

160587

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

KUYRUK (BEKLEME HATTI) TEORİSİNİN MARMARA BÖLGESİ'NDE  
MEVCUT BİR LİMANA UYGULANMASI VE SONUÇLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERDAL ARLI

ANABİLİM DALI : İŞLETME  
PROGRAMI : ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA

DANIŞMAN : PROF. DR. A. HAMDİ İSLAMOĞLU

KOCAELİ-2005

T.C .  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

KUYRUK (BEKLEME HATTI) TEORİSİNİN MARMARA BÖLGESİ'NDE MEVCUT  
BİR LİMANA UYGULANMASI VE SONUÇLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tezi hazırlayan : ERDAL ARLI

Tezin Kabul Edildiği Fakülte Kurulu Tarihi ve No : 25.05.2005 –2005/12

Prof.Dr.  
A.Hamdi İSLAMOĞLU



Yrd.Doç.Dr.  
Figen GÜLENC



Yrd.Doç.Dr.  
Kenan AYDIN



KOCAELİ-2005

<b>I. BÖLÜM</b> .....	<b>1</b>
<b>1. GİRİŞ VE KONUNUN GEÇMİŞİ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Liman nedir? .....	1
1.2. Liman ve Gemi .....	1
1.3. Taşıyan –Taşıtan ve Liman .....	2
1.4 Limanların Sınıflandırılması.....	5
1.5. Limanlardaki Ek Tesisler .....	8
1.6. Liman İşletmeciliğinde Gemi Trafiği Planlaması .....	9
1.6.1 Toplam Gemi Zamanı .....	10
1.6.2 Bekleme zamanı .....	10
1.6.3 Servis zamanı.....	10
1.6.4 Gemi Verimi .....	10
1.6.5 Posta Verimi .....	11
1.7 Konunun Geçmişi.....	11
1.8 Araştırmanın Amacı .....	12
1.9 Araştırmanın Yararı.....	12
1.10 Araştırmanın Sınırları.....	12
1.11 Araştırmanın Yargılanması .....	13
<b>II.BÖLÜM-YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
2.1. Araştırma Probleminin Tanımı .....	15
2.2. Araştırmanın Ön Çalışması .....	15
2.2.1. Kuyruk(Bekleme Hattı) Teorisi Kavramı.....	15
2.2.2. Kuyruk ( Bekleme Hattı) Teorisinin Temel Yapısı .....	18
2.2.3. Bekleme Hattı(Kuyruk) Modellerinde Kullanılan Notasyonlar Ve Temel Formüller.....	21
2.2.4 Bekleme Hattı( kuyruk) Modelleri Çeşitleri.....	23
2.2.5. Simülasyon tekniği .....	29
2.3. Araştırma Modelleri .....	30
2.3.1. Liman İşletmelerinde Bekleme Hattı Modeli.....	31
2.3.2. Kuyruk Modellerinde Uygun Rıhtım Sayısı .....	32
2.3.3. Optimum Rıhtım Sayısı ve RİO(Rıhtım İşgal Oranı) .....	33
2.3.4. Haydarpaşa Limanı .....	33
2.3.5. Haydarpaşa Limanı Kuyruk Modeli Uygulamaları .....	35
<b>III.BÖLÜM - SONUÇ</b> .....	<b>46</b>

<b>3. SONUÇLAR .....</b>	<b>47</b>
<b>KAYNAKLAR:.....</b>	<b>49</b>



## SUNUŞ

Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili oluşu, ithal ve ihraç malların büyük bir oranın deniz yolu ile taşınıyor olması , gerek kitle taşınmasına olanak veriş, gerekse en ucuz taşıma biçimi oluşu denizciliğe çok önem vermemiz gerektiğini ortaya koyuyor. Limanlar ise bu taşımacılığın merkez noktasını oluşturmaktadır. Bu çalışmayla amacım akademik ve uygulamaya yönelik yaklaşımlarla limancılık sektörüne, liman üst düzey yönetimine faydalı bir başvuru kaynağı oluşturmaya çalışmak oldu.

Faydalı olacağını düşündüğüm bu çalışmamda , liman yöneticileri kuyruk modellerini limanlarına uygulayarak matematiksel yaklaşımlarla değerlendirme yapabileceklerdir.Özellikle birden fazla rıhtımı olan limanlarda uygulanacak çok kanallı kuyruk modeli yaklaşımlarının liman yöneticilerine kantitatif karar verme tekniği kazandıracağını düşünüyorum.

Kocaeli-2005

Erdal ARLI

## ÖZET

**Liman, gemi ve yüke bağımlı bir hizmet ünitesidir. Gemi sahipleri gemilerinin limanda mümkün olduğunca az kalmasını isterler. Alıcı/satıcı ise bir an önce malını teslim almak ister. Bir liman işletmesi de gemileri bekletmeksizin limana almak , aynı biçimde bekletmeden en kısa sürede yükleme/boşaltma işlevini gerçekleştirerek müşterilerini memnun etmek ister. Liman işletmelerinde kaynakların etkin kullanımı , gemilerin bir kuyruk oluşturulmadan hizmetlerinin yerine getirilmesi için bekleme hattı modelleri uygulanabilir. Servis sistemi içindeki kanal sayısı ,artan gemi trafiğini karşılayamıyorsa bekleme hatları artıyorsa, gemilerin beklemekten kaynaklanan maliyetleri artar ve yük sahibi de malını en kısa zamanda alamamanın sıkıntısını çeker. Bekleme hattı uygulamalarıyla bir liman işletmesi alması gereken tedbirler konusunda öngörü sahibi olur. Posta sayısının artırılması, daha hızlı yükleme/boşaltma araçları tedariki, rıhtım sayısının artırılması v.b. gibi iyileştirme kararları kuyruk teorisi sonuçları ile verilebilir. Günümüzde müşteriler bekletmeksizin hizmet görmek ister. Çünkü zaman kaybı ve maliyet artışı söz konusu olur. Kuyrukta beklenen her geçen zaman maliyet artışını getirir.**

**Belirli bir zaman aralığında gelen gemi sayısı, rıhtım sayısından az ise gemiler hiç bekletmeksizin ve kuyruk oluşturmaksızın limana alınabilirler. Bu şekilde bekleme hattında birikmelerde meydana gelmez. Ancak böyle bir durumda da kullanılmayan rıhtım veya rıhtımların varlığı söz konusu olur ve liman işletmesinin rıhtımların boş kalmasından kaynaklanan maliyeti artar. Kuyruk teorisi uygulama sonuçları ile bir liman bu hususla ilgili olarak da değerlendirmeler yapabilir. Maliyetleri düşürücü tedbirler alabilir.**

**Keşfetme ve bilgi edinmeye yönelik olan bu çalışmada 6 adet konteyner rıhtımı ve 4 gantry crane ile faaliyet gösteren Haydarpaşa Limanı'nın konteyner terminali baz alındı. Bekleme hattı modeli uygulama sonuçlarıyla Haydarpaşa Limanı'nın gemileri bekletmeksizin limana aldığı ve en kısa sürede yükleme/boşaltmayı gerçekleştirdiği görülmüştür. Ancak bölgede özel limanların çokluğu ve azalan gemi trafiği nedeniyle Haydarpaşa Limanı'nın 6 rıhtımından sadece 2 tanesinin kullanıldığı , kalan 4 rıhtımın maliyetleri arttırdığı görülmüştür. Bu bağlamda, Haydarpaşa Limanı'nın posta sayısını arttırmaya, yeni yükleme/boşaltma araçları almaya , mevcut sisteme ilave yapmasına gerek olmadığını sonuçlarına varılabilir.**

## **ABSTRACT**

**The port is a service unit which is dependant to ship and cargo. The shipowners wish their ships to stay at the ports short time as possible. The cargoowners wish to deliver their cargo as soon as possible. The port wish to berth the ships without delay and to complete load-discharge operation without delay as well in order to satisfy their clients. For using the sources efficiently and making the services of ships without delay, Q theory models can be used .**

**If the number of piers in service system are not enough for increasing ship traffic and the number of ships in queue and time increases, the daily costs causing from delay of ships also increases. Besides, the cargoowner is in trouble of not getting his cargo in short time and can go into financial strait. The port has some opinions about the precautions that should be taken with the help of Q theory models. The improvement decisions such as increasing the number of working team, supplying the faster cargo handling equipment, increasing the number of piers, can be achieved by Q theory model results. Nowadays, clients require services without delay. Because there is increase in cost and time loss. Every lost time in queue means losing money.**

**If the number of ships that came in a period time is less than the number of piers, the vessels can be taken to the ports and berth without waiting in queue. But in that case, there are unused piers and daily cost of port increases due to empty and unused piers. By using the results of Q theory models, port managers evaluate about this situation and can take precautions to decrease the costs.**

**Hereby the aim of this study is to discover and to learn Q theory models. It was carried out on container terminal of Haydarpaşa Port which has 6 piers and 4 gantry cranes. According to the results of Q theory model, it was observed that the ships had been berthed and had been loaded/discharged without delay in a short time in Haydarpaşa Port. Owing to the number of private ports and decreasing ship traffic; it was observed that 2 piers were used, the other 4 piers increased the daily cost of port. Finally, it may be said that Haydarpaşa Port does not need additional working teams, cargo handling equipments and establishments.**

## I. BÖLÜM

### 1. GİRİŞ ve KONUNUN GEÇMİŞİ

#### 1.1. Liman nedir?

Dünyanın coğrafi yapısı gereği, dünya ticaretinde ekonomik ulaşım ortamı denizdir. Deniz taşımacılığı ise, gerek kitle taşınmasına olanak veriş, gerekse en ucuz taşıma biçimi oluşu yüzünden dünya ticaretine egemendir. Deniz taşımacılığının dünya ticaretindeki payı %75'in üstündedir.

Deniz taşımacılığı su ortamında sürdürülür. Bu taşımacılığın başlangıç yada bitiş noktasını liman biçimleri. Bu yüzden limanı, "deniz taşımacılığının başlangıç ya da bitim noktası" diye tanımlamak olanaklıdır.

Daha geniş anlamda liman; rıhtım veya iskelelerine , deniz taşıma araçlarının yanaşıp bağlanabileceği veya su alanlarına demirleyebileceği imkanları kapsayan, tekneden kıyıya, kıyıda tekneye yük veya insan nakli, eşyanın karada ve denizde teslimi, muhafazası için tesisleri bulunan sınırlandırılmış kara ve deniz alanlarıdır.<sup>1</sup>

Liman, hinterland (arabölge) ulaşımı ile deniz ulaşımının kesim noktasıdır.<sup>2</sup> Çağımızın taşımacılık anlayışı satıcı ile alıcı arasında kesintisiz bağ kurmaktır. Liman da bu bütün içinde bir köprübaşı durumundadır. Burada ulaşım sistemleri buluşmakta; taşıma hizmeti şekil değiştirmektedir. Bu bakımdan liman, "kara ve deniz ulaşımının birbirlerine dönüştükleri bölge" olarak da tanımlanabilir. Aynı tanım, daha kısa olarak, "liman, taşıma hizmetin şekil değiştirme noktasıdır" biçiminde verilebilir.<sup>3</sup>

#### 1.2. Liman ve Gemi

Liman gemi ve yüke bağımlı bir hizmet ünitesidir. Hizmet gemiye yapılıdır. Verimli hizmet anlayışı, gemilerdeki gelişme ve değişimlere limanın zamanında ayak uydurmasını gerekli kılar. Ama, gemi yükün hizmetindedir. Yükün taşımada gereksindiği ekonomi gemileri değişime ittikçe limanlar da böylesi gidişin etkisinde kalmaktadır. Dolayısıyla gemi yükün hizmetindeyken, liman hem geminin hem de yükün hizmetinde olmaktadır.

<sup>1</sup> Fikret Altınçubuk, Liman İdare ve İşletmesi, İstanbul, 1989. s.9

<sup>2</sup> James Bird, Seaports and seaports Terminals, London, 1971, s:13

<sup>3</sup> Necmettin Akten, Deniz Taşımacılığı Klavuzu, İstanbul, 1988, s:101



Gemiler ve yükler için hizmet ve olanak sağlayan üretim ünitesi olan limanlarda, yüklerin toplanması ve denizaşırı pazarlara gönderilmesi esastır. Aynı biçimde denizaşırı pazarlardan gelen yükler buradan ardbölgeye dağıtılır.<sup>4</sup> Yükleri toplama ve dağıtma özellikleri nedeniyle liman, ekonominin nabızı durumundadır.

Taşıma zincirinin bir bütün olarak düşünülmesi ve ünitelerin bu bütün içindeki işlevlerinin iyi değerlendirilmesi taşıma ekonomisinin ön koşuludur. Ünitelerden birinin işlevsel aksaklığı ya da taşıma zincirine uyarlanmayışı taşımada ekonomiyi zedeler. Sonuç, maliyet artışıdır.<sup>5</sup>

### 1.3. Taşıyan –Taşıtan ve Liman

Denizyolu taşımacılığı, alıcı ile satıcı arasında bağ kuran ulaşım sistemidir. Bu sistemde hizmet, taşıtanadır. Taşıtan, satış şekline göre ya alıcı ya da satıcı olmaktadır.

Taşıyan ve taşıtan yakın ilişki içinde bulunan kişilerdir. Taşıtan, taşıyandan taşıma maliyetlerinde kararlılık ister. Bu, taşıtanın pazarlarını koruyabilmesi için gereklidir. Taşıyansa, olabildiğince taşıtanın bu genel istemini yerine getirmeye çalışır.

Taşıma maliyetlerinde sürekli kararlılık sağlanamamaktadır. Gemi çalıştırmada, değişken maliyetlerin etkisiyle bu maliyetler uzun dönemde yükselme eğilimi göstermektedir. Taşıma sektöründeki yüksek maliyet ve verimsizlik ise ekonomiyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Gemi sahipleri gemilerini limanlarda az, seyirde çok tutmak isterler. Bu, verimli bir taşıma için temel kuraldır.<sup>6</sup> Örneğin düzenli bir hatta çalışan gemi için limanda kalma süresinin kısa olması, taşıma hizmetlerinin verimli olduğunu gösterir.<sup>7</sup>

Armatörler, limanları taşımalarda verimi düşüren yerler olarak nitelerler. Bu nedenle de, taşımalarda verim yükseltebilmek için limanları harekete geçirirler.

<sup>4</sup> Alan E.Branch,Elements of Port Operations and Management,London/Newyork,1986,s:1

<sup>5</sup> N.Akten, 'Limanlarımız ve Sorunları' II.Deniz Sektörü Sorunları Sempozyumu,T.c.Ulaştırma Bakanlığı,İstanbul,1986,s:73

<sup>6</sup> Hugh Oigley,'Perestroika in Shipping',Portus,1990,s:18

<sup>7</sup> R.O.Goss,The Cost of Ships, London,1974, s:6

Liman, armatörün korkulu rüyasıdır. Gemi limanda kaldığı sürece maliyetler artar. Çünkü, taşıma hizmeti gemi pervanesinin dönmesiyle başlar. Gemi açısından uzun liman süresi zaman ve kazanç kaybetmektir. Liman hem taşıyana ,hem de taşıtana aynı zamanda hizmet veren bir ünedir.

Liman, alıcı ve satıcı açısından bir maliyet kapısıdır. Bir gemi limanda ne kadar çok tutulursa ya da ne kadar fazla sayıda limana uğrarsa taşıma hizmetinin maliyeti de o denli artar. Bu yüzden gemiler yükü bol, az sayıda limana uğramayı yeğlerler. Çünkü, uğranılan her fazla liman ,bir önceki liman kadar armatör için masraf kapısıdır.<sup>8</sup>

Bir ülkenin, sosyal ve ekonomik kalkınmasında limanlar etkin rol oynar. Çünkü ekonomik kalkınmada etkin olan dış ticaret,ihtalat ve ihracattır.<sup>9</sup>

Bugün Dünya ve Ülkemiz ticaretinin %75'i denizyolu ile yapılmaktadır. Burada, denizyolu taşımacılığının, karayolu taşımacılığına göre 6-7 kat, demiryolu taşımacılığına göre 3-4 kat daha ekonomik olmasının yanı sıra, denizyolu taşımacılığı ile diğer taşıma sistemlerine kıyasla çok büyük miktardaki yükler bir seferde ve güvenli bir şekilde taşınabilmektedir.

Denizyolu taşımacılığının iki önemli unsuru vardır. Bunlar liman ve gemidir. Gemiler limanlarda yüklenilmekte ve boşaltılmaktadır. Limanlar ise denizyolu taşımacılığının başladığı ve bittiği noktalardır. Bu sebepten limanlar gemiye ve yüke bağlı olarak hizmet sağlayan birimlerdir. Bu hizmet sırasında liman ve içinde bulundurduğu terminalleri verimli bir şekilde tüm olanakları ile kullanmak gereklidir.

Liman işletmeciliğinde gerek yeni yatırımları planlamak, gerekse mevcut olanakları iyi kullanmak amacıyla elde edilen maksimum kapasitelerin veya faaliyetlerde gösterilen performansların devamlı olarak izlenmesi gereklidir. Limanlar bir ülkenin ticaret hacminde büyük rol oynarlar. Ticareti geliştirdikleri gibi, ticaret merkezlerinin de gelişmesinde büyük katkı sağlarlar. Limanların aksak işlemleri dış ticarete rekabet olanaklarını da daraltır.<sup>10</sup>

Denizyolu taşımacılığı, uluslararası yoğun rekabetin yaşandığı bir sektördür. Yıllar itibariyle bu rekabetçi ortam gemilerin yapısını, tipini ve büyüklüğünü giderek değiştirmiş, hızını ve kapasitesini

<sup>8</sup> Rochale Report,Cmnd 4337,London,Mayıs 1970, s:170

<sup>9</sup> A.D.Couper,The Geograpy of Sea Transport,London,1972,s:73

<sup>10</sup>M.Daunt ,The Applications of Congestion Surcharges Imposed on Ports ,Manual on Port Management, Part I,UNCTAD,1977,s:91

arttırmıştır.

Rekabet sonucu yük tiplerinde de benzer değişiklikler görülmüştür. Başlangıçta her çeşit yük elleçleyen limanlarda, hem elleçleme kapasitesini yükseltmek hem de elleçleme maliyetini düşürmek için, yükler birleştirilerek standart ambalaj olan konteyner yük haline getirilmiştir. Dolayısıyla limanlar bu değişikliğe ayak uydurmak zorunda kalmıştır.

Konteyner yükü ve konteyner gemisinin denizyolu taşımacılığına girmesiyle beraber taşıma sistemi de değişmiş, multimodal (kombine, çok noktalı) taşımaya dönüşmüştür. Böylece limanlarda “kapıdan-kapıya” taşıma dönemi başlamış ve bu sayede limanlar yük depolayan değil, hitap ettiği ardbölgeye yük dağıtan tesisler haline gelmiştir.

Liman işletmelerinin genel işlevleri şunlardır;

- a-Yanaşma yeri işlevi
- b-Depolama işlevi
- c-Transit işlevi
- d-Hizmet İşlevi

Yukarıdaki temel işlevlerden başka, ikincil bütünleyici işlevleri; kılavuzluk, palamar, yangın söndürme, kurtarma, sağlık, güvenlik, tehlikeli eşya gözetimi, araç-gereç bakım tutumu, yakıt ikmali, atık ve çöp toplama, su, elektrik, haberleşme araçları tedariği, gemilere kumanya, malzeme, yedek parça tedariği şeklinde sıralanabilir.<sup>11</sup>

Limanlarda yüke sunulan hizmetlerde aşağıdaki gibidir;<sup>12</sup>

- a-Yükleme-boşaltma hizmetleri
- b-Şifting hizmeti
- c-Hammaliye –taşıma hizmetleri
- d-Ardiye hizmetleri
- e-Manipülasyon,montaj,demontaj hizmeti
- f-Aktarma hizmeti
- g-Supalan hizmeti

<sup>11</sup> W.A.Flere ,Port Economics,London 1967,s:9

<sup>12</sup> Liman İşletmeleri Tekel Tarifeleri,T.C.Ulaştırma Bakanlığı, , İstanbul 1976, Bölüm 7-17

## **1.4 Limanların Sınıflandırılması**

Limanların sınıflandırılması da aşağıdaki şekildedir;<sup>13</sup>

### **1) Buldukları Yere Göre Limanlar**

1.1) Deniz kenarındaki limanlar

1.2) Nehir ve haliç limanları

1.3) Fiyord limanları

1.4) Göl ve kanal limanları

### **2) Med ve Cezir Limanları**

2.1) Med limanları

2.2) Dok limanları

2.3) Açık limanlar

### **3) Faaliyet Alanlarına Göre Limanlar**

3.1) Dünya trafiğine cevap veren limanlar

3.2) Milli trafiğe cevap veren limanlar

3.3) Bölgesel trafiğe cevap veren limanlar

3.4) Mahalli trafiğe cevap veren limanlar

### **4) Trafik Tiplerine Göre Limanlar**

4.1) Genel amaçlı limanlar

-Muntazam hat limanları

4.2) Genel yük limanları

-Ro-Ro

---

<sup>13</sup> Funda Yercan, Liman İşletmeciliği ve Yönetimi, Mersin DTO Yayınları, Mersin, 1996 s.32

-Konteyner

-Ferry hizmetleri

#### 4.3)Dökme yük limanları

-Akaryakıt ve gaz

-Kimyasal madde

-Kuru yük hizmetleri

-Kıyı trafiği limanları

-Yük yolcu limanları

-Ülke iç limanları

### **5)Sahiplerine Göre Limanlar**

#### 5.1)Kamu limanı

-Milli hükümet

-Bölge hükümeti

-Mahalli hükümet kontrolünde olanlar

#### 5.2)Kamu özel karışık limanı

#### 5.3)Özel liman

-Endüstriye ait

-Ticari firmalara ait

-Demiryolu nakliyecilere ait olanlar

### **6)Yük Akımı ve Gümrük Formalitelerine Göre Limanlar**

#### 6.1)Dış ticaret (ithalat-ihracat) limanları

#### 6.2)Transit limanlar

#### 6.3)Bölgesel ve mahalli limanlar

#### 6.4)Liman içinde serbest liman veya bölgeler

6.5)Gümrük limanı

## 7)İdari Tarzlarına Göre Limanlar

7.1)Özerk limanlar

-Özerk idare

-Diğerleri

7.2)Kamu otoriteleri tarafından kontrol edilen limanlar

-Özel endüstri kuruluşları tarafından

-Hem kamu hem de özel endüstri kuruluşları tarafından kontrol edilen limanlar

Yukarıda sıralanan liman tiplerinin tümüne coğrafik konumu ve iktisadi işletme durumları göz önüne alınarak mevcut olduğu kapasite olanaklarının en verimli şekilde kullanılması için kapasite planlaması yapmak şart koşulmaktadır. Bu açılardan, limanlar terminal işletmeciliği konusunda uzmanlaşmaktadırlar.

Terminaller , liman içerisinde belirli bir yük trafiğinin elleçlenmesi amacıyla yönelik olarak belirli tesislere, teknik ve işletme modellerine sahip liman alt kesimleridir. Bir limanda terminaller:

- yüklerin gemilere yüklendiği veya boşaltıldığı deniz rıhtımları
- yük trafiğinin belirli bir süre bekletildiği, depolandığı, biriktirildiği ambarlar, depolar ve toplanma sahaları,
- yüklerin kara taşıtlarından boşaltıldığı kara taşıtlarına yüklendiği kara rıhtımları,
- terminal içerisinde yük trafiğinin elleçlenmesine, hareketine taşıma işlemine olanak veren elleçleme araçları çalışma alanları,şeklinde alt hizmet kanallarını içerir. Terminaller, ayrıca belirtilen elleçleme depolama, ,istifleme, yükleme-boşaltma, aktarma elleçleme hizmet kanallarında yeterli kapasitede ve sayıda liman elleçleme taşıma araçları bulundurulur. Limanlar işlem gördüğü trafik türüne göre değişik adları alırlar. Terminaller de trafik türüne ayrılan limanlar gibi konteynır terminali genel kargo terminali, Ro-Ro terminali, dökme yük terminali olarak tanımlanabilir. Bu terminallerin tümünün bir limanda bulunması liman işletmesinin yeterli alt yapı ve mali yapısına sahip olduğunu ve yük elleçleme, depolama ve gemi kabul kapasitesinin yeterli derecede yüksek olduğunu

belirtmektedir.<sup>14</sup>

Liman ve deniz yolu trafiği diğer taşıma sistemi ve trafik türlerine göre karşılaştırmalı olarak büyük hacimli, uzun yol ve zaman değeri büyük olmayan yük trafiğidir. Liman trafiği, teknik ve taşıma özelliklerin bağlı olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- Bayrak Devleti'nin limanları arasında yükleme ve boşaltma şeklinde ortaya çıkan kabotaj trafiği,
- gemiye sadece yükleme şeklinde ortaya çıkan ihracat trafiği,
- gemiden sadece boşaltma şeklinde ortaya çıkan ithalat trafiği,
- ülke limanlarına girdikten sonra bir gemiden sadece boşaltma şeklinde ya da gemiye yükleme şeklinde ortaya çıkan ve ülke dışına giden transit trafik olarak sınıflandırılabilir.

Liman trafiği liman işletme dönemin içinde yıldan yıla değişen değerleri ile bir yıllık işletme dönemi içinde mevsimlik, aylık, haftalık dalgalanmalar şeklinde ortaya çıkabilir. Trafik dalgalanmaları olasılıkları tahmin edilebilen veya rasgele etkenlere bağlı olarak gerçekleşir.<sup>15</sup>

Burada belirtilen deniz ve liman trafiğinin tahmin edilebilen veya rastgele değerlerinin belirlenmesi, ekonomik, optimum deniz ve liman işletmeciliği koşullarının geliştirilmesi yönünden ilk aşama olmaktadır

### 1.5. Limanlardaki Ek Tesisler

Bir limanda gerçekleştirilen yük faaliyetlerinin süratle gerçekleştirilmesi için çeşitli destek sistem ve tesislere gerek duyulmaktadır. Bu sistem ve tesisler sayesinde yük hareket olanakları arttırılmakta ve bağlantılar hızlandırılarak ticaretin gelişmesi sağlanmaktadır. Ülkemizde de liman faaliyetlerinin kolaylaştırmasıyla ilgili olarak geliştirilmesi gereken destek sistem ve tesisler bu şekilde sıralanabilir:

#### a. Demiryolları

<sup>14</sup> Saadettin Özen, 'Limanlarda Optimum Kapasite İşletme Koşulları', İstanbul, 1994 s.4

<sup>15</sup> Özen, s.6

- b. Karayolları
- c. İnternet ve diğler iletişim hizmetleri
- d. Temiz su tesisi
- e. Enerji kaynakları
- f. Acil durum sistemleri
- g. Arıtma tesisi

Kuyruk modelinin limanlarda uygulanabilirliğini keşfetmeye çalışacağımız bu çalışmada şu ana kadar liman işletmeciliği üzerine temel kavram ve bilgilere değinildi Deniz Ticaret Odası ve Marmara Bölgesi'nde faaliyet gösteren liman işletmelerinin web sayfalarından o limanlara ait bilgileri derlendi.

Yukarıda kısaca belirtilen Marmara Bölgesi Limanları'ndan Haydarpaşa Limanı kuyruk teorisinin uygulanabilirliği açısından model alınmıştır. Bu alışma öğrenmeye ve keşfetmeye yönelik bir çalışma olmuştur.

### **1.6. Liman İşletmeciliğinde Gemi Trafiği Planlaması**

Denizyolu taşımacılında , gemi sayısının her geçen gün artması ve buna bağlı olarak liman sayısı, liman içi tesislerinin artırılarak daha modernize hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Liman işletmelerinde talep dalgalanmaları , limanda sıkışıklığa tıkanıklığa neden olabilmektedir. Gemilerin bekleme sürelerinin artması , buna bağlı boş servis , aylak kapasite oluşması ve maliyet artışları, limanlarda ek tesis-teçhizat veya yeni liman inşası gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Gemi trafiğinin planlanması , geminin limana gelme zaman maliyeti, limanda mevcut kuyruk uzunluğuna bağlı bekleme maliyeti ve servis hizmeti maliyeti toplamının minimum olması ilkesine göre yapılır.

Bekleme hattı(kuyruk) modeli ile, liman trafik yoğunluğu, rıştım elleçleme hızı verileri kullanılarak, rıştım sayıları planlaması yk trafiğinin atanması analizi yapılabilir. Bu çözümlenelerde gemilerin ve içindeki birimlerin bekleme maliyetleri ile limanların işletme maliyeti optimum olacak şekilde planlama yapılarak ve kaynak kayıpları minimuma indirilebilir.



Gemi trafiği analiz edilerek kuyruk uzunluğu ve servis sistemindeki aksaklıklar giderilebilir. Bu analizler için kullanılan kriterler ; toplam gemi zamanı, bekleme zamanı , servis zamanı, gemi verimi ve posta verimi olarak sayılabilir.

#### **1.6.1 Toplam Gemi Zamanı**

Bu kriter, limanların hizmet kalitesini gösteren en önemli kriterlerden biridir. Birim zaman içinde gemilerin limanda harcamış oldukları ortalama gemi zamanları ortalamasıdır.

**Toplam Gemi zamanı = Bekleme zamanı + Servis zamanı**

#### **1.6.2 Bekleme zamanı**

Bekleme zamanı, geminin limana gelişı ile yükleme boşaltma işlemine başlamak üzere kendisine bir rıhtım tahsis edilmesine kadar geçen süredir. Bu durumda gemiler kendileri için ayrılmış demirleme sahasında beklerler.

#### **1.6.3 Servis zamanı**

Rıhtım tahsisi yapılabildiği andan itibaren , rıhtıma yanaşma , yükleme/boşaltma ve nihayetinde rıhtımdan ayrılma anına kadar geçen süredir.

#### **1.6.4 Gemi Verimi**

Gemi verimi, yüklerin elleçlenmelerinde verimliliği gösteren ve elleçlenen yük miktarının/adedinin gemi çalışma saatine oranıyla belirlenen bir kriterdir

$$Gv = \frac{\text{Yükleme/boşaltma miktarı/adedi}}{\text{Yükleme /boşaltma süresi}}$$

### 1.6.5 Posta Verimi

Değişik yüklerin ve elleçleme yapan postaların birbirlerine göre farklarını tesbit etmek için kullanılan kriterdir.

$$P_v = \frac{\text{Posta süresince elleçlenen yük miktarı/adedi}}{\text{Posta çalışma süresi}}$$

### 1.7 Konunun Geçmişi

Kuyruk teorisi ve servis hatlarının kapasite planlama uygulaması çalışmaları çok eski yıllara dayanmaktadır. Kuyruk teorisi ile ilgili yayınlanan ilk eser 1907 yılında Johannsen tarafından yazılan “Waiting Times and Number of Calls” başlıklı makaledir. Daha sonra Danimarkalı Mühendis Karl Erlang’ın 1909 da ‘Application of the Theory or Probability To Telephone Problems’ telefon sistemlerindeki sıra bekleme sorununu inceleyen araştırmalarının yer aldığı bir dizi makale bu alanda yapılacak çalışmaları hızlandıran ve etkileyen ilk eserlerdir. Yine Pollaczek 1960 li yıllarda çok kanallı sıra bekleme sistemleri için genel geliş ve servis zamanlarını analitik olarak inceleyerek modeller geliştirilmiştir. Böylece ilk başlarda pratik amaçlar için ortaya çıkan kuyruk problemi daha sonra yapılan çalışmalarla güçlü bir teorik yapıya sahip olmuştur.<sup>16</sup>

Ülkemizde kuyruk teorisi ile ilgili başlıca çalışmalar 1968 yılında İstanbul’da Karayalçın tarafından hazırlanan “Harekat Araştırması” ve 1991 yılında İstanbul’da O. Hallaç tarafından hazırlanan “Kantitatif Karar Verme Teknikleri” adlı kitaplardır. Bu kitaplarda tek ve çok kanallı kuyruk modelleri ele alınarak çok kanallı servis sistemlerine uygulanmıştır. 1986 yılında H. Sarıaslan tarafından Ankara’da hazırlanan “Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği” adlı eserde Kuyruk teorisi modelleri üzerinde durulmuş ve Ankara Belediyesi EGO otobüs tamir bakım atölyelerine uygulanmıştır.

---

<sup>16</sup> TDİ A.Ş. Limanları, ‘Limanlardaki Gelişmeler’ DTO 1998 Sektör Raporu, İstanbul , 1998 s.166

Günümüzde Kuyruk teorisi pek çok alanda yapılan bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Kuyruk teorisinin uygulandığı alanlar olarak; telefon hattı sistemleri, hava alanı pist sayıları, gemilerin yükleme ve boşaltma hatları, hastanelerde poliklinik ve yatak sayıları, demiryolu hatları ve demiryolu sınıflandırma hatları, işletmelerde ürün akışı, trafik ışıklarının zamanlanması ve bilgisayar sistemleri, daha kısa bir ifade ile müşteri ve hizmet sistemleri sayılabilmektedir.

### **1.8 Araştırmanın Amacı**

Marmara Bölgesi Limanları'ndan Haydarpaşa Limanı baz alınarak 'Kuyruk Teorisi'nin (bekleme hattı modeli) Marmara Bölgesi'nde bulunan bir liman işletmesinde uygulama sonuçları ve optimum kapasite ' konulu bilgi edinme ve keşfetmeye yönelik bu çalışmamda ilgili limana bir servis kanalı tasarlanarak, bu liman için bir kapasite ve talep yönetim modeli geliştirilmesi amaçlanacaktır. Bu modelle, artan trafik hacmi ile trafik talebinin dalgalanmasına bağlı olarak ilgili limanda gemilerin bekleme zaman maliyetleri, servis olanaklarının boş kalma maliyetleri ve limandaki yük trafiğinin varış noktalarına taşıma ve zaman maliyetleri toplamının minimum olması amacıyla yönelik olarak gemilerin beklemeksizin limana yanaştırılarak servise alınması veya azalan trafik yoğunluğu ve rıhtımların boş kalmasından kaynaklanan maliyet artışını minimize edecek tedbirlerin alınarak optimum rıhtım sayısının tespiti amaçlanmaktadır.

### **1.9 Araştırmanın Yararı**

Bu çalışma ile, esas alınan limanın bulunduğu bölgenin sosyo-ekonomik göstergelerine, daha ayrıntıda bölgenin üretim, gelir ve tüketim düzeylerine, talebin büyüme hızına, talebin zaman değerine, alt yapının geliştirme olanaklarının talebi karşılama derecesine bakılacaktır. Bu uygulama çalışması liman işletmeleri için, toplam işletme maliyetleri açısından uygulanabilir bir model olarak faydalı olabilecektir. Ayrıca sadece liman ve iskele işletmesi yapan kuruluşlar içinde işletme maliyetlerinin düşürülmesi hususunda yararlı olacaktır.

### **1.10 Araştırmanın Sınırları**

Bu çalışmada kuyruk modeli Marmara Bölgesi'nde bulunan bir liman işletmesine uygulanmıştır. Bu liman işletmesi'nin gemi trafiği, rıhtım sayısı , elleçlenen konteyner miktarı ve rıhtım işgal oranı esas alınmıştır.

### **1.11 Araştırmanın Yargılanması**

Haydarpaşa limanının kapasitesinin zaman içerisinde dalgalanan gemi ve yk hacmine cevap verebilmesi için limanda etkin bir yönetim biçiminin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi taktirde bu limanda gemilerin rastgele gelişlerine ve limanın kapasite sınırlılığına bağlı olarak sıkışıklıklar olabilecek, boş servis durumları meydana gelebilecek ve gemilerin bekleme maliyetlerinin, ayrıca liman işletme maliyetlerinin artması ve buna bağlı olarak kaynak kayıpları kaçınılmaz bir sonuç olabilecektir.

Bu çalışmada verilere ulaşmak oldukça zor olmuştur. Liman işletmeciliği üzerine kaynak sıkıntısının oluşu, uygulama için gemi ve yk trafiğine ilişkin verilerin kolay alınamaması araştırma sürecinde negatif yönlü hususlar olmuşlardır.



## **II.BÖLÜM-YÖNTEM**



## 2.1. Araştırma Probleminin Tanımı

Liman işletmelerinde kaynakların etkin kullanımı ve darboğazlara sebebiyet verilmemesi için limanların geliştirilmesi aşamasında gerekli olan işletme ve kapasite modellerin kuyruk yöntemi ile çözümü gerekebilmektedir.

Bu genel belirleme çerçevesinde Haydarpaşa Limanı'nın şu anda mevcut gemi trafiği ve gelecekte daha da artabilecek gemi trafiği sonunda ulaştırma yapılarının ve limanın etkinlik, verimlik ve düşük maliyet modeli çerçevesinde planlanması , limanda şu anda mevcut kaynakların etkin kullanımı ve ileride sıklıkla sebebiyet verilmemesi için limanın geliştirilmesi aşamasında oluşturulması gerekli olan işletme ve kapasite modellerinin bekleme hattı teorileri ile çözümünü gerektirmektedir.

## 2.2. Araştırmanın Ön Çalışması

### 2.2.1. Kuyruk(Bekleme Hattı) Teorisi Kavramı

Kuyruk teorisi veya bekleme hattı ile günlük yaşamda sık sık karşılaşılır. Sinema salonlarının önünde, stadyumlarda, otobüs ve dolmuş duraklarında, limanlarda, akaryakıtı istasyonlarında, boğaz geçişlerinde belirli kuyruklar meydana gelir. Bütün bu bekleme ve kuyruk durumları zaman kayıpları ve maliyet artışlarına neden olur.

İşletmelerde çeşitli faaliyetlerin yapılması sırasında bir kuyruk durumu ortaya çıkabilmektedir.<sup>17</sup> Örneğin liman işletmelerinde servis imkanlarının yetersizliği nedeniyle bekleme hattında oluşan kuyruklar oluşabilmektedir. İşletmedeki yükleme-boşaltma araçlarının yetersizliği, oluşan arızalar nedeniyle çalışanların aylak olarak beklemek zorunda kalmaları önemli miktarda maliyet artışına neden olmaktadır.<sup>18</sup>

Eğer bir servisin talep miktarı önceden biliniyorsa, tahmin edilebiliyorsa servis etkinliğini artıracak bekleme durumu ortadan kaldırılabilir. Ancak bununla birlikte, servisle ilgili varışların , gelişlerin

<sup>17</sup> Hüseyin Özgen, Yöneylem Araştırması, İ.T.İ.A.Müh.Y.O. Yayınları, Ankara, 1977

<sup>18</sup> Mahmut Tekin, Kantitatif Karar Verme Teknikleri, Konya, 1999, s.219

ne zaman olacağı, ihtiyaç duyulan servisi oluşturabilmek için bekleme hattının özelliklerinin iyi bir şekilde analiz edilerek belirlenmesi gerekecektir.<sup>19</sup>

Bekleme hatları aşağıdaki özelliklere bağlı olarak birtakım elemanlara ayrılabilir;

**a-**Müşteriler veya servisten yararlanmak üzere gelenler

**b-**Müşterilerin talep zamanları veya taleple ilgili belirsizlikler.

**c-**Servis imkanları ve servisi meydana getiren elemanlar.

**d-**Servisin hizmeti karşılama sırasında, servis zamanı ile ilgili olan belirsizlik faktörleri.

**e-**Müşterilerin kuyruk zamanında veya servis için geldiklerinde, müşteri davranışları ile ilgili ortaya çıkan belirsizlik faktörleridir.

Aşağıdaki tablo'da bekleme hattı durumlarını genel olarak görebiliriz.

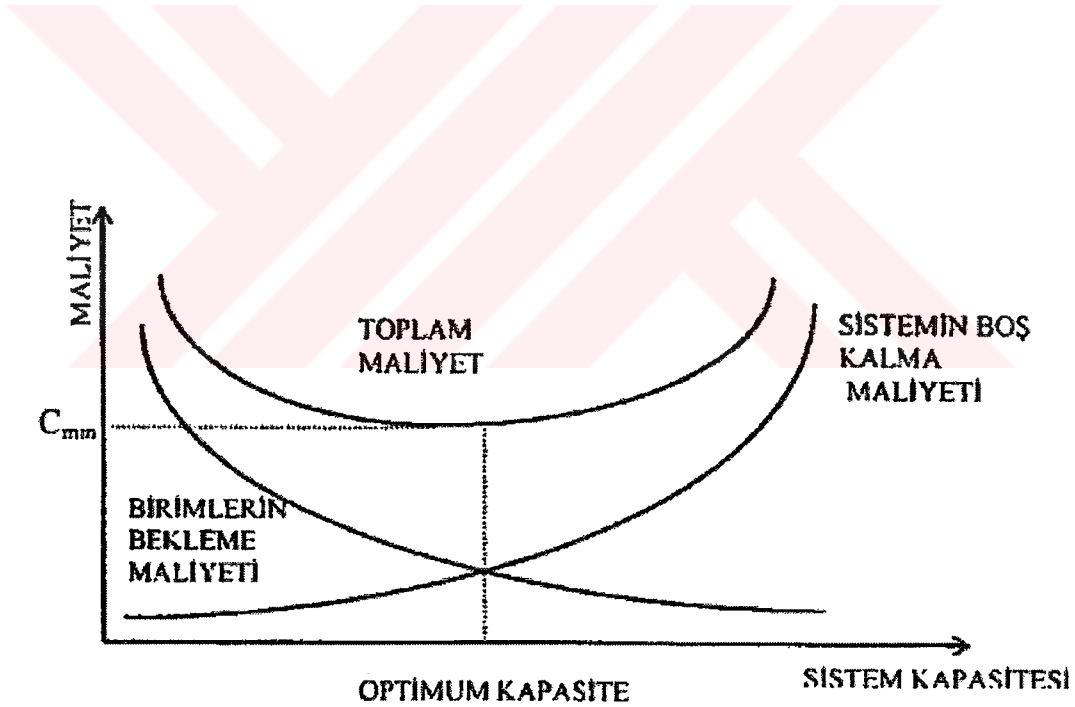
<b>YER</b>	<b>GELİŞLER</b>	<b>SERVİS HİZMETİ</b>
HAVA LİMANI	UÇAKLAR	İNİŞ VE KALKIŞLAR
LİMAN	GEMİLER	YÜKLEME/BOŞALTMA
OTO TAMİR MERKEZİ	OTOMOBİLLER	TAMİR-BAKIM
BENZİN İSTASYONU	OTOMOBİL	BENZİN-MAZOT
TİYATRO	MÜŞTERİLER	BİLET SATIŞI

Kuyruk teorisinin en iyi işleyiş şekli; servis imkanları ve müşteri varışları arasında ideal bir denge sağlamaktan geçer. Servis sayısının fazla miktarda olması durumu, servisin aylak veya boş kalmasına sebep olacak ve buna bağlı olarak servis maliyetlerinde önemli artışlar meydana gelebilecektir.

<sup>19</sup> Barry Render, Quantative Analysis for Management, Second Edition, Ally and Bacon, Inc., 1985, S.507

Müşteri gelişlerinin, servis sayısından ve imkanlarından fazla olması durumunda ise; müşterilerin çok beklemesi, müşterilerde olumsuz bir etki meydana getirerek işletmenin isminin yıpranmasına sebep olabilecektir.

Bekleme hattı modellerinin amacı, servis maliyeti ile bekleme maliyeti arasında optimal bir dengenin kurulmasına yardımcı olmaya çalışmaktır.<sup>20</sup> Servis maliyeti(sistemin boş kalma maliyeti), servisi meydana getiren işleyiş elemanlarının (ücret, maaş, arıza-bakım, yakıt giderleri v.b. gibi)gider ve masraflarından meydana gelmektedir. Bekleme maliyeti ise; müşterilerin servis imkanlarından yararlanmak için kuyrukta geçirdikleri bekleme süresindeki zaman maliyetinden meydana gelmektedir. Aşağıdaki grafikte, sistemin boş kalma maliyeti ve birimlerin kuyrukta beklemesinden kaynaklanan maliyet arasındaki ilişki görülmektedir.<sup>21</sup>



Şekil 1: Optimum kapasite analizi.

<sup>20</sup> Hamdy A.Taha ,Operations Research-An Introduction,Third Edition ,Macmillan Publishing Co.Inc.,1982,s.594

<sup>21</sup> Saadetin Özen ,'Konteyner Terminallerinde Depolama Sahalarının Boyutlandırılması Araştırma Makalesi'YTÜD,Istanbul, 2003-02 s.47



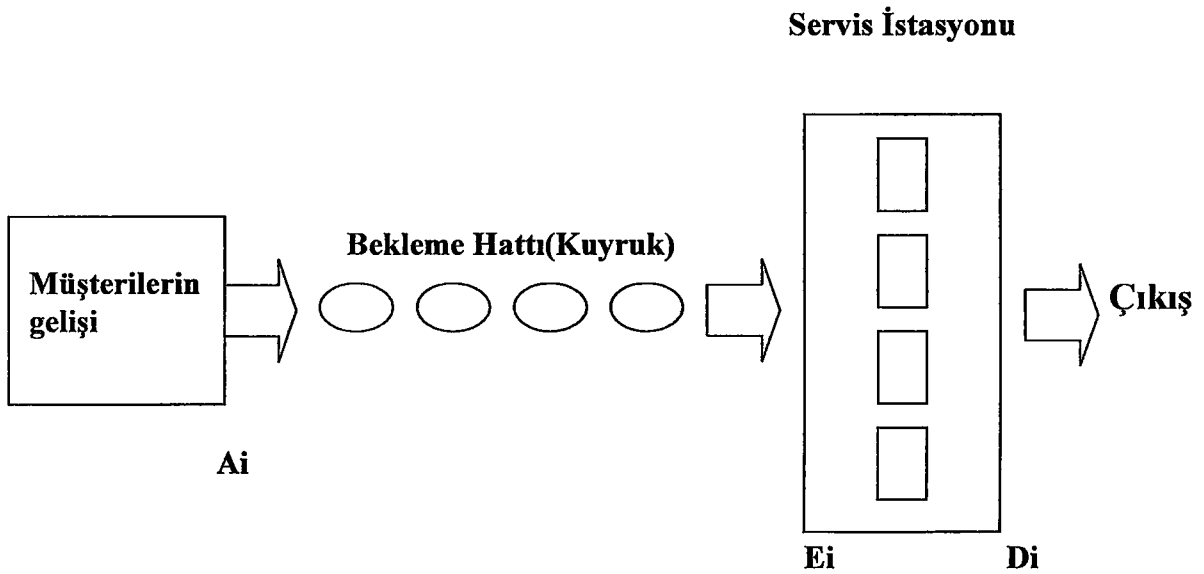
Grafikte, sistem kapasitesi arttığı takdirde , sistemin boş kalma maliyeti (servis maliyeti) artarken, bekleme maliyeti azalmaktadır. Buna karşılık sistem kapasitesi arttığı sürece, servis maliyetlerinin de arttığı görülmektedir. Cmin. noktasında sistemin boş kalma maliyeti ve birimlerin bekleme maliyet eğrilerinin kesiştiği görülmektedir. Bu nokta, toplam servis maliyetlerinin en az (optimum) olduğu noktadır.

Aynı mantıkla, limanları ve gemileri ele aldığımızda, gemi işletmecisi bir limana geldiğinde bekletilmeden hizmet görmek ve limanda harcadığı zamanı minimuma indirmek ister. Çünkü, gemisinin limanda bekleme maliyetinin oluşmasını istemez. Liman işletmecisi de rıhtımlarını maksimum dolulukla kullanmayı, bu şekilde boş kalma maliyetinden kurtulmayı ister. Kuyruk modelleri, gemilerin limanda bekleme maliyetleri ile rıhtımların boş kalma maliyetleri arasında bir denge kurmak için kullanılabilir.

### 2.2.2. Kuyruk ( Bekleme Hattı) Teorisinin Temel Yapısı

Bekleme hattı modeli temel yapısı başlıca üç elemandan meydana gelmektedir. Bu elemanlar;

1. Müşteri gelişi.
2. Bekleme hattı ( kuyruk ) .
3. Servis istasyonu



Şekil 2: Bekleme hattı temel yapısı.

Servis sistemi: servis kanalları ile servis için bekleyen birimler bütünlüğü

$A_i$  :i, Birimin s sistemine geliş anı

$E_i$  : i,Birimin servis kanalına giriş anı

$D_i$  :i, Birimin servis kanalından/sisteminden çıkış anı

Servis sisteminde;

i. birimin bekleme süresi  $w_i = E_i - A_i$

i. birimin servis süresi  $s_i = D_i - E_i$

i. birimin bulunma süresi  $w_i + s_i = D_i - A_i$

**1-Müşteri Gelişi:** Bekleme sistemine gelen birimlerin hangi ilkelere göre geldiğini göstermektedir. Müşteri gelişleri , hizmet talebinde bulunan müşterilerin sisteme gelişinin ilk basamağıdır. Burada müşteri bir insan olabileceği gibi, bir araç ya da makine, limana giriş için bekleyen bir gemi, veya işlem için bekleyen bir sipariş olabilir. Sistemin girdi sürecinin belirlenebilmesi için gelişlerin zaman aralıklarının, sayısının ve kaynağının bilinmesi gereklidir.<sup>22</sup>

Gelişler ve bekleme sistemi değişik biçimlerde olabilmektedir.;

**a-Belirli bir zamandaki gelişlerin sayısı tek, sabit sayıda gruplar veya değişken sayıda gruplar halinde olabilmektedir.**

**b-Potansiyel müşterilerin sayısı belirli veya sonsuz olabilmektedir.**

**c-Müşterilerin gelişleri arasındaki zaman aralıkları sabit, rastgele, üstel veya başka bir dağılım şeklinde olabilmektedir.**

**d-Geliş ortalama oranı üç şekilde olabilmektedir. Bu oran; sabit, zamanla birlikte birlikte değişken ve bekleme hattındaki durumdan etkilenebilir özellikte olabilir.**

<sup>22</sup> Halil Sarıaslan,Sıra bekleme sistemleri,Ankara Üniversitesi Yayını,Ankara,1986, s.9.

e-Dış kaynakların müşterilerin gelişleri üzerinde etkisi olabilir.

**2-Bekleme Hattı(Kuyruk):** Bir sıra bekleme sistemine hizmet talebi, hizmet kapasitesinden büyükse, sistem içinde müşterilerin beklediği bir kuyruk oluşur. Bekleme hattı, çok sayıda müşterilerin bir yer veya hat şekline dönüşebilir. Bekleme hattında bekleyen müşteriler için servis istasyonu hizmeti bazı kurallara göre belirlenebilmektedir. Bekleme hattında bulunan müşterilerin servis istasyonuna alınması ; FIFO, Öncelik Kuralı, LIFO, SIRO kurallarına göre yapılabilmektedir. Bunları sırasıyla açıklayalım;

**a-FIFO:** Bu kurala göre , müşterilerden ilk önce gelen , ilk olarak servise alınmaktadır. İlk giren ilk çıkar metodu olarak da adlandırılan bu kural, müşterilerin bekleme hattına geliş zamanlarını dikkate alarak müşterilerin servis sıralarını belirlemektedir. Özellikle yolcu gemileri için bu kural uygulanmaktadır.

**b-Öncelik Kuralı:** Bu kurala göre, bekleme hattına gelen müşterilerden bazalarına servis için öncelik verilebilmektedir. Özellikle sistemin çalışmasına veya devamına yardımcı olan elemanlarda bekleme olabilir. Kuruyük terminalinde bulunan bir vincin arızalanması durumunda , önce gelen kuruyük gemisi atlanılarak konteyner gemisi limana alınabilir.

**c-LIFO:** Bu kurala göre bekleme hattına en son gelen müşteri servise en önce gönderilebilir. Tehlikeli yük taşıyan gemiler, çoğunlukla demirleme sahasında bekletilmeden en önce limana alınırlar.

**d-SIRO:** Bu durumda bekleme hattındaki müşteriler rastgele olarak servis istasyonuna alınırlar.

**3.Servis İstasyonu:** Bekleme hattında belirli bir servis kuralına göre alınan müşteriler işleme tabi tutularak , servis istasyonuna gönderilmektedir. Servis istasyonunun başlıca özellikleri şunlardır;

**a-Servis istasyonu bir veya birden fazla sayıda servis kanallarından oluşabilir.**

**b-Müşterilere servis hizmeti, belirli bir zamanda birer birer, sabit sayıda gruplar veya değişken sayıda gruplar halinde sunulabilmektedir.**

c-Servis istasyonu , sürekli veya aralıklı olarak çalışabilmektedir.

d-Servisin tamamlanması sabit, üstel veya başka dağılıma göre olabilmektedir.<sup>23</sup>

### 2.2.3. Bekleme Hattı(Kuyruk) Modellerinde Kullanılan Notasyonlar Ve Temel Formüller

#### a-Geliş yoğunluğu(geliş debisi) ( $\lambda$ ):

Birim zamanda servis görmek üzere gelen müşterilerin sayısıdır. Bekleme hattına gelen müşterilerin belirli bir birim zaman içerisinde ki ortalama sayısı. (sayı/saat v.b.gibi.).

$$\frac{1}{\lambda} = \text{Müşterilerin gelişleri arasındaki ortalama zaman aralığı.}$$

#### b-Servis yoğunluğu ( servis debisi ) ( $\mu$ ):

Belirli bir zaman içinde servis kanalı içindeki müşteri sayısıdır. Belirli bir zaman birimi içerisindeki servis gören ortalama birim sayısı ( sayı/saat).

$$\frac{1}{\mu} = \text{Her serviste harcanan ortalama süre.}$$

#### c-Servis Disiplini:

Müşterilerin hangi sırayla servis göreceğini belirleyen yöntemdir.

#### d-Geliş Kaynağı:

Müşteri veren grubun büyüklüğü veya hacmidir.

---

<sup>23</sup> Mahmut Tekin,Kantitatif Karar Verme Teknikleri,Konya,1999,s.224

**e-Geliş Hızı Dağılımı:**

Geliş hızının Poisson Dağılımı'na uyduğu varsayılır.

**f-Kuyruktaki Ortalama Müşteri Sayısı (  $L_q$  ) :**

Bekleme hattı içindeki müşteri sayısıdır.Kuyruk uzunluğudur.

**g-Sistemde Ortalama Müşteri Sayısı (  $L_s$  ) :**

Servis görmekte olan ve kuyrukta beklemekte olan müşteri sayısıdır.Bekleme sistemi içindeki müşteri sayısını gösterir.

**h-Kuyrukta bekleme süresi (  $W_q$  ) :**

Bir müşterinin kuyrukta bekleyerek harcadığı süredir.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

**ı-Sistemde Bekleme Süresi (  $W_s$  ) :**

Müşterinin bekleme süresi ile serviste harcadığı toplam süredir.Bekleme sisteminde geçen toplam süredir.

**j-Servis imkanlarının tamamen aylak olması ihtimali (  $P_0$  )**

**k-Bekleme sisteminin Meşgul Olma Olasılığı(Sistem Kullanım Faktörü) (  $\rho$  )**

Sistemin servis kanal sayısı =  $c = 1$  ise;

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

**l.Bekleme sistemi içindeki toplam müşteri sayısı (  $n$  )**

## 2.2.4 Bekleme Hattı( kuyruk) Modelleri Çeşitleri

Açıklamaya geçmeden önce bu modellerin dayandığı varsayımları açıklayalım, bekleme modelleri çoğunlukla aşağıdaki varsayımlara dayanmaktadır;<sup>24</sup>

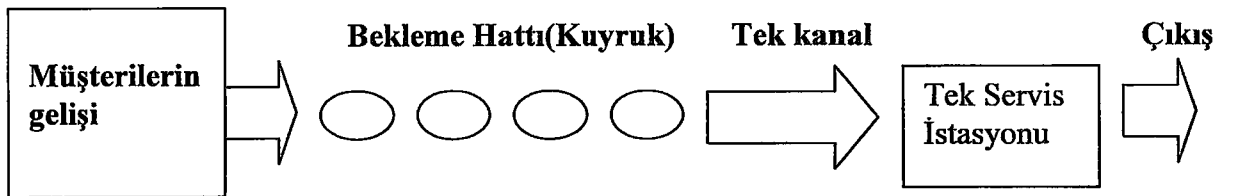
- Bekleme hattına birimlerin varışları Poisson Dağılımına göre olmaktadır.
- Servis kuralı çoğunlukla FIFO Kuralı'na göre olmaktadır.
- Servis ortalaması, geliş ortalamasından büyük olabilmektedir.

### 2.2.4.1 Tek kanallı bekleme hattı modeli

Tek kanal üzerinden servis olanağı sunan , yani zamanın herhangi bir anında hizmet verecek tek kanallı kuyruk sistemidir. Bu modelde müşterilerin sisteme geliş süreçlerinin Poisson Dağılımı, servis süreçlerinin ise üstel dağılım özelliği gösterdiği varsayılacağı gibi , kuyrukta bekleyenlerden ilk gelen ilk hizmet görecektir.

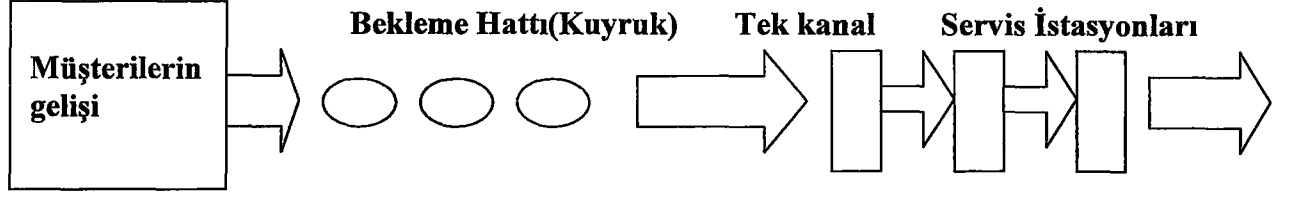
Kuyruk modeli için analitik sonuçlar elde etmeden önce sistemdeki ortalama müşteri sayısı belirlenmelidir.Çünkü bu sayılar sistemde müşterilerin sayısal olarak dağılımını bulmada gereklidir.

Aşağıdaki şekilde bu model şematik olarak belirtilmektedir ;



Şekil: 3 Tek kanal tek servis istasyonu durumu

<sup>24</sup> Mahmut Tekin,Kantitatif Karar Verme Teknikleri,Konya,1999,s.227



Şekil 4: Tek kanal , çok istasyon durumu

Tek kanallı kuyruk modelleri çok kanallı modellerin özel halini oluşturmaktadır. Çok kanallı kuyruk problemlerine benzer şekildeki matematik bağıntı ve kabuller burada da geçerlidir. Sadece tek farkı hizmetin tek kanaldan verilmesidir.

Çok kanallı kuyruk modelindeki kanal sayısı yerine  $n=1$  yazılarak gerekli çözümlere ulaşılabilmektedir.<sup>25</sup>

**a-**Tek kanallı bekleme hattı modellerinde belirli bir zaman aralığında hiç müşteri bulunmama ihtimali,<sup>26</sup>

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

**b-**Bekleme sisteminde  $n$  sayıda birimin bulunması ihtimali;

$$P_n = 1 - \left( \frac{\lambda}{\mu} \right) \cdot \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n$$

<sup>25</sup> Hüseyin Özgen, Yöneylem Araştırması, İ.T.İ.A.Müh.Y.O. Yayınları, Ankara, 1977

<sup>26</sup> Tekin ,s.228,229

c-Bekleme hattında olması beklenen ortalama müşteri sayısı ( $L_q$ )

$$L_q = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{1 - \frac{\lambda}{\mu}} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

d-Bekleme hattındaki beklenen müşteri sayısı( bir bekleme hattının olması varsayımı altında);

$$L_E = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

e-Bekleme sistemi içindeki ortalama birim sayısı;

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

f-Bekleme hattında ortalama bekleme süresi;

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{L_q}{\lambda}$$



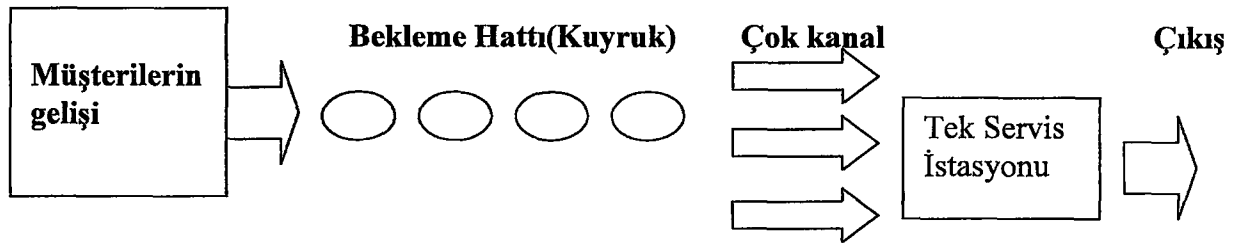
g-Bekleme sistemi içerisindeki ortalama bekleme süresi;

$$W_s = W_q + \frac{1}{\lambda}$$

#### 2.2.4.2. Çok Kanallı Bekleme Hattı Modeli

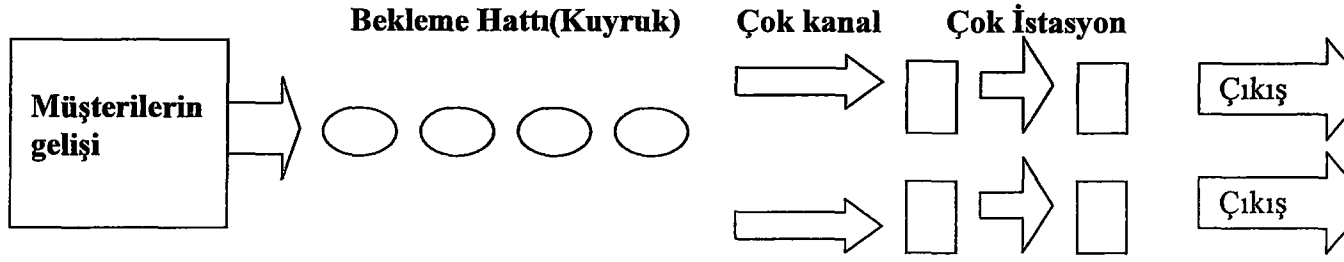
Bu modelde, kuyruk sistemindeki servis kanalları birbirine benzediği gibi tek kuyruk dizisine giren müşteri, sırası gelince mümkün olan ilk kanala girer. Ayrıca müşterilerin geliş kaynağı sonsuz ve kuyruk uzunluğunu sınırlayan bir durum yoktur.<sup>27</sup>

Müşterilerin kuyruk sistemine gelişlerinin Poisson Dağılımı'na uyduğu varsayılacaktır. Modelde k sayıda servis kanalı olduğu varsayılır.



Şekil 5: Çok kanal tek servis istasyonu durumu,

<sup>27</sup> Sarıaşlan, s.10



Şekil 6: Çok kanal , çok istasyon durumu,

Çok kanallı bekleme modellerinde kullanılan notasyonlar ve formüller şöyledir<sup>28</sup>

$k$  = kanal sayısı.

$\lambda$  = geliş debisi

$\mu$  = servis debisi

$n$  = sistemdeki müşteri sayısı.

olmak üzere;

a-Sistemde hiç müşteri bulunmama olasılığı;

$k\mu > \lambda$  için,  $P_0$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \left\{ \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda} \right\}}$$

<sup>28</sup> Hamdy Taha, Operations Research-An Introduction for Management ,Macmillan Publishing Co. ,1982 s.596

**b-Sistemde bekleyen ortalama müşteri sayısı;**

$L_s$  ;

$$\frac{\lambda \mu (\lambda/\mu)^k}{(k-1)! (k\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} = L_s$$

**c-Bir birim geldiğinde beklemek zorunda kalma ihtimali ( $P_k$ ), sistemde  $k$  veya daha fazla birim bulunma ihtimalidir.**

$$P(n+k) = \sum_{n=k}^{\infty} P_n$$

$n \geq k$  için;

$$P_k = \frac{1}{k!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \cdot \frac{k\mu}{k\mu-\lambda} \cdot P_0$$

**d-Kuyrukta bekleyen müşteri sayısı ( $L_q$ );**

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

e-Kuyrukta bekleme süresi;

$$W_q = \frac{\mu (\lambda/\mu)^k \cdot P_0}{(k-1)! (\mu-\lambda)^2}$$

f-Sistemde bekleme süresi;

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Günümüzde bekleme modelleri, hizmet üretimi yapan birçok işletmenin problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Bekleme modellerinin kullanıldığı başlıca alanlar akaryakıt, petrol dolum merkezleri, limanlar, hava alanları, rafineriler, hastaneler, tamir-bakım planlaması yapan işletmeler, kamyonlarla yük doldurma ve boşalma işlemleri, otomobil servis istasyonları, bankalar, posta-telefon, telgraf işletmeleri olarak sayılabilir.

### 2.2.5. Simülasyon tekniği

Bu yöntem ile gemi geliş dağılımları, hizmet dağılımları kuyruk disiplini tanımlarına göre kurulmakta olup, bu kurulan model yardımı ile en düşük toplam maliyeti veren limandaki gemi sayısı bulunmaktadır. Simülasyon(benzetim) tekniği yöntemi , bir sistemin matematiksel modeli verilmesi durumunda, analitik yolla çözüme ulaşılamazsa, nümerik yolla çözüme adım adım yaklaşılması prosedürüdür.

Diğer bir deyişle, sistemin benzetimi, sistemin modelinin kurulup, bu model üzerinde gerçek sistemde olanaksız, zor veya yüksek maliyetli deneylerin daha küçük maliyetle gerçekleştirilmesi ve modelin çıktıları ile gerçek sistemin işleyişi hakkında bilgi edinme çabalarıdır.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> S.Tuğcu,'Liman yatırımı ve planlamasında benzetim yöntemi uygulaması'Doçentlik tezi,Boğaziçi Üniversitesi,İstanbul 1979, s:25

edinme çabalarıdır.<sup>29</sup>

Simülasyon yönteminin prosedürü aşağıdaki gibi açıklanabilir;<sup>30</sup>

- 1-T=0 anında simülasyon başlar. Belirlenen geliş düzenine göre ilk gemi gelir.
- 2-Gemi gelişlerinin Poisson Dağılımına uyduğu varsayılır ve gemi gelirse sonraki maddeye geçilir.
- 3-Eğer rıhtım boş ise; gemi rıhtıma yanaştırılır ve sonraki maddeye geçilir.Eğer rıhtım meşgul ise; rıhtımda gemi bulunuyorsa, bekleyen gemiler hattına geçilir.
- 4-Geminin boyu ve tipine göre uygun sayıdaki elleçleme ekipmanı ile yükün boşaltılmasına başlanır.
- 5-İş bittiğinde gemi rıhtımdan ayrılır ve sonraki maddeye geçilir.
- 6-Geminin, limanda geçirdiği süre kaydedilir.
- 7-Gemi limandan ayrılır,
- 8-Yeni çevrim başlar.

Benzetim yönteminin ilk uygulaması ve en iyi yaklaşımı olan Monte Carlo Simülasyon Tekniği , rastgele sayılarla üretilen verilerin kullanıldığı bir prosestir. Kuyruk modeli uygulamalarında , varış parametrelerinin kontrol edilmediği durumlarda , beklenen sonuçlara ait tahminler oluşturmak için kağıt üzerinde çıktı elde edilmesi mümkündür.

Monte Carlo Tekniği ile gemi sayısı , yükleme miktarı,varış sayısı,hizmet hızları ve ilgili İstatistik tablolarından rastgele nomal sayılar kullanılarak limanda ortalama bekleme zamanı maliyeti üzerinde incelemeler yapmak mümkündür. Liman tasarımı ve planlaması sırasında amaçlardan biri, limanın toplam maliyetinin en düşüğünü gerçekleştirecek yanaşma yeri sayısının saptanması olduğundan , kuyruk analizlerin yanında , analitik yolla çözüme ulaşılamaması durumunda kullanılan simülasyon tekniği ile toplam net faydayı en büyüleyen veya toplam maliyeti en küçükleyen bir model geliştirmektedir. Simülasyon yöntemi kullanılarak modellenen değişik koşullar için limanın toplam maliyeti bulunabilmektedir.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> S.Tuğcu,'Liman yatırımı ve planlamasında benzetim yöntemi uygulaması'Doçentlik tezi,Boğaziçi Üniversitesi,İstanbul 1979, s:25

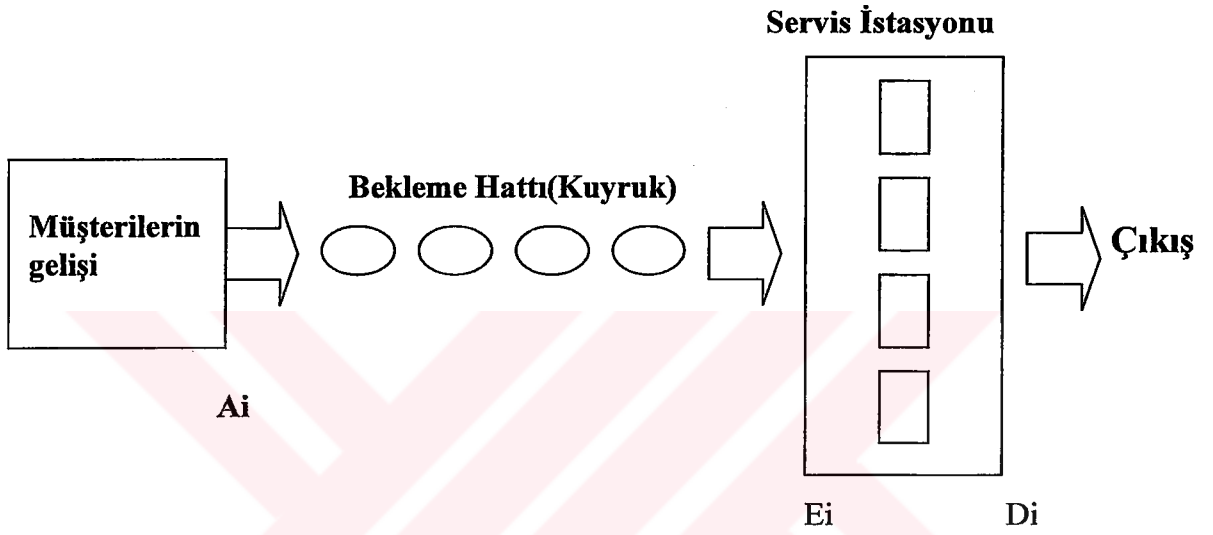
<sup>30</sup> J.B.Hansen,Harbour Simulation Programs,O.D.T.Ü.-İnşaat Müh.Bölümü Yayını no:10,Ankara 1976,s:2

<sup>31</sup> Funda Yercan,Liman İşletmeciliği ve Yöneticiliği,Mersin DTO yayını,İzmir 1996, s:131

## 2.3. Araştırma Modelleri

Haydarpaşa Limanı geliş yoğunluklarının Poisson Dağılıma uygun olduğu doğrultusunda , geliş debisi ve servis yoğunluğu değerleri ve bu bağlamda konteyner terminali için çok kanallı kuyruk modeli uygulanacaktır.

### 2.3.1. Liman İşletmelerinde Bekleme Hattı Modeli



Şekil 7: Liman İşletmelerinde Bekleme Hattı Modeli Temel Yapısı

Servis sistemi: servis kanalları ile servis için bekleyen birimler bütünlüğü

$A_i$  : Geminin sisteme geliş anı

$E_i$  : Geminin servis kanalına giriş anı

$D_i$  : Geminin servis kanalından/sisteminden çıkış anı

Servis sisteminde;

Geminin bekleme süresi  $W_q = E_i - A_i$

Geminin servis süresi  $S = D_i - E_i$

Geminin bekleme sisteminde bulunma süresi  $W_s = D_i - A_i$

Kuyruk modelleri, liman yöneticilerine ,aşağıdaki hususlarda karar vermeyi kolaylaştırır;

1-Sistemdeki ortalama gemi sayısı( $L_s$ ): Servis bekleyen ve kuyruksa olan gemi sayısıdır. Bu sayı,

sistemde yer alan gemilerin harcadığı ortalama zamanı bulmada yardımcı olur.

2.Sistemde gemilerin harcadığı ortalama süre( $W_s$ ): Gemilerin kuyrukta beklediği ve serviste harcadığı sürelerin toplamıdır.

3.Ortalama kuyruk uzunluğu( $L_q$ ): Servis görmek üzere bekleyen gemi sayısıdır.

4.Sistemdeki gemi sayılarının olasılık dağılımı: Asıl önemli olan ve değerlendirmelere esas teşkil edecek sonuçlardır.

5.Gemilerin kuyrukta ortalama bekleme süresi( $W_q$ ): Gemilerin kuyrukta bekleyerek harcadığı süredir.

6.Sistem kullanım faktörü( $\rho$ ): Sistemin meşgul olma olasılığını, diğer bir deyişle, hizmet veren kişi veya limanın gemi için harcadığı zaman oranını verir.<sup>32</sup>

### 2.3.2. Kuyruk Modellerinde Uygun Rıhtım Sayısı

Bir servis sisteminde; gelen birimler daima kuyrukta bekleme zaman maliyetinin minimum olmasını, servis sistemi ise boş kalma maliyetlerinin minimum olmasını isterler. Fakat bu iki koşul aynı anda gerçekleşmeyeceği için kuyruk teorisi bu iki maliyeti yani gelen birimlerin kuyrukta bekleme zaman maliyeti ve servis sisteminin boş kalma maliyeti toplamını minimum yapan çözümü optimum çözüm olarak ele almaktadır.

Aynı şekilde optimum rıhtım sayısı problemi, gemilerin (gelen birimlerin) bekleme zaman maliyeti ve rıhtımların (servis olanaklarının) boş kalma maliyeti toplamı minimum olacak şekilde çözümlenmektedir.Daha önceden maliyet analizine ilişkin verdiğimiz şekli, liman işletmesi açısından değerlendirmek üzere bir kez daha inceleyelim. Şekil'de görüldüğü üzere ulaştırma sistemlerin de kapasite artımı ile birimlerin bekleme zaman ve maliyetlerde azalmalar olurken, sistemin boş kalma maliyetlerinde artmalar olur.

Burada toplam  $C$  (s) maliyet ifadesi olmak üzere;<sup>33</sup>

<sup>32</sup> L.Ladin, 'Quantitative Methods for Business' Brace Jovanovich Inc., New York. 1975

<sup>33</sup> Deniz Ticaret Odası 2002-2003 Deniz Sektör Raporu, Yayın No:63, İstanbul

- gemi ve gemi içindeki birimlerin bekleme maliyeti,
- servis sistemi bekleme maliyeti

bileşenlerinden oluşur ve ;

$C(s) = C_1 \sum (n-s)P(n) + C_2 \sum (s-n)P(n)$  biçiminde tanımlanmaktadır. Burada  $C_1$ , bir gemi ve içindeki birimlerin bekleme maliyeti,  $C_2$  bir rıhtımın boş kalma maliyetidir.

### 2.3.3. Optimum Rıhtım Sayısı ve RİO(Rıhtım İşgal Oranı)

Burada bir limanın bir işletme periyodu içerisinde belli sayıda gemiyi kabul etmesi ve bu gemilere liman yönetimi tarafından kaç rıhtımla hizmet vermesi halinde toplam maliyetlerin minimum olacağı hesaplanır.

Optimum rıhtım sayısını belirleme aşamasında ilk olarak, bu değeri belirlemek için bilinmekte olan servis süresi, servis kanalı (rıhtım) günlük maliyeti ve bekleyen birim (gemi) maliyetlerine göre yapılır.

Gemilerin 10 günlük işletme periyodu içinde gün başına gelen trafik dağılımı, sonra ise sağlanması gereken koşullar belirtilir ardından da BOŞ RIHTIM-GÜN ve BEKLEYEN BİRİM-GÜN tablosunda değerler yerlerine koyularak toplam maliyet fonksiyonuna boş rıhtım gün ve bekleyen gemi-gün değerlerinden her seçenek için karşılaştırma yapılır.

Toplam maliyetin en minimum olanı seçilir. Sonra ise seçilen rıhtım sayısı için 10 günlük periyot içerisinde toplam rıhtım-gün ve boş rıhtım-gün değerleri belirlenir. Söz konusu belirlenen değerlerden Kullanılan Rıhtım-Gün değerinin elde edilmesi ile Rıhtım İşgal/Kullanım Oranı da tespit edilir.

### 2.3.4. Haydarpaşa Limanı

Haydarpaşa Limanı dünyanın büyük metropollerinden biri olan İstanbul şehrinde yer almaktadır. İstanbul sadece sanayileşmiş bir bölge olmayıp ,ayrıca büyüleyici ve tarihi eserleri ve kültürel varlıklarının zenginliği ile görülmeye değer şehirlerin başında gelmektedir



Haydarpaşa Limanı, Rhein-Main-Tuna Nehri kanalı ile Avrupa Ülkeleri ve Karadeniz Ülkelerini kapsayan bir bölgede önemli bir konuma sahiptir.

Limanın hava, kara ve demiryolu ile bağlantıları mevcut olup 2675 m.rıhtım uzunluğu, yılda 2213 gemi kabul kapasitesi ve 360.000 adet konteyner elleçleme kapasitesi ile 24 saat kesintisiz hizmet vermektedir.Haydarpaşa Limanı'nda dökme katı (dry bulk), karışık eşya (general cargo), konteynır (container), tekerlikli araç (ro-ro) yükleri elleçlenmektedir.

Limanda, 40 ton kapasiteye sahip 4 adet gantry crane, 3-5 ton kaldırma kapasitesine sahip 15 adet shore and yard crane (rıhtım vinci), 25-42 ton arası kapasitede 13 adet reach stacker (dolu konteyner), 40 ton kaldırma kapasiteli 18 adet transtainer, 10-25 ton kapasitede 12 adet mobile crane(mobil vinç),10-12 ton kapasiteli 11 adet container forklift,1.5-2 ton taşıma kapasiteli general cargo forklift, 25-50 ton kapasiteli 29 adet tugmaster (çekici), 15-40 ton kapasiteli 54 adet trailer bulunmaktadır.

Haydarpaşa Limanı'nda deniz araçları olarak, 250 ton'luk 1 adet floating crane(yüzer vinç),1500-2500 HP gücünde 3 adet tugboat (römorkör), 14 vagon taşıma kapasitesine sahip 3 adet demiryolu feribotu ve 2 adet palamar botu bulunmaktadır.

Haydarpaşa Liman İşleticisi, T.C.Devlet Demiryolları Limanlar Dairesi Başkanlığı'dır.Limanda çalışma 24 saat aralıksız olarak yapılmakta olup, idari saatler 08.00-17.00'dır.

Limanda verilen hizmetler ise şunlardır;

a-Kılavuzluk:Zorunludur.Türkiye Denizcilik İşletmeleri tarafından sağlanmaktadır.

b-Römorkaj:Mecburidir.Liman tarafından sağlanmaktadır.

c-Yakıt temini

d-Tatlı su temini

e-Katı ve sıvı yakıt alma

f-Bakım ve onarım.

g-Ambulans ve sağlık.

h-Güvenlik ve polis.

## 1-İtfaiye

Liman her türlü hava şartında, gemilere güvenle sığınma olanağı vermektedir. Liman dahilinde gemileri rahatlıkla manevra yapabileceği yeterli alan ve su derinliği mevcuttur. Gemilerin en kısa zamanda boşaltılıp, yüklenebileceği elleçleme araçları ve yeterli personel bulunmaktadır. Limanın hinterland ile karayolu ve demiryolu bağlantısı mevcuttur. Kılavuzluk ve römorkaj hizmetleri beklemeksizin verilmektedir.

### 2.3.5. Haydarpaşa Limanı Kuyruk Modeli Uygulamaları

#### 2.3.5.1 Kuyruk Modeli Yapısını Açıklamada Kullanılan Dağılımlar

Belirli bir zaman periyotlu olayların kuyruk modelinin yapısının açıklanmasında ( bir iş yerindeki telefon aramaları sayısı, kavşaktaki trafik kazaların sayısı, limana gelen gemi gelişleri trafiği) Poisson dağılımı kullanılmaktadır.

Hallaç kitabında liman işletmelerinde gelişlerin Poisson'a uygun olduğunu belirtmiştir . Bu bağlamda Haydarpaşa Limanı geliş yoğunluğunun Poisson'a uygunluk analizi yapıldıktan sonra konteyner terminaline çok kanallı kuyruk modeli uygulanarak optimum rıhtım sayısı bulunacaktır.

Poisson Dağılımı,  $X=0,1,2,3,.....$ değerleri için kesikli olasılık dağılımdır<sup>34</sup>.

Poisson Dağılımı, tek bir parametreyle tanımlanır:  $\lambda$ .

Poisson Dağılımı için dağılım fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!} \text{ şeklindedir.}$$

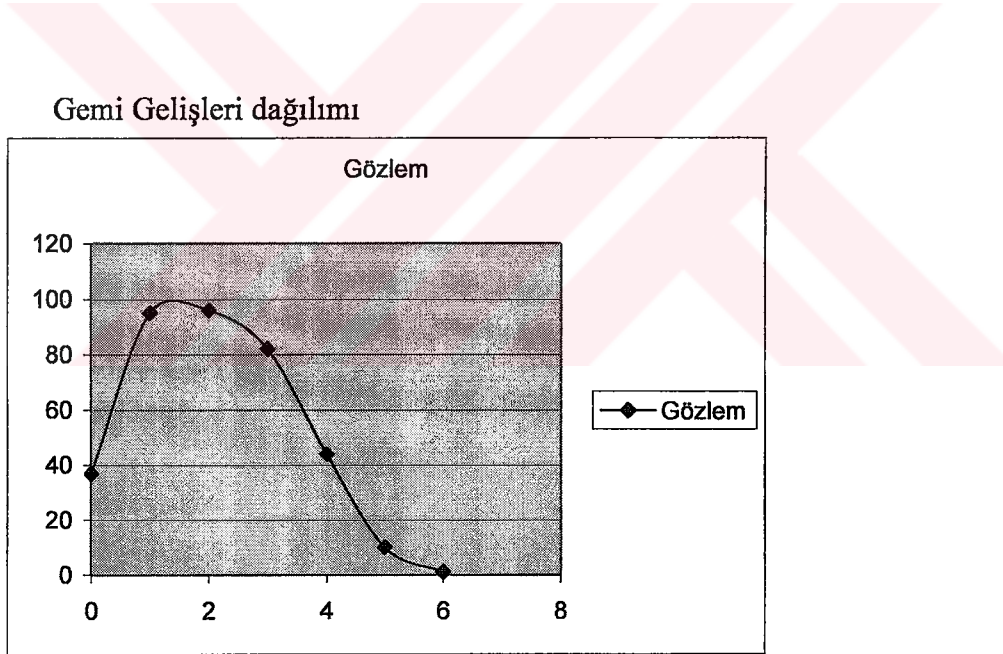
<sup>34</sup> Ö.Altınçekiç ,Kuyruk Modelleri Y.Lisans Tezi, M.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul ,2000.

### 2.3.5.2. Haydarpaşa Limanı İçin Poisson Dağılımına Uygunluğunun Belirlenmesi

Haydarpaşa Limanı konteyner terminali için bekleme hattı yapısının Poisson Dağılımı'na uygunluğunun saptanması için gemi gelişleri ve frekans tablosu aşağıdaki gibidir;

Gelen Gemi Sayısı	Frekans(f)
0	37
1	95
2	96
3	82
4	44
5	10
6	1
	365 GÜN.

Tablo 1: Gemi Gelişleri



Şekil 8. Gemi gelişleri gözlem değerleri grafiği

X: Gelen gemi sayısı

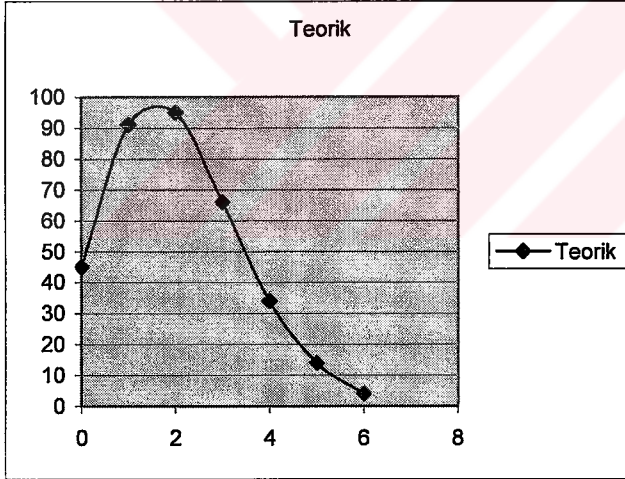
Y: Frekans

Gemi gelişleri dağılımının , Poisson Dağılımına Uygunluğunun belirlenmesi;

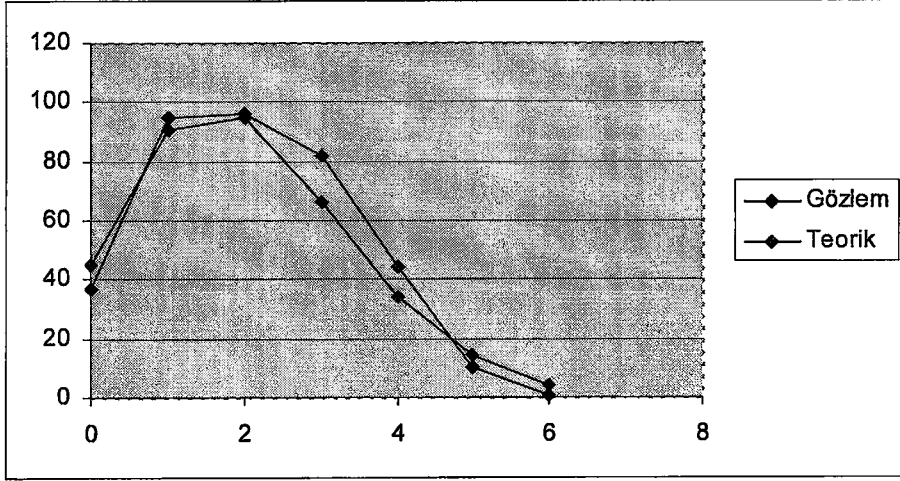
x	F	f.x	f.x <sup>2</sup>	$P(X)=\frac{e^{-\lambda}.\lambda^x}{x!}$	$f'(x)=f' = P(x).\sum f$	$\chi^2 = \frac{(f-f')^2}{F'}$
0	37	0	0	0.124	45.26	1.507
1	95	95	95	0.250	91.25	0.154
2	96	192	384	0.262	95.63	0.001
3	82	246	738	0.182	66.43	3.649
4	44	176	704	0.095	34.675	2.507
5	10	50	275	0.039	14.235	1.259
6	1	6	36	0.013	4.745	2.955
	<b>365</b>	<b>765</b>	<b>2232</b>			<b>12.032</b>

Tablo-2 :Gemi gelişleri dağılımının , Poisson Dağılımına Uygunluğunun belirlenmesi

Yukarıdaki tabloda; f gözlenen frekansları , f' teorik frekansları göstermektedir.



Şekil 9 : Gemi gelişleri teorik frekans değerleri



Şekil: 10 Gemi gelişleri gözlem ve teorik değerleri

Yukarıda şekilden , gemi gelişleri dağılımı gözlem ve teorik değerlerin Poisson Dağılımına benzediği görülmektedir.

Buna göre;

$\lambda$ =Dağılımın parametresi olup , belli bir zaman aralığında istenilen olayın ortalama gerçekleşme sayısını gösterir.<sup>35</sup>

**Sonuç:**Gemi gelişleri dağılımı Poisson'a uygundur .

### 2.3.5.3. Uygulama

Haydarpaşa konteyner terminali;

6 adet rıhtımdan oluşup, 4 adet gantry crane (konteyner elleçleme aracı) mevcuttur.

Haydarpaşa konteyner terminaline çok kanallı bekleme hattı (kuyruk) teorisini uygulayacağız.

<sup>35</sup> Mustafa Köseoğlu, Uygulamalı İstatistik ,Derya Kitapevi, Trabzon-2002

Konteyner terminallerinde 20 feet ve 40 feet'lik konteynerler elleçlenmektedir. 20 feet'lik konteynerler, boyu 20 feet (yaklaşık 6m.) olan konteynerlerdir.

20 feet'lik konteynerler TEU (twenty equivalent unit) kısaltması ile gösterilir. 40 feet'lik konteyner'ler boyu yaklaşık 12 m. Olan konteynerlerdir. FEU( forty equivalent unit ) kısaltması ile gösterilir.

Haydarpaşa Limanı'na ait konteyner yükleme -boşaltma tablosu<sup>36</sup>

Aylar	Yükleme			Boşaltma			Load+Unl
	20 feet	40 feet	Total	20 feet	40 feet	Total	
Ocak	2824	3111	5935	3030	3420	6450	12385
Şubat	2376	2892	5268	2587	2912	5499	10767
Mart	2804	3148	5952	3217	3020	6237	12189
Nisan	2775	3119	5894	3364	3126	6490	12384
Mayıs	3446	3531	6977	4149	3483	7632	14609
Haziran	3942	4108	8050	3906	3396	7302	15352
Temmuz	3314	3234	6548	3438	2823	6261	12809
Ağustos	3161	3159	6320	3448	3098	6546	12866
Eylül	2923	3082	6005	3048	2504	5552	11557
Ekim	2773	3066	5839	3313	3065	6378	12217
Kasım	2528	2816	5344	2927	2901	5828	11172
Aralık	2599	2636	5235	3262	2914	6176	11411
			<b>73367</b>			<b>76351</b>	<b>149718</b>

Tablo3: Haydarpaşa Limanı'na ait konteyner yükleme -boşaltma tablosu

<sup>36</sup> Haydarpaşa Gemi Operasyonu Departmanı Verileri

Konteyner terminalinde Gantry Crane(yükleme-boşaltma aracı) ile 2 dakika 42 saniye'de ( 2,7 dakika ) 1 konteyner yüklenip/boşaltılmaktadır, bu durumda;

$$\text{Bir saatte yüklenip/ boşaltılan konteyner miktarı} = \frac{60}{2,7} = \mathbf{22 \text{ konteyner/ saat.}}$$

1 günde  $22 \times 24 = 528$  konteyner yüklenir/boşaltılır.

Toplam Yükleme + Boşaltma(Tablo'dan) = **149.718** konteyner ve toplam konteyner gemisi adedi = 765 adet olduğuna göre

Yüklenen ve boşaltılan gemilerin taşıdıkları ortalama konteyner sayısı

$$149.718/765=195,71 = \mathbf{196 \text{ bulunur.}}$$

Ortalama konteyner sayısı 196 olduğuna göre ortalama yükleme boşaltma süresi;

$$\frac{196}{528} = \mathbf{0.37 \text{ gün/gemi,}}$$

▲ Servis yoğunluğu(debisi) ( $\mu$ )

$$\frac{1}{\mu} = 0.37 \text{ gün/gemi}$$

$$\mu = 2,7 \text{ gemi/gün .}$$

▲ Geliş yoğunluğu(debisi) (  $\lambda$  )

$N_y$  : Bir yılda limana gelen konteyner gemisi sayısı

$\lambda$  : Bir günde limana gelen konteyner gemisi sayısını, göstermek

$$\lambda = N_y/365$$

$$\lambda = 765/365$$

$$\lambda = 2,09 \text{ gemi/gün}$$

▲ Sistemde hiç müşteri bulunmama olasılığı ( hiç gemi gelmemesi olasılığı )

(  $P_0$  );

Konteyner gemilerine servis veren kanal sayısı  $k=c = 4$  .

$k\mu > \lambda$  için,  $P_0$

$$4 \times 2,7 = 10,8$$

$$10,8 > 2,09$$

1

= $P_0$

$$\left\{ \sum_{n=0}^3 \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right\} + \left\{ \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda} \right\}$$

1

$$P_0 = \frac{1}{1 + 0,774 + (1/2!) \times 0,774^2 + (1/3!) \times 0,774^3 + [(1/4!) \times 0,774^4 \times (10,8 / 8,71)]}$$

$$P_0 = 0,46.$$



▲ Kuyruktaki ortalama bekleme süresi ( $W_q$ );

$$W_q = \frac{\mu (\lambda/\mu)^k \cdot P_0}{(k-1)! (\mu-\lambda)^2}$$

$$W_q = \frac{(2,7 \times 0,774^4) \times 0,46}{3! \times 8,71^2} = 0,0009 \text{ gün} \equiv \mathbf{1,40 \text{ dak.}}$$

▲ Sistemde ortalama bekleme süresi;

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_s = 0,0009 + (1 / 2,7) = 0,371 \text{ gün} \equiv \mathbf{8,91 \text{ saat.}}$$

▲ Sistemde bekleyen ortalama müşteri sayısı;

$L_s$  ;

$$\frac{\lambda \mu (\lambda/\mu)^k}{(k-1)! (\mu-\lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu} = L_s$$

$$\frac{2,09 \times 2,7 (2,09/2,7)^4}{455,18} + 0,46 + (2,09 / 2,7) = 0,776 .$$

▲ Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı ( $L_q$ );

$W_q = L_q / \lambda$  formülü kullanılır.

Buradan da;  $L_q = \lambda \cdot W_q$  elde edilir.

$$L_q = 2,09 \times 0,0009 = 0,0018.$$

### 2.3.5.6 Optimum Rıhtım Sayısı

Optimum rıhtım sayısı hesaplanırken konteyner terminaline gelen 10 günlük gemi trafiği esas alınmıştır. Konteyner elleçleme hizmeti veren 6 adet rıhtım üzerinden hesaplama yapılacaktır.

Boş Rıhtım Gün,Bekleyen Gemi -Gün ve servisteki gemi-gün değerleri

GÜNLER		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOPLAM
GELEN GEMİ		0	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17
1 RIHTIM	Servisteki Gemi	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Bekleyen Gemi.	-	1	1	-	1	1	1	2	-	1	8
	Boş rıhtım.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2 RIHTIM	S. GEMİ	-	2	2	1	2	2	2	2	1	2	16
	B. GEMİ	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	B. RIHTIM	2	-	-	1	-	-	-	-	1	-	4
3 RIHTIM	S. GEMİ	-	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17
	B. GEMİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. RIHTIM	3	1	1	2	1	1	1	-	2	1	13
4 RIHTIM	S. GEMİ	-	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17
	B. GEMİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. RIHTIM	4	2	2	3	2	2	2	1	3	2	23
5 RIHTIM	S. GEMİ	-	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17
	B. GEMİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. RIHTIM	5	3	3	4	3	3	3	2	4	3	33
6 RIHTIM	S. GEMİ	-	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17
	B. GEMİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. RIHTIM	6	4	4	5	4	4	4	3	5	4	43

Tablo:4 Boş Rıhtım Gün,Bekleyen Gemi Gün değerleri

Bir konteyner gemisinin time charter (günlük kira bedeli) ortalama 3500 dolar civarındadır. Buna daily running cost (günlük sabit GENEL masraflar ) ve daily voyage cost (günlük sabit YOLCULUK masraflar) eklendiğinde bir konteyner gemisinin günlük boş kalma maliyeti 5500 dolar civarında olmaktadır. Bir konteyner terminalinin boş olduğu zaman, günlük boş kalma maliyetide 10500 dolar civarında olduğuna göre;<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Haydarpaşa Konteyner Terminali Operasyon Departmanı Verileri.

Bu değerlerden yola çıkılarak maliyetlerin toplam değerleri aşağıdaki Şekilde bulunur;

$$CU(NR) = CR \sum \text{boş rıhtım gün} + CS \sum \text{bekleyen gemi -gün}$$

$$C1 = 10500 \times 1 + 5500 \times 8 = 54500 \text{ dolar.}$$

$$C2 = 10500 \times 4 + 5500 \times 1 = 47500 \text{ dolar.}$$

$$C3 = 10500 \times 13 + 5500 \times 0 = 136500 \text{ dolar.}$$

$$C4 = 10500 \times 23 + 5500 \times 0 = 241500 \text{ dolar.}$$

$$C5 = 10500 \times 33 + 5500 \times 0 = 346500 \text{ dolar}$$

$$C6 = 10500 \times 43 + 5500 \times 0 = 451500 \text{ dolar}$$

Bulunan bu maliyet değerlerinden minimum olan sayıya karşılık gelen rıhtım sayısı, liman için optimum rıhtım sayısı olacaktır.<sup>38</sup>

Buradan ;  $C2 = 47500$  dolar minimum değer olduğundan;

**Optimum Rıhtım Sayısı = 2** olarak belirlenecektir.

Buna göre; Haydarpaşa Limanı konteyner terminalinin 6 adet rıhtımından 4' sabit maliyetleri arttırmaktadır. Haydarpaşa Limanı'nın 2 adet rıhtımı ile faaliyetlerini yürütmesi tavsiye edilir.Kalan 4 rıhtımın başka alanlar için değerlendirilmesi önerilebilir.

---

<sup>38</sup> Saadettin zen, Liman ve Terminaler Dersi Yayınlanmamış Notları, 2004



## III.BÖLÜM - SONUÇ

### 3. SONUÇLAR

Haydarpaşa Limanı konteyner terminali için çok kanallı kuyruk modeli uygulanmasına ilişkin aşamalar ve sonuçlar şöyledir;

a-Haydarpaşa Limanı'na ait istatistiksel veriler toplanmıştır.

b-Toplanan veriler karşılığında frekans analizleri yapıldı.

c- Elde edilen gözlem ve teorik frekans değerleri karşılaştırıldı. Kuyruk yapısının Poisson Dağılımına uygun olduğu belirlendi.

d-Kuyruk teorisi modellerinden konteyner terminaline uygun olan ,çok kanallı kuyruk modeli saptandı.

e-Elde edilen neticelere göre aşağıdaki sonuçlar elde edildi;

Buna göre:

1- Gelişlerinin debisi =  $\lambda = 2.09$  gemi/gün , ve servis debisi 2.7 gün/saat bulunmuştur.

6 adet rıhtımı bulunan Haydarpaşa Limanı için bu değer oldukça düşüktür denilebilir. Son dönemlerde Marmara Bölgesi , özellikle İstanbul çevresinde özel liman sayısının artması Haydarpaşa Limanı'nın müşteri yoğunluğunun ciddi ölçüde azalmasına neden olmuştur.

2 . Kuyrukta ortalama bekleme süresinin 1,40 dakika , kuyruktaki ortalama müşteri sayısının 0,0018 olduğu tesbit edilmiştir.

Değerlere baktığımızda da gemilerin bekleme sürelerinin çok düşük olduğunu görmekteyiz. Kuyrukta bekleyen müşteri sayısı için bulunan değerinde çok düşük çıkması bunu doğrulamaktadır. Limanın rıhtım sayısının fazla olması, ileri düzeyde elleçleme araçlarına sahip olması , kılavuzluk ve römorkaj hizmetlerinin ve yeterli sayıda çalışanın bulunması beklemleri düşürmektedir.

Ayrıca ; Haydarpaşa Limanı'nın hava koşullarına kapalı , son derece yeterli büyük dalgakıran ve mendireklerinin oluşu nedeniyle hava muhalefeti yüzünden gemilerin limana alınamamaları veya yükleme-boşaltmanın aksaması,durması v.b. gibi nedenlerden beklèmelerin olmadığını bulduğumuz değerlerden görüyoruz.

3. Optimum rıhtım sayısı 2 rıhtım olarak belirlendi.

Dolayısıyla;

-Mevcut sisteme ilave yapılması

-İşçi posta sayısının çoğaltılması

-Yükleme-boşaltma araçlarının sayısının artırılmasına ,

gerek yoktur .

Haydarpaşa Limanı konteyner terminalinin 6 adet rıhtımından 4'ü sabit maliyetleri arttırmaktadır. Bu rıhtımların başka alanlarda değerlendirilmesi, çalışanların başka birimlerde görevlendirilmeleri ve elleçleme araçlarının kullanılmamasından kaynaklanan maliyet artışını düşürecek tedbirlerin alınması önerilebilir.

## **KAYNAKLAR:**

- 1-AKTEN,Necmettin.Deniz Taşımacılığı Klavuzu,İstanbul,1988.
- 2-AKTEN, Necmettin . ‘Limanlarımız ve Sorunları’ II.Deniz Sektörü Sorunları Sempozyumu,T.c.Ulaştırma Bakanlığı,İstanbul,1986.
- 3-ALTINÇUBUK,Fikret . Liman İdare ve İşletmesi,İstanbul.1989.
- 4-ALTINÇEKİÇ ,Ö.Kuyruk Modelleri Y.Lisans Tezi, M.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul ,2000.
- 5- ASHFORD,Wright P.H..Transportation Enginnering, , John Wiley Inc . U.S.A .
- 6-BIRD,James .Seaports and seaports Terminals,London, 1971.
- 7-BRANCH, Alan E.,Elements of Port Operations and Management,London/Newyork,1986.
- 8-Coastal Shipping,Feeder and Ferry Services,United Nations,New York 1970.
- 9- COUPER,A.D. The Geograpy of Sea Transport,London,1972.
- 10-DAUNT,M..The Applications of Congestion Surcharges Imposed on Ports ,Manual on Port Management,Part I,UNCTAD,1977.
- 11-Deniz Ticaret Odası 2002-2003 Deniz Sektör Raporu,Yayın No:63, İstanbul
- 12-EMECAN,Gül . ‘Marmara Bölgesi Limanlarının İşletmeve Talep Yönetim Modellerinin Geliştirilmesi Doktora Tezi Ön Çalışması’,İstanbul, 2003 .
- 13-FAUST,P. ‘The Role of Ports in Ekonomic Devolopment’,Port Management Text Book,Bremen,1978.
- 14-FLERE, W.A..Port Economics,London 1967.
- 15-GOSS,R.O. The Cost of Ships, London,1974.
- 16-HALLAÇ, Osman .Kantitatif Karar verme Teknikleri, İstanbul 2002
- 17-HANSEN,J.B.Harbour Simülation Programs,O.D.T.Ü.-İnşaat Müh.Bölümü Yayını no:10,Ankara 1976.
- 18-KILIÇ,Başak.T CDD Limanı Kuyruk Teorisi Uygulamaları Bitirme Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Haziran 2003
- 19-KÖSEOğLU,Mustafa . Uygulamalı İstatistik ,Derya Kitapevi,Trabzon-2002
- 20-LADN,L.’Quantitative Methods for Business’Brace Jovanovich Inc.,New York.1975



- 21-MORSE ,P.M..Queues Inventories and maintenance ,John Wiley and Sons Inc.,Newyork 1963
- 22-OIGLEY,Hugh .'Perestroika in Shipping',Portus,1990.
- 23-ÖZEN, Saadettin .'Limanlarda Optimum Kapasite İşletme Koşulları',İstanbul,1994 .
- 24-ÖZEN,.Saadettin .'Konteyner Terminallerinde Depolama Sahalarının Boyutlandırılması Araştırma Makalesi'YTÜD,İstanbul, 2003-02 .
- 25-ÖZEN, Saadettin . Liman ve Terminaller Dersi Yayınlanmamış Notları, 2004
- 26-ÖZGEN, Hüseyin .Yöneylem Araştırması,İ.T.İ.A.Müh.Y.O. Yayınları,Ankara,1977
- 27-PALA,Ruiz . Waiting Line Models,Reinhold Publication Corporation, 1967
- 28-RENDER,Barry .Quantative Analysis for Management,Second Edition,Ally and Bacon,Inc.,1985.
- 29-REPORT, Rochale .Cmnd 4337,London,Mayıs 1970.
- 30- TAHA, Hamdy . Operations Research-An Introduction for Management ,Macmillan Publishing Co. ,1982 .
- 31-TDİ A.Ş. Limanları,'Limanlardaki Gelişmeler'DTO 1998 Sektör Raporu, İstanbul , 1998
- 32-TUĞCU, S.'Liman yatırımı ve planlamasında benzetim yöntemi uygulaması'Doçentlik tezi,Boğaziçi Üniversitesi,İstanbul 1979.
- 33- VANHEE, K.M., Huiting. Port Plan Decision Support System for Port Terminals , European Journal Of Operational Research ,Vol.34, 1988.
- 34-WHITE, I.R.P.The Use of Waiting Line Theory In Planning Expansion Of Port Facilities Dept.Of Public Works,NSW,Sydney 1972.
- 35-YERCAN , Funda. Liman İşletmeciliği ve Yönetimi,Mersin DTO Yayınları,Mersin,1996

## ÖZGEÇMİŞ

Lise öğrenimini Ziya Kalkavan Anadolu Denizcilik Meslek Lisesi'nde yaptı.1996 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu.

Limancılık ve denizcilik sektörünün değişik alanlarında görev yaptı. Halen Kocaeli Üniversitesi Karamürsel Meslek Yüksekokulu Güverte ve Deniz Liman İşletme Programları'nda öğretim görevlisi olarak görev yapıyor.

İlgili programlarda Denizde Haberleşme, Uluslararası Denizcilik Sözleşmeleri,Limanlar ve Terminaller, Liman Yönetim ve Organizasyon derslerini veriyor.