

LİMANLARDAKİ KONTEYNER DEPOLAMA SAHALARININ OPTİMUM BOYUTLANDIRILMASINA YÖNELİK BİR YÖNTEM

Haluk İbrahim Özmen

Ulaştırma Bakanlığı
DLH İnşaatı 4. Bölge Müdürlüğü
H.paşa / İstanbul

Sadettin ÖZEN

İstanbul Üniversitesi
Müh. Fak. Deniz Ulaştırma
ve İşletme Müh. Böl.
Avcılar/ İstanbul

ÖZET

Limanlarda konteyner depolama alanlarının optimum boyutlandırılmasını sağlamak üzere bu çalışma ile ortaya konulan bu modelde envanter teorisinden yararlanılmıştır. Geliştirilen model ile konteyner depolama sahasında belirli bir dönemde ölçülen konteyner yüklerinin yarattığı kar ve boş kalma maliyetlerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen modelin işletilmesi sırasında Haydarpaşa limanı konteyner terminali ile Derince limanı konteyner terminaline ait veriler dikkate alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre konteyner depolama alanlarında konteyner yükleri arttıkça, kar kayıpları ile boş kalma maliyetlerini içeren toplam maliyetlerin azalmakta olduğu, minimum maliyetlerin maksimum yük değerinde yada bu değere çok yakın noktalarda belirdiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca optimum konteyner yükü ile ortalama konteyner yükü arasındaki oranı ifade eden ve optimalite oranı olarak isimlendirilen bir katsayı ile dizayn değerinin kalibre edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

1.GİRİŞ

Konteyner terminallerinde depolama ve tutma alanlarının optimum olarak boyutlandırılması; elleçleme ekipmanlarının, rıhtımların, ekonomik kullanımını, liman trafiğinin depolama ve tutma sahaslarında uygun sürede tutulmasını, atıl veya yetersiz depolama alanları yaratılmamasını ve bu doğrultuda ülke ekonomisine katkı yapmasını sağlamaktadır. Bu nedenle konteyner trafiğinin gelişimine bağlı olarak, limanlarımızda mevcut olan veya yeni inşa edilmekte olan konteyner terminallerindeki rıhtım, ekipman, saha, elleçleme servis sistemlerinin yeterli bir şekilde ekonomik olarak planlanması ve düzenlenmesi önemli bir amaç ve uğraşı olmaktadır.

Çalışmada; bu yönde konteyner terminallerinde konteyner trafiği dalgalanmaları, konteyner terminali rıhtım ve ekipman kapasiteleri ile uyumlu olarak konteyner depolama, tutma sahalarının ekonomik ve optimum olarak belirlenmesi yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için stok planlama teorisinden hareketle; bir konteyner terminalinde belli bir zaman aralığındaki yük talebindeki dalgalanmalara bağlı beklemleri ve talep kayıplarını dikkate alarak birim TEU başına kar kaybı ve terminal boş kalma birim maliyetleri ile toplam maliyeti minimize eden konteyner yük talep değerini belirleyecek bir matematik model geliştirilmiş, modelde maliyeti minimum kılan dönemsel ortalama yük değerinin optimum konteyner yük değerine oranı olarak tanımlanan bir optimalite faktörü belirlenmiştir. Bu doğrultuda da depolama alanı için bu düzeltme yada optimalite faktörüne bağlı kullanışlı ve basit bir bağıntı önerilmiştir.

2. MODEL VE METOT

Limanlardaki konteyner terminallerinin depolama sahalarının optimum olarak planlama yönteminin belirlenmesine yönelik bu model ve metot; konteyner yüklerinin dağılımlarına uygun bir stokastik stok planlama modelinin geliştirilmesine dayanmaktadır.

2.1 Stokastik Envanter Modelleri

Deterministik modellerde, talebin ve birim maliyet verilerinin kesin olarak bilindiği varsayılır. Gerçekte bu değerlerin tam ve kesin olarak belirlenmesi oldukça güçtür. Stokastik envanter modellerinde ise talebin ve birim maliyet parametrelerinin olasılık dağılımlarının bilindiği kabul edilir.

Bu modelde, planlama dönemindeki belirli talep miktarının süresiz ve dönem içinde olasılık dağılımının bilinmekte olduğu kabul edilir. Modelin amacı, geçmişteki deneyimlerden elde edilen talep değerlerini kullanarak elde bulundurulması gereken envanterin optimum değerini bulmaktır.

Bu modelde depoda başlangıçta S miktarda malzeme bulunması ve belirli bir süre sonra r adet kullanıldığı düşünülmesi durumunda, bu süre boyunca $r < S$ için $(S-r)$ birim ürünü stokta tutma maliyeti oluşur ve

$$(S - r).C_1 \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır. Yine bu süre içinde $r > S$ ise elde bulundurmama maliyeti oluşur ve

$$(r - S).C_2 \quad (2.2)$$

şeklinde tanımlanır.

Bu modelde r 'nin değerinin kesin olarak bilinmediği ancak $P(r)$ olasılık dağılımının belirli olduğu kabul edilir. $P(r)$ olasılık fonksiyonu, geçmişte ürüne duyulan ihtiyaç değerlerinin istatistikî değerlerinden elde edilir. Bu olasılık dağılımının gelecekte de geçerli olacağı; gelecekte ve ele alınan dönemde de bu olasılık dağılımına uygun değişim göstereceği kabul edilir.

Buna göre,

$r < S$ olması halinde $(S-r)$ kadar malzemenin depoda bulunması (elde tutulması) maliyeti;

$$\sum_{r=0}^S P(r).(S-r).C_1 \quad (2.3)$$

şeklinde, $r > S$ olması halinde ise $(r-S)$ kadar parçanın bulunmamasının getirdiği maliyet ;

$$\sum_{r=S+1}^{\infty} P(r).(r-S).C_2 \quad (2.4)$$

şeklinde tanımlanır. Buradan (2.3) ve (2.4) denklemlerinden stok seviyesinin S olması durumunda olası toplam maliyet şöyle olur;

$$TOM = \sum_{r=0}^S P(r).(S-r).C_1 + \sum_{r=S+1}^{\infty} P(r).(r-S).C_2 \quad (2.5)$$

Burada,

- r = her bir zaman aralığında talep edilen ürün/mal,
- S = zaman aralığında öngörülen envanter / stok seviyesi
- TOM = toplam olası maliyet
- C_1 = malın elde bulundurulma birim maliyeti
- C_2 = malın elde bulundurulmama birim maliyeti
- $P(r)$ = r ürününün / talebin ortaya çıkma olasılığı

dır.

2.2 Konteyner Depolama Sahalarının Optimum Tasarım Modeli

2.2.1 Genel bakış

Karayalçın (1978) ve Salman (1980)' e göre, bir limanda trafik dalgalanmalarına bağlı olarak rıhtımların, elleçleme ve yük istif makinelerinin, kapalı ve açık depoların, antrepoların, ikmal ve alma tesislerinin boş kalma kayıpları ile trafiğin, kullanıcı ve işletme araçlarının bekleme kayıpları dengeli ve toplamaları minimum olmalıdır. Bir limanın servis sistemi ve tesislerinin maksimum trafik değerine göre planlanması halinde trafik ve kullanıcılar beklemeyeceklerdir; buna karşın sistemde boş kalma kayıpları oluşacak bunun sonucunda da sistemin sabit yatırım ve işletme sermayesinin belirli bir kısmı atıl kalabilecektir. Bu durumda , dalgalanan trafiğin yapısına uygun liman servis sistemlerinin, alt yapı, araç ve tesislerinin, elleçleme postalarının ekonomik, optimum olarak belirlenmesine aracılık eden bir hesaplama tekniği problemi ortaya çıkar.

Bir limanda alt sistemlerin kapasite artımı ile alt servis sistemlerinde terminalde ve limanda birimlerin bekleme zamanı ve maliyetlerde azalmalar olurken; sistemin yatırım ve sabit bakım onarım işletme sermayesine bağlı boş kalma maliyetlerinde de artmalar olur. Özen (1994)' e göre, sistemdeki trafik birimlerinin bekleme ve servis sisteminin boş kalma maliyetleri; belirli bir zaman periyodun da birimlerin servis için geliş aralık olasılık dağılımı ile servis sürelerinin olasılık dağılım fonksiyonları karakterine yada bir diğer deyişle trafik birimlerinin geliş aralığı dağılımının istatistiksel değerlerine bağlı olarak oluşurlar.

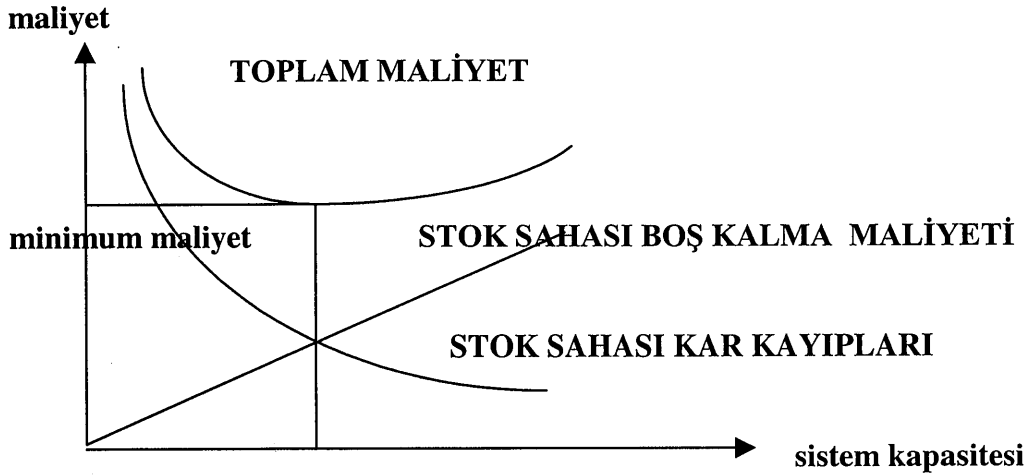
Salman (1980) ve Hillier vd (1974) nin belirttiği şekilde problemin çözümü, belirli bir periyot da liman servis sistemlerine gelmesi beklenen birimlerin, servis sistemlerinde oluşturduğu kuyruk uzunluğuna bağlı bekleme kayıpları ile servis sistemlerinde yol açtığı kapasite altı boş kalma kayıpları toplamının minimum olması ölçütüne dayanır.

Benzer şekilde bir konteyner terminalinde alt servis sistemlerinden ve en önemlilerinden biri olan konteyner stok sahası içinde; sahanın boş kalma kayıpları ile sahanın belirli bir periyotdaki dalgalanmalarda ortaya çıkan taleplere cevap verememesinden dolayı oluşacak kayıplar dengeli ve toplamaları da minimum olmalıdır.

Bu durumda ortaya çıkan iki maliyet;

- Boş kalma yada elde bulundurma maliyeti
- Kar kaybı yada elde bulundurmama maliyeti

olarak sınıflandırılabilir.



Qo (optimum kapasite)

Şekil 2.1 Konteyner Terminali Stok Sahası Kapasite-Maliyet Fonksiyonu

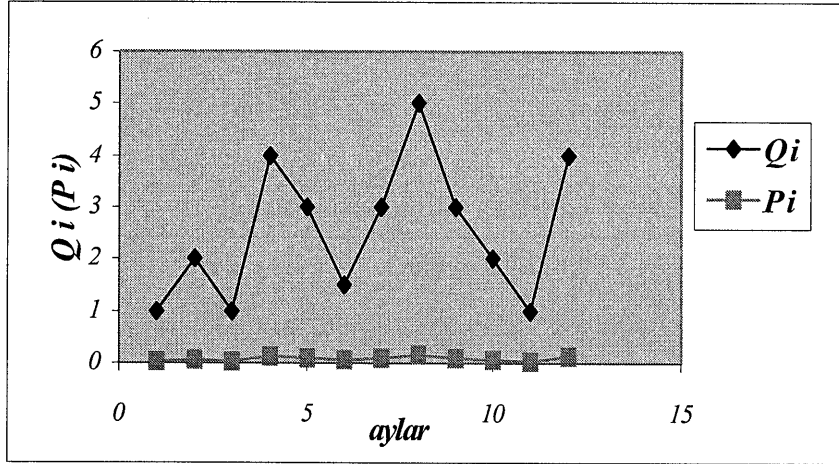
Şekil 2.1'den de görüldüğü üzere alt yapı servis sistemlerinden biri olan konteyner stok sahasının da yük taleplerindeki dalgalanmalar dikkate alınarak maksimum talebe göre boyutlandırılıp inşa edilmesi durumunda alt yapının harcanan maliyeti artacaktır. Ve sahaya beklenen talebin gerçekleşmemesi durumunda yapılan yatırımın belirli bir bölümü atıl halde kalacaktır. Bu durumda stok sahasının boş kalmasından dolayı ortaya çıkan maliyetler de artacaktır.

Diğer taraftan sahanın beklenen talebe cevap veremeyecek kapasitede boyutlandırılması da sistemden elde edilecek gelirlerin azalması, bir başka deyişle kar kayıplarının artmasına neden olacaktır.

Bu ilişki içinde terminallerde stoklama sahalarının boş kalma maliyetleri ile kar kayıpları maliyetleri dengeli ve toplamaları minimum olmalıdır.

2.2.2 Geliştirilen model

Konteyner terminallerinde depolama alanları terminaldeki trafik akışı içinde çok önemli bir görev üstlenmektedir. Bu trafik akışı içinde stok sahasında belli bir dönem için tutulan konteyner yüklerine ilişkin dalgalanmalar şekil 2.2'deki gibi olsun.



Şekil 2.2 Bir Konteyner Terminalinde Belli Bir Sürede Stok Sahasına Gelen Konteyner Yüklerindeki Dalgalanmalar

Şekil 2.2'de

Q_i = i. sürede konteyner terminali depolama sahasında kaydedilen konteyner yükünü,

P_i = Q_i konteyner yükünün depolama sahasında bulunma yüzdesi yada olasılığını ifade etmektedir.

Diğer taraftan,

Q_s = Terminal depolama alanı hesabına esas olan günlük konteyner yükünü (TEU / gün),

f_0 = Birim konteyner yükü için gerekli depolama alanını (m^2 / TEU),

t_0 = Birim konteyner yükü için tutma süresini,

göstermek üzere, t_0 bekleme süresi içinde gereken depolama alanı;

$$F = f_0 \cdot Q_0 \cdot t_0 \quad (m^2) \quad (2.6)$$

olur.

Burada; terminal altyapı, yatırım sermayesi, faiz ve amortisman maliyetlerine bağlı olarak,

Günlük terminal maliyeti,

$$C_{ss} = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot F \quad (2.7)$$

olarak ifade edilir.

Bu ifadede;

C , terminal stok (depolama) sahası birim alan maliyeti (USD/ m^2),

C_{rf} , yıllık amortisman ve faiz katsayısını ifade etmektedir. Bu C_{rf} yıllık amortisman ve faiz katsayısı

$$C_{rf} = \frac{r.(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \quad (2.8)$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada,

r = yıllık faiz oranı

N = proje ömrünü

göstermektedir.

Bu doğrultuda konteyner terminali tutma sahası maliyeti

$$C_{ss} = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot f_o \cdot Q_s \cdot t_o \quad (\text{USD/gün}) \quad (2.9)$$

şeklini alır. Buradan birim konteyner tutma sahası altyapı maliyeti

$$C_s = \frac{1}{365} C_{rf} \cdot C \cdot f_o \quad (\text{USD/TEU.gün}) \quad (2.10)$$

olarak ifade edilir.

Burada,

C_s , birim konteyner - gün başına terminal maliyeti yada boş kalma maliyeti olarak ifade edilir.

Model doğrultusunda C_b , terminal tutma sahasında birim yük başına terminal kar kaybı maliyeti(USD/TEU)'ni tanımlanması gerekir.

Eğer, $Q_s > Q_i$ olursa, konteyner terminali depolama sahasında boş kalma maliyeti oluşur ve birim gün için toplam boş kalma maliyeti;

$$C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \quad (2.11)$$

ile ifade edilir.

Belirli bir tutma süresi için oluşacak boş kalma maliyeti ise,

$$t_o \cdot C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \quad (2.12)$$

olur.

Eğer, $Q_i > Q_s$ olur ise, bu kez terminal depolama sahasında kar kaybı meydana gelecektir, ve toplam kar kaybı maliyeti,

$$C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n (Q_i - Q_s) \quad (2.13)$$

şeklinde yazılır.

Bu doğrultuda terminal depolama sahasında oluşan maliyetler toplamını ifade eden, amaç fonksiyonu,

$$C(Q_i, Q_s) = C_s \cdot \sum_{i=1}^s (Q_s - Q_i) \cdot t_i + C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n (Q_i - Q_s) \quad (2.14)$$

ile ifade edilir.

Burada;

Q_i , herhangi bir i . zamanda konteyner stok sahasındaki toplam yük değeri (TEU)'dir, o halde toplam konteyner yükü ;

$$\sum_{i=1}^n Q_i = Q$$

olarak tanımlanır. Buna göre C_u birim maliyet

$$C_u = \frac{C(Q_s)}{Q} = C_s \cdot \sum_{i=1}^s \frac{(Q_s - Q_i)}{Q} t_i + C_b \cdot \sum_{i=s+1}^n \frac{(Q_i - Q_s)}{Q} \quad (2.15)$$

ile ifade edilebilir.

2.2.3 Modelde kullanılacak birim maliyetler

Modelde kullanılacak birim maliyetler için haydarpaşa ve derince limanları örneklerinden yararlanılmıştır.

2.2.3.1 Bir konteyner terminalinde birim kar kaybı maliyeti (C_b)

Bir terminal sahasındaki faaaliyetleri etkileyen

- yükleme boşaltma hizmetlerine
- terminal hizmetlerine
- ardiye hizmetlerine
- romörkaj hizmetlerine

ait ücret tarifesi dikkate alınarak birim kar kaybı maliyeti belirlenmiş ve

$$C_b = 39.64 \text{ USD/TEU}$$

olarak bulunmuştur.

2.2.3.2 Konteyner terminali depolama sahası boş kalma birim maliyetleri

Haydarpaşa limanı örneği

1998 yılı birim fiyatları ile maliyeti 3 354 390 267 000 TL olarak hesaplanan konteyner terminal tutma sahası maliyeti 1998 yılı başlangıcındaki döviz kuru 200 000 TL olarak alındığında yaklaşık olarak 12 milyon USD olarak bulunmuştur.

Terminal sahası $300 \times (350-295)$ m boyutlarındadır. Yaklaşık olarak 96.750 m^2 olarak bir sahaya tekabül etmektedir.

Bu durumda terminal sahasının 1 m^2 'sinin maliyeti yaklaşık olarak;

$$C = 12\,000\,000 / 96\,750$$

$$C = 124 \text{ USD}$$

olarak bulunur.

Tablo 2.1 Haydarpaşa Limanı Konteyner Molü İnşaat Maliyetleri (DLH, 1990)

İş kalemleri	1978 yılı birim fiyatları ile tutar(TL)	Eskalasyon katsayısı	1998 yılı birim fiyatları ile tutar(TL)	USD olarak tutar
Bölüm 1	77 274 404	7362,43	5,68927E+11	2,84E+6
Bölüm 2	158 664 120	7362,43	1,16815E+12	5,084E+6
Bölüm 3	41 176 930	7362,43	3,03162E+11	1,52E+6
Bölüm 4	2 991 720	7362,43	22026329080	0,110E+6
Bölüm 5	1 090 355	7362,43	8027662363	0,0401E+6
Bölüm 6	22 576 169	7362,43	1,66215E+11	0,831E+6
Bölüm 7	16 010 703	7362,43	1,17878E+11	0,589E+6
Toplam	319.784.401		2,354390267E+12	11,7701E+6

Derince limanı örneği

Rıhtım imalatları ve terminal sahası inşaatı için tahmin edilen harcama tutarı Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Derince Limanı Konteyner Terminali İnşaat Maliyeti (Avcı, Özen, Süttaş, İncecik, Güler, 1995)

Rıhtım inşaatları	Deniz dolgusu zemin ıslahı ve saha düzenlemesi	Geri saha düzenlemesi	Nakliyeler	Alt yapı	Toplam (USD)
49 495 799	13 753 659	2 000 000	15 783 863	3 000 000	84 033 321

Terminal alanı yaklaşık olarak 369 000 m² olduğuna göre birim alan maliyeti;

$$C = 84\,033\,321 / 369\,000$$

$$C = 228 \text{ USD}$$

olarak bulunur.

Buradan konteyner terminali depolama sahası boş kalma birim maliyetleri sırası ile

Haydarpaşa limanı konteyner terminali için ;

$$C_s = 0,169 \text{ USD/gün*TEU}$$

Derince terminali için;

$$C_s = 0,311 \text{ USD/gün*TEU}$$

olarak hesaplanır.

2.2.4 Modelde kullanılacak veriler

Modelin çalıştırılması sonucunda elde edilecek değerlerden güvenilir bir sonuca varılabilmesi için modelin çalıştırılması sırasında, terminal sahasına gelen konteyner yüklerindeki dalgalanmaları (değişimleri) anlamlı bir şekilde karakterize edecek değerlerin kullanılması gerekir.

Çalışmada veri istasyonu olarak kabul edilen Haydarpaşa limanı konteyner terminali depolama sahasında yük değerlerindeki dalgalanmaların karakteristik değerlerinin belirgin olması gerekir. Bunun için depolama sahasında yapılan ölçümlerin belirli bir periyotta ve belirli bir saatte yapılmış olmalıdır.

Haydarpaşa limanı İşletme Müdürlüğüne 1998 yılı her ayın 15 inde ve belirli bir saatte yapılan konteyner yük kayıt değerleri Tablo 2.3' de gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Haydarpaşa Limanı Konteyner Terminali Depolama Sahasındaki Konteyner Yük Değerleri

Tarih	Konteyner yükü		Tarih	Konteyner yükü	
	Adet	TEU		Adet	TEU
15.01.1997	8022	14955	15.10.1997	9471	16735
15.02.1997	8518	15906	15.11.1997	11575	19711
15.03.1997	8399	14960	15.12.1997	9796	18037
15.04.1997	9237	15306	15.01.1998	9672	17031
15.05.1997	10608	17566	15.02.1998	8814	16185
15.06.1997	12150	18403	15.03.1998	6680	10840
15.07.1998	10232	15356	15.04.1998	7785	12002
15.08.1999	10321	16044	15.05.1998	7741	12502
15.09.1197	9931	17841			

2.2.4.1 Modelin işletilmesinde kullanılacak yük grupları

Tablo 2.4 Yükleme Grupları

Yükleme durumu I		Yükleme durumu II		Yükleme durumu III			
Q1	14955	Q1	10840	Q1	10840	Q13	17566
Q2	14960	Q2	12002	Q2	12002	Q14	17841
Q3	15306	Q3	12502	Q3	12502	Q15	18037
Q4	15356	Q4	15356	Q4	14955	Q16	18403
Q5	15906	Q5	16044	Q5	14960	Q17	19711
Q6	16044	Q6	16185	Q6	15306		
Q7	16735	Q7	16735	Q7	15356		

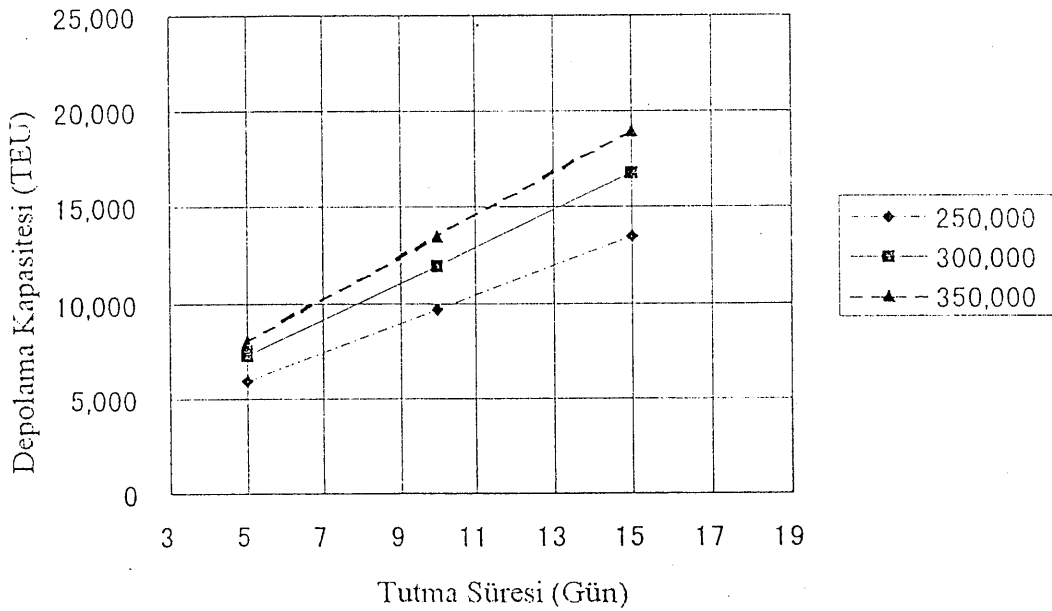
Q8	17566	Q8	17031	Q8	15906		
Q9	17841	Q9	17841	Q9	16044		
Q10	18037	Q10	18037	Q10	16185		
Q11	18403	Q11	18403	Q11	16735		
Q12	19711	Q12	19711	Q12	17031		

2.2.4.2 Haydarpaşa limanı konteyner terminali depolama sahasında bekleme süresinin tahmini

TCDD tarafından Haydarpaşa limanındaki konteyner elleçleme kapasitesi depolama kapasitesi, tutma süresi ve kreyin sayısına bağlı olarak şekil 2.3’deki grafikten yararlanarak tahmin edilmiştir.

Bölüm 2.2.4.1’deki konteyner yük değerleri dikkate alınarak ortalama bir değer için günlük depolama kapasitesi $Q_0=14.000$ TEU ve yıllık toplam 300.000 TEU’luk yük elleçlendiği kabul edilirse, ortalama tutma süresi şekil 2.3’den yaklaşık 12 gün olarak tahmin edilir.

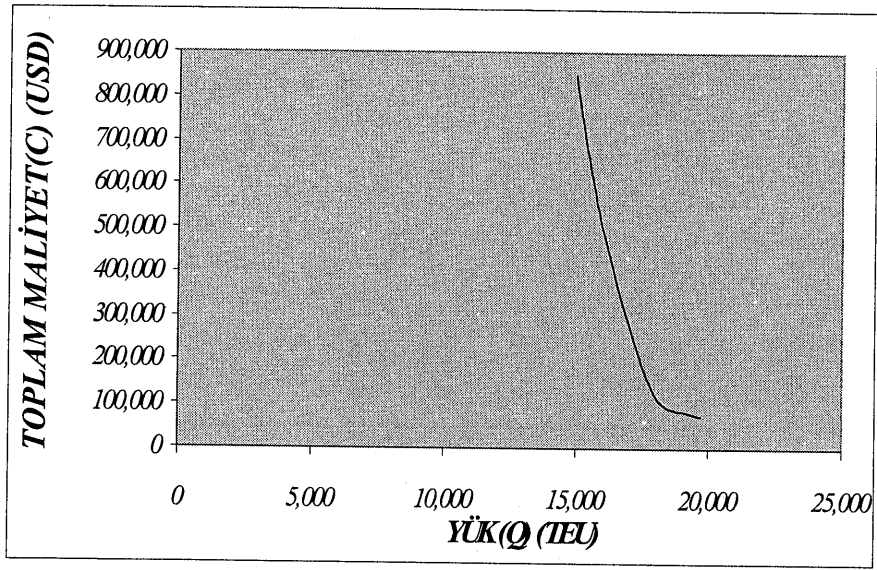
Tutma Süresi - Depolama Kapasitesi



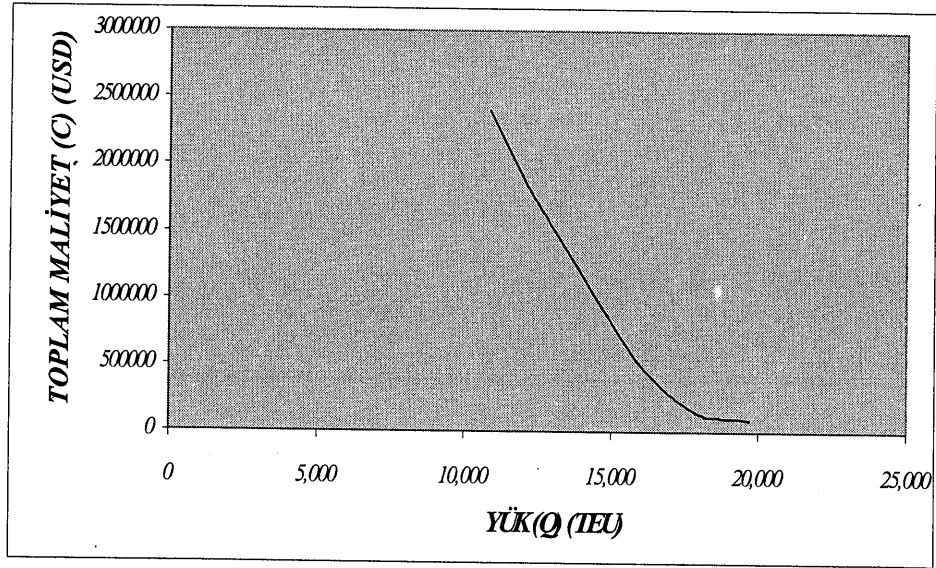
Şekil 2.3 Haydarpaşa Limanı Konteyner Terminalinde Depolama Kapasitesi İle Tutma Süresi Arasındaki İlişki

2.2.5 Modelin birim maliyetler için çalıştırılması

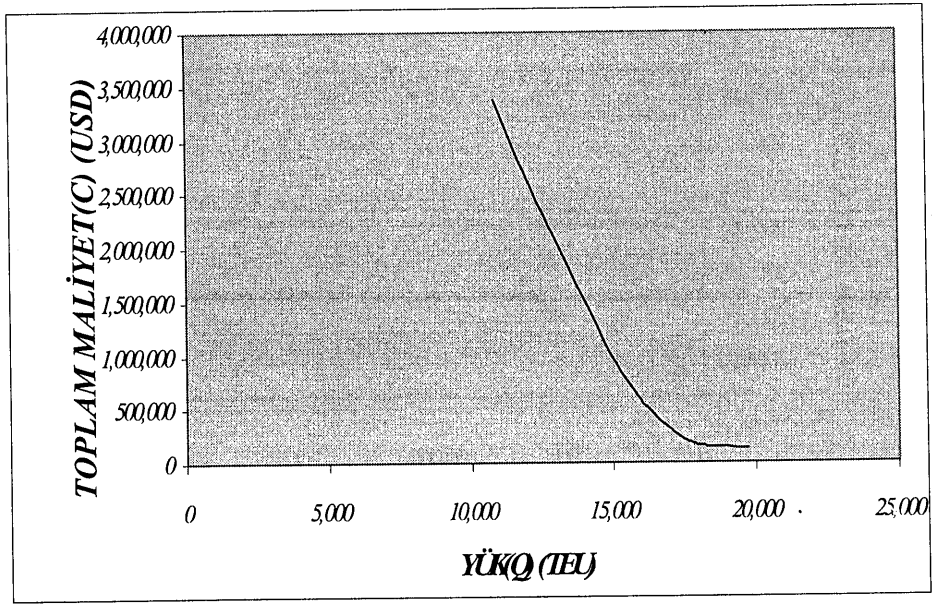
1. $C_b = 39.64$ USD/TEU , $C_s = 0.169$ USD/TEU.gün , $t_b = 12$ gün için modelin sonuçları



Şekil 2.4 Yükleme Durumu I Ve $C_b = 39.64$, $C_s=0.169$, $T_b=12$ için
Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

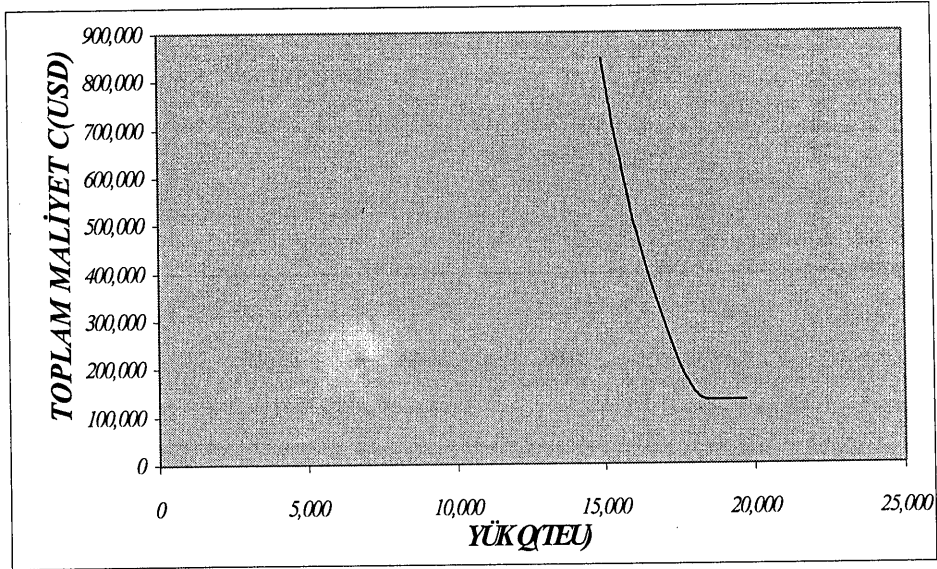


Şekil 2.5 Yükleme Durumu II Ve $C_b = 39.64$, $C_s=0.169$, $T_b = 12$ İçin
Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

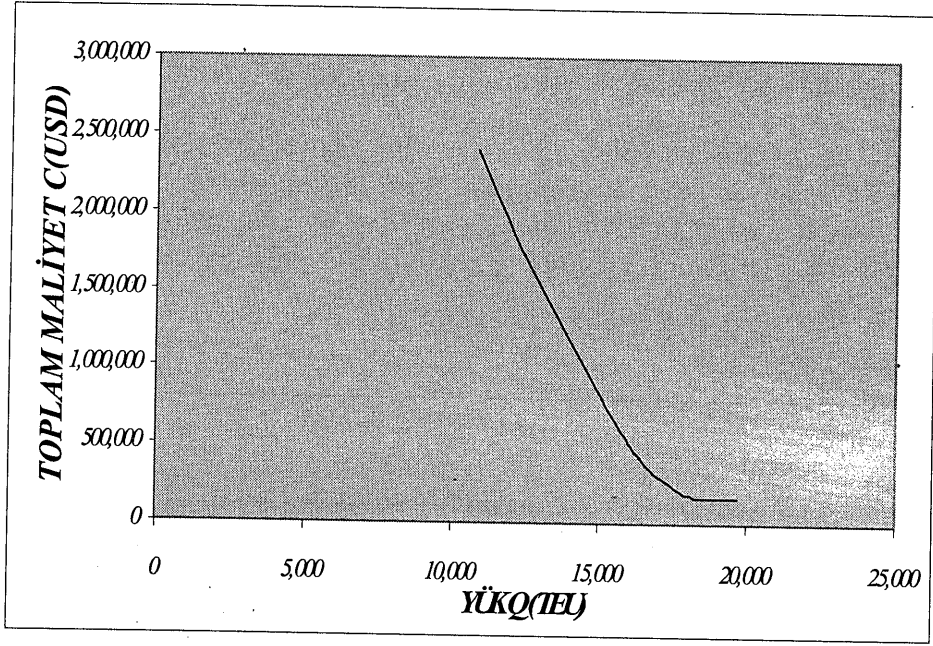


Şekil 2.6 Yükleme Durumu III $C_b = 39.64$, $C_s = 0.169$, $T_b = 12$ için Yük – Toplam Maliyet İlişkisi

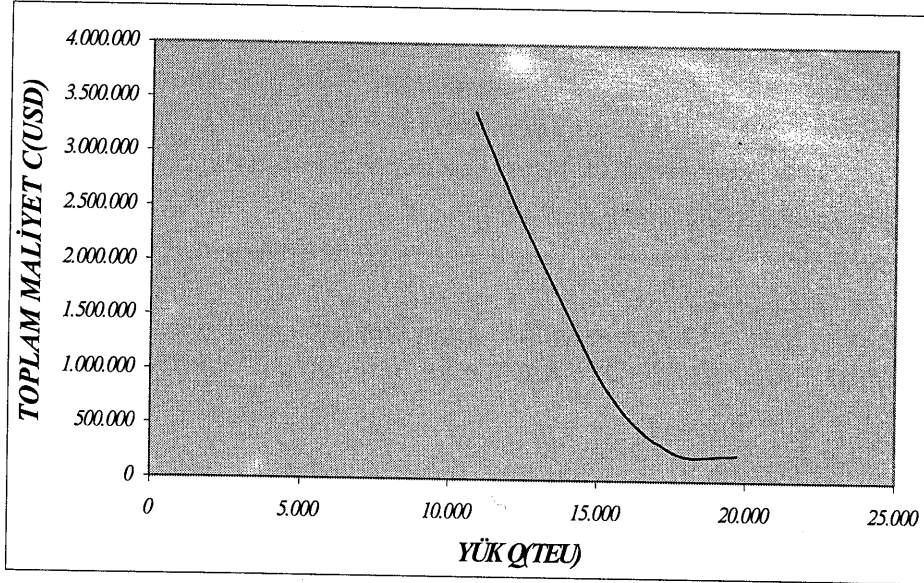
2. $C_b = 39.64$ USD/TEU, $C_s = 0.311$ USD/TEU.gün, $t_b = 12$ gün için modelin sonuçları



Şekil 2.7 Yükleme Durumu I Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi



Şekil 2.8 Yükleme Durumu II Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi



Şekil 2.9 Yükleme Durumu III Ve $C_b = 39.64$, $C_s = 0.311$, $T_b = 12$ İçin Yük-Toplam Maliyet İlişkisi

2.2.6 Tasarım için önerilen metot

Planlama çalışmalarında liman alt yapı tesislerinin boyutlandırılması için basit, kullanışlı ve güvenli yaklaşımların dikkate alınması önemlidir.

Model çerçevesinde elde edilen sonuçlara dayanılarak konteyner terminalleri depolama sahalarının boyutlandırılmasında basit, kullanışlı ve ekonomik bir metot önerilebilir. Bunun için günlük ortalama Q_m konteyner yükünün günlük optimum Q_o konteyner yüküne oranını optimalite faktörü olarak tanımlayalım. Bu durumda β optimalite faktörü,

$$\beta = \frac{Q_m}{Q_o} = \frac{Q_y / 365}{Q_s / t_o} \quad (2.16)$$

olarak ifade edilir.

Buradan, optimum konteyner depolama alanı trafik hacmi;

$$Q_s = \frac{Q_y \cdot t_o}{365 \cdot \beta} \quad (2.17)$$

optimum konteyner tutma alanı

$$F = f_o \cdot Q_o \quad (2.18)$$

$$F = \frac{f_o \cdot t_o \cdot Q_y}{365 \cdot \beta} \quad (2.19)$$

şeklinde tanımlanır. Bu ifadede

t_o = Ortalama tutma (bekleme) süresi (gün),

f_o = Birim konteyner için gerekli depolama alanı (m^2/teu),

F = Ortalama tutma süresinde gerekli depolama alanı (m^2),

Q_o = Depolama sahası boyutlandırılmasına esas optimum konteyner yükü (teu/gün),

Q_o = Depolama sahası yıllık konteyner yükü (teu/yıl)

dır.

Modelden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi neticesinde, Haydarpaşa ve Derince limanları için β optimalite faktörünün 0.80-0.90 arasında değişebileceği ortaya konmuştur.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, stok planlama teorisi ışığında oluşturulan model Haydarpaşa limanı ve Derince limanı konteyner terminallerine ait veriler kullanılarak işletilmiştir.

Modelde kullanılan boş kalma maliyetlerinin belirlenmesi için esas alınan terminal inşaat sistemleri Türkiye’de mevcut limanlardaki konteyner terminallerinde görebileceğimiz normal ve ekstrem örneklerdir. Bu doğrultuda elde edilen boş kalma maliyetleri de normal ve ekstrem örnekleri karakterize edecektir.

Bu çalışmada ortaya konulan sonuçlar aşağıda açıklandığı gibi özetlenebilir.

1. Terminal kar kayıplarının belirlenmesi sırasında Türkiye limanları için belirlenen hizmet tarifeleri kullanılmıştır. Ancak yüksek fiyat politikaları nedeniyle kar kayıpları çok büyük değerler olarak belirmiştir.

2. Derince limanı konteyner terminali için öngörülen inşa sistemi, Haydarpaşa limanı konteyner terminali inşa sistemine nazaran %84 oranında daha pahalıdır. Ancak aşırı değerli kar kayıplarının, amortisman ve faiz maliyetlerinin sonucu olan boş kalma maliyetleri yanında çok fazla etkili olduğu ve toplam maliyetin belirlenmesinde öne çıktığı belirlenmiştir.

3. Bu çalışmanın ortaya koyduğu en önemli sonuçlardan biriside, bir konteyner terminalindeki depolama sahasının belli bir dönemde beklenen yüklerin en büyük değeri dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği şeklinde özetlenebilir ki bu sonuç gerek UNCTAD (1978), gerekse Frankel (1987) tarafından "konteyner terminallerinde stok sahaları gerekenden daha büyük planlanmalıdır" şeklinde verilen öneriyle uyumaktadır.

4. Bu çalışmada oluşturulan model ile ortaya konulan pratik basit yöntemde, konteyner depolama sahası; giren ve çıkan toplam konteyner yüklerine, ortalama bekleme süresine, birim konteyner için gerekli alana ve optimalite faktörüne bağlı olarak

$$F = \frac{f_o \cdot t_o \cdot Q_y}{365 \cdot \beta}$$

ifadesiyle belirlenebilmektedir. Bu yöntem optimum depolama alanı boyutlarının basit olarak belirlenebilmesi bakımından uygun bir çözüm olarak değerlendirilebilir.

5. Haydarpaşa ve Derince limanları konteyner terminalleri için yapılan çalışma sonucunda istifli durumlar için optimum konteyner yükü ile ortalama konteyner yükü arasındaki optimalite faktörünün 0.80-0.90 arasında değiştiği ortaya konmuştur. Yapılacak makro planlamalarda konteyner stok sahası boyutlarının bu oran nispetinde daha büyük belirlenmesi halinde ekonomik planlama hedeflerini yakalamak mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

AGERSCHOU, H., LUNDGREN, H., SORENSEN, T., ERNST, T., KORSGAARD, J., SCHMIDT, L.R., VE CHI, W.K., (1983), Planning And Design Of Ports And Marine Terminals, A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.

BRUNN, P., (1981), Port Engineering, Gulf Publishing Company.

CHURCHMAN, C.W., ACKOFF, R.L., ARNOFF, E.L., (1957), Operation Research, John Wiley & Sons, Inc, New York, London.

DLH., (1990), Haydarpaşa Limanına Yeni Mol İlavesi Ve II. Feri İskelesi İnşaatı Kesin Hesap Raporu, İstanbul.

FRANKEL, E.G., (1987), Port Planning And Development, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.

HILLIER, F.S., Liberman, G.V., (1974), Operation Research, Holdenday Inc, San Fransisco, U.S.A.

İTÜ., (1995), Derince Limanı Konteyner Terminali Fizibilite Raporu, İstanbul.

KARAYALÇIN, İ. İ., (1979), Harekat Araştırması, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul.
KAUFMANN, A., (1964), Methods And Models Of Operations Research, Prentice-Halls, Inc. UK. Englewood Cliffs, NJ.
ÖZEN, S., (1994), Limanlarda Optimum İşletme Ve Kapasite Koşulları, Mersin Deniz Ticareti Sayı:22-25, Mart- Haziran 1994, Mersin.
ÖZMEN, H.İ., (1999), Limanlarda Konteyner Depolama Sahalarının Optimum Boyutlandırılmasında Yeni Bir Yöntem Araştırması, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
TCDD., (1995), Haydarpaşa Liman Hizmetleri Tarifesi, Ankara.
TCDD., (1997), TCDD Limanları Konteyner Hizmet Tarifesi, Ankara.
TAHA, N., (1975), Operations Research An Introduction, Mc Millian Publishers, London.
UNCTAD., TD/B/C.4/175, (1978), Port Development.

ABSTRACT

In this study inventory theory has been used in optimal dimensioning of container storage areas since the amount of loads coming to the storage area. With this model it has been aimed to minimize the sum of profit loss due to occupancy of container in the storage area and the cost of unoccupied periods. Data obtained from the container terminals of Haydarpaşa and Derince ports have been used in the implementation of the model. According to the obtained results, as the amount of the container loads increase profit loss and total costs including the idle time cost decrease and minimum costs and come out at maximum occupancy. Therefore it has been concluded that the maximum container load for a certain period should be taken as the design criteria. A practical formulation has been proposed to determine the economical size of container storage areas in the design phase of port. The design value has been calibrated with a constant value called "optimality factor" which expresses the relation between average and optimum container loads.