ettiklerinden dolayı pik faktörü hesaplamaları çalışma kapsamında yer almayacak, analizlerde yukarıda verilen değer kullanılacaktır.

- **İkiz konteyner ataçmanı faktörü:**

  Operasyonlar sırasında ikiz konteyner ataçmanı kullanımı ile 20" konteynerlerin tahliyesi hızlandırılabilmektedir. Bu faktör daha önce hiç göz önüne alınmamıştır. Beşinci bölümde verilecek olan uzmanlarla yapılan görüşmeler sonrasında bu katsayı tespit edilmiştir.

- **Yıllık ve günlük çalışma oranları:**

  Yıllık çalışılan gün sayıları limanlara danışılarak ortalama 360 gün olarak tespit edilmiştir. 4857 sayılı T.C. iş kanunu incelenerek günlük ortalama üç saat çay ve yemek molaları verildiği saptanmıştır. Limanlarla görüşmeler sırasında operatörlerin ihtiyaç molaları vermelerinin gerekmediği anlaşılmıştır.

- **Yanaşma yeri kullanılamama oranı:**

  Geleneksel kapasite formülasyonlarında, rıhtım işgal oranı, Memos (2007:33)'un da açıkladığı şekilde yanaşma yeri sayısına göre bir kabul aralığı kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında tüm kabuller sayısallaştırıldığı için geleneksel rıhtım işgal oranı yaklaşımı teorik kapasitelerin gerçekleşen kapasiteler altında çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle uzman görüşlerine başvurulmuş ve %10 yanaşma yeri kullanılamama oranının uygun olacağına karar verilmiştir.

- **Gemi yanaşma ve ayrılma süreleri:**

  Yanaşma yeri uzunlukları, yanaşma yeri derinlikleri, yaklaşma kanalı yapısı ve yanaşma yeri yerleşimi nedeniyle terminallere gelen gemilerin boyutlarında ve manevra sürelerinde farklılıklar yaşanmaktadır. Bu süreler teorik kapasiteyi doğrudan etkilemektedir. Çeşitli kaynaklardan toplanan limanlar bazında gemi manevra süreleri formülasyona eklenmiştir.

- **Operasyon müsaade ek süreleri:**

  Her liman, gelecek olan gemiler için liman süresi içinde bir "pencere" (Ek 5) açar. Bu pencere içinde geminin demirden çağırılması, operasyona hazır hale getirilmesi, operasyon süreci, operasyon sonunda geminin yola hazır hale getirilmesi ve limandan ayrılma süreçlerini bulunmaktadır. Pencere içinde manevra süreleri ve operasyon süresi dışında gemiye ek hak olarak tanınan bir süre bulunmaktadır. Çalışma kapsamında müsaade ek süreleri olarak adlandırılan bu süreler, her limanın her gemiye tanıdığı ve uluslararası teamüller çerçevesinde tanıması gerektiği sürelerdir. Bu sürelerin sonunda liman gemiden fuzuli işgal adı altında ek ücret talep eder. Bu ek ücret barınma ücretinin çok üzerindedir (Ek 6). Operasyon müsaade ek süreleri boyunca limanlar en büyük gelir kaynağı olan yük elleçlemesinden ücret alamayacakları için bu ek süreler formülasyona eklenmiştir.

- **Parça eşya birim ağırlığı:**

  Formülasyonun genel kargo terminallerinde kullanımı sırasında limanda elleçlenen yük özelliğine göre bir parça eşya birim ağırlığı kavramı doğmaktadır. Daha önceki çalışmalarda rastlanmayan bu olgu, genel kargo terminal performansının ton olarak hesaplanmasından ve genel kargo yükünün standart bir ağırlığı ve hacmi olmayışından dolayı oluşmaktadır. Çalışma kapsamında limanların elleçledikleri yükler, yüklerin elleçlenme şekli ve özgül ağırlıklarına göre elleçlemesinde yarattıkları parça eşya birim ağırlıkları hesaplanarak genel yük terminal kapasite hesaplarında kullanılmıştır.

- **Vinç çatışma faktörü:**

  İlk olarak MOMAF tarafından öne sürülen vinç çatışma faktörü, iki veya daha çok vincin bir gemi üzerinde çalışmasının, vinç verimini olumsuz yönde etkileyeceğini tanımlamaktadır. Buradaki çatışma, çatma olarak algılanmamalıdır. Yani vinçlerin birbirleri ile çarpışması ile alakalı bir konu değildir. Vinç çatışması, tek başına geniş bir alanda çalışacak olan bir vinç ile daha sıkışık alanda çalışacak vinçler arasında vinç verimi açısından fark olacağını tasvir etmektedir. Konu limanlara ve uzmanlara danışılmış, uygulamalarda vinç çatışmasının yaşandığı öğrenilmiştir. Araştırmalar sonucunda vinç çatışması genel olarak yanaşma yerinde bir sıkışıklık yarattığı için vinç beklemelerine, dolayısı ile vinç verimsizliklerine neden olmaktadır. Araştırmalar sonucunda çıkan bir başka sonuç ise vinç çatışmasına benzer bir durumun 25 metre altında yanaşma yeri genişliğine sahip olan terminallerde de görüldüğüdür. Bu çalışma kapsamında teorik kapasiteler hesaplanırken, yanaşma yerinde birden fazla vinç olması sırasında çatışma faktörü %10 olarak alınmıştır. Aynı ölçü, tek vinç olmasına rağmen, 25 metreden düşük yanaşma yeri genişliğine sahip olan terminallerde de uygulanmıştır.

- **Sıvı yük, Ro-Ro ve Yolcu gemilerinin rıhtım işgaliyet sürelerinin saptanması:**

  Nicel araştırma kapsamına alınmasa da sıvı yük, yolcu ve Ro-Ro gemilerinin davranış, süreç ve liman sürelerinin anlaşılabilmesi için Petrol Ofisi, Solventaş ve Ege Ports – Kuşadası limanları ziyaret edilmiş ve mülakatlar ve gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemlerin ve mülakatların sonuçlarında sıvı dökme yüke ilişkin operasyonların sadece gün aydınlığında sürdüğü, bu nedenle bir yanaşma yerinde günde ortalama bir geminin elleçleneceğinin kabul edildiği saptanmıştır. Büyük hacimli yolcu gemileri için de konu aynı şekildedir.

  Ro-Ro ise genel olarak uzun yol sıfır araç taşıyan Ro-Ro gemileri ve ticari feribotlardan geliştirilen Ro-Ro feribotlarıdır (Yüksel ve Çevik, 2006;183). Uzun yol Ro-Ro gemileri sıvı yük gemileri gibi bir

yanaşma yerini ortalama bir gün boyunca işgal etmektedir. Limana gelen Ro-Ro feribotu var ise limanlar bu feribot için genelde bir yanaşma yeri ayırmaktadırlar. Ayırmıyorlar ise daha ayrıntılı bir analiz yapmak gerekmektedir.

Önceki araştırmalar kapsamında düzenlenen liman teorik kapasite formülasyonunun, yukarıda tespit edilen girdi fonksiyonlarının eklenmesi ile elde edilen sonuç şu şekilde olmaktadır.

Konteyner terminalleri teorik kapasite formülü:

$TK=P\times GT\times ((YÇ\times GÇ\times YK)/(GT/(V\times V'\times H\times W\times TK)+M+MS))$

Formülde kullanılan değişkenler:

TK = Yanaşma Yeri Teorik Kapasitesi

GT = Ziyaret Eden Her Gemi'nin Bıraktığı TEU Ortalaması

P = Pik Faktörü

V = Vinç Sayısı

V' = Vinç Çalışma Etkinliği

H = Bir Saatte Vinç'in Yaptığı Hareket Miktarı

W = İkiz Konteyner Ataçmanı Faktörü

TK = TEU – Kutu Dönüşüm Faktörü

YÇ = Yıllık Çalışılan Gün Sayısı

GÇ = Günlük Çalışılan Saat

M = Gemi'nin Rıhtıma Yanaşma ve Ayrılma Manevra Süreleri Top.

MS = Operasyon Müsaade Ek Süreleri

YK = Yanaşma Yeri Kullanılamama Oranı

Genel ve kuru dökme yük terminalleri teorik kapasite formülü:

$K=P\times GT\times ((YÇ\times GÇ\times YK)/(GT/(V\times V'\times H\times PA)+M+MS))$

Formülde kullanılan değişkenler:

K = Yıllık Liman Kapasitesi

GT = Ziyaret Eden Her Gemi'nin Bıraktığı Ton Ortalaması

P = Pik Faktörü

V = Vinç Sayısı

V' = Vinç Çalışma Etkinliği

H = Bir Saatte Vinç'in Yaptığı Hareket Miktarı

PA = Parça Eşya Birim Ağırlığı

YÇ = Yıllık Çalışılan Gün Sayısı

GÇ = Günlük Çalışılan Saat

M = Gemi'nin Rıhtıma Yanaşma ve Ayrılma Manevra Süreleri Top.

MS = Operasyon Müsaade Ek Süreleri

YK = Yanaşma Yeri Kullanılamama Oranı

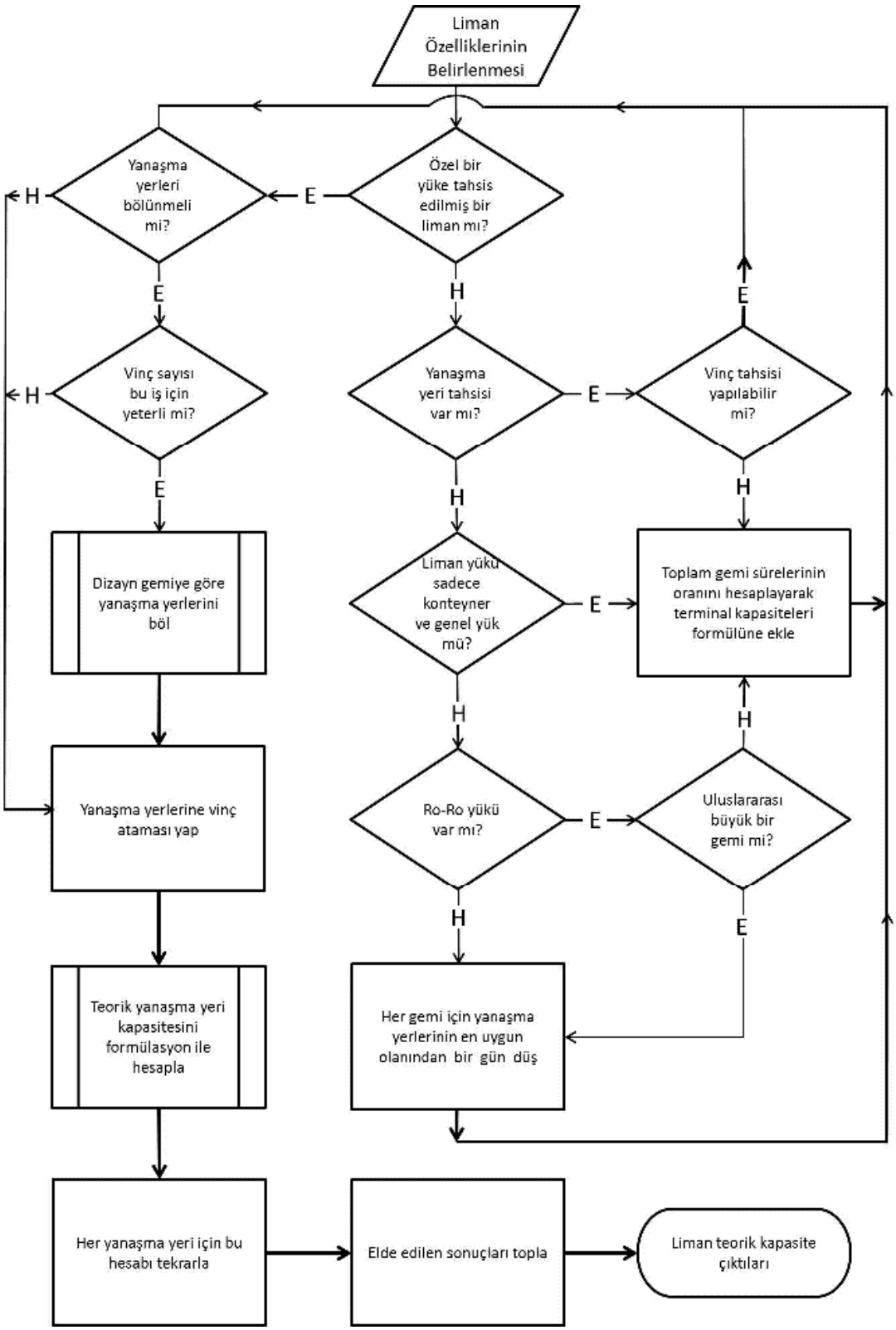
PA = Parça Eşya Birim Ağırlığı

Limanlarda teorik kapasite ölçümleri, kapasitesi hesaplanacak olan limanla ilgili çok sayıda veri ve bilginin kullanımı nedeniyle maksimum kapasite ölçümüne göre daha karmaşık bir süreçtir. Formülasyon uygulama aşamaları maksimum kapasite ile aynı olmasına rağmen teorik kapasite hesabına başlangıç süreci çok daha karmaşıktır. Çalışma kapsamında geliştirilen teorik liman kapasite formülünün uygulanma aşamasının karışıklığı nedeniyle bir teorik liman kapasitesi ölçüm algoritması geliştirilmiştir. Şekil 44'de görülen bu algoritma ile birden fazla yük grubunu elleçleyen terminallerin teorik kapasite hesaplamaları bir sistematiğe oturtulmaktadır.

Algoritmanın başlatılması için öncelikle liman özelliklerini belirleyen eldeki veriler toplanmalıdır. Daha sonra temel amaç liman, yanaşma yerleri ve vinçler tahsis edilmiş değil ise bunların tahsisini yapmaktır. Tahsis yapılabilmiş ise veya hali hazırda tahsisli ise bu durumda yanaşma yerlerinin uzunlukları ve derinlikleri incelenerek dizayn gemi ölçümlerine göre, bir önceki uygulamanın aynı yöntemiyle bölmeler yapılır. Bu aşama maksimum kapasite metodolojisindekinin aynısıdır. Uzun ama sığ olan bir yanaşma yeri uygun gemilerin yanaşabileceği şekilde bölümlere ayrılır. Daha sonra bölümlere ayrılmış yanaşma yerlerine uygun şekilde vinç ataması yapılır. Bunu yaparken liman yapısının incelenmesinde fayda vardır. Çünkü hangi terminalin hangi vinci çalıştırdığı, hangi tip gemilerin hangi yanaşma yerlerine yanaştıkları, yanaşma yeri iskele ise aynı anda iki taraflı gemi alabilir mi alamaz mı gibi birçok sorunun cevabı liman yapısında gizlidir. Bu faktörlerin araştırmacı tarafından tespit edilmeden kapasite analizlerine gidilmesi yanıltıcı sonuçlar verecektir.

Algoritmanın ilerleyen aşamalarında, bahsedilen yanaşma yerlerinin teorik kapasiteleri formülasyon ile hesaplanır. Tüm yanaşma yerlerinin kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanarak toplanır ve sonuç olarak liman teorik kapasitesi bulunur.

Şekil 44: Liman Kapasite Formülasyonu Uygulama Algoritması



5.11. UYGULAMA 4: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE LİMANLARIN GÖRECELİ ETKİNLİK ANALİZİ

Liman etkinlik analizleri arasında en sık kullanılan yöntem veri zarflama analizidir. VZA, uygulaması nispeten kolay gibi görünen bir göreceli etkinlik analiz yöntemi gibi de dursa, mantığını ve felsefesini çok ayrıntılı bir şekilde anlamak çok önemlidir. Aksi halde sonuçlar yanıltıcı olabilecektir.

Uygulamanın örneklemi diğer nicel araştırmalardaki örneklem için aynıdır ve analizler hem genel kargo hem de konteyner terminalleri için yapılacaktır. Literatür taramaları sırasında Türk özel limanları genel ve kuru dökme yük terminalleri için bir uygulamaya rastlanamamıştır. Bu açıdan bu çalışma ilk olacaktır.

5.11.1. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Veri zarflama analizi ölçüm yöntemi için öncelik olarak doğru sonuçlar verecek girdi ve çıktı fonksiyonları seçilmelidir.

Lovell (1993), faydalı girdi ve çıktılar konusu üzerinde yapmış olduğu çalışmada faydalı olabilecek bütün girdi ve çıktıların değerlendirmeye alınması fikrini ileri sürmüştür. Ancak birbiri arasında yüksek korelâsyona sahip olan girdi veya çıktıların analiz sonucunu etkilemediği tezini ileri sürerek hesaplama dışı bırakılabileceğini savunmuştur. Benzer şekilde üretime katkı sağlamayan ve birbiriyle çoklu bağlantısı bulunan girdi/çıktı değişkenlerinin elenmesi gerekir (Norman ve Stoker, 1991; Kecek 2010'den aktaran Ateş, 2010).

Literatür araştırmaları sırasında tüm araştırmacıların, girdi ve çıktılarını, üretim sürecine nedensel olarak bağlı ve süreci en iyi şekilde temsil edecek bir bileşimleri seçmeye özen gösterdikleri göze çarpmaktadır (Tablo 21).

Tablo 21: Literatürde Saptanan Veri Zarflama Analizi Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Fonksiyonları	Çıktı Fonksiyonları
Yanaşma Yeri Uzunluğu	Yıllık Elleçlenen TEU - Ton
Yanaşma Yeri Sayısı	Yıllık Gemi Kabul Sayısı
Yanaşma Yeri Genişliği	Müşteri Memnuniyeti
Liman Alanı	Hizmet Düzeyi
Vinç Hareket Sayısı	Çevrim Sayısı
Vinç Sayısı	Gelir
Depolama Alanı	Gemi Operasyon Hızı
Personel Sayısı	
Sermaye	
Yanaşma Ücreti	
Giderler	
Romörkör Sayısı	
Bekleme Süresi	
Depolama Alanı Ekipman Sayısı	

Tablo 21'de literatür araştırmaları göz önüne alınarak, üretime katkı sağlamayan ve birbiri ile çoklu bağlantısı bulunan girdi ve çıktı değişkenlerinin uzmanlarla da görüşülmesi sonucu elenmiş hali bulunmaktadır. Örnek olarak, yanaşma yeri uzunluğu ile yanaşma yeri sayısı gibi değişkenler birbiri ile doğrudan bağlıdırlar. Böyle bir girdi değişkeninin veri zarflama analizinde formülasyona girilmesi, aynı cinsten bir değişken ağırlığının diğerlerine nazaran korelasyon oranında artmasına neden olacak ve sonuçları yanıltıcı şekilde etkileyecektir. Bu nedenle araştırma kapsamında, Tablo 22'deki girdi ve çıktı değişkenleri kullanılacaktır.

Tablo 22: Araştırma kapsamında kullanılan VZA girdi ve çıktı değişkenleri

Girdi Fonksiyonları	Çıktı Fonksiyonları
Terminal Teorik Gemi Kabul Kapasitesi	Yıllık Elleçlenen TEU veya Ton
Terminal Teorik Yük Elleçleme Kapasitesi	
Liman Tahsis Edilmiş Depolama Alanı	
Kadrolu Personel Sayısı	

Daha önce belirtilen literatür çalışmaları incelendiğinde, VZA'nın çoğunlukla konteyner terminallerinde uygulandığı gözlenmiştir. Bunda temel neden genel ve kuru dökme yük liman ekipmanlarının, konteyner liman ekipmanları gibi standart birim iş yaratmamalarıdır. Örnek olarak, konteyner limanlarında kullanılan bir adet gantry vinç, dünyanın her yerinde ortalama olarak aynı iş hacmini yaratma kapasitesine sahip olduğundan dolayı vinç sayısı olarak bir karar verme girdi fonksiyonu olarak kullanılmaktadır. Ancak, genel kargo limanlarında çok çeşitli elleçleme ekipmanları bulunaktadır. Buna bağlı olarak uzmanlar tarafından sadece vinç sayısının girdi fonksiyonu olarak kullanılması uygun görülmemiştir.

Literatürde yeni girdi yaklaşımları olarak rıhtım ve vinç kapasitelerinin kullanıldığı gözlenmektedir. Ancak tek başına vinç kapasiteleri bir limanın kapasitesini göstermek açısından yeterli olmayacaktır. Belirtilen nedenlerden dolayı çalışma kapsamında, daha önceki teorik kapasiteler sırasında hesaplanmış teorik gemi kabul kapasitesi yanaşma yeri uzunluğu yerine, teorik yük elleçleme kapasitesi ise elleçleme ekipman sayısı yerine girdi fonksiyonu olarak kullanılacaktır. Bu iki kapasite ölçümlerinin de içlerinde ne kadar çok performans değişim bileşeni taşıdığı düşünüldüğünde bu yöntem, geleneksel yöntemlerden çok daha ağır basmaktadır.

Terminallerde çalışan kadrolu personel sayıları, teorik kapasite analizinde anlatıldığı şekilde, limana gelen gemi sayısının oluşturduğu iş hacimlerinin ağırlıkları hesaplanarak konteyner ile genel ve kuru dökme yük terminalleri arasında dağıtılmıştır.

Veri zarflama analizi çıktı faktörü olarak da sadece elleçlenen yük hacminin seçilmesinin nedeni ise limanların temel kazançlarının yük elleçleme hacmi üzerinden olmasıdır. Veri zarflama analizi uygulamalarında çıktı değişkenleri mümkün olduğunca az sayıda ve geliri belirleyen değişkenler olmalıdır. Liman tarifeleri üzerinden yapılan analizlerde limanların, yük elleçlemelerinden elde ettikleri gelirlerin, gemiden elde ettikleri gelirlerden çok daha yüksek olduğu görülmektedir (Ek 6). Akdaş'ın (2012; 93-94) çalışmasında verdiği tablolarda liman gelirleri arasında, gemi gelirlerinin, yük gelirlerinin %5'ini geçmediği görülmektedir.

5.11.2. Verilerin Sisteme Girilmesi

VZA ölçümü doğrusal programlamaya dayandığı için, optimizasyon programlarından (GAMS, LINDO, vb) yada Windows Excel tabanlı çalışabilen özel VZA programlarından (Frontier Analyst, Warwick DEA Software, DEAP 2.1. Solver, vb) yararlanılabilir (Bayar 2005). Bu çalışma kapsamında en sonuç odaklı, kullanılması kolay ve anlaşılır olması nedeniyle internet tabanlı olarak çalışan DEAOS programı kullanılmıştır.

Konteyner terminalleri veri zarflama analizi için kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistiği Tablo 23'de, girdi ve çıktı fonksiyonlarının korelasyon katsayıları ise Tablo 24'te görülmektedir.

Tablo 23: Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Veri Adı	Minimum	Maksimum	Ortalaması	Std. Sapması
Yük Hacmi (TEU)	2,072	1,404,760	405,074	411,868
Elleçleme Kapasitesi (TEU)	105,922	2,010,282	674,204	592,127
Y.Y. Kapasitesi	523	3,063	1,594	819
Depo Alanı (m^2)	42,000	584,655	207,236	156,919
Personel Sayısı	10	731	567	455

Tablo 24: Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Korelasyonu

	Yük Hacmi (TEU)
Elleçleme Kapasitesi	0.9861
Y.Y. Kapasitesi	0.9094
Depo Alanı	0.6248
Personel Sayısı	0.8716

Konteyner terminalleri için yapılan VZA analizinde girdi ve çıktı verileri arasında yüksek pozitif korelasyon değerleri saptanmıştır. Özellikle elleçleme kapasitesi ve yanaşma yeri kapasitesi olarak adlandırılan teorik kapasitelerin artışı ile limanların elleçledikleri yük arasındaki yüksek pozitif korelasyon değeri kapasite

analizleri yoluyla yapılan etkinlik ölçümlerinin doğruluğunu ve çalışma kapsamında türetilen teorik kapasite ölçüm yönteminin doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

Bunun yanı sıra personel sayıları ile elleçlenen yük hacmi arasındaki ilişkinin, depolama alanı ile yük hacmi arasındaki ilişkiden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu da, VZA ve kısmı verimlilik araştırmaları sırasında personel sayılarını dikkate almanın ne kadar doğru olduğunu göstermektedir.

Genel ve kuru dökme yük terminalleri veri zarflama analizi için kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistiği Tablo 25'te, girdi ve çıktı fonksiyonlarının korelasyon katsayıları ise Tablo 26'da görülmektedir.

Tablo 25: Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Veri Adı	Minimum	Maksimum	Ortalaması	Std. Sapması
Yük Hacmi (Ton)	14,926	7,713,622	2,089,803	1,746,246
Elleçleme Kapasitesi (Ton)	47,341	15,863,167	4,198,535	3,246,169
Y.Y. Kapasitesi	294	2,750	1,156	704
Depo Alanı (m^2)	1,500	200,000	44,528	44,235
Personel Sayısı	6	764	97	152

Tablo 26: Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Korelasyonu

	Yük Hacmi (Ton)
Elleçleme Kapasitesi	0.8644
Y.Y. Kapasitesi	0.6663
Depo Alanı	0.4173
Personel Sayısı	0.488

Genel ve kuru dökme yük terminallerinin operasyon yöntemleri, uygulamaları, ekipmanları, elleçledikleri yük tipleri, depolamaları ve buna benzer birçok faktörü konteyner terminallerindeki kadar standartlaştırılamamışlardır. Buna rağmen genel ve kuru dökme yük terminalleri için kullanılan teorik elleçleme kapasitelerinin yük hacmi ile yüksek pozitif korelasyon oranına sahip olması, teorik kapasite uygulama yöntemi için de, VZA girdi fonksiyonlarının seçimleri için de ilerideki çalışmalar için umut vericidir. Depo alanı girdisinin yük hacmi ile

korelasyonu düşük gibi durmaktadır. Ancak bahsedildiği gibi genel ve kuru dökme yük operasyonları limandan limana fark edebilmektedir. Örneğin korelasyonu bozan limanlardan biri Güllük, diğeri ise MIP limanlarıdır. Güllük limanının depolama alanı için neredeyse hiç yer bırakmaması ve supalan yük elleçlemek üzere inşa edilen bir terminal olması ve MIP limanının da yoğun supalan yükleri buna neden olmaktadır. Korelasyon grafikleri üzerinden daha iyi gözlem yapılabilmesi için grafikler Ek 7'da sunulmaktadır.

5.12. UYGULAMA 5: LİMAN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMLERİNDE SAYISALLAŞTIRILAMAYAN FAKTÖRLERİN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Verimlilik ile ilgili önemli sorun, verimliliği etkileyen ve ölçülemeyen (nitel) faktörlerin varlığıdır. Üretim kaynaklarının kalitesi, teknoloji seviyesi, yönetim kabiliyeti, iş ahlakı, işçi – işveren ilişkileri, ülkenin ekonomik, sosyal ve politik koşulları gibi faktörler verimliliği az veya çok etkiler. Ancak bu faktörlerin sayısal ölçü ile ifade edilmesi ve verimlilik üzerindeki etkilerinin bulunması çoğu kez olanaksızdır (Kobu, 2003:680). Bu faktörlerin araştırılmasına yönelik olarak liman yöneticileri ile görüşmeler düzenlenmiştir. Stewart ve Cash (1985; 7) görüşmeyi, "önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci" olarak tanımlamıştır. Görüşmelerde, sorunun yanlış anlaşılması durumunda soru tekrar edebilir veya değişik bir biçimde tekrar sorabilir, bu nedenle, görüşmeyi veri toplama aracı olarak kullanan bir araştırmacı, diğer nitel veri toplama yöntemlerine oranla daha fazla kontrole sahiptir. (Yıldırım ve Şimşek, 2003; 97). Bu sayede ikinci bir tur dönmeye gerek kalmadan kesin cevaplar alınması hedeflenmiştir.

Görüşmenin yüksek hız ve doğrulukla ve geçerlilikle (Yıldırım ve Şimşek, 2003) gerçekleştirilebilmesi için 5'li likert ölçeğine sahip yapılandırılmış bir görüşme formu hazırlanmıştır (Tablo 36). Böylelikle yöneticilerden en kısa süre içinde en yüksek doğrulukta cevaplar alınması amaçlanmıştır. Görüşme formunun geliştirilmesi aşamasında konunun uzmanları (Tablo 27) ile yapılandırılmamış mülakatlar düzenlenerek ifadeler belirlenmiştir.

Tablo 27: Görüşme formu sorularının tespitine yönelik görüşülen uzmanlar

Uzman Adı	Niteliği
Oğuz Tümiş	Liman Müdürü
Serdal Ensari	Liman Müdür Yardımcısı
Metin ÖZYILMAZ	Liman Müdür Yardımcısı
Mennan Ersöz	Uzman, TCDD, Liman Operasyonları
Soner Esmer	Yardımcı Doçent, Liman Operasyon Uzmanı

5.13. UYGULAMA BULGULARI

Araştırma kapsamında dört nicel bir adet ise nitel uygulama yapılmıştır. Birbirine paralel ilerleyen bu çalışmaların bulguları da çoğu zaman birbirlerine paralellik içermektedir. Bir çoğu tek başına yanıltıcı bir anlam ifade edebilirken, bir araya getirildiklerinde bir anlam bütünlüğü oluşturmaktadırlar.

Çalışma kapsamında örneklem dahiline alınan konteyner, genel yük ve kuru dökme yük elleçleyen terminallerin bulguları, isimleri gizlenerek verilmektedir. Bu çalışma kapsamında terminal verilerinin kullanımı, eleştirel yaklaşımlardan ziyade, modellerin kullanımının doğruluğunu ispatlamak niyetiyledir. Bu nedenle terminal isimleri gizlenecektir ancak tüm veriler ve analiz bulguları yazarda gizlidir. Konteyner yükü elleçleyen limanlar "K" ile başlayan ve 1, 2, 3 (G1, G2, G3 vb.) ile ilerleyen kısaltmalar ile, genel ve kuru dökme yük elleçleyen limanlar ise "G" ile başlayan ve 1, 2, 3 (K1, K2, K3 vb) ile devam eden kısaltmalar ile adlandırılacaktır. Kısaltmalarda kullanılan rakamlar en yüksek maksimum kapasiteye sahip limandan en düşüğe doğru azalan değerler ile verilmektedir. Terminallerin gizliliğini korumak için özellikle alfabetik bir düzen izlenmemiştir. Terminal verileri ve analiz çıktıları yazarda gizlidir.

5.13.1. Bulgular 1: Kısmi Verimlilik Ölçüm Bulguları

Çalışma kapsamında konteyner terminallerinin 2011 yılı verileri ile elde edilen bulgular Tablo 28'de görülmektedir.

Tablo 28: Konteyner Terminalleri Kısmi Verimlilik Bulguları

	2011 yılı TEU/ toplam liman alanı (m^2)	2011 yılı TEU / toplam depolama alanı (m^2)	2011 yılı Teu / konteyner depolama alanı (m^2)	Konteyner depolama alanı / toplam liman alanı (m^2)	2011 yılı TEU / vinçlerin saatlik toplam hareket sayısı	2011 yılı gemi sayısı / vinçlerin saatlik toplam hareket sayısı	2011 yılı TEU / yanaşma yeri uzunluğu (m)	2011 yılı gemi sayısı / yanaşma yeri uzunluğu (m)	2011 yılı gemi başı TEUortalaması / yanaşabilecek en büyük gemi hacmi (GRT)	2011 yılı TEU / kadrolu personel sayısı (m^2)	2011 yılı gemi sayısı / kadrolu personel sayısı
K1	4.08	5.75	5.75	0.71	2,765	3.29	900	1.07	54	5,619	6.74
K2	1.09	1.95	2.41	0.45	2,972	3.57	1,152	1.38	139	2,565	5.11
K3	2.11	6.36	7.03	0.30	3,75	5.12	415	0.57	73	2,643	4.09
K4	1.15	1.43	1.78	0.65	1,924	2.65	312	0.43	76	1592	2.18
K5	1.74	2.28	2.28	0.76	5,616	8.69	987	1.53	140	1,921	2.28
K6	1.18	1.29	1.67	0.71	2,365	5.12	378	0.82	23	2,365	5.12
K7	0.71	0.79	0.79	0.89	4,676	5.00	529	0.57	123	1,446	1.55
K8	1.00	1.69	1.90	0.52	5,294	5.97	385	0.43	296	3,832	10.75
K9	2.57	3.02	3.02	0.85	3,563	7.10	312	0.62	84	7,059	7.96
K10	0.45	0.68	0.75	0.60	1,103	2.30	96	0.20	24	6,734	14.05
K11	0.02	0.02	0.07	0.22	160	0.44	23	0.06	360	2,565	3.53
K12	0.54	0.61	1.77	0.31	2,439	7.33	780	2.34	83	13,013	39.07
K13	0.58	0.82	0.97	0.59	2,683	7.53	242	0.68	119	423	1.18

Elde edilen on bir farklı göreceli etkinlik verisi, limanları çok farklı konularda karşılaştırmakta kullanılabilir. Örneğin konteyner terminalleri içinde depolama alanının toplam liman alanına orantısı ile en verimli planlamayı yapan terminal K7'dir. Ancak K1 her birim liman alanı başına toplamda daha fazla yük elleçleyerek bu konuda diğer limanlar arasında ön sıraya çıkmaktadır.

Yukarıda verilen örnekler daha çok liman alanı kullanımı ve verimliliği ile ilgilidir. Operasyon ile ilgili olarak ise Türk özel konteyner terminalleri arasında

vinçlerinin hareket sayıları başına en çok gemi ve konteyner elleçleyen konteyner terminali ise K5 limanına aittir. Bu veri, K5 limanının en yüksek vinç hareket kapasite sahip olduğu anlamına gelmemekte, diğer konteyner terminallerine oranla vinçlerini ne kadar verimli kullanabildiğini göstermektedir.

Konuya bir açıklık getirmek gerekirse, K5 limanı, araştırmanın yapıldığı 2012 yılı itibariyle gemi tahmil ve tahliye operasyonlarında, hareket kapasiteleri dakikada 20 ile 25 arasında değişen 12 adet gezer vinç kullanmaktadır. Gantry vinç kullanan rakipleriyle karşılaştırıldığında dezavantajlı gibi görünse de, bir gemiye birçok vinç vererek hızlı bir operasyon gerçekleştirmekte, vinçlerini operasyonlar arası kaydırarak vinç verimli çalışma saatlerini yükseltebilmekte, bu nedenle ekipmanlarını daha verimli bir şekilde kullanabilmektedir.

Çalışma kapsamında genel ve kuru dökme yük terminallerinin 2011 yılı verileri ile elde edilen bulgular Tablo 29'da görülmektedir

2011 yılında liman toplam alanı başına en yüksek yük hacmi gerçekleştiren genel ve kuru dökme yük terminali G3'tür. G3 limanı, önemli bir depolama alanına sahip olmayan, kuruluş amacı itibariyle konveyörler ile tamamen supalan yük elleçleyen bir limandır. Bu da yaptığı liman alanı yatırımı başına en yüksek elleçleme hacmini G3 limanı'nın gerçekleştirmesine neden olmaktadır. Bunun yanısıra elleçlenen yük hacmi başına yanaşma yeri uzunluğunu en verimli kullanan liman da G3 limanıdır.

Yanaşma yeri derinliği kullanım etkinliğinin analizi nedeniyle ölçülen gemi başı ton ortalaması / yanaşabilecek en büyük gemi hacmi ortalamalarında ise G22 limanı ilk sırada yer alırken, G3 limanı ikinci, G27 limanı ise üçüncü olmaktadır. Özellikle G20, G13, G28, G2, G26, G14 ve G9 limanlarının limana yük bırakan gemilerle ilgili kendilerini geliştirebilecekleri gözlenmektedir.

2011 yılı içinde gerçekleştirdiği kadrolu personel başına genel ve kuru dökme yük elleçleme hacimlerinde en verimli değerleri gösteren liman G15 limanıdır ve bunları sırasıyla G11 ve G21 izlemektedir. En düşük verim oranlarını ise G28 limanı göstermektedir.

Tablo 29: Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri Kısmi Verimlilik Bulguları

	2011 yılı Ton / toplam liman alanı (m^2)	2011 yılı Ton / toplam depolama alanı(m^2)	2011 yılı Ton / genel ve kuru dökme yük depolama alanı (m^2)	Genel ve kuru dökme yük depolama alanı/ toplam liman alanı(m^2)	2011 yılı Ton / yanaşma yeri ekipmanlarının MT kapasiteleri	2011 yılı Gemi / yanaşma yeri ekipmanlarının MT kapasiteleri	2011 yılı Ton / yanaşma yeri uzunluğu (m)	2011 yılı Gemi / yanaşma yeri uzunluğu (m)	2011 yılı gemi başı Ton ortalaması / yanaşabilecek en büyük gemi hacmi (GRT)	2011 yılı Ton / kadrolu personel sayısı	2011 yılı gemi sayısı / kadrolu personel sayısı
G1	6.21	11.09	122.45	0.05	3,625	0.99	4,194	1.14	611	8,398	2.29
G2	70.12	77.14	77.14	0.91	1,307	0.25	4,591	0.89	258	62,712	12.16
G3	316.70	461.86	461.86	0.69	964	0.11	6,657	0.77	2,875	46,186	5.35
G4	9.81	14.61	14.61	0.67	1,624	0.25	1,948	0.30	1,872	104,381	15.93
G5	34.28	68.56	68.56	0.50	1,175	0.22	3,469	0.66	1,308	64,280	12.28
G6	35.48	63.83	63.83	0.56	1,391	0.29	4,060	0.85	634	32,176	676
G7	13.19	42.35	303.15	0.04	2,457	0.69	3,105	0.88	691	34,922	9.85
G8	96.11	185.81	185.81	0.52	929	0.17	6,605	1.21	1,381	126,687	23.23
G9	11.10	13.70	69.36	0.16	1,585	0.52	3,041	0.99	322	5,079	1.66
G10	6.96	13.67	13.67	0.51	14,435	4.91	2,305	0.78	1,959	76,985	26.20
G11	4.82	6.52	6.52	0.74	1,247	0.09	4,410	0.31	1,294	172,188	12.10
G12	77.52	232.56	232.56	0.33	2,871	0.66	2,802	0.64	622	31,008	7.12
G13	6.28	9.50	52.26	0.12	1,045	0.16	1,346	0.21	318	10,577	1.66
G14	4.14	5.42	5.42	0.76	889	0.57	2,345	1.50	340	6,278	4.01
G15	7.95	8.94	57.22	0.14	2,861	0.77	3,099	0.83	934	190,718	51.07
G16	15.74	29.81	102.82	0.15	785	0.14	3,598	0.65	708	157,418	28.50
G17	13.89	23.61	23.85	0.58	3,689	0.69	2,370	0.44	1,776	24,593	4.61
G18	21.77	37.72	37.72	0.58	951	0.36	1,176	0.44	1,059	156,269	59.00
G19	21.80	32.36	32.36	0.67	1,883	0.64	4,602	1.56	1,644	82,840	28.00
G20	4.26	4.53	4.53	0.94	2,717	1.03	1,076	0.41	439	28,301	10.75
G21	105.99	70.97	70.97	1.49	1,600	0.33	2,663	0.55	696	163,231	33.50
G22	5.65	7.19	23.97	0.24	987	0.18	3,544	0.64	5,579	14,379	2.58
G23	0.59	1.79	18.84	0.03	1,187	0.62	1,583	0.82	772	4,094	2.12
G24	9.05	12.90	84.15	011	3,366	1.05	2,068	0.64	1,788	15,441	4.80
G25	9.55	11.32	11.32	0.84	1,592	0.47	1,360	0.40	1,137	11,577	3.39
G26	2.44	3.96	5.04	0.48	594	0.37	989	0.61	494	3,957	2.43
G27	4.50	5.51	5.51	0.82	675	0.08	3,307	0.40	2,530	112,426	13.50
G28	0.18	0.20	0.20	0.91	238	0.16	1,083	0.73	196	1985	1.33

5.13.2. Bulgular 2: Terminal Bazında Verimlilik Bulguları

Örneklem dahilindeki konteyner terminallerinin hesaplamalar sonunda elde edilen, mevcut yanaşma yeri uzunlukları ve derinlikleri ile ulaşabilecekleri maksimum kapasiteleri, 2011 yılında gerçekleştirdikleri tük elleçleme hacimleri ve buna bağlı olarak hesaplanan yük elleçleme verimlilikleri Tablo 30'da verilmektedir.

Tablo 30: Türk Özel Konteyner Terminalleri Kapasiteye Bağlı Verimlilik Bulguları

Terminalin Bulunduğu Liman	Maksimum Elleçleme Kapasitesi (TEU)	Gerçekleşen Kapasite (2011) (TEU)	Yanaşma Yeri Verimliliği (%)
K1	2,412,338	1,404,760	58.23
K2	2,119,770	1,129,609	53.29
K3	2,069,726	843,775	40.77
K4	850,698	230,884	27.14
K5	794,776	449,350	56.54
K6	783,200	283,903	36.25
K7	748,428	462,987	61.86
K8	675,984	169,424	25.06
K9	641,421	256,598	40.00
K10	632,589	127,961	20.23
K11	580,320	7,206	1.24
K12	432,528	195,196	45.13
K13	425,328	107,322	25.23

2011 yılı verilerine göre Türk özel limanları arasında konteyner terminali yük elleçleme verimliliği en yüksek liman, %61.86 ile K7 limanınıdır ve onu %58.23'lük değeri ile K1 ve %56.54 ile K5 limanları izlemektedir. K11 limanı %1.24 ile son sıraya sahiptir.

Örneklem dahilindeki genel ve kuru dökme yük terminallerinin hesaplamalar sonunda elde edilen, mevcut yanaşma yeri uzunlukları ve derinlikleri ile ulaşabilecekleri maksimum kapasiteleri 2011 yılında gerçekleştirdikleri tüm elleçleme hacimleri ve buna bağlı olarak hesaplanan yük elleçleme verimlilikleri Tablo 31'de verilmektedir.

Tablo 31: Türk Özel Genel ve Kuru Yük Terminalleri Kapasiteye Bağlı Verimlilik Bulguları

Terminalin Bulunduğu Liman	Maksimum Elleçleme Kapasitesi (Ton)	Gerçekleşen Kapasite (2011) (Ton)	Yanaşama Yeri Verimliliği (%)
G1	17,523,689	6,416,378	36.62
G2	12,974,789	7,713,622	59.45
G3	10,425,998	4,433,857	42.53
G4	9,490,670	1,461,330	15.40
G5	7,503,957	2,056,944	27.41
G6	7,488,797	2,574,048	34.37
G7	6,688,832	3,562,000	53.25
G8	6,481,815	2,787,116	43.00
G9	6,206,460	2,219,674	35.76
G10	5,568,968	1,154,768	20.74
G11	5,516,437	3,615,946	65.55
G12	5,269,920	2,325,613	44.13
G13	5,102,760	1,776,865	34.82
G14	5,073,354	1,067,192	21.04
G15	4,854,610	2,860,772	58.93
G16	4,766,700	2,518,693	52.84
G17	4,685,968	2,360,925	50.38
G18	4,537,944	1,093,885	24.11
G19	4,257,408	2,071,000	48.64
G20	4,150,360	679,228	16.37
G21	3,845,964	1,632,313	42.44
G22	3,492,518	2,516,330	72.04
G23	2,934,294	237,443	8.09
G24	2,750,632	1,683,094	61.19
G25	2,102,563	382,049	18.17
G26	2,040,600	237,443	11.64
G27	1,875,632	674,557	35.96
G28	1,450,867	119,076	8.21

Araştırma bulguları ışığında, Türk özel limanları genel ve kuru dökme yük terminalleri içinde en verimli çalışan terminalin G22 olduğu görülmektedir. Konteyner elleçlemerinde yüksek bir verimlilik sergileyememesie rağmen, G24 ikinci en verimlilik genel ve kuru dökme yük terminaline sahip olduğu dikkat çekmektedir. Bu limanları sırayla G2, G15, ve G7 limanları takip etmektedir.

Araştırma kapsamında çok sayıda uygulama bulunmaktadır ve bunlar birbirini tamamlayıcı niteliktedir, bu nedenle tüm çalışmalardan elde edilen bulguların değerlendirilmesi son bölümde yapılacaktır.

5.13.3. Bulgular 3: Terminal Bazında Etkinlik Bulguları

Örneklem dahilindeki konteyner terminallerinin, hesaplamalar sonunda elde edilen, mevcut yanaşma yeri uzunlukları ve derinlikleri ile teorik kapasiteleri, 2011 yılında gerçekleştirdikleri tüm elleçleme hacimleri ve buna bağlı olarak hesaplanan yük elleçleme etkinlikleri Tablo 32'da verilmektedir.

Tablo 32: Türk Özel Konteyner Terminalleri Kapasiteye Bağlı Etkinlik Bulguları

	Teorik Elleçleme Kapasitesi (TEU)	**Gerçekleşen Kapasite (2011) (TEU)**	**Terminal Elleçleme Etkinliği (%)**
K1	2,010,282	1,404,760	69.88
K2	1,854,486	1,129,609	60.91
K3	1,301,460	843,775	64.83
K4	465,321	230,884	49.62
K5	680,669	449,350	66.02
K6	588,392	283,903	48.25
K7	642,322	462,987	72.08
K8	201,507	169,424	84.08
K9	505,056	256,598	50.81
K10	474,741	127,961	26.95
K11	154,456	7,206	4.67
K12	238,372	195,196	81.89
K13	215,877	107,322	49.71

2011 yük elleçleme verilerine göre örneklem dahilindeki limanlar arasında konteyner terminalini en etkin şekilde kullanan liman K8'dir. Bu limanı sırasıyla K12 ve K7 limanları takip etmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi etkinlik analizleri, mevcut varlıkların ne kadar etkin bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Ancak bir limanın toplam performansını değerlendirmek için tek başına yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bulgular son bölümde, diğer uygulamalarla da birlikte daha detaylı olarak ele alınacaktır.

Örneklem dahilindeki genel ve kuru dökme yük terminallerinin, hesaplamalar sonunda elde edilen, mevcut yanaşma yeri uzunlukları ve derinlikleri ile teorik kapasiteleri, 2011 yılında gerçekleştirdikleri yük elleçleme hacimleri ve buna bağlı olarak hesaplanan yük elleçleme etkinlikleri Tablo 33'de verilmektedir.

Tablo 33: Türk Özel Genel ve Kuru Yük Terminalleri Kapasiteye Bağlı Etkinlik Bulguları

	Teorik Elleçleme Kapasitesi (Ton)	**Gerçekleşen Kapasite (2011) (Ton)**	**Terminal Elleçleme Etkinliği (%)**
G1	10,285,149	6,416,378	62.38
G2	9,980,607	7,713,622	77.29
G3	8,688,332	4,433,857	51.03
G4	4,396,733	1,461,330	33.24
G5	5,359,969	2,056,944	38.38
G6	5,547,257	2,574,048	46.40
G7	5,574,027	3,562,000	63.90
G8	4,470,217	2,787,116	62.35
G9	2,871,993	2,219,674	77.29
G10	2,485,145	1,154,768	46.47
G11	4,925,390	3,615,946	73.41
G12	3,585,495	2,325,613	64.86
G13	4,724,010	1,776,865	37.61
G14	1,751,143	1,067,192	60.94
G15	3,517,833	2,860,772	81.32
G16	3,438,933	2,518,693	73.24
G17	3,334,864	2,360,925	70.80
G18	3,582,200	1,093,885	30.54
G19	3,405,926	2,071,000	60.81
G20	3,095,563	679,228	21.94
G21	3,716,887	1,632,313	43.92
G22	2,862,720	2,516,330	87.90
G23	844,067	237,443	28.13
G24	2,594,994	1,683,094	64.86
G25	1,086,692	382,049	35.16
G26	1,806,906	237,443	13.14
G27	1,050,063	674,557	64.24
G28	1,020,649	119,076	11.67

Çalışma kapsamında yapılan maksimum ve teorik kapasitelerin uygulama yönteminden dolayı, Tablo 32 ve Tablo 33'de de görülebileceği gibi terminallerin maksimum ve teorik kapasiteleri arasında çok fark olabilmektedir. Bunun nedeni maksimum kapasitelerin daha çok yanaşma yeri uzunluk ve derinlikleri göz önüne alınarak yatırım veya iyileştirmeler sonucu elde edebilecekleri en yüksek kapasiteleri ölçerken, teorik kapasite elleçleme ekipmanı, liman fiziki yapısı gibi birçok faktörü de göz önüne almaktadır.

Teorik ve maksimum kapasite ölçümleri arasındaki girdi değişkenleri farklılıkları, bir limanın çok düşük verimlilik değerleri gösterirken aynı zamanda diğer limanlarla karşılaştırıldığında elleçleme etkinliği açısından yüksek değerlere sahip olabilir.

5.13.4. Bulgular 4: Terminal Bazında Göreceli Etkinlik Bulguları

Çalışmanın son uygulaması nicel uygulaması olan VZA analizi, göreceli bir iktisadi etkinlik ölçüm modeli olarak, çok sayıda bağımlı ve bağımsız girdi fonksiyonunun bir arada kullanılabilmesi açısından liman etkinlikleri ile ilgili oldukça çok fikir vermektedir.

Araştırma kapsamında yapılan teorik analizler ile beraber, limanın çok önemli olduğu düşünülen performans faktörlerinden depolama alan büyüklüğünü ve kadrolu personel sayısını da içermektedir. Geminin en önemli performans ölçümleri olarak belirtilen yanaşma yeri ölçütleri, elleçleme ekipmanı ölçütleri ve depolama alanı ölçütleri bu analiz sayesinde bir araya getirilmiş, ek olarak da işgücü ölçütleri eklenmiştir.

Tablo 34'de konteyner terminallerine, yönelik yapılmış dörder farklı VZA çalışması görülmektedir.

Tablo 34: Konteyner Terminallerinin VZA Araştırma Çıktıları

	CCR (Girdi Yönelimli)	CCR (Çıktı Yönelimli	BCC (Girdi Yönelimli)	BCC (Çıktı Yönelimli)
K1	100	100	100	100
K2	100	100	100	100
K3	87,4	87,4	91,3	91,6
K4	68,9	68,9	81,4	70,1
K5	85,4	85,4	90,8	92
K6	92,5	92,5	100	100
K7	99,1	99,1	100	100
K8	100	100	100	100
K9	89,2	89,2	100	100
K10	57,2	57,2	79,6	59,4
K11	6,5	6,5	100	100
K12	100	100	100	100
K13	65,2	65,2	100	100

Veri zarflama analizi uygulama yöntemleri arasında CCR ve BCC olmak üzere temelde iki yöntem bulunduğundan ve bu yöntemlerin girdi ve çıktı yönelimli olarak uygulanabileceğinden bahsedilmiştir. Girdi değişkenlerinin sabit tutularak maksimum fayda sağlama mantığı çıktı yönelimli sonuçları oluştururken, çıktı değişkenlerinin sabit tutularak girdi değişkenlerinin değişim ölçüsünün belirlenmesi girdi yönelimli analizlerdir. CCR yapısı itibari ile girdi değişkenlerinin değişiminin çıktı değişkenlerini doğrudan etkileyeceğini, BCC ise değişken bir şekilde etkileyeceğini öne sürmektedir.

Tablo 35'te de genel yük terminallerine, yönelik yapılmış dörder farklı VZA çalışması görülmektedir.

Tablo 35: Genel Kargo ve Kuru Dökme Yük Terminallerinin VZA Araştırma Çıktıları

	CCR (Girdi Yönelimli)	**CCR (Çıktı Yönelimli)**	**BCC (Girdi Yönelimli)**	**BCC (Çıktı Yönelimli)**
G1	90.9	90.9	100	100
G2	100	100	100	100
G3	100	100	100	100
G4	57.8	57.8	66.7	62.1
G5	64.6	64.6	78.7	67.3
G6	64.3	64.3	64.8	70
G7	88.6	88.6	100	100
G8	100	100	100	100
G9	96.8	96.8	98.8	98.7
G10	59	59	67.4	64.8
G11	100	100	100	100
G12	100	100	100	100
G13	70	70	94.9	91
G14	80.5	80.5	81.9	81.4
G15	100	100	100	100
G16	100	100	100	100
G17	100	100	100	100
G18	81.9	81.9	100	100
G19	76.5	76.5	83.3	82.4
G20	27.7	27.7	41.1	29.8
G21	91.2	91.2	100	100
G22	36.3	36.3	36.5	43.7
G23	34.6	34.6	62.5	36.7
G24	89.3	89.3	92.4	91.7
G25	45.6	45.6	100	100
G26	29.2	29.2	50.8	31
G27	79	79	100	100
G28	14.9	14.9	72.1	16.4

Elde edilen veriler incelendiğinde CCR girdi ve çıktı yönelimli sonuçların aynı olduğu gözlenmektedir. BCC girdi ve çıktı yönelimli sonuçların ise CRR çıktılarına yakın sonuçlar elde ettiği, fakat sonuçlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Liman etkinliği söz konusu olduğunda eldeki mevcut imkanların en

yüksek çıktıları doğurması isteneceği açıktır. Bu nedenle VZA analizlerinde çıktı yönelimli yaklaşımlar takip edilmelidir. Liman etkinliğinin girdi değişkenleri değişiminden doğrudan etkileneceği düşünüldüğünde CCR çıktı yönelimli sonuçların kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Bu düşünce yapısını destekler yapıdaki sonuçlar tabloda da görülmektedir. BCC girdi ve çıktı yönelimli sonuçlar, liman etkinlikleri arasındaki farkı ortadan kaldıracak şekilde yüksek sonuçlar doğurmaktadır. BCC yönteminin liman etkinsizlikleri arasındaki açıklığı kapatması nedeniyle bu çalışma kapsamında CCR yöntem sonuçları kullanılacaktır.

Konteyner terminal verileri incelendiğinde, CCR girdi ve çıktı yönelimli sonuçlarının birbirleri ile birebir aynı, BCC girdi ve çıktı yönelimli sonuçlarının ise çok küçük farklar dışında neredeyse aynı olduğu görülmektedir. Sonuçların girdi ve çıktı değerlerinin aynı olması, seçilen girdi ve çıktı değişkenlerinin ne kadar kesin doğruluk ile seçilmiş olduğunu ispatlar niteliktedir.

Konteyner terminalleri CCR çıktı sonuçları incelendiğinde, 100 göreceli etkinlik seviyesi ile K1, K2, K8 ve K12 limanları, röper noktası olarak da isimlendirilen gösterge sınır değerini oluşturmaktadır. VZA yöntemi, diğer terminallerin sonuç değerlerini bu 4 terminalin sonuçları ile orantılayarak, bu 4 terminale göre ne kadar etkin olduklarını hesaplamaktadır. Örnek olarak K13 terminali elindeki girdi değişkenlerini (varlıklarını) gösterge sınır değerinin yaratan limanların %65.2'i kadar etkinlik ile kullanabilmektedir. Bunun yanısıra K6 terminali, mevcut ekipman, altyapı ve personeli ile yük elleçleme hacmini %7.5 arttırdığı zaman K1, K2, K8 ve K12 etkinlik seviyelerine gelecektir. Bu kesinlikle üst bir sınır değildir. K6 gelişimini %8 arttırabilirse bu sefer gösterge sınır değer K1, K2, K8 ve K12 %100'ün altında bir değere düşeceklerdir. Zaten dikkat edilirse K6 konteyner terminalinin 2011 yılı içinde yük elleçleme hacmi 283,903 TEU'dur. Yük elleçlemesindeki %8 etkinlik artışı bu değeri 306,615 TEU seviyesine çekecektir. Bu koşul altında K6 limanı halen daha teorik kapasitesine ulaşamamıştır. Bu nedenle VZA çıktılarında %100 üzerinden alınan değerlerin gösterge sınır değeri yaratan terminal etkinliği üzerinden hesaplandığının anlaşılması çok önemlidir. VZA çıktıları yüzdesel bir değer olmaktan ziyade, değerlendirmeye yönelik göreceli bir ölçektir.

Genel kargo ve kuru dökme yük terminalleri arasında G2, G3, G8, G11, G12, G15, G16 ve G17 elde edilebilecek en yüksek değer olan %100'e ulaşmışlardır. Yirmi sekiz liman arasından sekiz limanın gösterge sınır değeri oluşturması ve beş adet Türk özel limanının %90 ve üzeri göreceli etkinlik değerine sahip olması, limanların bulunduğu koşullar ve imkanlar altında ellerinden gelen en iyisini yapmak konusunda azimli olduklarını göstermesi açısından çok anlamlıdır.

Kısmi liman verimlilikleri bölümünde bahsi geçen ve bu çalışma kapsamında yanaşma yeri elleçleme ekipmanlarının saatlik metrik ton kapasitesinin kullanılacağına dair bilgilendirme, özellikle G3 liman etkinliği ölçümünde faydasını göstermektedir. G3 limanı diğer birçok genel ve kuru yük terminalinden farklı olarak sadece konveyör çalıştırmaktadır ve neredeyse hiç depolama alanına sahip değildir. Çalışma kapsamında metrik tonaj hesapları, G3 limanının da kapasitesi hesaplanabilen limanlar arasına girmesini sağlamıştır. Önemli bir depolama alanı kullanmayan G3 limanının, VZA formülasyonlarında depolama alan değeri olarak bir değer girilmesi gerektiği için tır ve kamyon parkı olarak da kullandığı genel amaçlı bölüm depolama alanı olarak kullanılmıştır. Normalde G3 limanı tamamen supalan yüke endeksli olarak çalışmaktadır ve bütün yapısını buna göre kurmuştur.

5.13.5. Bulgular 5: Sayısallaştırılamayan İç ve Dış Faktörlere Yönelik Bulgular

Araştırma kapsamında geliştirilen teorik kapasite analizlerine, literatür taramaları ve yapılandırılmamış uzman görüşmeleri sonucu sayısallaştırılabilen tüm değişkenler eklenmiştir.

Sayısallaştırılamayan iç ve dış etkinlik ve verimlilik faktörlerine yönelik oluşturulan ifadelere alınan sonuçlar Tablo 36'da sunulmaktadır. İfadelerden hiçbirinin standart sapması 1'i geçmezken, en yüksek sapma 0.91 ile dördüncü ifadede, en düşük sapma ise sıfır ile on beşinci ifadededir. İfadelerden sadece gemi kaynaklı gecikmelerin liman kapasitesini olumsuz yönde etkileyeceğine dair görüş desteklenmemiştir.

Tablo 36: Sayısallaştırılamayan İç ve Dış Faktörlere Yönelik Mülakat İfadeleri

	İFADE	Ortalama	Standart Sapma
İfade 1	Aynı gemi üzerinde birden fazla vincin aynı anda çalışması vinç başına saatlik hareket sayısını düşürmektedir.	4,14	0.77
İfade 2	Limanda, (pregate) yük kabul ve teslim için bir yer ayrılması liman faaliyetlerini olumlu yönde etkilemektedir.	4.71	0.61
İfade 3	Liman'da TIR'lara tahsis edilmiş bir parkın bulunması liman faaliyetlerini olumlu yönde etkilemektedir.	4.86	0.36
İfade 4	Supalan yük oranının yüksek olması kapasiteyi olumsuz yönde etkilemektedir.	4.36	0.63
İfade 5	Limana destek olan / olabilecek lojistik tesislerin olmaması liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir	4.29	0.91
İfade 6	Limanda otomasyon (EDI) olmaması operasyon verimliliğini düşürür	4.93	0.26
İfade 7	Çalışan römorkör sayısının yetersiz olması liman kapasitesini düşürmektedir.	4.73	0.59
İfade 8	Vardiyalar arasında elleçleme hacmi arasından verim farkı bulunmaktadır.	4.79	0.43
İfade 9	Gümrük prosedürleri liman operasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir	4.67	0.49
İfade 10	Liman çıkışında trafik sıkışıklıkları liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir	4.87	0.35
İfade 11	Yoğun kapı operasyonları liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir	4.80	0.41
İfade 12	Liman aydınlatmasının yetersiz olması liman verimini olumsuz yönde etkilemektedir.	4.33	0.82
İfade 13	Operasyonel organizasyon yapısı (şeması) liman verimliliğini etkilemektedir	4.80	0.41
İfade 14	Karar alma süreci liman faaliyetlerini etkilemektedir.	4.80	0.41
İfade 15	Saha'nın fiziki unsurları liman verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.	5.00	0.00
İfade 16	İşgücü eğitiminin yeterli olmaması liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir.	4.40	0.65
İfade 17	Acentelerden gelen eksik bilgi liman verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.	4.93	0.26
İfade 18	Gemi kaynaklı gecikmeler liman kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir.	3.53	0.85

İfade 1: Görüşme formundaki birinci soru olan "aynı gemi üzerinde birden fazla vincin aynı anda çalışması vinç başına saatlik hareket sayısını düşürmektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,14 ve standart sapması 0,77'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. İlk bakışta aynı gemi üzerinde birden fazla vincin aynı anda çalışmasının performansa bir etkisi olmayacağı gibi bir izlenim oluşsa da aslında bunun doğru olmadığı saptanmıştır.

Görüşmeler sırasında bunun nedenleri sorulduğunda vinçlerin özellikle dar iskelelerde birbirlerinin hareketlerini ve kamyon manevralarını sınırladıklarının özellikle üzerinde durulmuştur.

İfade 2: Görüşme formundaki ikinci soru olan "Limanda, (pregate) yük kabul ve teslim için bir yer ayrılması liman faaliyetlerini olumlu yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,71 ve standart sapması 0,61'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limanlarda yük kabul ve teslim için bir yer ayrılmasının liman iç sıkışıklıklarını gidererek liman etkinliğini ve verimliliğini arttıracağına dair görüşler bildirilmiştir.

İfade 3: Görüşme formundaki üçüncü soru olan "Liman'da TIR'lara tahsis edilmiş bir parkın bulunması liman faaliyetlerini olumlu yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,86 ve standart sapması 0,36'dır. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limana gelen TIR'ların duracakları yerler ile ilgili sıkıntılar yaşadıkları belirtilmiştir. Genel olarak zemin alanlarını yüksek verimlilik anlayışıyla son sınırlarına kadar kullanmaya çalışan liman işletmeri, yük tahliyesi ile ilgili konular ne kadar belirli olsa da, kamyonların liman alanına gelişlerinin bir düzeni olmadığını ve en ufak bir sıkıntı ile sıkışıklıkların yaşanabileceğini belirtmişlerdir.

İfade 4: Görüşme formundaki dördüncü soru olan "Supalan yük oranının yüksek olması kapasiteyi olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,36 ve standart sapması 0,63'tür. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında aslında supalan yük oranının en iyi koşullar altında liman kapasitesini arttırması gerektiğini savunan düşünceler bulunmaktadır. Ancak supalan yük tahmili sırasında sorun olabilecek bir çok faktör bulunmaktadır. Supalan daha çok genel ve özellikle de kuru dökme yükte kullanılmaktadır. Bu durumda liman sahasına sürekli olarak dışarıdan bir kamyon girişi ve çıkış bulunmaktadır. Liman sahasına gelen kamyonlar doğrudan vinç altına giderek uygun pozisyonda manevra yapar ve yük boşaltmasını beklerler. Standart uygulama budur. Ancak supalan müşterisi yakın mesafede olabildiği gibi bazen çok uzak mesafelerde de olabilirler. Böyle uzak mesafelerde nakliyeci ne kadar çok kamyon ile çalışırsa çalışsın trafikteki en ufak bir aksaklık vinç altına kamyonun geç gelmesi anlamına gelmektedir. Bu durumda kamyon vinci beklemez, aksine vinç

kamyonu bekler ve operasyon durur. Yani teorik olarak supalan yükün liman kapasitesini arttırması gerekirken fiiliyatta liman kapasitesi düşer. Yükün liman alanına tahliyesi ile yarım günde bitebileceği bir gemi için supalan yönteminde operasyonun bir buçuk güne kadar uzayabileceğinden bahsedilmiştir. Yükün limana ait bir alana tahliyesi hem operasyonu hızlandıracak, hem de yük depolaması nedeniyle liman daha çok kar edecektir. Çoğunlukla konteyner elleçlemesi yapan limanlar supalan performansı fikrinde zorluk yaşamışlardır. Daha doğrusu gümrük prosedürleri nedeniyle konteyner yüklerinde supalan tahliyesinin aslında mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Bunun tek istisnası IMDG kod kapsamında gelen tehlikeli yüklerdir. Tehlikeli yükler doğrudan çekicilerine yüklenirler ve işlemler biter bitmez liman alanını terk ederler. Fakat görüşmeler sırasında bazı işletmelerin gümrüklerden supalan taahhütnamesi temin ederek, konteynerlerini supalan olarak liman alanına konulmadan TIR'ları ile çektikleri tespit edilmiştir. Bazı limanlarda ise gümrüklerin gece çıkışa izin vermemesi hem konteyner hem de genel ve kuru dökme yük elleçleme hacimlerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

İfade 5: Görüşme formundaki beşinci soru olan "Limana destek olan / olabilecek lojistik tesislerin olmaması liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,29 ve standart sapması 0,91'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında liman yakınlarında özellikle tam kapsamlı lojistik bir üssün olmasının liman faaliyetlerini olumlu yönde arttıracağı üzerinde durulmuştur. Ancak lojistik üstü destekleyecek kara yolları ve demir yollarının çok iyi tesis edilmesinin de bir o kadar önemli olduğuna değinilmiştir. Katılımcılardan biri ise elinde konu ile ilgili yeterli veri ve çalışma olmadığını, lojistik üslerin limanlara katkısının fiiliyatta biraz havada kalan bir konu olduğunu ve ispatlamanın zor olduğunu belirtmiştir.

İfade 6: Görüşme formundaki altıncı soru olan "Limanda otomasyon (EDI) olmaması operasyon verimliliğini düşürür" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,93 ve standart sapması 0,26'dır. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında, liman otomasyonu konusunun özellikle konteyner limanları için olmazsa olmazlardan oldukları belirtilmiştir. Genel kargo amaçlı geliştirilen çok kapsamlı otomasyon sistemlerine değinilmiş ve bazı limanların kendi kullanımlarına özel otomasyon yazılımları geliştirdikleri

öğrenilmiştir. Genel kargo yükünde limana girecek olan kamyonların limana girme, işlemini bitirme ve hızlı bir şekilden limandan çıkmaları için bazı limanlar sistemler geliştirmişlerdir. Kendi sistemi için yazılım geliştiren limanlar, yazılım mühendislerini kendi bünyelerinde barındırarak olası değişme ve gelişmeleri yazılıma doğrudan en kısa sürede eklemekte ve yazılımın gelişmesini sağlamaktadırlar. Bazı limanlar ise hem hazır bazı yazılımları hem de kendi gelişirdiklerini kullanmaktadırlar. Tüm bunlar, limanların otomasyona ne kadar önem verdiklerini göstermektedir.

İfade 7: Görüşme formundaki yedinci soru olan "Çalışan römorkör sayısının yetersiz olması liman kapasitesini düşürmektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,73 ve standart sapması 0,59'dur. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında römorkör sayısının doğrudan, doğrudan olmadığı durumlarda bile dolaylı olarak liman kapasitesini etkileyeceği belirtilmiştir. Konuya ilk yaklaşım römorkör sayısı az bile olsa yanaşacak gemi bellidir, açıktan bekler şeklinde olmuştur fakat konunun biraz açıklanması ile gerekenden az sayıda römorkör olmasının limanı ve müşteriyi bekleteceğini, bazen de müşterilerin başka limanlara kaçacağına dair yorumlar olmuştur. Bazen römorkör gelmemesi gibi durumlarda gemilerin limandan ayrılamayarak fuzuli işgal süresi içine dahi düştükleri olmaktadır. Bu nedenle limandaki veya bölgedeki römorkör sayısı liman kapasitesi açısından çok önemli bir kavramdır. Liman bölgeleri açısından bakıldığında römorkör konuşlanmasının da kapasite üzerinde çok büyük etkisi olduğuna yönelik yorumlar olmuştur. Kısaca römorkörün uzaktan gelmesi durumunda manevralar gecikmektedir. Bu yorumlardan anlaşılan, römorkör sayısı arttıkça manevralar hızlanacak ve liman kapasitesi de bir yere kadar artacaktır. Ancak T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nın bölgelere römorkör hizmeti verecek işletmelere minimum römorkör sayısı getirdiği öğrenilmiştir. İşletmeler bu römorkör sayısının altına inememektedirler.

İfade 8: Görüşme formundaki sekizinci soru olan "Vardiyalar arasında elleçleme hacmi arasından verim farkı bulunmaktadır" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,79 ve standart sapması 0,43'tür. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında ifadeye katılımlar yüksek olsa da, nedenlerine ve oluşumlarına dair farklı görüşler bulunmaktadır.

Kısaca vardiyalar arasında elleçleme hacmi açısından farklar bulunmaktadır. Fakat liman yönetim ve gümrük uygulamalarına, elleçlenen yükün cinsine, operasyon şekline, liman alanı yerleşimine göre bu fark bazı limanlarda gece bazı limanlarda ise gündüz vakitlerinde verimliliğin daha yüksek olacağına dairdir. Burada temel iki değişken saptanmıştır, operatör yorgunluğu ve liman sıkışıklığı. Bazı limanlar operatör yorgunluğu nedeniyle gece verimin düşeceğini belirtirken, diğerleri geceleyin trafik az olmasının, kapıda sıkışıklık olmamasının veya gece kapıda giriş çıkışların olmamasının limanın rahat çalışmasını ve verimin artmasına neden olacağını belirtmişlerdir. Tabi bu durum, limanın gece vakti tahmil mi yoksa tahliye mi yaptığına göre değişmektedir. Kısaca bundan şu anlaşılmaktadır, gece vardiyasında kapının da kapalı olmasından faydalanarak liman depolama alanı ile gemi arasında operasyon yapan limanlar operasyonlarını hızlandırabilmektedirler. Kendine ait depolama alanı bulunmayan ve supalan çalışan limanlarda gümrüklerin farklı uygulamalar ile gece giriş çıkışlarına izin verdikleri saptanmıştır.

İfade 9: Görüşme formundaki dokuzuncu soru olan "Gümrük prosedürleri liman operasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,67 ve standart sapması 0,49'dur. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Araştırmalar sırasında gümrük uygulamalarının bölgeden bölgeye değiştiği saptanmıştır. Aynı konu Türkiye Liman İşletmecileri Derneği 2011 Sektör Raporunda da bahsedilmektedir Araştırma sırasında limanlar, diğer bölgelerdeki gümrük uygulamalarının farklı olduğu belirtildiğinde şaşkınlıklarını gizlememişlerdir. Bu durum bazı limanları üzerinde avantaj diğerleri üzerinde ise dezavantaj yaratmaktadır. Gümrük prosedürlerindeki uzunluktan dolayı çoğu zaman açıkta bekleyen gemilerin beklemektense başka limanlara gittiği, dolayısıyla müşteri kayıpları yaşandığı üzerinde özellikle durulmuştur.

İfade 10: Görüşme formundaki onuncu soru olan "Liman çıkışında trafik sıkışıklıkları liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,87 ve standart sapması 0,35'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında liman dışı trafiğin kapılarda sıkışmalar yarattığı ve bunun da liman faaliyetlerini doğrudan etkilediği saptanmıştır.

İfade 11: Görüşme formundaki on birinci soru olan "Yoğun kapı operasyonları liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,80 ve standart sapması 0,41'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limanların yoğun kapı operasyonlarından kaçındıkları saptanmıştır. Birçok limanda kapı operasyonlarını azaltmak üzere çalışmalar yapılmaktadır. Buna otomatik plaka okuma gibi elektronik yatırımlar ve süreçlerdeki iyileştirmeler de dahildir. Genel kullanım içinde olan bir el terminali sistemi bulunmaktadır. Gemi acenteleri gelecek olan yükü ve dolu veya boş kamyon plakasını internet üzerinden önceden sisteme girmektedirler. Bu da kamyonun kapıdan hızlı geçişini sağlamaktadır.

İfade 12: Görüşme formundaki on ikinci soru olan "Liman aydınlatmasının yetersiz olması liman verimini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,33 ve standart sapması 0,82'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limanların çok ilgisini çeken bu ifade, limanların iyi aydınlatılması gerektiği yönünde yorumlara neden olmaktadır. Gece vardiyalarında ışıklandırmanın dozajının çok iyi ayarlanması ve her noktanın kesinlikle aydınlatılması için çok büyük yatırımlar yapan limanlar en büyük sıkıntının yatırım yapmak değil, ışıklandırma ayaklarının terminallerin ortasına gelmesi durumunda yaşandığını belirtmektedirler. Bu nedenle bazı limanlarda ışıklandırma ayaklarının nereye konumlandırılacağına dair sıkıntılar yaşandığı belirtilmiştir. Gece vardiyasında sıklıkla yorgunluk çeken operatörler için ekipmanların kendi etraflarını aydınlatmalarının yetersiz olduğu, operatörlerin daha uzak mesafeleri de rahatlıkla görmek istedikleri, operatörün rahat çalışamamasının liman verimliliğini düşüreceği üzerinde özellikle durulmuştur.

İfade 13: Görüşme formundaki on üçüncü soru olan "Operasyonel organizasyon yapısı (şeması) liman verimliliğini etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,80 ve standart sapması 0,41'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında operasyonel organizasyon yapısının liman verimliliği üzerinde çok büyük bir etkisi olduğunu, karmaşık bir organizasyon yapısının sorun çözmede yetersizlikler yaşadığı bunun da liman verimliliğini düşürdüğü yönde yorumlar yapılmaktadır.

İfade 14: Görüşme formundaki on dördüncü soru olan "Karar alma süreci liman faaliyetlerini etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,80 ve standart sapması 0,41'dir Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limanlarla ilgili verilmesi gereken her türlü kararın, karmaşık bir karar alma süreç yapısı içerisinde gecikmelere neden olmasına, karar almadaki gecikmelerin de liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemesine değinilmektedir.

İfade 15: Görüşme formundaki on beşinci soru olan "Saha'nın fiziki unsurları liman verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 5 tir bu nedenle ifade kesin olarak desteklenmektedir. Görüşmeler sırasında hiç şüpheye bırakılmayacak şekilde sahadaki her türlü fiziki yetersizliğin liman verimliliğini doğrudan etkilediği, hatta liman kapasitesini liman fiziki koşullarının belirlediği üzerinde durulmuştur. Liman yatırımlarının standartlaştırılamayarak mevcut konum özelliklerine göre yapılan liman inşaatlarındaki kusurlar bir yana, liman inşaatları sırasında hatalı yapılmış yapılar da liman verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Örnek olarak, genel yük için inşa edilen bir limanın, konteyner yüküne dönmesi ile, mevcut ekipmanlarına rağmen saha beton kalınlığı kurtarmadığı için 3 katlı istifden daha yukarı çıkamadıkları belirtilmiştir. Bunun yanı sıra özellikle konteyner yükleri için istif alanlarının kesin bir düzlükte olması gerekmektedir, düz olmayan zemin yapısı konteyner istiflerinde intizamı bozarak konteyner aralarının açılmasına neden olmaktadır. Bunun yanısıra gemi manevrasını zorlayacak şekilde tasarlanan yanaşma yeri tasarımları, tüm limana hizmet veremeyecek boyutta tasarlanan liman kapıları, liman içi yolların ve yanaşma yerlerinin darlığı, trafiğin en hızlı akması gereken yerde limana ait bir bina bulunması, limandaki istasyonlar arası mesafeler limanların fiziki unsurlar nedeniyle yaşadıkları verimsizliklerin başında gelmektedir.

İfade 16: Görüşme formundaki on altıncı soru olan "İşgücü eğitiminin yeterli olmaması liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,40 ve standart sapması 0,65'dir. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında Türk özel limanlarında çalışan bir grup çekirdekten yetişme olarak tabir edilebilecek operatörün varlığı limanlarının limanları memnun ettiği öğrenilmiştir. Yurt dışı

örneklerine göre yüksek performans ile çalışabilen bu operatörlerin varlığı limanları memnun etmektedir. Ancak limanlar gelecek nesillerdeki operatörlerin yetişmesine yönelik endişeler yaşamakta, operatör eğitimine yönelik çalışmaların olmasını arzulamaktadırlar. Bunun yanı sıra liman işletmelerinde kullanılacak diğer işgücünde sıkıntı yaşadıklarını belirtmektedirler. Bunun nedeni limanların karmaşık süreçlerinin öğrenilmesinin uzun süren, öğretilmesinin de zor olmasıdır. Bunun nedenleri arasında her limanın kendine ait bir yapısının bulunmasıdır. Türk özel limanları arasında tamamen kendi süreçlerini ve yöntemlerini oluşturmuş limanlar tespit edilmiştir. Bu limanlar işgücünü dışarıdan temin etmek istememekte, kendi bünyelerinden en alt kademelerden başlayarak yükselmelerini istemektedirler. Bu nedenle liman işletmeleri yetişmiş işgücü sıkıntısı yaşamaktadır ve bunun da liman faaliyetlerini olumsuz yönde etkilediğinden bahsedilmektedir.

İfade 17: Görüşme formundaki on yedinci soru olan "Acentelerden gelen eksik bilgi liman verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 4,93 ve standart sapması 0,26'dır. Bu veriler ışığında uzmanların bu ifadeyi destekledikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında limanların yaşadıkları kontrol edilemez problemlerin başında acentelerden gelen yanlış bilgiler bulunmaktadır. Tamamen planla üzerine çalışan liman operasyonları yanlış bir bilginin düzeltilmesi ile çok vakit kaybetmektedirler. %80 doluluk ve 4+1 istif katı yüksekliğinde çalışan bir konteyner terminalinde acentenin yanlış bilgilendirilmesi nedeniyle en altta ve ortada kalan bir konteyner buna örnek olarak gösterilebilir. %80 doluluk konteyner istifi için sınır değerdir. Bu durum istifin neredeyse elleçlenemeyecek kadar kitlenmesi anlamına gelmektedir. Böyle bir durumda en altta kalan konteynerin çok fazla zaman kaybına neden olduğunu belirten katılımcılar, böyle bir operasyonun limanın tüm işleyişini bozduğunu ve verimliliği çok düşürdüğünü belirtmektedirler. Bunun yanı sıra acentelerden gelen eksik bilgiler arasında gemi ile ilgili bilgiler de yer almaktadır. Liman operasyonlarını aksatan bu tip eksik bilgilendirmeler limanlar üzerinde çok büyük bir sıkıntı yaratmaktadır.

İfade 18: Görüşme formundaki on sekizinci soru olan "Gemi kaynaklı gecikmeler liman kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir" ifadesine verilen yanıtların ortalaması 3.53 ve standart sapması 0.85'dir. Bu veriler ışığında

uzmanların bu ifadeyi desteklemedikleri tespit edilmiştir. Görüşmeler sırasında gemilerin yola elverişli olamaması durumunda limandan ayrılamayacağına dair bir yorum yapılmıştır. Ancak bu sorunun gemiyi açığa almak gibi yöntemler ile çözülebileceği belirtilmiştir.

5.13.6. Nicel Araştırma Süreci Bulgularının Bir Arada Değerlendirilmesi

Öncelikle şunu belirtmek gerekir ki, bu çalışma ile amaç hiçbir zaman limanları birbirleri arasında kıyaslamak veya yarıştırmak olmamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi limanların öncelikleri bulunmaktadır ve bu öncelikleri arasında yüksek etkinlik ve verimlilik olmayabilir.

Karataş Çetin'in (2010) de çalışmasında belirttiği gibi limanların en önemli öncelikleri karlılıktır. Buna kapasite açısından bakılacak olursa limanlar için karlılığı maksimum seviyede olarak optimum oranda bir kapasite yaratabilmek önceliklerinden biridir.

Ancak kendini geliştirmek isteyen bir liman mutlaka etkinlik ve verimlilik analizlerini, kendilerini en doğru yönde yönlendirecek şekilde yapmalı, yönetim kararlarını bu analizlere göre vermelidirler.

Kapasite ve VZA analizleri sonucu elde edilen etkinlik ve verimlilik çıktıları Tablo 37'de görülmektedir.

Tablo 37: Konteyner \ Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri Kapasite ve VZA Temelli Etkinlik ve Verimlilik Çıktıları

Liman Adı	Yanaşma Yeri Verimliliği (%)	Yük Elleçleme Etkinliği (%)	Liman Göreceli Etkinliği
K1	58.23	69.88	100
K2	53.29	60.91	100
K3	40.77	64.83	87.4
K4	27.14	49.62	68.9
K5	56.54	66.02	85.4
K6	36.25	48.25	92.5
K7	61.86	72.08	99.1
K8	25.06	84.08	100
K9	20.76	50.81	89.2
K10	20.23	26.95	57.2
K11	1.24	4.67	6.5
K12	45.13	81.89	100
K13	25.23	49.71	65.2
G1	36.62	62.38	90.9
G2	59.45	77.29	100
G3	42.53	51.03	100
G4	15.40	33.24	57.8
G5	27.41	38.38	64.6
G6	34.37	46.40	64.3
G7	53.25	63.90	88.6
G8	43.00	62.35	100
G9	35.76	77.29	96.8
G10	20.74	46.47	59
G11	65.55	73.41	100
G12	44.13	64.86	100
G13	34.82	37.61	70
G14	21.04	60.94	80.5
G15	58.93	81.32	100
G16	52.84	73.24	100
G17	50.38	70.80	100
G18	24.11	30.54	81.9
G19	48.64	60.81	76.5
G20	16.37	21.94	27.7
G21	42.44	43.92	91.2
G22	26.73	87.90	36.3
G23	8.09	28.13	34.6
G24	61.19	64.86	89.3
G25	18.17	35.16	45.6
G26	11.64	13.14	29.2
G27	35.96	64.24	79
G28	8.21	11.67	14.9

Nicel araştırma sürecinde elde edilen çıktılar incelendiğinde öncelikle dikkat çeken, verimlilik, etkinlik ve göreceli etkinlik çıktılarının sıra ile birbirlerinden yüksek çıkmalarıdır. En düşük değerin verimlilik ölçümü olmasının nedeni, limanların mevcut altyapı yatırımları ile elde ulaşabilecekleri en yüksek kapasiteler bazında bir ölçüm olmasıdır. Bu koşullar limanlar tarafından, vinç kiralaması, gemi vinci kullanması, yeni yatırımlara gitmesi gibi birçok yöntem ile sağlanabilecektir. Özellikle hurda demir yükleyen birçok limanın gemi vinci kullanıyor olması da bu koşulları destekler niteliktedir.

Etkinlik analizlerinin daha ulaşılabilir bir teorik kapasite ölçümü ile elde edilmiş olması, etkinliklerin her zaman için verimliliğin üstünde çıkmasına neden olmaktadır. Bu olgu Ross'un (1981) tanımına da uymaktadır. Limanların operasyonlarındaki başarıyı gösteren asıl ölçüt de etkinlik analizleridir. Bu nedenle etkinlik ve verimlilik analizi sonuçlarının paylaşıldığı limanlarda, verimlilik ölçümleri yöneticilerin daha çok ilgisini çekerken, etkinlik analizleri özellikle liman operasyon müdürlerinin dikkatini cezbetmektedir.

Göreceli etkinlik analizleri çoğu çalışmada limanları birbirleri ile kıyaslamak için kullanılmaktadır. Bu çalışma sırasında VZA metodunun göreceli yapısı öncelikli değildir. Çalışma kapsamında VZA'nın asıl tercih edilme nedeni, VZA sayesinde kapasite analizi formülasyonlarına dahil edilemeyen personel sayısı ve depolama alanı değişkenlerinin, kapasite analizleri ile beraber rakamsal bir etkinlik ölçütüne dönüşmesidir. Çalışma, veri zarflama analizinin bu şekilde kullanılmasına yönelik bir ilktir.

Verimlilik, etkinlik ve göreceli etkinlik sonuçlarının beraber kullanılması, liman performansı olarak adlandırdığımız etkinlik ve verimlilik başarıları ile ilgili fikir vermektedir. Bir limanın sadece çok verimli veya çok etkin olması çok önemli değildir. Bütün ölçütler bir arada ne anlama geliyor ona bakılmalıdır. Bu nedenle dört ayrı uygulamadan oluşan nicel araştırma çıktılarının arada ele alınmasında fayda vardır.

Terminallerde verimlilik ile etkinlik arasındaki fark, terminal altyapı yatırımları ile ekipman yatırımlarının birbirleri ile ne kadar orantılı olduğunu açıklamaktadır. Bir limanın verimliği çok düşük, bunun yanında etkinliği nispeten yüksek ise, terminal elindeki ekipmanları oldukça etkin kullanmakta, fakat yeterince

ekipmana sahip olmadığı anlamına gelir. Verimlilik analizinde depolama kapasitesinin göz ardı edilmesinin bir faydası da budur. Çünkü depolama alanları VZA analizlerine eklenmiştir, dolayısıyla bahsettiğimiz verimliliği düşük ve etkinliği yüksek liman depolama veya işgücü kısıtları nedeniyle VZA karşılaştırmalarında üst sıralarda yer alabilir. Bu durumda düşük verimlilik ile çalışan liman, yanaşma yeri uzunluğuna göre az sayıda ekipmana sahip olan, elindeki ekipmanları etkin bir şekilde kullansa bile, rakiplerine göre küçük bir depolama alanına veya düşük sayıda kadrolu personele sahip olan bir liman anlamına gelmektedir. Depolama alanı veya kadrolu personel sayısının düşük olması yönündeki yorum, terminalin, verimlilik ölçümlerinde çok da üst sıralarda yer almazken, VZA analizi sonrasında üst sıralara taşınmasından dolayıdır. VZA analizi girdi değişkenleri olarak, liman teorik yük elleçleme kapasitesi, teorik gemi kabul kapasitesi, depolama alanı ve kadrolu personel sayıları'nın kullanıldığı düşünüldüğünde, limanın elleçlenen toplam TEU karşısında, rakiplerine göre başarılı sayılması için girdi fonksiyonlarından birinin veya birkaçının düşük olması gerekir,. Etkinlik ölçümlerinin çok düşük olmadığını bildiğimize göre de depolama alanı veya işgücünde bir kısıt olması gerekmektedir.

Bu durumda daha ayrıntılı bir inceleme için kısmi verimlilik analizlerine göz atmak gerekir. Bu durumda bir seçenek, liman depolama alanının diğer limanlara göre daha küçük olmasıdır. Diğer bir seçenek ise personel sayısının, yük elleçleme hacmine göre diğer limanlar arasında düşük bir sayıda kalmasıdır. Tabi bu ikisinin bir arada olduğu koşullar da mümkündür. Kısmi verimliliklerin incelenmesi ile elde edilebilecek bir depolama alanı veya işgücü ölçütü sıralaması, konu ile ilgili daha derinlemesine bir fikir verecektir.

Konuya açıklık getirmek için, bir örneği ele alalım. K1 limanı verimliliği %58.23, etkinliği ise %69.88'dir. Bu iki performans ölçümü arasında %16.6 lık bir fark vardır ki bu diğer limanlar tüm limanlar arasında çok iyi bir değerdir. Bu %16.6 lık değer bize K1 limanının yanaşma yeri ekipmanlarına doğru bir şekilde yatırım yapmış olduğunu, ama kendini geliştirebileceğini göstermektedir. Ancak unutulmaması gereken, her zaman için liman etkinliğini ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyen dış faktörlerin limanlar üzerinde statik bir verimsizlik yaratacağıdır.

K1 limanının %69.88 lik bir seviye ile K7 ile K8'in gerisinde kalmaktadır. Bu koşullar altında sadece etkinlik analizleri yapılsaydı K7 limanının K1 limanından daha iyi çalıştırıldığı söylenebilirdi. Verilerin tekrar incelenmesi ile K1 göreceli etkinlik çıktısının 100, Gemport'un ise 99.1 olduğu dikkati çekmektedir. Bunun iki anlamı olabilecektir:

a. Depolama alanları K1'in darboğazıdır. Her ne kadar elleçleme kapasitesi yüksekse de, düşük depolama alanı nedeni ile K1 VZA analizi ile sınır değer 100'e ulaşmıştır. Bu %100 etkin anlamına gelmemektedir. Sadece bulunduğu bölge ve koşullar altında, diğer limanlarla da kıyaslanacak olursa, en iyi performansı gösterdiği anlamına gelmektedir. Bu da sadece göreceli bir etkinlik analizi olan VZA sayesinde ölçülebilmektedir.
b. K1, işgücünü K7'den daha etkin bir şekilde kullanmaktadır. Bu teoriyi desteklemenin ise tek bir yolu vardır. O da kısmi verimlilik analizlerini incelemektir. Nicel çalışmaların ilk aşaması olan kısmi verimlilikler incelenecek olursa K1 her bir kadrolu personeli başına 5,619 TEU yük elleçlerken K7 her bir kadrolu personeli başına 1,446 TEU yük elleçlemektedir. Böylece şüpheye yer bırakmayacak şekilde K1 ile ilgili etkinlik ve verimlilik değerlendirmesi yapılmıştır.

Özetlenecek olursa, nicel araştırma çıktıları bize K1 ile ilgili şunu anlatmaktadır; K1, yanaşma yeri ile vinçleri arasında darboğaz yaratmayacak şekilde yatırımlarını yapmış, depolama alanının darboğaz yarattığı, ancak depolama alanını yüksek istif katı sayısı ile ve işgücünü verimli bir şekilde kullanarak bu açığını kapatan, bulunduğu coğrafi, sosyal, politik, ekonomik ve ticari koşullar altında diğer limanlara göre de oldukça başarılı çalışan bir liman operasyon sistemine ve yönetimine sahiptir.

Bu yorumun güvenirliğini araştırmak için saha araştırması yapılacak olursa gözlenen şu olacaktır; K1, bulunduğu coğrafi konumun ve yük elleçleme ekipmanlarındaki hızın ve büyüklüğün, yanaşma yer uzunluk ve derinliklerinin de avantajı ile transit konteyner elleçlemesine ağırlık vermektedir. Transit yük, ithalat ve ihracat işlemlerindeki gibi belirsiz değil, her bir kutuya kadar planlama ile çalışan bir yük çeşididir. Üçüncü bölümde de anlatıldığı gibi köprü vinçleri ile yapılan

istifler sırasında normal koşullar altında %80 doluluğun üstü kitlenmek anlamına gelmektedir. Ancak transit yük operasyonları tam planlama ile ilerlediği için konteyner istif sahaları en son kata kadar doldurulabilmektedir. K1 limanı da bu avantajdan faydalanmaktadır. Bu nedenle depolama alanı kısıtına rağmen başarılı bir limandır. Araştırma kapsamında düzenlenen dört farklı nicel analiz çıktıları bu nedenle hep beraber ele alınması gereken, bir bütün halinde çok daha anlamlı çalışan çıktılardır.

SONUÇ

Küresel çaptaki endüstriyel ve ekonomik faaliyetlerin ve ülkeler arasındaki işbirliklerinin gelişmesi taşımacılığın ve dolayısıyla küresel tedarik zincirinin gelişmesine neden olmuştur. Bünyesinde bulundurduğu çeşitli avantajlar ile denizyolu taşımacılığı da, bu gelişim sürecinden olumlu yönde etkilenmiş ve birçok ürün için vazgeçilmez hale gelmiştir.

Küresel tedarik zincirinin ve denizyolu taşımacılığın düğüm noktası ise ticari yük limanlarıdır. Liman performanslarında yaşanabilecek en ufak bir kayıp, tüm küresel tedarik zinciri operasyonlarının aksamasına veya düşük performans ile çalışmasına neden olacaktır. Bu nedenle, ticari yük limanları, kaynaklarının verimli ve etkin kullanımı açısından kendilerini geliştirmek ve performanslarını ölçmek zorundadırlar.

Limanların kendi potansiyellerini belirlemeleri için sadece göreceli olarak değil, kendi bünyeleri içinde de etkinlik ve verimlilik ölçümleri gerçekleştirmeye ihtiyaçları vardır. Geçerli ve güvenilir bir etkinlik ve verimlilik ölçümü için yine geçerli, güvenilir ve farklı kişiler tarafından düzenlenen uygulamalarda aynı sonucu verecek şekilde basamakları açıklanmış kapasite analiz yöntemlerinin belirlenmiş olması gerekmektedir.

Literatürde saptanan liman etkinlik ve verimlilik ölçüm başlıkları çoğunlukla iktisadi yaklaşımlar ile liman etkinliklerinin birbirleri arasında göreceli olarak hesaplanmasına dayanmaktadır. Bu yöntemin kullanılması, aynı politik, sosyal, ekonomik koşullar altında, aynı veya çok benzer ekipmanlar ile elleçleme yapan konteyner terminalleri için uygun olarak görülmektedir. Bu durumda girdi değişkenleri olarak liman alanı, yanaşma yeri uzunluğu, elleçleme ekipman sayısı gibi çok genel kavramların kullanılmasının kolaylığı, birçok limanın bir arada ölçüm yapılmasını cazip hale getirmektedir. Genel ve kuru dökme yük terminallerinde ise karmaşık ve çok çeşitli operasyon süreçleri verilerin standartlaştırılamamasına neden olmaktadır ve bu nedenle bu güne kadar VZA analizi uygulanmamıştır.

Türk özel limanları etkinlik ve verimlilik analizlerindeki başlıca sorunlardan biri, belli bir yükte ihtisaslaşmış liman sayısının az olmasıdır. Limanların çoğu konteyner, genel ve kuru dökme yük ve diğer yük çeşitlerini bir arada

elleçlemektedir. Birçok yük grubunun bir arada elleçlendiği terminallerde etkinliğini ve verimliliğini kesin sayılar olarak ortaya koymakta iktisadi göreceli etkinlik analizleri yetersiz kalmakta veya yanıltıcı sonuçlar doğurmaktadır.

Birçok yükü bir arada elleçleyen limanlar için geçerli ve güvenilir bir etkinlik ve verimlilik analizine ihtiyaç duyulması temelde bu çalışmanın oluşmasına neden olmuştur. Çalışma neticesinde akademik araştırmacılar, planlamacılar, liman yöneticileri ve gemi acenteleri gibi liman etkinlik ve verimlilikleri ile ilgili bilgi edinmek isteyen birçok tarafın uygulayabileceği, uygulama aşamaları net olarak tanımlanmış ve sadece konteyner değil, tüm yükleri elleçleyen limanlara uygulanabilecek bir model geliştirilmiştir. Modelin uygulama basamakları şöyledir:

- **Birinci Basamak:** Liman kısmi verimliliklerinin ölçümü
- **İkinci Basamak:** Maksimum kapasitenin ölçümü ile liman verimliliğinin saptanması
- **Üçüncü Basamak:** Teorik kapasitenin ölçümü ile liman etkinliğinin saptaması
- **Dördüncü Basamak:** Hesaplanan teorik kapasitelerin, personel sayılarının ve depolama alanlarının girdi fonksiyonu olarak kullanıldığı göreceli etkinlik analizi.

Tüm bu çıktıların ölçülmesinin ardından verilerin bütünleşik analizi ile liman etkinlik ve verimlilikleri ile ilgili olarak:

- Liman yanaşma yerlerinin verimli kullanımı,
- Ekipmanların etkin kullanımı,
- Yanaşma yerlerinde kullanılan ekipmanların yanaşma yeri ile orantılı yatırımı,
- Depolama alanı kapasite darboğazları,
- Liman personel sayısı darboğazları,
- Mevcut kaynaklar ile erişilebilecek yük elleçleme kapasiteleri,
- Yönetim etkinliği ve yöneticilerin öncelikleri,
- Bölgesel verimsizlik ve etkinsizlik kaynaklarının liman etkinlik ve verimlilikleri üzerindeki etkisi

vb. gibi konularda yorumlar ve ayrıntılı analizler yapılabilmektedir.

Verimlilik, etkinlik ve göreceli etkinlik sonuçlarının beraber kullanılması, liman performansı olarak adlandırdığımız etkinlik ve verimlilik başarıları ile ilgili fikir vermektedir. Bir limanın sadece çok verimli veya çok etkin olması çok önemli değildir. Bütün ölçütler bir arada ne anlam ifade ettiğine bakılmalıdır. Bu nedenle dört ayrı uygulamadan oluşan nicel araştırma çıktılarının bir arada ele alınmasında fayda vardır.

Terminallerde verimlilik ile etkinlik arasındaki fark, terminal altyapı yatırımları ile ekipman yatırımlarının birbirleri ile ne kadar orantılı olduğunu açıklamaktadır. Bir limanın verimliliği çok düşük, bunun yanında etkinliği nispeten yüksek ise, terminal elindeki ekipmanları oldukça etkin kullanmakta, fakat yeterince ekipmana sahip olmadığı anlamına gelebilir. Verimlilik analizinde depolama kapasitesinin göz ardı edilmesinin bir faydası da budur. Çünkü depolama alanları VZA analizlerine eklenmiştir.

Verimliliği düşük ve etkinliği yüksek limanlar, depolama veya işgücü kısıtları nedeniyle VZA karşılaştırmalarında üst sıralarda yer alabilirler. Bu durumda kısmen daha düşük verimlilik ile çalışan liman, yanaşma yeri uzunluğuna orantılı olarak az sayıda ekipmana sahip olan, elindeki ekipmanları etkin bir şekilde kullanan, rakiplerine göre küçük bir depolama alanına veya düşük sayıda kadrolu personele sahip olan bir liman anlamına gelmektedir.

Depolama alanı veya kadrolu personel sayısının düşük olması yönündeki yorum, terminalin, etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde çok da üst sıralarda yer almazken, VZA analizi sonrasında üst sıralara taşınmasından dolayıdır. VZA analizi girdi değişkenleri olarak, liman teorik yük elleçleme kapasitesi, teorik gemi kabul kapasitesi, depolama alanı ve kadrolu personel sayılarının kullanıldığı düşünüldüğünde, limanın elleçlenen toplam TEU karşısında, rakiplerine göre başarılı sayılması için girdi fonksiyonlarından birinin veya birkaçının düşük olması gerekir. Etkinlik ölçümlerinin çok düşük olmadığını bildiğimize göre de depolama alanı veya işgücünde bir kısıt olması gerekmektedir.

Bu durumda daha ayrıntılı bir inceleme için kısmi verimlilik analizlerine göz atmak gerekir. Bu durumda bir seçenek, liman depolama alanının diğer limanlara göre daha küçük olmasıdır. Diğer bir seçenek ise personel sayısının, yük elleçleme hacmine göre diğer limanlar arasında düşük bir sayıda kalmasıdır. Tabi bu ikisinin

bir arada olduğu koşullar da mümkündür. Kısmi verimliliklerin incelenmesi ile elde edilebilecek bir depolama alanı veya işgücü ölçütü sıralaması, konu ile ilgili daha derinlemesine bir fikir verecektir.

Şunu da unutmamak gerekir ki, maksimum kapasitesini doğru ekipman yatırımları ile doldurmayan limanlar, diğer limanlara göre daha boş alanlarda çalışmalarından dolayı daha yüksek etkinlik değerlerini kolaylıkla sağlayacaklardır. Liman operasyonlarında asıl zorluk, verimlilik ve etkinliğin birbirine yakın olduğu ve ekipmanlar tarafından elleçlenen yükün, tüm liman alanını meşgul eder haliyle yüksek bir etkinlik ve verimlilik değerine sahip olmaktır. Bu kapsamda sadece verimlilik veya sadece etkinlik ölçmek, ölçümler özel bir amaç ile yapılmıyor ise, limanlar ile ilgili yanıltıcı sonuçlara ulaşmaya neden olacaktır.

Tüm sonuçlar göz önüne alındığında liman yöneticileri hangi konular üzerinde verimsizlik ve etkinsizlik araştırmaları yapmaları gerektiği konusunda kolayca yol haritası çizebileceklerdir.

Modelin geliştirilmesinin ardından geçerliliğinin ve güvenilirliğinin saptanarak limanlarda uygulanabilir bir yöntem olup olmadığının tespiti için 31 farklı limanın toplam 43 terminalinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin sonucunda elde edilen veriler yorumlanarak limanların kendisine ve liman uzmanlarına yorumlar ve veriler gösterilerek modelin geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiştir. Böylece Pride ve Ferrell'in (1989) "bir araştırma tekniği, birbirini izleyen tekrar edilen araştırmalarda hemen hemen aynı sonuçları veriyorsa güvenirliğe sahiptir" (Mucuk, 2010) tanımı sağlanmış olmaktadır.

Liman verimlilik ve etkinliğini etkileyen ancak sayısallaştırılamayan iç ve dış faktörlerin tespiti için literatür taramaları sırasında ortaya çıkan faktörler, uzman görüşleri ile beraber, beşli likert tipi ölçeğe sahip bir görüşme formu hazırlanmak için kullanılmıştır. Bu görüşme formu üzerinden on dört liman ile yapılandırılmış görüşmeler düzenlenmiştir. Görüşmeler sırasında alınan cevaplar şu şekilde özetlenebilecektir:

- Operasyonları sırasında birden fazla vinç ataması yapılması gereken büyük ölçekli gemilerde vinçlerin birbirlerine olan mesafeleri ve iskele genişlikleri nedeniyle bir çatışma (sıkışma) oluşacaktır. Bu

sonucun teorik kapasite ölçüm formülasyonu içinde vinç çatışma katsayısı olarak sayısallaştırılması mümkündür.

- Limanlarda yük kabul ve teslim için bir yer ayrılmasının liman iç sıkışıklıklarını gidererek liman etkinliğini ve verimliliğini arttıracaktır.
- Kamyonların liman alanına gelişlerinin bir düzene oturamamasından dolayı bir TIR parkı, sıkışıkları gidererek verimliliği arttıracaktır.
- Limanlardan supalan olarak çekilen yükler gümrük uygulamaları, yol sıkışıklıkları, nakliyeci yetersizlikleri nedeniyle liman etkinliğini ve verimliliğini düşürmektedir. Bu sorunlara liman işletmeri ve gümrükler arasında koordinasyonların sağlanması ile, bazı bölgelerdeki gümrük uygulamaları sayesinde çözüm bulunmaya çalışılmaktadır.
- Çok iyi bir demiryolu ve karayolu altyapısı ile desteklenecek bir lojistik üst, kanıtlanması zor bile olsa, limanlar üzerindeki iş yükünü azaltarak etkinliği ve verimliliği arttıracaktır.
- Liman otomasyon sistemleri liman etkinliği ve verimliliğini arttırmaktadır. Bazı durumlarda en iyisi limanın kendi özelliklerine uygun olarak geliştirilmiş bir yazılımın varlığıdır.
- Gemilere hizmet verecek deniz römorkörlerinin az sayıda olması liman etkinliği ve verimliliğini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir.
- Çok çeşitli etkilerden dolayı vardiyalar arasında elleçleme hacimleri açısından verim farkı bulunmaktadır. Bu fark operatör kaynaklı olabildiği kadar, liman iç ve dış trafiğinin sıkışıklığı nedeniyle de olabilmektedir. Bazen trafik azlığı nedeniyle geceleri daha hızlı çalışabilen limanlar, bazen de operatör yorgunluğu ve gümrük uygulamalarındaki yetersizlikler nedeniyle yavaşlayabilmektedir.
- Gümrük prosedürlerindeki yavaşlıklar ve uygulama yetersizlikleri liman etkinliğini ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyen en büyük nedendir. Bu olumsuzluk genel ve kuru dökme yük terminallerinde

daha büyük bir etki ile görülmektedir. Farklı bölgelerdeki gümrüklerde farklı uygulamalar bulunmaktadır.

- Liman iç trafiği kadar liman dışındaki trafik sıkışıklıkları da liman etkinliğini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Özellikle otomasyona sahip olmayan limanlarda kapıda yaşanan yavaşlamalar tüm liman etkinliğini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Limanlarda aydınlatmanın yetersiz olması, operatör üzerindeki baskıyı ve kaza riskini arttırarak liman veriminin ve etkinliğinin düşmesine neden olmaktadır.
- Operasyonel organizasyon şemasındaki karışıklıkların ve limanlardaki karar alma süreçlerinin karmaşıklığı limanlarda etkinliği ve verimliliği düşürebilmektedir.
- Beton kalınlığı, depolama alanlarının düzlüğü, iç yolların uzunluğu, yanaşma yerindeki kırıklıklar, istasyonların arasının uzak olması gibi tüm fiziki yetersizlikler liman etkinliğini ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Operatör yetersizlikleri liman etkinliğini ve verimliliğini etkilemektedir. Günümüzde operatör yetersizliği ile ilgili ciddi bir sorun yaşanmasa da konunun ele alınarak tüm limanlarda çalışabilecek nitelikte operatörlerin eğitimleri için bir sistem geliştirilmesi gerekmektedir.
- Liman etkinliğini ve verimliliğini etkileyen en önemli nedenlerden biri gemi acentelerinden gelen eksik ve yanlış bilgilerdir.

Çok genel bir tanımlama ile, limanlarda yük kabul, teslim ve TIR parkı için biryer ayrılmamış olması, lojistik üstlerin eksikliği veya varlığı, supalan yükler, gümrük prosedürleri, otomasyon sistemleri, deniz römorkörü sayısı, operatör yetersizlikleri, liman trafiği, limanlarda aydınlatmanın yetersiz olması, organizasyon yapısı ve karar verme süreçleri ve acentelerden gelen eksik ve hatalı bilgiler, yapılan görüşmeler neticesinde sayısallaştırılamayan liman etkinlik ve verimlilik faktörleri olarak tespit edilmiştir.

Yukarıda bahsedilen tüm faktörler aynı zamanda birer yatırım ve gelişim faktörleridir. Sayısallaştırılamayan faktörler konusunda yapılan tüm çalışmalar limanlara etkinlik ve verimlilik olarak geri dönecektir. Limanların etkinlik ve verimlilik seviyelerini yükseltmeleri için bürokratik destekler de alarak, bölgesel ve limanlar bazında çalışmalar yapmalarında fayda vardır. Aksi halde her zaman için ölçülen etkinlik ve verimlilik seviyelerinin çok altında kalacaklardır.

a. Çalışmanın Limancılığa ve Bilime Katkısı:

Bu çalışma öncelikli amacına yönelik olarak birçok araştırmacı, yönetici, kreditör, planlamacı, liman kullanıcıları ve karar verme birimleri için uygulaması açık bir şekilde tanımlanmış geniş kapsamlı bir liman etkinlik ve verimlilik ölçüm modeli sunmaktadır. Bahsi geçen taraflar, geliştirilen yöntemlerin tümünü veya amaçlarına yönelik olarak bir kısmını seçerek limanları ile ilgili ayrıntılı verimlilik, etkinlik, kapasite ve darboğaz kavramlarını araştırabileceklerdir.

Örnek olarak bir kreditör veya liman yöneticisi açısından tüm araştırma basamaklarının bir arada kullanılması önemli olarak görülürken, bir operasyon müdürü açısından liman etkinlikleri, bir bölgesel liman planlamacısı için ise sadece liman verimlilikleri önem arz edebilecektir.

Literatürde saptanan birçok araştırmada konteyner terminallerinin göreceli etkinliği analiz edilmektedir. Hem konteyner terminallerinin, hem genel ve kuru yük terminallerinin, hem de bu ikisi dahil olmak üzere tüm yükleri elleçleyen terminallerin verimlilik ve etkinlik analizleri literatürde ilk defa yapılmıştır.

Çalışma kapsamında geliştirilen kapasite ölçüm metodolojisi ve algoritması, farklı uygulayıcıların her seferde aynı sonuçlara ulaşmasını sağlayacak güvenilir sonuçlar doğuracaktır.

Yukarıda bahsedilen faktörler dışında, bu çalışma aşağıdaki faktörler ile de liman işletmeciliğine ve denizcilik bilimine katkılarda bulunmaktadır:

Çalışma kapsamında vinç çalışma etkinlik katsayısından bahsedilmiş ve ilk defa Türk özel limanları için bir katsayı hesaplanmış, yöntemi de sunulmuştur (EK 4).

- Çalışma kapsamında ilk defa gemi başına boşaltılan yük doğrudan teorik kapasite analizlerine eklenmiştir. Bu sayede kapasite ölçümlerine hinterland faktörü ve coğrafi etkiler de eklenmiştir.
- Çalışma kapsamında ilk defa Türk limanları için genel bir pik faktörü hesaplanarak formülasyona eklenmiştir.
- Çalışma kapsamında ilk defa Türk limanları için mevcut yük profiline göre ikiz konteyner ataçmanının yarattığı performans artışı araştırılarak kapasite formülasyonlarında kullanılmıştır.
- Çalışma kapsamında ilk defa operasyon müsaade ek süreleri kapasite formülasyonlarında yer bulmuştur.
- Çalışma kapsamında ilk defa vinç çatışma katsayısının Türk özel limanlarındaki varlığı mülakatlar ile tespit edilmiştir.
- Çalışma kapsamında ilk defa liman kapasite ölçümleri için bir algoritma üretilmiştir.
- Çalışma kapsamında T.C. Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması'nda da kullanılan yöntem, parça eşya birim ağırlıkları da eklenerek ve ölçüm süreci üretilen algoritmadan geçirilerek geliştirilmiştir.
- Veri zarflama analizinde, girdi faktörleri olarak tam kapsamlı bir şekilde ölçülen elleçleme verimliliği ve gemi kabul verimliliği ilk defa bu çalışma kapsamında kullanılmıştır.

Nicel araştırmalar sonucu elde edilen etkinsizlikler, Türk özel limanları etkinlik ve verimlilikleri için nitel araştırmalar ile ilk defa sayısallaştırılamayan iç ve dış faktörlerin tespitine yönelik bir çalışma olarak düzenlenmiştir. Bu faktörler içinde yer alan "limanlardaki aydınlatma düzeyinin az ve yetersiz olmasının liman verimlilik ve etkinliği üzerinde olumsuz etki yaratacağı" saptaması, literatürde daha önce üzerinde durulmayan, ilk defa bu çalışma ile belirlenen bir faktördür.

Bunun yanı sıra liman verimlilik, etkinlik ve kapasite kavramlarının daha iyi anlaşılabilmesi için ikinci bölümde liman performansı verimlilik, etkinlik ve diğer olmak üzere üçe ayrılmış, etkinlik ve verimlilik ölçüm yöntemleri mühendislik, kısmi ve iktisadi olmak üzere sınıflandırılmıştır. Benzer bir sınıflandırılmaya literatürde rastlanmamıştır.

Benzer bir sınıflandırma ve tanımlama ise kapasite için yapılmıştır. Literatürde, kapasite türlerinin ve açıklamalarının bu kadar kapsamlı bir şekilde yapıldığı bir kaynağa rastlanamamıştır.

Keşifsel araştırmalar sonucunda, bazı değişikliklerin yapılması ile endüstrinin farklı alanlarına da uygulanabilecek örnek bir metodoloji geliştirilmiştir. Bir işletmenin verimlilik ve etkinliği ile ilgili bilgi sahibi olmak için sıkça kullanılan iktisadi göreceli etkinlik ölçümlerinin yerine, çalışma kapsamındaki gibi daha geniş kapsamlı bir analiz, çoğu endüstri dalında da kendine yer bulacaktır.

b. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler:

Bu çalışma ile, kapasite ölçümlerinin limanlarda etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde en doğru yaklaşım olduğu ispatlanmıştır. Kapasite ölçümleri gün geçtikçe geliştirilen formül ve yöntemlerdir. Çalışmanın kısıtlarını oluşturan şu konularla ilgili nicel araştırmalar sonucu elde edilen katsayıların formülasyona eklenmesi, daha çok değişkenin formülasyonlarda yer almasını sağlaması nedeniyle hata payını azaltacaktır:

- Otomasyon sistemlerinin kapasite üzerindeki etkisi,
- Supalan yüklerin kapasite düşürücü etkisi,
- Supalan yüklerin katma değer üzerindeki etkisi,
- Deniz römorkörü beklemelerinin kapasite üzerindeki etkisi,
- Yasal prosedürlerin (gümrük, polis, sıhhiye, tahlil vs.) kapasite üzerindeki etkisi,
- Operatör yorgunluğunun ve ışıklandırma azlığı gibi nedenlerden dolayı oluşan risklerin kapasite üzerindeki etkisi,
- Hatalı bilgilendirmeler nedeniyle oluşan gereksiz aktarma veya planlama bozulmalarının kapasiteler üzerindeki etkisi.

Bazı limanlarda gemilerin, iskelelerden daha uzun olduğu durumlarda, bir ucunun iskeleden taşmasına rağmen bağlama yapıldığı gözlenmiştir. Emniyetli bir bağlama yöntemi olmasa da kapasiteler üzerindeki etkisi araştırılabilir.

Gemi vincinin yarattığı yük elleçleme hacimlerinin liman kapasiteleri üzerinde yarattığı etki bu çalışma kapsamında göz ardı edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda bu konunun araştırılması da genel ve kuru dökme yük limanları için kapasitelerin daha kesin olarak belirlenmesine yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

Agerschou, H. ve diğerleri (1985). Planning and Design of Ports and Marine Terminals. Londra: Thomas Telford Publishing

Ahn, T., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1988). Efficiency Characterization in Different DEA Models. Socio-Economic Planning Sciences. 22(6): 253-257.

Aigner, D.J. ve Chu S.F. (1968). On Estimating the Industry Production Function. American Economic Review. 58: 226-239.

Akdaş, O. (2012). Finansal Değerleme Tekniklerinin Denizcilik Yatırım Projelerine Uygulanması: Liman İşletmesi Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Erdoğan AKDENİZ ile yüz yüze görüşme. Evyap Limanı Operasyon Müdürü (28.06.2012). Gebze, Kocaeli.

Akten, N., ve Albayrak, M.A. (1988). Deniz Taşımacılığı Kılavuzu. İstanbul

Al-Eraqi, A.S., Mustafa, A., Khader, A.T. ve Barros, C.P. (2008). Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis. European Journal of Scientific Research. 23 (4): 597-612.

Alkan, G., ve İncaz, S. (2003). Türk limanları, sorunları ve çözüm önerileri. IV. Ulaşım ve Trafik Kongre ve Sergisi, Düzenleyen TMMOB Makine Mühendisleri Odası Ankara Şubesi. Ankara. 26-27 Eylül 2003.

Alphan, E. İ. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. Türkiye Bankalar Birliği Bankacılar Dergisi. 34: 82-97.

Altınçubuk, F. (2000). Liman İdare ve İletmesi. Deniz Ticaret Odası Yayınları: İstanbul.
Altuner, M. ile yüz yüze görüşme, Alsancak, İzmir. 21.03.2012.

Ateş, A. (2010). *Türkiye Konteyner Limanlarında Verimlilik Analizi"* . Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Avkıran, N. K. (2001). Investigating Technical and Scale Efficiencies of Australian Universities Through Data Envelopment Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences.* 35: 57-80.

Aydemir, Z.C. (2002). *Bölgesel rekabet edebilirlik kapsamında illerin kaynak kullanım görece verimlilikleri: veri zarflama analizi uygulaması.* Uzmanlık Tezi. DPT İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.

Bakırcı,F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama*. İstanbul: Atlas Yayınları.

Bal, H.H. ve Örkçü, H. (2005). Combining The Discriminant Anaysis and Data Envelopment Anaysis in View of Multiple Criteria Decision Making: A New Model. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*. 18(3): 355-364.

Banker, R. D. ve Maindiratta A. (1986). Piecewise Loglinear Estimation of Efficiency Production Surfaces. *Management Science*. 32(1): 126-135.

Banker, R. D. (1984). Estimating Most Production Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research.* 17 (1): 35-44.

Banker, R. D. (1993). Maximum Likelihood, Consisteny and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation. *Management Science.* 39(10): 1265-1273.

Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficincies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 30(9): 251-253.

Banker, R. D., Conrad R. F. ve Strauss, R. P. (1986). A Comparative Application of Data Envelopment Analysis and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production. *Management Science.* 32(1): 30-44.

Barros, C.P. (2003). Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Seaport Authorities. *Maritime Economics & Logistics.* 5: 55-69.

Barros, C.P. (2003). Measurement of Efficiency of Portuguese Seaport Authorities with DEA. *International Journal of Transport Economics*. 30(3): 335-354.

Barros, C.P., Athanasious, M. (2004). Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence for Greece and Portugal. *Maritime Economics & Logistics.* 6 (2): 122-140.

Barros, C. (2005). Decomposing Growth in Portuguese Seaports: A Frontier Cost Approach. *Maritime Economics & Logistics.* 7: 297-315.

Barros, C.P. (2006). A Benchmark Analysis of Italian Seaports Using Data Envelopment Analysis. *Maritime Economics & Logistics.* 8(4): 347-365.

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

Baş, İ.M. ve Artar, A. (1992). *İşletmelerde Verimlilik Denetimi.* Ankara: MPM Yayınları.

Bayar, S. (2005). *Veri Zarflama Analizi Kullanarak Liman Verimliliğinin Ölçülmesi: Türk Limanlarından Bir Örnek.* Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Baysal, M.E., Uygur, M. ve Toklu, B. (2004). Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi.* 19(4): 437-442.

Gökhan BEKİRCAN ile yüz yüze görüşme, Mardaş Liman Müdürü (28.06.2012) Ambarlı, İstanbul.

Beresford, A. K., Naniopoulos, A. ve Wooldridge, C.F. (2004). The UNCTAD and WORKPORT models of port development: evolution or revolution? *Marine Policy & Management.* 31(2): 93-107.

Berger, A. N. ve Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *http://knowledge.wharton.upenn.edu/papers/67.pdf* (13.01.2011).

Bogetoft P. (1996). DEA on Relaxed Convexity Assumptions. *Management Science.* 42: 457-465.

Boles, J. N. (1971). The Farrell Efficiecy System-Multiple Products, Multiple Factors. *Giovanni Foundation of Agricultural Economics.*

Boles, J. N. (1967). Efficiency Squared-Efficient Computation of Efficiency Indexes. *Western Farm Economic Association Proceedings* (137-142). Washington.

Bowlin, W.F. (1998). Measuring Performance: An Intreduction to Data Envelopment Anaysis (DEA). *Journal of Cost Anaysis*: 3-27.

Branch, A, E. (1986). *Elements of Port Operation and Management.* London: Chapman and Hall.

Braurer, P.W. (1990). Decomposing TFP Growth in the Presence of Cost Inefficiency, Nonconstant Returns to Scale and Technological Progress. *Journal of Productivity Analysis.* 1(4): 287-301.

Brooks, Mary R., ve Pallis, Athanasios A. (2008). Assessing port governance models: process and performance components. *Maritime Policy & Management.* 35(4): 411–432.

Bülbül, S. ve Akhisar, İ. (2005). Türk Sigorta Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Araştırılması. Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Yüksek Okulu. *http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o 3s2* (25.02.2011).

Büyükkiliç , D. ve Yavuz, İ. (2005). *İmalat Sanayinde Toplam Faktör Verimliliği, Teknik Değişim, Teknik Etkinlik* (1994-2001). Ankara: MPM Yayın.

Caves, R.E., Christensen, L. ve Diewert, D. (1982). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Models. *Journal of Econometrics.* 6: 21-37.

Charnes A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*. 27(6): 668-697.

Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1961). *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, Vol. II.* New York: John Wiley & Sons Inc.

Charnes, A., Cooper W.W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research.* 2(6): 429-444

Charnes, A., Cooper W.W. ve Rhodes, E. (1979). Measuring the Efficiencey of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 3(4): 338-339.

Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., ve Seiford, L. M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications.* Boston: Kluwer Academic Publishers.

Chen, T.A. (2002). Comparison of Chance-constrained DEA and Stochastic Frontier Analysis: Bank efficiency in Taiwan. *Journal of the Operational Research Society.* 53: 492- 500.

Cheon, S., (2007) Evaluating Impacts of Institutional Reforms on Port Efficiency Changes: Malmquist Productivity Index for World Container Ports. *2nd Annual National Urban Freight Conf.* Long Beach, California

Cheon, S., Dowall, D.E., Song, D.W.(2009)Typology of Long Term Port Efficiency Improvement Paths:Malmquist Total Factor Productivity for World Container Ports. *Journal of Infrastructure Systems*,15(4),s:340-350

Chlomodis, C,I. ve Pallis, A. A. (2002) *European Union Port Policy*. Edward Elgar. Chelthalman,UK.

Cingi, S. ve Tarım, A., 2000. Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA Malmquist TFP Endeksi Uygulaması, *TBB, Araştırma Tebliğleri Dizisi,* Sayı: 2000-01.

Coelli T., Rao, D.S.P. ve Battese, G.E. (2004), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwe Academic Publishers, Boston

Cook, W., Kress, D. M. ve Seiford, L. M., 1993. On the Use of Ordinal Data in Data Envelopment Analysis, *The Journal of the Operational Research Sociary,* 44(2), (123–129).

Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K., 2007. *Data Envelopment Anaysis*, Springer Science Business Media, LLC.

Coto-Millan, P., Banso-Pino, J., ve Rodriguez-Alvarez, A. (2000) Economic Efficiency in Spanish Ports: Some Empirical Evidence. *Maritime Policy and Management,* 27 (2), s: 169-174.

Cullinane, K., Song, D.W. ve Gray, R. (2002). A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice.* 36(8): 743-762.

Cullinane, K. ve Song, D. W. (2003). A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals. *Applied Economics*. 35 (3): 251–267.

Culliane, K., Song, D.W., Ji, P. ve Wang, T.F. (2004). An Application of DEA Window Analysis to Consider Port Production Efficiency. *Review of Network Economics.* 3(2): 186-208.

Culliane, K., Song, D.W. ve Wang, T. (2005). The Application of Mathematical Programming Approaches to Estimating Container Port Production Efficiency. *Journal of Production Analysis.* 24: 73-92.

Cullinane, K. ve Song, D. W. (2006) Estimating the Relative Efficiency of European Container Ports: A Stochastic Frontier Analysis. , in Cullinane, K. and Wayne, T. (eds.), *Port Economics*, *Research in Transportation Economics Series, 16* (85-115), Elsevier Science, London.

Culliane, K. ve Wang, T. (2010). The Efficiency Analysis of Container Port Production Using DEA Panel Data Approaches. *OR Spectrum*.32: 717-738.

Cummins, J. D. ve Weiss, M. A. (1993). Measuring Cost Efficiency in the Property-Liability Insurance Industry. *Journal of Banking and Finance*. 17: 463-481.

Cummins, J.D., Weiss, M.A. ve Zi, H. (1999). Organizational Form and Efficiency: The Coexistence of Stock and Mutual Property-Liability Insurers. *Management Science*. 45 (9): 1254-1269.

Caglar V. ve Oral E.Z., " Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Analizi", *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, Trabzon, 21-23 Kasım 2011, Ulusal Hakemli Organizasyon

Caglar V., Oral E.Z. ve Esmer S., "A Comperative Post Crisis Analysis On World's Leading and Turkish Container Ports ", *European Conference on Shipping Intermodalism and Ports ECONSHIP 2011,* Sakız Adası, 22-24 Haziran 2011, Uluslararası Hakemli Organizasyon.

Çetin, Ç.K. (2011). *Limanlarda Örgütsel Değişim ve Değer Zinciri Sistemlerinde Etkililik Analizi.* Yayınlanmış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Arzu ÇEVİK ile yüz yüze görüşme, Borusan Limanı Süreç ve İş Geliştirme Müdürü (27.06.2012) Gemlik.

Çiftçi, H. (2004). Türk Sigorta Sektörünün Sorunları: DEA Analizi ile Türk Sigorta Şirketlerinin Etkinlik Düzeylerinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 13(1): 121-143.

Deliktas, E. (2002). Türkiye Özel Sektör İmalatı Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi. *ODTÜ Geliştirme Dergisi*. 29 (3– 4): 247–284.

Deliktas, E. (2006). İzmir Küçük, Orta ve Büyük Ölçekli İmalat Sanayinde Üretim Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi. E*ge Üniversitesi Working Paper in Economics*. 06/03: 1-49.

Demirkaya, H. (2000). *Performans Ölçüm Yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Başkanlığı Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi:15. http://www.sayistay.gov.tr/yayin/yayinicerik/aras07perolcrehberi.pdf (12.01.2010).

Diamond, A, M. ve Medewitz, J. N. (1990). Use of Data Envelopment Analysis in Evaluation of the Efficiency of the DEEP Program for Economic Education. *The Journal of Economic Education*. 21(3): 337-354.

Diewert, W.E. (1976). Exact and Superlative Index Numbers. *Journal of Econometrics*. 4: 115-145.

Diewert, W.E. ve Nakamura, A.O. (2003). Index Number Concepts, Measures and Decomposition of Productivity Growth. *Journal of Productivity Analysis*. 19: 127-159.

Dikmen, C. (2007). Veri Zarflama ile Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 3(3): 2-5.

Dowd, T.J. ve Leschine, T.M. (1989). Container Terminal Productivity: a Perspective. WashuG-89-005 C3, Washington Sea Grant, *Port Mangement Series.*

Dragovic, B., Park, N.K. ve Radmilovic, Z. (2008). Container Port Capacity Performance –Case Study: Major European and Asian Ports. IAME Annual Conference. Düzenleyen *Dalian Maritime* University. Dalian, Çin. 2-4 Nisan 2008.

Ece,J.N. (2006). Dünya Deniz Ticareti ve Konteyner Taşımacılığı. http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazar&id=11&yazi_id=100107 (28.02.2010).

Editoral. (2008). *Reliability Enginering and System Safety*. 93 (9): 1289-1291.

Emrouznejad, A. (2008). Ali Emrouznejad' s DEA HomePage, Warwick Business School, Coventry CV4 7AL, UK, 1995-2001, Electronic publication: *http://www.deazone.com/books/DEA-socioEcoPlanning.pdf (*25.02.2011).

Erdal, M. (2008). *Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği.* İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.

Erdurak,C. (1997). *İşletmelerde Toplam Verimlilik,* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ertuğrul, İ. Ve Tuş Işık, A. (2008). *İşletmelerin VZA ile Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü Metal Ana Sanayinde Bir Uygulama*. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi. 10 (1): 201-217.

Cengiz ERGÜRSEL ile yüz yüze görüşme, Kroman Liman Müdürü (28.06.2012) Darıca, Kocaeli.

Esmer, S. (2010). *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Similasyon Modeli.* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dokuz Eylül Yayınları.

Estache, A., Gonzalez, M., ve Trujillo, L. (2002). Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico. World Development. 30 (4): 545-560.

Fabricant, S. (1968). Productivity, Social Sciences. Sills D.L., The Mc Millan, ABD, (12): 523 – 529 aktaran Ahmet Çakmak s.13, aktaran Kök, R., Deliktaş, E., 2003: 56

Fare, R., Grosskopf, S. ve Lovell, C.A.K. (1985). The Measurement of Efficiency of Production. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing.

Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries. *American Economic Review.* 84: 66-83.

Faris TUNÇ ile yüz yüze görüşme, Yılport Limanı Operasyon Müdürü (29.06.2012) Gebze, Kocaeli.

Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society.* 120(3): 253-290.

Forsund, F. R. ve Sarafoglou, N. (2002). On the Origins of Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Anaysis.* 12(1-2): 1- 33.

Førsund, F.R. ve Hjalmarsson, J. (1976). Frontier Production Functions and Technical Progress: A Study of General Milk Production Swedish Dairy Plants. *Economic Journal.* 89: 226-239.

Fourgeaud, P. (2000). *Measuring Port Performance.* The World Bank http://siteresources.worldbank.org/INTPRAL/Resources/338897-1117630103824/fourgeau.pdf (12.01.2010).

Fung Ng, A.S. ve Lee,C.,X. (2007). Port Productivity Analysis By Using DEA: A Case Study in Malaysia. Institute of Transport and Logistics Studies, University of Sydney, *http://ws.econ.usyd.edu.au/itls/wp-archive/itls-wp-07-11.pdf* (15.02.2010).

Greene, W.H. ve Segal, D. (2004). Profitability and Efficiency in The US Life Insurance Industry. *Journal of Productivity Analysis.* 21(3): 229–247.

Grosskopf, S. (1993). *Efficiency and Productivity. The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications.* Editors Fried, H.O., C.A.K Lovell & SS. Schmidt. New York: Oxford University Press.

Gonzalez, M. M. ve Trujillo L. (2008). Reforms and Infrastructure Efficiency in Spain's Container Ports. *Transportation Research PartA*. 42: 243-257.

Gülcü, A., ve Tutar, H. (2004). Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle SSK Hastanelerinde Göreceli Verimlilik Analizi: Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Açısından Değerlendirme. *Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi*. 2004(1): 51-82.

Güleş, K.H., Öğüt, A. ve Özata, M. (2007). Sağlık İşletmelerinde Örgütsel Etkinliğin Arttırılmasına Yönelik Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Uygulama. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi.* 11(1): 69-82.

Gürak, H. (2003). Küreselleşme Nereye Götürüyor? Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Verimlilik ve Gelir Dağılımı. *Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi.* 2003(2).

Gürak, H. (2003). Verimlilik Artışları ve Eğitimli - Yaratıcı İnsan Kaynakları İlişkisi. *Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi.* 2003(3).

Haag, S.E. ve Jaska, P.V. (1995). Interpreting Inefficiency Ratings: An Application of Bank Branch Operating Efficiencies. *Managerial Decision Economics.* 16(1): 7-14.

Hassan, S. A., Saber, M. M, ve Ragheb, M. A. (1993). Port Simulation Report: Initial Study. Alexandria, Egypt: Maritime Research and Consultation Center, *Arab Academy for Science and Technology.*

İnan, A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi.* 34: 82-97.

Itoh, H. (2002). Effeciency Changes at Major Container Ports in Japan: A Window Application of Data Envelopment Analysis. *Review of Urban & Regional Development Studies.* 14: 133–152.

Cenk KABACAOĞLU ile yüz yüze görüşme, Kumport Liman Direktörü (28.06.2012) Ambarlı, İstanbul.

Sait Fazıl KAR ile yüz yüze görüşme, Marport Limanı Operasyon Müdürü (28.06.2012) Ambarlı, İstanbul.

Karacaer S. (1998). *Antalya Yöresindeki 4 ve 5 Yildizli Otellerde Toplam Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulamasi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Karhan, A. ve Özgür, E. (2009). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi.* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Karsak, E. E. ve İşcan, F. (2000). Çimento Sektöründe Göreli Faaliyet Performanslarının Ağırlık Kısıtlamaları ve Çapraz Etkinlik Kullanılarak Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*. 11(3): 2-10.

Kavuncubaşı, Ş. ve Ersoy, K. (1995). Technical Efficiency Measurement in Province Health Facilities. *Public Administration Review.* 28(3): 77-92.

Kaya, H. (1992). *İşletmelerde Verimlilik Ölçümü ve Değerlendirmesi.Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kayalı, C. A. (2007). 2000-2006 Döneminde Türkiye'de Faaliyet Gösteren Sigorta Şirketlerinin Etkinlik Değerlendirmesi. Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi.* 14(2): 103-115.

Kayalıdere, K. ve Kayalıdere, S. (2004). Çimento ve Tekstil Sektörlerinde Etkinlik Çalışması ve Veri Zarflama Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 6(1): 196-219.

Kecek, G. (2010). *Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Keskin, A. ile yüz yüze görüşme, Kocaeli. 29.06.2012

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.

Kılıçkaplan, S. ve Baştürk. H. F. (2004). Türkiye'de Hayat-Dışı Alanda Faaliyet Gösteren Sigorta Şirketlerinin 2002 Yılındaki Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Ölçülmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* 6(2): 63-79.

Kılıçkaplan, S., Atan, M. ve Hayırsever, F. (1998). *Türk Sigorta Sektörünün Mali Performansı: 1990-1996, Dönemine İlişkin Bir Değerlendirme*, İstanbul.

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, C.H. ve Chung, H.W. (2005). *A Study on Port Performance Related to Port Backup Area in the ESCAP Region*. Seoul: Korea Maritime Institute.

Kişi, H., Yayınlanmamış ders notları.

Kişi, H. (1992). *Türkiye'de Deniz Ulaştırmacılığında Başlıca Kara Tesis, Kurum ve Kuruluşlarının Rolü.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kobu, B. (2003). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Avcıoğlu Basım Yayın.

Kocakalay, Ş. (2003*). Veri Zarflama Analizi ve Uygulamasına Yönelik Bir Araştırma.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Koh, P.H., Ng, H.S., Goh, J.K. ve Ng, H.C. (1994). Using Simulation to Preview Plans of Container Port Operations. *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference* (1109-1115). Piscataway N. J.

Koh, P.H., Tan, S.L., Goh, L.K. ve Ng, K.L. (1994). A Decision Support System for Container Port Operations. *New Directions in Simulation for Manufacturing and Communications Conference* (451-457). Operations Research Society of Japan, Tokyo.

Kohler, H. (1986).Intermediate Microeconomics. Londra: Scot, Foresman and Company.

Koopmans, T.C. (1951). *An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Activity Analysis of Production and Allocation*. Editor Koopmans, T.C. New York: John Wiley and Sons Inc.

Kopp, R.J. (1981). The Measurement of Productive Efficiency: A Reconsideration. *Quarterly Journal of Economics.* 96: 477-503.

Kozanhan, M.S. (2008). *Konteyner Güvenlik Girişimi. Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği*. Editör Murat ERDAL. İstanbul: Beta Yayınları.

Kök, R. ve Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri.* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayını.

Kök, R. (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Kitabevi.

Kudyba, S. ve Diwan, R. (2002). *Information Technology, Corporate Productivity and the New Economy*. Wesport: Quorum Books.

Kula, V. ve Özdemir L. (2007). Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi.* 9(1): 55-70.

Kürkçüoğlu, G. (2004). *Departmanlar Arası Görece Verimliliğin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Matematik Modellemesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Lin, L-C., Tseng, L-A. (2005). Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (EAST's 05). 5: 592-607.

Linda, A. ve Rai, A. (1996). Operational Efficiency in Banking: An International Comparison. *Journal of Banking and Finance*. 20(4): 655-672.

Liu, Z. (1995). The Comparative Performance of Public and Private Enterprises: The Case of British Ports. *Journal of Transport Economics and Policy*. 29 (3): 263-274.

Liu B.L., Liu W.L. ve Cheng, C.P. (2005). *Efficiency Analysis of Container Terminals in China: an Application of DEA Approach.* Tianjin: Nankai University.

Lovell, C.A.K. (1983). *Production Frontiers and Productive Efficiency*. New York: Oxford University Press.

Lozano, S. (2009). Estimating Productivity Growth of Spanish Ports Using Non-Radial, Non-Oriented Malmquist Index. *International Journal of Shipping and Transport Logistis*. 1(3): 227-248.

Mao, W. ve Koo, W.W. (1996). *Productivity Growth, Technology Progress and Efficiency Change in Chinese Agricultural Production From 1984 to 1993*. North Dakota State University Agricultural Economics Report. 362

Martinez-Budria, E., Diaz-Armas, R., Navvaro-Ibanez, M. ve Ravelo-Mesa, T. (1999). A Study of the Efficiency of Spanish Port Authorities Using Data Envelopment Analysis. *International Journal of Transport Economics*. 26(2): 237–253.

Mercan, M. ve Yolalan R. (2000). Türk Bankacılık Sektöründe Ölçek ve Mülkiyet Yapıları ile Finansal Performans ilişkisi. *IMKB Dergisi*. 4(15).

Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi (2003) Verimlilik raporu. Ankara: Yücel Ofset.

Mukherjee, S.K. ve Singh, D. (1975). *Towards High Productivity, Report of a Seminar on Higher Productivity in Public Sector Production Enterprises* (91-103). New Delhi: Bureau of Public Enterprises.

Nishimizu, M. ve Page, J.M. (1982). Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia 1965-1978. *Economic Journal*. 92: 920-936.

Norman, M. ve Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis, The Assessment of Performance. Chichester:* Wiley.

Norsworthy, J.R. ve Jang, S.L. (1992). *Empirical Measurement and Analysis of Productivity and Technological Change*. Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V.

Notteboom, T., Coeck, C. (2000). Measuring and Explaining the Relative Efficiency of Container Terminals by Means of Bayesian Stochastic Frontier Models. *International Journal of Maritime Economics.* 2(2): 83-106.

Ocean Shipping Consultant Ltd. (2003). Outlook to 2015 for World Containerport Demand" Basın Bülteni.

Oral, E.Z., Kisi, H., Cerit, A.G., Tuna, O., Esmer, S., (2007). Port Governance in Turkey. Devolution, Port Governance and Port Performance. *Research in Transportation Economics.* 17: 171-184

Oral, E.Z. şahsi limancılık ve dış ticaret veri arşivi. 2012.

Oral, E.Z. (2011). TCDD İzmir Alsancak Limanı İşletme Plan Raporu.

Oral, E.Z., Kişi, H. (2011) Samsun Uluslararası Liman İşletmeleri Liman Kapasite Raporu.

Oral, E.Z. (2011). Mersin Uluslararası Liman İşletmeciliği Liman Kapasite Raporu.

Oral, M. ve Yolalan, R. (1990). An Emprical Study on Measuring Operating Efficiency and Profitability of Bank Branches. *European Journal of Operational Research.* 46(3): 282-294.

Oruç, K.O., Güngör, İ. ve Demiral, M.F. (2009). Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 22: 279-294.

Özcan, Y.A., Luke, R.D. ve Haksever, C. (1992). Ownership and Organizational Performance: A comparison of Technical Efficiency Across Hospital Types. *Medical Care*. 30(9): 781-794.

Panayides, P.M., Wang, T.F. ve Maxoulis, C.N. (2008). Measuring Seaport Economic Efficiency: A Comperative DEA Study. IAME Annual Conference. Düzenleyen *Dalian Maritime* University. Dalian, Çin. 2-4 Nisan 2008.

Park, R.K.ve De, P. (2004). An Alternative Approach to Measurement of Seaports. *Maritime Economics & Logistics.* 6: 53-69.

Parkan, C. ve Wu, M. (1999). Measurement of Performance of an Investment Bank Using the Operational Competitiveness Procedure. Omega. 27: 201-217.

Perelman, S. ve Pestieau, P. (1988). Technical Performance in Public Enterprise: A Comperative Study of Railways and Postal Services. European Economic Review. 32: 432-441.

Poitras, G., Tongzon, J. ve Li, H. (1996). Measuring Port Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis. http://www.bus.sfu.ca/homes/poitras/ports2.pdf (13.02.2011).

Prokopenko, J. (1987). *Verimlilik Yönetimi, Uygulamalı El Kitabı*. Çeviri Baykal, O. ve diğerleri. Ankara: MPM Yayınları 2003.

Robinson, R. (2003). Port Authorities: Defining Functionality within a Value-driven Chain Paradigm. Proceddings of International Association of Maritime Economists Annual Conference. Limassol, 22-25 June.

Rodriguez-Alvarez, A., Tovar, B. ve Trujillo, L. (2007). Firm and Time Varying Technical and Allocative Efficiency: An Application to Port Cargo Handling Firms. *International Journal of Production Economics*. 109: 149-161.

Roll, Y. ve Hayuth, Y. (1993). Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis (DEA). *Maritime Policy and Management.* 20(2): 153-161.

Ross, J. (1981). *Productivity, People, Profit.* Virginia, Reston Publishing Co.

Seiford, L.M. (1996). DEA: The Evaluation of the State of the Art (1978-1995). *The Journal of Productivity Analysis.* 7: 99-137.

Mustafa K. SELÇUK ile yüz yüze görüşme, Solventaş Liman Müdürü (28.06.2012) Dilovası, Kocaeli.

Sezen B. ve Doğan. E. (2005). Askeri Bir Tersaneye Bağlı Atölyelerin Karşılaştırmalı Verimlilik Değerlendirmesi: Bir Veri Zarflama Yöntemi Uygulaması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi.* 2(2): 77-87.

Sherman, D. H. (1984). Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Emprical Test of New Technique. *Medical Care.* 22(10): 922-938.

Sherman, D.H. ve Gold, F. (1985). Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Anaysis. *Journal of Banking and Finance.* 9: 297-315.

Sink, D.S., (1985), *Productivity Management: Planning, Evaluation, Control, and Improvement.* New York: John Wiley&Sons Inc.

Song, D-W. ve Han, C-H. (2004). An Econometric Approach to Performance Determinants of Asian Container Terminals. *International Journal of Transport Economics*. 31(1): 39-53.

Sun, X., Yan, Y. ve Liu, J. (2006). Econometric Analysis of Technical Efficiency of Global Container Operators. Proceedings of the 11th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies: *Sustainable Transportation* (667-676).

Özgür TANGUT ile yüz yüze görüşme, Gemport Limanı Operasyon Müdürü (27.06.2012) Gemlik, Bursa.

Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı.* Ankara: Sayıştay Başkanlığı Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi: 15.

Taylor, B.W. (2001). *Introduction to Management Science*. Portland: Printice Hall.

T.C. Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü (2010). *Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması,* Sonuç Raporu. Ankara.

Teilet, B. (1996). Intermodal Traffic in International Seatrade. Ports for Europe: Europe's Maritime Future in a Changing Environment. Editors Bekemans, W. L. ve Bekwith S. Brussels: European Interuniversity Press.

Tetik, S. (2003). İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi. *Yönetim ve Ekonomi*. 10(12): 221-229.

Thomas B. J. ve Monie, G. (2000). The Measurement Of Port Performance: with Particular Reference 10 Container Terminal Operations. International Labour Organization's Portworker Development Programme (Pdp). Cardiff/ Antwerp. January, 2000.

Thrall, R. M. (1989). Classification Transitions Under Expansion of Inputs and Outputs in Data Envelopment Analysis. *Managerial and Decision Economics*. 10(2): 159-162.

Tongzon, J. L. (1995). Determinants of port performance and efficiency. Transportation Research Part A: *Policy and Practice*. 29(3): 245-252.

Tongzon, J. (2001). Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports using Data Envelopment Analysis. *Transportation Research,* Part A. 35(2): 113-128.

Tongzon, J. ve Heng, W. (2005). Port Privatization, Efficiency and Competitiveness: Some Empirical Evidence from Container Ports (Terminals). *Transportation Research* Part A. 39(5): 405-424.

Tongzon, J., Chang, Y.T., Lee, S.Y. (2008). Efficiency Measurement of Selected Korean and Other International Ports Using Stepwise Data Envelopment Analysis (DEA). IAME Annual Conference. Düzenleyen *Dalian Maritime* University. Dalian, Çin. 2-4 Nisan 2008.

Topaloğlu, H. (2007). Dış Ticaret Yüklerimizin Taşınmasındaki Terminal Durumları ve Liman Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Oğuz TÜMİŞ ile yüz yüze görüşme, Limaş Liman Müdürü (28.06.2012) İzmir.

Trujillo, L. ve Tovar, B. (2007). The European Port Industry: An Analysis of its Economic Efficiency. *Maritime Economics and Logistics.* 9(2): 148-171.

Ulaştırma Bakanlığı (1987). *Liman Geliştirmesi, Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Plancılar İçin Bir El Kitabı.* Ankara: Başbakanlık Basımevi.

Ulucan, A. (2000). Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 18*: 405-418.

UNCTAD (1976). *Port Performance Indicators,* UNCTAD New York, USA.

UNCTAD (1992). *Port Marketing and the 3rd Generation Port*, UNCTAD, Genova.

UNCTAD (1999). *Technical note: the 4rd Generation Port.* UNCTAD Ports Newsletter.19: 9-12

UNCTAD (2009). *Review of Maritime Transport. United Nations*. New York and Geneva.

Usta, P. (1991). Verimlilik, Verimlilik Arttırıcı Tekniklerin Daha Yaygın ve Etken Kullanılması İçin Alınması Gerekli Tedbirler. *I. Verimlilik Kongresi Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*. 454: 678-686. Ankara. 27- 29 Kasım 1991.

Valentine, V. F. ve Gray, R. (2001). The Measurement of Port Efficiency Using Data Envelopment Analysis. Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research. Seoul, South Korea. 22-27 July.

Vassiloğlu, M. ve Giokas, D. (1990). A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Operational Research Society*. 41(7): 591-597.

Wand,T.F., Song,D.W. ve Culliane,K. (2003). Container Port Production Efficiency: A Comparative Study of DEA and FDH Approaches. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 5: 698-713.

Wang, T., Xie, X. and Yang, Z., 2006, Container terminal efficiency – a contextdependent data envelopment analysis approach. In Proceedings of International Association of Maritime Economists (IAME) Annual Conference, July 12–14, Melbourne, Australia.

Webster, R., Kennedy, S. ve Johnson L. (1998). Comparing Techniques for Measuring The Efficiency and Productivity of Australian Private Hospitals. *Working Paper Econometrics and Applied Statistic, Australian Bureu of Statistics, Canberra.* 1998(3).

Weiss, M.A. (1991). International P/L Insurance Output, Input, and Productivity Comparisons. *Geneva Papers on Risk and Insurance Theory*. 16(2): 179–200.

White, K.R. ve Özcan, Y.A. (1996). Church ownership and hospital efficiency. *Hospital & Health Services Administration*. 41(3): 297-310.

Wiegmans, B.W., Rietveld, P., Pels, E. ve Van Woudenberg, S. (2004). Container Terminals and Utilisation of Facilities. *International Journal of Transport Economics*. 31: 313–339.

Wu,J. ve Goh, M. (2010). Container Port Efficiency in Emerging and More Advanced Markets. *Transportation Research Part E*. 46(6): 1030-1042.

Yavuz, İ. (2003). *Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklasımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları.* Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları. 667.

Y. Ahmet YAVUZ ile yüz yüze görüşme, Roda Port Limanı Genel Müdür Yardımcısı (27.06.2012).

Yayla, M., Kaya, Y. T. ve Ekmen, İ. (2005). Bankacılık Sektörüne Yabancı Girişi: Küresel Gelişmeler ve Türkiye. *BDDK Araştırma Dairesi,* Eylül 2005.

Yaylalı, M. (2003). *Mikroiktisat.* İstanbul: Beta Basım Yayım.

Yılmazel, M. ile yüz yüze görüşme, 26.03.2012.

Yolalan, R. (1990). Veri Zarflama Yöntemi. *Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi.* 3: 123-134.

Yolalan, R. (1991). *Parametresiz Etkinlik Ölçütleri ve Veri Zarflama Yöntemi. I. Verimlilik Kongresi Bildiriler Kitapçığı* (709-718). Ankara: MPM Yayınları.

Yolalan, R. (1993). İşletmeler arası Göreli Etkinlik Ölçümü. Ankara: MPM Yayınları.

Yolalan, R. (1996). Türk Bankacılık Sektörü için Göreli Mali Performans Ölçümü. *TBB Bankacılar Dergisi*. 19: 35-43.

Yücel, C. (1997). Limanda Verimliliği Arttırmaya Yönelik Uygulamalarla Limanların Yönetimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yüksel, Y., Çevik, E.Ö., (2006). *Liman Mühendisliği.* İstanbul: Arıkan Basım Yayım

İnternet Kaynakları

Akçansa Ambarlı ve Akçansa Çanakkale Limanları http://www.akcansa.com.tr/urun-ve-hizmetler/liman-hizmetleri (09.07.2012)

Atlantic Attachment Services http://www.atlanticattachmentservices.com/images/Bateman%20magnetScrapGrapples.jpg (12.07.2012)

Autoport Liman İşletmeleri A.Ş. www.autoport.com.tr (10.07.2012)

DEM Solutions http://www.dem-solutions.com/content/themes/dem/img/academic/research3-bucket-wheel-reclaimer.jpg (11.07.2012)

Enviromental Laboratory http://el.erdc.usace.army.mil/resbrief/drbucket/images/glencdrg.jpg (12.07.2012)

Ege Gübre Sanayi A.Ş. http://www.egegubre.com.tr/liman.html (08.07.2012)

Evyap Deniz İşletmeciliği Lojistik ve İnşaat A.Ş. http://www.evyapport.com/EVYAPPORT/s_page.php?#konteyner-terminali (05.07.2012)

FAM Bucket Wheel Reclaimers http://www2.fam.de/english/Products/Stockyard%2520systems/Bucket%2520wheel%2520reclaimers/index.html#leitseite/detail,1,2311,detail.0.99999999998572.0,html (11.07.2012)

Feature Pics http://www.featurepics.com/FI/Thumb300/20111102/Crane-Hook-2036728.jpg (11.07.2012)

FL Smidth Materials Handling http://www.flsmidth.com/~/media/Brochures/Brochures%20for%20materials%20handling/largepneumatic.ashx (10.07.2012)

Gemport Gemlik Liman ve Depolama İşletmeleri A.Ş. http://www.gemport.com.tr/ (08.07.2012)

Lifting World http://www.lifting-world.co.uk/Powerhand%20Scrap%20Grab.jpg (11.07.2012)

Mardaş Marmara Deniz İşletmeciliği A.Ş. http://www.mardas.com.tr/LimanIsletme/mardas.aspx?id=200&lang=tr (06.06.2012)

Özyalçın Makina http://ozyalcinmakina.com/KONVEY%C3%96R%20BANT/KONVEY%C3%96R%20BANT%202.jpg (11.07.2012)

T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı http://www.denizcilik.gov.tr/istatistikmodul/ (01.07.2012)

Türkiye İstatistik Kurumu http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12 (01.07.2012)

Türkiye Liman İşletmecileri Derneği http://www.turklim.org/Home/LimanListesi (01.07.2012)

Vatan Konveyör, http://vatankonveyor.com/images/bant_yolu001.jpg (11.07.2012)

ZPMC Shanghai Zhenhua Heavy Industries Co., Ltd. www.zpmc.com/base.php?tid=310 (11.07.2012)

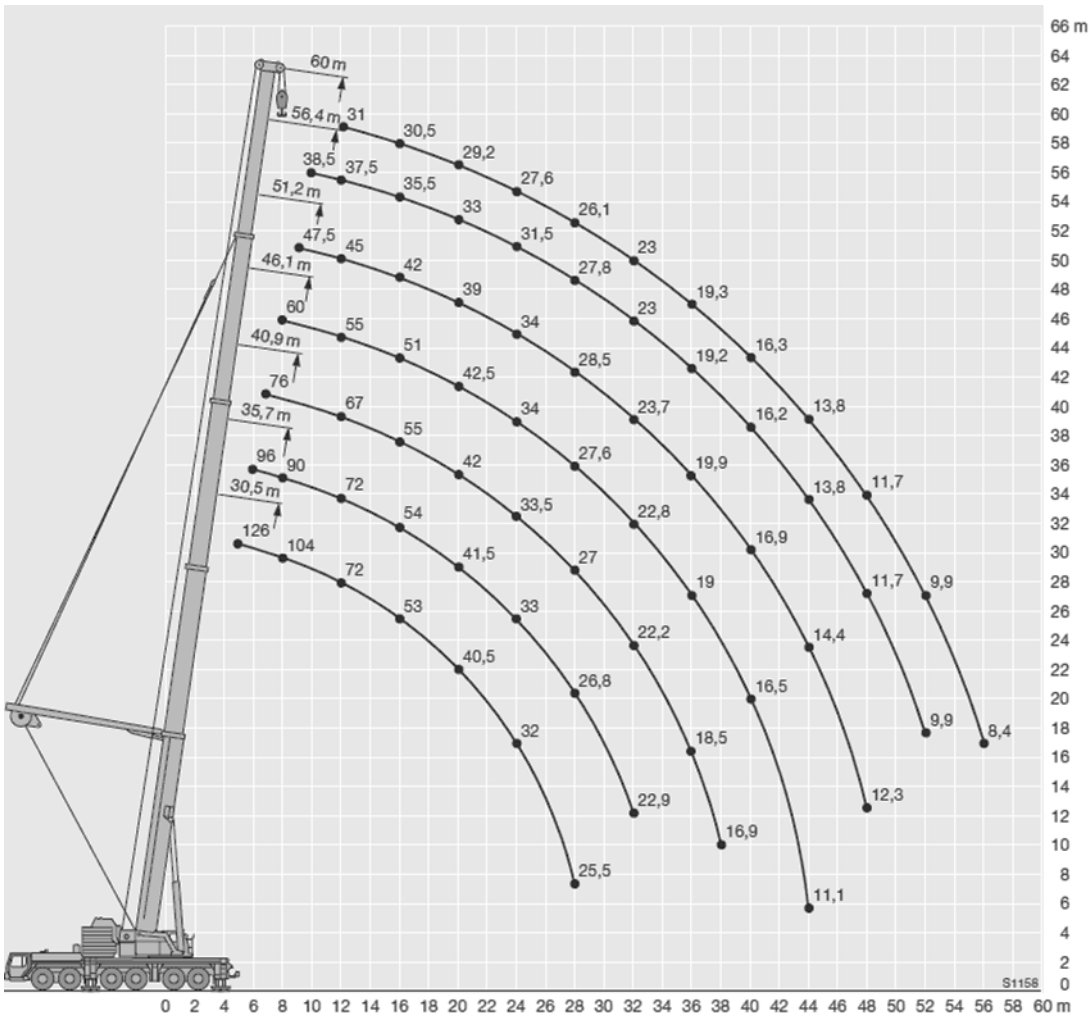
EKLER

EK 1 Türk Özel Limanlarında Kullanılan Bazı Vinçler ve Özellikleri

VİNÇ TİPİ	MARKA VE MODELİ	KALDIRMA KAPASİTESİ (TON)	HAREKET/ SAAT
Ekskavatör	SENNEBOGEN 880	18	40
Ekskavatör	SENNEBOGEN 870	22	50
Ekskavatör	SENNEBOGEN 850	15	60
Ekskavatör	SENNEBOGEN 853		
Ekskavatör	SENNEBOGEN 840	11	
Ekskavatör	SENNEBOGEN 835	10	60
Ekskavatör	SENNEBOGEN 830	6	~30-50
Ekskavatör	SENNEBOGEN 440	30	30
Ekskavatör	ATLAS	5	~30
Ekskavatör	TEREX	5	~25
Ekskavatör	TEREX FUKS 360 MHL	10	
Ekskavatör	TEREX FUKS 860 MHL	10	
Ekskavatör	KRUPP50 SVL		
Ekskavatör	KOMATSU PC-400-6	6	40
Teleskopik	KRUPP KMK 140		140
Teleskopik	DEMAG AC 265	100	
Teleskopik	LIEBHERR LTM 1080	80	
Teleskopik	LIEBHERR LTM 1055	55	
Teleskopik	COLES		
SSG	REGGIANE	56	37
SSG	ZPMC		
SSG	ZPMC	56	40
SSG	KALMAR	65	40
SSG	NOELL	50	32
SSG	MITSUI	70	30
SSG	KOCKS	12	40
Gezer Vinç	SENNEBOGEN 5500	40	25
Gezer Vinç	SENNEBOGEN 6130	130	
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 7608	160	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 7408		25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 6407	100	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 300	100	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 300 E	100	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 280	100	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 260 E	100	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 260	80	25
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 170		
Gezer Vinç	GOTTWALD HMK 25		
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 150	450	35
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 180S	30	20
Gezer Vinç	LIEBHERR 170	40	25

Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 500 S	104	25
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 500	104	30
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 400	104	
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 250	64	40
Gezer Vinç	LIEBHERR LHM 320	104	25
Gezer Vinç	SENNEBOGEN 6120	120	~30-50
Gezer Vinç	SENNEBOGEN 6180 HD	180	
Gezer Vinç	SENNEBOGEN 6130 SPEC	150	
Gezer Vinç	REGGIANE 200	100	25
Gezer Vinç	REGGIANE 130		
Gezer Vinç	LIEBHERR LPS 400	104	25
Gezer Vinç	SIWERTELL		
Deniz Vinci	LIEBHERR CBG	30	35
Raylı Vinç	HALMSTAD		
Raylı Vinç	MEGA		

EK 2 Uzaklığa Bağlı Vinç Kaldırma Kapasiteleri



Kaynak : www.wolf-cranes.de/images/beschreibungen/LTM%201300-6.1/02.gif
Erişim tarihi: 15.08.2012

EK 3 Yük Elleçleme Teçhizatları

- **Lif Halatları**

  Tabii ve suni olmak üzere 2 guruba ayrılır.

  - **Tabi Lifler**
    - **Sisal;** Kendir olup ıslandığında bozulur.
    - **Cocos;** Hindistan cevizine benzer bitkiden elde edilir.
    - **Pamuk;** Mukavemetli değildir.
    - **Manika (Abaca):** Endonezya' da yabani muz ağacından elde edilir.
    - **Jüte;** Mukavemetli değildir.
  - **Suni Lifler:**
    - **Polyamide (Naylon);** Suya ve aside cok dayanıklı bir lifttir. Polyropline, Suya ve aside dayanıklı ve mukavemetli bir lifttir. Günümüzde limanlarda yaygın olarak kullanılır.
- **Tel Halatlar**
- **Zincirler**
- **Halat Sapanlar:** Bu sapanlar, çuval, torba, gayri muntazam balya ve bazı dayanıklı tahta ambalajlı eşyanın elleclenmesinde kullanılır. Limanlarda elleçlenmesi yapılan eşyanın cinsine göre muhtelif boy ve tipte imal edilirler. Ray, putrel, köşebent gibi demirler ve keskin kenarlı parçaların halat sapanlarla kaldırılması can ve mal emniyeti bakımından doğru değildir.
- **Brandalı Halat Sapanlar:** Suni gübre, torbalı çimento, ufak boy balya torbaları ve hassas tutun balyalarının elleclenmesinde kullanılır.
- **Kancalı Balya Sapanı:** Pamuk küspe gibi yumuşak ambalajlı ve delinmesinde mahsur olmayan eşya ile küfe, çavalye sepet gibi, saplı ve kuplu yüklerin yükleme ve boşaltılmasında kullanılır.
- **Kereste Sapanı:** Kereste, tomruk yükleme veya boşaltılmasında, kullanılmak üzere yapılmış bir tel halatın, bir ucuna kasa yapılmak ve diğer bir ucuna kanca takılmak suretiyle meydana getirilmiştir. Büyük kereste kütükler bir kaldırma kirişinden sarkıtılan kıskaçlarla veya ucu kancalı tel sapanlarla aktarılırlar.

- **Zincir Sapan:** Halat ve celik sapanların kesilmesi muhtemel olan keskin kenarlı demir ve celik malzeme ile ray, puntel vb. malzeme ile bunlardan mamul işlenmiş eşyanın yükleme ve boşaltılmasında kullanılır. Bu echizeler vinclerin kaldırma guclerine ve kaldırılan malzemenin cinsine gore muhtelif capta zincirlerden yapılırlar.
- **Çelik Sapan:** Ağır ve mukavim ambalajlı eşya ile madeni eşya ve gayri muntazam karışık eşya parcaların yükleme veya boşaltılmasında kullanılırlar. Yumuşak celik telden ve her iki ucları kasalı olarak imal edilirler. Kullanılacak tellerin kalınlıkları ve boyları kaldırılacak ağırlıklara gore değişir.
- **Bidon Kaldırma Sapanı:** Celik bidonların yükleme ve boşaltılmasında kullanılır. Demir bir halkaya uçlarında kanca bulunan zincir takılmak suretiyle meydana getirilir.
- **Sac Kaldırma Sapanı:** Muhtelif kalınlıktaki ve eşit ebattaki sac levhaları kaldırmak icin kullanılır. Kapmalar, sacın kenarına takıldığı ve kaldırıldığı zaman sacın ağırlığı nedeniyle kapanmaya çalışacaklarından sacları sıkıştırarak kaymasını önlerler.
- **Boru Sapanı:** Bu sapan muhtelif tip ve ebattaki boruların yükleme ve boşaltılmasında kullanılır. Kancaların ic yuzu yumuşak bir meteryal kaplanarak elleçlenen boruların sıkıştırma esnasında hasarlanması engellenir.
- **Otomobil Sapanı:** Tekerlekli vasıtaların elleclenmesinde kullanılan bir askı tertibatıdır. Bu gibi vasıtaların yükleme ve boşaltılmasında hasar görmemeleri için çok dikkatli kullanılması ve vasıtanın herhangi bir yerine temas etmemesi ve araç yerinde oynamadan kısa zamanda monte edilmesi zarureti vardır.
- **Tahta Paletler:** Limanlarda palet küçük parçalar halindeki yüklerin bir araya toplanıp üzerine istif edildiği düz bir tahta platform olup, toplu bir unite haline getirilmiş eşyanın, vinçlerle gemi ambarına indirilip, çıkarılmasını forkliftlerle ambarlara taşınıp istif edilmesini sağlar.

    1. Eşya güvenlikli ve düzenle bir şekilde taşınır.
    2. İş gucu ve zamandan kolaylık sağlar.
    3. Eşyanın teslim alınışında veya teslim edilişinde kolaylık sağlar.

- **Ağ Palet:** Gayri muntazam ve birbirine uymayan ambalajlı ve değişik ebadlı karışık eşya ile düşmesi veya dökülmesi tehlikeli olan eşyanın yükleme veya boşaltılmasında kullanılır. Taşınacak eşyanın cinsine gore ağ paletler, tel halattan veya nebati halattan imal edilir.
- **Et Paleti:** Çoğunlukla altı paslanmaz çelikten yapılır.
- **Asit Paleti:** Dibi su geçirmez malzeme ile kaplanır.
- **Meyve Paleti:** Zayıf ambalajlı meyve kutularının elleclenmesinde ve özel kancalı ekipman ile kullanılır.
- **Kilitler:** İki ayrı gereci birbirine bağlamada, yük donanımlarında halatları bir yere tespit etmede ve sapanlama işlerinde kullanılır.

EK 4 Vinç Çalışma Etkinlik Katsayısının Hesaplanması

Vinç Çalışmama Nedenleri:

a) Vinç Bakımları:

Vinç Çalışma Saati	Bakım Süresi Teorik	Bakım Süresi Fiili
500	8	1 gün
1000	12	1.5 gün
1500	12	1.5 gün
2000	16	2 gün
Toplam		
2000 saat		144 saat

Vinç bakımları nedeniyle oluşan etkinsizlik: %7

Kaynak: Ekipman Tedarikçileri

b) Vinç Arızaları:

10 yaşında bir vincin bir yıl içinde arızalı kalma süresi: 15 gün (Kaynak: Uzman Görüşleri)

Vinç arızası nedeniyle oluşan etkinsizlik: %4

c) Operatör değişimleri, çay ve tuvalet molaları:

Günde 1.5 saat mola

Yemek saatleri hariç 21 saat çalışma süresi

1.5/21: 0,07

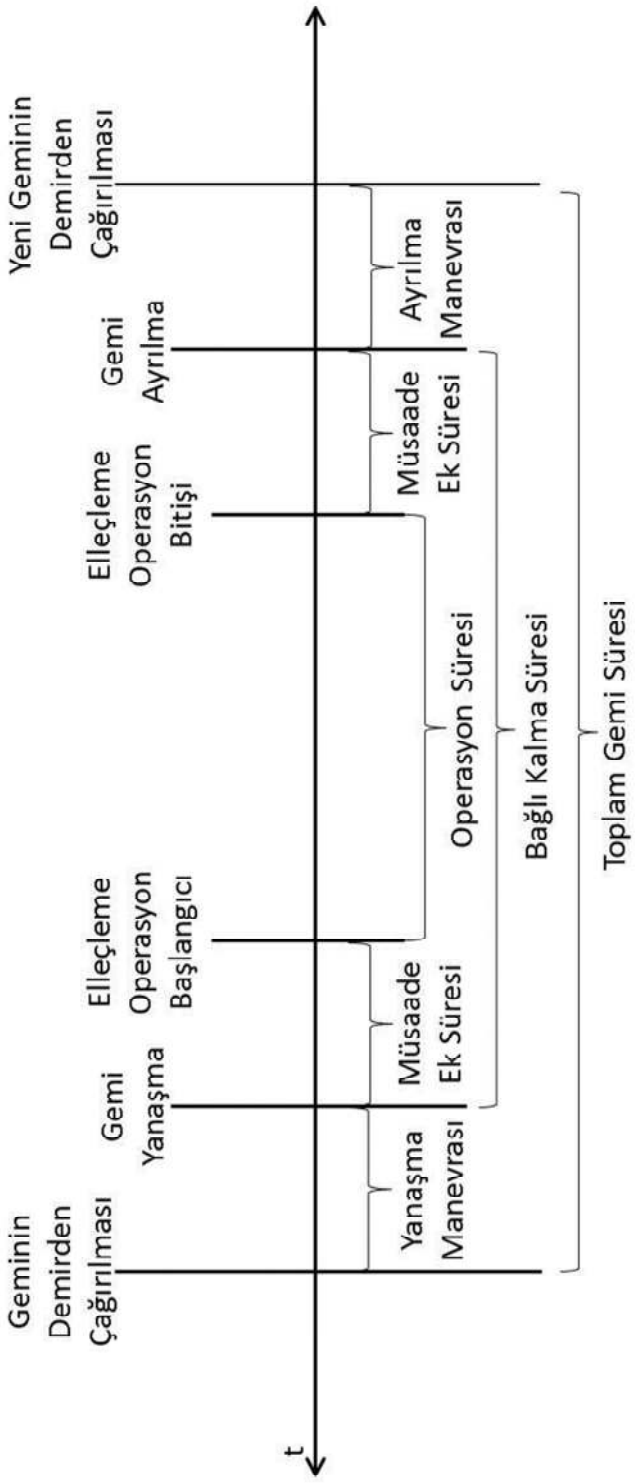
Operatör değişimleri ve molalar nedeniyle oluşan etkinsizlik: %7

Vinç Etkinsizli Oranı Toplam: %18

Vinç Etkinlik Oranı: %82

Vinç Çalışma Etkinlik Katsayısı: 0.82

EK 5 Liman Süreleri



EK 6 Liman Tarifeleri

Gemi DWT – GRT – TEU oranı:

DWT	TEU			GRT
	%25	%50	%75	
5000	119.9	310.7	501.5	4020
10000	499.9	690.7	881.5	8040
20000	1259.9	1450.7	1641.5	16080
30000	2019.9	2210.7	2401.5	24120
40000	2779.9	2970.7	3161.5	32160
50000	3539.9	3730.7	3921.5	40200
60000	4299.9	4490.7	4681.5	48240
70000	5059.9	5250.7	5441.5	56280
80000	5819.9	6010.7	6201.5	64320
90000	6579.9	6770.7	6961.5	72360
100000	7339.9	7530.7	7721.5	80400

Kaynak: Nissin'den uyarlanmıştır (2006)

Liman Yük Tarifesi: (USD)

	Eşya Cinsi	Yükleme	Boşaltma	Aktarma	Limbo	Kabotaj	Depo
Ağırlık	Genel Kargo	6.6	6.6	6.5	10	3	2.75
	Kuru Dökme	3	3	-	-	2.5	2
Adet	Konteyner (Dolu)	95	105	90	120	55	36.5
	Konteyner (Boş)	38	38	40	50	20	15.5
	Tekrar Sevk Konteyner	55	55	70	110	Aktarma: 3 Limbo: 4.5	İç Dolum-Boşaltım: 125
	Supalan Konteyner (Dolu)	-	150	-	-		
	Supalan Konteyner (Boş)	-	50	-	-		

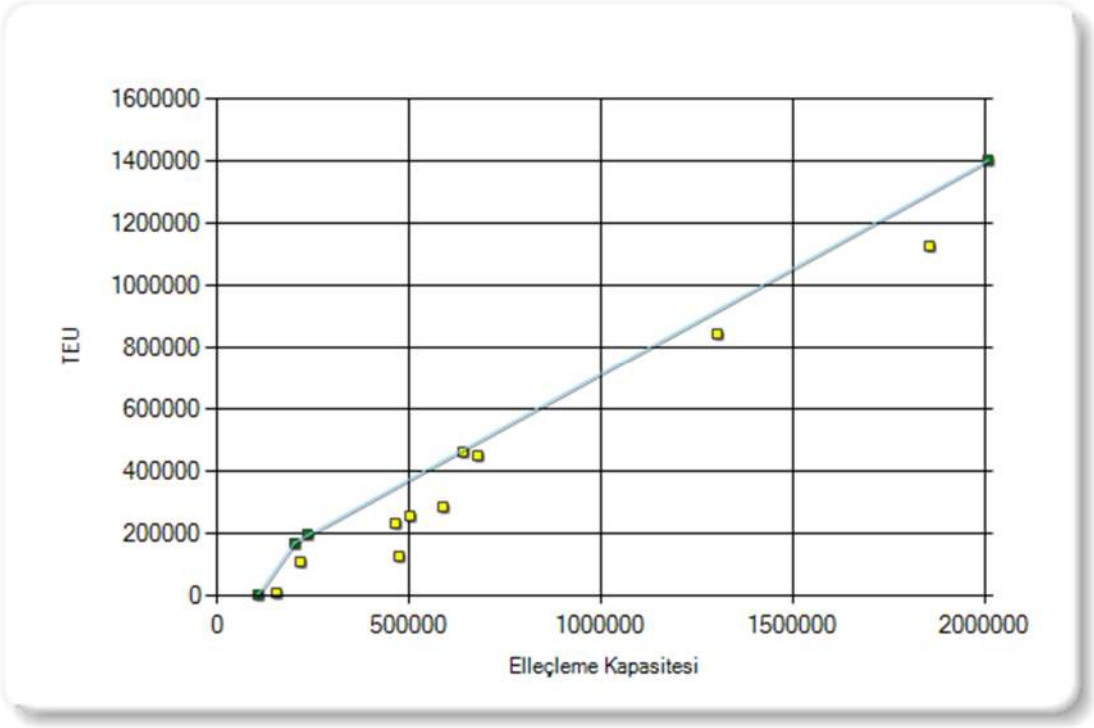
Kaynak: Mersin Liman Tarifesi'nden uyarlanmştır (2010)

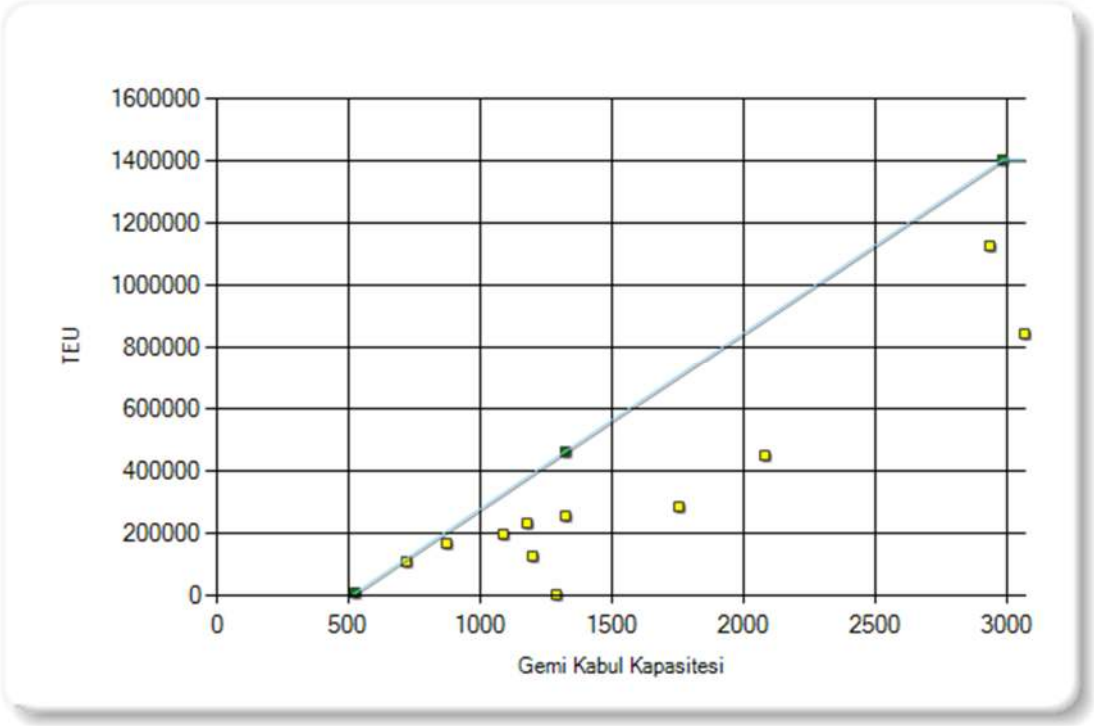
Liman Gemi Tarifesi: (USD)

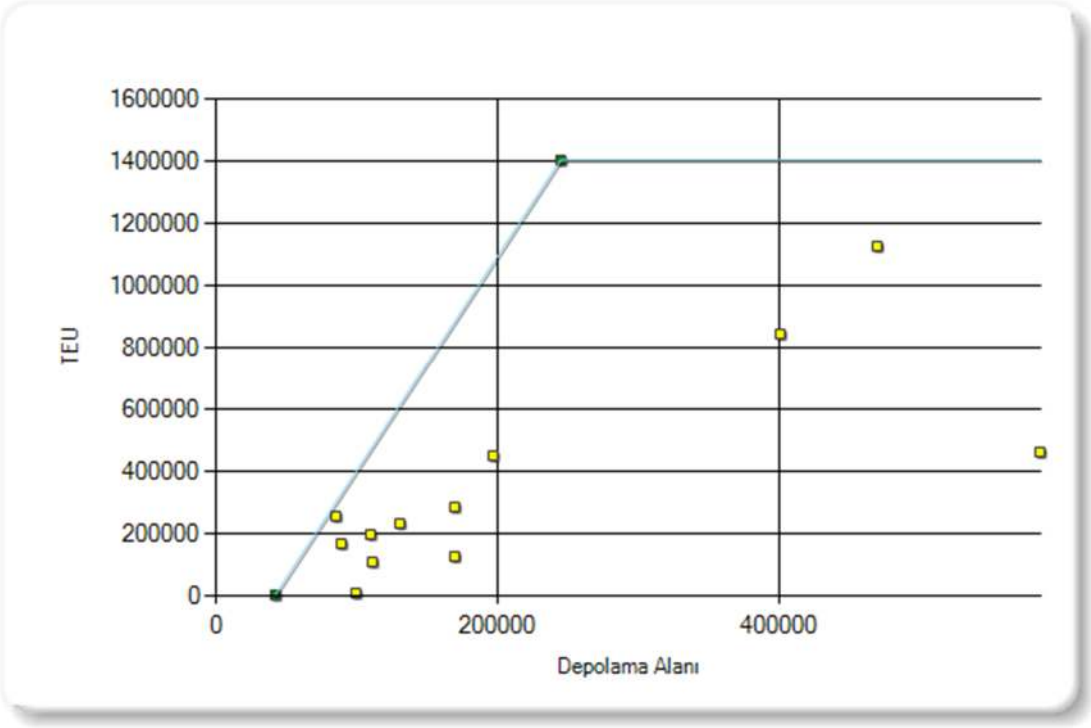
Gemi GRT'si	1000 GRT / GÜN			Palamar Bağlama+Çözüm	
	Kabotaj 5+5	Diğer 10+10	Fuzuli İşgal (1000GRT/Saat) 20+20	Kabotaj	Diğer
0-1000	5	10	20	15	30
1001-2000	10	20	40	23	45
2001-3000	15	30	60	31	60
3001-4000	20	40	80	39	75
4001-5000	25	50	100	47	90
5001-6000	30	60	120	55	105
6001-7000	35	70	140	63	120
7001-8000	40	80	160	71	135
8001-9000	45	90	180	79	150
9001-10000	50	100	200	87	165

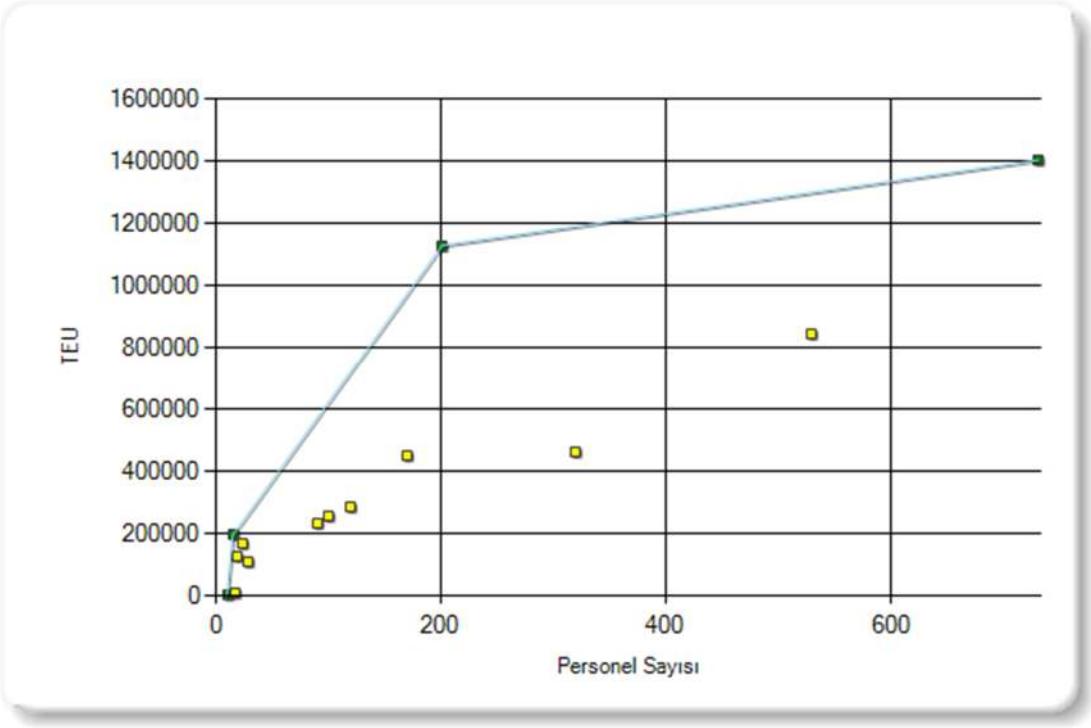
Kaynak: Mersin Liman Tarifesinden uyarlanmıştır.

EK 7a Konteyner Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenleri Korelasyon Grafikleri

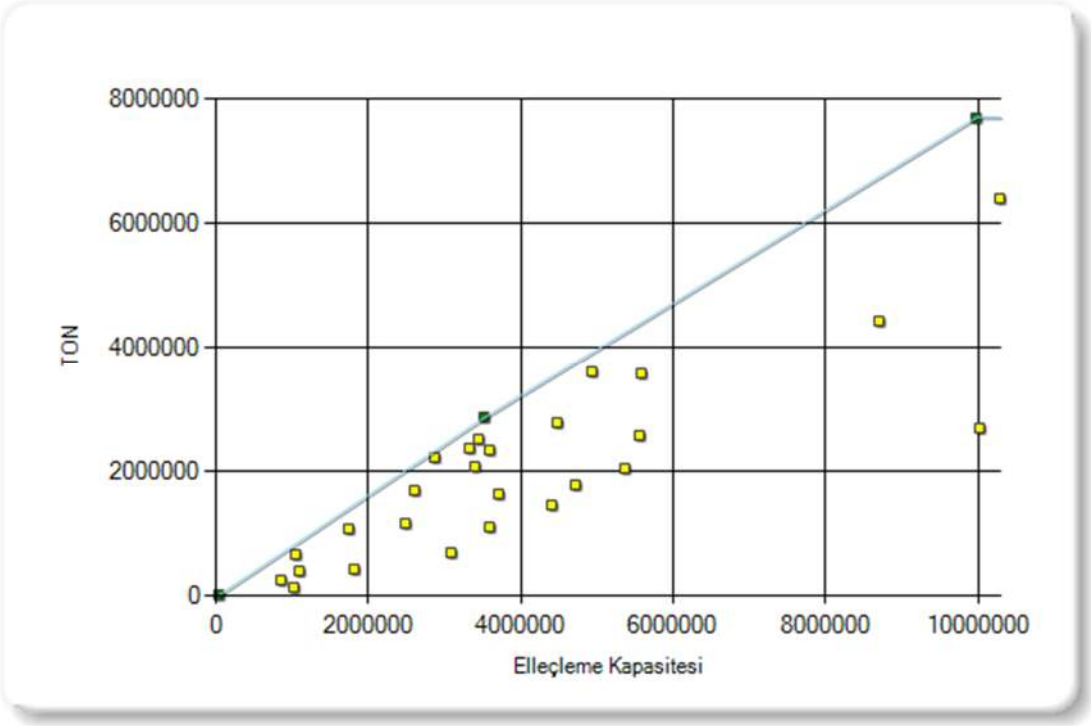


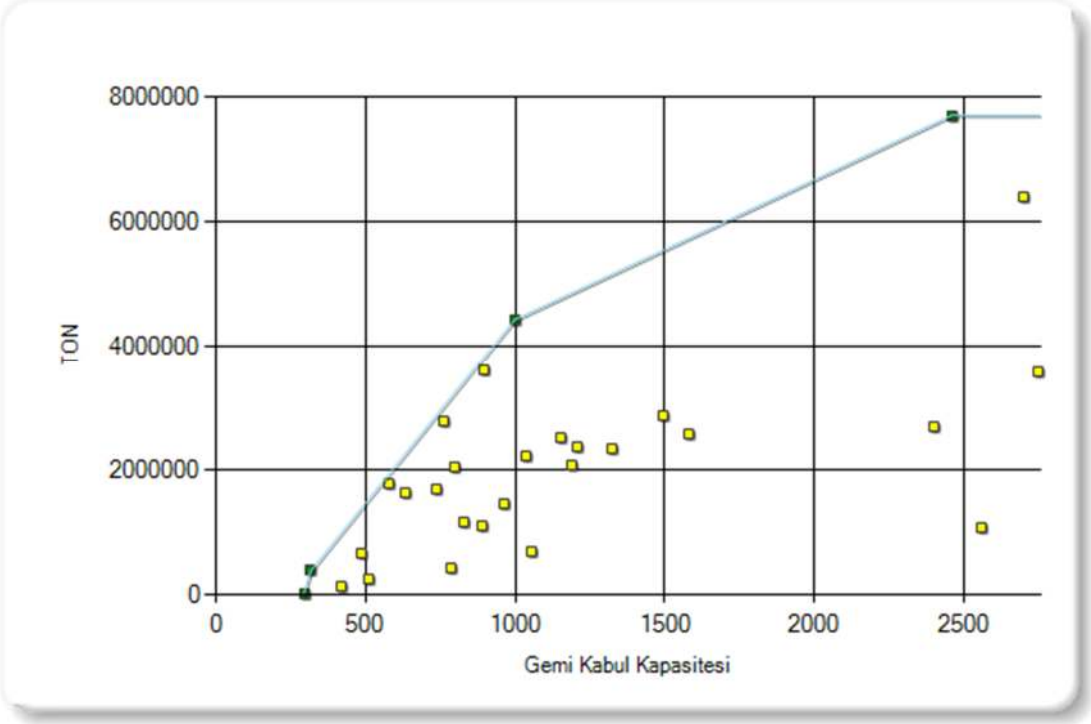


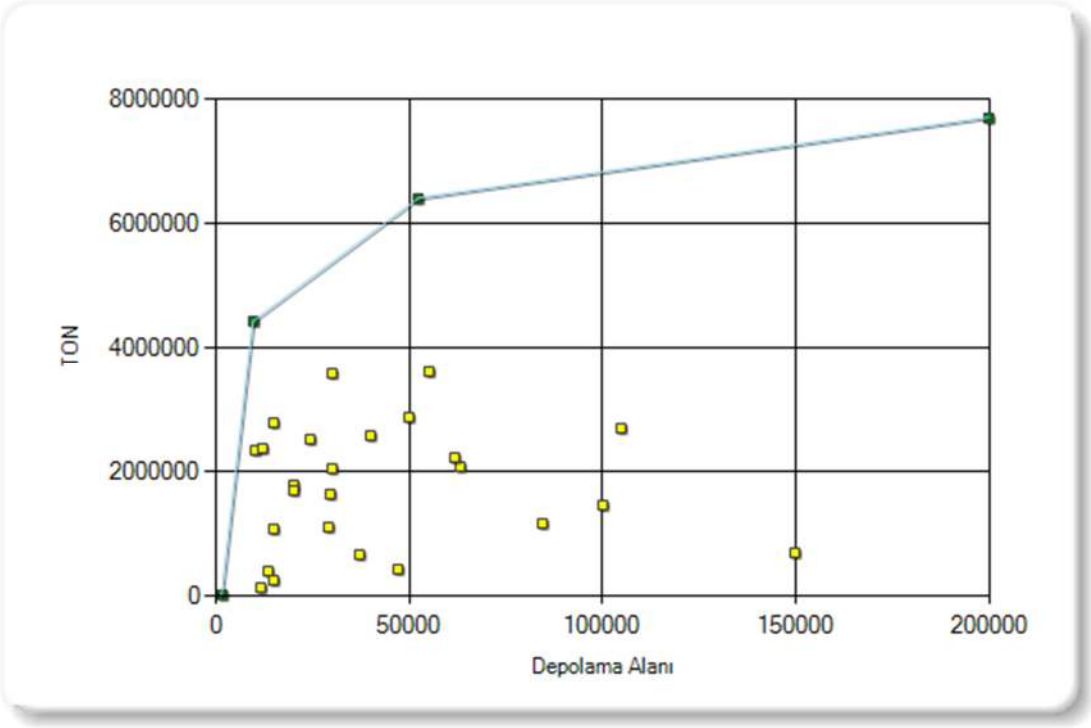

1600000
1400000
1200000
1000000
800000
600000
400000
200000
0
TEU
0
200000
400000
Depolama Alanı

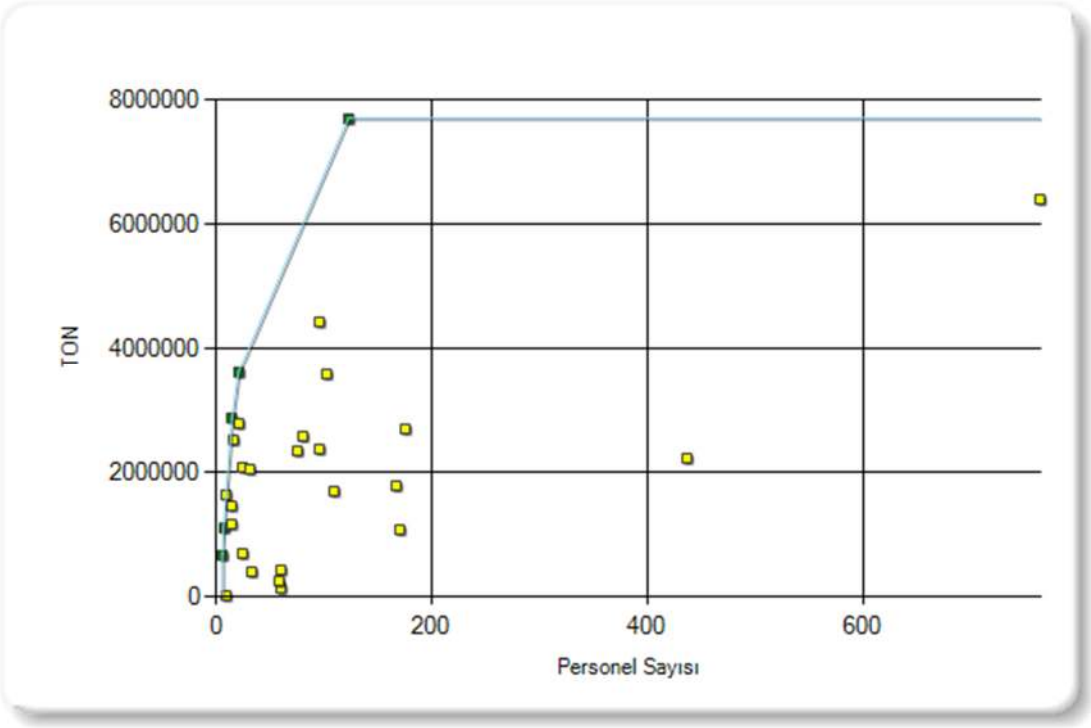

1600000
1400000
1200000
1000000
800000
600000
400000
200000
0
TEU
0
200
400
600
Personel Sayısı

EK 7b Genel ve Kuru Dökme Yük Terminalleri VZA Girdi ve Çıktı Değişkenleri Korelasyon Grafikleri






8000000
6000000
4000000
2000000
0
TON
0
50000
100000
150000
200000
Depolama Alanı


8000000
6000000
4000000
2000000
0
TON
0
200
400
600
Personel Sayısı