



İSKENDERUN TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ
KONTEYNER TERMİNALLERİNİN
PERFORMANSININ VERİ
ZARFLAMA ANALİZİ
KULLANILARAK ÖLÇÜLMESİ**

Engin DAL

**DENİZ ULAŞTIRMA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

AĞUSTOS 2024



**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ KONTEYNER TERMİNALLERİNİN
PERFORMANSININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK
ÖLÇÜLMESİ**

Engin DAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
DENİZ ULAŞTIRMA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2024

.....Engin DAL..... tarafından hazırlanan “.....İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ KONTEYNER
TERMİNALLERİNİN.....PERFORMANSLARININ.....VERİ.....ZARFLAMA.....ANALİZİ
KULLANILARAK ÖLÇÜLMESİ.....” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile
İskenderun Teknik ÜniversitesiDeniz Ulaştırma Mühendisliği..... Anabilim Dalında YÜKSEK
LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Vahit ÇALIŞIR

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Ercan AKAN

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Üye: Prof. Dr. Susran Erkan EROĞLU

Siyaset ve Kamu Yönetimi Bölümü, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Tez Savunma Tarihi: 23/08/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine
getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ☒ Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- ☒ Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ☒ Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ☒ Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- ☒ Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ☒ Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Engin DAL
23/08/2024

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ KONTEYNER TERMİNALLERİNİN
PERFORMANSININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ KULLANILARAK ÖLÇÜLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Engin DAL

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2024

ÖZET

Gelişen ve büyüyen ekonomilerin en büyük ihtiyacı hammaddedir. Ayrıca, üretimde kullanılacak malzemeler ile tüketim maksadıyla üretilen malzemelerin son kullanıcılara ulaştırılmasının kolaylaştırılması büyük önem arz etmektedir. Deniz ulaştırımcılığı ve konteyner taşımacılığı bu faaliyetlerin yürütülmesinde en çok kullanılan yöntemdir.

Bu tez çalışmasında; konteyner taşımacılığı sektöründeki artan uluslararası lojistik ihtiyaçlarının İskenderun Körfezi'nde bulunan konteyner terminalleri aracılığıyla ne seviyede karşılanabildiğini ve bu terminallerin performanslarının artırılabilmesi maksadıyla ne tür tedbirler alınması gerektiğini belirlemek hedeflenmiştir. Konteyner terminallerindeki göreceli verimlilik durumlarının belirlenmesi maksadıyla Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında belirlenen karar verme birimlerinin (konteyner terminalleri) son beş yıllık girdi ve çıktı değerleri elde edilerek bu süreçteki verimlilik durumları incelenmiştir. İncelemede girdi değişkenleri olarak; iskele/rıhtım uzunluğu, konteyner stok alanı, rıhtım vinçlerinin sayısı, gemi yanaşma yeri sayısı, konteyner istifleme aracı sayısı değerlendirmeye alınmıştır. Elleçlenen konteyner miktarına ilişkin değerler ise çıktı değişkeni şeklinde değerlendirilmiştir. Veri zarflama analizi kullanılarak yapılan etkinlik ölçümleri sonrasında CCR, BCC girdi ve çıktı yönelimli sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan konteyner terminalleri arasındaki verimlilik kıyaslaması yapılmış ve etkin olmadığı tespit edilen karar verme birimlerinin ne şekilde etkin hale getirilebileceğine ilişkin çözüm yöntemleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : İskenderun körfezi, konteyner terminali, veri zarflama analizi,
performans
Sayfa Adedi : 122
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Vahit ÇALIŞIR

MEASURING THE PERFORMANCE OF CONTAINER TERMINALS IN
ISKENDERUN GULF USING DATA ENVELOPING ANALYSIS
(M. Sc. Thesis)

Engin DAL

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

August 2024

ABSTRACT

In developing and growing economies, the greatest need is for raw materials. Additionally, facilitating the delivery of the materials which are used for production and those produced for consumption to end users is of great importance. Sea transport and container shipping are the most widely used methods in the execution of these activities.

In this thesis, the aim is to determine to what extent the increasing international logistics needs in the container shipping sector can be met through the container terminals in the İskenderun Gulf, and which measures has need to analyse to enhance the performance of these terminals. Data Envelopment Analysis (DEA) method was used to determine the relative efficiency of container terminals, which is a non-parametric method. The input values and output values of the decision units (container terminals) identified within the scope of the study for the last five years were obtained, and their efficiency during this period was examined. In the analysis, the input variables considered were quay length, container storage area, number of berth cranes, the amount of ship berths, the amount of container handling equipment, while the output variable was the handled container quantity. Efficiency measurements were obtained using Data Envelopment Analysis, CCR, BCC input and output-oriented results were obtained.

A comparison of efficiency among the evaluated container terminals was made within the scope of the study, and recommendations were provided for the enhancement of inefficient decision-making units.

Key Words : Iskenderun gulf, container terminal, data enveloping analysis, performance
Page Number : 122
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Vahit ÇALIŞIR

TEŞEKKÜR

Performans ölçümü ve değerlendirmesi çalışmasında veri zarflama analizi yönteminin kullanımının işlendiği bu yüksek lisans çalışmasında, etkin olmayan karar birimlerinin yapılacak gerekli düzenleme ve işlemlerle birlikte etkin hale getirilebileceği anlatılmaktadır.

Çalışmama esas bölge olarak seçmiş olduğum İskenderun Körfezi'nde ne yazık ki 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler sonrasında yaşanan can kayıpları, yaralanmalar, sıkıntı ve problemler nedeniyle birçok defa çalışmalarımı bırakma/durdurma yönünde düşüncelere kapılmış olsam da; ilk günden bu yana tez çalışmam ile ilgili olarak her türlü desteği veren danışmanım Sn. Dr.Öğr.Üyesi Vahit ÇALIŞIR'a, çalışmalarımın temelini borçlu olduğum ve bu süreçte daima desteklediklerini bildiğim Sn. Prof.Dr. Soner ESMER'e ve Sn. Doç.Dr. Alpaslan ATEŞ'e, değerlendirme aşamasında kullanmış olduğum verileri temin etmekte büyük kolaylık sağlayan Limakport Genel Müdürü Sn. Gündüz ARISOY ve Limakport Kurumsal İlişkiler Direktörü Sn. Abdullah KARATURNA ile Assan Liman İşletmeleri Genel Müdürü Sn. Toros Tolga KELEŞOĞLU ve Assan Limanı Terminal ve Saha Operasyon Uzmanı Sn. Kürşat ERDOĞAN'a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam, annem ve kardeşime, her türlü desteği ile daima yanımda olan değerli eşim Özden DAL'a ve onları ihmal ettiğim sürelerde göstermiş oldukları anlayışları için kızlarım Ece Su DAL ve Arya Derin DAL'a sonsuz sevgilerimi ve şükranlarımı sunarım. İyi ki varsınız...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
HARİTALARIN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. İSKENDERUN KÖRFEZİ	5
2.1. Konumu ve Tarihçesi	5
2.2. Coğrafi Özellikler	8
2.2.1. Meteorolojik koşullar	8
2.2.2. Oşinografik koşullar	10
3. LOJİSTİKTE DENİZ TİCARETİNİN ÖNEMİ	11
3.1. Dökme Yük Taşımacılığı	12
3.1.1. Kuru dökme yük taşımacılığı	12
3.1.2. Sıvı dökme yük taşımacılığı	13
3.2. Ro-Ro Taşımacılığı	13
3.3. Konteyner Taşımacılığı	13
4. KONTEYNER TERMİNALLERİ	15
4.1. Terminal Operasyonları	15
4.2. Terminalde Yer Alan Tesisler	17

4.2.1.	Rıhtım	17
4.2.2.	Konteyner sahası	18
4.2.3.	Özel istifleme alanı	18
4.2.4.	CFS sahası	19
4.2.5.	Gümrük ve diğer kontrol alanları	19
4.2.6.	Interchange sahası	19
4.2.7.	Kapı (Giriş)	20
4.2.8.	Hat sonu	20
4.2.9.	Ofisler	20
4.2.10.	Bakım atölyeleri	21
4.3.	Terminalde Kullanılan Ekipmanlar	21
4.3.1.	Gantry kreyn	22
4.3.2.	Mobil (gezer) kreyn	23
4.3.3.	Taşıyıcı istifleyici (straddle)	24
4.3.4.	Dolu konteyner istifleyici (reach stacker)	25
4.3.5.	Boş konteyner taşıyıcı (empty reach stacker)	25
4.3.6.	Forklift	26
4.3.7.	Çekici ve şasi	27
5.	İSKENDERUN KÖRFEZİNDEKİ KONTEYNER LİMANLARI	28
5.1.	Assan Limanı	28
5.1.1.	Tarihçe	28
5.1.2.	Liman hakkında genel bilgiler	29
5.1.3.	Terminal özellikleri (imkan ve kabiliyetleri)	29
5.2.	Limak Limanı	30
5.2.1.	Tarihçe	30
5.2.2.	Liman hakkında genel bilgiler	31

5.2.3. Terminal özellikleri (imkan ve kabiliyetleri)	31
6. LİMAN İŞLETMELERİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ	32
6.1. Etkinlik Kavramı	32
6.2. Verimlilik Kavramı	39
6.3. Limanlarda Performans Ölçüm Nedenleri	41
6.4. Limanlarda Verimliliği Etkileyen Faktörler	43
6.5. Limanlarda Verimlilik Kriterleri	44
6.6. Limanlarda Performans Ölçüm Yöntemleri	46
7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	50
7.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi	50
7.1.1. Veri zarflama analizinin amacı	52
7.1.2. Veri zarflama analizi modelleri	52
<u>CCR modeli</u>	53
<i>Girdi yönelimli CCR modeli</i>	53
<i>Çıktı yönelimli CCR modeli</i>	54
<u>BCC modeli</u>	55
<i>Girdi yönelimli BCC modeli</i>	55
<i>Çıktı yönelimli BCC modeli</i>	56
<u>Toplamsal model</u>	57
<u>Çarpımsal model</u>	58
7.1.3. Veri zarflama analizinin güçlü ve zayıf yönleri	59
7.2. Uygulama Aşamaları	61
7.2.1. Karar birimlerinin seçimi	62
7.2.2. Girdi ve çıktıların belirlenmesi	62
7.2.3. Görelî verimlilik ölçümü	63
7.2.4. Her bir karar birimi için detay analizi	64

7.2.5. Sonuçların değerlendirilmesi	64
7.2.6. Etkin olmayan sınırlar için hedef belirlenmesi	64
8. ARAŞTIRMA UYGULAMASI	66
8.1. Araştırmanın Amacı ve Metodolojisi	66
8.2. Karar Verme Birimlerinin Seçimi	66
8.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması	67
8.3.1. Rıhtım / iskele uzunluğu	68
8.3.2. Vinç sayısı	68
8.3.3. Konteyner stok alanı	69
8.3.4. Yanaşma yeri sayısı	70
8.3.5. İstifleme aracı sayısı	70
8.3.6. Elleçlenen konteyner miktarı	71
8.4. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü	72
8.4.1. Girdi yönelimli CCR analizi sonuçları	72
8.4.2. Çıktı yönelimli CCR analizi sonuçları	77
8.4.3. Girdi yönelimli BCC analizi sonuçları	82
8.4.4. Çıktı yönelimli BCC analizi sonuçları	87
8.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	92
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ	108

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Assan limanı terminal özellikleri	30
Çizelge 5.2. Limak limanı terminal özellikleri	33
Çizelge 6.1. Limanlarda verimliliği etkileyen faktörler	45
Çizelge 8.1. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin rıhtım/iskele uzunlukları (m)	70
Çizelge 8.2. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin vinç sayıları (adet)	71
Çizelge 8.3. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin konteyner stok alanları (m ²)	71
Çizelge 8.4. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin gemi yanaşma yeri sayısı (adet)	72
Çizelge 8.5. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin istifleme aracı sayısı (adet)	73
Çizelge 8.6. Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin elleçlenen konteyner miktarı (TEU)	73
Çizelge 8.7. Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları	75
Çizelge 8.8. Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri	76
Çizelge 8.9. Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları	80
Çizelge 8.10. Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri	81
Çizelge 8.11. Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları	85
Çizelge 8.12. Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri	86
Çizelge 8.13. Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları	90

Çizelge 8.14. Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri	91
Çizelge 8.15. Etkinlik modeline ve yıllara göre ortalama etkinlik skorları	95



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Konteyner terminalinde yer alan tesisler	17
Şekil 8.1. Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik	74
Şekil 8.2. Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik	79
Şekil 8.3. Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik	84
Şekil 8.4. Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik	89

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Gantry kreyn	23
Resim 4.2. Mobil kreyn	24
Resim 4.3. Taşıyıcı istifleyici	25
Resim 4.4. Dolu konteyner istifleyici	26
Resim 4.5. Boş konteyner istifleyici	27
Resim 4.6. Forklift	28
Resim 4.7. Çekici ve şasi	28
Resim 5.1. Assan limanı	29
Resim 5.2. Limak limanı	31

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. İskenderun Körfezi'nin Akdeniz içerisindeki konumu	5
Harita 2.2. İskenderun Körfezi	5
Harita 2.3. Doğu Akdeniz hakim yüzey akıntısı	10



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

m	Metre
m²	Metrekare
km²	Kilometrekare
nm	Nauticalmile (Denizmili)
kts	Knots
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece

Açıklamalar

Kısaltmalar

BCC	Banker, Charnes, Cooper
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes
CFS	Konteyner nakil istasyonu
CRS	Constant returns to scale
DRS	Decreasing returns to scale
FSRU	Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi
IRS	Increasing returns to scale
LNG	Sıvılaştırılmış doğalgaz
LPG	Sıvılaştırılmış petrol gazı
LOA	Tam boy
MHC	Mobil rıhtım kreyni
MGC	Mobil gantry kreyn
MPSS	Most productive scale size
M.Ö.	Milattan önce
M.S.	Milattan sonra
RO-RO	Roll-on – Roll-off
RTG	Lastik tekerlekli gantry
SSG	Ship to shore gantry
STS	Ship to shore
UNCTAD	Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
ÜOK	Üretim olanakları kümesi
VRS	Variable returns to scale

1. GİRİŞ

Dünya ekonomisinde 1970'lerden sonra küreselleşmeyle birlikte meydana gelen önemli değişiklikler sonrasında uluslararası ticaret kapsamında gerçekleştirilen ithalat miktarları ile ihracat miktarları önemli düzeyde yükseliş göstermiştir. Yükselen dış ticaret faaliyetlerinde taşımacılık, önemli bir bileşeni oluşturmaktadır. Taşımacılık, insanların veya malın bir yerden başka bir yere taşınması sürecini kapsar. Farklı bir değerlendirmeye göre ise, mal ve hizmetlerin üretildikten sonra çeşitli nakliye yöntemleri aracılığıyla üretildikleri yerden tüketildikleri yerlere nakli şeklinde tanımlanabilir.

Günümüzde kullanılan taşımacılık sistemleri arasında deniz taşımacılığı en büyük paya sahiptir. Dünya'da gerçekleştirilen ticaretinin ortalama %80'i ve Türkiye'deki ithalat/ihracatın ortalama %90'ı, denizyolu taşımacılığıyla gerçekleştirilmektedir [1]. Ayrıca, son 30 yıl içinde denizyolu ticaretinde görülen gelişme seviyesi ortalama %3,1'dir [2]. Taşımacılığın çoğunlukla deniz üzerinden yapılmasının avantajları; diğerlerine göre daha güvenli olması, nakledilen ürün düzeyi dikkate alındığında hızlı ve pratik olması, büyük miktarlarda yükün bir seferde nakledilebilmesi dolayısıyla ekonomik olması olarak sıralanabilir. Bu gibi avantajlar diğer taşımacılık türlerine nazaran deniz taşımacılığının tercih edilmesinin ana nedenleridir. Bu nedenlerle denizcilik endüstrisi, dünya ticaretinin büyümesiyle birlikte yüksek büyüme oranına kavuşmuştur.

Denizcilik alanındaki teknolojik gelişmeler, küresel ticaretin yükselişinde kritik rol oynamıştır. Bunlar, gemilerdeki kapasite artışı, elleçleme yöntemlerinde gerçekleşen gelişimler ile bilgi ve iletişim teknolojilerinin ilerlemesi şeklinde açıklanabilir [3]. Bu gelişmeler, uzak mesafeler arasındaki taşımacılık faaliyetlerinde kolaylık sağlamıştır. Dünya denizcilik sektöründeki gelişimi yakalayabilmek ve bu gelişimlerle doğru orantılı olarak ilerleyebilmek, ülke ve işletmelerin deniz taşımacılığındaki varlığının idamesi için bir zorunluluktur.

Yük, liman ve gemi olarak üç ana ögeden oluşan deniz taşımacılığında etkinliğe/verimliliğe en çok etkiyen öge liman verimliliği denilebilir. İlk önceleri denizle karanın birleştiği yer şeklinde tanımlanırken sonrasında da endüstriyel ve ticari merkezler olarak görülen limanlar, günümüzde ise lojistik üsleri şeklinde hizmet vermektedir.

Limanlar artık uluslararası tedarik zinciri bağlantılarındaki ticari çekişmelerde intermodal bağlantı konumları şekline gelmiştir. [4]

Limanı, taşımacılığın mod değiştirdiği yerler olarak ifade edebiliriz. Ayrıca literatürde bir çok farklı şekilde tanımlanmış olmasına rağmen daha geniş bir şekilde; gemilerin olumsuz hava koşullarında sığınabilecekleri, yükleme-boşaltma işlemlerini gerçekleştirebilecekleri, yolcuları indirip bindirebilecekleri fiziksel alanları ve bu hizmetleri sağlamak üzere kurulmuş altyapıları temin eden, açık veya kapalı yerler ile tesislerle yolculara, gemilere ve yüklere hizmet sağlayan, denetim işlemleri için gerekli birimleri ve organizasyonlara sahip olan, ekonomik açıdan önemli bir faktör olan, taşıma yöntemleri arasında bir geçiş mekanizması olan ve diğer taşıma yöntemleri ile gemi arasında (gemiden gemiye, gemiden karaya ve karadan gemiye) transferi mümkün kılan alanlar olarak tanımlayabiliriz. [5]

Limanlar, denizcilik uygulamalarının temel ögesi olmanın yanında, bulundukları yerin gelişimine, ekonomiye ve ülke savunmasına değerli katkılarda bulunmaktadır. Ancak, limanların katkılarının faydalı etki yaratabilmesi maksadıyla limanın verimli şekilde kullanılması ve yönetilmesi gerekmektedir. Limanlardaki verimlilik atışı; sadece teknoloji kullanılarak değil, aynı zamanda yeni teknolojileri zamanında uygulamak veya geliştirmekle mümkündür.

Denizcilik sektöründe, 1960'lara kadar olan dönemde limandan limana taşımacılık anlayışı baskınken bu tarihten sonra yerini noktasal taşımacılığa devretmiştir. Noktasal taşımacılığı mümkün kılan sistem ise konteyner taşımacılığıdır. Limanların gelişiminde konteynerleşmenin artan değeri önemli bir etken olmuştur.[6] Sonrasında ise, yükleme ve boşaltma yöntemlerindeki teknolojik değişimler, limanlarla hinterlandları arasındaki ilişkiyi güçlendirmiştir. Limanların hizmet alanı ve altyapısının, uluslararası taşımacılığın gereklerine göre değişim gösterdiği söylenebilir. [7]

Günümüzde deniz yoluyla konteyner taşımacılığında üç ana hat bulunmaktadır. Transatlantik, Transpasifik ve Avrupa-Asya olarak adlandırılan hatlardan en aktifi ve yoğunu, bölgedeki işletmecilerin tercihleri doğrultusunda limanlardaki konteynere yönelik altyapı gelişimi nedeniyle Transpasifik hattıdır. [8] Türkiye, deniz taşımacılığında dünya genelindeki gelişmeler doğrultusunda kendisini geliştirmelidir. Özellikle limanların mevcut

durumlarını belirlemeli ve transit taşımacılıkta daha etkin bir konuma getirebilmek için gerekli tedbirleri almalıdır.

Ülkemiz denizcilik sektörü açısından değerlendirildiğinde, Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler ile yapılacak deniz ticaretinde Türk Boğazlarının kullanımı, Akdeniz'deki jeopolitik konumu, sahip olduğu geniş geri saha (Kafkaslar, Ortadoğu ve Balkanlar) gibi etkenler coğrafik konum olarak Türkiye'yi birçok ülke arasından öne çıkarmaktadır. Türkiye'nin denizcilik sektöründe dünya ortalamasının gerisinde kalmasının nedeni olarak coğrafik konumun etkili ve verimi kullanılamaması ile gelişen teknolojiye uyum sağlayamama gösterilebilir.

Liman endüstrisinde performans ölçümü, çoklu göstergeler kullanılarak limanda meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesiyle yapılmaktadır. [9] Limanlar, gemiler ve yükler açısından temel hizmet sağlayıcı yerler olduğundan, performanslarının tek bir parametre ile değerlendirilmesinin uygun olmayacağı aşikardır. Fakat daha fazla parametre kullanılarak gerçekleştirilecek etkinlik/performans ölçümlerinde hangi parametrelerin kullanılacağına dikkatli karar verilmelidir.

Liman performans ölçümünde özellikle son dönemlerde en çok veri zarflama analizi yöntemi kullanılmaktadır. Veri zarflama analizi, seçilen parametrelerin kullanılarak işletmeler arasında karşılaştırma yapmayı sağlayan ve karşılaştırılan işletmelerin verimliliklerini kıyaslayabilmeyi sağlayan parametrik olmayan bir yöntemdir. Analizi yapmadan önce kıyaslanacak işletmelerin detaylarının bilinmesi, değerlendirmeye alınacak verilerin benzer maksatla kullanıldığından emin olunması gerekir. Bu metod, sigorta şirketleri, tarım, bankalar, okullar, hastaneler, balıkçılık ve liman gibi birçok sektör açısından uygulanabilmektedir.

Veri zarflama analizi yöntemi kullanılarak yapılan verimlilik analizi, değerlendirme kapsamında kullanılan ortak girdi ve çıktı değerleri doğrultusunda ortaya çıkan sonucu sunmaktadır. Yani görecelidir. Limanlarda verimliliği hatasız şekilde hesaplayabilmek amacıyla limanlardaki girdi ve çıktı birimlerini doğru belirlemek gerekmektedir. Yoksa limanların analizi sonucunda elde edilecek verimlilik skorları doğru olmayabilir. [10]

Taşımacılık sektöründeki artan talep ve maliyetler doğrultusunda limanların, mevcut durumlarını değerlendirmeye alarak etkin kullanılamayan kaynaklarını tespit ederek çözüme yönelik gerekli tedbirleri almaları diğer limanlarla rekabet edilebilmesi açısından önemli rol oynamaktadır. Kaynakların optimal şekilde kullanımı da limanlarda özellikle gerekmektedir. Bu doğrultuda limanda icra edilen operasyonların etkinliği ve verimli kullanılacak kaynaklar önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, İskenderun Körfezi'ndeki konteyner terminallerinin etkinlik düzeyini görmek ve etkin olamayan terminaller için verimliliği etkileyen sebepleri araştırmaktır.



2. İSKENDERUN KÖRFEZİ

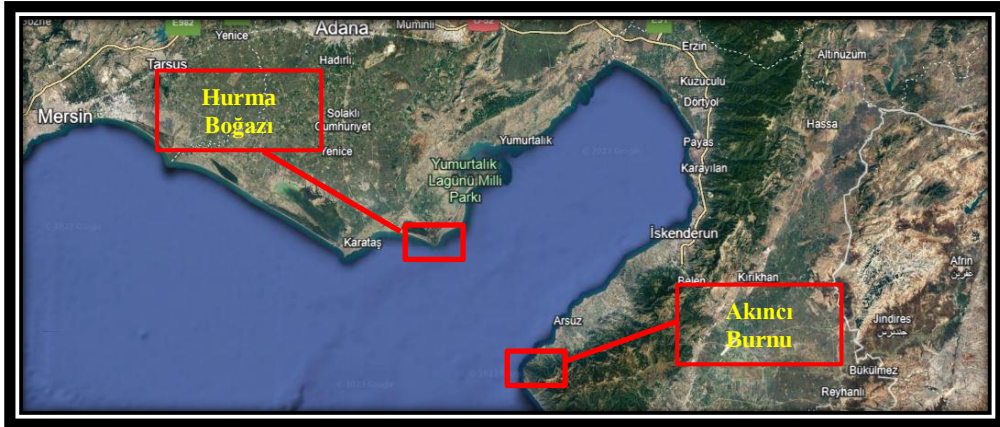
2.1. Konumu ve Tarihçesi

İskenderun Körfezi, yaklaşık 2.500.000 km²'lik yüzölçümü ile dünyanın en büyük iç denizi olan Akdeniz'in en doğu noktasında, 36° 19'–36° 55' K enlemleri ve 035° 33'–036° 12' D boylamları arasında yer almaktadır. (Harita 2.1)



Harita 2.1 İskenderun Körfezi'nin Akdeniz içerisindeki konumu

Yaklaşık yüzölçümü 2.000 km²'dir. Kuzeyinde Adana ili, doğu ve güneyinde ise Hatay ili yer almaktadır. Körfezi basitçe, genel görünüş olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan bir dikdörtgen şeklinde tanımlayabiliriz. İskenderun Körfezi'nin girişini güneyde Akıncı Burnu ile kuzeyde Ceyhan nehrinin denize döküldüğü yer olan Hurma Boğazı teşkil etmektedir. (Harita 2.2)



Harita 2.2 İskenderun Körfezi

Körfezin tarihini, içerisinde yer alan önemli yerleşim birimlerinin tarihsel süreciyle birlikte değerlendirmeye çalışmak gerekir. İskenderun Körfezi'nin kuzey girişinde yer alan Karataş, askeri ve ticari açıdan önemli olan güzergahlar üzerinde M.Ö. 1000 yıllarında kurulmuş bir liman kentidir. Sırasıyla Arzava, Huri, Hitit, Kue ve Asur krallıklarının ardından Roma İmparatorluğu, sonrasında ise Abbasiler ve Osmanlı İmparatorluğu egemenliğinde kalmıştır. Kue ve Asur krallıkları döneminde önemli bir liman kenti olduğuna ilişkin bilgilere ulaşılabilen Karataş'la ilgili olarak son dönemlerde daha çok balıkçılık faaliyetlerinin ön planda olduğu söylenebilir. [11]

Körfezin kuzeyinde yer alan bir başka yerleşim yeri olan Yumurtalık ilçesinin tarihi incelendiğinde, M.Ö. 4. yüzyılın sonlarında Büyük İskender'in halefi olan komutanlarca liman şehri olarak kurulduğu, M.Ö. 1. yüzyılda en parlak dönemini geçirdiği ve M.S. 1200'lü yıllarda Cenovalı ve Venediklilerce deniz ticaretinde önemli bir liman olarak kullanıldığı verilerine ulaşılabilir. Ünlü denizci Marco Polo kenti iki kez ziyaret etmiş, ticaretle uğraşan Cenovalı ve Venediklilerin limanı doldurduğundan ve ipek, baharat, yün ve hububat ticareti yaptıklarından bahsetmiştir. [12] Günümüzde ise inşa edilen yeni limanlar ile birlikte özellikle enerji sektöründe önemli yatırımlar yapıldığı bir bölge olduğunu belirtebiliriz.

İskenderun Körfezi'nin en kuzey ucunda yer alan Erzin ilçesinin 1400'lü yılların sonunda çoğunluğu Akkoyunlulardan oluşan Türkmen boyları tarafından kurulduğu sanılmakta olup, limanı bulunmayan ilçenin deniz ticaretindeki önemi oldukça zayıftır.[13] Günümüzde gaz dolum tesisleri bulunan ilçe sınırlarında ilerleyen dönemde büyük bir konteyner limanı inşa edilmesine yönelik çalışmalar başlatıldığı bilinmektedir.

Dört Yol ilçesinin ise M.Ö. 5000'li yıllara kadar uzanan tarihinde Akadlar, Sümerler, Roma, Bizans ve Osmanlı egemenliği altında kaldığı bilinmekte olup, liman kenti olmadığı için deniz ticaretinde önemli bir yere sahip olamamıştır. [14] Günümüzde BOTAŞ Dört Yol terminalinde ham petrol taşımacılığı ve FSRU Ertuğrul Gazi gemisiyle LNG depolama ve gazlaştırarak şebeke hattına verme faaliyetleri ve Delta Rubis terminalleriyle ham petrol taşımacılığı faaliyetleri ile deniz ticaretine katkı sağlamaktadır.

İskenderun Körfezi'nin en doğu ucunda yer alan Payas ilçesi de tarih öncesi dönemden günümüze önemli bir yerleşim yeri görevi görmüş, Osmanlı İmparatorluğu döneminde doğu seferlerinde Payas limanını lojistik üssü olarak kullanılmıştır. [15] Günümüzde İsdemir Limanı'nı sınırları içerisinde bulunduran kentte özellikle demir-çelik sektörüne yönelik önemli yatırımlar bulunmaktadır.

Körfeze adını veren ve körfezdeki en büyük şehir olan İskenderun'un tarihi M.Ö. 2000'li yıllara dayanmaktadır. Sırasıyla Hititler, Fenikeliler, Hattini, Hurriiler, Persler hakimiyetinde kalan şehir, gerçek anlamıyla Büyük İskender tarafından M.Ö. 333 yılında kurulmuştur. Roma İmparatorluğu ve Abbasilerin ardından, Büyük Selçuklu, Eyyübililer, Memlükler ve Osmanlı İmparatorluğu himayesinde kalmıştır. Doğu Akdeniz'de gerçekleşen ticaret faaliyetlerinde çok önemli bir liman görevi üstlenen şehir, Orta Doğu ile yapılan ticarete de önemli rol oynamıştır. [16] Günümüzde halen kuru yük, sıvı yük, RO-RO ve konteyner taşımacılığında Mersin ile birlikte Doğu Akdeniz'deki en önemli liman kenti durumundadır.

İskenderun Körfezi'nin güney yakasında oldukça uzun bir kıyı şeridine sahip olan Arsuz ilçesinde ilk yerleşim çok eski tarihlere dayanmakta olup, M.Ö. 300'lü yıllardan bu yana Makedonlar, Romalılar, Araplar, Bizanslılar, Memlüklüler ve Osmanlı İmparatorluğu egemenliği altında kalmıştır. Arsuz ilçesi, özellikle Bizans ve Roma döneminde çok önemli bir liman ve yerleşim yeri olmuştur. [17] Günümüzde daha çok deniz turizmi ile ön plana çıkan kentte, Madenli Marina içerisinde teşkil edilen Hatay Deniz Otobüsü (HADO) ile birlikte uluslararası yolcu taşımacılığında İskenderun Körfezi içerisindeki önemli merkezlerden biri haline gelmiştir.

Akdeniz'in en doğu ucunda yer alan İskenderun Körfezi, Adana ve Hatay illeri arasındaki alanda kalmaktadır. Bölge ticari açıdan yüksek öneme sahiptir. Gerek kara ulaşımı, gerekse de deniz ulaşımı açısından gelişmiş bir bölge olan İskenderun Körfezi, adını Hatay'ın İskenderun ilçesinden almaktadır. İskenderun limanı, Akdeniz kıyılarımızda yer alan üçüncü büyük limandır. Beyrut limanında meydana gelen saldırı ile eski önemini yitirmesi ve Orta Doğu'da yaşanan olaylar nedeniyle İskenderun Körfezi daha değerli ve önemli hale gelmiştir. [18]

2.2. Coğrafi Özellikler

Doğu Akdeniz'in kuzeydoğusuna doğru uzanan İskenderun Körfezi, güneyde Akıncı Burnu ile kuzeyde Hurma Boğazı'nın ağız kesiminde Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultusunda uzanan 20 nm genişliğinde ve 40 nm uzunluğunda yarı kapalı bir havzadır. Doğuda kıyıya paralel uzanan Nur Dağları'nın konumu nedeniyle doğu kıyısı oldukça düzgündür. En yüksek zirve İskenderun limanına kuzey-kuzeydoğu yönünde, 16 nm mesafede ve 2236 m yüksekliğindedir. İskenderun limanına batı-güneybatı yönünde 5 nm mesafede, 1795 m yüksekliğinde bir diğer zirve bulunmaktadır. İskenderun'un güneydoğusunda kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan bir boğaz olan Top Vadisi, Nur Dağları'nı kesmektedir. [19]

Kuzeyde ise, Ceyhan Nehri deltasının üzerinde geniş kıyı düzlükleri yer almaktadır. Körfezin diğer kesimlerinden farklı olarak kıyılar daha girintili çıkıntılıdır. Çünkü bu düzlüklerde lagünler, bataklıklar, doğal kanallar ve delta ağızları gibi jeomorfolojik unsurlar yer almaktadır. [20] Ceyhan nehrinin taşıdığı alüvyonlar zaman içinde nehrin yatağını ve ağzını değiştirmiştir. Daha batıda ise, mevsimlik dereler tarafından kesilen yüksek bir topoğrafyayı gerisine alan dar kıyı düzlükleri yer alır. [21]

2.2.1. Meteorolojik Koşullar

İskenderun Körfezi'nde Ocak ayında ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklıklar 14.4°C ve 5.5°C'dir. Kış aylarında özellikle akşam saatlerinde görüşün 100 mt'nin altına düştüğü durumlar yaşanabilmektedir. Bu tip durumlarda liman operasyonları kısıtlanabilmektedir. Mayıs ayında ise ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklıklar 26.5°C ve 15.5°C'dir. Ayda 6-7 gün kadar yağış olabilmektedir. Bölgede yaz ayları sıcak geçer. Ağustos ayında ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklıklar 32°C ve 21°C'dir. Adana'da Ağustos ayı sıcaklığı 45.5°C'a kadar çıkabilmektedir. Yağışların en düşük düzeyde olduğu dönemler yaz aylarıdır. Eylül ayında ise en yüksek ve en düşük ortalama sıcaklıklar 32°C ve 19.5°C'dir. Ekim ayı içerisindeki en yüksek ve en düşük ortalama sıcaklıklar 28.3°C ve 15°C'dir.

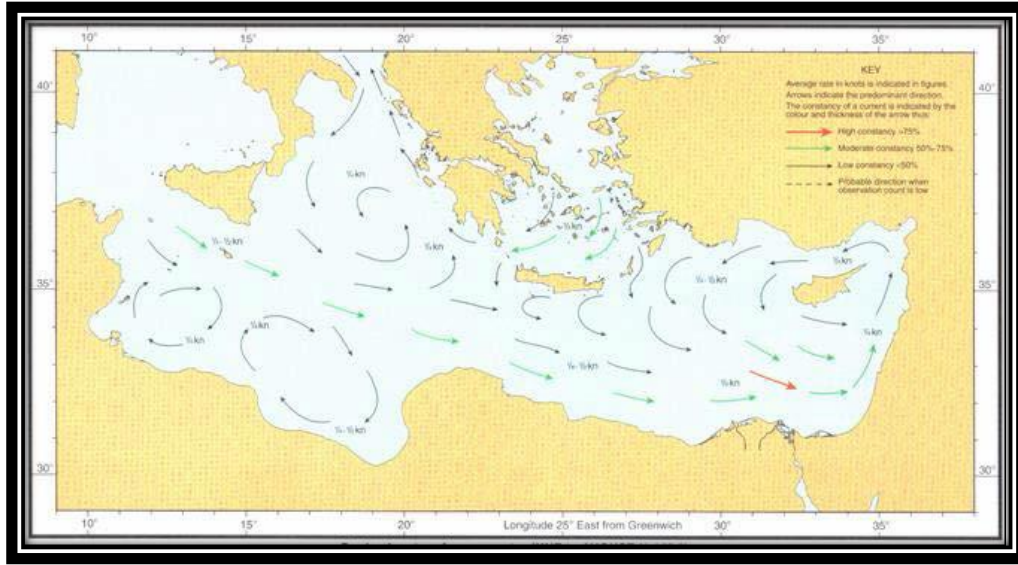
İskenderun Körfezi'nde ve limanlarında meteorolojik koşullar nedeniyle meydana gelebilen tehlikeli durumlar mevsimlere göre değişebilmektedir. Kış boyunca hareketli olan alçak basınç sistemleri ilkbahar aylarında seyrekleşir. Mart boyunca karayel ve keşişleme rüzgarları eşit oranda hakim iken, Nisan ve Mayıs aylarında karayel daha hakimdir. Mayısta öğleden sonra başlayarak akşamın ilk saatlerinde hafifleyen Meltem, denizde çalkantıya neden olabilmektedir. Bu çalkantılar normal şartlarda liman faaliyetlerinde aksamalara neden olmamakla birlikte, bazı zamanlarda liman faaliyetlerini etkileyebilmektedir. Bölgede yaklaşık 4 ay süren yaz mevsimi sıcak ve nispeten durgun geçmekte olup, kış ve ilkbahar mevsimlerindeki kuvvetli rüzgarlara rastlanmaz. Yaz aylarında hakim rüzgarlar güneybatı ve karayeldir. Yaz sonuna doğru güneydoğu-keşişleme yönlerinden esen ve "Yarıkkaya" da denilen kuvvetli rüzgar esmeye başlar. Kısa bir geçiş oluşturan sonbaharda fırtına rotaları Kuzey Avrupa'dan Güney Avrupa'ya oradan da Akdeniz'e döndükçe, kış aylarının bilinen alçak basınç sistemleri ortaya çıkmaya başlar. Aylar ilerledikçe keşişleme ve kuzeyli rüzgarlar gelişir. Ekim ayında ise hakim rüzgar keşişlemedir. Bunu karayel ve güneyli rüzgarlar takip eder.

İskenderun limanında en şiddetli hava olaylarını yaratan Yarıkkaya rüzgarı, 65-70 kts sürata kadar çıkabilmektedir. Bu rüzgarlar, Nur Dağları'nı kesen vadi olukları boyunca eserek körfezi etkiler. Eylül ayı ile bir sonraki yılın Nisan ayları arasında oluşan bu rüzgarların yıllık ortalama sayısı 7'dir. Aslında meteorolojik olarak baktığımızda liman faaliyetlerini en fazla etkileyen hava olayı Yarıkkaya rüzgarlarıdır. Yarıkkaya rüzgarı estiğinde demirdeki gemiler demir tarayabilmekte, bazı durumlarda ise zincir kopartabilmektedir. İskenderun limanı için en tehlikeli ikinci hava olayı ise kuzeyli rüzgarlardır. Bu rüzgarlar Anadolu platosunun dağları arasındaki soğuk havanın İskenderun'un kuzeyindeki vadi kanalıyla körfeze doğru esmesiyle oluşmaktadır. Kış aylarında bu rüzgarın şiddeti 50-55 kts sürata çıkabilmekte ve demir sahalarında 2-3 mt, açıklarda ise 4 mt.'ye kadar dalgalar oluşturabilmektedir. İskenderun Körfezi'ndeki bazı limanlarda aborda durumda olan gemiler kuzeyli rüzgarlardan çok etkilenmekte ve hem kendilerine hem de limanlara önemli zararlar verebilmektedir. [21]

2.2.2. Oşinografik Koşullar

Toplam alanı 2.513.000 km² olan Akdeniz, genel araştırmalarda Doğu ve Batı Akdeniz olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğu Akdeniz, İyon havzası ve Levant havzasından oluşur. İskenderun Körfezi ise Levant havzasının en kuzeydoğusunda yer almaktadır. [21]

Doğu Akdeniz bölgesine yönelik belirlenen genel akıntı (Harita 2.3), güneyden İskenderun Körfezine giriş yaptıktan sonra, körfezi dolaşarak kuzeyden, Mersin/Adana sahiline doğru ilerlemektedir. 20 yıllık incelemelere göre İskenderun Körfezinde, rüzgara bağlı oluşan dalgaların etkisiyle oluşan akıntı güneybatı istikametinde oluşmaktadır. [22, 23] Ceyhan Nehri'nin denize döküldüğü nokta olan Hurma Boğazı'ndan körfeze doğru bir etki oluşturan akıntı, körfezin o bölgesinde düzensizlik yaratmakta, bu durum da bölgede seyir halindeki gemilerin sahile savrulması yönünde etkiyel bir risk oluşturabilmektedir.



Harita 2.3 Doğu Akdeniz hakim yüzey akıntısı [22]

İskenderun Körfezi özelinde, derinlik konusu irdelendiğinde; derinliklerin gemilerin seyrine engel teşkil etmediği değerlendirilmektedir. İskenderun Körfezi'nde, çeşitli yerlerde, derinliği bilinebilen ve bilinmeyen kayalık alanlar bulunmaktadır. Bu kayalık alanlar, Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından seyir haritalarında gösterilmekte ve denizcilere ilanlar bültenlerinde yayınlanmaktadır. İskenderun Körfezinde buz tehlikesi veya gelgit akıntısı mevcut değildir. [24]

3. LOJİSTİKTE DENİZ TİCARETİNİN ÖNEMİ

Lojistik alanındaki gelişmeler, hem konteyner taşımacılığı hem de limancılığı hızlı bir şekilde dönüştürmüştür. Bu gelişmelerin amacı, dünyanın her yerinde doğru ürünün, doğru fiyata, doğru zamanda, doğru yere ulaşmasını sağlamaktır. Bu sürecin bir sonucu olarak, son yirmi yılda küresel lojistik hizmet sağlayıcıları ortaya çıkmıştır. Bu sağlayıcıların öncelikli hedefi, müşteri memnuniyetini artırmaktır. Bu hedefe ulaşmak için ise endüstri, dağıtım ve taşıma alanlarında güvenilir işbirlikleri büyük önem taşımaktadır. [25, 26]

Dünyanın yaklaşık üçte ikisi sularla kaplıdır. Bu nedenle, denizyolu taşımacılığı, ülkeler ve kıtalar arası ticaretin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Lojistik ve taşımacılık sektörü için denizyolu taşımacılığının etkisi ve rolü büyüktür. Deniz operasyonları, güvenli, güvenli, verimli ve çevre dostu uygulamalar sağlamak açısından temel lojistik ve finansal faaliyetler ile liman verimliliği için önemlidir. [27] Uluslararası ticaretin artması ve küreselleşme, dış ticaret hacmini genişleterek tüm sektörlerin gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu gelişme, taşımacılık sektörünü de etkileyerek denizyolu taşımacılığının önemini artırmıştır. Denizyolu taşımacılığı, fiyat açısından en düşük maliyetli taşıma modeli olmasına rağmen, elastikiyetinin az olması ve hızının diğer taşıma biçimlerine göre düşük olması gibi dezavantajlara sahiptir. [28] Denizyolu taşımacılığı, özellikle sanayi hammaddesini oluşturan çok büyük miktardaki yüklerin tek seferde taşınabilmesi, güvenilirliği, sınır tanımaması, mal zayıtının minimum düzeyde olması, çevre dostu olması, enerji verimliliği ve maliyet avantajları nedeniyle dünyada en fazla tercih edilen ulaşım şeklidir. [29]

İskenderun Körfezi, tarih boyunca İran ve Hindistan ile olan ticaret kapısı olarak bölgenin önemli bir ticaret merkezi olmuştur. Bu bölge, sulama, tarım, hayvancılık, soğuk hava depoculuğu, paketleme, gıda ve makine sanayiinde beklenen üretim artışlarını Ortadoğu ve diğer ülkelere ulaştırmada en yakın konumda bulunan terminallerden biri olan İskenderun Körfezi limanlarıyla öne çıkmaktadır. Bölgenin günümüzdeki önemini Ortadoğu'nun su sorunları ve Güneydoğu Anadolu Projesi, Adana ovaları, Adana-Yumurtalık serbest bölgesi, Azerbaycan ve Kafkas petrollerinin İskenderun Körfezi'ne boru hatlarıyla transferi, demir-çelik sanayisi gibi etkenler daha da artırmaktadır. İskenderun Körfezi ve çevresinin ülkemizde hem ulusal hem de uluslararası kapsamda hinterlandı en geniş olan limanları kapsadığı değerlendirilebilir. Bu nedenle, İskenderun Körfezi'nde yapılmış ve

yapılması planlanan tesisler, bunların ekonomik pozisyonları, işlevleri, dış ilişkileri, birbirleriyle olan etkileşimleri büyük önem kazanmaktadır. [21]

3.1. Dökme Yük Taşımacılığı

Deniz aşırı hammadde ithalatındaki artış, endüstrileri liman bölgelerine çekmektedir. Dökme yükler, maden cevheri, tahıl, kömür, petrol, petrol ürünleri ve kükürt gibi katı ve sıvı formdaki homojen hammadde veya ürünleri ifade eder. Dökme yükler, dökme yük gemileri, boru hatları, tankerler, yük trenleri ve mavnalar gibi araçlarla büyük miktarlarda taşınır. Bu sınıflandırma, Birleşmiş Milletler tarafından denizyoluyla taşınan malzemelerin sınıflandırılmasında kullanılır ve yüklerin fiziksel özelliklerine dayanır. Ulaştırma ekonomisi açısından yapılan başka bir tanıma göre ise, dökme yük, büyük miktarlarda taşınabilen ve taşıma maliyeti daha düşük olan yükleri ifade eder. Dökme yüklerin taşınması, bu yükleri taşıyan gemilerin türünü, yükleme ve boşaltma yöntemlerini ve denizyolu taşıma sisteminin yapısını etkileyen fiziksel özelliklerine bağlıdır. [30]

3.1.1. Kuru Dökme Yük Taşımacılığı

Katı yüklerden homojen yapıya sahip taneli veya topak halindeki yükler, genellikle konveyör ve kelepçe sistemleri kullanılarak elleçlenir. Bu tür yükler, özellikle buğday, mısır gibi tahıl ürünleri için özel olarak tasarlanmış gemiler aracılığıyla dökme halde taşınmaktadır. Dünya üzerinde gerçekleştirilen denizyolu taşımalarından % 40'ı petrol ve petrol ürünleri nakliyesini, %21'i katı dökme yüklere ilişkin nakliyeyi ve geriye kalan (%19) genel ve (%20) özel kargoları kapsamaktadır. [31] Genel ve kuru dökme yüklerin temel zayıflığı, genellikle büyük hacimli depolar ve alanlar gerektirmesidir. Genellikle hava koşullarından direkt etkilenen yüklerin büyük kısmının kapalı yerlerde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda genel ve kuru dökme yük terminallerinde bu ihtiyacın giderilmesine yönelik olarak ambar ve antrepo sayısı çoktur. Bu tip depoların avantajı, eşyaların kaybolma veya çalınmaya karşı güvence altına alınabilmesidir. Katı dökme yükler, silolar veya havuzlar gibi çeşitli depolama yöntemleriyle depolanabilir. Bazı kuru dökme yük terminallerinde, yükler doğrudan silolara yüklenirken, diğer terminaller açık alanda hizmet vererek kapalı bir alana ihtiyaç duymaz. [32]

3.1.2. Sıvı Dökme Yük Taşımacılığı

Petrol tankerleri, su tankerleri, asit tankerleri, kimyasal ürün gemileri, LPG ve LNG gemileri ile taşımacılığı yapılan sıvı dökme yükler, boru donanımı ve pompa sistemleri kullanılarak elleçlenmektedir. [33]

3.2. Ro-Ro Taşımacılığı

Ro-Ro taşımacılığının adı, Roll-on / Roll-off terimlerinin kısaltılmış şeklidir. Araç ve treyler taşıyan gemilerle gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetini kasteder. Treylere bindirilmiş konteynerler taşıyan Ro-Ro gemilerinin tonajları ihtiyaçlar ve talepler doğrultusunda gün geçtikçe artmaktadır. [34, 35]

Ülkeler arasında güvenilir ve etkili bir taşıma türü olarak kabul edilen Ro-Ro taşımacılığı, Türkiye'nin coğrafi konumunu avantajlı kılan bir nakliyat çeşididir. Ro-Ro taşımacılığı, tekerlekli araçların (lokomotifler, vagonlar, kamyonlar, otomobiller vb.) gemilere tekerlekleri üzerinde yüklenip boşaltıldığı bir taşıma şeklidir. Ro-Ro taşımacılığında, araçlar kendi güçleriyle gemilere yüklenip boşaltılır. Kamyon sürücüsü, sefer süresince kamyonla birlikte seyahat edebilir veya varış limanında kamyonu gemide bırakarak ayrılabilir. Kapıdan kapıya taşımacılığı mümkün kılan bu sistemde, römorklar/şasiler, özel terminal çekicileri kullanılarak gemiye yüklenir. Varış limanına ulaşıldığında ise gemiden indirilerek tekrar kullanılabilir hale getirilir. [36]

Ro-Ro gemileri, fabrikadan üretilen malların tek bir taşıyıcı araca yüklenip boşaltılmasını sağlayarak taşıma hızını önemli ölçüde arttırır. Bu sayede, mallar transfer sırasında hasar görmeden taşınabilir ve araçların yıpranma süresi azalır. Ro-Ro taşımacılığı, yükün bir rampa üzerinden tekerlekli araçlarla yüklenip boşaltılmasını sağlayan bir ticari taşıma yöntemidir. Bu yöntem, günümüzde en fazla tercih edilen taşıma türlerinden biridir. [37]

3.3. Konteyner Taşımacılığı

Konteynerler, içinde çeşitli yüklerin taşınabileceği taşıma birimleridir. Küresel ticaretin genişlemesiyle birlikte, konteyner taşımacılığının oranı sürekli artmaktadır. Yükler, farklı tür ve özelliklerdeki konteyner kullanılarak deniz yolu, kara yolu veya demiryolu

aracılığıyla taşınabilir. Konteynerlerin üretim malzemesi genellikle çeliktir ancak, alüminyum ve plastik de kullanılabilir. Konteynerlerin kullanımıyla birlikte, taşıma modlarının birbirini tamamlayarak bir arada kullanıldığı birim yük kavramı ortaya çıkmış ve çok modlu (kombine) taşımacılık ön plana gelmiştir. Konteynerler, open top, hard top, standart, havalandırılmalı, soğutuculu (reefer), flatrack, platform, tank konteyner ve dökme yük konteynerleri gibi birçok farklı türe ayrılabilir. Böylece her türlü karmaşık eşya ve yük taşıma gereksinimine uygunluk gösterir. [36]

Konteyner taşımacılığı, karayolu, demiryolu, iç su yolu ve deniz yolu taşımacılığı ağlarının bir parçasıdır. Konteyner terminalleri, bu taşıma ağlarında aktarma noktaları olarak görev yapmaktadır. Bu terminaller, konteynerleri farklı taşıma türleri arasında transfer etmek için kullanılır. Bir konteyner ulaşım yolculuğu süresince, bir veya daha fazla taşıma ağının taşıma bağlantılarını kullanır ve konteyner terminallerinde farklı taşıma araçlarıyla elleçlenir. Bu aşamada, liman terminallerinin rolü ve araç trafiği organizasyonu büyük önem taşır. [38]

Konteyner taşımacılığına deniz yolu ve diğer taşıma yöntemlerinden farklı bir boyut kazandıran konulardan biri de gemilerin büyüklüklerine ve kapasitelerine göre değişik konteyner türlerinin kullanılması olmuş, bu durum karlılık ile verimliliği artırmıştır. Malzemelerin birim yük olarak taşınmasını sağlamak, bu özellikler sayesinde deniz yolu dışındaki taşıma türlerinde de uygulanabilir hale gelmiştir. Konteyner taşımacılığındaki bu tip gelişmeler ile birlikte, terminallerden beklentileri ve talebi artırmış, terminal operasyonlarının planlanmasını daha kritik bir hale getirmiştir. [39]

4. KONTEYNER TERMİNALLERİ

Terminaller, limanların belirli bir yük türünü elleçlemek üzere özelleşmiş bölümleridir. Konteyner terminalleri, deniz, kara ve demiryolu arasında yük aktarımının yapıldığı yerlerdir. Uluslararası konteyner trafiğinde, intermodal taşımacılık, kapıdan kapıya taşımacılığı esas alan bir taşıma şeklidir. Bu taşıma şekli, deniz ayağına ek olarak, her iki ucunda kara veya demiryolu ara ayağı bulunan bir taşıma şeklidir. [40] Günümüzde limanlar, genellikle belirli bir terminal türüne odaklanma eğilimindedir. Bu sebeple limanlar, genellikle tek bir terminal türü üzerinden faaliyet göstermeye çalışmaktadır. Bu, limanların daha güvenilir ve hızlı hizmet sunabilmelerine imkan vermektedir. Limanların temel hedefi, yük elleçlemesini en sağlıklı ve en kısa şekilde tamamlayarak diğer tüm hizmetleri müşterilerine sorunsuz olarak sunmaktır. Bu nedenle belirli bir veya birkaç yük türünde uzmanlaşmak önemlidir. [41]

Konteyner terminalleri; karadan-demiryolundan gemiye veya tam tersi şekilde yapılan konteyner hareketlerinin yapıldığı, ayrıca konteyner elleçleme hizmetlerinin sağlandığı alanlardır. [42] Konteyner taşımacılığında terminaller önemli bir role sahiptir. Terminaller, gönderici ve taşıyıcı sistemlerinin bağlantı noktalarıdır. Yük hareketini kolaylaştırmak için çeşitli işlevleri yerine getirirler. Tüm taşıma modları, terminalleri kullanır. Terminaller, taşıma zincirinde mod değişikliklerinin, değer katan faaliyetlerin veya her ikisinin de yapıldığı, kargonun durduğu veya duraklatıldığı herhangi bir nokta olabilir. [43] Konteynerler, kara veya deniz yoluyla limana ulaşır. Liman sahasındaki ekipmanlar aracılığıyla elleçlenerek, deniz yoluyla başka bir gemiye, karayolu veya demiryoluna aktarılır. Konteyner terminalleri, konteynerleri gemilere yükleyip boşaltmak, geçici olarak depolamak ve taşıyıcıdan alıcıya veya göndericiden alıcıya teslim etmek için kullanılır. [44]

4.1. Terminal Operasyonları

Modern konteyner terminalleri, büyük makineler, araçlar, gemiler ve taşıtların eş zamanlı olarak çalıştığı endüstriyel tesislerdir. Bu tesislerin temel amacı, konteynerler içindeki yüklerin hızlı ve verimli bir şekilde taşınmasını sağlamaktır. Konteyner terminalleri, uluslararası yük taşımacılığında önemli bir rol oynar ve nakliye zincirinin ayrılmaz bir parçasıdır. Terminalin etkinliği, yükün hızlı, düzenli ve maliyet etkin bir şekilde

taşımasında önemli bir etkiye sahiptir. Terminalde çalışan tüm çalışanların, özellikle operatörlerin, terminalin verimliliğini artırmada önemli bir rolü vardır. [45]

Konteyner terminallerinde gerçekleştirilen konteynerin taşınması, depolanması ve konteynerin elleçlenmesinden oluşan üç temel liman operasyonu hakkında detaylı bilgiler aşağıda sunulmuştur. [46]

- **Ulaştırma operasyonu:** Konteynerler, terminal sahasına karayolu, demiryolu ve denizyolu ile gelir ve gider. Denizyolu taşımacılığı, en yüksek yük kapasitesine sahiptir ve belirli aralıklarla gerçekleştirilir. Demiryolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığına göre daha düşük yük kapasitesine sahiptir, ancak karayolu taşımacılığına göre daha yüksektir. Bu nedenle, denizyolu ve demiryolu taşımacılığının planlanması önemlidir. Özellikle denizyolu ve demiryolu taşımacılığının belirli aralıklarla gerçekleştirilmesi ve bu aralıkların kısa tutulması, terminalin verimliliğini artıracaktır.

- **Depolama operasyonu:** Konteyner terminallerinde, taşıma süreçlerinin zaman sınırları ve düzensizlikleri nedeniyle, yükün terminalde depolanması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Konteynerin limandan ayrılabilmesi için, taşıma süreçlerinin birbirleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Aksi takdirde, konteyner limanda uzun süre kalır ve depolama ücreti ödemesi gerekir. Konteynerin terminal sahasını işgal etme oranı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Bu nedenle, terminal sahaları, konteynerleri özelliklerine göre ihraç, ithal, boş ve aktarma konteynerleri olarak sınıflandırarak düzenler. Limanın hangi tür konteynere daha fazla hizmet verdiği, terminal depolama tasarımını etkiler.

- **Yük elleçleme operasyonu:** Limanlarda, yükün gemiden limana, limandan gemiye, karayolu taşıtlarına veya karayolu taşıtlarından limana transfer edilmesi, elleçleme hizmeti olarak adlandırılır. Konteyner yük istasyonlarında gerçekleştirilen konteyner içindeki yükün elleçlenmesi de bir tür elleçleme hizmetidir. Bu hizmette, forkliftler kullanılarak konteynerlere yük istiflenir veya boşaltılan konteynerlerden yükler tahliye edilir. Günümüzde, konteyner yük istasyonu hizmeti, terminallerde önemli ölçüde azalmıştır. Bunun nedeni, konteyner yük istasyonları operasyonlarının gelirinin düşük ve sınırlı olmasıdır. Bu nedenle, terminal işletmeleri, bu hizmeti liman sahalarında kullanmak istememektedir. Hamburg ve Rotterdam gibi önde gelen konteyner limanları, konteyner

Rıhtımın genişliği, SSG vinçleri için yeterli olmalıdır. Ayrıca, konteyner taşıma araçlarının manevra yapabilmesi ve konteynerleri kaldırıp indirebilmesi için yeterli alana sahip olmalıdır. Zaman zaman, gemi alt güvertelerindeki konteynerlere erişim sağlamak için konteynerlerin geçici olarak rıhtımın arka tarafında istiflenmesi gerekebilir. Bu nedenle, rıhtımın arka tarafında da yeterli alan olmalıdır. Rıhtımın genişliği genellikle 50-75 metredir. Araçların serbestçe hareket edebilmesi için rıhtım üzerinde herhangi bir engel bulunmamalıdır. [45]

4.2.2. Konteyner Sahası

Konteyner sahası ③, rıhtımın hemen arkasında yer alan ve hareketine devam etmeyi bekleyen konteynerleri depolamak için kullanılan alanlardır. Bu alanlar, terminalin toplam alanının yaklaşık % 60-70'ini kaplar. Büyük bir terminalde, aynı anda 10.000 konteyneri alabilirler. Sahalar, düzgün şekilde işaretlenmiş ve numaralandırılmış bloklardan oluşur. Bloklar arasında, araçların rahatça hareket edebileceği taşıt yolları ve koridorlar ④ bulunur. Bazı bloklar ihracat ⑤, bazıları ise ithalat ⑥ konteynerleri için ayrılmıştır. Blokların yerleşim düzeni, genellikle konteyner taşımada kullanılan aktarma araçlarının kapasite ve imkan/kabiliyetlerine bağlıdır. [45, 49]

4.2.3. Özel İstifleme Alanları

Konteyner sahalarının bazı bölümleri ⑦, özel konteynerler için ayrılmıştır. Bu konteynerler arasında soğutmalı konteynerler, standart dışı boyutlarda konteynerler ve tehlikeli yük taşıyan konteynerler yer alır. Boş konteynerlerin istiflenmesi için de ayrı bir bölge bulunur. ⑧ Boş konteynerler, dolu konteynerlerden daha uzun süre limanda kaldığı için, bu konteynerlerin istiflendiği bölge, bazen terminalin dışında olabilir. Özel konteyner ve boş konteyner alanları, genellikle ana konteyner depolama faaliyetinden uzakta bulunur. Bu, ithalat ve ihracat istiflerinden ve bunları birbirine bağlayan taşıt yollarından uzakta oldukları anlamına gelir. [45]

4.2.4. CFS Sahası

Konteynersiz ambalaj partileri ile gelen yüklerin elleçlendiği terminallerde, konteyner yük istasyonu (CFS) ^⑨ bulunur. Bu istasyonda, konteynerler boşaltılarak depolanır ve ihracat partileri ile bir araya getirilerek boş konteynerlere doldurularak sevkiyata hazır hale getirilir. CFS, kapalı bir ambar ve açık bir depodan oluşur. CFS alanı, genellikle liman sahasının arkasındaki açık alanlarda bulunur. Liman sahasının yeterli genişlikte olmadığı durumlarda, liman sahası dışında da kurulabilir. Ancak, bu durumda CFS ile liman sahası arasındaki bağlantı yolu dış girişlere karşı kapalı olmalıdır. Her terminalde CFS bulunması zorunlu değildir. [49]

4.2.5. Gümrük ve Diğer Kontrol Alanları

Konteyner sahalarında, farklı kontrol amaçlarına yönelik olarak ayrılmış bazı bölümler ^⑩ bulunmaktadır. Örneğin, gümrük muayenesi için ayrı bir açık depolama alanı ve ambar bulunur. Bu alana gelen konteynerler, yasal düzenlemelere uygun olup olmadığı açısından incelenir ve gerekirse geçici olarak boşaltılır. Daha sonra yeniden doldurularak depolama alanına geri götürülür. Bazı terminallerde, liman sağlığı görevlileri tarafından konteyner yüklerinin kontrol edildiği benzer tesisler de bulunur. Bu tesislerde, özellikle gıda maddeleri ve diğer doğal ürünlerin ithalatı sıkı yasal düzenlemelerle kontrol edilir. Bu özel alanda, reefer veya soğuk oda tesisleri ve laboratuvarlar da bulunur. Bu sayede, konteyner içeriğinin bozulması riski olmadan kontrol ve testler gerçekleştirilebilir. Ayrıca, hasarlı konteynerlerin onarımının yapıldığı alanlar da olabilir.

4.2.6. Interchange Sahası

Interchange sahası [Ⓐ], konteyner sahalarının karayolu taşıtları için ayrılmış bir bölümüdür. Bu alana, genellikle terminale girişe yakın taraftan ulaşılabilir. Interchange sahasında, konteynerler aktarma araçları kullanılarak karayolu taşıtlarına yerleştirilir veya alınır. Diğer bir seçenek olarak, interchangelerin depolama bloklarının bir yanında devam eden bir sıra şerit uygulanabilir. Bu durumda, karayolu taşıtları konteyner sahasının içerisine girerek, istiflerin hemen yanındaki konumlarda konteyner transferi yapabilirler. [45]

4.2.7. Kapı (Giriş)

Kara araçları ile gelen veya çıkan konteynerlerin; gerekli kontrol ve belgeleme işlemleri kapıda gerçekleştirilir. Kapı [ⓑ], çoğu yerde engel taşları ile bölünmüş şeritler ile içerisinde görevliler ve denetçilerin bulunduğu kabinlerden oluşur. Ayrıca konteynerlerin üstünün kontrol edilmesini sağlamak amacıyla ve ağırlık kontrolü maksadıyla kapıda genellikle bir kantar ve yükseltilmiş yaya yolu bulunur. Araç sürücüleri belgeleme işlemleri ile diğer formaliteleri gerçekleştirirken, taşıtların park edebilmesi amacıyla kapının yakın bölgesinde tır ve dorseler için park alanları [ⓒ] da bulunur. İşlemler tamamlandıktan sonra taşıtlar kapı şeritlerine alınır. [45]

4.2.8. Hat Sonu

Konteynerlerin demiryolu kullanılarak terminale geldiği veya terminalden çıkarıldığı durumlarda terminalin hemen içinde veya dışında bir demiryolu bağlantı noktası bulunabilir. Hat sonu [ⓓ], geniş bir manevra garı şeklinde ya da birkaç trene yer sağlayacak şekilde olabilir. Hat sonunda, depolama faaliyetleri için kendi kapısı, sahası ve ofisleri olabilir. Aynı madde 4.2.7’de bahsettiğimiz kapıda yer aldığı şekilde kontrol faaliyetleri ve idari tesisler hat sonunda da sunulur ve terminalin bilgi sistemine bağlı olur. Hatsonu, konteynersiz gelen yüklerin konteynerlenmesi amacıyla CFS’ye taşınabilmesi ve boşaltılan yüklerin yurtiçi seferi için, CFS’nin yakınında yer alır. [45]

4.2.9. Ofisler

Terminalin işleyişi ile ilgili olarak gerekli yönetim, planlama ve diğer işlemlerle uğraşılan idari ofisler [ⓔ] bulunmaktadır. Araç sürücülerinin kabul işlemleri çoğunlukla bu binalarda yapılır. Terminaldeki tüm faaliyetlerin denetimi ofis binasındaki [ⓕ] bir kontrol merkezinden gerçekleştirilir. Ayrıca, bunların yanı sıra iş güvenliği personeli, gümrük personeli ve diğer personel için de ofis alanları bulunmaktadır. [45]

4.2.10. Bakım Atölyeleri

Terminal araçlarının düzenli olarak bakım ve onarımlarının yapılabilmesi maksadıyla atölye şeklinde bakım tesisleri ⑥ bulunur. Terminal operasyonlarında sürekli ihtiyaç duyulan, pahalı ve yoğun şekilde kullanılan istifleme, aktarma araçları ile diğer araçların bakım ve onarımları burada yapılır. Atölyenin yakınında, bakım/onarım bekleyen araçlar ile kullanım dışı olan vasıtalar için ayrı bir park alanı vardır. [45]

4.3. Terminalde Kullanılan Ekipmanlar

Konteyner limanlarının planlanmasında, konteyner yüklerinin işlenmesi için seçilen sistem en kritik faktördür. Bu sistem, demiryolu hatlarının konumunu, düzenini, karayollarının ve konteyner depolama alanlarının koridor genişliklerini belirler. Bu da, limanın boyutunu ve işletme alanını etkiler.

Liman kapasitesinin belirlenmesinde, terminal ekipmanlarının konumu, kullanım amacı ve kapasitesi önemli rol oynar. Konteyner terminallerinde kullanılacak ekipman seçimini etkileyen faktörler arasında liman alanı, gemi kapasiteleri, limana gelen gemi sıklığı, yatırım için ayrılan sermaye ve varsayılan konteyner iş hacmi yer alır. Elleçleme süreci ne kadar verimli olursa, gemilerin limanda kalma süresi, uluslararası dağıtımda ürün maliyetleri ve rıhtımda işlem gören yük miktarı o kadar azalır. Günümüzde limanlar, rıhtım vinçleri ve liman araçları gibi farklı ekipmanlardan faydalananak gemi ile rıhtım arasındaki operasyonları gerçekleştirmektedir. Ayrıca, elleçlemede kullanılan sistemler ile ilgili teknolojik gelişmelerle birlikte, liman sahasındaki ekipman sayısının artırılmasının liman verimliliğini büyük oranda artırdığı bilinmektedir. [50]

Konteyner terminallerinde kullanılan elleçleme sistemleri, fonksiyonları, çalışma biçimleri, boyutları, ağırlıkları, saatlik elleçleme süreleri ve kapasiteleri bakımından farklılık göstermektedir. Gelişmiş bir limanda konteyner elleçlemesi için rıhtımlar, sahalar ve uygun ekipmanlar gereklidir. Konteyner elleçlemede kullanılan temel sistemler şunlardır: şasi (treylar) sistemi, straddle taşıyıcı sistemi, köprü kreyni sistemi, forklift sistemi, bilgisayarlı kontrol sistemi, karışık sistem ve konteyner Ro-Ro sistemi. [41, 51]

4.3.1. Gantry Kreyn

Gantry vinçler, rıhtımlarda konteyner elleçleme için kullanılan yüksek performanslı vinçlerdir. Bir ray üzerinde ileri-geri hareket ederek konteynerleri gemilerden ve karayolu taşıtlarına yükleme ve boşaltma işlemlerini gerçekleştirirler. Gantry vinçler, diğer vinçlere göre daha hızlı hareket edebildikleri için konteyner elleçleme işlemlerinde daha verimlidirler. Ancak, gantry kreynler ağırlıklarından dolayı rıhtımlarda kullanılmakta, iskelelerde kullanımı tercih edilmemektedir. Sadece iki ekseninde hareket yapması gantry kreynlerin en büyük avantajı sayılır. [32]

Gantry kreynler (Resim 4.1) konteynerin dört köşesine bağlanarak elleçleme yapmakta olup, süratli şekilde konteyner gemilerini tahliye edip yükleyebilen vinçlerdir. Bu vinçlerde yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen hız ve emniyet açısından terminal işletmesine avantaj sağlamaktadır. [32, 52]



Resim 4.1: Gantry kreyn [53]

4.3.2. Mobil (Gezer) Kreyn

Gezer vinçler, MHC (Mobile Harbour Crane) veya MGC olarak da adlandırılır. Farklı rıhtımlar arasında hareket edebilme özelliği nedeniyle bazı işletmelerce tercih edilirler. Gezer vinçlerin saatlik ortalama hareket hızları, gemi büyüklüğüne, operasyon çeşidine, yükleme planına ve operatörün tecrübe ve yeteneğine bağlı olarak 15-20 konteyner/saat civarındadır. [36]

MHC'ler (Resim 4.2) genellikle dizel veya elektrik gücüyle çalışırlar ve dizel MHC kreynlerin operasyonel maliyeti gantry kreynlere göre daha fazladır. Mobil vinçlerin gantry kreynlere göre verimlilikleri daha düşük olması nedeniyle saat başına elleçledikleri konteyner sayısını düşürmektedir. [52] Rıhtımlar arasında yer değiştirilerek kullanılabilmesi ve proje yüklerindeki faydaları MHC'leri sabit gantry vinçlerden daha avantajlı hale getirmektedir. Bunların yanı sıra geri sahada kullanılabilmesi ve sapan değişimi yapılarak dökme yüklerde de kullanılabilmesi MHC'lerin ilave avantajlarındanıdır. [32]



Resim 4.2: Mobil kreyn [54]

4.3.3. Taşıyıcı İstifleyici (Straddle)

Taşıyıcı istifleyiciler, (Resim 4.3) konteynerlerin terminal içinde taşınması ve istiflenmesi için kullanılan en yaygın ekipman türüdür. Doğrudan sistemde, taşıyıcı istifleyiciler konteynerleri rıhtımdan karayolu taşıtlarına veya depolama alanlarına doğrudan taşır. Bu sistemde, yük çekicilerle taşınır ve taşıyıcı istifleyiciler, konteynerleri platformlardan alarak istifler. [32]

Taşıyıcı istifleyicilerle konteyner elleçleme faaliyeti, kısa ve kısıtlı depolama alanlarında özellikle terminal içi kullanımda önerilen ve yaygın olarak da kullanılan bir sistemdir. Straddle Carrier taşıyıcı sisteminin kapasitesine bağlı olarak konteyner sahasında üst üste istiflenen konteyner sıralarının sayısı değişmektedir. Taşıyıcı istifleyici sistemi gerektiğinde saha elleçlemesinde gerektiğinde de liman içi transferde kullanılan yüksek verimli ekipmanlardır. [30] Genellikle yanaşan gemi sayısı çok, kapasitesi büyük, sahası geniş olan limanlarda tercih edilmektedir. [55]



Resim 4.3: Taşıyıcı istifleyici [56]

4.3.4. Dolu Konteyner İstifleyici (Reach Stacker)

Liman sahasında, depolama alanları arasında konteynerlerin yük taşıma işlemlerinde dolu konteyner istifleyiciler (Resim 4.4) kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar, dorselerden istiflere ve istiflerden dorselere konteynerleri yerleştirmek, istifler arasında konteyner yükleme ve boşaltma yapmak ve arka sıradaki istiflerden konteyner almak gibi çeşitli uygulamalarda da kullanılmaktadır. [57]

Küçük ve orta ölçekli konteyner operasyonlarında kullanılan dolu konteyner istifleyiciler, endüstriyel çevrelerde verimli bir şekilde konteyner ve treyler elleçleme işlemleri gerçekleştirebilir. Dayanıklı ve esnek bir yapıya sahip olan bu ekipmanlar, işletmelerin verimliliğini ve performansını artırmaya yardımcı olur. [58]



Resim 4.4: Dolu konteyner istifleyici [59]

4.3.5. Boş Konteyner Taşıyıcı (Empty Reach Stacker)

Boş Konteyner Taşıyıcılar (Resim 4.5); boş konteynerlerin yakın alanlarda taşınmalarında kullanılan, yüksek katlı yığınlar oluşturabilen ve Dolu Konteyner İstifleyiciye nazaran kaldırma gücü daha az olan asansöre benzer ekipmanlardır. [39]

Sadece boş konteyner kaldıracı boş konteyner taşıyıcı, dolu konteyner istifleyici ile aynı işi yapmaktadır. Konteynerlerin çabuk ve verimli bir şekilde yerleştirilme gerekliliğinden kaynaklı olarak terminal içerisinde konteynerleri yerleştirecek müsait alan bulmak

önemlidir. Bu ekipmanların en önemli artısı kolaylıkla yüksek katlı istifler yapabilmektir. Boş konteyner taşıyıcıların kaldırma kapasiteleri yaklaşık olarak 7 ile 10 ton arasında olup, 8+1 konteyner yüksekliğe kadar istifleme yapabilmektedirler. [57]



Resim 4.5: Boş konteyner istifleyici [60]

4.3.6. Forklift

Palet üzerine istiflenmiş eşyanın yerini değiştirmek veya dağıtmak amacıyla kullanılan Forklift (Resim 4.6), konteyner elleçlemesinde de önemli rol oynamaktadır. Değişik ağırlıktaki yükleri kaldırabilirler ve hızları genellikle 10 km/h'i geçmez. [41]

Özellikle kısmi taşımalarda, eşyaların konteyner içinde elleçlendiği alanlar olan konteyner yük istasyonlarında kullanılan forkliftler, konteyner doldurulması, boşaltılması ve muayene edilmesi işlemlerinin terminal içerisinde gerçekleştirilmesinde kullanılır. Konteyner içerisindeki yüklerin yüklenmesi ve boşaltılmasında en çok tercih edilen araçlar olan Forkliftler, çatalları aracılığıyla ağır yükleri kaldırabilir ve bir araca veya rafa yüklenmesi faaliyetinde kullanılabilir. Elektrikli ve dizel olmak üzere kaldırma kapasitelerine bağlı olarak farklı türleri bulunmakla birlikte yeşil lojistik çerçevesinde özellikle çevre dostu forklift çeşitleri günümüzde daha çok kullanılmaktadır. [39]



Resim 4.6: Forklift [61]

4.3.7. Çekici ve Şasiler

Konteyner taşıma dorsesi (Resim 4.7), liman veya otoyol çekicileri tarafından çekilebilen, karayolunda kullanılabilen, denizyolu ve demiryolu terminalleri arasında çalışan önemli bir donanımdır. Terminal içerisinde ve yakınında hızlı çalışmasından dolayı kullanılır. Çeşitli boyuta sahip konteynerleri taşımak maksadıyla boyu uzatılabilir. [30]



Resim 4.7: Çekici ve şasi [62]

5. İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEKİ KONTEYNER LİMANLARI

İskenderun Körfezi sınırları içerisinde İskenderun ilçe merkezinde konuşlanan Limak Limanı ile İskenderun Sarıseki mahallesinde konuşlanan ASSAN Limanı olmak üzere iki konteyner limanı bulunmaktadır. Limak ve ASSAN konteyner limanlarına ait temel bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

5.1. Assan Limanı

Assan Limanı (Resim 5.1) İskenderun Körfezi'nin en doğu ucunda 36°41'06"N, 36°11'40"E mevkiinde İskenderun ilçesinin Sarıseki mahallesinde yer almaktadır.



Resim 5.1.a: Assan limanı



Resim 5.1.b: Assan limanı

5.1.1. Tarihçe

Haziran 2010'da Kibar Grubu bağlısı Assan Liman İşletmeleri A.Ş. tarafından İskenderun Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulan Assan Port, İskenderun Körfezi içerisinde modern konteyner gemilerine hizmet veren konteyner terminallerinden biri olmuştur. Mersin'den sonra aynı hinterlanda hizmet veren Assan Port İskenderun, bölgedeki ikinci ve çok önemli bir alternatif olarak faaliyet göstermektedir. Terminal Investment Limited SA (TIL)'un 2013 yılındaki ortaklığıyla Assan Port faaliyetlerine devam etmektedir. [63]

5.1.2. Liman Hakkında Genel Bilgiler

Assan Port'un kapasitesi yıllık 250 bin TEU olup, "Konteyner, Genel Kargo, Proje Kargo ve Kuru Dökme Yük Gemileri"ne hizmet verilmektedir. Coğrafi konum olarak Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu ile İç Anadolu'nun güneyindeki firmalara avantaj sağlayan Assan Port İskenderun; yanı sıra Kuzey Suriye ve Irak için batıya açılan en yakın konteyner terminalidir. [63]

5.1.3. Terminal Özellikleri (İmkan ve Kabiliyetleri)

Assan liman terminaline ait özellikler Çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1: Assan limanı terminal özellikleri [63]

Liman Özellikleri	
Yanaşma Yeri	2 x 340 m
Derinlik	16 m - 19 m
Hizmet Verilen Gemi Tipi	Panamax, Post Panamax, Super Post Panamax, 350m LOA, 15,5 Draft
Kapasite (Konteyner)	250.000 TEU/yıl
Kapasite (Genel Kargo)	1.700.000 Ton/yıl
Gümrüksüz Saha	
Toplam Alan	47.850 m ²
Araç Park Alanı	5.000 m
Gümrüklü Saha	
İskele Genişliği	45 m
İskele Dışındaki Gümrüklü Saha	80.434 m ²
CFS Sahası	1600 m ²
Kapalı Antrepo ve Kapalı Alan	1.900 m ²
Reefer Plug	288
IMCO Sahası	84 TEU

5.2. Limak Limanı

Limak Limanı (Resim 5.2) İskenderun Körfezi'nin güney doğu ucunda 36°35'43"N, 36°11'22"E mevkiinde İskenderun ilçesinin Çay mahallesinde yer almaktadır.



Resim 5.2: Limak limanı [64]

5.2.1. Tarihçe

Tarihi çok eskilere dayanan Limak Limanının (Eski adı: İskenderun TCDD Limanı) son durumu, Özelleştirme Yüksek Kurulu'nun 30.12.2004 tarih ve 2004/128 sayılı kararı ile Limak Port A.Ş.'ye, 30.12.2011 tarihinde 36 yıl süreyle işletilmek üzere devredilmiş durumda olmasıdır.

Limak Port A.Ş. tarafından devir sonrasında İskenderun Limanı'nın modern bir konteyner limanına dönüştürülmesi maksadıyla rıhtım yapıları, stok sahaları, yollar, liman giriş çıkışları ve depolar ve tüm binalarda tadilata gidilerek gerekenler yeniden inşa edilmiş, liman operasyonlarına yönelik rıhtım ve terminal vinçleri yenilenmiştir. Limanda tarama çalışması ile birlikte draftı 14.50 – 15.00 m'ye kadar olan gemilerin yanaşmasına imkan sağlanmıştır.

Liman, faaliyetlerine Limak İskenderun Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. adı altında devam etmektedir. [65]

5.2.2. Liman Hakkında Genel Bilgiler

LimakPort İskenderun, 1 milyon TEU konteynerin üzerindeki kapasitesiyle Doğu Akdeniz bölgesindeki en büyük konteyner limanlarından biridir. Limak Port A.Ş.'ye devri sonrası konteyner operasyonlarına Mart 2013'te başlayan LimakPort İskenderun'da, her geçen yıl yük hacimleri önemli artış göstermektedir. LimakPort İskenderun ana gemiler ve feeder gemilerle aktif olarak birçok limana direkt ve aktarmalı olarak tüm dünyaya bağlanmaktadır.

Liman, 1 milyon metrekare alanda faaliyet göstermekte olup, uzun rıhtım yapılarına, tam koruma sağlayan mendireğe ve derin su limanı olma özelliğine sahiptir. Limana özel olarak tasarlanmış modern konteyner elleçleme ekipmanları STS ve RTG vinçleri ile hizmet veren LimakPort, konteyner odaklı olarak tasarlanmıştır. Yapılan kapsamlı ve çok yönlü yatırımlar ile; Ro-ro, Ro-pax, proje kargo, dökme yük, genel kargo ve canlı hayvan yükleri operasyonlarında da bölgenin en önemli limanıdır. [66]

5.2.3. Terminal Özellikleri (İmkan ve Kabiliyetleri)

Limak liman terminaline ait özellikler Çizelge 5.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.2: Limak limanı terminal özellikleri [67]

Liman Teknik Özellikleri	
Liman Sahası	1.000.000 m ²
Rıhtım Sayısı	8
Konteyner Rıhtım Derinliği	15,5 metre
Genel Kargo Rıhtım Uzunluğu	732 metre
Konteyner Rıhtım Uzunluğu	920 metre
Reefer Plug	600
Konteyner Kapasitesi	1.000.000 TEU / Yıl
Konvansiyonel Kargo Kapasitesi (Dökme Yük, Genel Kargo, Proje Kargo)	3.247.000 Ton / Yıl
Ro-Ro Kapasitesi	120.000 Araç / Yıl
Ro-Pax Kapasitesi	30.000 Tır / Yıl

6. LİMAN İŞLETMELERİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

6.1. Etkinlik Kavramı

Etkinlik, "bir organizasyonun belirli amaçlara ne kadar etkili bir şekilde ulaştığını ve hedeflerine ne ölçüde başarıyla ulaştığını" ifade eden bir terimdir. Etkinlik, bir işletmenin hedeflerine ulaşmak için kaynaklarını nasıl kullandığının ölçüsüdür. Bu, pazar payını kazanmak veya satışları artırmak gibi finansal hedefleri veya paydaşların, çalışanların, müşterilerin ve toplumun beklentilerini karşılamak gibi sosyal hedefleri içerebilir. [68, 69]

Ekonomide etkinlik, minimum maliyetle maksimum çıktı elde etme yeteneği olarak tanımlanır. Organizasyonel bağlamda ise, girdilerin çıktılarına dönüştürülmesinin en verimli yolu olarak tanımlanır. Etkinlik ölçümleri, örgütlerin hedeflerine ulaşma düzeyini değerlendirmek için kullanılır. Etkinlik, kullanılan kaynakların en iyi şekilde kullanılarak en iyi çıktıların elde edilmesi olarak da tanımlanabilir. [70]

Etkinlik, bir işletmenin, sahip olduğu kaynaklarla elde ettiği çıktıların, en verimli şekilde kullanılarak elde edilebilecek çıktılarından ne kadar farklı olduğunu gösterir. Kapasite, performans ve maliyet, bir işletmenin etkinliğini belirleyen faktörlerdir. İşletmeler düzeyinde etkinlik ve verimliliğin artırılması, ülke refahını ve işletmelerin uluslararası pazardaki rekabet gücünü artırmaya yardımcı olur. Etkinlik ve verimlilikteki gerilemenin rekabeti olumsuz yönde etkilediği aynı kategorideki mal veya hizmeti sunan farklı işletmelerin karşılaştırılmasında anlaşılabilmektedir. Etkinlik düşüşüyle birlikte maliyetin artması kaçınılmazdır. Üretim maliyetlerindeki bu artış doğrudan fiyatlara yansıtılacak ve müşteriler, daha uygun fiyatlı hizmet veya mal sunulan işletmelere yönelecektir. Artan maliyetin fiyata yansıtılmadığı durumda ise işletme karı düşecektir. [32]

Etkinlik, bir sürecin veya faaliyetin hedeflerine ulaşma derecesidir. Bu nedenle, çıktılar ve sonuçlar arasındaki farkı ayırt etmek gerekir. Çıktılar, bir sürecin veya faaliyetin sonucudur. Sonuçlar ise, çıktıların yarattığı etkilerdir. Çıktıları ölçmek, sonuçları ölçmekten daha kolaydır. Çünkü çıktılar, sayısal olarak ifade edilebilir. Performans denetimi, bir sürecin veya faaliyetin verimliliğini ve tutumluluğunu ölçer. Bu denetim, genellikle girdi ve çıktıları ölçerek yapılır. Etkinlik denetimi ise, bir sürecin veya faaliyetin etkinliğini ölçer. Bu denetim, çıktıları ve sonuçları ölçerek yapılır. Performans denetimi

alanındaki gelişmeler, işletmelerin ve kuruluşların, hedeflerine ulaşmak için kaynaklarını daha verimli ve etkin kullanmaya yönelik çabalarını göstermektedir. Bu nedenle, performans denetiminden etkinlik denetimine doğru bir yöneliş vardır. [71] İşletmelerin performanslarını değerlendirmede etkinlik ve verimlilik kavramları önemli bir rol oynar. Bu kavramlar, birbirinden farklı olsalar da, birbirinden bağımsız olarak düşünülemezler.

Etkinlik farklı şekillerde sınıflandırılabilir.

➤ Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik basitçe, üreticinin üretim olanakları kümesi sınırında yer aldığı durumun adı olarak tanımlanabilir. Üretim sürecinde kullanılan girdiler, m boyutlu x vektörü ve çıktılarda s boyutlu y vektörü ile gösterildiği 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-çıkı bileşimlerini göstermektedir. T kümesindeki bazı elemanlar (girdi-çıkı bileşimleri, $T^t \in T$) diğerlerine göre daha etkindir denir. Eğer, T^t elemanı için, çıktılarından bir kısmını, girdileri sabit tutarak arttırmak mümkün değilse, bu eleman etkindir. Bu durum “teknik etkinlik” kavramı ile ifade edilmektedir. Teknik etkin olan, tüm mümkün üretim karışımlarının oluşturduğu küme, üretim sınırını diğer bir deyişle etkinlik sınırını oluşturmaktadır. Üretim sınırının altında yer alan karar verme birimleri ise, kaynakları israf etmektedir. Bu durum teknik etkinsizliği göstermektedir. Teknik etkinsizlik kapsamına, yönetim yapısı ve organizasyonundan kaynaklanan etkinsizlikler de girmektedir. Diğer bir tanımda teknik etkinlik; ekonomik birimin, veri girdi teknolojisi ile mümkün olan en büyük çıktıyı üretmedeki kapasitesi ve istekliliği olarak tanımlanmaktadır. [72, 73]

Koopmans tarafından ortaya atılan teknik etkinlik kavramı, bir üretim sürecinin, çıktıları artırırken girdileri azaltmadan veya çıktıları azaltırken girdileri artırmadan israf etmeden çalışabilmesi olarak tanımlanabilir. Bir üretim süreci, çıktılarından birini artırırken diğer çıktılarından birini azaltmadan veya girdilerden birini azaltırken diğer girdilerden birini artırmadan çalışabiliyorsa, teknik olarak etkindir. Teknik olarak etkin olmayan bir üretim süreci, aynı çıktıyı elde etmek için daha az girdi kullanabilir veya aynı girdilerle daha fazla çıktı üretebilir. Teknik etkinlik, israfın olmadığı bir üretim sürecinin göstergesidir. Eğer

çıktıların bir kısmını, girdileri sabit tutarak artırmak mümkün değilse, bu üretim sürecinde israf yoktur. Bu durumda, israfın olmaması, teknik etkinliği gösterir. [74]

Girdiye yönelik teknik etkinlik ve çıktıya yönelik teknik etkinlik olmak üzere teknik etkinlik, ikiye ayrılır: [10]

- ⇒ Girdiye yönelik teknik etkinlik (minimizasyon): Bir üretim biriminin, mevcut çıktı düzeyini en az girdi kullanarak elde etme yeteneği, girdiye yönelik teknik etkinlik olarak tanımlanır. Eğer çıktılar sabit tutularak girdiler azaltılabilirse, girdiye yönelik teknik etkinlik tam olarak sağlanmamıştır. Girdilerin azaltılabileceği oran, girdiye yönelik teknik etkinsizliği gösterirken, bu oranın 1'den çıkarılması ise girdiye yönelik teknik etkinliği gösterir.
- ⇒ Çıktıya yönelik teknik etkinlik (maksimizasyon): Bir üretim biriminin, mevcut girdilerini kullanarak üretebileceği en fazla çıktıyı üretme yeteneği, çıktıya yönelik teknik etkinlik olarak tanımlanır. Girdiler sabit tutularak çıktılar artırılabilirse, çıktıya yönelik teknik etkinlik tam olarak sağlanmamıştır. Çıktıların artırılabilmesi oran, çıktıya yönelik teknik etkinsizliği gösterirken, bu oranın 1'den çıkarılması, çıktıya yönelik teknik etkinliği gösterir. Bir karar verme biriminin hem girdiye hem de çıktıya yönelik teknik etkinliği tam olabilir. Ancak, her iki etkinliğin de sağlanamadığı veya birinin sağlanırken diğerinin tam olarak sağlanamadığı durumlar da olabilir. Eğer her iki etkinlik de tam olarak sağlanıyorsa, karar verme birimi teknik olarak etkindir. Karar verme biriminin teknik olarak etkin olabilmesi için hem girdiye hem de çıktıya yönelik teknik etkinliği incelenmelidir.

Firmaların yüksek ekonomik performans seviyelerine ulaşabilmesi ve rekabet gücünü artırabilmesi için, teknik etkinlikteki iyileşmelerin sağlanması gerekmektedir. Teknik etkinlikteki iyileşmeler, ulusal ekonominin küresel teknolojiyi benimsemesi ve bu teknolojiyi verimli bir şekilde kullanması ile mümkündür. [75] Bir firmanın performansı, ekonomik etkinlik ile açıklanır. Ekonomik etkinlik ise teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olmak üzere iki bileşenden oluşur.

➤ Tahsis Etkinliği (Fiyat Etkinliği)

İşletmenin etkinliğini hesaplamak için, kullanılan girdi ve çıktıların miktarları kadar, bunların fiyatları da dikkate alınmalıdır. İşletmeler için teknik ve ölçek etkinliğinin yanı sıra tahsis etkinliği de önemli bir ölçüttür. [76] Tahsis etkinliği, girdiye yönelik ve çıktıya yönelik tahsis etkinliği olmak üzere iki türe ayrılır.

- ⇒ Girdiye yönelik tahsis etkinliği, bir işletmenin mevcut girdi fiyatları göz önünde bulundurularak, en uygun girdi bileşimini seçme yeteneğidir. Bir karar verme birimi ekonomik olmayan bir girdi karışımı kullandığında, bu durum maliyet yüküne neden olur. Bu maliyet yükü, tahsis etkinliği ile ölçülür.
- ⇒ Çıktıya yönelik fiyat etkinliği, bir karar verme biriminin mevcut çıktı fiyatları göz önünde bulundurularak, elde edeceği geliri en üst düzeye çıkaracak çıktı bileşimini seçme yeteneğidir. Bir karar verme birimi uygun olmayan bir çıktı bileşimini seçtiğinde, bu durum gelir kaybına neden olur. Bu gelir kaybı, çıktıya yönelik fiyat etkinliği ile ölçülür.

Teknik ve tahsis etkinliklerinin belirlenmesinin işletmelere sağlayacağı faydalar aşağıdaki şekilde ifade edilebilir: [10]

- ⇒ Benzer işletmelerin performansını karşılaştırmak, işletmelerin fiyat ve maliyet politikalarını geliştirmesine yardımcı olur.
- ⇒ Ekonomik birimlerin performanslarındaki değişikliklerin boyutunu ve yönünü gösteren bilgiler, işletmeler için önemlidir. Bu değişikliklerin nedenlerini belirlemek ise daha da önemlidir.
- ⇒ Ekonomik birimlerin performanslarını analiz etmek, bu birimlerle ilgili politikaların belirlenmesine yardımcı olur.

➤ Yapısal Etkinlik

Üretim teorisinde, girdi ve çıktıların serbestçe atılabilir olduğu varsayılır. Ancak, bu varsayım gerçek hayatta her zaman geçerli olmayabilir. Girdi veya çıktıların serbestçe atılamadığı durumlarda, yapısal etkinlik ortaya çıkar. Teknik etkinliğe sahip bir karar verme birimi, etkinlik sınırının ekonomik bölümünde üretim yapıyorsa yapısal olarak

etkindir. Ekonomik olmayan bölgelerde üretim yapıyorsa yapısal olarak etkin değildir. [77] Yapısal etkinlik kavramı, ilk olarak 1987 yılında Anandalingam ve Kulatilaka tarafından ortaya atılmıştır. Bu kavram, tahsis etkinliğinin yanlış ölçülebileceğini ve yapısal unsurların da etkinliği etkilediğini ifade etmektedir. Yapısal unsurlar, değişen dış şartlara bağlıdır. Bu nedenle, yapısal etkinlik de dış şartları kapsamakta ve uygulanan iktisadi ve sosyal politikalar sonucu ortaya çıkmaktadır. [78]

➤ Kaynak Dağılım Etkinliği

Üretim olanakları kümesi, yapısal ve teknik etkinliğin gerçekleştiği bir alt küme içerir. Bu alt küme, karar verme biriminin fiyat kısıtları ve davranışsal amaçları tarafından belirlenir. Hem teknik etkinliğe hem de yapısal etkinliğe sahip karar verme birimleri, davranışsal amacına hizmet eder biçimde üretim olanakları kümesinin ekonomik bir alt kümesi içinde üretim yapıyorsa kaynak dağılım etkinliğine sahiptir. Kaynak etkinliği, teknik etkinlikten farklı olarak, maliyeti minimize etmek veya getiriye maksimize etmek gibi bir davranışsal amacı doğrudan içerir. Önemli olan, bu iki amaçtan hangisinin öncelikli olduğu ve kaynakların bu önceliğe göre nasıl dağıldığıdır. [77]

➤ Ölçek Etkinliği

Üretici, uygun ölçekte üretim yaparak etkin olabilir. Bu etkinlik, karar verme biriminin tekil etkinliği yerine, genel bir etkinliği ifade eder. Başka bir deyişle, ölçek etkinliği, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık olarak tanımlanabilir. [96] Ölçeğe göre getiri, uzun dönemde ölçek değiştikçe girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlar. Girdilerin tümünün miktarı arttırıldığında çıktının değişimine göre üç durum söz konusudur.

- ⇒ Ölçeğe göre sabit getiri: girdilerin tümünün aynı oranda artırılması durumunda çıktıların da aynı oranda arttığı durumdur. (Constant Returns Scale) (CRS),
- ⇒ Ölçeğe göre azalan getiri: girdilerin tümünün aynı oranda artırılması durumunda çıktıların artış oranının daha az olduğu durumdur. (Decreasing Returns to Scale) (DRS),
- ⇒ Ölçeğe göre artan getiri: girdilerin tümünün aynı oranda artırılması durumunda çıktıların artış oranının daha fazla olduğu durumdur. (Increasing Returns to Scale) (IRS)

Ölçeğe göre artan ve azalan getiri, ölçeğe göre değişken getiri (VRS) olarak tek bir kategori altında incelenir. Ölçek arttıkça, firmalar önce artan getiri, ardından sabit getiri ve sonunda azalan getiri aşamasına ulaşır. Ancak her üç durumda da üretim teknolojisi değişmez, yalnızca ölçek değişir.

Banker, birden fazla girdi ve çıktıyı içeren üretim süreçleri için ölçeğe göre getiri kavramlarını şu şekilde tanımlamıştır: [76]

ÜOK; $T = \{(x, y) | y \geq 0, x \geq 0 \text{ dan üretilebilir} \}$ ve etkin sınır üzerinde tanımlanan (x, y) noktasında ölçeğe göre getiri bir büyüklüğü gösteren ρ ise;

$$\rho = \lim_{\beta \rightarrow 1} \left(\frac{\alpha(\beta) - 1}{\beta - 1} \right) \quad (6.1)$$

ve $\alpha(\beta) = \max \{ \alpha | (\beta x, \alpha y) \in T, \beta > 0 \}$ olmak üzere tanımlanmaktadır [98].

ρ 'nın alacağı büyüklüklere göre ölçeğe göre getiri kavramları şu şekilde açıklanabilir:

Eğer karar verme birimi için $\rho > 1$ 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.

Eğer karar verme birimi için $\rho < 1$ ise; ölçeğe göre azalan getiri ve $\rho = 1$ 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.

Çok girdili ve çok çıktılı durumlar için, en verimli ölçek büyüklüğü ve ölçeğe göre getiri ilişkisi 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 $(x_s, y_s) \in T$ üretim karışımının MPSS olabilmesi için; ancak ve ancak diğer mümkün tüm üretim karışımları $(\beta x_s, \alpha y_s) \in T$ için $\alpha / \beta < 1$ şartını sağlaması gerekmektedir.

➤ **Toplam Etkinlik**

Toplam etkinliği, ölçek etkinliği ve teknik etkinlik birlikte oluşturmakta olup, formülizasyonu aşağıdaki şekildedir. [79]

$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik etkinlik} * \text{Ölçek etkinliği} \quad (6.2)$$

Toplam etkin olmak isteyen bir karar verme biriminin hem ölçek hem de teknik etkin olması gerekir. Toplam etkin olmayan karar verme birimlerinin iki olası nedeni vardır: Kendi faaliyetlerinin etkin olmaması veya olumsuz koşullardan kaynaklanan bir etkinsizlik. Etkinsizliğe neden olan faktörlere göre gerekli önlemler alınmalıdır.

➤ **Ekonomik Etkinlik**

Teknik etkinlikten daha geniş bir kavram olan ekonomik etkinlik, içerisine fiyat etkinliği ve toplam etkinliği de almaktadır. Formülizasyonu ise;

$$\text{Ekonomik Etkinlik} = \text{Tahsis etkinliği} * \text{Toplam etkinlik} \quad (6.3)$$

olarak ifade edilmektedir. [76]

Ekonomik etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinsizliğinin iki nedeni vardır: Teknik etkinlik ve tahsis etkinliği. Teknik etkinlik, birimin mevcut girdi ve teknoloji ile mümkün olan en fazla çıktıyı üretmesidir. Tahsis etkinliği ise, birimin girdileri en uygun şekilde kullanarak maliyetlerini en aza indirmesidir.

Girdi açısından bakıldığında, teknik etkin olmayan bir birim, olması gerekenden fazla girdi kullanarak veya yanlış girdi bileşimi kullanarak etkin değildir. Tahsis etkin olmayan bir birim ise, girdileri en uygun şekilde kullanmayarak maliyetlerini artırmaktadır.

Çıktı açısından bakıldığında, teknik etkin olmayan bir birim, mevcut girdi ve teknoloji ile mümkün olan çıktıdan daha az üreterek etkin değildir. Tahsis etkin olmayan bir birim ise, mevcut çıktı fiyatları göz önüne alındığında, yanlış çıktı bileşimi üreterek karını azaltmaktadır.

Etkinlik ölçümlerinde matematiksel programlar ve istatistiksel teknikler kullanılabilir. Matematiksel programlar, birimlerin üretim imkânları kümesi içinde olup olmadığını belirlemede kullanılır. İstatistiksel teknikler ise, birimlerin etkinliğini ölçmede kullanılır. Etkinlik ölçümlerinde kullanılan teknikler, belirli koşullara bağlıdır. Bu koşullardan bazıları şunlardır: Girdi ve çıktı vektörleri arasında pozitif bir ilişki olması, girdi ve çıktı kümelerinin üretim teknolojileri altında üretim imkânları kümesini oluşturması ve üretim teknolojisine ilişkin veri olmaması durumunda birimlerin karşılaştırılamaması. [80]

6.2. Verimlilik Kavramı

İşletmelerde verim, işletmenin amaçlarına değil, girdilerin verimli kullanımına odaklanır. Yani, çıktılarından ziyade girdileri ön planda tutar ve kaynak tüketimini temel alır. Başka bir deyişle, verim, girdilerin ne kadar verimli kullanıldığını gösteren bir ölçüdür. Kısaca, "işleri doğru yapmak" olarak da tanımlanabilir. [81]

Verimlilik, belirli bir zaman diliminde üretilen çıktının fiziksel miktarı ile aynı zaman diliminde kullanılan girdinin fiziksel miktarı arasındaki orandır. [82]

Verimliliğin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$\text{Verimlilik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi} \quad (6.4)$$

Bu eşitlikte; “*çıkıtı*” üretilen mal ya da hizmetin, “*girdi*” ise bunları üretirken kullanılan işgücü, sermaye, enerji, hammadde ve malzeme gibi kaynakların fiziksel ya da parasal büyüklüğünü ifade eder. Temel amaç, daha az girdi kullanarak daha fazla çıktı elde etmektir.[83]

Verimlilik, doğru işlerin doğru şekilde ve ekonomik olarak yapılmasıyla elde edilen bir sonuçtur. Genel anlamda, verimlilik; en az kaynakla en fazla çıktı elde etmek veya belirli bir çıktıyı elde etmek için gereken kaynağı minimuma indirmektir. Ekonomideki anlamı ise, belirli bir amaç için kullanılan kaynakların en etkin şekilde kullanılmasıdır. [84]

Verimlilik, üretilen çıktının kullanılan girdiye oranı olarak tanımlanır. Bu, çıktının girdiyi ne kadar iyi kullandığının bir ölçüsüdür. Verimliliği artırmak, çıktıyı artırarak veya girdiyi azaltarak yapılabilir. Verimlilik Ölçümleri;

- ⇒ Tek bir girdi (kısmi verimlilik),
- ⇒ Birden fazla girdi (çoklu faktör verimliliği) veya
- ⇒ Bütün girdiler (toplam verimlilik) için yapılabilir. [85]

Bir limanda verimlilik, belirli bir zamanda ve uygun koşullarda, yükün taşınması için gereken hizmetlerin sunulması olarak tanımlanır. Burns, liman verimliliğinin, çevrim süresi, girişimcilik ve çalışan verimliliği gibi üretim faktörleri ile gemi trafiği ve yük hacmine ilişkin finansal göstergeler açısından ölçülmesi gerektiğini savunmuştur. [27]

Limanlarda verimlilik, bir limanın rekabet gücünü ve karlılığını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedenle, limanların verimliliğini ölçmek ve verimliliğin artırılması için gerekli önlemleri almak büyük önem taşımaktadır. Verimliliğin ölçülmesinin bir liman işletmesine yararı;

- ⇒ Liman işletmesinin genel performansını ölçerek rakip ve benzer işletmelerle karşılaştırmak suretiyle stratejiler belirlemek,
- ⇒ İşletme birimleri seviyesinde performans kontrolleri yapmak,
- ⇒ Hizmet kapasitesi sınırları, tahmini çıktı değerleri, kaynak ihtiyaç tespiti ve maliyet tahminlerinin yapılabilmesini sağlamak,
- ⇒ Çalışma sistemini iyileştirmek

olarak özetlenebilmektedir. [84]

Limanlar, günümüzde giderek daha fazla uzmanlaşmaktadır. Bu nedenle, her terminalin verimliliği, limanın genel verimliliğini doğrudan etkiler. Bu nedenle, terminallerin verimliliğini ölçmek ve verimli/verimsiz terminalleri belirlemek, limanın geleceği açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, konteyner terminallerinin verimliliği, özellikle önemlidir. Çünkü konteyner taşımacılığı, dünya ticaretinin büyük bir kısmını oluşturur. Bu nedenle, konteyner terminallerinin verimliliğini artırmak, limanın genel verimliliğini önemli ölçüde artırabilir. [41]

Literatürde verimlilik artışı beş temel yaklaşım altında incelenmiştir;

- ⇒ Daha az girdi kullanarak aynı miktar çıktıyı üretmek
- ⇒ Daha fazla çıktıyı kullanılan girdi miktarı değişmeden üretmek
- ⇒ Daha az girdi kullanarak daha çok çıktı üretmek
- ⇒ Girdi miktarında yapılan artıştan daha büyük oranda çıktı artışı sağlamak
- ⇒ Girdi miktarında yapılan azaltmadan daha küçük oranda çıktı azalışı ile karşılaşmak.

[86]

Veri zarflama analizi terminolojisinde, ilk üç verimlilik göstergesi teknik verimliliğin, son ikisi ise ölçek verimliliğinin gelişimine katkı sağlar. Verimlilik, üretimde elde edilen çıktıların kullanılan girdilere oranı olarak tanımlanır. Verimlilik, performans ölçümünde bir statik durum olarak görülse de, aslında üretimin ilk aşamasından son aşamasına kadar kaynakların etkin kullanımını içeren bir süreçtir. Bu nedenle, verimliliği artırmak için ekonomik anlamda da rasyonel bir yol izlenmesi gerekir. [87]

6.3. Limanlarda Performans Ölçüm Nedenleri

İşletmeler, yaptıkları işin miktarını, kalitesini, müşteri memnuniyetini ve diğer faktörleri bilmek zorundadır. Yani, işletmeler kendi performanslarını ölçmelidir. Başarılı bir yönetim için ilk adım, işletmenin performansını ölçmektir. Çünkü yöneticiler, performans ölçüm verileri olmadan işletmelerinin durumunu net ve objektif bir şekilde değerlendiremezler ve dolayısıyla yönetsel faaliyetlerini doğru bir şekilde yürütemezler. Bir işletmenin kendi performansını ölçmesinin nedenleri ve faydaları:[88]

- ⇒ Faaliyetlerini takip edebilmek,
- ⇒ Verimliliği yönetmek,
- ⇒ Mevcut performansını geçmiş ve gelecek ile karşılaştırmak,
- ⇒ Mevcut performansını rakiplerin performansı ile karşılaştırmak,
- ⇒ Hedeflerini tespit etmek,
- ⇒ İşi geliştirmek.

Liman işletmeleri, performanslarını ölçmek için genel gerekçelerin yanı sıra kendi özel durumlarına uygun ölçümleri de kullanmalıdırlar. Çünkü verdikleri hizmetin niteliği ve işi etkileyen faktörler, farklı bakış açılarını gerektirir.

Uluslararası limancılık şirketleri, konteyner taşımacılığındaki talep artışları doğrultusunda, öncelikle konteyner elleçleme alanında ciddi yatırımlar gerçekleştirmektedir. Fakat yeni yatırımların tamamlanarak hayata geçmesi, yatırımın boyutuna da bağlı olarak ortalama 6 - 8 yıl sürmekte ve elleçleme kapasitesi üzerindeki kayda değer etkileri kısa zamanda gözlenememektedir. [89] Bu çerçevede, limanlardaki ihtiyaçlara kısa süre içinde çözüm bulunabilmesi maksadıyla en kestirme yol, limanda yapılacak iyileştirmeler ve limandaki yapıların verimli kullanılması olduğu değerlendirilmektedir. Hızla artan kapasiteyi karşılamanın tek yolu kısa vadede gerçekleştirilecek verim artışları olacaktır.

Limanların geliştirilmesi için takip edilecek yolun ve kritik iyileştirme noktalarının belirlenmesi, liman performansının açıkça tanımlanmasını gerektirir. Liman performans ölçütlerinin doğru bir şekilde belirlenmesinin ikinci yararı ise faaliyet planlamalarının yapılabilmesi maksadıyla gerekli bilgilerin belirlenmesidir. Örneğin gemi planlama sorumluları;

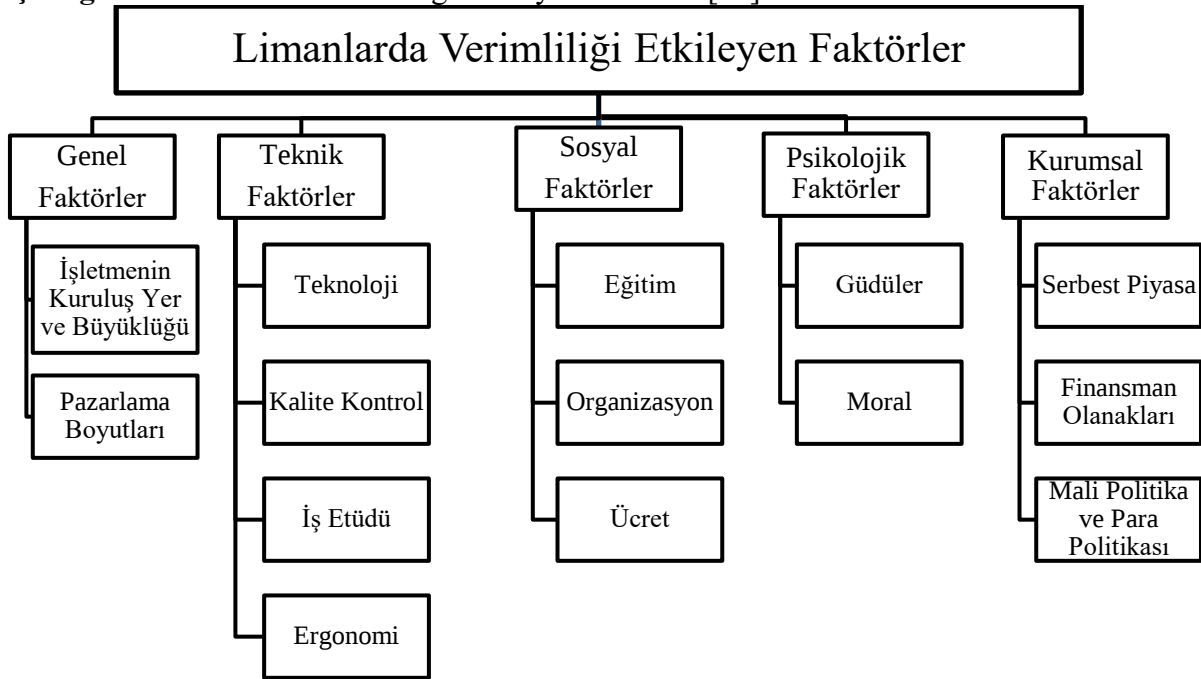
- ⇒ Gemiye yapılacak toplam iş miktarı,
- ⇒ Gemide yapılacak çalışma süresi tahminleri,
- ⇒ Gemilere tahsis edilen ekipman adetleri,
- ⇒ Gemilere çalışacak personel miktarı,
- ⇒ Tahsis edilen depolama alanlarının büyüklüğü vs.

gibi verilere limanın performans ölçütlerinden faydalananarak ulaşmaktadırlar. Kritik kararlar için gereken performans ölçüt verileri, günlük ve haftalık çalışma programının, gemilerin geliş/gidiş tarihlerinin belirlenmesi ile müşterilere verilen hizmetlerin şartlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. [88]

6.4. Limanlarda Verimliliği Etkileyen Faktörler

Limanlarda verimlilik, sunulan hizmetin kalitesine, kullanılan girdilerin etkinliğine ve ortak çabaların verimliliğine bağlı olarak değişir. Belirli girdiler kullanılarak daha fazla çıktı elde etmek veya aynı girdiler kullanılarak daha az çıktı elde etmek, verimliliği artırır. Limanlarda verimliliği etkileyen faktörler şunlardır: [82]

Çizelge 6.1 Limanlarda verimliliği etkileyen faktörler [82]



Limanların kurulduğu yer ile büyüklükleri, verimlilik üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu yüzden limanın yerinin belirlenmesinde çeşitli kriterlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Hinterland'ın geniş olduğu, ulaşım için uygun doğal koşulların bulunduğu bir bölge seçilmelidir. Ayrıca, ihtiyaç duyulacak talebin karşılanması için uygun ekipman, yük sahası, vb. gibi alanları içerisinde barındırabilecek kapasiteye sahip olması da önemli bir faktördür. [41]

Pazarlama açısından, liman işletmeleri için hinterland alanı ve limanlar arası rekabet önemli faktörlerdir. Ayrıca, hizmetlerin hızlı ve modern cihazlarla yapılması ve ücret politikası da pazarlama açısından dikkate alınması gereken hususlardır. [82]

Limanlarda verimlilik ile ilgili önemli bir faktör de teknik unsurlardır. Liman işletmelerinin etkili bir şekilde çalışması için, teknoloji, iş etüdü, kalite kontrol ve ergonomi gibi teknik altyapı unsurları güçlü olmalıdır. Bu unsurlar ne kadar güçlü olursa, taleplerin zamanında karşılanması da o kadar kolay olur. Taleplerin zamanında karşılanması, liman işletmesinin verimliliğini ve rekabet gücünü artırır. Ayrıca, işletmenin gelecekteki verimliliğinin artırılabilmesi için düzenli olarak yapılan performans değerlendirmeleri yapılması ve bu değerlendirmelerin sonuçlarına dayalı olarak olumsuz durumların giderilmesi veya mevcut durumun iyileştirilmesi önemli katkı sağlayacaktır. [10]

Her işletmede olduğu gibi, limanlarda da psikolojik ve sosyal faktörler önemli konumdadır. Liman işletmelerinin verimliliği, yetki dağılımı, organizasyon yapısı, çalışanların eğitimi ve ücretlendirmeleri, çalışanların moral ve motivasyonları, serbest piyasa koşulları, finansal olanakları ve mali politikaları gibi faktörlerden etkilenir. [10]

6.5. Limanlarda Verimlilik Kriterleri

Konteyner terminallerinde verimlilik, kullanılan girdilerin çıktılara oranı olarak ifade edilir. Verimlilik ölçümleri, liman işletmecileri ve operasyon yöneticileri için önemli bir araçtır. Çünkü verimliliği artırmak, elleçlenen birim yükün maliyetini düşürür ve terminalin karlılığını artırır. [47]

⇒ Gemi Verimliliği

Bir geminin verimliliği, gemiye verilen hizmet süresi ve konteyner elleçleme değerleri arasındaki ilişki ile ölçülür. Gemi gelişinin verimli ve verimsiz yönlerini belirlemek için farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Uygulamada, çabanın daha iyi bir göstergesi olan ambar kapaklarının kaldırılması gibi verimsiz etkinlikleri de hesaba katan yaklaşım daha yaygındır. [47]

⇒ Vinç Verimliliği

Gemi verimliliği ölçümleri, gemi ve terminal özelliklerinin farklı olması nedeniyle doğrudan karşılaştırılamaz. Bunun nedeni, iş miktarının "bir geminin elleçlenmesi" olarak tanımlanması, ancak operasyonda kullanılan kaynakların da hesaba katılması gerektiğidir. Gemi için tahsis edilen kaynaklar ne kadar fazlaysa, performans da o kadar iyi olacaktır. Ayrıca geminin teknik özellikleri ve nitelikleri de performansı etkileyecektir.

Vinç verimliliği hesaplamalarında, bir gemide birden fazla vincin çalışması durumunda, toplam vinç/saatine göre ortalama bir verimlilik değeri hesaplanır. Bu, bir gemide elleçlenen toplam yükün, toplam vinç sayısına ve çalışma saatine bölünmesiyle elde edilir. Vinçlerin ve operatörlerin performanslarını daha ayrıntılı olarak değerlendirmek için, her bir vinç için ayrı ayrı vinç verimliliği hesaplaması yapılabilir. Bu hesaplamalarda, bir gemide yapılan toplam hareket sayısının, önce birim zamana, sonra da çalışan toplam vinç sayısına bölünmesi kullanılır. [90, 91]

⇒ Araç Verimliliği

Konteyner terminallerindeki elleçleme araçları ile teknolojik gelişmeler ışığında kullanılan diğer ekipmanlar dikkate alındığında araç verimliliğini dikkatlice incelemek önemlidir. Ekipman gruplarının verimliliği, ortalamalar kullanılarak veya tek tek ekipmanların verimlilikleri incelenerek hesaplanabilir. Fakat ekipmanları ayrı ayrı incelerken dikkat edilmesi gereken hususlar da olacaktır: çalıştığı yer, kullanan operatörün bilgi ve becerisi vb. [47]

⇒ İş Gücü Verimliliği

Her ne kadar teknolojik gelişmeler doğrultusunda temin edilerek kullanılan ekipmanlar bulunsa dahi halen günümüzde bir konteyner terminalindeki iş gücü gideri oldukça yüksek düzeydedir. Ölçülen bir sürede adam-saat başına verimlilik önemlidir. Gelişmiş ekonomilerde, liman maliyetlerinin önemli bir kısmı iş gücü maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, iş gücü maliyetlerini incelerken bu husus dikkate alınmalıdır. [88, 92]

İş gücü verimliliği hesaplamalarında, hesaplamanın hangi temele dayanacağı belirlenmesi önemlidir. Bu kapsamda, hangi saatlerin ve hangi personelin dahil edileceği değerlendirilmelidir. Hesaplama yapılırken tüm personel veya operasyona doğrudan etki eden gruplar göz önünde bulundurulabilir. Birey bazında hesaplamalarda, personelin operasyondaki önemini belirten katsayılar kullanılabilir. Bu durumda, adam-saat değerleri doğrudan operasyon personeli veya tüm liman çalışanları üzerinden alınabilir. İş yoğunluğu da iş gücü verimliliğini etkileyen bir faktördür. İş yoğunluğunun artması, aşırı yorgunluğa ve performans düşüklüğüne neden olabilir. [91]

6.6. Limanlarda Performans Ölçüm Yöntemleri

Belirli periyot aralıklarıyla uygun olan metotlarla çalışmaların incelenerek karar verme birimlerinde ne kadar girdiyle, ne kadar çıktının elde edildiğinin ölçümü örgütsel performansın tespit edilebilmesi açısından çok önemlidir.

Performans ölçümünün unsurları şöyle sıralanabilir:

- ⇒ Strateji: Hedefler, amaçlar, eylem planları yapılır.
- ⇒ Ölçüler: Stratejik amaçlarla ilişkilidir.
- ⇒ Somut hedefler: Planlanan performans seviyesini tespit edilir.
- ⇒ Sonuçlar: Gerçekleşen fiili performans ortaya konur
- ⇒ Doğrulama: Kurumdaki veya dışarıdan araçlarla doğrulanır
- ⇒ İzleme ve raporlama: Performans, diğer dönemlerle veya rakip kuruluşlarla kıyaslanır.
- ⇒ Değerlendirme: Performans bilgi sistemi incelenir.[93]

Bu aşamalarda yapılan değerlendirmeler sonucunda; işletme etkin olmayan kaynaklarını tespit ederek verimini artırma yoluna gidebilecektir. Yine bu vesileyle, sektöründeki rakip işletmeler arasındaki yerini tespit edebilecek ve ne yapması gerektiğine karar verebilecektir.

Liman etkinliğini ölçmek için kullanılan göstergeler, iki ana kategoriye ayrılabilir. İlk kategori, liman faaliyetlerinden elde edilen toplam etkiyi ölçen makro performans göstergeleridir. Bu göstergeler, liman trafiği, liman geliri ve liman istihdamı gibi ölçümleri içerebilir. İkinci kategori, liman operasyonlarının verimliliğini ölçen mikro performans göstergeleridir. Bu göstergeler, limanlarda kullanılan kaynakların etkinliğini değerlendirmek için kullanılır. Mikro performans göstergeleri, farklı yaklaşımlar kullanılarak analiz edilebilir. Ekonomik ve finansal yöntemler, veri zarflama analizi ve mühendislik yöntemleri gibi yöntemler kullanılabilir. Mikro performans göstergeleri, farklı yaklaşımlar kullanılarak analiz edilebilir. Ekonomik ve finansal yöntemler, veri zarflama analizi ve mühendislik yöntemleri gibi yöntemler kullanılabilir. Mikro performans göstergeleri, üç ana kategoride gruplandırılabilir. Çıktı ölçümleri, liman operasyonlarının verimliliğini ölçmek için kullanılan göstergelerdir. Bu göstergeler, elleçlenen yük miktarı, gemilerin yanaşma süresi ve depolama kapasitesi gibi ölçümleri içerebilir. Üretkenlik verimliliği ölçümleri, liman kaynaklarının etkin kullanımını ölçmek için kullanılan göstergelerdir. Bu göstergeler, işçi başına elleçlenen yük miktarı, vinç verimliliği ve enerji verimliliği gibi ölçümleri içerebilir. Finansal göstergeler, liman operasyonlarının finansal performansını ölçmek için kullanılan göstergelerdir. Bu göstergeler, liman gelirleri, giderleri ve karlılığı gibi ölçümleri içerebilir. Etkili bir performans ölçümü, sonuçları yansıtmalıdır. Performans ölçümleri, sonuçları oluşturan süreçler içindeki faaliyetleri yansıtmaktan ziyade, sadece sonuçları yansıtmalıdır. Performans ölçümünde kullanılacak ölçütler, SMART ilkelerine uygun olmalıdır. Bu ilkelere göre, performans ölçümleri spesifik, ölçülebilir, ulaşılabilir, ilgili ve zamana bağlı olmalıdır. [43, 94]

Bu amaçlarla gerçekleştirilen performans ölçümü; oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere 3 farklı yöntemle gerçekleşir.

❖ Oran Analizi

Oran analizi, tek girdi ve tek çıktıya dayandığı için dar kapsamlıdır. Bu nedenle, çok fazla bilgi gerektirmediğinden sıkça tercih edilir. Ancak, bu yöntemde farklı etkinlik göstergeleri hesaba katılmaz. Bu nedenle, birden fazla çıktı ve girdinin bulunduğu durumlarda etkili sonuçlar elde edilemez. Ayrıca, girdi ve çıktılar farklı birimlerde ölçülmüşse, ayrı ayrı ele alınmalıdır.

Oran analizi, hesaplaması kolay bir yöntem olmasına rağmen bazı dezavantajlara da sahiptir. Bu yöntemde, tek girdi ve tek çıktı göz önünde bulundurulduğundan, tek boyutlu bir bakış açısı sunar. Bu nedenle, birden fazla oranın aynı anda incelenmesi zordur. Ayrıca, durağan bir yapıya sahip olduğundan, işletmelerin sadece belli bir zaman dilimindeki performanslarını yansıtır. Çok sayıda girdi ve çıktıya sahip sistemlerde oran analizi uygulandığı durumlarda, bir alanda düşük oranla, başka bir alanda ise yüksek oranla karşılaşılabilir. Bu nedenle, sonuçlar sağlıklı bir şekilde yorumlanamayabilir. [95]

❖ Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemler, üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayılarak, bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler, çalışma yapılacak endüstri alanına göre seçilir. [96]

Tek bir çıktının birden fazla girdiyle ilişkili olması nedeniyle bu tür yöntemlerde genellikle çoklu regresyon analizi tercih edilmektedir. Regresyon analiziyle ölçüldüğü üzere, regresyon çizgisinin üzerindeki birimler etkili, altındaki birimler ise etkisiz kabul edilir. Ek olarak pozitif bir artış değeri, ünitenin etkin olduğu anlamına gelir. Negatif olmaları ünitenin etkin olmadığı anlamına gelir. [97]

Oran analizinden daha kapsamlı olan regresyon analizinin de bazı eksik yönleri bulunur. Çıktıların ölçü birimleri farklı olduğunda bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Ayrıca, en küçük kareler açısından regresyon analizinin dezavantajı, sağlıklı bir referans ortamının seçilmesinden kaynaklanan görecelik teorisi. Parametrik yöntemlerin avantajı rastgele hataların varlığının ölçüm hatalarının tespitini kolaylaştırmasıdır. [95]

❖ Parametrik Olmayan Yöntemler

Diğer yöntemlere göre daha esnek olan parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonunun yanında analitik bir formun varlığına ihtiyaç duymayarak çözüm olarak matematiksel programlamayı seçerler.

Parametrik olmayan yöntemlerde ölçütler girdi ve çıktıdan bağımsızdır. Bir şirketin performansı aynı anda çeşitli açılardan ölçülme olanağına sahiptir. Bu şekilde her karar biriminin hedef kümesinin karakterizasyonu ile belirlenen gözlem seti geçerli kısım ve geçersiz kısım olmak üzere iki kısma ayrılır. Temel amaç verimsiz karar alma birimlerinin etkin hale geldiği bir durum yaratmaktır. [98]

Aynı diğer yöntemlerde olduğu şekilde, parametrik olmayan yöntemler ile etkinlik ölçütleri veri tabanına karşı hassastır. Bu husus sonuçların hatasız olmasını gerektirir. Ayrıca, girdi ve çıktı bileşenlerine ilişkin üretim sistemi dönüşümü sağlıklı tanımlanmaz ise etkinlik ölçümü başarılı sayılabilecektir. [96]

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes üçlüsü tarafından geliştirilen “Veri Zarflama Analizi” yöntemi, parametrik olmayan yöntemlerden en çok kullanılanıdır. En çok kullanılan diğer bir yöntem de “Serbest Atılabilir Zarf” yöntemi olarak adlandırılır. Bu yöntem, veri zarflama analizi modelinin özelleştirilmiş halidir. [95]

7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Üretimle ilgili periyotlarda sadece bir girdi kullanılarak sadece bir çıktının kazanıldığı durumlar çok azdır. Çoğu durumda birden fazla girdi kullanılır ve yine aynı şekilde birden fazla çıktı elde edilir. Benzer üretim süreçlerini uygulayan üreticiler kıyaslandığında değerlendirmeye alınacak belirli bir girdi seçimine veya da belirli bir çıktı seçimine göre hangi üreticinin başarılı ya da başarısız olduğu değişecektir. Bu durumda, ölçülebilen bütün değerleri (girdi ve çıktı olarak) aynı anda dikkate alacak olan bir yöntem kullanılması daha doğru olacaktır. Veri zarflama analizi bu sorunu çözecek yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Her üretici değişik seviyelerde gerekli farklı girdileri kullanarak değişik seviyelerde farklı çıktıları ortaya koyacak veri zarflama yönteminde, her üretici için en iyi sanal üretici bulunmaya çalışılır. Sanal üretici; daha az girdi kullanarak aynı çıktıyı ya da aynı miktarda girdiyle daha fazla çıktıyı üreterek değerlendirmeye alınan üreticiden daha iyi ise eğer, bu durumda değerlendirmeye alınan üreticinin verimlilik oranına karar verilir. [99]

7.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Veri Zarflama Analizi, birden fazla girdi ve çıktının olduğu ve girdi ve çıktıların bir verimlilik ölçüsünde birleştirilemediği durumlarda kullanılan, göreceli verimliliği ölçmek için parametrik olmayan bir yöntemdir. [100]

Farrell tarafından 1957 yılında yapılan çalışma veri zarflama analizinin ilk ortaya atıldığı çalışma kabul edilmektedir. Bu çalışmada tek girdisi ve birden fazla çıktısı olan birimlerin etkinlikleri incelenerek etkinlik ölçümü faaliyetlerinde ilk defa doğrusal programlamadan yararlanılmıştır. [101-103]

Charnes, Cooper ve Rhodes üçlüsü, 1957 yılında Farrell tarafından ortaya konulan çalışmadaki teknik etkinlik tanımından yola çıkarak, veri zarflama analizini 1978 yılında, ürettikleri mal ve hizmetler açısından benzer karar birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu makale veri zarflama analizinin ilk modeli olarak kabul edilmekte olup; modelin ismi araştırmacıların isimlerinin baş harflerinden yola çıkılarak CCR modeli şeklinde literatüre girmiştir. [104, 105]

Bu parametrik olmayan programlama modeli, kar amacı gütmeyen kuruluşların faaliyetlerini değerlendirmek için kullanılan yeni faaliyet tanımlarını sunar. Her bir ünitenin verimlilik ölçümleri, birçok girdi ve çıktıdan oluşan verilerden hareketle, objektif olarak belirlenmiş ağırlıklar kullanılarak belirlenmektedir. Hesaplamalarla ilgili olarak denklemler olağan parametrik programlama modeline göre kurulur. Doğrusal programlama modellerindeki bu ikilemler, gözlemlenen verilerden çoklu ilişkiler oluşturma'nın yeni yollarını sağlar. [99]

Veri zarflama analizi, 1978 yılından sonra hızlı bir gelişme süreci göstermiştir. Bu yöntem 1984 yılına kadar “ölçeğe göre sabit getiri” varsayımı altında genellikle kamu hizmet alanlarının genel teknik verimliliklerinin ölçülmesinde kullanılmış, ancak Banker, Charnes ve Cooper’ın geliştirmiş oldukları sistem (yani BCC yöntemi) ile “ölçeğe göre değişken getiri” durumunda hem ölçek ve hem de teknik verimliliğin ayrı ayrı hesaplanmasını mümkün kılacak şekilde geliştirilmiştir. Sonraları veri zarflama analizi modelleri çarpımsal, toplamsal, yönelimsiz vb. modeller olarak daha da geliştirilmiştir. [80, 106, 107]

Veri zarflama analizi tekniğini anlatan Boussofiane ve diğerleri (1991), yönteme daha çok başvurulmasını sağlayacak bazı konuları detaylandırmıştır. Veri zarflama analizi modelinin etkili olabilmesi için girdi ve çıktı değerlerinin her karar biriminde de kullanılıyor olması gerektiğinden mümkün oldukça fazla girdi ve çıktı değeri hesaplamaya dahil edilmelidir. Bunun yanı sıra, seçilen değişkenlerin her karar verme biriminde de kullanılıyor olması gerekir. Araştırmanın güvenilirliğinin yüksek olması açısından; seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı p olacak şekilde, en az $m+p+1$ tane karar biriminin değerlendirmeye alınması doğru olacaktır. [108]

Veri zarflama analizi yönteminin uygulama alanı çok geniş olmakla birlikte hastaneler, bankalar, okullar, sigorta şirketleri ve limanlar gibi birçok uygulama alanı vardır. Analizi yapılmak istenen işletme, kendisiyle benzer faaliyet gösteren diğer işletmelerle kıyaslanarak etkinliği göreceli olarak belirlenebilmektedir. [109]

7.1.1. Veri Zarflama Analizinin Amacı

Uygulamada veri zarflama analizinin amaçları [110]:

- ⇒ Girdi-çıktı açısından göreceli etkinsizliğin nedenlerinin ve oranlarının belirlenmesi,
- ⇒ Birimlerin etkinlik seviyelerine göre sınıflandırılması,
- ⇒ Birim yönetim seviyelerinin araştırılması/değerlendirilmesi,
- ⇒ Kontrol dışı program ve politikaların etkinliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek,
- ⇒ Kaynak dağılım organizasyonuna ilişkin bir temel oluşturulması, sınırlı miktardaki kaynaklar için yeniden dağılım organizasyonu yapılarak daha etkin kullanılabilir hale getirilmesi,
- ⇒ Birimlerin kıyaslanması sonucunda etkin birimlerin tespiti veya girdi-çıktı ilişkilerinin tespiti,
- ⇒ Girdi-çıktı ilişkileri açısından kullanılan standart değerlendirmelerin performansa göre incelenmesi ve gerektiğinde yeniden gözden geçirilmesi,
- ⇒ Daha önce yapılan benzer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırması.

7.1.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri zarflama analizi modellerinde amaç, belirli kısıtlamalar ile fonksiyonu en büyükleme veya en küçüklemedir. Kaynakların etkin şekilde kullanımı istendiğinden doğrusal programlamada; modele ilişkin tüm katsayıların bilindiği, fonksiyon ve kısıtlarda orantı olan, çıktıların ve girdilerin birbirlerinden bağımsız, neticelerin tam sayı olmasının gerekmediği ve değişkenlerin pozitif olması varsayımları dikkate alınmaktadır. [111]

Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978’de ortaya sürülen model ölçeğe göre sabit getiri (CRS-Constant Returns to Scale) üzerinedir. Bu modele ilişkin uygulamalar çoğunlukla eğitim sektörü ile ilgili olmuştur. Sonrasında Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından 1984’te ölçeğe göre değişken getiri (VRS-Variable Returns to Scale) üzerine model geliştirilmiştir. CCR ve BCC veri zarflama analizi modelleri, yönelimleri belirtilecek şekilde girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. [112]

Etkinlik sınırının oluşturulması ile etkin/etkinsiz karar verme birimlerinin tespit edilmesi veri zarflama analizinde kullanılan tüm modellerde ana ortak noktadır. Limitlerin belirlenmesiyle birlikte sınırın altındaki etkinsiz karar birimleri için hangi kaynakların kullanılmadığı tanımlanabilmektedir. [113]

Veri zarflama analizinde kullanılan temel modelleri; Charnes-Cooper-Rhodes (CCR), Banker-Charnes-Cooper (BCC), Toplamsal ve Çarpımsal modeller olmak üzere 4 başlık altında inceleyebiliriz.

CCR Modeli

Bu model, daha önce bahsedildiği üzere ve adından da anlaşılacağı gibi Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978'de geliştirilmiştir. CCR modelinde, çıktının girdiye oranı ağırlıklarla tespit edilir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı üzerine oluşturulmuş bir model olan CCR Modeli, girdi yönlü de, çıktı yönlü de olabilir. Girdiler en aza indirgenerek, aynı çıktı miktarını sağlamaya çalışan modeller kurulabilir. Bu tip modellere girdi yönlü modeller denir. Aynı seviyede girdi kullanılarak, çıktının en çok miktarda elde edilmesine yönelik modellere de çıktı yönlü modeller denir. [114]

Girdi Yönelimli CCR Modeli

Girdi Yönelimli CCR Modeli, çıktı düzeyi değiştirilmeden girdi miktarının ne kadar azaltılması gerektiğini araştırmaktadır. Girdi yönlü CCR modelinde;

h_j etkinlik skoru olmak üzere,

$\Rightarrow h_j = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$\Rightarrow h_j < 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Enb } h_j = \sum_{r=1}^n u_r y_r \quad (7.1)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i = 1 \quad (7.2)$$

$$\sum_{r=1}^n u_r y_r - \sum_{i=1}^m v_i x_i \leq 0 \quad (7.3)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Bu formülde; “ h_j ” j’inci karar biriminin etkinlik oranıdır. Modelde amaç fonksiyonu çıktıların ağırlıklı ortalamasının en büyüklenmesidir. İlk eşitlikte ilgilenilen karar biriminin girdilerinin ağırlıklı ortalaması “1”e eşitlenmiştir. Böylelikle girdilerin ağırlıklı ortalaması her bir karar birimi için “1” olmaktadır. İkinci eşitlikteki kısıt çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamaktadır. Böylece *ÇIKTI / GİRDİ* oranı her bir karar birimi için en fazla “1” olabilir. Etkin olmayan, yani etkinlik sınırının altında kalan karar verme birimleri için çıktıların ağırlıklı ortalaması, yani etkinlik oranı “1” den küçük olacaktır. [113]

Çıktı Yönelimli CCR Modeli

Çıktı Yönelimli CCR Modeli, girdi miktarı değiştirilmeden çıktı miktarının ne kadar artırılması gerektiğini araştırır. Çıktı Yönelimli CCR Modelinin, Girdi Yönelimli CCR modelinden farkı, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının en küçüklenmesidir. Çıktı yönlü CCR modelinde; [113]

g_j etkinlik skoru olmak üzere,

$\Rightarrow g_j = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$\Rightarrow g_j > 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu :

$$\text{Enb } g_j = \sum_{i=1}^m v_i x_i \quad (7.4)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{r=1}^n u_r y_r = 1 \quad (7.5)$$

$$- \sum_{r=1}^n u_r y_r + \sum_{i=1}^m v_i x_i \geq 0 \quad (7.6)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Burada; g_j : j'inci karar biriminin etkinsizlik oranıdır.

BCC Modeli

BCC modeli, daha önceden belirtildiği gibi Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilmiş olan bir teknik olup, bu kişilerin baş harfleri ile adlandırılmaktadırlar. BCC ile CCR arasındaki temel fark, ölçeğe göre değişken getiri (VRS (Variable Returns to Scale)) modellerinin yoğunluk vektörü (λ), karar değişkenleri toplamının 1'e eşit olmalarıyla kısıtlanmalarıdır. Bu kısıt ile birlikte, CCR modelindeki karar verme birimlerinin ölçek etkin olma zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Bu sayede, BCC modelleri VRS varsayımı ile her bir karar verme birimi için sadece teknik etkinliği ölçmektedir. Bir karar verme biriminin CCR etkin olabilmesi için hem teknik etkin hem de ölçek etkin olması gerekirken; BCC etkin olabilmesi için sadece teknik etkin olması yeterlidir. Bu nedenle, CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri altında toplam etkinliği ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri altında teknik etkinliği ölçer. [115]

Girdi Yönelimli BCC Modeli

Girdi yönlü BCC modeli, aynı çıktı miktarını kazanabilmek için minimum girdi miktarını araştıran BCC modelidir. Girdi yönlü BCC modelinde θ^* etkinlik skoru olmak üzere,

$\Rightarrow \theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$\Rightarrow \theta^* < 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu :

$$Enk \theta_k$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} = 1 \quad (7.7)$$

$$\theta_k x_{rk} - \sum_{j=1}^t \lambda_{jk} x_{rj} \geq 0 \quad (7.8)$$

$$\sum_{j=1}^t \lambda_{jk} y_{ij} \geq y_{ik} \quad (7.9)$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

Burada; θ_k : k'inci karar biriminin etkinlik oranıdır. [116]

Çıktı Yönelimli BCC Modeli

Çıktı yönlü BCC modeli, aynı girdi miktarını kullanarak maksimum çıktı düzeyini araştıran BCC modelidir. Çıktı yönlü BCC modelinde ω_k etkinlik skoru olmak üzere,

$\Rightarrow \omega_k = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu karar verme birimi etkindir.

$\Rightarrow \omega_k < 1$ ise bu karar verme birimi etkin değildir.

Amaç Fonksiyonu :

$$Enb \omega_k$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^t \gamma_{jk} = 1 \quad (7.10)$$

$$\omega_k y_{ik} - \sum_{j=1}^t \gamma_{jk} y_{ij} \leq 0 \quad (7.11)$$

$$\sum_{j=1}^t \gamma_{jk} x_{rj} \leq x_{rk} \quad (7.12)$$

$$\gamma_{jk} \geq 0$$

Burada; ω_k : k'ıncı karar biriminin etkinsizlik oranıdır. [116]

Toplamsal Model

CCR ve BCC modelleri, girdi ya da çıktı yönelimli olarak çözümleme yapmaktadır. Bu iki yönelim beraber değerlendirilmek istendiğinde toplamsal model kurulmalıdır. Toplamsal modelde amaç, girdi fazlası ile çıktı eksikliğini birlikte ele alarak etkinlik sınırı üzerinde etkin olmayan karar birimine ulaşmaya çalışmaktır. Bu modelde karar verme birimlerinin etkinliğine aylak değişken değerlerine bakılarak karar verilmekte, model direkt olarak etkinlik oranı vermemektedir. Eğer her iki aylak değişkenin değeri de sıfır ise, o karar birimi bu modele göre etkin kabul edilmektedir. Devamında her karar verme birimi için amaç fonksiyonu ilgili karar verme biriminin parametreleri kullanılarak yeniden çözülmelidir. [117] Toplamsal model şu şekilde formüle edilmiştir:

Amaç fonksiyonu :

$$EK \ z_p = \sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^- \quad (7.13)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ip} \quad (7.14)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rp} \quad (7.15)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (7.16)$$

$$s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0 ; \quad j=1, \dots, n; \quad r=1, \dots, s; \quad i=1, \dots, m.$$

Yukarıdaki modelde verilen girdideki fazlalıkları (s_i^-) ve çıktıdaki eksiklikleri (s_r^+) gösteren terimler literatürde artıklar (slacks) olarak tanımlanmıştır.

Çarpımsal Model

Çarpımsal model, Cobb-Douglas gösterimi yöntemiyle üretimde parçalı olarak logaritmik bir doğrusal sınırlama oluşturmak üzere geliştirilmiştir. Çarpımsal model şu şekilde formüle edilmiştir: [118]

Amaç fonksiyonu:

$$EK \ z_p = \sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^- \quad (7.17)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \log(x_{ij}) + s_i^- = \log(x_{ip}) \quad (7.18)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \log(y_{rj}) - s_r^+ = \log(y_{rp}) \quad (7.19)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (7.20)$$

$$s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0 ; \quad j=1, \dots, n; \quad r=1, \dots, s; \quad i=1, \dots, m.$$

7.1.3. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Veri zarflama analizi karar alma birimlerinin faaliyetlerinin değerlendirilmesinde oldukça faydalı bir yöntemdir. Ana avantajlardan biri, analiz için gereken bilgilerin daha kolay elde edilebilmesi ve bilgi maliyetinin diğer tekniklere göre daha düşük olmasıdır. [119]

Veri zarflama analizi yalnızca en fazla ve en az etkili birimleri ortaya çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda kaynakların etkin kullanımının kapsamını ve performansta maksimum iyileşmeyi de ortaya çıkarır. Veri zarfı analizi, her etkin olmayan birim için etkin

birimlerin bir referans kümesini sağlar. Bu referans birimleri nispeten verimlidir ve benzer girdi ve çıktı kombinasyonlarına sahiptir. Bu, aktif olmayan varlıkların etkinleştirilmesine yönelik iyi operasyonel uygulamaları göstermektedir. Alıştırmanın amacı nispeten verimsiz birimlerin performansını iyileştirmeye yönelik hedefler belirlemektir. Tüm veri zarfı analizi çalışmaları, bir girdi/çıktı kümesinden nispeten etkili bir birim oluşturur ve bu birimin girdi ve çıktılarının ulaşılacak hedefi temsil etmesini sağlar. [108]

Veri zarflama analizi verimlilik değerlerini elde etmenin tek yolu olarak girdileri ve çıktıları kullanır. Bu nedenle anlamlı analiz için girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi önemlidir. Bazı durumlarda, önemli değişkenlerin bir analizden çıkarılması, bu değişkenlerin kullanıldığı bir analizden önemli ölçüde farklı sonuçlar doğurur. Kıyaslamada veri zarfı analizini kullanırken dikkate alınması gereken bir diğer önemli husus, veri zarfı analizinin tutarsız değerlere karşı çok hassas olmasıdır. Zıt değerlere sahip üniteler zarfı önceki konumlarından ileriye doğru iter ve daha önce aktif olan üniteler verimlilik limitlerinin altına düşer. Bu, veri zarflama analizinin bir sınırlamasıdır, ancak gerekirse ideal bir birimin eklenmesi, birçok geçerli birim arasında ayırım yapılmasına yardımcı olabilir. Bazı durumlarda zıt değerlere sahip birimler verimlilik sınırını o kadar iyileştirebilir ki grupta karşılaştırılacak hiçbir gerçek birim kalmaz ve geriye yalnızca bir geçerli birim kalır. [120]

❖ Güçlü Yönleri ;

⇒ Veri zarflama analizi, çok sayıdaki çıktının çok sayıda girdi kullanılarak üretim sağlanan işletmelerde diğer etkinlik hesaplama yöntemlerine göre daha kullanışlıdır. Örneğin; oran analizinde farklı oranların tek bir ölçüte indirgenmesi için hangi orana hangi seviyede önem verileceğinin sisteme önceden belirtilmesi gerekmektedir. Buna rağmen veri zarflama analizi formülasyonu bu işlemi kendiliğinden yapmaktadır. [41]

⇒ Veri zarflama analizi, parametresiz bir yöntem olduğundan üretim fonksiyonunun analitik yapısı ile ilgili olarak herhangi bir ön varsayım gerektirmez. Üretim fonksiyonunun tahmininde kullanılan diğer parametrik yöntemlere nazaran daha esnektir.

⇒ Veri zarflama analizi, etkin hale dönüşülebilmesi amacıyla neler yapılması gerektiğini önerir. Parametrik yöntemler ise konuyla ilgili tüm sektörün ortalama etkinliğine göre ölçüm yapmaktadırlar. [121]

⇒ Veri zarflama analizi, etkin olmayan bir karar verme biriminin performansını, verimli olan karar verme birimlerinin seviyesine ulaştırmak için tek bir yol değil de

alternatif yollar önerir. Bu noktada uygun gelişim yolunu seçmek, karar vericinin tecrübesi ile mümkündür.

⇒ Veri zarflama analizinin uygulanması, sistemle ilgili tüm girdi ve çıktıları tanımlamak suretiyle karar vericilerin üretim sürecini daha etkili tanımlarını sağlar.

⇒ Veri zarflama analizi çalışması doğrultusunda detaylı bir veritabanı (veriler ve analiz sonuçları ile) oluşturulabilir. Bu vasıta ile belgeleme de yapılmış olur.

⇒ Veri zarflama analizi, girdi ve çıktı verilerinin rastlantısal olmadığını varsayar. Bu çerçevede, daha avantajlı bir verimlilik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır.

⇒ Veri zarflama analizi, en iyi gözleme göre oluşturulan sınır fonksiyonuna göre değerlendirdiğinden belirlenen hedefler ve tavsiyeler, en yüksek performanslı birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu husus, gerçekleştirilen verimlilik analizinin önemini ve geçerliliğini güçlendirmektedir. [122]

❖ Zayıf Yönleri ;

⇒ Veri zarflama analizi, veri tabanına dayanan bir metot olduğundan analizi yapan tarafından verilerin hangi girdi ve çıktı kümesinin üretim fonksiyonunun tahmininde gerekli olduğu özenle seçilmelidir. Önemli bir girdi veya çıktı değerinin dikkate alınmaması veya yanlış hesaplanması halinde göreceli etkinlik yanlış yorumlanabilir.

⇒ Veri zarflama analizi verimliliği göreceli olarak ölçtüğünden, gözlem kümesinin homojen olması önemlidir. Gözlem kümesi içerisinde aşırı olan gözlemler etkin görülecek ve verimlilik sınırının değişmesine sebebiyet verecektir. [41]

⇒ Veri zarflama analizi tarafından önerilen zarflama metodu bazı şartlarda yetersiz olabilmektedir.

⇒ Özellikle doğal zarflamanın yapılamadığı zamanlarda kuramsal karar birimi yeteri kadar belirgin değildir.

⇒ Veri zarflama analizi, her ne kadar parametrik olmayan bir metot olarak kabul edilse de, her bir karar birimine göre tek tek en iyilendiğinden çok sayıda karar değişkeninin çözümlenmesine imkan sağlar. Bu nedenle, serbestlik derecesi yüksek bir yöntemdir. [121]

⇒ Veri zarflama analizi çoğunlukla fiziksel girdi ve çıktı değerleri ile değerlendirildiğinden teknik girdi-çıktı verimliliği ile sınırlıdır.

7.2. Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizi, karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini değerlendirmek için bir araçtır. Bu değerlendirme belirli gruplara belirli zaman veya zaman aralıklarında uygulanabilir. Ayrıca mevcut değerleriniz rakiplerinizin performansı ile veya belirlenen hedef ve standartlarla karşılaştırılabilir. Veri zarflama analizi uygulanma aşamaları: [123]

- ⇒ Karşılaştırılacak birimlerdeki göreceli etkinlik oranının ve kaynakların tanımlanması
- ⇒ Birimlerin etkinlik neticeleriyle sıralanması
- ⇒ Karşılaştırılan birimlerdeki yönetim durumunun değerlendirilmesi
- ⇒ Birimlerin kontrolünde olmayan programların değerlendirilmesi
- ⇒ Birimler içerisindeki kaynak orantısının yeniden hesaplanması maksadıyla analiz yapılarak hedeflenen çıktının daha etkin şekilde gerçekleştirilmesi maksadıyla eldeki kaynakların paylaşımı yapılarak, sınırların belirlenmesi
- ⇒ Doğrudan amaçla ilgili olmayan birimlerin etkinliğinin hesaplanması ve etkin girdi-çıkıtı ilişkilendirmesinin belirlenmesi
- ⇒ Önceki çalışmalarla eldeki sonuçların karşılaştırılması

7.2.1. Karar Birimlerinin Seçimi

Veri zarflama analizinde ilk adım, etkinliklerinin ölçülmesi için birbirleriyle karşılaştırılacak karar birimlerinin seçilmesidir. Elde edilen sonuçların anlamlı ve güvenilir olması için bu birimlerin birbirine benzer olması ve farklı perspektiflerden yapılan gözlemlerin tekdüze olması önemlidir. [99] Karar verme birimi, girdileri çıktılarına dönüştürmekten sorumlu olan herhangi bir ekonomik birim olabilir. [124] Verimlilik açısından karşılaştırılan karar alma birimlerinin üretim teknolojisi açısından karşılaştırılabilir olması ve benzer amaçlar gütmeleri gerekir. Karar verme birimleri aynı tür girdi ve aynı tür çıktıyı kullanmalıdır. [125] Karar birimlerinin belirlenmesi iki prensip doğrultusunda yapılabilir. [122]

- ⇒ Kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu olacak bir birim şeklinde her karar birimi tanımlanmalıdır.
- ⇒ Verimlilik sınır değerlendirmesi neticesinin anlamlı olması amacıyla değerlendirmeye alınan karar birim sayısı yeterince fazla olmalıdır.

Veri zarflama analizi kullanırken aynı kararları uygulayan ve benzer organizasyona sahip karar alma departmanlarının seçilmesi özellikle önemlidir. Bu birimlerin giriş ve çıkış değişkenlerinin dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Veri zarflama analizi modelinin ayırma yeteneğinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için mümkün olduğu kadar çok girdi ve çıktının olması arzu edilir. Bu nedenle mümkün olduğu kadar çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçmelisiniz ancak seçilen girdi ve çıktı elemanları her karar biriminde kullanılmalıdır. Seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı da p ise çalışmanın güvenilirliği açısından en az $m + p + 1$ tane karar birimi belirlenmesi önemli bir kısıttır. [108]

7.2.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Çalışmada veri zarflama analizi kullanırken aynı kararları uygulayan ve benzer organizasyona sahip karar alma departmanlarının seçilmesi özellikle önemlidir. Bu birimlerin giriş ve çıkış değişkenlerinin dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Veri zarflama analizi modelinin ayırma yeteneğinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için mümkün olduğu kadar çok girdi ve çıktının olması arzu edilir. Bu nedenle mümkün olduğu kadar çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçmelisiniz ancak seçilen girdi ve çıktı elemanları her karar biriminde kullanılmalıdır. [99]

Etkililik değerlendirmesi yapmanın sağlıklı bir yolu, süreci en iyi temsil eden anlamlı girdileri ve çıktıları belirlemek amacıyla farklı girdi/çıkı senaryolarını fiilen test etmek için veri zarfı analizi tekniklerini kullanmaktır. Girdi ve çıktı değişkenlerini belirlerken bazı önemli girdi ve çıktı değerlerinin dikkate alınmaması analiz sonuçlarını doğrudan etkileyebilir. Bu durumu önlemek için girdi ve çıktı değişkenlerinin dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. [10]

Değişik ölçü birimleri kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri veri zarflama analizi uygulamalarında kullanılabilir. Ölçü birimleri ton, mt, TEU, tl, kişi, saat, birim vb. olabilir. Bunun yanı sıra bazı birimlerin oranları da girdi-çıkı değeri olarak kullanılabilir. [126]

7.2.3. Görelî Verimlilik Ölçümü

Etkinlik ölçümlerini gerçekleştiren analist, analiz edilecek karar birimlerinin gözlem setini ve girdi/çıktı setini belirledikten sonra mevcut operasyonel ortama en uygun veri zarflama analiz modelini seçer. Çözüm seti, her karar birimine ilişkin doğrusal programın çözülmesiyle elde edilir. [121]

Doğrusal programlamaya dayandığından görelî verimlilik ölçümünde optimizasyon uygulamalarından (GAMS, LINDO, vb) veya Windows Excel tabanlı veri zarflama analizi programlarından (Warwick DEA Software, Open Source DEA, Frontier Analyst, DEAP 2.1. Solver, vb) faydalanılabilir. [41]

Her biri için 0 ile 1 arasında değişecek şekilde karar birimlerinin etkinlik değerleri hesaplandıktan sonra etkinlik değeri 1 olan karar birimleri etkinlik sınırını oluşturur ve bunlar etkin olarak kabul edilir. [10]

7.2.4. Her Bir Karar Birimi İçin Detay Analizi

Göreceli verimlilik ölçüldükten sonra problem her karar birimi için ayrı ayrı çözülür. Ardından detaylı bir analiz gerçekleştirilir. Verimlilik değerleri, uygulama grubu hedef belirleme, üretken olmayan karar birimleri gibi uygulamalar burada gerçekleştirilir. [10]

İşletmenin etkin duruma dönüştürülebilmesi için etkinsiz olan her karar biriminin yöneticisine çözüm kümelerinden faydalanılarak nasıl önlemler alınması gerektiğine ilişkin çözüm yolları ortaya çıkarılmaktadır. Etkinsiz karar birimleri için örnek olacak şekilde, diğer karar birimlerinin görelî etkinlik değerleri, girdi ve çıktıların ağırlıkları ve olması gereken hedef girdi-çıktı değerleri hesaplanır. [76]

7.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Genel değerlendirme, bütün girdi ve çıktı değerleri her bir karar verme birimi için dikkate alınarak görelî etkinliğin ölçülmesinin ardından yapılır. Neticede etkinsiz karar birimlerinin etkin olabilmesi için yapılabilecek işlemler tespit edilerek, işletme konusu endüstri hakkında da değerlendirmeler yapılabilir. [121]

Bunun yanı sıra, hesaplanan verilerin sonraki çalışmalarda kullanılabilmesi ve gelişime katkı sunulabilmesi için çaba gösterilmesi düşüncesi sistemin önemli kazanımları olacaktır. [122]

7.2.6.Etkin Olmayan Sınırlar İçin Hedef Belirlenmesi

Veri zarflama analizindeki karşılaştırmalar, bir gözlem seti içindeki karar birimlerinin benzerliğine dayanır ve verimsiz birimlerin bile bir çözümü benzersiz bir şekilde belirlemesine olanak tanır. Analizin uygulanmasının en büyük faydası da muhtemelen bu yöntemlerin belirlenmesidir. [127]

Analiz sonucunda etkin çıkan karar birimlerinin ulaşılabilir bir yöntem ya da teknoloji uyguladıkları varsayılarak etkinsiz karar birimleri için de kullanılabilecekleri, elde edilebilir oldukları varsayılmaktadır. Fakat bu husus her zaman gerçekleşmeyebilir. Etkin olmayan karar birimlerinin bazı kısıtlamaları bulunabilir veya kontrol edilemeyen girdiler olabilir. Analiz sonuçlarına istinaden hedeflere yönelik doğru iyileştirme çabalarına girişilmesi sonuçsuz kalabilir. [128]

8. ARAŞTIRMA UYGULAMASI

8.1. Araştırmanın Amacı ve Metodoloji

Bu uygulamanın amacı, İskenderun Körfezi'nde faaliyet gösteren konteyner terminallerinin göreceli etkinliklerinin hesaplanarak karşılaştırılması ve etkin olmayan terminallerin performanslarına ilişkin değerlendirmelerde bulunularak etkin hale getirilebilmeler konusunda bu terminallere rehber oluşturmaktır. Yapılacak analizin sonucunda elde edilecek olan bulgular ile birlikte terminallerdeki mevcut kaynakların optimum kullanımı hedeflenmektedir. Bu yolla, İskenderun Körfezi'nde konteyner terminal etkinliğinin iyileştirilmesi ve performansının arttırılması çabalarının da incelenmesi hedeflenmektedir.

İskenderun Körfezi'ndeki konteyner terminallerinin verimlilik seviyelerinin tespit edilmesi maksadıyla gerçekleştirilen bu çalışmada “Open Source DEA” software programından yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında veri zarflama analizi yöntemi, İskenderun Körfezi'ndeki konteyner terminallerinde uygulanmıştır. Yöntem 5 yıllık periyodu içerecek şekilde gerçekleştirilmiş ve bu süre içerisindeki girdi-çıkı değişimleri yıllık olarak gözlemlenmiştir.

Yapılan yorumlar araştırma sonuçları dikkate alınarak yapıldığından, değerlendirmeler sadece araştırmanın örnekleminde yer alan limanlar için geçerlidir.

8.2. Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Küreselleşen dünyada, üretilen malların ve tüketim mallarının dünyanın çeşitli yerlerine ulaştırılmasında konteyner taşımacılığının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu durumun devam etmesi muhtemeldir. Limanlar ülkelerin deniz yoluyla dünyaya açtıkları kapılardır. Deniz taşımacılığında ve dolayısıyla konteyner taşımacılığında da liman performansı çok önemlidir. Önemli liman şirketlerinin etkin ve verimli çalışması, ülkelerin sosyo-ekonomik kalkınmasında büyük rol oynamaları anlamına gelmektedir. [10]

Bu çalışmanın kapsamı her ne kadar İskenderun Körfezi içerisinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinin etkinlik analizlerinin yapılması söz konusu olsa da karar verme

birimi kısıtlaması nedeniyle $[m+p+1=7]$ olması gerekiyor, ancak sadece 2 (Assan ve Limak limanları) karar verme birimimiz mevcut] analiz sonrasında etkinliklerinin değerlendirmesi sadece Assan ve Limak konteyner terminallerini kapsayacak düzeyde yapılacak şekilde, Assan ve Limak konteyner terminallerine ilave olarak İskenderun Körfezi'nde yer almayan ancak, analiz içerisinde homojen dağılımı sağlayabilecek *M.I.P. Limanı*, *Q Terminals Antalya Limanı*, *TCDD İzmir Alsancak Limanı*, *Nemport Limanı*, *Bandırma Çelebi Limanı* ve *Gemport Limanı* konteyner terminallerini de içerecek şekilde; 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 yıllarına ilişkin istatistiki veriler kullanılarak veri zarflama analizi ile analiz gerçekleştirilmiştir.

M.I.P. Limanı, Q Terminals Antalya Limanı, TCDD İzmir Alsancak Limanı, Nemport Limanı, Bandırma Çelebi Limanı ve Gemport Limanı konteyner terminallerine ilişkin istatistiki veriler, Türkiye Liman İşletmecileri Derneği (TÜRKLİM) yıllık sektör raporları ve bahse konu limanların web sitelerinden temin edilmiştir. Bu limanlara ilişkin istatistiki bilgiler yalnızca analizin efektif sonuç vermesi açısından kullanılmıştır.

8.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması

Girdiler ve çıktılar üretim süreciyle nedensel bir ilişkiye sahiptir ve süreci en iyi temsil eden kombinasyonlar kümesi olarak seçilmelidir. Etkililik değerlendirmeleri yapmanın sağlıklı bir yolu, sürecinizi en iyi temsil eden anlamlı girdileri ve çıktıları belirlemek amacıyla farklı girdi/çıktı senaryolarını test etmek için veri zarfı analizi tekniklerini kullanmaktır. Potansiyel olarak yararlı tüm girdilerin dikkate alınması ve çıktıların değerlendirilmesi önemlidir. Üretime katkısı olmayan ve birden çok kez bağlantılı olan girdi/çıktı değişkenleri kaldırılmalıdır. [80]

Konteyner terminallerinde terminal etkinliğini etkileyen değişkenler literatürde yapılan çalışmalar sonucunda büyük ölçüde belirlenmiştir. Çeşitli bakış açıları olsa da genel görüş, girdi değişkenlerinin iskele uzunluğu, terminal alanı (depolama alanı), konteyner elleçlemesi için kullanılan vinçlerin (mobil vinçler veya büyük liman vinçleri) sayısı veya kapasitesinin konteyner terminallerinin verimliliğini etkileyen en önemli faktörler olduğu yönündedir. Çıktı değişkeni olarak tek bir çıktı kullanılacaksa ise, elleçlenen konteynerlerin miktarı (TEU) kullanılabilir. [10, 25]

Gerçekleştirilen çalışmada; konteyner terminallerinin verimliliği hesaplanmıştır. Konuyla ilgili olarak gerekli olan beş girdi ve bir çıktı değişkeninden faydalanılmıştır. Bu değişkenler; iskele/rıhtım uzunluğu (m), terminaldeki vinç sayısı (adet), konteyner stok sahası (m²), yanaşma yeri sayısı (adet) ve konteyner istifleme aracı sayısı (adet) kullanılacak girdi değerleridir. Elleçlenen konteyner miktarı (TEU) ise çıktı değeri olarak kullanılmıştır.

8.3.1. Rıhtım/İskele Uzunluğu

Konteyner terminallerinde verimlilik ölçümünde kullanılabilecek en önemli girdi değişkeni denilebilir. Konteyner rıhtımı, konteyner gemilerinin limanlarda güvenli bir şekilde yükleme-boşaltma yapmasına olanak sağlamak için kargo elleçleme sistemlerini kullanan, kara ve deniz araçları arasında bağlantı sağlayan bir yapıdır. Bu nedenle verimliliği ölçerken önemli bir kriterdir. Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin konteyner rıhtım/iskele uzunluklarına ilişkin veriler Çizelge 8.1’de sunulmuştur.

Çizelge 8.1 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin rıhtım/iskele uzunlukları(m)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	720	720	720	720	720
Limak Limanı	1170	1170	1170	1170	1170
MIP Limanı	3370	3370	3370	3370	3370
Q Terminals Antalya	1117	1117	1117	1117	1178
TCDD İzmir Alsancak	1414	1414	1414	1414	1414
Nemport	1080	1080	1080	1080	1689
Bandırma Çelebi	2973	2973	2973	2973	2973
Gemport	2040	2040	2040	2050	2050

8.3.2. Vinç Sayısı

Vinçler, konteyner terminallerinin kargo elleçleme kapasitesini etkileyen ana ekipmanlardır. Bu nedenle çalışmada girdi değeri olarak kullanılmıştır. İncelenen vinçlerin sayısı, konteyner elleçlemesi için kullanılan gantry vinçlerin ve mobil vinçlerin toplamıdır.

Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin konteyner vinç sayıları Çizelge 8.2’de sunulmuştur.

Çizelge 8.2 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin vinç sayıları (adet)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	4	4	4	4	4
Limak Limanı	20	20	20	20	20
MIP Limanı	17	17	17	17	17
Q Terminals Antalya	6	6	6	6	8
TCDD İzmir Alsancak	12	12	12	8	8
Nemport	7	7	7	7	10
Bandırma Çelebi	9	9	9	9	9
Gemport	10	10	10	14	14

8.3.3. Konteyner Stok Alanı

İthalat ve ihracat ürünlerinin konteynırlarının, gemi gelene kadar veya ürünler diğer taşıma araçlarıyla sahiplerine teslim edilene kadar geçici olarak depolandığı alanlardır. Konteyner depolama alanı liman verimliliği üzerinde önemli etkisi olan parametrelerden biridir.

Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin konteyner stok alanları Çizelge 8.3’de sunulmuştur.

Çizelge 8.3 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin konteyner stok alanları (m²)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
Limak Limanı	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
MIP Limanı	1.253.355	1.253.355	1.253.355	1.253.355	1.253.355
Q Terminals Antalya	201.125	201.125	201.125	200.141	203.920
TCDD İzmir Alsancak	221.000	221.000	221.000	221.000	221.000
Nemport	100.000	100.000	100.000	100.000	240.000
Bandırma Çelebi	268.348	268.348	268.348	268.348	268.348
Gemport	868.000	868.000	868.000	1.250.000	1.250.000

8.3.4. Yanaşma Yeri Sayısı

Tüm gemiler için geçerli olduğu şekilde konteyner gemisi işletmecilerinin de temel amaçlarından biri geminin limanda geçirdiği süreyi en aza indirmektir. Bu fikir aynı zamanda liman işletmecilerinin de temel amaçlarından biridir. Rıhtım sayısına bağlı olarak birden fazla gemi çalışabilmektedir. Ayrıca gemi yanaşma sayısı arttıkça vinç ve personel sayısı da artacaktır. Bu nedenle gemi yanaşma yeri sayısı konteyner terminalinin verimliliği açısından önemli faktörlerden biridir.

Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin gemi yanaşma yeri sayıları Çizelge 8.4’de verilmiştir.

Çizelge 8.4 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin gemi yanaşma yeri sayısı (adet)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	4	4	4	4	4
Limak Limanı	8	8	8	8	8
MIP Limanı	21	21	21	21	21
Q Terminals Antalya	8	8	8	8	9
TCDD İzmir Alsancak	9	9	9	9	9
Nemport	4	4	4	4	6
Bandırma Çelebi	12	12	12	12	12
Gempport	10	10	10	10	10

8.3.5. İstifleme Aracı Sayısı

Hem sahada konteynerlerin taşınmasında hem de konteynerlerin istiflenmesinde kullanılan ekipman kapasitesi ve miktarı da bir konteyner terminalinin verimliliğini etkileyen önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Gelen gemi sayısının fazla olduğu, kapasite ve alanın büyük olduğu, performansın önemli olduğu, detaylı planlamanın gerekli olduğu limanlarda istifleme ekipmanları oldukça önemlidir.

Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin istifleme aracı sayıları Çizelge 8.5’de sunulmuştur.

Çizelge 8.5 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin istifleme aracı sayısı (adet)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	19	19	19	19	19
Limak Limanı	42	42	43	56	56
MIP Limanı	70	70	70	76	76
Q Terminals Antalya	57	57	57	57	57
TCDD İzmir Alsancak	82	82	82	61	61
Nemport	65	65	65	65	74
Bandırma Çelebi	22	22	22	22	22
Gemport	68	68	68	79	79

8.3.6. Elleçlenen Konteyner Miktarı

Çalışmada kapsamında kullanılan tek çıktı değeri yıllık elleçlenen konteyner miktarı (TEU)dır. Konteyner elleçlenmesi, konteyner için gerekli yükleme ve boşaltma hizmetlerini ifade eder. Bir limanın temel amacı, mümkün olduğu kadar fazla kargo elleçleyerek, limana maksimum kar sağlayacak gelir elde etmektir. Dolayısıyla bu boyut, bir konteyner terminalinin verimliliğinin ölçülmesinde önemli bir kriterdir. Elleçlenen konteynerlerin hacmi, liman verimliliğinin ve girdi değişkenlerinin ne kadar etkili kullanıldığının ana göstergesidir.

Gerçekleştirilen analiz faaliyeti çerçevesinde değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin yıllık konteyner elleçleme miktarları TEU bazında Çizelge 8.6'da yer almaktadır.

Çizelge 8.6 Değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin elleçlenen konteyner miktarı (TEU)

Liman	2018	2019	2020	2021	2022
Assan Limanı	225.496	248.594	244.643	214.484	177.661
Limak Limanı	311.261	379.809	466.184	464.571	481.883
MIP Limanı	1.722.711	1.939.029	2.009.724	2.097.349	2.020.967
Q Terminals Antalya	186.290	148.750	123.983	116.786	93.016
TCDD İzmir Alsancak	647.715	605.727	531.687	529.131	406.081
Nemport	390.071	430.014	484.371	544.568	558.648
Bandırma Çelebi	35.695	18.581	13.340	6.981	10.616
Gemport	524.652	547.190	570.427	682.064	676.782

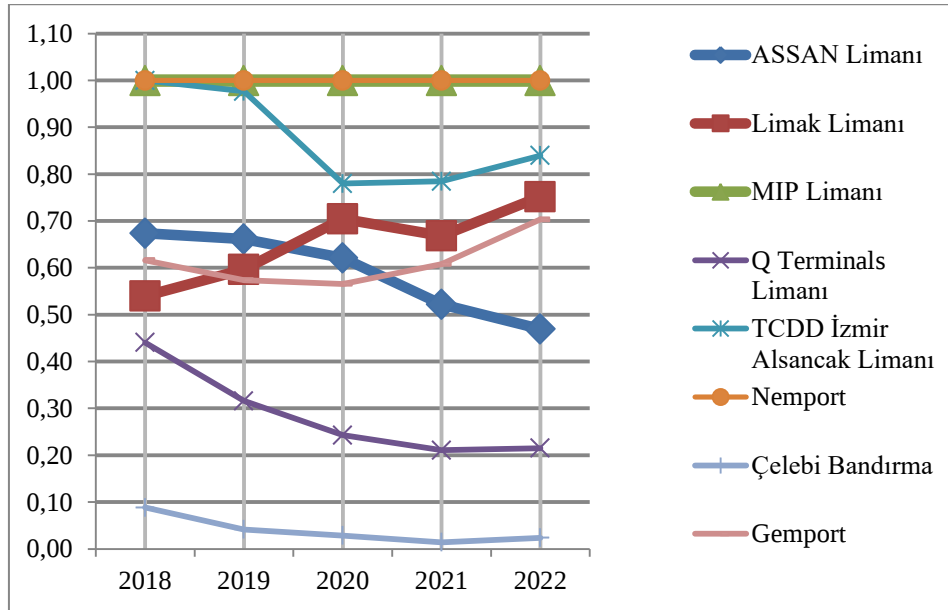
8.4. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü

Veri zarflama analizi ile ilgili genel hususlar ile detaylı bilgiler önceki bölümlerde anlatılmıştı. İskenderun Körfezi'nde faaliyet gösteren konteyner terminallerinin performanslarının ölçülmesi maksadıyla bölüm 8.3.'te belirtilen girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin veriler kullanılarak Open Source DEA programından faydalanılarak hem girdi hem de çıktı yönelimli olmak üzere CCR modeli (CRS – Constant Returns to Scale) ve BCC modeli (VRS – Variable Returns to Scale) uygulanarak analiz gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçları her bir model için ayrı ayrı olarak etkinlik değerleri, referans grupları, artık değerleri ile girdi ve çıktı ağırlıkları açısından incelenmiş ve yorumlanmıştır. Analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler müteakip maddelerde olduğu gibidir.

8.4.1. Girdi Yönelimli CCR Analizi Sonuçları

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen modele göre girdi yönelimli olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına istinaden karar verme birimi olarak seçilen limanların yıllara göre etkinlik durumlarını gösteren grafik Şekil 8.1'de sunulmuştur.



Şekil 8.1 Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik

Girdi yönelimli olarak gerçekleştirilen CCR analiz modeli sonuçlarına istinaden çalışma kapsamında incelenen limanların yıllara göre etkinlik skorları, referans grupları ve oranları Çizelge 8.7’de, değişkenlerin artık değerlerini içeren bilgiler Çizelge 8.8’de sunulmuştur.

Çizelge 8.7 Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları

Karar Verme Birimleri	Etkinlik Skoru					Referans Grubu ve Oranı				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
ASSAN Limanı	0,6735	0,6612	0,6210	0,5221	0,4697	MIP (0,11) Nemport (0,07)	MIP (0,11) Nemport (0,07)	MIP (0,10) Nemport (0,07)	MIP (0,09) Nemport (0,05)	MIP (0,08) Nemport (0,04)
Limak Limanı	0,5396	0,5966	0,7047	0,6682	0,7518	MIP (0,16) TCDD İzmir (0,06)	MIP (0,18) Nemport (0,07)	MIP (0,22) Nemport (0,08)	MIP (0,21) Nemport (0,08)	MIP (0,23) Nemport (0,07)
MIP Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Q Terminals Limanı	0,4406	0,3160	0,2429	0,2106	0,2151	MIP (0,05) Nemport (0,26)	MIP (0,04) Nemport (0,18)	MIP (0,03) Nemport (0,14)	MIP (0,02) Nemport (0,12)	MIP (0,01) Nemport (0,13)
TCDD İzmir Alsancak Limanı	1,0000	0,9767	0,7798	0,7845	0,8396	-	MIP (0,09) Nemport (0,98)	MIP (0,07) Nemport (0,79)	MIP (0,09) Nemport (0,63)	MIP (0,03) Nemport (0,62)
Nemport	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Çelebi Bandırma	0,0885	0,0415	0,0285	0,0144	0,0236	MIP (0,02) TCDD İzmir (0,01)	MIP (0,008) Nemport (0,005)	MIP (0,006) Nemport (0,003)	MIP (0,003) Nemport (0,001)	MIP (0,005) Nemport (0,002)
Gemport	0,6162	0,5735	0,5657	0,6081	0,7032	MIP (0,23) Nemport (0,31)	MIP (0,22) Nemport (0,29)	MIP (0,21) Nemport (0,29)	MIP (0,19) Nemport (0,52)	MIP (0,33)

Çizelge 8.8 Girdi yönelimli CCR analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri

Karar Verme Birimleri	Yıllar	Rıhtım/İskele Uzunluğu	Vinç Sayısı	Konteyner Stok Alanı	Yanarşma Yeri Sayısı	İstifleme Aracı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı
ASSAN Limanı	2018	20,24	0,24	997,90	0,00	0,00	0,00
	2019	19,87	0,23	979,67	0,00	0,00	0,00
	2020	18,66	0,22	920,17	0,00	0,00	0,00
	2021	21,56	0,23	0,00	0,01	0,00	0,00
	2022	9,85	0,16	0,00	0,02	0,00	0,00
Limak Limanı	2018	0,00	7,30	0,00	0,37	6,28	0,00
	2019	0,00	8,30	0,00	0,61	7,60	0,00
	2020	0,00	9,81	0,00	0,72	9,68	0,00
	2021	0,00	9,30	0,00	0,69	16,62	0,00
	2022	0,00	10,50	0,00	0,84	19,82	0,00
MIP Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q Terminals Limanı	2018	46,68	0,00	0,00	1,45	4,99	0,00
	2019	33,48	0,00	0,00	1,04	3,58	0,00
	2020	25,74	0,00	0,00	0,80	2,75	0,00
	2021	22,47	0,00	0,00	0,69	2,22	0,00
	2022	0,00	0,25	0,00	0,94	1,89	0,00
TCDD İzmir Alsancak Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	3,22	0,00	2,88	9,38	0,00
	2020	0,00	2,57	0,00	2,30	7,49	0,00
	2021	129,20	0,35	0,00	2,68	0,00	0,00
	2022	38,36	0,00	0,00	3,22	2,95	0,00
Nemport	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çelebi Bandırma	2018	191,94	0,39	0,00	0,62	0,00	0,00
	2019	89,48	0,19	0,00	0,30	0,00	0,00
	2020	61,38	0,13	0,00	0,21	0,00	0,00
	2021	31,23	0,07	0,00	0,10	0,00	0,00
	2022	50,83	0,11	0,00	0,17	0,00	0,00
Gempport	2018	131,50	0,00	210366,86	0,00	5,24	0,00
	2019	122,40	0,00	195809,65	0,00	4,88	0,00
	2020	120,72	0,00	193119,75	0,00	4,81	0,00
	2021	45,02	1,65	468660,30	0,00	0,00	0,00
	2022	313,11	4,15	459336,87	0,00	30,11	0,00

Çizelge 8.7’de belirtilen etkinlik skorları incelendiğinde TCDD İzmir Alsancak Limanı’nın 2018 yılında, M.I.P. Limanı ile Nemptort Limanı’nın ise 2018 yılından 2022 yılına kadar olan süreçte analize tabi tutulan tüm inceleme süreci boyunca etkin oldukları anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen limanların girdi yönelimli CCR modeline göre Çizelge 8.7’de yer alan etkinlik skorları ve referans grupları değerleri ve çizelge 8.8’de yer alan artık değer verileri incelendiğinde;

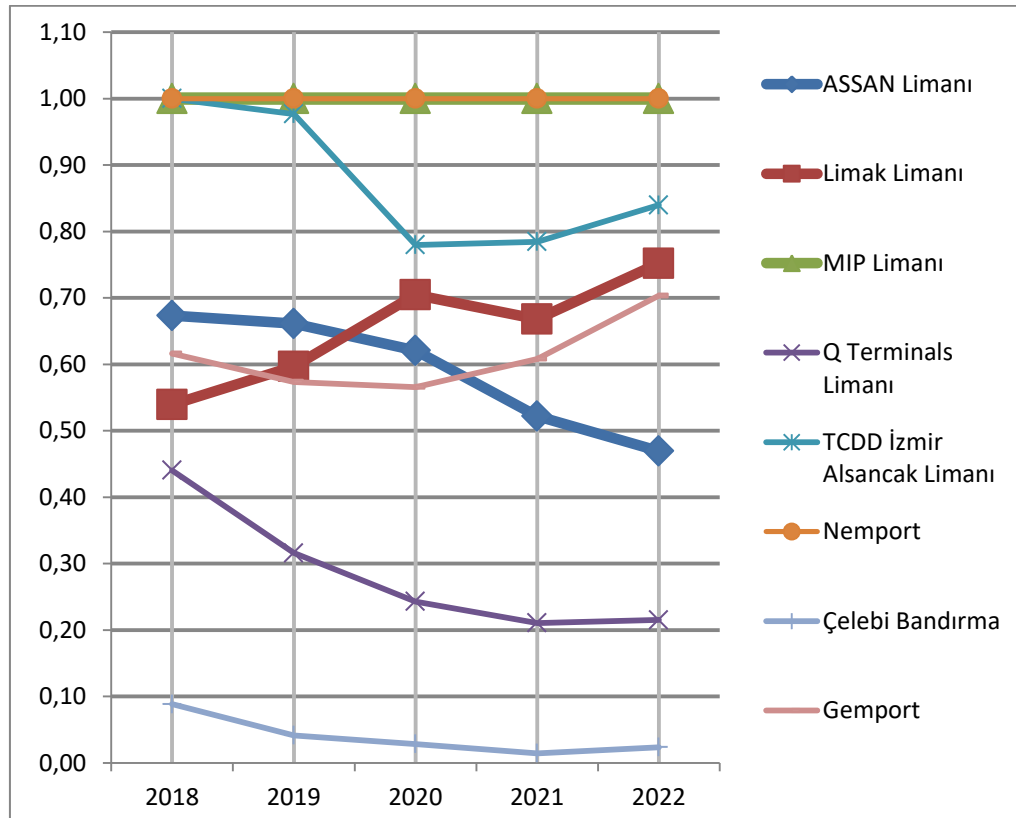
- ⇒ Assan Limanı’nın 2018 yılında 0,6735 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2022 yılında 0,4697 olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %20 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %6 oranında da Nemptort Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı ve konteyner stok alanı fazlalık değerlerini çizelge 8.8’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Limak Limanı’nın 2018 yılında 0,5396 olan etkinlik skorunun 2021 yılı hariç (2020 yılında 0,7047 olan etkinlik skoru 2021 yılında 0,6682’e düşmüştür.) her yıl artış göstererek 2022 yılında 0,7518 olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %20 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %8 oranında Nemptort Limanını, ortalama %6 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.8’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ M.I.P. Limanı’nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Q Terminals Antalya Limanı’nın 2018 yılında 0,4406 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2021 yılında 0,2106 olduğu, 2022 yılında ise az miktarda bir artış ile 0,2151’e ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %17 oranında Nemptort Limanını, ortalama %3 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.8’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

- ⇒ TCDD İzmir Alsancak Limanı'nın 2018 yılında etkin olduğu ancak, 2019 yılı ve 2020 yıllarında etkinlik skorunun düşüş gösterdiği, 2021 ve 2022 yıllarında ise artış göstererek 0,8396'ya ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %76 oranında Nemport Limanını, ortalama %7 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.8'de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Nemport Limanı'nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Çelebi Bandırma Limanı'nın dönem boyunca en düşük etkinlik skoruna sahip liman olduğu ve 2018 yılında 0,0885 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2021 yılında 0,0144 olduğu, 2022 yılında ise az miktarda bir artış ile 0,0236'ya ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %0,8 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %0,4 oranında Nemport Limanını, ortalama %1 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı ve yanaşma yeri sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.8'de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Gemport Limanı'nın 2018 yılında 0,6162 olan etkinlik skorunun 2019 ve 2020 yıllarında azalış göstererek 2020 yılında 0,5657 olduğu, 2021 ve 2022 yıllarında ise artış göstererek 0,7032'ye ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %35 oranında Nemport Limanını, ortalama %24 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, konteyner stok alanı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.8'de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

tespit edilmiştir.

8.4.2. Çıktı Yönelimli CCR Analizi Sonuçları

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen modele göre çıktı yönelimli olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına istinaden karar verme birimi olarak seçilen limanların yıllara göre etkinlik durumlarını gösteren grafik Şekil 8.2’de sunulmuştur.



Şekil 8.2 Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik

Çıktı yönelimli olarak gerçekleştirilen CCR analiz modeli sonuçlarına istinaden çalışma kapsamında incelenen limanların yıllara göre etkinlik skorları, referans grupları ve oranları Çizelge 8.9’da, değişkenlerin artık değerlerini içeren bilgiler Çizelge 8.10’da sunulmuştur.

Çizelge 8.9 Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları

Karar Verme Birimleri	Etkinlik Skoru					Referans Grubu ve Oranı				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
ASSAN Limanı	0,6735	0,6612	0,6210	0,5221	0,4697	MIP (0,17) Nemport (0,10)	MIP (0,17) Nemport (0,11)	MIP (0,17) Nemport (0,11)	MIP (0,17) Nemport (0,09)	MIP (0,16) Nemport (0,09)
Limak Limanı	0,5396	0,5966	0,7047	0,6682	0,7518	MIP (0,30) TCDD İzmir (0,12)	MIP (0,31) Nemport (0,12)	MIP (0,31) Nemport (0,12)	MIP (0,31) Nemport (0,12)	MIP (0,30) Nemport (0,09)
MIP Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Q Terminals Limanı	0,4406	0,3160	0,2429	0,2106	0,2151	MIP (0,11) Nemport (0,58)	MIP (0,11) Nemport (0,58)	MIP (0,11) Nemport (0,58)	MIP (0,11) Nemport (0,58)	MIP (0,05) Nemport (0,60)
TCDD İzmir Alsancak Limanı	1,0000	0,9767	0,7798	0,7845	0,8396	-	MIP (0,10) Nemport (1,01)	MIP (0,10) Nemport (1,01)	MIP (0,11) Nemport (0,80)	MIP (0,03) Nemport (0,74)
Nemport	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Çelebi Bandırma	0,0885	0,0415	0,0285	0,0144	0,0236	MIP (0,20) TCDD İzmir (0,10)	MIP (0,20) Nemport (0,12)	MIP (0,20) Nemport (0,12)	MIP (0,20) Nemport (0,10)	MIP (0,20) Nemport (0,10)
Gemport	0,6162	0,5735	0,5657	0,6081	0,7032	MIP (0,38) Nemport (0,51)	MIP (0,38) Nemport (0,51)	MIP (0,38) Nemport (0,51)	MIP (0,31) Nemport (0,85)	MIP (0,48)

Çizelge 8.10 Çıktı yönelimli CCR analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri

Karar Verme Birimleri	Yıllar	Rıhtım/İskele Uzunluğu	Vinç Sayısı	Konteyner Stok Alanı	Yanışma Yeri Sayısı	İstifleme Aracı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı
ASSAN Limanı	2018	30,05	0,35	1481,73	0,00	0,00	0,00
	2019	30,05	0,35	1481,73	0,00	0,00	0,00
	2020	30,05	0,35	1481,73	0,00	0,00	0,00
	2021	41,30	0,44	0,00	0,02	0,00	0,00
	2022	20,98	0,34	0,00	0,05	0,00	0,00
Limak Limanı	2018	0,00	13,54	0,00	0,69	11,63	0,00
	2019	0,00	13,92	0,00	1,03	12,74	0,00
	2020	0,00	13,92	0,00	1,03	13,74	0,00
	2021	0,00	13,92	0,00	1,03	24,88	0,00
	2022	0,00	13,96	0,00	1,12	26,36	0,00
MIP Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q Terminals Limanı	2018	105,95	0,00	0,00	3,28	11,32	0,00
	2019	105,95	0,00	0,00	3,28	11,32	0,00
	2020	105,95	0,00	0,00	3,28	11,32	0,00
	2021	106,68	0,00	0,00	3,29	10,56	0,00
	2022	0,00	1,16	0,00	4,39	8,77	0,00
TCDD İzmir Alsancak Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	3,30	0,00	2,95	9,61	0,00
	2020	0,00	3,30	0,00	2,95	9,61	0,00
	2021	164,69	0,44	0,00	3,42	0,00	0,00
	2022	45,69	0,00	0,00	3,83	3,51	0,00
Nemport	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çelebi Bandırma	2018	2168,94	4,45	0,00	6,97	0,00	0,00
	2019	2155,73	4,69	0,00	7,23	0,00	0,00
	2020	2155,73	4,69	0,00	7,23	0,00	0,00
	2021	2172,64	4,81	0,00	7,28	0,00	0,00
	2022	2150,90	4,71	0,00	7,31	0,00	0,00
Gempport	2018	213,42	0,00	341409,49	0,00	8,51	0,00
	2019	213,42	0,00	341409,49	0,00	8,51	0,00
	2020	213,42	0,00	341409,49	0,00	8,51	0,00
	2021	74,03	2,72	770715,77	0,00	0,00	0,00
	2022	445,24	5,90	653164,29	0,00	42,81	0,00

Çizelge 8.9’da belirtilen etkinlik skorları incelendiğinde TCDD İzmir Alsancak Limanı’nın 2018 yılında, M.I.P. Limanı ile Nemptort Limanı’nın ise 2018 yılından 2022 yılına kadar olan süreçte analize tabi tutulan tüm inceleme süreci boyunca etkin oldukları anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen limanların çıktı yönelimli CCR modeline göre Çizelge 8.9’da yer alan etkinlik skorları ve referans grupları değerleri ve çizelge 8.10’da yer alan artık değer verileri incelendiğinde;

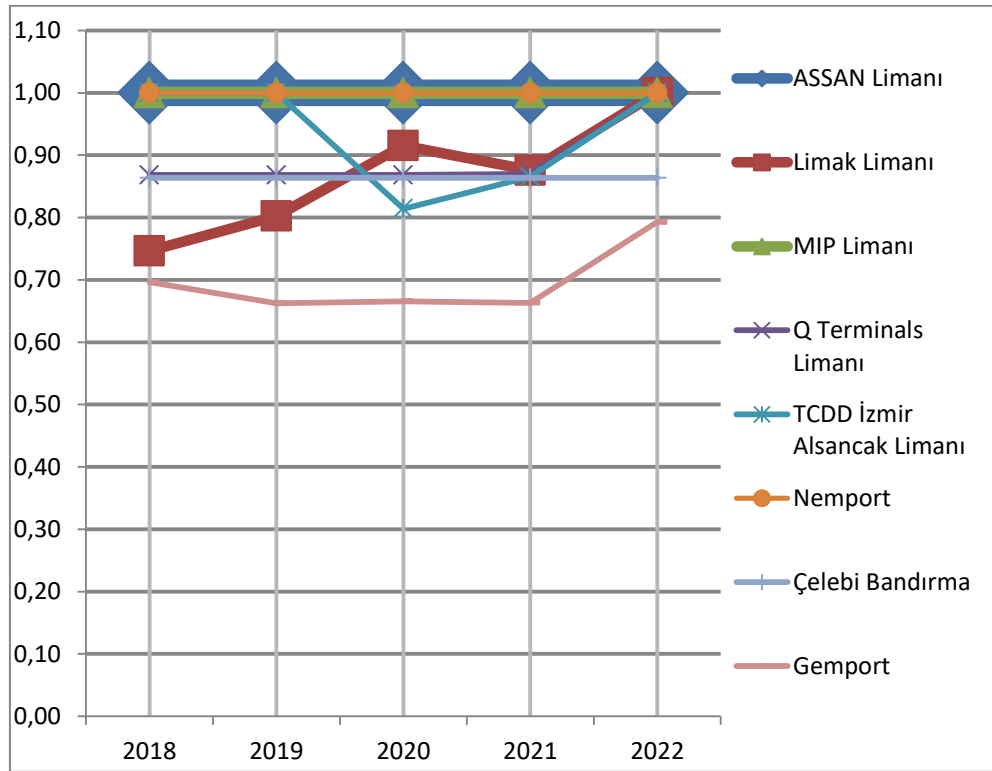
- ⇒ Assan Limanı’nın 2018 yılında 0,6735 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2022 yılında 0,4697 olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %17 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %10 oranında da Nemptort Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı ve konteyner stok alanı fazlalık değerlerini çizelge 8.10’da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Limak Limanı’nın 2018 yılında 0,5396 olan etkinlik skorunun 2021 yılı hariç (2020 yılında 0,7047 olan etkinlik skoru 2021 yılında 0,6682’e düşmüştür.) her yıl artış göstererek 2022 yılında 0,7518 olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %31 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %11 oranında Nemptort Limanını, ortalama %12 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.10’da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ M.I.P. Limanı’nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Q Terminals Antalya Limanı’nın 2018 yılında 0,4406 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2021 yılında 0,2106 olduğu, 2022 yılında ise az miktarda bir artış ile 0,2151’e ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %58 oranında Nemptort Limanını, ortalama %10 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.10’da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

- ⇒ TCDD İzmir Alsancak Limanı'nın 2018 yılında etkin olduğu ancak, 2019 yılı ve 2020 yıllarında etkinlik skorunun düşüş gösterdiği, 2021 ve 2022 yıllarında ise artış göstererek 0,8396'ya ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %89 oranında Nemport Limanını, ortalama %9 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.10'da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Nemport Limanı'nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Çelebi Bandırma Limanı'nın dönem boyunca en düşük etkinlik skoruna sahip liman olduğu ve 2018 yılında 0,0885 olan etkinlik skorunun her yıl azalış göstererek 2021 yılında 0,0144 olduğu, 2022 yılında ise az miktarda bir artış ile 0,0236'ya ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %20 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %11 oranında Nemport Limanını, ortalama %10 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı ve yanaşma yeri sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.10'da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Gemport Limanı'nın 2018 yılında 0,6162 olan etkinlik skorunun 2019 ve 2020 yıllarında azalış göstererek 2020 yılında 0,5657 olduğu, 2021 ve 2022 yıllarında ise artış göstererek 0,7032'ye ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %59 oranında Nemport Limanını, ortalama %39 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, konteyner stok alanı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.10'da belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

tespit edilmiştir.

8.4.3. Girdi Yönelimli BCC Analizi Sonuçları

Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen modele göre girdi yönelimli olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına istinaden karar verme birimi olarak seçilen limanların yıllara göre etkinlik durumlarını gösteren grafik Şekil 8.3'te sunulmuştur.



Şekil 8.3 Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik

Girdi yönelimli olarak gerçekleştirilen BCC analiz modeli sonuçlarına istinaden çalışma kapsamında incelenen limanların yıllara göre etkinlik skorları, referans grupları ve oranları Çizelge 8.11'de, değişkenlerin artık değerlerini içeren bilgiler Çizelge 8.12'de sunulmuştur.

Çizelge 8.11 Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları

Karar Verme Birimleri	Etkinlik Skoru					Referans Grubu ve Oranı				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
ASSAN Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Limak Limanı	0,7466	0,8026	0,9156	0,8758	1,0000	ASSAN (0,80) MIP (0,01) TCDD İzmir (0,19)	ASSAN (0,92) MIP (0,08)	ASSAN (0,87) MIP (0,13)	ASSAN (0,35) MIP (0,03) Nemport (0,61)	-
MIP Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Q Terminals Limanı	0,8682	0,8682	0,8682	0,8701	1,0000	ASSAN (0,60) Nemport (0,40)	ASSAN (0,60) Nemport (0,40)	ASSAN (0,60) Nemport (0,40)	ASSAN (0,59) Nemport (0,41)	-
TCDD İzmir Alsancak Limanı	1,0000	1,0000	0,8140	0,8652	1,0000	-	-	ASSAN (0,14) MIP (0,05) Nemport (0,80)	ASSAN (0,28) MIP (0,05) Nemport (0,67)	-
Nemport	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Çelebi Bandırma	0,8636	0,8636	0,8636	0,8636	0,8636	ASSAN (1,00)	ASSAN (1,00)	ASSAN (1,00)	ASSAN (1,00)	ASSAN (1,00)
Gemport	0,6964	0,6627	0,6657	0,6630	0,7928	ASSAN (0,59) MIP (0,17) Nemport (0,23)	ASSAN (0,64) MIP (0,15) Nemport (0,21)	ASSAN (0,64) MIP (0,15) Nemport (0,21)	ASSAN (0,31) MIP (0,15) Nemport (0,54)	ASSAN (0,37) MIP (0,18) Nemport (0,45)

Çizelge 8.12 Girdi yönelimli BCC analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri

Karar Verme Birimleri	Yıllar	Rıhtım/İskele Uzunluğu	Vinç Sayısı	Konteyner Stok Alanı	Yanışma Yeri Sayısı	İstifleme Aracı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı
ASSAN Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	20,98	0,34	0,00	0,05	0,00	0,00
Limak Limanı	2018	0,00	9,31	65832,60	0,88	0,00	0,00
	2019	0,00	10,98	11038,38	1,02	10,49	0,00
	2020	0,00	12,59	4932,77	1,07	13,61	0,00
	2021	0,00	11,26	169628,21	2,47	0,00	0,00
	2022	0,00	13,96	0,00	1,12	26,36	0,00
MIP Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q Terminals Limanı	2018	104,68	0,00	0,00	2,95	11,95	105540,65
	2019	104,68	0,00	0,00	2,95	11,95	172968,31
	2020	104,68	0,00	0,00	2,95	11,95	217286,30
	2021	105,43	0,00	0,00	2,96	11,88	231996,68
	2022	0,00	1,16	0,00	4,39	8,77	0,00
TCDD İzmir Alsancak Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	2,66	0,00	2,41	8,11	0,00
	2021	131,04	0,26	0,00	2,95	0,00	0,00
	2022	45,69	0,00	0,00	3,83	3,51	0,00
Nemport	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çelebi Bandırma	2018	1847,59	3,77	6755,09	6,36	0,00	189801,00
	2019	1847,59	3,77	6755,09	6,36	0,00	230013,00
	2020	1847,59	3,77	6755,09	6,36	0,00	231303,00
	2021	1847,59	3,77	6755,09	6,36	0,00	207503,00
	2022	2150,90	4,71	0,00	7,31	0,00	0,00
Gempport	2018	154,92	0,00	229222,25	0,00	8,77	0,00
	2019	148,23	0,00	217065,64	0,00	8,70	0,00
	2020	148,82	0,00	218137,47	0,00	8,71	0,00
	2021	36,99	1,67	511426,67	0,00	0,00	0,00
	2022	445,24	5,90	653164,29	0,00	42,81	0,00

Çizelge 8.11’de belirtilen etkinlik skorları incelendiğinde Limak Limanı ve Q Terminals Limanı’nın 2022’de, TCDD İzmir Alsancak Limanı’nın 2018, 2019 ve 2022 yılında, Assan Limanı, M.I.P. Limanı ile Nempport Limanı’nın ise 2018 yılından 2022 yılına kadar olan süreçte analize tabi tutulan tüm inceleme süreci boyunca etkin oldukları anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen limanların girdi yönelimli BCC modeline göre Çizelge 8.11’de yer alan etkinlik skorları ve referans grupları değerleri ve çizelge 8.12’de yer alan artık değer verileri incelendiğinde;

- ⇒ Assan Limanı’nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Limak Limanı’nın 2018 yılında 0,7466 olan etkinlik skorunun 2021 yılı hariç (2020 yılında 0,9156 olan etkinlik skoru 2021 yılında 0,8758’e düşmüştür.) her yıl artış göstererek 2022 yılında 1,000 (etkin) olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %74 oranında Assan Limanını, ortalama %6 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %61 oranında Nempport Limanını (2021), ortalama %19 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan vinç sayısı, konteyner stok alanı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.12’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ M.I.P. Limanı’nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Q Terminals Antalya Limanı’nın 2018 yılında 0,8682 olan etkinlik skorunun 2019 ve 2020’de sabit kalması sonrasında her yıl artış göstererek 2022 yılında 1,000 (etkin) olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %60 oranında Assan Limanını, ortalama %40 oranında da Nempport Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.12’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ TCDD İzmir Alsancak Limanı’nın 2018 ve 2019 yıllarında etkin olduğu ancak, 2020 yılında etkinlik skorunun 0,8140’a düştüğü, ardından artış göstererek 2022 yılında yine etkin olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama

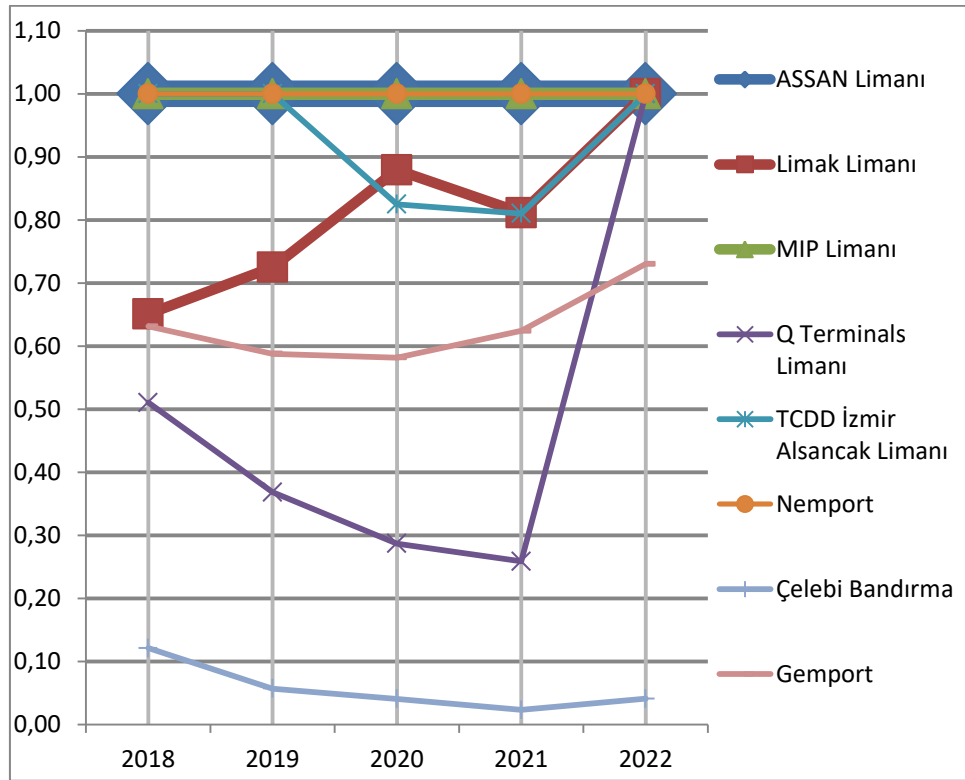
%74 oranında Nemport Limanını, ortalama %21 oranında Assan Limanını, ortalama %5 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.12’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

- ⇒ Nemport Limanı’nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Çelebi Bandırma Limanı’nın etkinlik skorunun dönem boyunca 0,8636’da sabit kaldığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %100 oranında Assan Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, konteyner stok alanı ve yanaşma yeri sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.12’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Gemport Limanı’nın 2018 yılında 0,6964 olan etkinlik skorunun 2019 yılında azalış göstererek 0,6627 olduğu, ardından her yıl artış göstererek 2022 yılında 0,7928’e ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %51 oranında Assan Limanını, ortalama %33 oranında Nemport Limanını, ortalama %16 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, konteyner stok alanı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.12’de belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

tespit edilmiştir.

8.4.4. Çıktı Yönelimli BCC Analizi Sonuçları

Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen modele göre çıktı yönelimli olarak gerçekleştirilen analiz sonuçlarına istinaden karar verme birimi olarak seçilen limanların yıllara göre etkinlik durumlarını gösteren grafik Şekil 8.4'te sunulmuştur.



Şekil 8.4 Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik durumunu gösteren grafik

Çıktı yönelimli olarak gerçekleştirilen BCC analiz modeli sonuçlarına istinaden çalışma kapsamında incelenen limanların yıllara göre etkinlik skorları, referans grupları ve oranları Çizelge 8.13'te, değişkenlerin artık değerlerini içeren bilgiler Çizelge 8.14'te sunulmuştur.

Çizelge 8.13 Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre etkinlik skorları ile referans grupları ve oranları

Karar Verme Birimleri	Etkinlik Skoru					Referans Grubu ve Oranı				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
ASSAN Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Limak Limanı	0,6510	0,7250	0,8792	0,8116	1,0000	ASSAN (0,62) MIP (0,09) TCDD İzmir (0,29)	ASSAN (0,83) MIP (0,17)	ASSAN (0,83) MIP (0,17)	ASSAN (0,21) MIP (0,07) Nemport (0,72)	-
MIP Limanı	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Q Terminals Limanı	0,5105	0,3684	0,2870	0,2587	1,0000	ASSAN (0,46) MIP (0,04) Nemport (0,50)	ASSAN (0,46) MIP (0,04) Nemport (0,50)	ASSAN (0,46) MIP (0,04) Nemport (0,50)	ASSAN (0,46) MIP (0,04) Nemport (0,50)	-
TCDD İzmir Alsancak Limanı	1,0000	1,0000	0,8251	0,8103	1,0000	-	-	MIP (0,10) Nemport (0,90)	ASSAN (0,11) MIP (0,09) Nemport (0,80)	-
Nemport	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-	-	-	-	-
Çelebi Bandırma	0,1213	0,0570	0,0409	0,0233	0,0409	ASSAN (0,95) MIP (0,04) TCDD İzmir (0,01)	ASSAN (0,94) MIP (0,04) TCDD İzmir (0,02)	ASSAN (0,94) MIP (0,04) TCDD İzmir (0,02)	ASSAN (0,95) MIP (0,04) TCDD İzmir (0,01)	ASSAN (0,95) MIP (0,04) TCDD İzmir (0,01)
Gemport	0,6312	0,5880	0,5818	0,6243	0,7302	ASSAN (0,18) MIP (0,35) Nemport (0,47)	ASSAN (0,18) MIP (0,35) Nemport (0,47)	ASSAN (0,18) MIP (0,35) Nemport (0,47)	MIP (0,35) Nemport (0,65)	ASSAN (0,12) MIP (0,28) Nemport (0,60)

Çizelge 8.14 Çıktı yönelimli BCC analiz modeline göre değişkenlerin artık değerleri

Karar Verme Birimleri	Yıllar	Rıhtım/İskele Uzunluğu	Vinç Sayısı	Konteyner Stok Alanı	Yanışma Yeri Sayısı	İstifleme Aracı Sayısı	Elleçlenen Konteyner Miktarı
ASSAN Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Limak Limanı	2018	0,00	12,47	79320,12	0,95	0,00	0,00
	2019	0,00	13,79	373,68	1,11	14,34	0,00
	2020	0,00	13,79	373,68	1,11	15,34	0,00
	2021	0,00	12,91	189408,56	2,76	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MIP Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q Terminals Limanı	2018	115,72	0,00	0,00	3,36	12,95	0,00
	2019	115,72	0,00	0,00	3,36	12,95	0,00
	2020	115,72	0,00	0,00	3,36	12,95	0,00
	2021	116,40	0,00	0,00	3,37	12,63	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TCDD İzmir Alsancak Limanı	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	93,75	3,95	0,00	3,22	16,48	0,00
	2021	160,18	0,40	0,00	3,42	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nemport	2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çelebi Bandırma	2018	2131,82	4,34	0,00	7,22	0,00	0,00
	2019	2130,19	4,38	0,00	7,25	0,00	0,00
	2020	2130,19	4,38	0,00	7,25	0,00	0,00
	2021	2133,60	4,40	0,00	7,26	0,00	0,00
	2022	2131,04	4,39	0,00	7,26	0,00	0,00
Gempport	2018	215,29	0,00	338874,71	0,00	9,35	0,00
	2019	215,29	0,00	338874,71	0,00	9,35	0,00
	2020	215,29	0,00	338874,71	0,00	9,35	0,00
	2021	161,76	3,47	742933,53	0,00	10,12	0,00
	2022	0,00	2,73	725699,75	0,00	10,88	0,00

Çizelge 8.13'te belirtilen etkinlik skorları incelendiğinde Limak Limanı ve Q Terminals Limanı'nın 2022'de, TCDD İzmir Alsancak Limanı'nın 2018, 2019 ve 2022 yıllarında, Assan Limanı, M.I.P. Limanı ile Nempport Limanı'nın ise 2018 yılından 2022 yılına kadar olan süreçte analize tabi tutulan tüm inceleme süreci boyunca etkin oldukları anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen limanların çıktı yönelimli BCC modeline göre Çizelge 8.13'te yer alan etkinlik skorları ve referans grupları değerleri ve çizelge 8.14'te yer alan artık değer verileri incelendiğinde;

- ⇒ Assan Limanı'nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Limak Limanı'nın 2018 yılında 0,6510 olan etkinlik skorunun 2021 yılı hariç (2020 yılında 0,8792 olan etkinlik skoru 2021 yılında 0,8116'ya düşmüştür.) her yıl artış göstererek 2022 yılında 1,000 (etkin) olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %62 oranında Assan Limanını, ortalama %13 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %72 oranında Nempport Limanını (2021), ortalama %29 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını (2018) örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan vinç sayısı, konteyner stok alanı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.14'te belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ M.I.P. Limanı'nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Q Terminals Antalya Limanı'nın 2018 yılında 0,5105 olan etkinlik skorunun her yıl azalış gösterdikten sonra 2021'de 0,2587 olduğu, 2022 yılında ise 1,000 (etkin) olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %46 oranında Assan Limanını, ortalama %50 oranında Nempport Limanını, %4 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.14'te belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

- ⇒ TCDD İzmir Alsancak Limanı'nın 2018 ve 2019 yıllarında etkin olduğu ancak, 2020 ve 2021 yıllarında etkinlik skorunun azalış göstererek 0,8103'e düştüğü, ardından 2022 yılında yine etkin olduğu, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %85 oranında Nemport Limanını, ortalama %5 oranında Assan Limanını, ortalama %10 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.14'te belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Nemport Limanı'nın dönem boyunca etkin olduğu,
- ⇒ Çelebi Bandırma Limanı'nın 2018 yılında 0,1213 olan etkinlik skorunun 2021 yılına kadar azalış göstererek 0,0233 olduğu ardından artış göstererek 0,0409'a ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %95 oranında Assan Limanını, ortalama %4 oranında M.I.P. Limanını, ortalama %1 oranında da TCDD İzmir Alsancak Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı ve yanaşma yeri sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.14'te belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,
- ⇒ Gemport Limanı'nın 2018 yılında 0,6312 olan etkinlik skorunun 2019 ve 2020 yıllarında azalış göstererek 0,5818 olduğu, ardından her yıl artış göstererek 2022 yılında 0,7302'ye ulaştığı, referans değerlerine göre etkinliğini arttırabilmesi için ortalama %13 oranında Assan Limanını, ortalama %53 oranında Nemport Limanını, ortalama %34 oranında da M.I.P. Limanını örnek alması gerektiği, etkinsiz olmasına neden olan rıhtım/iskele uzunluğu, vinç sayısı, konteyner stok alanı ve istifleme aracı sayısı fazlalık değerlerini çizelge 8.14'te belirtildiği oranda azaltarak daha verimli hale gelebileceği,

tespit edilmiştir.

8.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında incelemeye alınarak veri zarflama analizi ile göreceli etkinlik seviyeleri hesaplanan Assan Limanı, Limak Limanı, M.I.P. Limanı, Q Terminals Antalya Limanı, TCDD İzmir Alsancak Limanı, Nempont Limanı, Bandırma Çelebi Limanı ve Gempont Limanı konteyner terminallerinin girdi ve çıktı yönelimli CCR ve BCC modelleri ile gerçekleştirilen analiz sonrasında elde edilen veriler madde 8.4’te detaylarıyla anlatılmıştı.

Bahse konu konteyner terminallerinin analiz sonuçlarının yıllara göre ortalaması ve analiz modellerine göre ortalamasını gösteren tablolar Çizelge 8.15’te sunulmuştur.

Çizelge 8.15 Etkinlik modeline ve yıllara göre ortalama etkinlik skorları

Karar Verme Birimi	Yıllar	CCR-I	CCR-O	BCC-I	BCC-O	Analiz Modeline Göre Ortalama Etkinlik Skoru
ASSAN Limanı	2018	0,6735	0,6735	1,0000	1,0000	0,8367
	2019	0,6612	0,6612	1,0000	1,0000	0,8306
	2020	0,6210	0,6210	1,0000	1,0000	0,8105
	2021	0,5221	0,5221	1,0000	1,0000	0,7611
	2022	0,4697	0,4697	1,0000	1,0000	0,7348
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,5895	0,5895	1,0000	1,0000	0,7947
Limak Limanı	2018	0,5396	0,5396	0,7466	0,6510	0,6192
	2019	0,5966	0,5966	0,8026	0,7250	0,6802
	2020	0,7047	0,7047	0,9156	0,8792	0,8011
	2021	0,6682	0,6682	0,8758	0,8116	0,7560
	2022	0,7518	0,7518	1,0000	1,0000	0,8759
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,6522	0,6522	0,8681	0,8134	0,7465
MIP Limanı	2018	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2019	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2020	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2021	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2022	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Karar Verme Birimi	Yıllar	CCR-I	CCR-O	BCC-I	BCC-O	Analiz Modeline Göre Ortalama Etkinlik Skoru
Q Terminals Limanı	2018	0,4406	0,4406	0,8682	0,5105	0,5650
	2019	0,3160	0,3160	0,8682	0,3684	0,4671
	2020	0,2429	0,2429	0,8682	0,2870	0,4103
	2021	0,2106	0,2106	0,8701	0,2587	0,3875
	2022	0,2151	0,2151	1,0000	1,0000	0,6076
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,2850	0,2850	0,8949	0,4849	0,4875
TCDD İzmir Alsancak Limanı	2018	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2019	0,9767	0,9767	1,0000	1,0000	0,9884
	2020	0,7798	0,7798	0,8140	0,8251	0,7997
	2021	0,7845	0,7845	0,8652	0,8103	0,8111
	2022	0,8396	0,8396	1,0000	1,0000	0,9198
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,8761	0,8761	0,9359	0,9271	0,9038
Nemport	2018	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2019	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2020	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2021	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2022	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Çelebi Bandırma	2018	0,0885	0,0885	0,8636	0,1213	0,2905
	2019	0,0415	0,0415	0,8636	0,0570	0,2509
	2020	0,0285	0,0285	0,8636	0,0409	0,2404
	2021	0,0144	0,0144	0,8636	0,0233	0,2289
	2022	0,0236	0,0236	0,8636	0,0409	0,2380
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,0393	0,0393	0,8636	0,0567	0,2497
Gempport	2018	0,6162	0,6162	0,6964	0,6312	0,6400
	2019	0,5735	0,5735	0,6627	0,5880	0,5994
	2020	0,5657	0,5657	0,6657	0,5818	0,5947
	2021	0,6081	0,6081	0,6630	0,6243	0,6259
	2022	0,7032	0,7032	0,7928	0,7302	0,7324
	Yıllara Göre Ortalama Etkinlik Skoru	0,6133	0,6133	0,6961	0,6311	0,6385

Çalışma kapsamında incelenen konteyner terminallerinin yıllara göre ve analiz modeline göre alınan ortalama etkinlik skorları incelendiğinde M.I.P. Limanı ve Nemport Limanı'nın etkin olduğu görülmektedir. Diğer konteyner terminallerinin ortalama etkinlik değerlerine göre azalacak şekilde sıralarsak;

- ⇒ TCDD İzmir : 0,9038
- ⇒ Assan : 0,7947
- ⇒ Limak : 0,7465
- ⇒ Gemport : 0,6385
- ⇒ Q Terminals : 0,4875
- ⇒ Çelebi Bandırma : 0,2497

şeklindeki sıralamaya ulaşabiliriz.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Lojistik, finans, üretim gibi sektörlerde kaynakların etkin ve verimli kullanılması kârlılığın artmasını ve süreklilik gösterebilmesini sağlar. Minimum iş gücü ve eforla, maksimum miktardaki kaliteli ürünün/hizmetin üretilmesi tüm işletmelerin esas gayesi olmalıdır. İşletmeler kaynak dağılımlarının ne durumda olduğunu, üretim potansiyellerini ve ulaşabilecekleri seviyeleri performans göstergeleri yardımıyla değerlendirebilir.

Dünya ticaretinin yaklaşık dörtte üçlük bölümünün denizyolu ile gerçekleştirildiği günümüzde deniz lojistiğinin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Deniz lojistiğinde günümüzde en çok tercih edilen yöntemin konteyner taşımacılığı olması ve limanların deniz taşımacılığı açısından en önemli etkenlerden biri olması gerçekleri ışığında, İskenderun Körfezi'nde bulunan konteyner terminallerinin mevcut durumlarının analiz edilebilmesi ile etkili ve verimli işletilebilmesi için alınabilecek tedbirlerin tespit edilebilmesi maksadıyla gerçekleştirilen bu tez çalışmasında veri zarflama analizi uygulaması Open Source DEA paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulama bölümünde de detaylarıyla belirtildiği üzere hem girdi, hem de çıktı yönelimli olarak CCR ve BCC modelleri ile çalışma kapsamında ele alınan sekiz limanın performans analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre analize tabi tutulan konteyner terminallerinin etkinlik seviyeleri, etkin olmayan konteyner terminallerinin hangi terminalleri hangi oranda referans alması gerektiği, etkin olabilmek maksadıyla hangi girdilerin azaltılabileceği anlatılmıştır.

İncelemeye alınan Assan Limanı, Limak Limanı, M.I.P. Limanı, Q Terminals Antalya Limanı, TCDD İzmir Alsancak Limanı, Nemport Limanı, Bandırma Çelebi Limanı ve Gemport Limanı konteyner terminallerinde veri zarflama analizi kullanılarak göreceli performans değerlendirmesi yapılmıştır. Girdi yönelimli ve çıktı yönelimli CCR modeli uygulaması sonuçlarında aynı limanların hem girdi yönelimlide hem de çıktı yönelimlide etkin çıktığı tespit edilmiştir. Aynı durum BCC modeli ile yapılan analizde de geçerlidir.

Bu çalışma değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin 2018-2022 yılları arasındaki beş yıllık süreyi kapsayacak veriler kullanılarak yapılmıştır. Beş yıllık analiz yapılmasını avantaj olarak kullanarak değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin ortalama etkinliklerinin de hesaplanması mümkün olmuştur. Girdi ve çıktı değerlerinde dönemsel olarak meydana gelebilecek hatalı/istenmeyen durumların yer alması veya COVID-19 vb. kontrol edilemeyen etkenlerden kaynaklı ölçüm hataları minimize edilmiştir. Yine ayrıca kullanılan analiz modellerine göre de ortalama etkinlik hesabı yapılmış ve incelemeye alınan terminallerin genel etkinlik seviyesi sıralaması yapılabilmektedir.

Yapılan analiz hesaplamaları sonrasında değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinden M.I.P. Limanı ve Nempton Limanı'nın etkin olduğu tespit edilmiş, etkin olmayan konteyner terminallerinin mevcut etkinlik skorları ve hangi tedbirleri almaları gerektiği belirlenmiştir.

Bu uygulama ile değerlendirmeye alınan konteyner terminallerinin etkin ya da etkin olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada tespit edilen önemli noktalardan biri de etkin olmayan konteyner terminalleri için çoğunlukla vinç sayısı, yanaşma yeri sayısı ve istifleme aracı sayısı girdilerinin azaltılması gerektiğidir. Bu girdilerin efektif kullanılmadığı tespit edilmiştir. Sekiz farklı konteyner terminalinin dört farklı yöntemle beş yıllık bir periyodu içeren analiz çalışması sonucunda toplamda 160 etkinlik değeri hesaplanmış olup, bunların sadece 62'sinde belirtilen konteyner terminalleri etkin çıkmıştır.

Bu tez çalışmasının esas konusunu oluşturan İskenderun Körfezi'nde faaliyet gösteren konteyner terminalleri özelinde ise Assan Limanı'nın 10 kez (BCC-I ve BCC-O modellerinde) etkin çıktığı ve ortalama etkinlik skorunun 0,7947 olduğu, Limak Limanı'nın ise sadece 2 kez (2022 yılında BCC-I ve BCC-O modellerinde) etkin çıktığı ve ortalama etkinlik skorunun 0,7465 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum İskenderun Körfezi'nde faaliyet gösteren her iki limanın da ortalama verilerde etkin olmadığını ancak etkinlik skorlarının yüksek olduğunu ve gerekli önlemlerin alınması durumunda etkin hale gelebileceklerini göstermektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, deniz ticaretinin ülkemiz açısından önemi de dikkate alınarak konteyner terminallerinin etkin ve verimli çalışması için performans ölçümlerinin yapılması gerekliliği elzemdir. Liman performans analizlerinde veri zarflama analizi yöntemini kullanmak doğru bir girişimdir. Bu ölçümler sayesinde liman işletmecileri; mevcut durumlarını, güçlü-zayıf yönlerini, fazla kullanılan girdilerini ve yetersiz çıktılarını öğrenerek, israf edilen kaynak seviyesini minimize etmek maksadıyla strateji ve planlar yapabilecektir.



KAYNAKLAR

1. Topaloğlu, H., (2007). Dış Ticaret Yüklerimizin Taşınmasındaki Terminal Durumları ve Liman Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul.
2. UNCTAD., (2009). Review of Maritime Transport. *United Nations Conference of Trade and Development*, New York and Geneva.
3. Chlomodis, C.I. and Pallis, A. A. (2002). *European Union Port Policy: The Movement Towards a Long-Term Strategy*, Cheltham, UK. Edward Elgar Publishing.
4. Esmer, S., (2010). Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Similasyon Modeli, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dokuz Eylül Yayınları*.
5. Alkan, G., ve İncaz, S., (2003). Türk Limanları, Sorunları ve Çözüm Önerileri, IV. *Ulaşım ve Trafik Kongre ve Sergisi*, Ankara. 26-27 Eylül 2003, TMMOB.
6. Beresford, A. K., Naniopoulos, A. and Wooldridge, C.F., (2004). The UNCTAD and WORKPORT Models of Port Development: Evolution or Revolution?, *Marine Policy & Management*. April-June, Vol. 31.
7. Teilet, B., (1996). *Intermodal Traffic in International Seatrade*. College dEurope.
8. Kozanhan, M.S., (2008). *Konteyner Güvenlik Girişimi. Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği*, Beta Yayınları.
9. Ashar, A. (1997). Counting the Moves, *Port Development International*. November.
10. Ateş, A. (2010). Türkiye Konteyner Terminallerinde Verimlilik Analizi, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
11. İnternet: Karataş, Adana URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/Karata%C5%9F_Adana, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
12. İnternet: Yumurtalık Kaymakamlığı, *Yumurtalık Tanıtımı: Tarihi ve Coğrafi Yapısı*, URL: <http://www.yumurtalik.gov.tr/yumurtalik-tanitimi>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
13. İnternet: Erzin, Hatay URL: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Erzin>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
14. İnternet: Dört Yol Kaymakamlığı, *Dört Yol Tarihçesi*, URL: <http://dortyol.gov.tr/tarih>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023

15. İnternet: Payas, Hatay, URL: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Payas>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
16. İnternet: İskenderun Kaymakamlığı, İlçemizin Tarihi, URL: <http://www.iskenderun.gov.tr/ilcemizin-tarihi>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
17. İnternet: Arsuz, Hatay, URL: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Arsuz>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
18. İnternet: İskenderun Körfezi, URL: https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0skenderun_K%C3%B6rfezi, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023
19. Ana Britannica Ansiklopedisi, (1990). 2.Cilt.
20. Russel, R.J., (1954). Alluvial Morphology of Anatolian Rivers, *Annual Association for American Geology*, Taylor & Francis, Ltd.
21. Alpar, A.S., (2001). İskenderun Körfezi Limanlarının Türkiye Deniz Ekonomisine Katkısı ve Öneriler, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul.
22. Admiralty Sailing Directions (ASD), (2011). *Mediterranean Pilot*, 5
23. Özhan, E. ve Abdalla, S., (2002). Türkiye Kıyıları için Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası, *Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi*, Ankara.
24. İlaga, H. (2019). Bakü-Tiflis-Ceyhan Boru Hattının Bölgesel Deniz Trafiğine Etkileri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
25. Notteboom, T., (2004). Container Shipping and Ports: An Overview, *Review of Network Economics*, Antwerp.
26. De Monie, G., Hendrickx F., Joos, K., Couvreur, L., & Peeters, C., (1998). *Strategies for Global and Regional Ports: The Case of Caribbean Container and Cruise Ports*, Springer Science+Business Media LLC.
27. Burns, M. G., (2015). *Port Management and Operations*, London, CRC Press Taylor & Francis Group.
28. Keskin, M. H., (2011). *Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar Lojistik El Kitabı & Küresel Tedarik Zinciri Pratikleri*, Ankara, Gazi Kitabevi.
29. Ateş, A., Esmer, S., (2013). *Türk Konteyner Terminalleri Üzerinde 2009 Yılı Küresel Finans Krizinin Etkileri*, Sayıştay Dergisi.
30. Baykal, R., (2012). *Karma Taşımacılık Yaklaşımıyla Limanlar ve Terminaller*, İstanbul, Birsen Yayınevi.

31. Garrison, W.L., Levinson, D.M., (2006). *The Transportation Experience Policy, Planning and Deployment*, New York, Oxford University Press.
32. Çağlar, V., (2012). *Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi*, Dokuz Eylül Yayınları.
33. Long, D. (2003). *International Logistics Global Supply Chain Management*, USA, Kluwer Academic Publishers.
34. Özdemir, Ü., Deniz, T., (2013). *Zonguldak Limanında RO-RO Taşımacılığı*, Doğu Coğrafya Dergisi.
35. Köknel, M. (1978). *Limanlar ve Terminaller: Limancılık Terminolojisi ve Ekonomisi*, İstanbul, TMMOB.
36. Erdal M., (2017). *Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği*, Beta Basım Yayım A.Ş.
37. Yeşilbağ, L., (1999). *Ro-Ro Taşımacılığının Ülkemiz Deniz Ulaştırma Sektöründeki Yeri*, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, İstanbul.
38. Meisel, F., (2009). *Seaside Operations Planning in Container Terminals*, Berlin, Physica-Verlag Publishing
39. Acer, A., (2016). *Liman Konteyner Terminal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi*, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
40. Büyükközer, A.A., (2006). *Konteyner Terminali Planlaması ve Kapasite Analizi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
41. Bayar, S., (2005). *Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Liman Verimliliğinin Ölçülmesi: Türk Limanlarından Bir Örnek*, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
42. Dowd, T.J., Leschine T.M. (1990). *Container Terminal Productivity: A Perspective*, Maritime Policy & Management, USA University of Washington.
43. UNCTAD, (2004). *Assessment of A Seaport Land Interface: An Analytical Framework*, New York.
44. Ateş, A., Karadeniz, Ş., Esmer S., (2010). *Dünya Konteyner Taşımacılığı Pazarında Türkiye'nin Yeri*, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi.
45. Thomas, B. J., Roach, D. K., Hamelink, K., (2007). *Container Terminal Operations*, International Labour Organization, Cardiff.

46. Esmer, S., (2009). Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simulasyon Modeli, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi*, İzmir.
47. Özkan, T.U., (2008). Liman İşletmelerinde Stratejik Maliyet Yönetimi ve Konteyner Terminallerinde Havuz Sistemi Örneklemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
48. Uygur, M., (2002). TCDD Limanlarında Veri Zarflama Analizi ile Performans Ölçümü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
49. Memos, C. D., (2005). Port Planning, *National Technical University of Athens*, Zografos Greece.
50. Steenken D., Voß, S., Stahlbock, R., (2004). *Container Terminal Operation and Operations Research - A Classification and Literature Review*, Hamburg-Germany, OR Spectrum.
51. Acarer, Ü., (1997). Türkiye'nin Dış Ticaret Yüklerinin Taşınmasında Kombine Ulaşım Sisteminin Uygulanabilirliği ve Bu Amaçla Kullanılacak Bir Konteyner Gemisinin Maliyet Analizi, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
52. Esmer, S., (2019). *Liman ve Terminal Yönetimi*, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını.
53. İnternet: *Gantry Crane*, URL: https://www.nauticexpo.com/prod/konecranes/product-30447-189113.html#product-item_189110, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
54. İnternet: *Mobile Harbour Crane*, URL: <https://www.liebherr.com/en/deu/products/maritime-cranes/port-equipment/mobile-harbour-crane/details/lhm280.html#lightbox> Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
55. Üngör, H.M., (2022). Mersin Limanı ile Doğu Akdeniz'deki Diğer Türk Limanlarının Ticarete Etkileri Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Toros Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Mersin.
56. İnternet: *Straddle Carrier*, URL: <https://dargeb.com/konteyner-ellecleme-ekipmanlari/>, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
57. Kara, G., (2010), *Liman ve Terminaller, Konteyner Limanları - Yükleme Boşaltma Araçları*, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

58. İnternet: *Reachstackers*, URL: <http://www.kalmarind.com/show.php?id=967>, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
59. İnternet: *Reachstackers*, URL: <https://www.aryamakina.net/konteyner-ellecleme-makinasi/>, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
60. İnternet: *Empty Container Handler*, URL: <https://www.nauticexpo.com/prod/hoist-liftruck-mfg-inc/product-26201-218994.html>, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
61. İnternet: *Forklift*, URL: <http://www.kalmarglobal.co.uk/>, Son Erişim Tarihi: 27.11.2023.
62. İnternet: *Konteyner Taşıma Dorsesi*, URL: <http://www.umitmakine.com/urun-KONTEYNER-TASIMA-DORSESI-LIMAN-ICI-->, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023.
63. İnternet: *Assan Limanı Tarihçesi*, URL: <https://www.kibar.com/tr-tr/grup-sirketleri/hizmet/assan-port>, Son Erişim Tarihi: 14.05.2023.
64. İnternet: *Limak Limanı*, URL: <https://www.limakports.com.tr/tr/basinda-limakports>, Son Erişim Tarihi: 14.05.2023.
65. İnternet: *Limak Limanı Tarihçe*, URL: <https://www.limakports.com.tr/tr/limakports/tarihce>, Son Erişim Tarihi: 14.05.2023.
66. İnternet: *Limak Limanı*, URL: <https://www.limak.com.tr/sektorler/insaat/projeler/limanlar-ve-deniz-yapilari/limakport-iskenderun>, Son Erişim Tarihi: 14.05.2023.
67. İnternet: *Limak Limanı Teknik Özellikleri*, URL: <https://www.limakports.com.tr/tr/liman-ozellikleri/liman-teknik-ozellikleri>, Son Erişim Tarihi: 14.05.2023.
68. Charrington, D.J., (1994). *Managing of Human Resources*, Boston.
69. Sarı, V.İ., (2010). *Proje Döngüsü Yönetiminde Etkililik Değerlendirmesi*, Ankara, Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları.
70. Kök, R., Deliktaş, E., (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayını.
71. Gülcü, A., Tutar, H., Yeşilyurt, C., (2004). *Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Göreceli Verimlilik Analizi*, Ankara, Seçkin Yayıncılık.
72. Atan, M., (2005). *Üretim ve Verimlilik Arttırma Teknikleri Eğitim Notları*, Gazi Üniversitesi Ekonometri Bölümü.
73. Deliktaş, E., (2002). *Türkiye Özel Sektör İmalatı Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi*, ODTÜ Geliştirme Dergisi.

74. Ruggiero, J., (2000). *Measuring Technical Efficiency, Teory and Methodology*, European Journal of Operational Research.
75. Deliktaş, E., (2006). *İzmir Küçük, Orta ve Büyük Ölçekli İmalat Sanayinde Üretim Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi*, İzmir, Ege Üniversitesi Working Paper in Economics.
76. Tarım, A., (2001). *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*, Ankara, Sayıştay Başkanlığı Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi.
77. Yavuz, İ., (2003). *Verimlilik ve Etkinlik Ölçümüne Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları*, Ankara, MPM Yayınları.
78. Kök, R., (1991). *Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik: Bir Uygulama (Türkiye Şeker Endüstrisinde Karşılaştırmalı Verimlilik ve Etkinlik Analizi)*, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayınları.
79. Banker, R. D., (1984). *Estimating Most Production Scale Size Using Data Envelopment Analysis*, European Journal of Operational Research.
80. Kecek, G., (2010). *Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği*, Siyasal Kitabevi.
81. Kaygın, E., (2006). *Kars-Ardahan-Iğdır İlleri Orta Öğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kars.
82. Yücel, C., (1997). *Limanda Verimliliği Arttırmaya Yönelik Uygulamalarla Limanların Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
83. Prokopenko, J., (2011) *Verimlilik Yönetimi Uygulamalı Elkitabı*, Ankara, MPM Yayınları.
84. Gülcü, A., Tutar, H., (2004). *Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle SSK Hastanelerinde Göreceli Verimlilik Analizi: Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Açısından Değerlendirme*, Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi.
85. Doğruer, M., (2004). *Üretim Organizasyonu ve Yönetimi*, İstanbul, Alfa Yayıncılık.
86. Golany, B., & Yu, G., (1997). *Estimating Returns to Scale in DEA*, European Journal of Operational Research.
87. Özdemir, M., (1991). *Verimlilik Üzerine Düşünceler ve Verimlilik Çalışmaları*, Verimlilik Dergisi, Ankara.

88. Thomas, B., (2007). *Analysis and Review of Container Terminal Performance*, Cardiff, International Labour Organization.
89. Jensen, C., (2004). *APM Terminals*, Cenevre, 9. UNCTAD Konferansı, UNCTAD Publications.
90. İnternet: *Crane Rates*, Freemantle Port 2007 Annual Report, URL: <https://www.fremantleports.com.au/publications>, Son Erişim Tarihi: 14.12.2023.
91. Le-Griffin, H.D., Murphy M., (2006). *Container Terminal Productivity: Experiences At The Port of Los Angeles and Long Beach*, Los Angeles, NetScout User Forum.
92. Francou, B., (2005). *Port Economics*, Dartford/UK, North West Kent College Publications.
93. Lorcu, F., (2008). Veri Zarflama Analizi ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
94. Coşkun, A., (2006). *Büyük Sanayi İşletmelerinde Kurumsal Performans Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları*, Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi.
95. Kılılı, M., (2004). Toplam Etkinlik ve Veri Zarflama Analizi Üzerine Karşılaştırmalı Yaklaşımlar ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
96. Baysal, M.E., (1999). Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde Performans Ölçümü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
97. Çağlar, A., (2019). *Belediyelerin Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi ile Bir Uygulama*, Ankara, Gazi Kitabevi.
98. Özcan, A.İ., (2005). Celal Bayar Üniversitesi'ne Bağlı Meslek Yüksekokullarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Manisa.
99. Tepe, M. (2006). Kıyaslama Çalışmasında Veri Zarflama Analizi Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
100. Akyol, M., (2005). Gülhane Askeri Tıp Akademisi 1000+200 Yataklı Eğitim Hastanesi Klinikleri Üzerine Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Verimlilik Analizi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

101. Farrell, M.J., (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society.
102. Karhan, A., Özgür, E., (2009). *Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*, Ankara, Nobel Yayınevi.
103. Ertuğrul, İ., Işık, A. T., (2008). *İşletmelerin VZA ile Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde Bir Uygulama*. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, Afyon.
104. Charnes, A., Cooper W.W., Rhodes, E., (1978). *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research.
105. Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M., (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Boston, Kluwer Publishing.
106. Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W.W., (1984). *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*, Management Science,
107. Dikmen, C., (2007). *Veri Zarflama ile Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi*, Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Kocaeli.
108. Boussofiane, A., Dyson, R.G., Thanassoulis, E., (1991). *Applied Data Envelopment Analysis*, European Journal of Operational Research.
109. Tetik, S., (2003). *İşletme Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi*, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Sayı:2.
110. Atan, M., Göksel, A., Karpat, G., (2002). *Ankara'daki Anadolu Liselerin Toplam Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) İle Saptanması*, XI. Eğitim Bilimleri Kongresi, Kıbrıs, KKTC Yakın Doğu Üniversitesi.
111. Ünsal, M.F., Rüzgar, B., Rüzgar, N., (2000). *İşletme ve Ekonomi İçin Bilgisayar Uygulamalı Sayısal Yöntemler*, İstanbul, Türkmen Kitabevi.
112. Baysal M.E., Uygur, M., Toklu, B., (2004). *Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması*, Ankara, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi.
113. Örkcü, H.H., (2004). *Etkinlik Analizinde Ağırlık Dağılımı Probleminde Çok Kriterli Bir Yaklaşım*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

114. Zerey, G., (2010). Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
115. Bowlin, W.F., (1998). *Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)*, Journal of Cost Analysis.
116. Erpolat, S., (2011). *Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlamalı, Şans Kısıtlı, Bulanık) : Türkiye'deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi*, İstanbul, Evrim Yayınevi.
117. Polat, T., (2019). Çok Ölçütlü Veri Zarflama Analizi Modeli İçin Ağırlıklı Hedef Programlama Yaklaşımı ile Bilgi Sistemi Önerisi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya.
118. Macit, E.D., (2005). Veri Zarflama Analizinde Süper Etkinlik ve Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
119. Homburg, C., (2001). *Using Data Envelopment Analysis to Benchmark Activities*, International Journal of Production Economics.
120. Donthu, N., Hershberger, E.K., Osmonbekov, T., (2005). *Benchmarking Marketing Productivity Using Data Envelopment Analysis*, Journal of Business Research.
121. Yolalan, R., (1990). *Veri Zarflama Yöntemi*, Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik Dergisi.
122. Kürkçüoğlu, G., (2004). Departmanlararası Görece Verimliliğin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Matematik Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü*, İstanbul.
123. Golany, B., Roll, Y., (1989). *An Application Procedure for DEA*, Omega, Vol:17.
124. Kocakalay, Ş., (2003). Veri Zarflama Analizi ve Uygulamasına Yönelik Bir Araştırma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya.
125. Oruç, K.O., Güngör, İ., Demiral, M.F., (2009). *Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması*, Konya, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:22.
126. Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K., (2007). *Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer Publishings.

127. Sarı, Z., (2015). *Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
128. Aydagün, A., (2003). *Veri Zarflama Analizi*, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, HUTEN Yılsonu Semineri, İstanbul.





teknoversite

İSTE

