

---

## LİMAN YÖNETİMİ VE RIHTIM ATAMA PROBLEMİ

### PORT MANAGEMENT AND BERTH ALLOCATION PROBLEM

---

Yrd. Doç. Dr. Deniz TÜRSEL ELİİYİ, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, deniz.eliyi@ieu.edu.tr

Araş. Gör. Bengü SEVİL, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, bengu.sevil@ieu.edu.tr

Araş. Gör. Işık Özge YUMURTACI, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, isik.yumurtaci@ieu.edu.tr

Evrım URSAVAŞ GÜLDOĞAN, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, eursavas@hotmail.com

Prof. Dr. Erhan ADA, İzmir Ekonomi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, erhan.ada@ieu.edu.tr

### ÖZET

Deniz aşırı ticaretin, dünya ticaretinde önemini artırdığı günümüzde, limanların önemi de artmaktadır. Bu hususta liman yönetimi dünya ülkeleri arasında rekabet unsuru oluşturmaktadır. Liman yönetimi konusunda ülkelerin uyguladıkları stratejiler farklı olmasına rağmen, hedeflenen verimlilik ve işlem hacminin artırılmasıdır. Rihtım atama problemi (RAP) liman yönetiminde spesifik problemlerden birisidir. Limanda çözülmesi gereken ilk problemlerden biri olduğu için diğer bütün liman faaliyetlerini etkilemektedir. Rihtım atamada sağlanacak etkinlik, gemilerin bekleme ve limanda işlem görme sürelerinin önemli oranda azalmasını sağlayacaktır. Bu bağlamda dünya limanlarında RAP konusunda pek çok çalışma olmasına rağmen ülkemiz limanları için yapılmış ve uygulanmış çalışmaların sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada dünyada bu konuda yapılan çalışmalar incelenmiş ve ülkemiz için çalışma önerileri getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liman Yönetimi, Rihtım Atama Problemi, Optimizasyon.

## ABSTRACT

While the importance of oversea commerce is growing in the world trade, the ports are considered as key elements. In this respect, management of ports becomes a major competitive factor among the world countries. Although there are many different strategies implemented by different countries on port management, the major aim of all is to increase the efficiency and the volume of operation. Berth allocation problem (BAP) is one of the specific problems in port management. Due to being first problem to solve in ports, it influences all the other activities related. The efficiency of berth allocation problem can significantly reduce the waiting time and the operation time in ports. Despite the existence of many studies on BAP for different ports in the world literature, the number of studies done and implemented in our ports are very rare, almost none. In this paper, the studies on BAP in the world literature are examined and proposals for our country are brought into consideration.

Keywords: Port Management, Berth Allocation Problem, Optimization.

## 1. GİRİŞ

Yaklaşık yedi milyar kişinin yaşadığı bir dünyada; her gün hava, su, yiyecek, giysi, enerji, vb. tüketmekteyiz. Söz konusu tüketimin gerçekleşmesi için üretilen ürün ve hizmetlerin buldukları yerden ihtiyaç duydukları noktalara taşınması gerekmektedir. Tüm bu ihtiyaçlar ve tüketim isteği dünya ticaretini etkilemektedir. Dünyadaki yaklaşık 200 ülke arasında söz konusu ihtiyaçların giderilmesi için ticaret gerçekleştirilmektedir. Coğrafi sınırlar düşünüldüğünde ise dünya ticaretinde taşımacılık şekillerinden en fazla deniz yolunun kullanıldığı açıktır.

Denizyolu taşımacılığı, bir defada çok fazla yük taşıma olanağı, güvenilirliği, sınır aşımı olmaması, mal zayıflarının minimum düzeyde olması, havayoluna göre yaklaşık 14 kat, karayoluna göre yaklaşık 7, demiryoluna göre ise yaklaşık 3,5 kat daha ucuz olması sebepleriyle en fazla tercih edilen taşıma şeklidir ve önemi her geçen gün artmaktadır. 2006 yılında dünya mal ihracatı % 15'lik bir artışla 11.76 trilyon dolara ve hizmet ihracatı ise %11 artışla 2.71 trilyon dolara ulaşmıştır (Dünya Ticaret Örgütü Raporu, [http://www.wto.org/English/res\\_e/booksp\\_e/anrep\\_e/world\\_trade\\_report06\\_e.pdf](http://www.wto.org/English/res_e/booksp_e/anrep_e/world_trade_report06_e.pdf), 28.08.2007). Dünya ticaretinin ülkelere ulaştırılmasında yaygın olarak kullanılan taşımacılık şekli deniz taşımacılığıdır. Dünya ticaretinin ithal ve ihraç yüklerinin %90'dan fazla bölümü deniz yoluyla taşınmakta olup dünyada, deniz yoluyla gerçekleştirilen uluslararası ticaret hacmi gün geçtikçe artmaktadır.

Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma (UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development) Raporlarına göre Dünya Ticaret Filosu 1 Ocak 2005 tarihi itibarıyla 46.220 gemi ve toplam 597.709.000 gross ton (GRT)'dur.

Bunun 18.150'si karışık eşya, 11.356'sı tanker, 6139'u dökme yük, 5679'u yolcu gemisi ve 3165'i konteyner gemileri olup diğer gemiler 1733'dür. Aynı kurum raporlarına göre 2005 yılında ticari gemilerin dünya ticaretine yaptığı katkı %5 olarak belirlenmiştir (International Maritime Organization, [http://www.diadomar.mdn.gov.pt/backgroundpaper\\_IMO.pdf](http://www.diadomar.mdn.gov.pt/backgroundpaper_IMO.pdf), 10.09.2007).

Dünya ekonomisi içerisindeki payı bu derece yüksek olan bir iş alanında en önemli gösterge ticarete çok önemli bir yere sahip olan limanların hizmet, yer ve konteyner elleçleme kapasiteleridir. Limanların sadece kapasiteleri bir gösterge olarak kabul edilemez kapasitenin ne kadar verimli kullanıldığı, limana uygun ekipmanların kullanımı, planlı konteyner yerleştirme alanı, coğrafi konuma uygun olarak konuşlanma gibi faktörler limanların yönetiminde ön plana çıkmaktadır.

Liman yönetiminde herhangi bir işletmenin yönetiminde olduğu gibi üç tip karar almak gerekmektedir: taktik, operasyonel ve stratejik kararlar. Limanlarda yapılan günlük faaliyetlerin tamamı operasyonel kararlar içerisinde yer almaktadır. Bu faaliyetlerin sürelerinde, hizmet seviyelerinde yapılan iyileştirmeler çeşitli maliyetlerin azalmasına ve hizmet seviyesinin yükselmesine yol açmaktadır. Dünyada bulunan yaklaşık 2500 liman arasındaki rekabeti göz önüne bulduğumuzda hızlı, ucuz ve güvenilir hizmet veren limanların diğer limanlara göre rekabetçi avantaj kazandığı rahatlıkla söylenebilir.

Bir limanda günlük olarak alınması gereken kararlar ve operasyonlar 9 aşamada aşağıda belirtilmiştir (Murty vd., 2005; 309-332):

- Gelen gemilere rıhtım ataması yapılması,
- Rıhtıma yanaşan gemilere rıhtım vinçlerinin atanması,
- Limana dışarıdan gelen kamyonların planlanması,
- Kamyonların rotalanması,
- Limana ait kamyonların rotalanması,
- Rıhtım ve terminal kapısındaki sevkıyatların planlanması,
- Konteynerlerin yerleştirileceği alanların atanması,
- Tekerlekli rıhtım vinçlerinin gerekli olan noktalara tahsisi,
- Limana ait olan kamyonların en uygun şekilde kiralınmasının planlanması.

Operasyonel seviyede alınan kararların her birisi liman verimliliğini artırma açısından ayrı öneme sahiptir. Gelen geminin işlem sırasına göre önce uygun rıhtıma atanması, rıhtımda sabit durumda bulunan vinç veya vinçlerin gemiye atanması ve transferi, hareketli vinçler varsa bunların tahsisi ve konteynerleri liman içerisinde en uygun yere yerleştirecek olan kamyonların atanması gereklidir. Yukarıda belirtilen faaliyetlerin iyileştirilmesi liman masraflarının azaltılması anlamına gelmektedir. Gemilerin limanda ve körfezde kalış sürelerinin azaltılabilmesi, hizmetlerde dakiklik ve hız sağlanması ve limanda

çalışanların hatası ile oluşan hasarlarının azaltılması hizmet verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Bu kararlar arasında yapılan bir hatayı geri alma unsuru en az seviyede olanı geminin limana gelişyle alınan ilk karar olan rıhtım atamadır. Zira rıhtım atama aşamasında alınan yanlış bir karar, buna bağlantılı olan diğer bütün uygulamaları etkilemekte ve servis süresini ve maliyetleri artırabilmektedir. Gemiye bir kez yanaştırdıktan sonra başka bir rıhtıma taşıma gibi bir durum ise maliyeti ve fizibilitesi nedeniyle tercih edilmez. Dolayısıyla optimal rıhtım atama veya diğer bir adıyla rıhtımlama problemi liman yönetiminde önemli bir problemdir.

Bu çalışmada dünyanın belli başlı limanlarında yukarıda anılan faaliyetlerin ne şekilde yürütüldüğü genel hatlarıyla incelenmiştir. Bu analiz ışığında Türkiye limanlarının etkin ve verimli yönetimine katkı sağlayacak çeşitli kararlar incelenecektir. İkinci bölümde dünya limanlarında ve Türkiye’de liman yönetimi ana hatlarıyla gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde yukarıda önemi aktarılan ve liman yönetiminde alınan kararlar arasında ilki olan rıhtım atama problemi özel olarak incelenmiştir. Bu konuda dünya limanlarındaki uygulamalar literatür incelemesiyle ele alınmıştır. Türkiye’de bu konuda yapılmış bilimsel çalışmaların ve uygulamaların azlığı dikkat çekmektedir. Limanlarda etkin karar almayla sağlanabilecek ve ülkemize ciddi ekonomik katkı sağlayabilecek bilimsel çalışma önerileri ise son bölümde ele alınmıştır.

## 2. LİMAN YÖNETİMİ

Liman faaliyetlerinin sağlıklı ve güvenli olarak en yüksek verimlilikte yapılması, yük elleçleme hızının ve etkinliğinin artırılması ile yük elleçleyen gemi miktarının fazlaştırılması, yük geliş gidişlerinin en yüksek kapasite ile gerçekleştirilmesi ve yıllık bakım/tamir masraflarının en aza indirgenmesi liman yönetiminin amaçları arasında sıralanabilir (Deniz Ticaret Gazetesi, <http://www.denizticaretgazetesi.org/index.php?haber=719>, 10.09.2007). Dünya ve Türkiye limanlarında liman yönetimi Bölüm 2.1 ve 2.2’de işlenmiştir.

### 2.1. Dünya Limanları

Dünyada yaklaşık olarak 2500 adet liman bulunmaktadır. Bu limanların her birisi diğer limanlarla rakip olmasa da büyük limanlar arasındaki rekabet oldukça fazladır. Çeşitli kriterlere göre dünyanın en büyük limanı olduğunu ilan eden birden fazla liman olması, liman başarımı ve trafiğini ölçmede standartlaştırılmış bir yöntem bulunmadığını göstermektedir. Dünya limanlarında her yıl 10 milyar ton yük elleçlenmekte ve konteyner elleçleme miktarında sürekli bir artış görülmektedir. Konteyner elleçleme kapasitesinin fazla olmasının sebepleri çeşitlidir. Dünya çapındaki limanların çoğu, geniş alanlara sahiptir, rıhtım sayısı, kullanılan teknik ekipman, işçilerin sayısı ve niteliği limanların etkin hizmet verilmesi için tasarlanmıştır. Gerekli altyapı yatırımları ve bilişim sistemi

yatırımları tamamlanmıştır. (Örn: Hong Kong Limanı, Singapur Limanı, Hamburg Limanı, Antwerp Limanı, Rotterdam Limanı, vb.) Tablo 1 dünyanın belli başlı 11 limanındaki iş hacminin büyüklüğünü gösterilmek amacıyla hazırlanmıştır.

**Tablo 1: Dünya Limanlarında Konteyner Trafik**

LİMANLAR	Ülke	TEU (Milyon)
Hong Kong	Çin	20.499
Singapur	Singapur	18.411
Shanghai	Çin	11.280
Shenzhen	Çin	10.615
Busan	Güney Kore	10.408
Kaohsiung	Tayvan	8.843
Los Angeles	ABD	7.149
Rotterdam	Hollanda	7.107
Hamburg	Almanya	6.138
Antwerp	Belçika	5.445
Dubai	Birleşik Arap Emirlikleri	5.152

**Not:** Rakamlar limanların web sitelerinden alınmıştır.

Dünya limanlarında kullanılan yönetim bilişim sistemleri, limandaki karar aşamalarının her birinde kullanıcılara karar desteği sunan gelişmiş sistemlerdir. Bu gibi sistemler gemilerin optimum rıhtımlanması, gemiye vinç, operatör ve işçi ekibinin en verimli şekilde atanması, liman içi kamyon veya konteyner çekicilerin gemiden depolama alanına veya depolama alanından gemiye konteynerleri taşınması sırasında optimum rotalanması gibi bütün kararlarda matematiksel modeller ve bilimsel karar yöntemleri uygulamalarıyla kullanıcıya büyük oranda yardımcı olmaktadır.

Liman verimliliğini artırmada çok önemli bir role sahip olan bu sistemler her liman için özel olarak planlanmakta ve kurulum ve çalıştırılması ilk aşamada önemli bir yatırım gerektirmektedir. Bu ilk yatırım maliyetinin geri dönüşü ancak liman trafiği yüksek olan limanlarda anlamlı sürelerde olabilmektedir. Ayrıca bu tip yazılımlarda her modülün her limana uygulanamaması durumu da kullanıcı isteği veya liman fiziksel kısıtları sebebiyle yaşanabilmektedir. Örneğin Navis yazılımı (Navis, <http://www.navis.com/home.jsp>, 10.09.2007) dünya limanlarında yaygınca kullanılan bir yazılımdır. İçerisinde bulunan farklı modüllere rağmen optimum rıhtım atama ile ilgili özellikleri bazı limanlarda kullanılamamaktadır. Limanlarımızdan MARPORT en gelişmiş liman yazılımına sahip limanımız olmasına rağmen rıhtım atamanın manuel olarak yapıldığı yetkililerden öğrenilmiştir.

## 2.2. Türkiye Limanları

Türkiye’de ithalat ve ihracat taşımalarının yaklaşık %90’lık bölümü deniz yoluyla yapılmakta olup 2004 yılında denizyolu ihracatımız 47 milyon ton, ithalatımız ise 104,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Deniz Sektörü Raporu, 2005; 58).

Türk Ticaret Filomuzda 150 GRT kapasitenin üzerinde 1209 adet gemi bulunmakta, gemilerin genel yaş ortalaması 18 ve 23 olup konteyner filosu ise 9 yaş ortalamasıyla filonun en genç gemi tipidir(Deniz Sektörü Raporu, 2005; 58).

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde üç tipte olmak üzere 71 adet liman ve iskele bulunmaktadır: Özel liman ve iskeleler (3.şahısların kullanımına genelde kapalıdır), özelleşen limanlar ve devlet limanları. 2002 yılından beri, devlet elinde bulundurduğu mevcut limanların hızla özelleştirilmesi sürecine girmiştir. Limanların özelleştirilmesindeki başlıca amaçlar şu şekilde sıralanabilir (Dünya Bankası, <http://www.worldbank.org/html/prddr/outreach/or3.htm>, 10.09.2007):

- Kamu sektörünün ve payının azaltılması,
- Liman hizmetlerinin etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması,
- Liman kolaylıkları ve kaynaklarının azami kapasite kullanımının olanaklaştırılması ,
- Ulusal ve bölgesel rekabetin artırılması,
- Finansal bağımsızlığın sağlanması,
- Limanların modern işletme metotları ve uygulamaları ile yönetilmesi,
- Piyasa ekonomisi şartlarına uygun bir tarife yapısının oluşturulması,
- Bölgesel ve ulusal ekonomiye katkıda bulunması,
- Liman üst ve altyapı yatırım gereksinimlerinin karşılanması,
- Limanların teknolojik gelişmelere ayak uydurmasının sağlanması,
- Liman sektöründe yeni ve cazip yatırım olanaklarının sağlanması,
- İstihdam yapısının artırılması
- Limanların rekabet ortamında ticari şartlara göre işletilmesi,
- Uygun çalışma koşullarının sağlanması,
- Sanayinin gelişiminin sağlanması,

Şu ana kadar 13 liman işletme hakkı devir yöntemiyle özelleşmiştir. Bu limanlar şöyledir (Türkiye Demiryolları İşletmeleri, [http://www.tdi.com.tr/ozellesen\\_limanlar.html](http://www.tdi.com.tr/ozellesen_limanlar.html), 10.09.2007): Tekirdağ Limanı, Hopa Limanı, Giresun Limanı, Ordu Limanı, Sinop Limanı, Rize Limanı, Antalya Limanı, Alanya Limanı, Marmaris Limanı, Çeşme Limanı, Trabzon Limanı, Kuşadası Limanı ve Dikili Limanı. Türkiye’nin en büyük konteyner limanı olan İzmir Limanı’nın ise özelleştirme çalışmaları devam etmektedir. Devletin liman özelleştirmesinde ele aldığı en önemli noktalardan biri limanların kullanım kapasitelerinin artırılması ve daha verimli hizmet sunulabilmesidir. Tablo 2’de Türkiye’de halen devlete ait olan stratejik öneme sahip limanların konteyner trafiği gösterilmektedir.

Tablo 2: Başlıca Türkiye Limanlarının Konteyner Trafığı

	Haydar- paşa	Mersin	İskenderun	Samsun	Derince	Bandırma	İzmir	Toplam (TEU)
	298.230	299.376	714	1.824	1.194	1.417	470.576	1.073.331
2001	224.544	290.354	30	1.403	687	1.110	491.377	1.009.505
2002	224.642	363.920	32	374	687	4	573.211	1.162.870
2003	244.467	467.111	1.745	0	1.936	0	700.795	1.416.054
2004	316.982	532.999	607	0	1.509	36	804.563	1.656.696
2005	340.629	596.289	0	0	550	0	784.377	1.721.845
2006	400.067	643.749	52	0	609	0	847.926	1.892.403
2007	242.369	232.181	603	0	376	0	512.768	988.297

**Kaynak:** <http://www.tcdd.gov.tr/liman/konteyner.htm> (Temmuz 2007 itibariyle geçerlidir)

Türk Limanları mevcut haliyle yabancı yatırımcıların dikkatini çekmektedir. İstatistiklere göre dünya ticaretinin %25'i Akdeniz koridoru kullanılarak yapılmaktadır. Sadece Türkiye'nin coğrafi konumu bile limanlarımızın önemini artırmaktadır. Türkiye limanlarının yaklaşık 150 gemilik yanaşma yeri kapasitesi vardır ve konvansiyonel taşımalara göre donatılmışlardır. Türk limanlarının başlıca avantajlı ve dezavantajlı yönleri şu şekilde özetlenebilir:

- Ülkemizin 8333 kilometreyi bulan sahil şeridi ve jeopolitik konumu ile uluslararası ulaşım yollarında bulunması, ithalat ve ihracat taşımalarının yaklaşık %90'lık bölümünün denizyoluyla yapılması ve yeterli karayolu bağlantısının bulunması avantaj olarak;
- Uzun vadeli ve istikrarlı bir ulusal ve uluslararası liman politikasının eksikliği, mevzuatın ihtiyacı karşılayacak şekilde olmaması, kontrol mekanizmasının yeterli olmaması, yatırım ve finansman ihtiyacı, limanların hizmetlerinin etkin ve verimli olmaması, düzenli bir bilgi akışını sağlayacak Elektronik Veri Aktarımı Sisteminin bulunmaması, büyük gemileri alabilecek rıhtım sayısının ve derinliklerin bulunmaması gibi sebepler ise dezavantaj olarak kabul edilebilir.

Devlete ait olan limanlarda genel olarak bilişim teknolojileri kullanımı zayıftır. Bu durum limanlarımız için önemli bir dezavantajdır. Zira günümüzün gelişen teknolojisi dünya limanlarında liman içi bilişim sistemi kullanımının yanında liman dışı gemi takip sistemi ile yansıtılacak gemilerin günler öncesinden takibini mümkün kılmaktadır. Bunun yanında, limanların operasyonel faaliyetleri hakkında aldığı kararların hangi yöntemler kullanılarak pratiğe uygulandığı iç prosedür olarak genelde dışarıyla paylaşılmamaktadır. Yürütmekte olduğumuz bazı projelerle ilgili olarak Şubat 2007 tarihinden itibaren İzmir limanı yöneticileri

ile yapılan görüşmeler ve sahasal incelemeler sonucunda günlük operasyonel faaliyetlerin (rıhtım atama, konteyner yerleştirme, vb.) bilimsel yöntemler ya da bilgisayar yazılımları kullanılmadan; tamamıyla tecrübeye dayalı sezgisel yöntemler kullanılarak yapıldığı anlaşılmaktadır.

Bütün bu açıklamalar ışığında hizmet verimliliğinin yetersiz olması limanlarımızda önemli bir problem teşkil etmektedir. Bu durum gemilerin liman dışında uzun süre beklemelerine ve gemiye ve limana olan maliyetlerin yükselmesine sebep olmaktadır. Bilimsel yöntemlerin kullanıcılar (liman yöneticileri) tarafından bilinmemesi veya adaptasyon güçlüğü bu durumun sebepleri arasında sayılabilir. Bir önceki bölümde bahsedilen liman yönetim sistemi yazılımlarının temini ve kullanıma geçirilmesinin yüksek maliyetli oluşu ise ülkemiz limanlarında bilimsel çözümler içeren bu tip yazılımların kullanılmasında ilk yatırım maliyeti ve geri dönme süresi bakımından fizibilite problemi doğurmaktadır. Kararların eniyilenmesinin verimliliğe katkıda bulunacağı ise açıktır, dolayısıyla liman yönetimde bilimsel yöntemler kullanılması kaçınılmazdır.

Bir sonraki bölümde limanda en önemli kararlardan biri olarak kabul edilen rıhtım atama probleminin dünya çapında yapılan çalışmalarla birlikte ele alınması hedeflenmiştir. Bu çalışma ve uygulamaların ışığında ülkemiz limanlarında neler yapılabileceği ise son bölümün konusunu oluşturmaktadır.

### **3. RIHTIM ATAMA (RIHTIMLAMA) PROBLEMİ**

Dünyadaki limanlar değişik şekillerde işletilmektedir. Amerika ve Japonya'daki birçok limanda bulunan rıhtımlar gemi taşımacılığı yapan operatörler tarafından uzun vadelerde kiralanmıştır. Kobe, Yokohama, Los Angeles ve Oakland limanları, kiralanarak belirli operatörlere tahsis edilmiş rıhtım yapısına örnek olarak verilebilir. Bu tip limanlarda rıhtımlama karar ve işlemleri operatörlerin kendi bünyelerinde çözümlenmektedir. Merkezi bir karar alma mekanizmasına gerek bulunmamaktadır (Wang ve Lim, 2007; 2186-2189).

Avrupa'daki ve Çin'deki birçok limanda ise, gelen gemiler aynı anda ve dinamik olarak rıhtımlara atanmaktadır. Bu çok kullanıcı liman sistemi, yüksek konteyner elleçleme hacmine sahip Hamburg, Rotterdam, Antwerp, Busan, Shanghai ve Hong Kong limanlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Artan konteyner trafiği çok kullanıcı limanlarda etkin rıhtım atamayı önemli bir konu haline getirmiştir.

Gelen gemileri yanaşabilecekleri rıhtım lokasyonlarına atama problemi Rıhtım Atama Problemi (RAP) olarak literatüre geçmiştir. RAP, her gelen gemi için, toplam yanaşma maliyetini minimize edecek şekilde geminin yanaşma pozisyonunun ve zamanının (veya sırasının) belirlenmesi problemidir. Bu anlamda RAP genel bir atama / çizelgeleme problemi yapısı göstermektedir. Problemden gemilerin tahmini geliş zamanları ve operasyon süreleri önceden bilinmektedir. Rıhtım atama probleminin optimum çözümü dünya limanlarında



kullanılan karar destek sistemlerinde ana elemanlardan biridir. Problem yapısı gereği çözülmesi zor olan NP-zor sınıfına girmektedir, bu yüzden genellikle modern sezgisel yöntemlerle çözülmeye çalışılmıştır (Imai vd., 2007; 580).

Literatüre bakıldığında rıhtım atamanın temelde iki tip planlamayla yapıldığı görülmektedir. Bu planlardan ilki kesikli rıhtımları baz alırken diğeri sürekli rıhtımlara odaklanmaktadır. Kesikli yapıya sahip rıhtımlarda bir geminin yanaşabileceği yerler önceden belirlenmiş durumdadır. Sürekli yapıdaki rıhtımlarda ise gemi rıhtımda herhangi bir pozisyona yanaştırılabilir. Programlamada kolaylık sağlayan kesikli planlama, liman kullanımında verimlilik açısından zayıf bulunmaktadır. Çok kullanıcı limanlarda kesikli rıhtım atama probleminin (Discrete Berth Allocation Problem-BAPD) birçok çalışmada değişik şekillerde ele alındığı görülmektedir (Imai vd., 1997, 2001, 2003; Nishimura vd., 2001).

Kesikli rıhtım atama uygulanan limanlarda iki tip problem göze çarpmaktadır. Eğer rıhtımda gemilerin yanaşması için ayrılan yerler çok genişse bu durum küçük gemilerin yanaştırılması halinde verimsiz kullanıma neden olmaktadır. Planlanan yerlerin ortalama bir gemiye göre yapılması durumunda ise büyük gemilerin kendileri için ayrılan rıhtım alan sınırlarını aştığı gözlemlenmektedir. Bu durumda, rıhtım kullanımını etkinleştirmek için gemilerin kendilerine ayrılan rıhtım alanlarını aşmaları, rıhtım planlamasının sürekli lokasyon mantığına göre yapılmasını gerektirmektedir. Özellikle belli bir büyüklüğün altındaki limanlarda uygulama sürekli rıhtım atama söz konusudur. Literatürde Sürekli Rıhtım Atama Problemi (Continuous Berth Allocation-BAPC) kesikli rıhtım atamadan daha az sayıda çalışmaya konu olmuştur (Cordeau vd.,2005; Imai vd., 2005). Bu durum birçok çalışmanın dünyanın büyük limanlarında yapılmasından ve bu limanlardaki yapının kesikli kullanıma izin vermesinden kaynaklanmaktadır. Ancak ülkemiz limanlarının neredeyse hepsinde gemi rıhtım üzerinde herhangi bir pozisyona yanaştırılabilmektedir, bu da sürekli çözüm yöntemlerini gerektirmektedir.

Kesikli ve sürekli planlamaya ek olarak kesikli yerleşim yapısında olup birden fazla geminin yerleştirilmesine izin verilen atama yöntemleri uygulanmaktadır. Imai ve diğerleri (2007) yaptıkları çalışmada rıhtım başına en fazla iki geminin yanaşmasına izin veren yapılanmayı genetik algoritma ile çözümlenmişlerdir.

Diğer bir sınıflandırma planlama şekliyle ilgilidir. Statik rıhtım atama, limana gelecek olan tüm gemilerin önceden bilindiğini kabul ederek yeni gelişlere izin vermez. Dinamik rıhtım atama probleminde ise, sadece gelmiş olan gemiler değil, planlama yapılırken limana henüz gelmemiş fakat planlama dönemi içerisinde gelebilecek olan gemiler de hesaba katılmaktadır. Imai ve diğerleri (2001, 2005) statik rıhtım atama problemini dinamik hale getirmiştir. Dinamik planlamanın statik durumdan daha zor oluşu çözümü zorlaştırmaktadır. Zhou ve diğerleri (2006) dinamik rıhtım atama problemini stokastik bir yaklaşımla ele almışlar ve genetik algoritmayla çözüme ulaşmışlardır. Ülkemiz limanlarında dinamik bir yapının varolduğu gözlemlenmektedir.

Rıhtım atama probleminin çözümlenmesinde genel olarak matematiksel modelleme, sezgisel yöntemler ve simulasyon teknikleri kullanılmaktadır. NP-zor karmaşıklığındaki bu problemler sezgisel algoritmalar ile en iyilemeye çalışılmıştır. Simulasyon çözüm yöntemi stratejik planlama sürecinde karar destek sistemi olarak kullanılabilir. Rıhtım, makine, donanım, çalışan adet ve yerleşimleri gibi karar kriterleri benzetim yöntemleri ile belirlenebilmektedir.

Yukarıda özetlenen kategorilendirmeye göre güncel RAP literatüründe yer alan çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Imai ve diğerleri (1997) ticari limanlar için statik RAP'yi ele almışlardır. Devlete ait limanlar için dinamik RAP'nin çözümü için Lagrange Gevşetme Yöntemi'ni temel alan bir sezgisel yöntem Imai ve diğerleri (2001) tarafından geliştirilmiştir. Nishimura ve diğerleri (2001) dinamik rıhtım atama problemini farklı derinlik yapısına sahip devlete ait limanlar için genişletmiş ve problem çözümünde genetik algoritma kullanmıştır.

Bu çalışmalarda gemilerin limana girişlerinde öncelik durumları yoktur ve amaç toplam hizmet zamanını minimize etmektir. Halbuki gemilere hizmet verme açısından, farklı limanlarda farklı öncelikler verilebilmektedir. Çin limanlarında küçük gemilere hizmet önceliği verilirken, Singapur limanında büyük gemiler öncelik sahibidir. Bu bağlamda, Imai ve diğerleri (2003) rıhtım atamada farklı hizmet öncelikleri olan gemiler ve onların hizmet süreleri üzerine odaklanmış, sezgisel yöntemlere dayalı bir genetik algoritma geliştirmiştir. Öncelik esasına sahip gemiler, Dragovic ve diğerleri (2005) tarafından Doğu Pusan Konteyner Limanı için yapılan simülasyon çalışmasında da ele alınmıştır.

Kim ve Moon (2003) rıhtım planlaması için karma tamsayı doğrusal programlama modeli formüle etmiştir. Sonrasında bu probleme benzetimli tavlama algoritmasını (simulated annealing) uygulamış ve optimuma yakın çözümlere ulaşmıştır.

Guan ve Cheung (2004) sezgisel yöntemleri gemilere rıhtım yeri atamada ve toplam ağırlıklı akış zamanını, toplam bekleme zamanını ve işlem zamanını minimize edecek şekilde gemilerin zaman planlamasını yapmada kullanmıştır. Bu çalışmada ağırlıklar gemilerin göreceli önem derecelerini göstermekte olup Ağaç Yapısında Arama (Tree Search) prosedürü geliştirecek şekilde iki matematik model oluşturulmuştur.

Imai ve diğerleri (2005) çok kullanıcı limanlarda rıhtım atama problemi üzerinde çalışmış ve sürekli lokasyonlar için sezgisel bir yöntem geliştirmiştir. 2007'de Imai ve diğerleri, mega konteyner gemileri ve besleme gemilerine hizmet veren çok kullanıcı ve girintili yapısı olan limanlar için rıhtım atama problemini ele almıştır. Girintili yapısı olan limanlar için bir genetik algoritma geliştirmiş ve

girintili yapısı olan/olmayan limanlar arasında bir performans kıyaslaması yapmıştır.

Cordeau ve diğerleri (2005) hem kesikli hem de sürekli lokasyonlarda dinamik rıhtım atama problemini ele almıştır. Çalışmada iki matematiksel model ve sezgisel tabu arama (tabu search) yöntemlerini kullanarak çözümlüne gidilmiştir.

Imai ve diğerleri 2006 yılında yaptıkları başka bir çalışmada Sri Lanka'daki Colombo limanında faaliyet gösteren Jaya Konteyner Terminali ve Güney Afrika Ana Geçiş Terminallerinde yaşanan bir probleme odaklanmışlardır. Jaya terminaline gelecek olan herhangi bir gemi için uzun bir bekleme süresi öngörülüyorsa gemi Güney Afrika Ana Geçiş Terminali'ne yönlendirilmekte ve bu durum yüksek maliyetlere ve zaman kayıplarına yol açmaktadır. Problem çalışmada kısıtlı rıhtım kapasitesi olan çok kullanıcı limanlarda RAP olarak ele alınmış ve çözümünde genetik algoritmaya dayalı sezgisel yöntemler kullanılmıştır.

Legato ve Mazza (2001) İtalya'daki Gioia Tauro konteyner limanında gemilerin gelişi, rıhtımlara atanması ve rıhtımlardan çıkışları gibi lojistik aktiviteleri içeren kuyruk ağ modeli (queuing network model) için bir simülasyon çalışması yapmıştır. Akdeniz'deki önemli aktarma limanlarından biri olan Gioia Tauro limanı, 2007'de başka bir çalışmaya daha konu olmuştur. Cordeau ve diğerleri (2007) Gioia Tauro limanında hizmet atama problemini, rıhtım atama problemiyle ilişkilendirerek çözmeye çalışmıştır. Çözüm için iki tane karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiş ve sonrasında genetik algoritmayla çözüme gidilmiştir.

Park ve Kim (2003) karma tamsayılı model formüle ederek rıhtım ve rıhtım vinci planlamasını ardı ardına çözülen iki problem şeklinde ele almıştır. Imai ve diğerleri (2007) ise rıhtım ve rıhtım vinci atama problemlerini çok kullanıcı limanlarda aynı anda ele almış ve genetik algoritmayla optimale yaklaşık çözüme ulaşmıştır.

Wang and Lim (2007) Singapur limanında yaptıkları çalışmalarıyla rıhtım atama problemini çok aşamalı karar alma ve araştırma metotlarından biri olan Stokastik Demet Araması (Stochastic Beam Search) algoritması haline getirmişlerdir.

#### **4. DEĞERLENDİRME**

Bir önceki bölümde açıklandığı gibi RAP dünya literatüründe son yıllarda çokça çalışılmış ve önemi gittikçe artan bir konudur. Problemin her liman için özel olarak modellenmesi gerektiğinden dolayı limanın yapısına göre şekil, model ve çözüm yöntemi olarak tümüyle farklı bir hale gelebilmektedir. Ana hatlarıyla bakıldığında literatürdeki tüm modeller modern sezgisellerle çözülmeye çalışılmıştır. Problemin zor yapısı sezgisel yöntem kullanımını zorunlu kılmaktadır. Genetik algoritmalar problem yapısına uygunluğu ve popülerliği

nedeniyle en sık kullanılan yöntem olmuştur. Bunun dışında Tabu Arama ve Demet Araması yöntemleri de kullanılan yöntemler arasındadır.

Günümüzde global ticaret hacminin artışı ile birlikte limanların da önemi artmaktadır. Bu durum liman operasyonlarına olan talebi yükseltmekte ve kapasite kısıtları altında liman yönetiminin etkinliğini kritik bir konuya haline getirmektedir. Liman yönetiminde en önemli aşamalarından biri olan RAP de bu durumda ilk karar olması sebebiyle daha da önemli hale gelmiştir. Operasyonel bir problem olması sebebiyle RAP her gün, hatta dinamik yapının fazla olduğu bazı limanlarda günde birkaç kez çözülmesi gereken bir problemdir. Zor yapısına rağmen etkin çözümü çok önemli olan bu problem literatürde son 10 yıla ait çok sayıda çalışmayla hak ettiği önemi yakalamış gözükmektedir.

Ülkemizde limanlar üzerine yapılmış bazı çalışmalar bulunmasına rağmen, en önemli limanlarından biri olan İzmir limanı için liman yönetimiyle paylaşılmış ve uygulamaya geçmiş herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. İzmir limanı, gerek alan kısıtı, gerekse trafik yoğunluğu sebebiyle bekleme sürelerinin yüksek olduğu bir limandır. RAP'nin optimuma yakın bir sonuç verecek şekilde çözülmesinin gemilerin İzmir körfezinde bekleme ve limanda işlem görme sürelerini önemli oranda azaltarak beklemeden kaynaklanan maliyetleri azaltacağı kesindir. Kurulacak RAP modelinin dinamik bir çatıya sahip olması ve sürekli bir rıhtım yapısını esas alması gerekmektedir.

Literatürde hem dinamik hem sürekli rıhtıma sahip modeller çok az sayıdadır. Sebep olarak daha önce de belirtildiği gibi büyük ve dinamikliğin az olduğu limanların çalışmış olması gösterilebilir. Bu yapıda kurulacak bir model çeşitli modifikasyonlarla ülkemizin diğer limanlarında da kullanılabilir hale kolaylıkla getirilebilir. Dolayısıyla hem literatüre hem de ülke ekonomisine katkı sağlanabilir. Her iki özelliğe sahip matematiksel bir modelden optimum çözüm elde etmenin zor olacağı açıktır. Bu sebeple etkin sezgisel çözüm yöntemlerine ihtiyaç vardır. Problemin yapısına göre en uygun yöntem araştırılmalı ve uygulanmalıdır.

## **KAYNAKLAR**

CORDEAU, J.F., LAPORTE, G., LEGATO, P. and MOCCIA, L. (2005): "Models and Tabu Search Heuristics for the Berth-Allocation Problem", *Transportation Science*, 39(4): 526-538.

CORDEAU, J.F., GAUDIOSO, M., LAPORTE, G. and MOCCIA, L. (2007): "The service allocation problem at the Gioia Tauro Maritime Terminal", *European Journal of Operational Research*, 176: 1167-1184.

DENİZ TICARET ODASI (2005), 2004 Deniz Sektörü Raporu, İstanbul.

DRAGOVIC, B., PARK, N.K., RADMILOVIC, Z. and MARAS, V. (2005): "Simulation Modelling of Ship-Berth Link With Priority Service", *Maritime Economics & Logistics*, 7: 316-335.

Dünya Bankası, <http://www.worldbank.org/html/prddr/outreach/or3.htm>, 10.09.2007

GUAN, Y. and CHEUNG, R.K. (2004): "The Berth Allocation Problem: Models and Solution Methods", *OR Spectrum*, 26: 75-92.

IMAI, A., NAGAIWA, K. and CHAN, W.T. (1997): "Efficient planning of berth allocation for container terminals in Asia", *Journal of Advanced Transportation*, 31: 75-94.

IMAI, A., NISHIMURA, E. and PAPADIMITRIOU, S. (2001): "The dynamic berth allocation problem for a container port", *Transportation Research Part B*, 35: 401-417.

IMAI, A., NISHIMURA, E. and PAPADIMITRIOU, S. (2003): "Berth Allocation with Service Priority", *Transportation Research Part B*, 37: 437-457.

IMAI, A., SUN, X., NISHIMURA, E. and PAPADIMITRIOU, S. (2005): "Berth Allocation in a Container Port: Using a Continuous Location Space Approach", *Transportation Research Part B*, 39: 199-221.

IMAI, A., NISHIMURA, E. and PAPADIMITRIOU, S. (2006): "Berthing ships at a multi-user container terminal with a limited quay capacity", *Transportation Research Part E*, (article in press, doi: 10.1016 / j.tre. 2006.05.002).

IMAI, A., NISHIMURA, E., HATTORI, M. and PAPADIMITRIOU, S. (2007): "Berth Allocation at indented berths for mega-containerships", *European Journal of Operational Research*, 179: 579-593.

IMAI, A., CHEN, H., NISHIMURA, E. and PAPADIMITRIOU, S. (2007): "The simultaneous berth and quay crane allocation problem", *Transportation Research Part E*, (article in press, doi: 10.1016 / j.tre. 2007.03.003).

International Maritime Organization (2005), "International Shipping-Carrier Of World Trade", Background Paper, [http://www.diadomar.mdn.gov.pt/backgroundpaper\\_IMO.pdf](http://www.diadomar.mdn.gov.pt/backgroundpaper_IMO.pdf), (10.09.2007).

KIM, K.H. and MOON, K.C. (2003): "Berth scheduling by simulated annealing", *Transportation Research Part B*, 37: 541-560.

LEGATO, P. and MAZZA, R.M. (2001): "Berth planning and resources optimisation at a container terminal via discrete event simulation", *European Journal of Operational Research*, 133: 537-547.

Deniz TÜRSEL ELİİYİ, Bengü SEVİL, Işık Özge YUMURTACI, Evrim URSAVAŞ GÜLDOĞAN,  
Erhan ADA

MURTY, K.G., LIU, J., WAN, Y-W. and LINN, R. (2005): ""A Decision Support System in a Container Terminal", Decision Support Systems, 39: 309-332.

NISHIMURA, E., IMAI, A., and PAPADIMITRIOU, S. (2001): "Berth allocation planning in the public berth system by genetic algorithms", European Journal of Operational Research, 131: 282-292.

PARK, Y-M. and KIM, K.H. (2003): "A scheduling method for Berth and Quay cranes", OR Spectrum, 25: 1-23.

T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi, [http://www.tcdd.gov.tr/liman/konteyner .htm](http://www.tcdd.gov.tr/liman/konteyner.htm), (08.09.2007).

Türkiye Denizcilik İşletmeleri, [http://www.tdi.com.tr/ozellesen\\_limanlar.html](http://www.tdi.com.tr/ozellesen_limanlar.html), (10.09.2007).

WANG, F. and LIM, A. (2007): "A Stochastic beam search for the berth allocation problem", Decision Support Systems, 42: 2186-2219.

ZHOU, P., KANG, H. and LIN, L. (2006): "A dynamic berth allocation model based on stochastic consideration", Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21-23, 2006, Dalian, China.