

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 5 Sayı: 2 Yıl: 2013**

**TEKNİK SEYİR HİZMETLERİNDE KAYNAKLARIN
SİMÜLASYON MODELLEMESİ YÖNTEMİYLE
OPTİMİZASYONU: RÖMORKÖR PARK YERİ SEÇİMİ**

Selçuk NAS¹

ÖZET

Suyollarında, kıyı tesislerinde ve açık deniz yapılarında deniz araçlarının manevra emniyeti ve verimliliği için kılavuzluk, römorkörcülük ve palamar hizmetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hizmetler genel olarak “teknik seyir hizmetleri” (technical-nautical services) olarak isimlendirilmektedir. Teknik seyir hizmetleri kapsamında gemi ve deniz araçları için sunulan römorkörcülük hizmetlerinin verimliliği, teşkilatların işletme maliyeti ve hizmet kalitesi açısından son derece önemli bir konudur. Römorkör hizmetinin sunulma biçimi, hizmet talebini yerine getirme zamanı, hizmet sahasının büyüklüğü, çekme kuvveti yeterliliği, römorkör sayısı ve manevra kabiliyeti bu hizmetin başlıca kalite ölçütleri arasındadır.

Bu araştırma, 2011 yılında Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışmaları sırasında teşkilatın ihtiyacına yönelik olarak geliştirilmiştir. Araştırma, teşkilatın Gemlik Körfezi’nde sunmuş olduğu teknik seyir hizmetleri kapsamında kullanmış olduğu iki adet römorkörün “park” yerlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmada gemi trafiği varış zamanı verileri, gemi ölçülerinin dağılımı, limanlardaki yük elleçleme zamanlarına ait veriler ve hizmetin verilme şekli konusunda yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler kullanılarak bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma Promodel simülasyon programında test edilerek optimum römorkör park yerleri belirlenmiştir. Römorkörcülük hizmetinin verildiği sahada belirlenen bu en uygun park yeri noktaları, römorkörlerin park yerinden hizmet verme noktasına gidiş süresi ile hizmet verdikten sonra da park yerine dönecekleri süre toplamının optimizasyonu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Teknik seyir hizmetleri, römorkör, park yeri seçimi.*

¹ Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, İzmir
snas@deu.edu.tr

SIMULATION OPTIMIZATION OF THE RESOURCES IN TECHNICAL/NAUTICAL SERVICES: SELECTION OF THE PARKING LOCATIONS OF THE TUGBOATS

ABSTRACT

Technical-nautical services such as pilotage, towage, and mooring are needed in order to ensure the safety and efficiency of ship manoeuvring at ports. In the scope of these services, efficiency of the towage service provided for the ships or maritime structures is an issue of utmost importance for the operating costs and service quality of towage organizations. The main quality criteria of towage service are the methods of towage services provided, response time of services, size of service area, pulling capacity, numbers and manoeuvrability of the tugboats.

This research was developed in 2011 as a response due to the needs of the Gempport Pilotage and Towage Services Organizations, during the “Project for Enhancement of Safety Culture in Pilotage and Towage Services” in Gemlik Bay. The aim of this study is to determine the optimum parking locations for two tugboats which are being used in towage service in Gemlik Bay. The optimization of parking locations was defined as an optimization of the travel times from “parking location” to “service commencement location” and from “service completion location” to “parking location” of the tug boats for all possible parking location combinations. In order to achieve the aim of the research, the data regarding the number of ship traffic at all jetties, arrival times of ships, sizes and durations at the berth of ships were gathered from Information Management System of Gempport Pilot Organisation. Towage services algorithm was developed using data obtained from interviews with marine pilots. A simulation model was developed using statistical data and interview. Afterwards simulation model was run in the Promodel Simulation Program for all parking location combinations of tugboats. As a conclusion, optimum parking locations were selected using simulation optimization outcome.

Keywords: *Technical-nautical services, tugboat, selection of parking location.*

1. GİRİŞ

Avrupa Birliği Komisyonu'nun 1997 yılında, liman hizmetleri ve altyapıları ile ilgili politikalarını tartışmaya açan “Yeşil Kitap” başlıklı belgede (Green Paper on Sea Ports and Maritime Infrastructure, 1997) liman hizmetleri, ilk aşamada “yük ile ilgili hizmetler” ve “gemi ile ilgili hizmetler” olarak ayrılmıştır. Aynı belgede, kılavuzluk, römorkörcülük ve palamar hizmetleri ise “teknik seyir hizmetleri” (technical-nautical services) adı altında “gemi ile ilgili hizmetler” altında incelenmiştir

(CEC, 1997; EPC, 2006). Teknik seyir hizmetleri kapsamında verilen römorkörcülük hizmetleri, suyollarında, kıyı tesislerinde ve açık deniz yapılarında kendi başlarına manevralarını emniyetli bir şekilde gerçekleştirecek kabiliyete sahip olmayan gemilere ve deniz araçlarına römorkör veya römorkörler yardımıyla sağlanan bir hizmet olarak tanımlanmaktadır (OECD 2011). Bu hizmet kapsamında gemilerin büyüklüğüne göre uygun çekme ve itme kuvvetlerine sahip römorkörler halat yardımıyla manevra yapan gemiye uygun noktalardan bağlanmaktadır. Römorkörcülük hizmetinin verilmesi sırasında gemi manevra sorumluluğu gemi kaptanına ait olsa da, yerel bilgi ve tecrübesi nedeniyle manevranın kumandası çoğunlukla kılavuz kaptana bırakılmaktadır. Kılavuz kaptan manevra talimatlarını telsiz yardımıyla römorkör üzerindeki römorkör kaptanına iletmektedir. Römorkör kaptanları, manevra yapan gemi üzerindeki kılavuz kaptanın talimatları doğrultusunda gemiye istenilen kuvvet ve doğrultuda güç uygulayarak geminin emniyetli bir şekilde manevra yapmasını sağlar. Kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri aralarındaki ilişki dikkate alındığında bu hizmetlerin birbirinin bağımsız olan hizmetler olduğu anlaşılacaktır. Bu nedenledir ki kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinin emniyetli ve verimli bir şekilde verilebilmesi için kılavuz kaptanın ve römorkörü kumanda eden kaptanın belirli bir teşkilat içerisinde paylaşılmış ortak bir emniyet kültürüne sahip olması gerektiği tespit edilmiştir (Nas vd., 2006; Nas, 2008a; Nas, 2008b; Nas, 2011). Bununla birlikte, limanlardaki kılavuzluk hizmeti, deniz emniyeti ve çevre koruma sorumluluğu açısından kamusal nitelikte olan ve gemilerin zorunlu olarak alması gereken bir hizmettir.

Deniz ve çevre emniyeti açısından kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri ile ilgili en uygun hizmet düzeyinin belirlenmesi ile ilgili karar liman otoritesine aittir. Hizmet düzeyinin belirlenmesi ile ilgili kararı etkileyen faktörler ise; hizmet sahası içerisindeki gemi trafiği, hizmet sahasının genişliği, hizmet verilecek olan gemilerin teknik özellikleri, gemilerin taşıdığı yükün özellikleri, manevra sahasının teknik özellikleri, yanaşma yerinin özellikleri, hizmet sahasındaki meteorolojik koşullar, bölgedeki akıntılar ve dalga yüksekliği, özel ve acil durumlardaki destek ve yardım ihtiyaçları olarak sıralanabilir. Liman otoritesi tarafından yukarıda sayılan faktörler dikkate alınarak, gemi manevralarında kullanılacak römorkör sayısı, özellikleri, yardımcı deniz araçları ve kılavuz kaptan sayısı ile ilgili hizmet düzeyi belirlenmektedir (IAPH, 2001).

Ekonomik açıdan, ticari bir faaliyet olarak kabul edilen kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinin verimli olarak işletilmesi ile ilgili kararlar ise yetkilendirilmiş teşkilatlara aittir. Örgütlerin

verimliliğini, verdiği hizmetin çıktısı ile bu hizmetin girdisi arasındaki ilişkinin belirlediği ifade edilmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009). Hizmet sürecindeki girdiler; kaynak maliyeti, malzeme, enerji ve bilgiden oluşur (Belgin, 2010). Hizmetin yararlı çıktısı için kaynakların etkin (efficient) yani, yeterli ve gerektiği kadar kullanılması gerekmektedir. Liman otoritesi tarafından belirlenmiş olan hizmet düzeyi için kullanılması gereken kaynakların (römorkör ve diğer araçların sayısı, insan kaynağı, entelektüel sermaye, enerji vb.) etkin kullanılması, römorkörcülük hizmeti veren bir teşkilatın verimli olarak işletilmesi için son derece önemlidir.

Bu çalışma, Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatının (Gempport KRHT) Gemlik Körfezi'nde vermiş olduğu teknik seyir hizmetlerinden römorkörcülük hizmetlerinin etkin bir şekilde verilmesi amacıyla kullanmış olduğu kaynaklardan iki adet römorkörün “park” yerlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Doğrusal bir hat üzerinde hizmet vermekte olan Gempport KRH Teşkilatına ait römorkörler verdikleri her bir hizmette, park yeri – hizmet noktası arasındaki seyir süresi, hizmet süresi ve hizmet noktası – park yeri arasındaki seyir süresi boyunca makineleri çalışır durumda kalmaktadır. Sayılan bu üç farklı aşamadaki sürelerin toplamı, “toplam hizmet süresini” oluşturmaktadır. Toplam hizmet süresi içerisindeki, römorkörün gemiye bağlı kaldığı süre olarak kabul edilen, hizmet süresinin azaltılmaya çalışılması, manevra emniyeti açısından mümkün görülmemektedir. Fakat römorkörlerinin park ettiği yerden hareket ederek hizmet verilecek olan noktaya gidişlerindeki seyir süresi ile hizmet verdikten sonra da park yerlerine geri dönüşlerindeki seyir süresinin azaltılması mümkün görülmektedir. Bunun için uygun park yerinin araştırılması gerekmektedir. Araştırmanın simülasyon modellemesi yöntemiyle çözüm gerektirmesinin sebebi ise; gemilerin limanlara rastgele zamanlarda gelmesi, gemilerin limanlara rastgele dağılması, bazı gemilerin 2, bazı gemilerin ise tek römorköre tabi olması, gemilerin limanlardaki bekleme sürelerindeki farklılıklar, gemilerin limandan ayrılışları sırasında da römorkör kullanması, kalkış ve yanaşma manevralarına ait sürelerin farklı olması gibi nedenlerle problemin çözümünün basit ya da ampirik yöntemlerle yapılamayacak olmasıdır.

2. SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon, gerçek sistemlerin davranış yöntemlerini incelemek için kullanılan birçok metot ya da uygulamadan üretilebilen, genellikle bilgisayar üzerinde uygun bir yazılımla oluşturulan modellerdir (Kelton vd., 2002). Simülasyon modellemesi yapılan sistemlerde yeni tasarımları ve fikirleri denemek mümkündür (Chung, 2003). Gerçek bir sistemde

yeterli bir gözlemi yapmak aylar, yıllar sürerken simülasyon modellemesi yöntemiyle bu değerlere bir iki dakika içinde ulaşmak mümkün olmaktadır (Chung, 2003). Gerçek sistemdeki deneme ve yanılma riskinin kabul edilemez düzeyde olduğu durumlarda simülasyon modellemesi önemli bir araç durumuna gelmektedir. Aşağıda simülasyon modellemesi yapılmasının uygun olduğu durumlar sıralanmıştır (Reeb ve Leavengood, 2003):

- Gerçek sistem üzerindeki deneyin uygulanabilir olmadığı, yıkıcı sonuçlar oluşturduğu veya çok pahalı olduğu durumlarda,
- Analitik veya matematiksel metotların kullanılamayacağı durumlarda,
- Sistemleri belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilecek faaliyetler üzerinden incelenmesi gerektiği durumlarda,
- Önerilen sistem tasarımlarına ait alternatiflerin veya tek bir sistem için alternatif operasyon politikalarının karşılaştırılarak hangisinin en iyi şekilde belirlenmiş gereksinimleri karşıladığının tespit edilmesi gerektiği durumlarda.

Simülasyon modellerinin karakteristikleri üçe ayrılmaktadır. Statik/dinamik modeller, deterministik/stokastik modeller, sürekli/kesikli modeller (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.1. Statik ve Dinamik Simülasyonlar

Statik model özel bir zamandaki sistemi temsil eder. En yaygın olarak kullanılan tip, Monte Carlo simülasyonudur. Bu simülasyonda rastgele sayılar kullanılarak stokastik problemler çözülmekte ve zaman süreci model içinde rol oynamamaktadır. Amaç; belirli bir durumu değişik formlarda, her seferinde belirli değerler ve olaylara dayalı olarak defalarca oluşturmaktır. Dinamik simülasyon modeli, sistemin zaman içerisindeki gelişimini temsil etmektedir (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.2. Deterministik ve Stokastik Simülasyonlar

Deterministik simülasyon modelinde rastgele değişkenler bulunmaz ve model parametrelerinde değişkenlik olmadığı kabul edilir. Deterministik modele aynı değerler girilerek çalıştırıldığında, model her zaman aynı çıktıyı vermektedir. Stokastik simülasyon modelleri, çalışmakta olan bir sistemdeki işlemleri tarif edebilmek amacıyla bir veya daha fazla sayıda rastgele değişkenler içermektedir. Deterministik modeller tek bir çalıştırmayla modelin performansını kesin bir şekilde ölçerken, stokastik simülasyonun birçok defa çalıştırılması

gerekmektedir. Sonuç olarak, stokastik simülasyonun her bir çalıştırılması sonucunda elde edilen değerler yardımıyla, sistemin beklenen model performansı için tahmin yapılabilmesi sağlanmaktadır (Reeb ve Leavengood, 2003).

2.3. Sürekli ve Kesikli Simülasyonlar

Sürekli simülasyonda sistem deney zamanı boyunca devamlı küçük de olsa etkilere maruz kalmaktadır. Sistemin bir başlangıç ve bitişi de olmamaktadır. Kesikli simülasyonda sistemi değiştiren olaylar sadece belli zamanlarda oluşmaktadır. Bu durum sistemin zamandan zamana atlayarak devam etmesini sağlamaktadır (Kelton vd., 2002). Kesikli simülasyonlar genelde daha yaygın kullanılmaktadır. Burada olayların ya olmuştur ya da olacaktır. Simülasyon devamlı değildir ve olayların değişimine göre adım adım (kesikli) hareket etmektedir (Bagdasaryan, 2011).

3. DENİZCİLİK ENDÜSTRİSİNDE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

Denizcilik endüstrisinde simülasyon modellemelerinin stokastik düzeyde kullanıldığı alanların başında konteyner terminal operasyonları gelmektedir (Zeng ve Yang, 2009; Zhang vd., 2007; Esmer, 2010; Esmer vd., 2013). Deniz ulaştırmasındaki kullanım alanları ise; ham petrol taşımacılığında risk değerlendirmesi amacıyla yapılan kaza olayının sıralaması ile ilgili insan hatasının modellenmesi (Harrald vd., 1998), limanlardaki çevre kirliliği konusundaki riskleri değerlendirmek (Bruzzone vd., 2000), liman içi su yollarında gemiler arasındaki çatışma risklerini değerlendirmek (Li ve Fan, 2012), deniz trafiği değerlendirmeleri (Merrick vd., 2003) ve rotalarında risk değerlendirmelerini yapmak (Gucma, 2008), İstanbul Boğazı'ndaki transit gemi trafiği analizi (Mavrakis ve Kontinakis, 2008) ve risk değerlendirmelerini yapmak (Uluscu vd., 2009; Ozbas vd., 2009; Yazıcı ve Otay, 2009; Eldemir vd., 2013), okyanus seyri sırasındaki yakıt sarfiyatının minimuma indirilmesi amacıyla optimum seyir rotalarını tespit etmek (Kobayashi vd., 2011) sıralanabilir.

Denizcilik endüstrisinde simülasyon modellemelerinin gemi operasyonlarının eğitiminde ve değerlendirmesinde kullanılan özel amaçlı simülasyon programları da bulunmaktadır. Etki ve tepki sistemine göre çalışan bu sistemler simülatör olarak adlandırılmaktadır. Bunlar gemi kullanma simülatörü, köprüüstü simülatörü, radar simülatörü, ECDIS simülatörü GMDSS simülatörü, sıvı yük ve balast elleçleme simülatörü şeklinde sıralanabilir (Nas, 1999). Bunun yanında, yeni veya

yeniden tasarlanan kıyı yapıları simülatör ortamlarında modellenerek, gemi manevra emniyeti ile ilgili risk değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nas, 2010; Nas ve Zorba, 2012).

Gemi inşa teknolojilerindeki dinamik gelişmelere paralel olarak yeni nesil gemiler inşa edilmeye başlamıştır. Bu gemiler geleneksel gemilerden farklı olup, yarı dinamik bir yapıdaki teknik seyir hizmetlerinden farklı talepleri oluşabilmektedir. Bu noktada, yeni nesil gemi ve deniz araçları için gerekli olan teknik seyir hizmetlerinin belirlenmesinde simülasyon çalışmaları yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Örnek olarak, yeni nesil gemiler için gerekli römorkör çekme kuvvetinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespiti çalışmaları verilebilir (Nas vd., 2011).

Teknik seyir hizmetlerinde kaynak kullanımının simülasyon yöntemiyle optimizasyonu konusunu ile ilgili olarak yapılan benzer çalışmalar; Wenhui (2011) tarafından limanlarda römorkör tahsisinin optimizasyonu, Uçan (2013) tarafından Arena simülasyon yazılımı kullanılarak İstanbul Boğazı'nda hizmet veren kılavuz kaptan sayısının optimizasyonu olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada geliştirilen simülasyon modeli ProModel programında çalıştırılmıştır. Promodel, özellikle verimlilik ve lojistik süreçler için tasarlanan modellerin animasyon destekli bir simülasyon yazılımıdır. Promodel denizcilik endüstrisinde Rivero (2004) ve Cheong ve Wong (2006) tarafından, gemi trafiği ve konteyner terminali kapasitelerinin simülasyon modellemelerinde kullanılmıştır.

4. RÖMORKÖRCÜLÜK HİZMETLERİNDE SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon çözümleri alternatif önerilerin denenmesini basitleştirerek optimizasyonu deneysel olarak ispatlayabilmektedir (Reeb ve Leavengood, 2003). Kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinde kaynak kullanımının denenerak optimizasyonunun sağlanması mümkün görülmektedir. Bir çok parametrenin giriş yaptığı sistemin her bir aşamasındaki sonuçlarının analizi, ancak simülasyon çözümleri ile mümkün hale gelmektedir. Bir çok optimizasyon tekniği matematiksel temsillerle açıklanabilir. Simülasyon yöntemi, çözümün gerçek performansının değerlendirmesinde kullanılabilir (Bachelet ve Yon, 2007). Eldeki kaynaklar ile kaç gemiye hizmet verilebilir? sorusuna yanıt aramak matematiksel olarak kolaylıkla çözümlenebilirken, gelen gemilerin oluşturduğu farklı kısıtlar, kullanılması gereken kaynak sayısı ve niteliği, meteorolojik şartların dağılımı, gemilerin gelişleri arasındaki

zaman farklarının dağılımları gibi parametrelerin sisteme girilerek, oluşturduğu durumun simülasyon ortamında denenmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca gelecekteki trafik değişimleri ile ilgili olarak, su yollarının planlanması ve yapılandırılmasında simülasyon destekli olarak verilmesi gereken bölgesel kararlar gelecekteki etkilerinin kestirilmesi açısından kritik önemdedir (Barredo vd., 2003).

Limanlarda sunulan römorkörcülük hizmetlerinde ihtiyaç duyulan kaynakların niteliklerini belirlemeye yönelik olarak bir çok simülasyon çalışması vardır. Bu çalışmalara örnek olarak Ege Gaz Aliağa Terminaline gelen yeni nesil LNG gemilerinin ihtiyaç duyacağı römorkör çekme kuvvetinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespiti verilebilir (Nas vd., 2011).

Bu araştırmanın konusu olan römorkörcülük hizmetlerinde simülasyon yöntemiyle optimizasyon konusuna en yakın araştırmalardan birinin Wenhui (2011) tarafından yapıldığı tespit edilmiştir. Wenhui çalışmasında, bir limanda gemi trafiğine göre ihtiyaç duyulacak römorkör sayısındaki yetersizliği gemilerin bekleme sürelerini arttıracak gibi ekonomik kayıplara da yol açabileceğini belirtmektedir. Diğer taraftan, ihtiyaçtan fazla römorkör tahsis edilmesinin de liman kaynaklarının israfı olacağına işaret etmektedir. Bu nedenle de çalışmasında römorkör tahsisinde optimizasyonunun önemini vurgulamıştır.

Daha önce liman hizmetlerinde kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması gerektiğinden bahsedilirken, teknik seyir hizmetlerinde kullanılacak hizmet düzeyine liman otoritesinin karar verdiği, bu karara göre ihtiyaç duyulacak kaynak miktarının ise ticari işletme tarafından belirleneceği belirtilmişti. Römorkörcülük hizmetlerinde liman otoritesi, hangi geminin kaç adet ve ne kadar çekme kuvvetindeki römorkörler kullanılarak manevra yapılacağı ile ilgili hizmet düzeyini belirlemektedir. Öte yandan, belirlenen hizmet düzeyinde bulanık kalan, farklı yorumlarla ve değişik sonuçlara ulaşılacak konular da bulunmaktadır. Bunlar; sahip olunan kaynaklar ile aynı anda kaç manevranın yapılabilmesi, kullanılan kaynakların bir sonraki hizmet için ne kadar süre içinde tekrar kullanıma hazır olacağı, hizmet talebinin alınmasından sonra ne kadar süre içerisinde hizmetin karşılanabildiği konularıdır. Bu konularla ilgili olarak kabul edilmiş bazı referanslar olmakla birlikte tamamı tartışılabilir durumdadır.

Bir gemi için yasal düzenlemelerle belirlenen römorkör sayısı ve çekme kuvvetleri, liman veya yetki sahası içerisindeki tüm gemilere hizmet verebilecek yeterlilikte midir? Wenhui (2011) tarafından yapılan çalışma, bu soruya kısmen de olsa cevap olmakla birlikte, esasen bu

araştırmanın konusunu oluşturmuş ve yanıt bekleyen önemli bir soruyu da beraberinde getirmiştir. Römorkörcülük hizmetlerinde gemi trafiği göz önüne alınarak optimum römorkör sayısının bulunması yeterli midir? Tahsisi yapılacak olan römorkörlerin hizmet dışındaki bekleme yerleri neresi olmalıdır? Bu sorular, tahsisi yapılacak olan römorkör sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü doğru yerlere konumlandırılmış römorkörler, römorkörlerin hizmete giriş ve çıkış sürelerinin minimum seviyede oluşmasını sağlayacaktır. Yani doğru seçilmiş park yeri, römorkörlerin bekledikleri park yerinden hizmet verecekleri noktaya ulaşmadaki ve hizmetini tamamladıktan sonra park yerine geri dönmesindeki süre toplamlarını minimum düzeye indirecektir. Park yerinin doğru konumlandırılmasının, verilecek olan hizmetin etkinliğini artırarak tahsis edilen kaynak sayısını azaltabileceği gibi, yanlış konumlandırılmış park yerinin ise, gereksiz kaynak kullanımına neden olabileceği açıktır.

Bu çalışma, römorkörcülük hizmetlerinde kullanılan römorkörlerin hizmet dışında bekleme yapacakları park yeri alternatiflerinin simülasyon modellemesi yöntemiyle optimizasyonunu sağlamak amacıyla yapılmıştır.

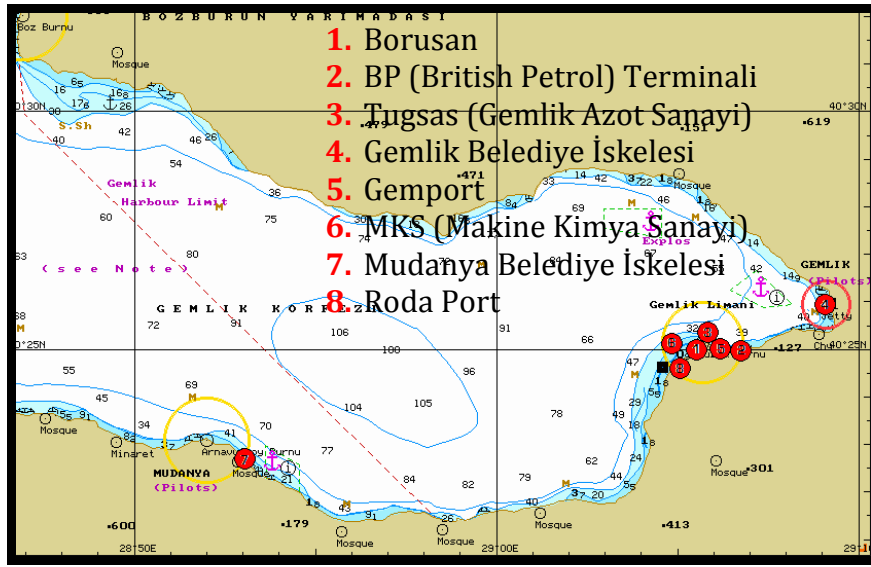
5. SİMÜLASYON MODELLEMESİNDE KULLANILAN VERİLER

Araştırma kapsamında geliştirilen simülasyon modeli Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı tarafından verilen teknik seyir hizmetlerinden römorkörcülük hizmetlerinin modellemesidir. Bu model ile ilgili olarak teşkilatın hizmet verdiği saha ile ilgili bilgiler aşağıda açıklanmaktadır.

Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı, 1996 Haziran ayından beri Mülga T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı onayı ile Gemlik Körfezinde kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri vermektedir (www.gempport.com.tr, 2008). Çalışma sırasında Gempport KRH Teşkilatı'nın sahip olduğu iki adet römorkörün verdiği hizmet dikkate alınmıştır. Araştırmadaki istatistiksel analizlerde kullanılan veriler Gempport KRH Teşkilatı tarafından 2011 yılına ait maveralar ile ilgili tutulan detaylı veriler olup, teşkilatın bilgisi ve izni dahilinde kullanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı tarihte teşkilat tarafından hizmet verilen iskele sayısı 8 adettir. Teşkilatın hizmet verdiği iskeleler, alfabetik sıralamaya göre Şekil 1'de sunulan harita üzerinde gösterilmektedir.

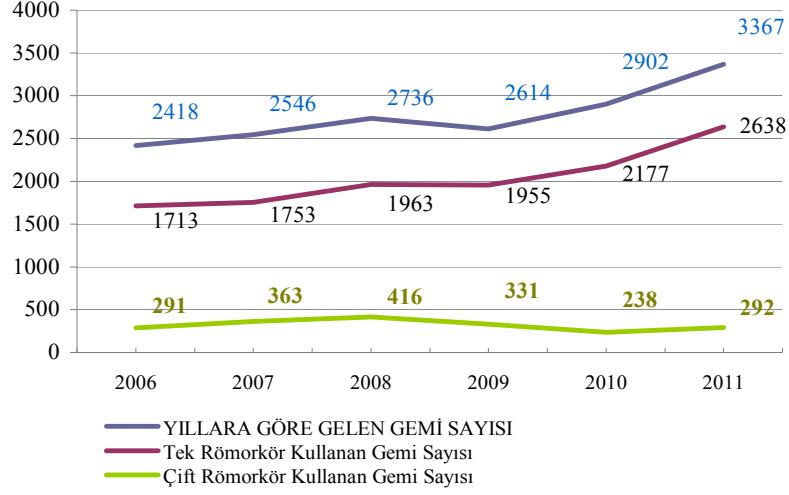
Gemport KRH Teşkilatının, yetki sahası içerisinde bulunan 8 adet iskeleyi kullanan gemilerin sayılarındaki yıllara göre değişim Şekil 2'deki grafik üzerinde gösterilmektedir. 2006 -2011 yılları arasındaki gemi trafiğindeki artış oranı % 39 olup, 2011 yılında toplam olarak 3367 gemiye hizmet verildiği görülmektedir.

Bir liman sahası içerisinde gemilerin manevralarında kullanacakları römorkörlerin sayısı yasal düzenlemeler ile belirlenmektedir.



Şekil 1. Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı Hizmet Sahası ve İskeleler

Kaynak: Transas Marine Tsunamis 99 Harita Programı

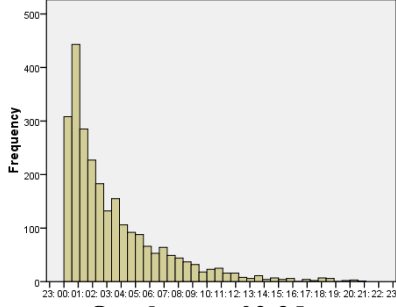


Şekil 2. Gelen Gemi Sayısı ve Kullanılan Römorkör Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

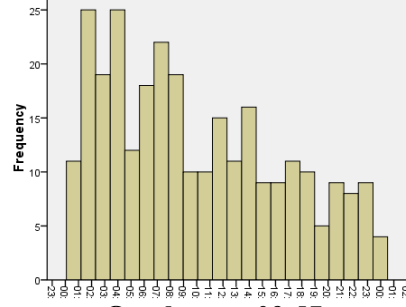
Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla Gemilik Körfezinde geçerli olan düzenleme; 21.12.1979 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Gemlik Liman Talimatıdır. Bu talimatın 17. Maddesinin “b” alt bendinde gemilerin almak zorunda olduğu römorkör sayısı ve güçleri belirtilmektedir. Düzenleme genel olarak incelendiğinde özet olarak, 2000-5000 Groston arasındaki gemiler bir römorkör, 5000 Grostondan daha büyük gemiler ise iki römorkör hizmeti almak zorunda olduğu görülmektedir. Buna göre Gempport KRH Teşkilatının 2011 yılında hizmet verdiği 3367 geminin 2930 (% 87) adedi römorkör hizmeti talep ederken, hizmet talep eden gemilerin % 90’ında tek römorkör % 10’unda ise çift römorkör kullanılmıştır.

Tek ve çift römorkör kullanılan gemilerin varış zamanları arasındaki süre farklarına ait istatistiksel dağılımlar grafik halinde Şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil 3’de gösterilen, tek ve çift römorkör kullanan gemilerin geliş zamanları arasındaki farkların dağılımlarının testi için SPSS 20 programı kullanılmıştır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testi ile tek römorkör kullanan gemilerin geliş zamanları arasındaki farklara ait dağılımın üssel dağılıma uygunluğu, çift römorkör kullanan gemilere ait dağılımının ise normal dağılıma uygunluğu tespit edilmiştir.



Ortalama 03:25
Median 02:15
Mode 00:40
Std. Deviation 03:26



Ortalama 09:57
Median 08:35
Mode 03:55
Std. Deviation 06:36

Tek Römorkör Kullanan Gemiler

Çift Römorkör Kullanan Gemiler

Şekil 3. Tek ve Çift Römorkör Kullanan Gemilerin Geliş Sıklıkları Dağılımı

Gemlik Körfezi'ndeki 8 adet iskeleye 2011 yılı itibariyle gelen 3367 geminin % 96'sı sadece 4 adet iskeleye yanaşmaktadır. Bu iskeleler sırayla Borusan (%45), Roda (%23), Gempport (%21) ve Tugsas (%7) iskeleleridir. Geriye kalan % 4 gemi trafiği ise diğer iskele ve şamandıra tesislerine dağılmaktadır. Araştırmada gemi trafiğinin %96'lık bölümünü temsil eden 4 büyük iskele simülasyon modellemesine dahil edilirken diğer gemi trafiği değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Yukarıda sıralanan ve bu çalışmanın kapsamı içerisine alınan iskelelere gelen 3246 geminin 2822 (% 87) adedi römorkör hizmeti talep etmiştir. Römorkör hizmeti talep eden gemilerin 2534 adedi (% 90) tek römorkör kullanırken 288 adedi (% 10) ise çift römorkör kullanmıştır. Gemilerin kullandığı römorkör sayılarının iskelelere göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Gemilerin Kullanmış Olduğu Römorkör Sayılarının İskelelere Göre Dağılımı

İSKELELER	Toplam Gemi Sayısı	Römorkör Kullanmayan Gemi Sayısı	Tek Römorkör Kullanan Gemi Sayısı	Çift Römorkör Kullanan Gemi Sayısı
Tüm İskeleler	3367	437	2638 (%90)	292 (%10)
Borusan	1525	173 (% 41)	1222 (% 48)	130 (% 45)
Roda	773	152 (% 36)	559 (% 22)	62 (% 22)
Gemport	706	22 (% 5)	608 (% 24)	76 (% 26)
Tugsas	242	77 (% 18)	145 (% 6)	20 (% 7)
TOPLAM	3246 (% 96)	424 (% 97)	2534 (% 96)	288 (% 99)

Römorkörlerin gemilere vermiş olduğu hizmet sürelerine ait veriler Gemport KRH Teşkilatı verileri kullanılarak tek ve çift römorkör kullanımına göre ayrı ayrı hesaplanarak oluşturulmuştur. Hesaplanan römorkör hizmet sürelerine ait veriler römorkörün gemiye bağlandığı zaman ile ayrıldığı zaman arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Tek römorkör kullanılan yanaşma manevralarının ortalama römorkör hizmet süresi 25 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör kullanım durumunda ise bu sürenin ortalama olarak 36 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör ile gerçekleştirilen yanaşma manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 32 dakika ile Gemport'ta hesaplanırken, Çift römorkör ile gerçekleştirilen yanaşma manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 42 dakika ile Tugsas'da hesaplanmıştır. Yanaşma manevralarındaki römorkör hizmet sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Yanaşma Manevralarındaki Römorkör Hizmet Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkörle Yapılan Manevralar		Çift Römorkörle Yapılan Manevralar	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	25	11	36	16
Borusan	23	9	33	12
Roda	24	10	35	18
Gemport	31	13	37	17
Tugsas	24	10	42	15

Kalkış manevralarında teşkilat tarafından verilen römorkör hizmet süresinin yanaşma manevralarındaki hizmet süresinin neredeyse yarısı kadar olduğu tespit edilmiştir. Tek römorkör kullanılan kalkış manevralarının ortalama römorkör hizmet süresi 13 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör kullanım durumunda ise bu sürenin ortalama olarak 17 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör ile gerçekleştirilen kalkış manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 15 dakika ile Gemport'ta hesaplanırken, Çift römorkör ile gerçekleştirilen kalkış manevralarında en uzun ortalama manevra süresi 18 dakika ile Borusan'da hesaplanmıştır. Kalkış manevralarındaki römorkör hizmet sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 3'de gösterilmektedir.

Gemilerin iskelelere bağlı olarak kaldıkları süreler için veriler, gemilerin tek ve çift römorkör kullanımına göre ayrı ayrı hesaplanarak oluşturulmuştur. Hesaplanan gemilerin bağlı olarak kaldıkları süreler için veriler yanaşma manevrasındaki römorkör hizmetinin tamamlandığı zaman ile kalkış manevrasında römorkör hizmetinin başladığı zaman arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Tek römorkör hizmeti alan gemilerin iskelede bağlı kalma ortalama süresi 1571 dakika olarak hesaplanırken çift römorkör hizmeti alan gemilerin iskelede bağlı kalma ortalama süresinin 1794 dakikaya çıktığı hesaplanmıştır. Tek römorkör hizmeti alan gemilerin en uzun ortalama bağlama süresi 1580 dakika ile Borusan'da hesaplanırken, Çift römorkör hizmeti alan gemilerin en uzun ortalama bağlama süresi 2539 dakika ile Tugsas'da hesaplanmıştır.

Gemilerin limanda bağlı kalış sürelerinin tek ve çift römorkör kullanım durumuna ve iskelelere göre dağılımları Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 3. Kalkış Manevralarındaki Römorkör Hizmet Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkörle Yapılan Manevralar		Çift Römorkörle Yapılan Manevralar	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	13	7	17	7
Borusan	12	6	18	7
Roda	12	6	15	8
Gemport	15	8	17	7
Tugsas	8	4	14	6

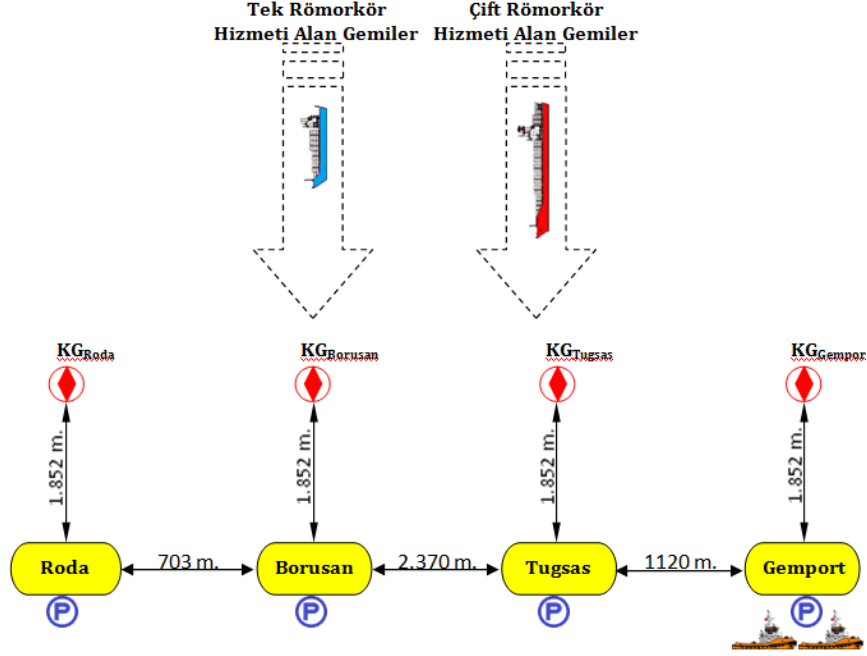
Tablo 4. Gemilerin Limanda Bağlı Kalış Sürelerinin Tek ve Çift Römorkör Kullanım Durumuna ve İskelelere Göre Dağılımları

	Tek Römorkör Kullanan Gemiler		Çift Römorkör Kullanan Gemiler	
	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)	Ortalama (dakika)	S. Sapma (dakika)
Tüm İskeleler	1.571	1.530	1.794	2.060
Borusan	1.580	1.599	1.752	1.993
Roda	1.573	1.452	2.094	2.307
Gemport	1.416	1.352	1.410	1.398
Tugsas	1.647	1.424	2.539	3.379

6. SİMÜLASYON MODELLEMESİ

Simülasyon modellemesinde Gemlik Körfezi’ne gelen gemilerin %96’sınının yanaştığı Roda, Borusan, Tugsas ve Gemport iskelelerine gelen gemiler kullandıkları römorkör sayısına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Gelen gemiler Şekil 3’de açıklanan iki farklı geliş dağılımına göre modele girmektedir. Simülasyona giren gemiler, Tablo 1’deki oranlara göre iskelelere dağılmaktadır. Gelen gemi hangi iskeleye

yanaşacak ise öncelikle bu iskeleye 1.852 m. (1 DM) uzaklıktaki noktadan itibaren römorkörcülük hizmeti aldığı kabul edilmiştir. Bu nokta Şekil 4’de KG noktası (Kılavuz Gemide) olarak gösterilmektedir. İskeleye gelen gemi, kaç adet römorkörden hizmet alacaksa, o sayıdaki römorkör Şekil 4’de “P” noktası ile gösterilen noktalardan kalkarak yanaşma yapılacak iskelenin KG noktasına maksimum 6 deniz mili hız ile seyir yapmaktadır. Yapacağı seyirde kat edeceği mesafeler Şekil 4’de gösterilmektedir. İskeleye yanaşacak gemi, kullandığı römorkör sayısına ve iskelesine göre Tablo 2’de gösterilen manevra süresince römorkörlerden hizmet almaktadır. Gemi iskeleye yanaştıktan sonra römorkör veya römorkörler tespit edilen “P” noktalarına maksimum 6 deniz mili hızla geri dönmektedir. Yanaşan gemiler, Tablo 4’de gösterilen ortalama sürelerde yanaşık durumda kalmaktadır. Bu ortalama süre, simülasyona normal dağılım olarak girilmiştir. Yanaşık kalma süresi dolan gemiler hizmet alacağı römorkör sayısı kadar hizmet talebinde bulunmaktadır. Bu durumda römorkör veya römorkörler park yerlerinden tekrar kalkarak maksimum 6 deniz mili hız ile doğrudan kalkış manevrası yapılacak iskeleye ulaşmaktadır. Römorkörlerin iskeleye vardığı zaman römorkör hizmetinin başladığı zamandır. Römorkörcülük hizmeti bu noktadan sonra Tablo 3’de gösterilen ortalama kalkış manevrası süresince iskelenin KG noktasına kadar devam etmektedir. Bu ortalama süre, simülasyona normal dağılım olarak girilmiştir. KG noktasına varan römorkörler kalkış manevrası için verdiği hizmeti tamamlayarak maksimum 6 deniz mili hız ile seçilen “P” noktasına geri dönmektedir. Simülasyonda seyir yapan römorkörlerin “0” hızından seyir hızına geçişleri ve seyir hızında da durma durumuna geçişleri sırasında uygun bir ivmelenme değeri kullanılmıştır. Römorkörcülük hizmetinin başlaması (halatın volta edilmesi) ve tamamlanması (halatın mola edilmesi) sırasındaki işlemler için belirlenen süreler, simülasyona sabit değerler olarak girilmiştir. Simülasyonda gemilerin römorkör talepleri FIFO prensibine uygun olarak, hizmet talep noktasına en yakın römorkör tarafından sağlanmıştır.



Şekil 4. Simülasyon Modeli

Simülasyon yöntemi kullanılarak optimizasyon problemlerinin çözümü denizcilik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu tip optimizasyon çalışmaları özellikle konteyner terminallerindeki modellemelerde kullanılmaktadır. Optimizasyon çalışmaları, simülasyon yazılım paketinin içerisinde sunulan modüller kullanılarak otomatik olarak yapılabildiği gibi el ile de yapılmaktadır. Model içerisinde belirlenen değişkenler her defasında değiştirilerek simülasyon çalıştırılarak sonuçları analiz edilmektedir. Bu işlem çok sayıda tekrarlanarak optimizasyon için en ideal değerlere ulaşılır. Bu araştırmada ise römorkörlerin park edilebileceği 4 iskele olup, iki adet römorkörün park yerlerine dağılımları ile ilgili 10 adet park yeri alternatifi bulunmaktadır. Bu alternatifler Tablo 5’de gösterilmektedir. Bu alternatifler için simülasyon programı 10 defa çalıştırılarak elde edilen sonuçlar Tablo 5’de sunulmuştur.

7. GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK

Simülasyon modellerinin geçerlilik kontrolü iki aşamada yapılmaktadır. Bu aşamalardan birincisi modelin istenildiği gibi çalışıp çalışmadığı kontrol edilmesidir. İkinci adım ise çalışan modelin gerçek sistemle örtüşüp örtüşmediğinin kontrol edilmesidir (Chung, 2003). Araştırmada geliştirilen model geçerlilik açısından görsel olarak

izlendiğinde istenildiği gibi çalıştığı ve gerçek hizmetin verilmesi ile örtüşen bir yapıda olduğu görülmüştür. Bu açıdan model geçerliliği tatmin edici bulunmuştur.

Simülasyonda güvenilirlik ise, modelin çıktılarının gerçek sistem ile karşılaştırılmasıdır. Araştırmada modele giren gemi sayısı kadar geminin modelden çıktığı, limanlara gelen gemi sayısının doğru oranlarda dağıldığı tespit edilmiştir. Bu açıdan model güvenilirliği tatmin edici bulunmuştur.

















8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Gemport KRH Teşkilatının teknik seyir hizmeti verdiği, bu çalışmada seçilen 4 adet iskeleye gelen ve römorkör hizmeti talep eden gemi sayısı 2822 adettir. Bu gemilerin hem yanaşma hem de kalkış manevraları hesaba katıldığında bir yıl içerisinde bu iskelelerde toplam 5644 adet römorkörcülük hizmeti verilmektedir. Gerçek hayatta römorkörleri Tablo 5’de gösterilen alternatiflerde konumlandırarak 5644 manevrayı yaptırmak ve sonuçlarını değerlendirmek mümkün değildir. Bu çalışmada gerçek hayatta deneyerek çözümlenmesi mümkün olmayan 10 deneme simülasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Şekil 5’de sunulmuştur.

Gemport KRH Teşkilatının römorkörcülük hizmeti verdiği iki adet römorkörünün aynı veya farklı iskelelerde de konumlandırma alternatifleri değerlendirilmiştir. Römorkörlerin farklı park yerlerinde konumlandırılması durumunda hizmet verilecek noktaya en yakın römorkör sisteme girmiştir. Tablo 5’de farklı renklerde çizilen her iki römorkörün park yeri alternatifleri gösterilmektedir. “Çalışma saati” sütununda her iki römorkörün bir yıl boyunca gerçekleştirilen 5644 manevradaki hizmet süresi gösterilmektedir. Alternatif park yerlerinde oluşan iki römorköre ait hizmet süreleri toplamalarının ortalaması 2161 saat olup standart sapması 42 saat olarak tespit edilmiştir. Park yeri alternatiflerinin hizmet süresinde çok büyük değişiklikler oluşturmadığı tespit edilmiştir

Tablo 5’deki “Seyir” sütununda Römorkörlerin hizmet vermek için park yerlerinden hizmet noktasına, hizmet noktasından da park yerlerine geri dönüşlerindeki seyir süresi toplamı gösterilmektedir. Alternatif park yerlerinde oluşan iki römorköre ait seyir süreleri toplamalarının ortalaması 1974 saat olup standart sapması 447 saat olarak tespit edilmiştir. Park yeri alternatiflerinin seyir süresinde çok büyük değişiklikler oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Simülasyon Sonuçları

	Roda	Borusan	Tugsas	Gemport	Çalışma (saat)	Seyir (saat)	Yakıt ¹ (ton)	Ücret ² (USD)
1					2110,69	2237,12	94,85	141.281
2					2133,71	1808,17	78,67	114.999
3					2119,06	2547,41	108,01	162.015
4					2120,33	2568,22	108,89	163.339
5					2149,05	2075,36	87,99	131.993
6					2182,18	1821,34	77,22	115.837
7					2220,46	1587,88	67,33	100.989
8					2190,60	1490,60	63,20	94.802
9					2226,20	1277,40	54,16	81.242
10					2159,07	2321,95	98,45	147.676

Seyir süresinde park yeri alternatiflerine göre meydana gelen değişimlerin ekonomik olarak değerlendirilmesi için Gemport KRH Teşkilatı ve diğer teşkilatların römorkör yakıt sarfiyatları konusundaki değerleri talep edilmiştir. Kullanılan 2x1360 HP gücündeki römorkörlerin saatlik yakıt harcamalarının kabaca 53 Litre olduğu belirlenmiştir. Her bir park yeri alternatifinde oluşan seyir süresi ile yakıt sarfiyatının ağırlık cinsinden değeri çarpılarak, seyir sırasında sarf edilen yakıtın ton cinsinden değeri bulunmuştur. Bu değer özel olarak vergilendirilmiş olan yakıt bedeli (1500 USD ton) ile işleme sokularak, seyir sırasında oluşan maliyetler USD cinsinden hesaplanmıştır. Park yeri alternatifleri içerisinde optimum maliyetin römorkörlerden birinin Gemport, diğerinin ise Borusan da belirlenmesi ile oluştuğu tespit edilmiştir. En yüksek maliyetli alternatifin ise her iki römorkörün park yerinin Tugsas'da belirlenmesinde oluştuğu tespit edilmiştir.

Teknik seyir hizmetlerinde kaynak olarak kullanılan römorkörlerin park yerlerinin optimizasyonu çalışması ile saptanan faydalar aşağıda sıralanmıştır.

1. Römorkörün hizmet süresi içerisinde makine çalışma süresinin minimum düzeye düşürülmesi ve dolayısı ile yakıt, bakım tutum vb. işletme girdilerinin azaltılması.
2. Römorkörün hizmete girme sürelerinin optimum düzeye çekilmesi ile kaynak kullanmada etkinlik.
3. Römorkörlerin makine çalışma sürelerindeki azalma ile atmosfere yayılan baca gazı miktarının düşürülmesi.

4. Römorkör personelinin dinlenmede geçireceği süreyi artırarak, yorgunluk nedeniyle meydana gelebilecek kazaların engellenmesi.

Wenhui (2011) tarafından yapılan römorkör tahsisi konusundaki optimizasyon çalışması tek başına yeterli olmadığı, doğru park yeri seçimi ile seyirde geçen süredeki optimizasyon ile kazanılacak sürenin tek başına bir römorkörün hizmet süresine eşit olabileceği tespit edilmiştir. Gemport KRH Teşkilatının simülasyon modellemesinin yapıldığı sahanın büyüklüğü, diğer teşkilatların yetki sahaları ile karşılaştırıldığında çok büyük olmadığı görülmektedir. Daha büyük sahalarda yetkilendirilmiş teşkilatların bu tip optimizasyon çalışmaları yapmaları verdikleri teknik seyir hizmetlerinin düzeyini çok yakından ilgilendirmektedir. Ayrıca gemi sayısı, geliş zamanları, gemilerin iskelelerle dağılımı, iskele yük elleçleme zamanları vb. istatistiksel değişimlerin, park yerinin optimizasyonu ile ilgili verileri de değiştirmesi kaçınılmazdır. Bu durumda kaynak optimizasyon çalışmalarının devamlı olarak güncel verilerle test edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma ile teknik seyir hizmetlerinde kaynakların optimizasyonun önemini anladıktan sonra, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü'nde 2012 yılında "Teknik Seyir Hizmetlerinde Kaynakların Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Optimizasyonu" isimli bilimsel bir araştırma projesi başlatılmıştır. Bu projede amaç; teknik seyir hizmetlerinin verildiği limanlarda ve su yollarında, hizmet verilen gemilerin sayısı, büyüklüğü ve niteliğine uygun olarak optimum seviyede kullanılması gereken yardımcı araç sayısı ve niteliği ile insan kaynağı sayısı ve niteliğinin simülasyon modellemesi yöntemiyle tespit edilmesidir. T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından hazırlanan 31.10.2012 tarih ve 28453 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Limanlar Yönetmeliği" kapsamında, gemilere verilecek olan teknik seyir hizmetlerinin şartları belirlenmektedir. Yukarıdaki projenin hayata geçmesi ile limanların kapasitelerindeki artışlara paralel olarak yeni oluşan şartlara cevap verebilecek "kaynak" miktarı ve yeni çözüm alternatiflerinin geliştirilebilmesi için dinamik bir model geliştirilmesi ve karar vericiler için karar destek sisteminin oluşturulması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hayata geçirilmesinde Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı Yöneticisi Kaptan Hakan Işıklı'ya, araştırma konusunun denizcilik endüstrisinin bilgisine sunulmak üzere yayınlanmasındaki değerli destekleri dolayısıyla Gemport Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Süha AKTAŞ'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

BACHELET, B., YON, L. (2007) Model Enhancement: Improving Theoretical Optimization with Simulation, *Simulation Modelling Practice and Theory* Vol.15, No.6, pp. 703-715.

BAGDASARYAN, A. (2011) Discrete Dynamic Simulation Models and Technique for Complex Control Systems, *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol.19, pp. 1061-1087.

BARREDO, J.I., KASANKO, M., MCCORNICK, N., LAVALLE, C. (2003) Modelling Dynamic Spatial Processes: Simulation of Urban Future Scenarios through Cellular Automata, *Landscape and Urban Planning*, Vol.64, No.3, pp. 145-160.

BELGİN, Ö. (2010) Hizmet Sektöründe Verimlilik, *Bilişim Dergisi*, Sayı.127, ss. 112-115.

BRUZZONE, A.G., MOSCA, R., REVETRIA, R., RAPALLO, S. (2000) Risk Analysis in Harbor Environments Using Simulation, *Safety Science*, Vol.35, pp. 75-86.

CEC (1997) *Green Paper on Sea Ports and Maritime Infrastructure*, Commission of The European Communities.

CHEONG, W., WONG, C. S. (2006) Evaluating the Impact of Vessel-Traffic Interference on Container Terminal Capacity, *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. March/April, pp.76-82.

CHUNG, C. A. (Ed.). (2003). *Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach*. CRC press.

ELDEMİR, F., CAMCI, F., UYSAL, Ö. (2013) *Analysis and Simulation of Istanbul Strait Marine Traffic Management Strategies*, Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.

ESMER, S., (2010) *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli*, DEÜ Yayınları, İzmir.

ESMER, S., YILDIZ, G., TUNA, O. (2013) A New Simulation Modelling Approach to Continuous Berth Allocation, *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol.16, No.5, pp. 1-12.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (2006) *EU Directive on Market Access to Port Services*.

GUCMA, M. (2008) Combination of Processing Methods for Various Simulation Data Sets, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.2, No.1, pp. 11-15.

HARRALD, J. R., MAZZUCHI, T. A., SPAHN, J., VAN DORPA, R., MERRICK, J., SHRESTHA, S., GRABOWSKI, M. (1998) Using System Simulation to Model the Impact of Human Error in a Maritime System, *Safety Science*, Vol.30, pp. 235-247.

IAPH (2001) *IAPH Guidelines for Port Planning and Design*, Port Planning and Construction Committee, International Association of Ports and Harbors, Tokyo.

KELTON, W. D., SADOWSKI, R. P., SADOWSKI, D. A. (2002) *Simulation with ARENA*, Vol.2, McGraw-Hill, New York.

KOBAYASHI E., ASAJIMA, T., SUEYOSHI, N. (2011) Advanced Navigation Route Optimization for an Oceangoing Vessel, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.5 No.3, pp. 377-383.

LI, Q., FAN, H. S. L. (2012) A Simulation Model for Detecting Vessel Conflicts Within a Seaport, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.6, No.1, pp. 11-17.

MAVRAKIS, D., KONTINAKIS, N. (2008) A Queueing Model of Maritime Traffic in Bosphorus Strait, *Simulation Modelling Practice and Theory*, Vol. 16, pp. 315-328.

MERRICK, J. R. W., VAN DORP J. R., BLACKFORD, J. P., SHAW, G. L., HARRALD, J., MAZZUCHI, T. A. (2003) A Traffic Density Analysis of Proposed Ferry Service Expansion in San Francisco Bay Using A Maritime Simulation Model, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol.81, pp. 119-132.

NAS, S. (1999) *The Role and Importance of the Simulator Based Training in the Maritime Industry*, Unpublished Master Thesis, Dokuz Eylul University, Institute of Social Science, Department of Maritime Business Administration, İzmir.

NAS, S., ALTUĞ, Ş. K., YILMAZEL, M. (2006) *A Study on the Enhancement of Safety Culture in Harbour Pilotage and Towage Organizations*, 18. Congress of the International Maritime Pilots Association (IMPA) 20th-24th November 2006, Havana, Cuba.

NAS, S. (2008 a) *Gemport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışması Projesi*, Danışmanlık Raporu, İzmir.

NAS, S. (2008 b) *Enhancement of Safety Culture in Harbour Pilotage and Towage Organizations*, International Maritime Lecturers Association 16th Conference on MET 14th-17th October 2008, İzmir.

NAS, S. (2010) Kıyı Tesislerinin Planlama ve Tasarımında Gemi Manevraları Simülasyon Deneyleri, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi 27 Nisan - 1 Mayıs 2010 Trabzon, Bildiriler Kitabı*, Cilt - II, Editör; Lale Balas, ISBN: 978-605-88990-5-6, Sf, 935-945. Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi, Matbaa Çözümleri Sanayi ve Dış Ticaret Ltd. Şti, İstanbul.

NAS, S. (2011) *Ditaş Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatında Emniyet Kültürünü Güçlendirme Çalışması Projesi*, Danışmanlık Raporu, İzmir.

NAS, S., ZORBA, Z. (2012) *Ship Maneuver Risk Assessment Report for the Petkim Container Terminal Project*, (Coastal Facility Construction Requisition Assessment which is published at Official Gazette No.27170 dated 15.03.2009 Communiqué Number: 2009 Official 2007/2.

NAS, S., ZORBA, Z., UÇAN, E. (2013) The Mooring Pattern Study for Q-Flex Type LNG Carriers Scheduled for Berthing at Ege Gaz Aliaga LNG Terminal, *Maritime Transport & Shipping, Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Edited A. Weintrit and T. Neumann. CRS Press, Taylor & Francis Group, London, pp. 103-108.

OECD (2011) *Competition in Ports and Port Services*, The OECD Competition Committee, <http://www.oecd.org/daf/competition/48837794.pdf> Erişim: 22.07.2013.

OZBAS B., OR, I., ULUSCU, O. S., ALTIOK, T. (2009) Simulation-Based Risk Analysis of Maritime Transit Traffic in the Strait of Istanbul, *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol.3, No.3, pp. 295-300.

REEB, J.E., LEAVENGOOD, S. (2003) *Simulating a Manufacturing System An Introduction Operations Research*. October, pp. 1-12.

RIVERO, L., E., B. (2004) *Applications in Logistics Using Simulation with Promodel*, Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2004) "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development" 2-4 June 2004, Miami, Florida, USA

UÇAN, E. (2013) *İstanbul Boğazı'nda Kılavuzluk Hizmeti Veren Kılavuz Kaptan Sayısının Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizde Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı Yüksek Lisans Tezi.

ULUSÇU, Ö. S., ÖZBAŞ, B., ALTIOK, T., OR, İ. ve YILMAZ, T. (2009) Transit Vessel Scheduling in The Strait of İstanbul, *The Journal of Navigation*, Vol.62, pp. 59-77.

WENHUI, Y. (2011) Heuristic Algorithm for Simulation and Optimization System of Port Tugboats Allocation, *2011 International Conference on Internet Computing and Information Services Proceedings*, pp. 306-309.

YAZICI, M.A., OTAY, E. N. (2009) A Navigation Safety Support Model for the Strait of Istanbul, *The Journal of Navigation* (2009), Vol.62, pp. 609-630.

YÜKÇÜ, S., ATAĞAN, G. (2009) Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Sayı. 23, No. 4, ss.1-13.

ZENG, Q., YANG, Z. (2009) Integrating Simulation and Optimization to Schedule Loading Operations in Container Terminals, *Computers & Operations Research*, Vol.36, No.6, pp. 1935-1944.

ZHANG, T., MIAO, M., ve JIN, C. (2007) Study on Resource Allocate of Container Yard Based on Simulation Optimization Method, *Journal of System Simulation*, Vol.24, pp. 008.