



Römorkörcülük Hizmeti Yetki Sahalarında Römorkör Sayısının Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Tespiti

Selçuk NAS¹, Emin Deniz ÖZKAN¹, Emre UÇAN¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi

snas@deu.edu.tr; deniz.ozkan@deu.edu.tr; emre.ucan@deu.edu.tr

Öz

Römorkörcülük hizmeti verecek bir teşkilatın ilk yatırım maliyetlerinin oldukça yüksek olması nedeniyle, yapılacak yatırımlarda yetki sahası boyutlarına göre belirlenmiş hizmet düzeyini sağlayacak römorkör sayısının, tipinin ve çeki kuvvetlerinin tespiti verimlilik açısından oldukça önemlidir. Her ne kadar serbest rekabet nedeniyle belli bir yetki sahasında ihtiyaçtan fazla römorkör olsa da, yeni pazara giren hizmet sağlayıcılarının deniz trafiğine ait istatistik verileri analiz ederek optimum sayıdaki römorkörü elinde tutarak rekabetçi gücünü artırması mümkündür. Bu çalışmada yalnızca römorkör sayısı üzerinde durulmuş olup, genel bir limandaki deniz trafiğine ait bağımsız değişkenlerin, römorkör sayısına ait bağımlı değişken üzerindeki rassal etkilerinin analiz edilebileceği bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Simülasyon modellemesinde Promodel 2011 programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler Stat:Fit programı yardımıyla analiz edilmiştir. Sonuç olarak, yetki sahaslarında gerekli römorkör sayısının tespit edilebileceği ve her alanda uygulanabilecek bir simülasyon modeli geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Römorkör Sayısı, Simülasyon Modellemesi, Promodel.

The Determination of the Number of Tugboats in the Area of Towage Service Authorization by Using Simulation Modelling Technique

Abstract

Due to quite high initial investment costs of an organization which will provide towage service, the determination of number, type and bollard pull of tugboats which will provide the level of service determined in accordance with the dimensions of the authorization area is quite important for investments in terms of efficiency. Although there are more than needed tugboats in a specific authorization area due to the free competition, it is possible that service providers entering the new market may increase their competitive power by analyzing the statistical data of sea traffic and by retaining the optimum number of tugboats. This study focuses on the number of tugboats only. A simulation model has been developed which can analyze the stochastic effect of independent variables related to marine traffic in a generic port on dependent variables related to the number of tugboats. Promodel 2011 program was used in simulation modelling. The

obtained data were analyzed by Stat:Fit program. As a result, a simulation model has been developed which can determine the required number of tugboats in authorization areas and can be applied in every field.

Keywords: Number of Tugboats, Simulation Modelling, Promodel.

1. Giriş

Liman yanaşma/kalkış manevralarında, boğaz veya kanal geçişleri gibi sınırlı sularda yapılan seyirlerde kendi imkanı ile manevra yapamayan, yetersiz kalan veya kendi imkanlarıyla manevrasının kendisine, diğer gemilere, liman ve kıyı tesislerine, çevreye risk oluşturabileceği varsayılan gemilere, römorkörlerin itme ve çekme kabiliyetleri ile manevra desteği sağlanır. Römorkörler, yüksek manevra kabiliyetine sahip ve boyutlarına göre çok kuvvetli sevk sistemleri olan motorlu teknelerdir. Yüksek manevra kabiliyetleri ve güçleri sayesinde yangın söndürme ve batık çıkarma operasyonlarında da başarı ile kullanılabilirler [1]. Manevra yardımcısı olarak römorkörlerden son yıllarda, geçmişteki rollerinden biraz daha fazlagörevbeklendiği söylenebilir. Geçmişte, kaptan ve kılavuz kaptanların en önemli yardımcısı rolünden bugün vazgeçilmez yardımcıları haline dönüşmüşlerdir. Bu konumu itibari ile römorkörler, kaptan ve kılavuz kaptanlar açısından son derece büyük bir öneme sahip araçlardır [2].

Römorkörcülük hizmetleri, kılavuzluk ve palamar hizmetleri ile birlikte Avrupa Birliği Komisyonu'nun 1997 yılında yayınladığı "Yeşil Kitap" başlıklı belgesinde, "teknik seyir hizmetleri" adıyla "gemi ile ilgili hizmetler" kısmında incelenmektedir. Teknik seyir hizmetleri kapsamında verilen ve ekonomik açıdan ticari bir faaliyet olarak kabul edilen römorkörcülük hizmetlerinin verimli olarak işletilmesi ile ilgili kararlar yetkilendirilmiş teşkilatlara aittir [3].

Kılavuzluk hizmeti ile bağlı olarak yürütülen bir hizmet olan römorkörcülük hizmeti, Türkiye'deki özelleştirmeler sonrasında kamu kurumlarının yanı sıra yetkilendirilmiş özel teşkilatlar tarafından da verilmeye başlamıştır.

Türkiye'de römorkörcülük hizmetleri ve römorkör endüstrisi, liman römorkörcülük hizmetlerinin özel şirketler tarafından işletilmesiyle birlikte yükselişe geçmiştir. Özellikle gemi trafiğinin yoğun olduğu limanlarda kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinin özel şirketler tarafından verilmesi sonucu, Türkiye'nin römorkör filosunda büyüme yaşanmıştır [4]. Ülkemizde römorkörcülük hizmetleri, 31.10.2012 tarihli 28453 numaralı resmi gazetede yayınlanan limanlar yönetmeliğine göre düzenlenmektedir. Yönetmelikte, gemi Grt ve tipine göre gerekli asgari römorkör sayıları ve asgari toplam çekme kuvvetleri tablo halinde gösterilmektedir [5].

Teknik seyir hizmetleri kapsamında gemi ve deniz araçları için sunulan römorkörcülük hizmetlerinin verimliliği, teşkilatların hizmet kalitesi ve işletme maliyetleri açısından oldukça önemli bir konudur. Römorkörcülük hizmetinin sunulma biçimi, hizmet sahasının büyüklüğü, hizmet talebini yerine getirme zamanı, römorkör sayısı ve manevra kabiliyeti bu hizmetin başlıca kalite ölçütleri arasında yer almaktadır [3].

2. Literatür Taraması

Denizcilikte kaynak tahsisi (kaynak ataması) ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde; Swedish [6], Promodel simülasyon yazılımını kullanarak iç suyolunda mavnaya filosu dağıtım ağı ile ilgili bir simülasyon modeli geliştirmiştir. Sistem; çeşitli kaynak yükleme noktalarından suyolu ağı boyunca diğer konumlardaki çoklu dağıtım merkezlerine ürünlerin taşınması için tahsis edilmiş bir mavnaya ve römorkör filosu olan bir iç suyolu üzerinde çalıştırılmaktadır. Bu çalışmada genel olarak ele alınan problem ile ilgili olarak; uygun filo büyüklüğünün

ve olası dağıtım taleplerini zamanında karşılayacak uygun kaynak tahsisinin belirlenmesinden bahsedilmiştir. Legato ve Mazza [7], konteyner terminallerine varış yapan gemilere rıhtım tahsisi yapıldıktan sonra, gemilerin limanda bekleme süresini düşürme amacına yönelik olarak kaynakların (vinç, posta vb.) tahsis edilmesi sorununa değinmiştir. Legato ve Mazza'nın çalışmasına benzer olarak Zaffalon ve diğ. [8], kaynakların tahsis edilmesi sorununun, intermodal bir konteyner terminalinin başlıca problemlerden biri olduğunu belirtmiştir. Alessandri ve diğ. [9], konteyner akışının tahsis edilen kaynaklar tarafından kontrol edildiğine değinmiştir. Fancello ve diğ. [10], konteyner terminalleri için gemi varışlarının tahmini ve talebi karşılayacak insan kaynağı tahsisi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Zehendner ve diğ. [11] yapmış oldukları çalışmada, optimizasyon ve simülasyon yoluyla intermodal konteyner terminallerinde taktik düzeyde, liman istif taşıyıcılarının tahsisi üzerinde durmuştur. Çalışmada; gemilere verilen hizmet sürelerine uygun olacak ve kara tarafı ulaştırma modlarındaki (tır, tren ve mavnalı) gecikmeleri en aza indirecek şekilde liman istif taşıyıcılarının tahsis edilmesi ve arzu edilen hizmet kalitesini elde etmek üzere gerekli liman istif taşıyıcılarının/operatörlerinin sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Wenhui [12], bir limanın ekonomik faydalarının römorkör tahsisi ile doğrudan etkilendiğinden bahsetmiştir. Römorkör eksikliğinin gemilerin bekleme sürelerinde bir artışa neden olacağını, diğer yandan muhtemelen fazla römorkör tahsisinden kaynaklanan düşük römorkör kullanımının liman kaynaklarının israfı ile sonuçlanacağını belirtmiştir. Wenhui bu çalışmada, simülasyon ve optimizasyon yöntemleri yoluyla, limanda römorkör tahsisi ile ilgili olarak bir buluşsal simülasyon ve optimizasyon sistemi geliştirmiştir. Nas [3], "Teknik Seyir Hizmetlerinde Kaynakların Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Optimizasyonu: Römorkör Park

Yeri Seçimi" adlı çalışmasında Promodel simülasyon yazılımını kullanmış olup, Gemlik Körfezi'ndeki kılavuz teşkilatına ait iki römorkörün park yerlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. En uygun park yerleri, römorkör park yerinden hizmet verilecek bölgeye gidiş süresi ile hizmet verdikten sonra park yerine dönecekleri süre toplamının optimizasyonu ile belirlenmiştir. Bu çalışmada, teknik seyir hizmetlerinde kaynakların optimizasyonunun önemi vurgulanmıştır. Uğurlu ve diğ. [13]'nin Tüpraş İzmit Terminali'nin elleçleme kapasitesini değerlendirme amacına yönelik olarak yapmış oldukları çalışmalarında, liman kapasitesini değerlendirmek ve römorkörcülük hizmetleri açısından oluşabilecek kuyruk miktarını belirlemek üzere Awesim simülasyon yazılımını kullanılmıştır. Çalışmada terminal ile ilgili birçok parametrenin analizi yapılırken, römorkörcülük hizmetleri de modellenmiş ve bu hizmeti almak üzere kuyruk oluşturan gemilerin maksimum sayısı ve bekleme süreleri tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise Uğurlu ve diğ. [14], BOTAŞ Ceyhan Terminali'nin elleçleme kapasitesini ve kullanılabilirliğini belirlemeyi amaçlamış ve Awesim simülasyon yazılımını kullanmışlardır. Önceki çalışmaya [13] benzer olarak bu çalışmada da birçok parametrenin analizi yapılmış, bunların içinde römorkörcülük hizmeti için oluşan kuyruk değeri, gemilerin bekleme süreleri ve toplam römorkör faaliyetlerinin incelendiği görülmüştür. Gemilerin limanda kalış süreleri, limana geliş sıklıkları, fırtınalı günler gibi kriterler ile birlikte römorkör hizmetlerinin de, bu çalışmanın en önemli kriterlerinden biri olduğu vurgulanmıştır. Uçan [15] yüksek lisans tezinde, Arena simülasyon yazılımını kullanarak, İstanbul Boğazi'ndeki kılavuzluk hizmetinin optimize edilmesi amacına yönelik olarak gerekli insan kaynağı tahsisinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Denizcilikten başka diğer alanlarda kaynak tahsisi konularında yapılmış çalışmalar ile

ilgili olarak, havayolu ve sağlık sektörü ile ilgili yapılmış iki çalışma da ayrıca incelenmiştir [16] [17].

Römorkörcülük hizmetleri ile ilişkili olarak literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalarda römorkörcülük hizmeti veren bir teşkilatın verimli bir şekilde işletilmesi [3], liman kaynaklarının etkin kullanılması [3] ve limanın ekonomik verimliliğine doğrudan etkisi [12] hususlarında limanlarda römorkör sayısının öneminden bahsedilmiştir. Ayrıca Zorba ve Nas [2] çalışmalarında, mevcut limanlardaki değişiklikler ve gelişmelerde, yeni liman ve terminal alanlarının geliştirilme sürecinde, limanda hizmet verecek römorkörlerin tipi, sayısı ve güçlerinin belirlenmesinin önemine değinmiştir. Römorkörcülük hizmeti verecek bir teşkilatın ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Yapılacak yatırımlarda yetki sahası boyutlarına göre belirlenmiş hizmet düzeyini sağlayacak römorkör sayısının tespiti verimlilik açısından oldukça önemlidir. Her ne kadar serbest rekabet nedeniyle belli bir yetki sahasında ihtiyaçtan fazla römorkör olsa da, yeni pazara giren hizmet sağlayıcılarının deniz trafiğine ait istatistik verileri analiz ederek optimum sayıda ve güçlerde römorkörü elinde tutarak rekabetçi gücünü arttırması mümkündür. Buradan hareketle bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak "optimum römorkör sayısı" üzerinde durulmuş, denizcilikte ve diğer alanlarda kaynak tahsisi konularında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Römorkörcülük hizmeti yetki sahalarında gerekli römorkör sayısının tespit edilebileceği ve her alanda uygulanabilecek bir simülasyon modeli geliştirilmiştir.

3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, genel bir limandaki deniz trafiğine ait bağımsız değişkenlerin, römorkör sayısına ait bağımlı değişken üzerindeki rassal etkilerinin analiz edilmesidir.

4. Metodoloji

Çalışma kapsamında genel bir liman modeli geliştirilmiştir. Bu modelde römorkörcülük hizmeti veren teşkilatların ihtiyaç duyacağı römorkör sayısının gemi geliş dağılımlarına ve talebe cevap verme süresi dağılımlarına göre değişimleri Promodel 2011 simülasyon yazılımı ile belirlenmiştir.

4.1. Römorkörcülük Hizmetlerinin Modellenmesi

Römorkörcülük hizmetlerinin modellenmesi sırasında gemilerin kullanacağı römorkör sayılarının belirlenmesinde 31.10.2012 tarih ve 28453 sayılı resmi gazetede yayımlanan Limanlar Yönetmeliği esas alınmıştır. Bu yönetmeliğe göre 2.000 Grt - 5.000 Grt arasındaki gemiler tek römorköre tabi iken, 5.000 Grt ve üstü gemiler çift römorköre tabidir. Geliştirilen modelde gemilerin yanaşma ve kalkış manevra süreleri sisteme ayrı ayrı dahil edilmiştir. Gemilerin limanda kalış süreleri ise gemi büyüklüğüne göre normal dağılım ile sisteme girilmiştir. Modelin kavramsal algoritması Şekil 1'de gösterilmektedir.

Modelde, gemilerin talebi doğrultusunda römorkör park yerinden çıkarak, pilot alma noktasına veya limana kadar römorkörlerin yapacağı seyir süresi, talebe cevap verme süresi olarak kabul edilmiştir. Genel liman modelinde, römorkör park sahasının limana ve pilot noktasına eşit uzaklıkta olduğu kabul edilmiştir.

Modelde yapılan varsayımlar, kabuller ve kısıtlar aşağıda sıralanmıştır:

-Geliştirilen modelde 2.000 Grt ve altı gemiler ile 75.000 Grt üstü gemiler dikkate alınmamıştır.

-Modelde, meteorolojik şartlardan dolayı, deniz trafiğinin ve manevralarının durdurulması dikkate alınmamıştır.

-Römorkör personelinin 7 gün 24 saat hizmet verebileceği öngörülmüştür.

-Römorkörlerde meydana gelebilecek arıza ve servis dışı kalma durumları ihmal edilmiştir.

-Yanaşma yerlerinin uygunluğu ve sayısı konusunda bir kısıt konmamıştır.

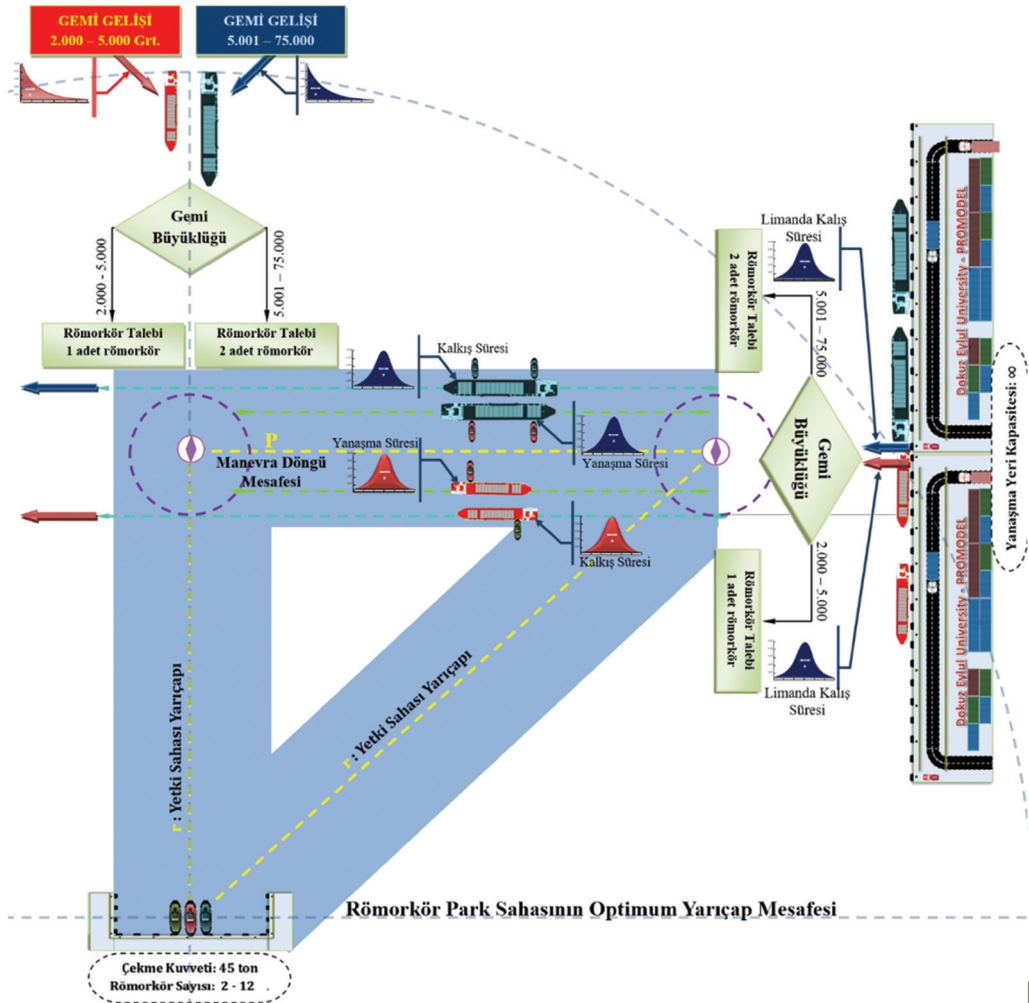
-Gemi tipi konusunda bir kısıtlama konmamış, gemilerdeki muafiyetler ve özellikler kapsam dışında bırakılmıştır.

-Gemi büyüklüğü ve manevra süresi ilişkisi dikkate alınmıştır.

-Römorkör park sahası pozisyonunun, bölgedeki gemi trafiği göz önüne alınarak belirlenmiş olan optimum park yeri olduğu kabul edilmiştir.

Şekil 1'de gösterildiği üzere oluşturulan

5000 Grt ve üstü gemiler çift römorkör ile, 2000 – 5000 Grt arası gemiler tek römorkör ile programa tanımlanan normal dağılıma uygun olarak terminale yanaştırılmaktadır. Gemilerin terminalde kalış süresi, normal dağılıma uygun olarak gerçekleşmektedir. Yükleme ve tahliyesini tamamlayan gemiler yine çift veya tek römorkör ile programa tanımlanan normal dağılıma uygun olarak kalkış manevrası yapmakta ve daha sonra sistemi terk etmektedirler.



Şekil 1. Römorkörcülük Hizmetleri Modeli Kavramsal Algoritması

Kaynak: Yazar

modelin işleyişi şu şekildedir: Gemiler simülasyon programına tanımlanan üssel dağılıma göre sisteme giriş yapmaktadır.

4.2. Modelin Geçerliliği

Modelde, her bir gelen geminin tonaj sınırına uygun römorkör sayısı ile hizmet

aldığı, hizmet talebine cevap süresinin ortalama olarak 60 dakika olduğu, hizmet tamamlandıktan sonra her bir römorkörün başka bir hizmet talebi olup olmadığını sorguladığı, talep olmadığı zaman römorkör park yerine geri döndüğü tespit edilmiştir. Her deneyde, modelin bir yıl boyunca çalıştığı ve tanımlanan gemi sayısına ulaşıldığı görülmüştür. Ayrıca hizmet verme sürelerinin yavaşma ve kalkış manevralarında tanımlanan ortalama sürelerle göre dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

4.3. Sistem Verilerinin Tespit Edilmesi

Genel bir liman sahası üzerinde geliştirilen römorkörcülük hizmetleri modellemesinde kullanılan veriler daha önce Nas [3] tarafından Gempport Kılavuzluk ve Römorkörcülük Hizmetleri Teşkilatı'ndan alınan verilerdir. Bu verilere göre, bölgeye gelen gemilerin gelişleri arasındaki zaman farklarına ait dağılımın, Kolmogorov-Smirnov testi ile üssel dağılım olduğu tespit edilmiştir. Bölgeye gelen gemilerin %90'ı tek römorköre tabi iken, çift römorköre tabi olan gemi sayısı % 10 nispetindedir.

Gemilerin yavaşma manevralarında "römorkör bağlama" ve "römorkör mola" sürelerinin, gemilerin tabi olduğu römorkör sayısına ve doğal olarak da gemi büyüklüğüne göre değiştiği daha önce Nas'ın [3] çalışmasında tespit edilmişti. Ayrıca bu sürelerin normal dağılıma uygun bir şekilde dağılım gösterdiği de tespit edilmişti. Gerçek verilerden yola çıkarak bu çalışmada, tek römorköre tabi gemilerin yavaşma manevralarında römorkör kullanma sürelerinin ortalama 25 dakikalık normal dağılıma ve ± 11 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir. Çift römorköre tabi gemilerin yavaşma manevralarında römorkör kullanma sürelerinin, ortalama 36 dakikalık normal dağılıma ve ± 16 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir.

Yine Nas [3] tarafından tanımlanan gerçek verilerden yola çıkarak bu

çalışmada, tek römorköre tabi gemilerin kalkış manevralarında römorkör kullanma sürelerinin ortalama 13 dakikalık normal dağılıma ve ± 7 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir. Çift römorköre tabi gemilerin kalkış manevralarında römorkör kullanma sürelerinin ortalama 17 dakikalık normal dağılıma ve ± 7 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir.

Gemilerin limanda bağlı kalış süreleri büyük standart sapmalara sahip olsa da, tek römorkör kullanan gemiler ile çift römorkör kullanan gemilerin arasında anlamlı farklar oluşturduğu tespit edilmişti [3]. Bu çalışmada da tek römorköre tabi gemilerin limanda bağlı kalış sürelerinin ortalama 1571 dakikalık normal dağılıma ve ± 1530 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir. Çift römorköre tabi gemilerin limanda bağlı kalış sürelerinin ise ortalama 1794 dakikalık normal dağılıma ve ± 2060 dakikalık standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir.

Römorkörcülük hizmeti yetki sahasında römorkörlerin park sahası ile kılavuz alma noktası arası ve liman arası mesafe eşit olarak kabul edilmişti. Modelde bu mesafeler aynı zamanda, römorkörcülük hizmeti yetki sahasının yarıçap değerlerini ifade etmektedir. Römorkör talebi yapan gemiye verilecek olan hizmetin ulaşım süresi, römorkörün park yerinden ortalama 6 knot hız ile kılavuz alma noktası veya liman bağlama noktasına yapılacak olan seyir süresidir. Römorkörcülük hizmeti yetki sahası, simülasyon deneylerinde, sabit tutularak 6 deniz mili olarak tanımlanmıştır. Römorkörlerin bu yarıçap üzerinde ortalama 6 knot hızda normal dağılıma uygun ve $\pm 0,6$ knot standart sapma hızda seyir yaptığı kabul edilmiştir.

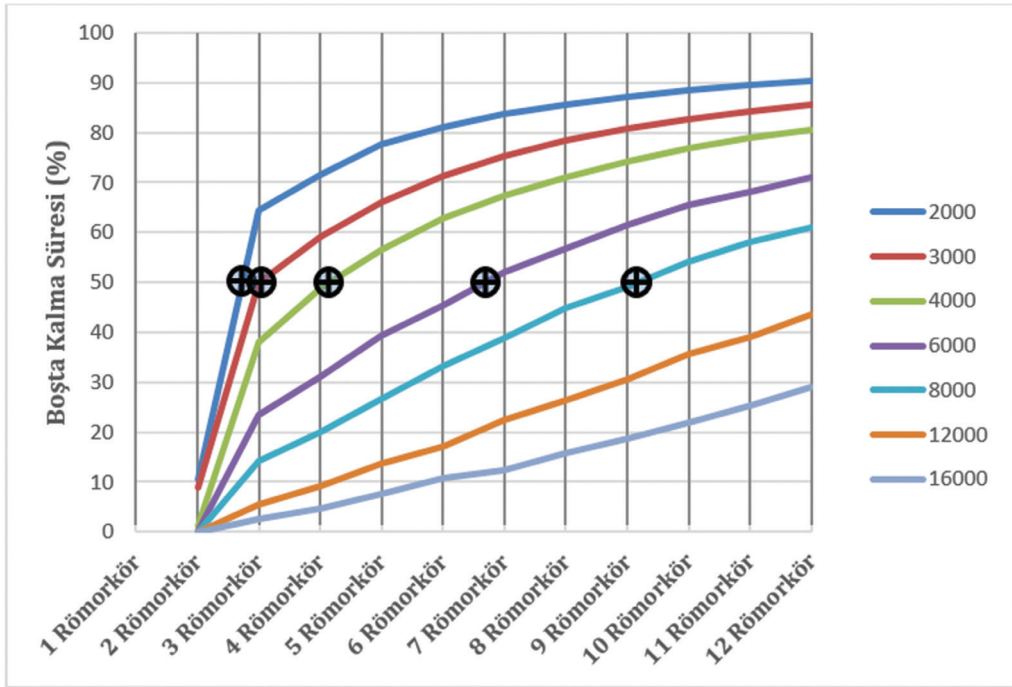
Gemi gelişleri arasındaki zaman farklarının üssel dağılıma uygun bir şekilde geliştiği daha önceki çalışmalarda ifade edilmişti [3][18]. Bu çalışmada da, gemi gelişleri üssel dağılıma uygun bir şekilde tanımlanmıştır. Modelde gemi geliş sayıları (yilda), bir değişken olarak tanımlanmıştır.

Buna göre gemi geliş sayıları, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 12.000 ve 16.000 olarak sistemde modellenmiştir.

Modelde, römorkör sayısı ana değişken olarak tanımlanmıştır. Bu değişken 2 römorkör ile 12 römorkör arasında değiştirilmiştir. Çalışmada, hizmet talebine cevap verme süresi ortalama 60 dakika ($\pm 0,6$) ile sabit tutularak, 2.000 - 16.000 arasında gelen gemi sayısına göre 2 - 12 adet sayıda römorkör ataması yapılmıştır. Toplam 84 adet deney senaryosu oluşturulmuştur. Her bir senaryo 10 defa çalıştırılmıştır. Çalıştırılan deney sonuçlarından ortalama değerler alınarak, veriler analiz edilmiştir.

hizmeti verdiği için, toplamda verdiği hizmet sayısı gelen gemi sayısının iki katına eşittir. Deneylerin başlangıcında limanda yanaşık veya kuyrukta bekleyen hiçbir gemi olmadığı için, her bir deneye bir aylık ısınma süreci konmuştur. Simülasyon deneylerinde her bir deney 1 yıl süresince çalıştırılmış ve 10 tekrar yapılmıştır. Her bir deneye ait sonuçlar analiz edilerek, aşağıdaki verilere ulaşılmıştır.

Modelde gerçekleştirilen simülasyon deneylerinde, römorkörlerin römorkör park yerlerinde boşa kaldıkları süreler, her bir gemi gelişi ve atanan römorkör sayısı açısından tespit edilmiştir. Simülasyon deneylerinde elde edilen her



Şekil 2. Gelen Gemi Sayısındaki Değişimlerde ve Römorkör Hizmet Talebine 60 Dakikalık Cevap Verme Süresi Sabitinde Römorkörlerin Boşta Kalma Süresinin (%) Römorkör Sayısına Göre Değişimi

5. Simülasyon Deney Sonuçları ve Tartışma

Her bir deneye ait senaryoda, gelen gemiler arasında iki römorköre tabi gemiler olduğu için, deneylerde 1 adet römorkör seçeneği denenmemiştir. Römorkörler, gelen gemi sayısında tanımlanan sayıdaki gemiye hem yanaşma hem de kalkış

bir sonuç, hiçbir zaman bir önceki ile aynı olmayacağı için elde edilen 10 tekrar verisinin ortalaması sonuç olarak kabul edilmiştir. Römorkörlerin tanımlanan her farklı senaryodaki boşta kalma sürelerinin ortalamasından Şekil 2'deki grafik oluşturulmuştur.

Şekil 2'deki grafik incelendiğinde,

iki römorkörün hizmet verdiği tüm senaryolarda, römorkörlerin boşta kalma sürelerinin gelen gemi sayısına göre azaldığı, bu azalmanın üssel dağılıma uygun şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Öte yandan değişik gelen gemi sayılarında atanan römorkör sayılarının oluşturduğu boşta kalma sürelerinin, her bir geliş sayısında farklı dağılımlar oluşturduğu tespit edilmiştir.

Türkiye limanlarında römorkörcülük hizmeti veren teşkilatlar ile yapılan görüşmeler sonucunda, değişik gemi geliş sayılarında kaç adet römorkör kullanıldığı ve bu römorkörlerin yeter sayılarının kaç adet olduğu sorgulanmıştır. Yapılan sorgulamalarda dikkat çekici bir sonuca ulaşılmıştır. Bu çalışmadaki simülasyon deneylerinden elde edilen sonuçların oluşturduğu grafikte, boşta kalma süresinin %50 seviyesinin, gelen gemi sayısına göre yeterli olan römorkör sayısını verdiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bu sonuç, tartışılması ve güvenilirliğinin sorgulanması gereken bir sonuçtur. Römorkör atamalarındaki optimizasyon konusuna en yakın çalışma Wenhui [12] tarafından yapılmış olsa da Nas [3] tarafından ifade edilen römorkörlerin park yeri optimizasyonu dikkate alınmamıştır. Bundan sonra yapılacak olan römorkör atamalarındaki optimizasyon çalışmalarında römorkör sayısı, römorkör park sahası/sahalarının birlikte yapılması gerekmektedir. Ayrıca değişik büyüklükteki gemilere, değişik çekme kuvvetlerinde iki ve ikiden fazla sayıdaki römorkör atamalarında, optimum sayı ve çekme kuvvetindeki filo geliştirilmelerinin simülasyon modelleri ile yapılması önerilmektedir.

Çalışmada, her limana uyarlanabilecek kavramsal bir model ortaya konmaya çalışılsa da bu çalışma, genel bir limanda belirli kısıtlar altında geliştirilmiş bir simülasyon modellemesi çalışmasıdır. Her bir limanın kendine ait özel değişkenlere sahip olduğu düşünüldüğünde, bu tip simülasyon modellerinin limanlara

özel olarak geliştirilmesi, modelin tutarlılığı ve güvenilirliği açısından son derece önemlidir.

Kaynakça

- [1] Makouizad, M. (2013). Römorkörlerde Stabilité Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Zorba, Y. ve Nas, S. (2015). Liman Manevralarında İhtiyaç Duyulan Römorkör Kuvvetlerinin Tespiti Üzerine Bir Çalışma. Kılavuzluk/Römorkörcülük Hizmetleri ve Teknolojileri Kongresi I Bildiriler Kitabı, 31-49.
- [3] Nas, S. (2013). Teknik Seyir Hizmetlerinde Kaynakların Simülasyon Modellemesi Yöntemiyle Optimizasyonu: Römorkör Park Yeri Seçimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5(2): 57-81.
- [4] Bakan, K. ve Kum, S. (2015). Türkiye'de Römorkörcülük Hizmetlerine Genel Bakış. Kılavuzluk/Römorkörcülük Hizmetleri ve Teknolojileri Kongresi I Bildiriler Kitabı, 51-59.
- [5] Kaptan, M. ve Uğurlu, Ö. (2015). Türkiye'deki Römorkör Hizmetlerinin Değerlendirilmesi. Kılavuzluk/Römorkörcülük Hizmetleri ve Teknolojileri Kongresi I Bildiriler Kitabı, 173-182.
- [6] Swedish, J. A. (1998). Simulation of Inland Waterway Barge Fleet Distribution Network. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1219-1222.
- [7] Legato, P. ve Mazza, R. M. (2001). Berth Planning and Resources Optimisation at A Container Terminal via Discrete Event Simulation. European Journal of Operation Research, 133(3): 537-547.
- [8] Zaffalon, M., Rizzoli, A. E., Gambardella, L. M., Mastrolilli, M. (1998). Resource Allocation and Scheduling of Operations in An Intermodal Terminal. 10th European Simulation Symposium

- and Exhibition, Simulation in Industry, 520-528.
- [9] Alessandri, A., Cervellera, C., Cuneo, M., Gaggero, M., Soncin, G. (2008). Modeling and Feedback Control for Resource Allocation and Performance Analysis in Container Terminals. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, 9(4): 601-614.
- [10] Fancello, G., Pani, C., Pisano, M., Serra, P., Zuddas, P., Fadda, P. (2011). Prediction of arrival times and human resources allocation for container terminal. Maritime Economics & Logistics, 13(2): 142-173.
- [11] Zehendner, E., Verjan, G. R., Absi, N., Peres, S. D., Feillet, D. (2015). Optimized allocation of straddle carriers to reduce overall delays at multimodal container terminals. Flexible Services and Manufacturing Journal, 27(2-3): 300-330.
- [12] Wenhui, Y. (2011). Heuristic Algorithm for Simulation and Optimization System of Port Tugboats Allocation. 2011 International Conference on Internet Computing and Information Services, 306-309.
- [13] Uğurlu, Ö., Yıldırım, U., Yüksek yıldız, E., Yıldız, S. (2015). An Awesim Simulation Study: To Determine the Efficiency of Future Improvements on Tupras Izmit Oil Terminal. Journal of Shipping and Ocean Engineering, 5: 271-279.
- [14] Uğurlu, Ö., Yüksek yıldız, E., Köse, E. (2014). Simulation Model on Determining of Port Capacity and Queue Size: A Case Study for BOTAS Ceyhan Marine Terminal. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 8(1): 143-150.
- [15] Uçan, E. (2013). İstanbul Boğazı'nda Kılavuzluk Hizmeti Veren Kılavuz Kaptan Sayısının Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [16] Orhan, İ., Kapanoğlu, M., Karakoç, T. H. (2010). Havayolu Operasyonlarında Planlama ve Çizelgeleme. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2): 181-191.
- [17] Gül, M., Çelik, E., Güneri, A. F., Gümüş, A. T. (2012). Simülasyon ile Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme: Bir Hastane Acil Departmanı İçin Senaryo Seçimi Uygulaması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(22): 1 – 18.
- [18] Uçan, E. ve Nas, S. (2015). Utilization of Resources on Techno-Nautical Services by Developing a Dynamic Simulation Model: An Application on the Pilotage Service in Istanbul Strait. Journal of Marine Technology and Environment, ISSN 1844-6116. 1: 77-82.