
KONTEYNER TERMİNALİNDE RIHTIM VİNÇ OPERASYONLARININ VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

D. Özgün SARIOĞLU¹

Muhsin ÖZDEMİR²

Öz

Uluslararası ticaretin gelişmesi limanlarda elleçlenen yük miktarını her geçen gün arttırmaktadır. Bu nedenle liman işletmeleri de müşteri taleplerini karşılayabilmek ve verimliliklerini arttırmak adına operasyonlarını geliştirmektedir. Özellikle, limanlardaki konteyner yüklerin sayılabilir ve büyüklüklerin uluslararası standarta sahip olması, liman operasyonlarında performansı ölçmeye ve iyileştirmeye olanak tanımaktadır. Bu çalışmada bir liman işletmesinin konteyner operasyonlarının verimliliği simülasyon yöntemiyle ölçülmüştür. Bunun için iki simülasyon modeli oluşturulmuştur. Birinci simülasyon modeli mevcut sistemi yansıtmaktadır. Rihtımda gerçekleştirilen elleçleme işlemi, rihtım vincinin taşıyıcı araca yükleme ya da taşıyıcı araçtan boşaltma yapmasını kapsamaktadır. İkinci simülasyon modelinde ise rihtım vinci taşıyıcı araçtan bağımsız olarak konteyner yüklemekte ve boşaltmaktadır. Böylelikle rihtım vinçlerinin taşıyıcı aracı bekleme sürelerini gözlemek hedeflenmiştir. Simülasyon modelleri karşılaştırıldığında, mevcut sistemde var olan taşıyıcı araçların limanın rihtım operasyonları için yeterli olduğu, gemi beklemelerinin sistem hatalarının ve eksikliklerinin giderilmesi ile ortadan kaldırılabilceği görülmüştür. Sonuç olarak öngörülen iyileştirmeler ile performans arttırılırsa geminin rihtımda kaldığı sürenin yarı yarıya düşeceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Konteyner Terminalleri, Simülasyon, Performans Değerlendirme
JEL Sınıflandırması: C63, L25, L91

IMPROVING THE EFFICIENCY OF QUAY CRANE OPERATIONS IN CONTAINER TERMINALS

Abstract

The development of international trade has increased the amount of freight handled in ports every passing day. For this reason, port operators are also improving their operations in order to meet customer demands and increase their productivity. In particular, the container loads at the ports which are countable and the internationally standardised allow researchers to measure and improve performance in port operations. In this study, the efficiency of container operations of a port was measured by simulation. Two simulation models were created in this study. The first simulation model reflects and model the current system. In this model, handling performed on the quay includes loading from quay crane to truck or unloading from truck to the quay. In the second simulation model, the quay crane loads and unloads containers independently from the truck. Thus, it is aimed to observe the waiting times of the quay crane. When the simulation models are compared, it can be seen that the truck waitings that are in the current system can be removed. As a result, it was revealed that ship's waiting time on quay was halved.

Keywords: Container Terminals, Simulation, Performance Evaluation
JEL Classification: C63, L25, L91

¹ Öğr. Gör. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Köşk MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, ozgun.sarioglu@adu.edu.tr

² Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Söke İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, mozdemir@adu.edu.tr

1. Giriş

Uluslararası ticaretin başlamasıyla işletmeler, rekabet yoğun ortamda hayatlarını sürdürme çabasına girmişlerdir. Bir işletme, rekabet ortamında hayatta kalabilmek adına, kendisine etkisi olan iç ve dış çevre koşullarını göz önünde bulundurarak faaliyetlerini sistemli bir şekilde gerçekleştirmek durumundadır. Bunu yapabilmesi için birçok yönetsel kararlar alması ve uygulaması gerekmektedir. Tıpkı insanların aldıkları kararlarla hayatlarına yön vererek daha iyi standartlarda yaşama kavuşma çabasında olduğu gibi, işletmeler de yönetsel kararlar alarak sektördeki geleceklerine yön vermelidirler. İşleyişin sistemini oluşturabilen, işleyişle ilgili sorunları tespit ederek sorun kaynaklarını ortadan kaldıracak olan, sahip olduğu kaynakların, etkin ve verimli çalışmasını sağlayarak yenilikçi hamlelerle rekabette etkin kararlar alabilen işletmeler başarıya ulaşabilmektedirler.

Liman işletmeleri, en temel anlatımıyla denizyolu ile karayolunu bağlayan, yüklerin karadan gemilere aktarılmasını ya da gemilerden karaya taşınmasını sağlayan işletmelerdir. Daha kapsamlı olarak liman işletmeleri, gemilere ve yüklere elleçleme ve depolama hizmetleri sağlayan, aynı zamanda gemi yüklerine veya ilgililerine iç dolum, iç boşaltım, iletişim, taşıma, kalite kontrol, temizlik gibi hizmetlerin sunulduğu işletmelerdir. Bu işletmelerde dökme, proje, kargo, likit gibi çok çeşitli yükler elleçlenebildiği gibi, taşıyıcı ve elleçleyici araçlara entegrasyonu kolay olan konteyner yükler de elleçlenebilmektedir. Standardize edilmiş boyutları ile pratik elleçlenebilir olan konteyner yükler bu sebeple çoğu liman ve yük taşıyıcıları için tercih edilmektedir. Bu durum dünyada ve Türkiye’de konteyner terminallerinin sayısının hızla artmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla lojistik süreçte konteyner terminallerine olan ilgi ve araştırmalar da artmaktadır. Konteyner terminallerinin artması ve içinde bulunulan rekabet ortamı, bu terminallerde performans verimliliğinin ölçülmesi ve artırılması gerekliliğini ve bunun için de liman yönetiminin alınması gereken pek çok yönetsel kararı beraberinde getirmektedir.

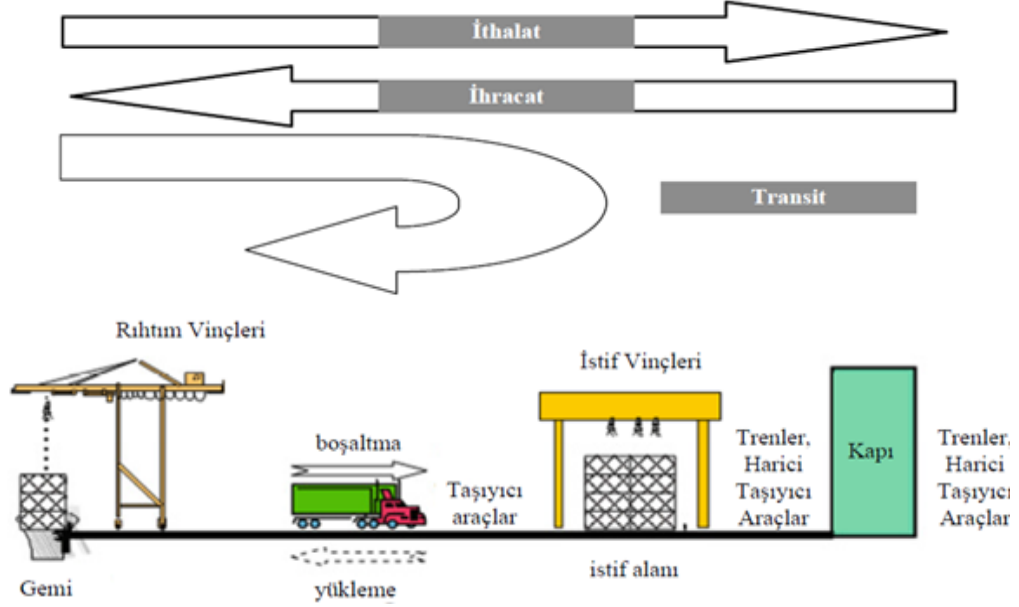
Birçok işlemin beraber yürütülmesi gereken liman işletmeleri, pek çok durumdan etkilenebileceğinden karmaşık, dinamik ve stokastik bir yapıya sahiptir. Bu sebeple işletmenin planlama çalışmaları oldukça önem arz etmektedir. Planlama çalışmalarında verimliliğin sağlanması için tüm süreçlerin birbiriyle bir ahenk içerisinde, paralel zamanlı çalışması hedeflenmelidir. Bu durum limanlardaki operasyonel faaliyetlerde karar alırken optimizasyon yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Liman operasyonlarının karmaşıklığı, analitik yöntemlerin liman optimizasyonu için kullanılmasında zorluklara neden olmaktadır. Bu tür durumlarda simülasyon, limanların analizinde, tasarımında ve anlaşılmasında güçlü bir araç olarak görülmektedir.

Bu çalışmada bir konteyner terminalinde rıhtım ve sahalardaki operasyonel süreçlerin simülasyon tekniği ile analiz edilerek, sistem verimliliğinin ve müşteri memnuniyetinin artırılması amaçlanmaktadır. Müşteri memnuniyetinin en önemli unsuru, geminin en kısa sürede yükleme ve boşaltma işlemini gerçekleştirmesidir. Bunu sağlamak için de operasyonel süreçlerin verimli yönetilmesi gerekmektedir. (Esmer, 2009:64). Bir konteyner terminali içerisindeki operasyonel süreçlerin, geminin rıhtımda kaldığı süreye etkisi araştırılan bu çalışmada, saha içi taşıyıcı araçlardan (çeker) kaynaklı olarak geminin rıhtımda ne kadar süre kaldığı ortaya konulmaktadır. “Mevcut taşıyıcı araçlarla sistemi daha verimli kılmak mümkün müdür? Yoksa yeni yatırıma ihtiyaç var mıdır?” sorularına cevap vermeye çalışılmaktadır.

2. Konteyner Terminali ve Operasyonel Süreçleri

Konteyner terminali, deniz ve kara ve/veya demiryolu arasında taşıma modlarının (sistemlerinin) değiştirilebildiği, gemiyle gemi veya gemiyle iç su gemileri arasında aktarmaların yapıldığı tesislerdir (Yalçın, 2005:12). Bu bilgiden yola çıkarak işlevlerinden birisinin aktarma noktası olduğu söylenebilmektedir.

Şekil 1: Bir Konteyner Terminalindeki Operasyonel Süreçler



Kaynak: Petering and Murty, 2009:2

Konteyner terminallerinde ithalat, ihracat ve tekrar sevk (transit) süreçleri yer almaktadır. Rıhtıma yanaşan bir gemiden bir konteyner tahliye edilmesi ile ithalat süreci başlamaktadır. Gemiden rıhtım vinci ile alınarak limanın taşıyıcı aracına yüklenen bir konteyner, liman içi taşıyıcı araçlar ile istiflendiği sahaya taşınmaktadır. Taşıyıcı araç konteyneri sahaya bıraktıktan sonra istifleme süreci başlamaktadır. İstiflemenin verimli yapılması konteyner terminallerinde zaman yönetimi ve saha alanının verimli kullanımı açısından önemlidir. İstiflenen bir konteyner dolu ya da boş olmasına ve müşteri talebine göre limandaki sürecine devam etmekte veya liman kapısından çıkış yapmaktadır.

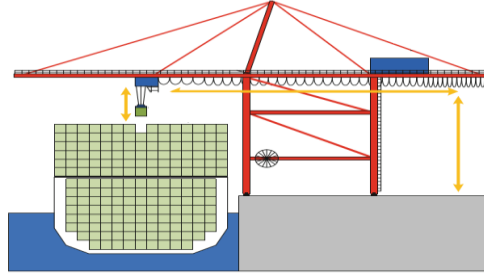
Konteyner terminali sahalarından ya da liman kapısından taşıyıcı araçlarla rıhtım vincine getirilen konteynerlerin, rıhtım vinci tarafından rıhtıma yanaşmış gemiye yüklenmesi ihracat sürecini ifade etmektedir.

Zaman zaman rıhtıma yanaşan gemiden rıhtım vinci aracılığıyla dolu bir konteyner rıhtıma indirilir. Bu konteynerler gümrük işlemine tabi tutulmadan ve hiç açılmadan tekrar gemiye yüklenmeyi beklerler. Gemiden indirilerek hiç işlem yapılmadan aynı şekilde tekrar aynı gemiye ya da başka gemiye yüklenen konteynerlere tekrar sevk edilen konteynerler denir. Bu süreçler ve fiziksel akışın yönü Şekil 1'de gösterilmektedir.

2.1. Rıhtım Vinç Operasyonları

Rıhtım vinci gemiden sahaya, sahadan da gemiye konteyner elleçlemek için kullanılmaktadır (Şekil 2). Operasyon sırasındaki verimlilik, vinci taşıyıcı araçla uyumlu çalışmasına, operatörlere, hava koşullarına, vinç arızalanmalarına vb. sebeplere göre değişiklik gösterebilmektedir. Geminin büyüklüğüne göre birden çok vinç bir gemi için çalışabilmektedir. Ayrıca rıhtım vincinin elleçlemeyi ne kadar sürede gerçekleştirebildiği, geminin limanda beklemesine doğrudan etki etmesi sebebi ile önemli bir verimlilik göstergesi olarak tüm dünyada kabul edilmektedir.

Şekil 2: Rıhtım Vinci



Kaynak:Kemme, 2013:5

Rıhtım alanındaki operasyonel işlemler öncelikle geminin rıhtıma atanması ile başlamaktadır. Bu işlem oldukça önem arz etmektedir. Elleçlenen konteynerin terminal içerisinde gideceği sahaya olan uzaklığı saha içi taşıyıcı araçların kullanım süresini gereksiz arttırabilmektedir. Bu durum zaman, maliyet ve dolayısıyla müşteri beklentilerini karşılama düzeyi açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Geminin rıhtıma atanması yapıldıktan sonra, gemiye vinç atanması gerçekleştirilmektedir. Kaç adet vinç kullanılacağı ve hangi vinçlerin kullanılacağı sorularına cevap aranmaktadır. Sonrasında ise gemiye hangi taşıyıcı araçların atanacağı belirlenmektedir. Gemiden tahliye edilen konteynerin sahalara taşınmasında ve gemiden ya da liman kapısından giriş yapan ve gemiye yüklenecek bir konteynerin rıhtıma taşınmasında görevli olacak bu taşıyıcı araçların kaç adet olacağı da belirlenmektedir. Literatür incelendiğinde gemilerin rıhtıma atanması, vinçlerin gemilere atanması, taşıyıcı araçların gemiye atanması vb. bu alandaki atama problemlerine çözüm arandığına rastlanmaktadır (Dragović et al.,2017).

Literatürde yer alan ve performans değerlendiren simülasyon çalışmalarında, sistem analizinin performans göstergeleri üzerinden yapıldığı görülmektedir. Bu performans göstergeleri mevcut sistem ile simülasyon modeli arasındaki farkı ortaya koyabilmekte ve sistem iyileştirmelerinin bu göstergelere nasıl etki ettiği araştırılarak iyileştirmeler arasında kıyaslama yapılmasına olanak sağlamaktadır. Liman performansını ölçen çok fazla performans göstergesi bulunmaktadır. Bunlardan biri Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı tarafından yapılmış sınıflandırmadır (UNCTAD,1999).

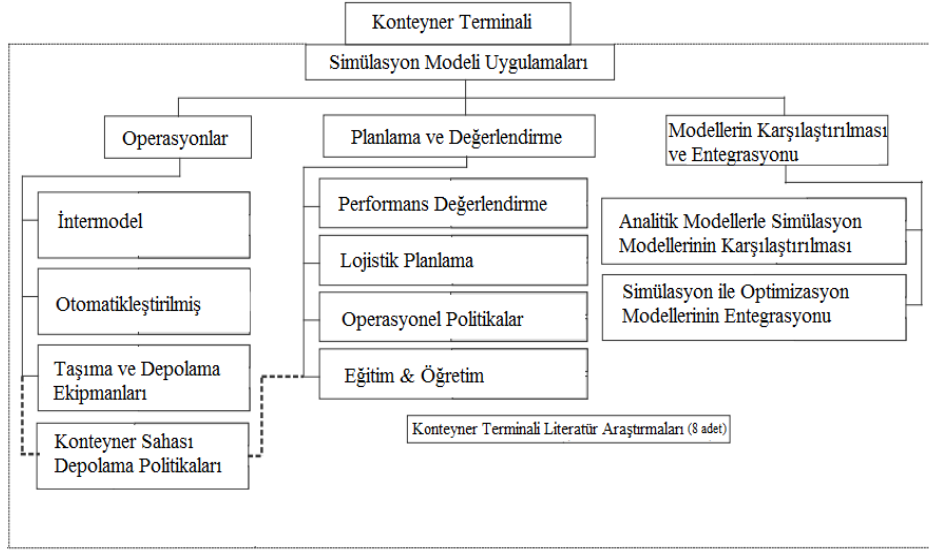
Bu çalışmada operasyonel göstergelerden gemi bekleme süresi kullanılarak simülasyon tekniği ile sistem verimliliği üzerine çıkarımlar yapılacaktır.

3. Literatür Özeti

Limn operasyonlarındaki simülasyon çalışmalarına ait literatür incelendiğinde bu alandaki çalışmaların elli yılı aşkındır süregeldiği görülmektedir. Bu zaman içerisinde yaklaşık üçyüze yakın simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar, tüm liman performansı, otomatikleştirilmiş sistemler, çoklu terminal sistemleri, terminal trafiğini iyileştirme (rotalama), rıhtıma gemi atama ve gemiye vinç atama, istifleme ve saha-liman yerleşimleri üzerinedir.

Dragović ve arkadaşları (2017:12) konteyner terminallerinde yapılmış çalışmaları Şekil 3'deki gibi sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre yapılan simülasyon çalışması, bir performans değerlendirmesidir.

Şekil 3: Konteyner Terminalinde Simülasyon Modellemesi Çalışmalarının Sınıflandırılması



Konteyner terminallerinde performans değerlendirme üzerine yapılmış simülasyon modellemeleri çalışmaları incelendiğinde şu yayınlar göze çarpmaktadır:

Borovits ve Ein-Dor (1975) FORTRAN ile konteyner terminali simülasyonu gerçekleştirerek performans ölçmeye çalışmışlardır.

Silberholz ve diğerleri (1991) çalışma hatalarının verimlilik üzerine etkisini araştırmak için Miami terminalinde bir simülasyon çalışması yapmışlardır. Bu çalışmayı SIMLIB isimli bir programla gerçekleştirmişlerdir.

Koh ve diğerleri (1994) gemi döngü zamanları, vinç ve ana taşıyıcıların faydalı kullanım oranları ölçülmüş ve terminalde meydana gelen sıkışıklıklar tespit edilmiştir.

Ramani (1996) simülasyon modeliyle rıhtım işgaline oranlarını ve gemi hizmet sürelerini ölçmüştür.

Mat Tahar ve Hussain (2000), Kelang limanının performansını en üst düzeye çıkarmak için rıhtım vinçlerinin ve kaynakların atamasını yapıp, farklı operasyonların çizelgelenmesini gerçekleştirerek simülasyon modellemesi yapmışlardır. Performans göstergesi olarak gemi döngü süresi, rıhtımı kullanma süresi, vinçlerin faydalı kullanım oranı ve taşıyıcıların faydalı kullanım oranı ölçülmüştür.

Legato ve Mazza (2001) makalelerinde, bir konteyner terminalindeki gemilerin varış, yanaşma ve gidiş süreçlerine ilişkin lojistik faaliyetlerin kuyruk şebekesi modelini sunmuşlardır. Ayrık olay simülasyonu ile rıhtım planlama problemine çözüm getirmişlerdir.

Nam ve diğerleri (2002): Pusan Limanı'nın Gamman Konteyner Terminali'nde rıhtım ve rıhtım vinçlerinin optimum boyutlarını araştırmışlardır. Gemilerin rıhtımda beklediği sürelerin performans göstergesi olarak kullanıldığı çalışmalarında, bitişik olan rıhtımların, rıhtım vincini beraber kullanmasının verimliliği artıracağını ortaya koymuşlardır.

Sgouridis ve arkadaşları (2003) gelen konteynerlerin elleçlenerek taşıyıcı araçlarla taşınmasını simüle etmiştir. Bu çalışmada geminin limandaki hizmet süresi, taşıyıcı araçların ve vinçlerin faydalı kullanım oranlarını ölçerek değerlendirmiş ve önerilerde bulunmuştur.

Vis ve Harika (2004) tarafından otomatikleştirilmiş liman içi ekipmanlarının performansı simülasyonla modellenmiştir. Çalışma sonucunda ALV kullanmanın AGV kullanmaktan daha az maliyetli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Park ve diğerleri (2007) konteyner terminallerinde simülasyon ile analiz yaparak performans verimliliği ve liman türüne göre optimal rıhtım çıktısını hesaplama üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre liman türüne göre optimal çıktının ne olduğu, kaç adet rıhtım vincine ihtiyaç olduğu hesaplanabilmektedir.

Dragovic ve arkadaşları (2009) liman yük elleçleme ekipmanlarının verimliliğini ve geminin limanda geçirdiği süreyi tahmin eden senaryolar kullanarak ölçümler yapmıştır.

Kulak ve arkadaşları (2009) çalışmalarında, Türkiye'deki orta ölçekli bir konteyner terminalinde terminal içi taşıma operasyonlarını analiz eden bir simülasyon modeli tasarlamışlardır. Model yardımıyla terminal içi taşıyıcı araç sayısı ve tipinin, terminalde taşınan konteyner sayısı, kaynak (vinçler ve araçlar) kullanım oranları ve geminin limanda servis görme süresi gibi tanımlı performans kriterleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Park ve arkadaşları (2009) çalışmalarında rıhtımda gemide konteyner elleçlemesi sürerken, rıhtımla konteyner sahaları arasında dinamik taşıyıcı aracın operasyonel yönetimi üzerine odaklanmışlardır. RFID teknolojisini kullandıkları simülasyon modellerinde, gerçek zamanlı veriye ulaşarak verimliliğin %25 artacağını ortaya koymuşlardır.

Kulak ve arkadaşları (2013) çalışmalarında simülasyon modeli ile terminal süreçlerini farklı işyükü senaryoları altında değerlendirmişlerdir. İşletmenin stratejik kararlarını desteklemeye çalışmışlardır.

Esmer ve arkadaşları (2013) İzmir Alsancak Limanında rıhtım atama problemi üzerine simülasyon modellemişlerdir. Önerdikleri model rıhtımların ortalama kullanışlılığı, gemilerin kuyrukta ortalama bekleme süreleri ve sayıları üzerine hesaplamaya dayalı ve gerçekçi tahminler sunmuştur.

Taner ve arkadaşları (2014) konteyner terminalleri için yaptıkları simülasyon çalışmasında taşıyıcı araç sevk etme kurallarının ve kaynak atama stratejilerinin toplam elleçleme miktarına etkisini araştırmışlardır. Terminal performansının farklı sevk etme kurallarında ve farklı kaynak atama stratejilerinde yerleşim tasarımından etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Lin ve arkadaşları (2014) çeşitli türde gemi ve vinçlerden oluşan, esnek rıhtım atama ve dinamik vinç çizelgeleme yapabilen bir simülasyon modeli geliştirmişler. Gerekli hizmet seviyesini korurken, toplam yatırım maliyetini en aza indirecek bir parametre belirleyen bu simülasyon modeli ile, kullanılan yatırım planlarında hedefledikleri maliyeti daha düşük maliyete çekebilmişlerdir.

Nicoletti ve arkadaşları (2014) çalışmalarında simülasyon ve genetik algoritma tabanlı hibrit bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Optimizasyon algoritmalarıyla entegre olan bu simülasyon modelini, kaynak kapasite kısıtlamalarını tanımlamak ve bu kısıtlamaların gemilerin dönüş sürecini nasıl etkilediğini belirlemek için geliştirmişlerdir.

Aydoğdu ve Aksoy (2015) geleneksel liman lojistiği işletmesi ile varsayımsal bir liman topluluk sisteminin bulunduğu bir kavramsal model arasındaki farkları yakalamak için bir simülasyon modeli geliştirmişlerdir. Mevcut sistem ile önerilen sistem arasındaki farklar, zaman ve maliyet düşürme açısından Türk liman sanayinden elde edilen verilere dayanılarak simülasyon yoluyla hesaplanmıştır.

4. Simülasyon ile performans ölçme uygulaması

Çalışmanın gerçekleştirildiği konteyner terminalinde gemi bekleme sürelerinin uzunluğu ve rıhtım vinçlerinin elleçleme işlemi için yaptıkları beklemeler dikkat çekicidir. Limanda yapılan gözlemler taşıyıcı araçların konteyner yükleme ve boşaltma için rıhtıma geç geldikleri tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle vinç operatörlerinin bir konteyner elleçlemesini tamamladıkları andan itibaren taşıyıcı araç için sıklıkla beklemeleri bir problemdir. Bu problemin ortadan kalkması ile gemi bekleme sürelerinin azalacağı ön görülmektedir. Bu sebeple çalışmada konteyner terminalindeki

taşıyıcı araçların sayısının vinç sayısına yeterli olup olmadığı araştırılmaktadır. Bu problemin çözümü ile;

- “Geminin limanda kalma süresinin uzaması takibi yapılamayan çeker kullanıcılarından mı kaynaklanmaktadır?”

- “Geminin limanda kalma süresinin uzaması çeker sayısının az olmasından mı kaynaklanmaktadır?”

sorularının cevapları aranmaktadır.

4.1. Konteyner terminaline ait bilgiler

Konteyner Terminalinde 10 rıhtım bulunmaktadır. Konteyner liman sahası içerisinde ithal sahası, ihrac sahası, boş konteyner sahası, ve iç boşaltım sahası bulunmaktadır. Şekil 4’de çizimi verilen terminal yaklaşık 300.000 m² büyüklüğünde bir alan içerisinde hizmet vermektedir.

Şekil 4: Liman Yerleşimi



Limanda tahliye (ithalat) ve yükleme (ihracat) olarak iki ana süreç vardır. Gemiden indirilecek konteyner tahliye sürecine başlamakta, gemiye yüklenecek konteyner ise yükleme sürecine başlamaktadır. Konteynerlerin bu süreçlerde gördükleri çeşitli işlemler ve bu işlemlerin bir sırası ve rotası bulunmaktadır.

4.2. Konteyner Türleri ve Rotaları

Konteynerler üç türe ayrılmaktadır. Bunlar tekrar sevk, dolu ve boş konteynerlerdir. Tekrar sevk konteynerler gümrük işlemi ve taşıma işlemi görmeyen, tahliye edildiği anda limanda yükleneceği gemiyi beklemesi için rıhtımda istiflenen konteynerlerdir. Gemi yanaştığında yükleme işlemi gerçekleştirilir.

Dolu konteynerler gemiden tahliye edildiği anda ithal istif sahasına alınmaktadır. Dolu konteyner ithal sahasından sahipleri tarafından alınabilir ve limandan çıkış yapabilir ya da müşteriler konteynerlerin içinin limanda boşaltılmasını isteyerek limandan belli bir ücret karşılığında bu hizmeti talep edebilir. Konteynerin içinin liman tarafından boşaltılmasının istenmesi ile konteyner iç boşaltım sahasına alınır. İçi boşaltılan konteyner boş konteyner sahasına gönderilir. Boş konteyner sahasındaki boş konteyner ya kapıdan çıkmaktadır, ya boş konteyner sahasına başka bir gemiye boş olarak yüklenmektedir ya da müşteri isteği ile belli bir hizmet ücreti karşılığında limanda içi doldurulup gemiye dolu olarak yüklenmektedir.

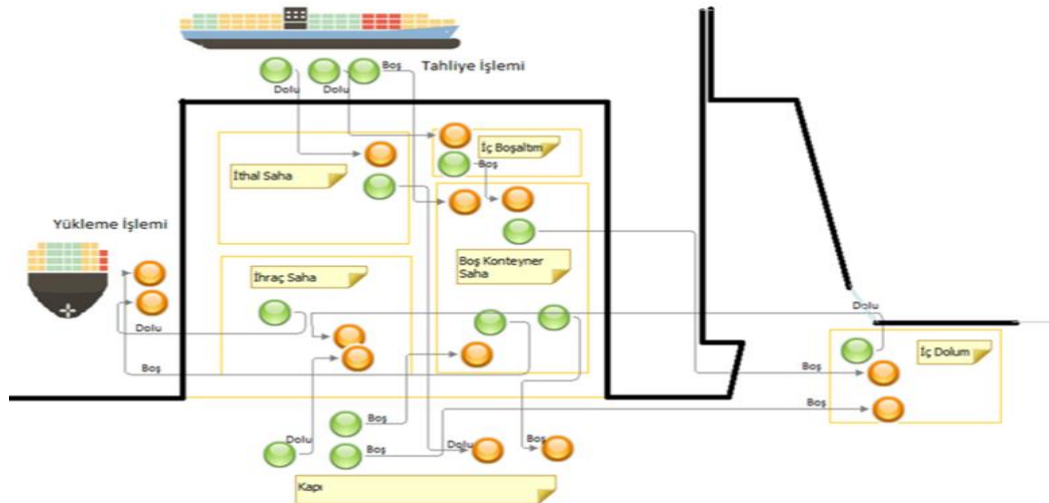
Boş konteynerler gemiden tahliye edildiği anda ya sahibi tarafından alınarak kapıdan çıkarılır ya da boş konteyner sahasına götürülür. Boş konteyner sahasına götürülen konteyner, liman hizmeti talep eden müşteri olması durumunda iç dolum sahasına içinin doldurulması için götürülebileceği gibi, hizmet almadan boş olarak da kapıdan çıkabilmektedir. İç dolum sahasında içi doldurulan konteyner, gemisini beklemek üzere ihraç sahasına götürülmektedir.

Konteyner terminalinde yükleme sürecini tahliye sürecinin devamı niteliğinde anlatmak daha açıklayıcı olacaktır. İç dolumdan ihraç sahasına gemisini beklemek üzere getirilen dolu konteynerler ve boş konteyner sahasından alınarak gemiye boş yüklenecek olan konteynerler, liman içerisinde gemiye yüklenmek için hazır bekleyen konteynerlerdir. Bunların yanında kapıdan dolu veya boş olarak giriş yaparak gemiye yüklenecek konteynerler de bulunmaktadır. Bu konteynerlerin liman sahaları içerisinde taşınması limana ait taşıyıcı araçlar ile değil, taşıyıcının kendisi ile sağlanmaktadır. Simülasyonda bu durum göz önünde bulundurulmuştur ve limana ait taşıyıcı araçların kapıdan giriş yapan konteynerleri taşıması söz konusu değildir.

Tahliye sürecini ve yükleme sürecini liman üzerinden anlatan gösterim Şekil 5'de gösterilmektedir. Yeşil yuvarlaklar güzergahların başlangıçlarını, turuncu yuvarlaklar ise güzergahların bitişini belirtmektedir. Gösterimde turuncu çizgilerle dörtgenler oluşturularak sahaların çizgileri belirtilmiştir. Bu çizgiler içerisindeki yeşil ve turuncu yuvarlaklar o sahadaki başlangıç noktasını ve bitiş noktasını belirtmektedir. Oklar konteynerlerin güzergâhlarındaki taşıma yönünü belirtmektedir.

Bu işlemlerin analizi ile sahada çalışan uzmanlarla mevcut sistemin modellenebilmesi için bir iş akışı oluşturulmuştur. Model, iş akışı üzerinden oluşturulup geçerliliği uzmanlar tarafından onaylanmıştır. Modelin gerçeği yansıtabilmesi için değişkenlerin belirlenerek doğru veriler toplanması gerekmektedir.

Şekil 5: Konteyner Süreçlerinin Şematik Gösterimi



4.3. Değişkenler, Varsayımlar, Kısıtlar ve Parametreler

Konteyner terminalinde geminin geldiği süre, hangi rıhtıma yanaştığı, geminin rıhtımda kaldığı süre, gemide işlem gören konteynerler, işlem türleri, liman hizmeti alıp almadığı, konteynerin ne şekilde çıkış yaptığı, geminin ismi, bayrağı, büyüklüğü vb gibi pek çok veri tutulmaktadır. Bir yıllık verinin işlenmesi ile simülasyon için gerekli bilgiler oluşturulmuştur. Öncelikle konteyner terminalinde rıhtımdaki elleçleme performansına etki eden değişkenler ortaya konmuştur (Tablo 1). Veritabanından elde edilen bilgiler işlenerek ARENA simülasyon programındaki Input Analyser aracı ile istatistiksel dağılıma dönüştürülmüştür (Tablo 2). Örneğin, 14 numaralı rıhtıma yanaşan bir gemide elleçlenen konteyner sayısı 69+EXPO(458) dağılımı ile elde edilmiştir. Rıhtımlara yanaşan gemi büyüklüklerinin ve bu gemilerin rıhtımda bekleme sürelerinin (taşıdıkları yük miktarlarının ve operasyon sırasında kullanılan vinç sayısının) değişkenlik göstermesi vb sebeplerden dolayı) farklılık göstermesi nedeniyle rıhtımlara yanaşan gemi sayıları ve bu gemilerin rıhtımlara yanaşma süreleri farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar sebebi ile Tablo 2 'de belirtilen farklı istatistiksel dağılımlar oluşmaktadır.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişkenler	Açıklama
Gemi gelişler arası süre ve rıhtımlardaki işlem gören gemi sayıları	Gemilerin hangi rıhtımlarda, hangi tarihlerde işlem gördüğü, ne kadar süre rıhtımda kaldıklarına ait 1 yıllık veri, konteyner terminali veritabanından elde edilmiştir.
Gemide işlem gören konteyner miktarları	Limana yanaşan konteyner gemisine kaç konteyner yüklendiği, gemiden kaç konteyner boşaltıldığına ait 1 yıllık veri, konteyner terminali veritabanından elde edilmiştir.
Vinç elleçleme süresi	Günlük hareket dokümanı üzerinden 1 saat içerisinde bir vincin 12 hareket ortalama ile çalıştığı bilgisinden elde edilmiştir. Vinç hareketleri gözlenerek süreler tutulmuştur.
Konteynerin durumu (dolu-boş)	Konteynerin tahliye sürecinde dolu ya da boş olması rotasını ve göreceği işlemi değiştiren bir durumdur. 1 yıllık veri konteyner terminali veritabanından elde edilmiştir.

Tablo 2: Değişkenler İçin Kullanılan İstatistiksel Dağılımlar/Olasılıklar

Rıhtım	Gelişler arası süreyi tahminleyen istatistiksel dağılım (gün)	Gemilerde kaç konteyner elleçlendiğini veren istatistiksel dağılım(adet)	Tahliye edilen konteyner sayısını tahminleyen dağılım
13	ERLA(0.645, 3)	7 + GAMM(607, 1.15)	TRIA(0.999, 48,2, 99)
14	0.999 + EXPO(13.8)	69 + EXPO(458)	TRIA(5, 70,2, 89)
15	LOGN(2.11, 2.01)	8 + ERLA(268, 2)	TRIA(0,5, 53, 99)
16	WEIB(4, 0.542)	58 + WEIB(491, 1.14)	TRIA(0,5, 57,9, 90)
17	LOGN(1.76, 1.61)	28 + ERLA(198, 2)	TRIA(0,5, 53,6, 99)
18	EXPO(170)	321 + 294 x BETA(0.112, 0.112)	Olasılık 0,63
19	GAMM(0.637, 2.47)	15 + GAMM(194, 2.22)	TRIA(0,5, 56,7, 99)
20	EXPO(12.6)	2 + 655 x BETA(0.723, 1.21)	99 x BETA(0.75, 1.01)
21	EXPO(80)	9 + 311 x BETA(0.0457, 0.0263)	Olasılık 0,59
22	EXPO(40)	6 + WEIB(135, 0.583)	Olasılık 0,6

Yıl içerisinde limanda olumsuz hava koşulları, liman araçlarının arızalanma durumları, yaşanan iş kazaları, yasal süreçlerdeki değişiklikler, özelleşme gibi durumlarla karşılaşmadığı varsayılmıştır. Liman simülasyonu 365 gün 24 saat kesintisiz çalışmaktadır. Rıhtım ve sahalar arasında 20 adet taşıyıcı araç, rıhtımda ise 10 adet rıhtım vinci kullanılmaktadır. Yükleme ve tahliye süreçlerinde

rıhtım vinci elleçleme süreleri eşittir. Bir gemiye en fazla 3 rıhtım vinci atanmaktadır. Çekerlerin 2 konteyner taşıdığı durumlar için bu durumu simülasyon modeline yansıtabilmek adına hızlarının iki katına çıktığı varsayılmıştır. Taşıyıcı hızları 350 m/dk alınmıştır. Sahalar arası taşımalarda taşıyıcı araçların sahaların merkez noktalarına saha içindeki istif noktaları dışından en kısa yol üzerinden gittiği dikkate alınmıştır. Gemiden konteyner tahliyesi, gemiye konteyner yüklemeye önce gerçekleştirilmektedir.

4.4. Simülasyon Modeli

Verilerin toplanması, verilerin değerlendirilmesi, süreçlerin ortaya çıkarılması, rotaların belirlenmesi ve rota olasılıklarının hesaplanmasından sonra simülasyon modeli oluşturulmuştur.

Şekil 6 konteyner terminalinin Arena simülasyon programı ile oluşturulmuş modelini göstermektedir. Modelde 1 numara ile belirtilmiş kısımda kaç adet ve ne kadar sürede bir gemi geldiği bilgisinden hareketle rıhtımlarda gemi yaratılmıştır. Gelişler arası sürenin gün bazında dağılımı buraya değişken olarak girilmektedir.

2 numara ile belirtilmiş bölümde gemilerde elleçleme yapılan toplam konteyner sayısı ve bu toplam sayı içerisinde kaç konteynerin tahliye konteyner olduğu tahminlenmiştir. Gemide olduğu gibi modelin de önce tahliye işlemi gerçekleşmekte sonra yükleme işlemi gerçekleşmektedir.

Veritabanından geminin rıhtımda kaldığı sürede kaç vince gereksinimi olduğu bulunmuştur. İşletmeden alınan hareket formu ve yapılan gözlem desteği ile vinç kullanım sayılarının olasılıkları elde edilmiştir. Burada işlem yoğunluğu göz önünde tutulduğunda beş rıhtım verilerinin işlenmesi ile mantıklı olasıklar yaratılacağı görülmüştür. Böylelikle elleçleme işlemi Tablo 3’de belirtilen olasılıklarla beş rıhtım için modele yansıtılmıştır. Örneğin Rıhtım 13’e yanaşan bir geminin elleçleme işleminde 1 vinç kullanılması olasılığı yaklaşık %18, 2 vinç kullanılması olasılığı %40, 3 vinç kullanılması olasılığı %42’dir. Bu durumda 2 vinç kullanan gemi hem 1. hem 2. vinci, 3 vinç kullanan gemi ise hem 1., hem 2. hem de 3. vinci kullanmaktadır. Bu durumda 1. vinç %52, 2. vinç %34 3. vinç ise %14 kullanılmaktadır.

3 numara ile belirtilmiş bölümde konteyner türlerine göre gidecekleri sahalara belirlenmektedir. Gemiden tahliye edilerek limana indirilen konteynerin dolu ya da boş olduğu istatistiksel dağılımla belirlenmektedir. Bu konteynerlerin izleyeceği güzergahın belirlenmesi işlemi gerçekleşmektedir. Dolu ya da boş konteynerlerin her ikisi için de taşıyıcı araç kullanılmaktadır. Modelin taşıyıcı araçlara gideceği mesafenin ne kadar süreceği belirtilmiştir.

4 numara ile belirtilmiş bölümde ithal sahasına getirilen konteynerin süreci yer almaktadır. Taşıyıcı aracın dolu konteyneri bırakması ve konteynerin yeni olası rotalarına gitmesi sağlanmaktadır.

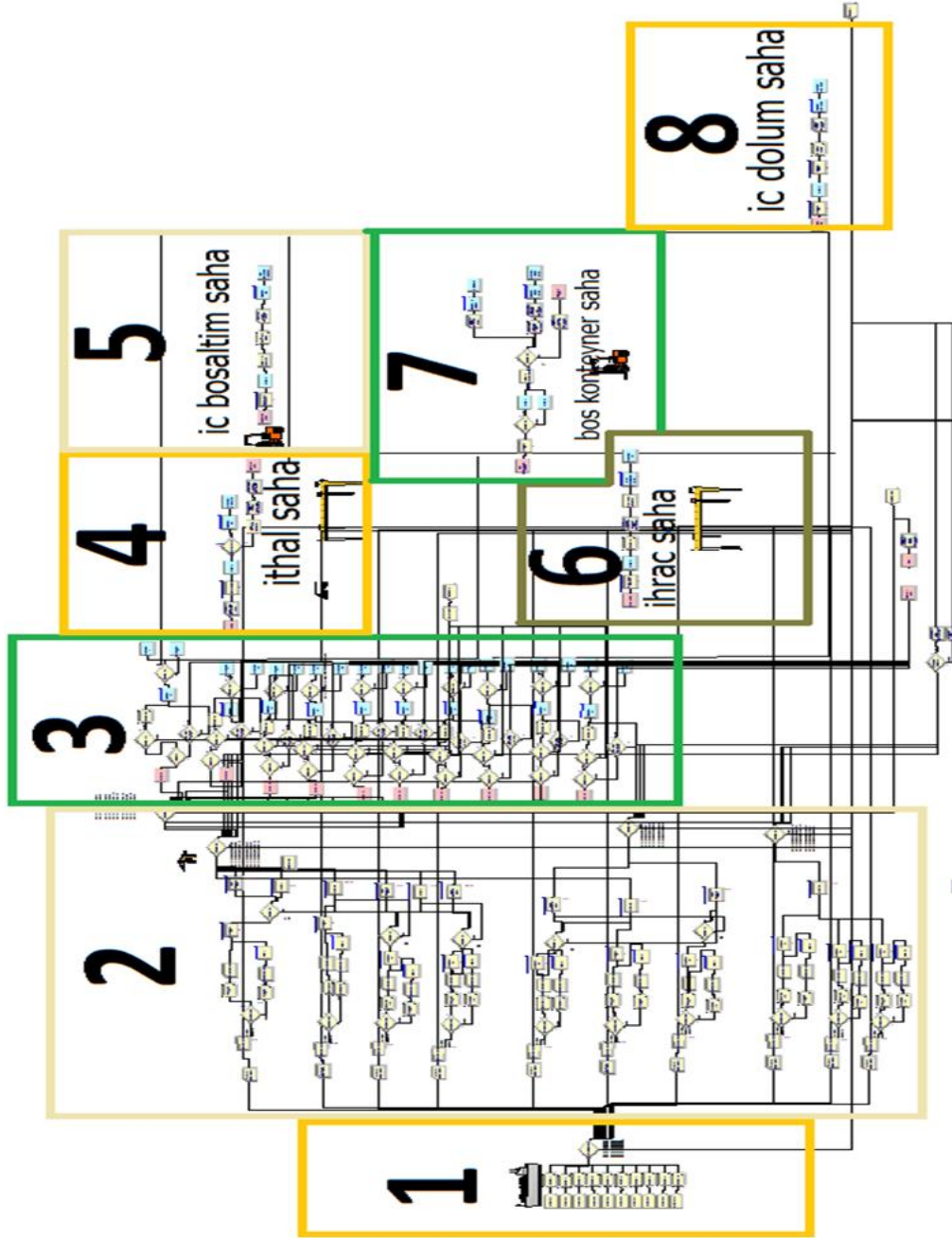
5 numara ile belirtilmiş bölümde iç boşaltım sahasına getirilen konteynerin süreci yer almaktadır. Sahaya iç boşaltım için getirilen konteynerlerin içleri boşaltılmaktadır. İç boşaltım gerçekleşen konteynerlerin tamamı boş konteyner sahasına yönlendirilmektedir.

6 numara ile belirtilmiş bölümde ihraç sahasına getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır.

7 numara ile belirtilmiş bölümde boş konteyner sahasına getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır. Buradaki boş konteynerler kapıdan çıkış, gemiye yüklenme ya da iç dolum işlemine yönlendirilmektedir.

8 numara ile belirtilmiş bölümde iç dolum sahasına getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır. Buradan çıkan konteyner ihraç sahasına yönlendirilmektedir.

Şekil 6: Arena Simülasyon Programı İle Oluşturulmuş Simülasyon Modeli Genel



Tablo 3: Rıhtımlarda Bir Gemi İçin Vinç Kullanım Olasılıkları

Rıhtım	1 vinç olasılık	2 vinç olasılık	3 vinç olasılık	1.vinç kullanımı	2.vinç kullanımı	3.vinç kullanımı
13	0,177142	0,4	0,422857	0,518095	0,340952	0,140952
15	0,184049	0,478528	0,337423	0,535787	0,351738	0,112474
16	0,150537	0,268817	0,580645	0,478495	0,327957	0,193548
17	0,285714	0,479263	0,235023	0,603687	0,317972	0,078341
19	0,229437	0,480519	0,290043	0,566378	0,336941	0,096681

4.5. Simülasyon modellerinin karşılaştırılması

Rıhtım vincinin çekerle beraber çalışarak gerçekleştirdiği elleçleme işlemi ortalama 5 dk sürmektedir. Bu sebeple mevcut sistemi yansıtan ilk simülasyon modelinde, gemi rıhtıma yanaştıktan sonra vinç atamasının gerçekleşmesinin ardından rıhtım vinci işlemi yerine elleçleme işlemi yer almaktadır. Bu elleçleme işlemi de ortalama 5 dk sürmektedir. Bu işlemin ardından konteynerler, gidecekleri sahalara gönderilmektedir. Bu gönderimi yapabilmek için ROUTE modülüne liman içi mesafelerden ve çekerlerin hız bilgilerinden yola çıkarak, taşıma süreleri girilmiştir. Bunun sonucunda ilk simülasyon modelinde simülasyon içinde çekerler sistemde bağımsız olarak tanımlanmadan PROCESS ile elleçleme işleminde ve ROUTE modülü ile taşımalarda sisteme dahil edilmişlerdir.

İkinci simülasyon modelinde çekerler simülasyon modeline TRANSPORTER modülü ile tanımlanmıştır. Gemi rıhtıma yanaştıktan sonra vinç atamasının gerçekleşmesinin ardından 1. simülasyon modelindeki elleçleme işlemi yerini rıhtım vinci işlemine bırakmaktadır. Bir rıhtım vincinin çekerden bağımsız yükleme ve boşaltma gerçekleştirmesi üçgensel dağılımla 2,5-3-3,5 dk arasında değişmektedir. Bu bilgi liman çalışanlarından ve yapılan zaman etüdünden elde edilmiştir. Çeker tipi, çeker hızı, çeker çalışma kuralı bilgileri REQUEST modülünde tanımlanmaktadır. Böylelikle rıhtım vinci işini bitirdiğinde, çeker için talep yapılmaktadır. Bu şekilde çekerlerin bağımsız çalışması ile çekerin müsaitliğine göre rıhtım vincinden konteyneri almaya zamanında ya da geç gelmesi mümkün kılınarak gerçekte gözlemlenen “rıhtım vinçlerinin çekerleri beklemeleri” analiz edilebilecektir. 2. simülasyon modelindeki bir diğer farklılık ise simülasyon modeline saha içi mesafelerin tanımlanmasıdır. Simülasyona dahil edilen mesafe bilgileri doğrultusunda çekerler TRANSPORT modülü ile taşıma gerçekleştirmektedir.

4.5.1. Ampirik Bulgular

Arena simülasyon programı ile simülasyon modelleri çalıştırılmadan önce, başlangıç koşullarındaki yanlıcılığı ortadan kaldırmak için 10 günlük ısınma periyodu (warm-up) uzunluğu belirlenmiştir. Geliştirilen iki simülasyon modeli de literatürde belirtilmiş replikasyon sayısına göre 10 tekrarlı (10 yıl) olarak çalıştırıldığında mevcut verilere yakın sayılar üretildiği gözlemlenmiştir.

Simülasyon modellerindeki konteyner sayıları (Tablo 4), gerçek konteyner sayıları (Tablo 5) ile karşılaştırılmıştır. Bunun için T-testi yapılmıştır. Konteyner çıktı değerleri ve gemi bekleme süreleri her iki model için de analiz edildiğinde simülasyon kurulumunda kullanılan girdi değerleri ile simülasyon sonucunda elde edilen çıktı değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark yoktur. Sonuçlar modelin geçerli olduğunu göstermiştir.

Tablo 4: Simülasyon Modellerindeki Konteyner Sayıları

Rıhtım	1. Simülasyon Modeli Sonuçları			2. Simülasyon Modeli Sonuçları		
	Tahliye	Yükleme	Toplam	Tahliye	Yükleme	Toplam
R13	53.971	55.329	109.484	54.823	56.287	111.283
R14	10.475	8.812	19.315	10.074	8.454	18.563
R15	46.798	45.729	92.705	43.292	41.938	85.366
R16	13.098	13.520	26.667	12.396	12.547	25.002
R17	44.876	42.992	88.072	55.554	53.606	109.362
R18	549	372	923	620	359	982
R19	52.603	48.583	101.408	47.131	44.019	91.345
R20	3.259	4.400	7.694	3.587	4.484	6.098
R21	380	270	654	557	369	930
R22	1075	668	1.752	364	258	628
TOP.	227.084	220.675	448.674	228.398	222.321	449.559

Tablo5: Limanda Bir Yıl İçerisinde İşlem Gören Konteyner Sayıları

Limanın Gerçek Verileri			
Rıhtım	Tahliye	Yükleme	Toplam
R13	65.448	57.887	123335
R14	6.990	5.653	12643
R15	47.352	40.918	88270
R16	16.322	15.996	32318
R17	49.739	42.358	92097
R18	595	341	936
R19	55.856	46.986	102842
R20	3.261	3.388	6649
R21	478	348	826
R22	920	644	1564
TOP.	246.961	214.519	461.480

Simülasyonların güvenilirlik analizi sonrasında, her iki simülasyon sonucundaki gemi bekleme süreleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma Tablo 6'da gösterilmektedir. Buna göre mevcut vinç ve çekerler ile gemi bekleme sürelerinin daha kısa olması mümkündür. Örneğin 13. rıhtıma yanaşan bir geminin ortalama bekleme süresi 29,34 saat iken, 2. simülasyon sonucu doğrultusunda mevcut vinç ve çekerler ile bu sürenin ortalama 15.26 saat olması gerekmektedir.

Rıhtım vinci konteyner yükleme ve boşaltma işlemlerinde verimli olmak için çekerlerle senkronize çalışmalıdır. Örneğin, gemiden konteyneri alarak beklemeksizin çekere yükleyebilmelidir. Fakat mevcut sistemde rıhtım vincinin çeker beklediği gözlemlenmektedir. Simülasyon modeli çıktıları ise beklemelerin olmadığını ortaya koymaktadır (Tablo 7). Bu durumda çeker sayısı konteyner terminali için yetersiz değildir. Fakat çekerlerin gecikmesine sebep durumlar vardır ve bunların araştırılması gerekmektedir. Ayrıca çeker sayıları 19, 18, 17 ve 16 iken her tekrarda bir yıl olmak üzere 10 tekrarlı çalıştırıldığında bekleme süreleri de Tablo 7'de verilmektedir. Çeker sayısının azaltılması ile rıhtım vinçlerinin çeker bekleme sürelerinin arttığı görülmüştür. Bu beklenen bir durumdur. Burada liman işletmesi tarafından dikkate alınması gereken nokta, taşıma maliyetlerini azaltmak için rıhtım ve saha arasında kullanılması gereken optimum çeker sayısının belirlenmesidir.

Tablo 8'de ise çeker bekleme sürelerinden kaynaklı rıhtım vincinin meşgulliyet süresinin arttığı anlaşılmaktadır. Örneğin 1. vincin kullanımı %59'dur. Çeker bekleme sürelerini yaratan problemler ortadan kaldırılırsa vincin kullanımı %32'e kadar düşebilecektir. Çeker bekleme sürelerinin ortadan kalkmasıyla tüm vinçlerdeki kullanım yüzdeleri ortalama %16 azalacağı görülmektedir,

Tablo 6: Gemilerin Rıhtımlardaki İşlem Süreleri

Rıhtımlar	Gerçekteki süre (saat)	1.Simülasyon Sonucu (saat)	2.Simülasyon Sonucu (saat)	Rıhtım Vincinin Çeker bekleme süresi (saat)
13.Rıhtım	29,34	31,74	16,48	15,26
15.Rıhtım	26,00	28,92	12,40	16,52
16.Rıhtım	24,87	26,45	12,27	14,18
17.Rıhtım	25,32	26,23	13,87	12,36
19.Rıhtım	24,31	26,70	13,39	13,31

Tablo 7: Çeker Sayısının Azalmasıyla Her Bir Rıhtımdaki Rıhtım Vinçlerinin Ortalama Çeker Bekleme Sürelerindeki Değişim (Dk)

Rıhtım	Çeker Sayısı				
	16	17	18	19	20
13	5,60	2,76	1,20	0,72	0,53
14	0,60	1,56	0	0	0,60
15	1,50	0,72	0,24	0,36	0
16	1,20	0	0	0	0
17	0,48	0,30	0,18	0,60	0,30
18	0,20	0	0	0	0
19	1,80	0,58	0,24	0	0
20	3,15	1,80	0	0	0
21	2,00	0,42	0	0	0
22	2,20	1,80	0,45	0	0
Rıhtım	16	17	18	19	0,53

Tablo 8: Rıhtım vinçlerinin kullanım yüzdeleri

RIHTIM VİNCİ	1.Simülasyon (%)	2.Simülasyon (%)
1. VİNÇ	59	32
2. VİNÇ	49	30
3. VİNÇ	12	6
4. VİNÇ	53	33
5. VİNÇ	60	36
6. VİNÇ	41	29
7. VİNÇ	34	24
8. VİNÇ	40	27
9. VİNÇ	55	39
10. VİNÇ	38	26

5.Sonuç

Temel amacı rıhtım vinçlerinin çeker (taşıyıcı araç) beklemesinin sistem performansına etkisini görebilmek olan bu çalışma, çeker bekleme sürelerinden kaynaklı olarak, geminin rıhtımda kalma süresinin arttığını ortaya koymuştur. Gerçekte elleçleme operasyonu ortalama süresi yaklaşık 26 saattir. Rıhtım vincinin elleçleme sırasında çeker beklememesi durumunda ortalama süre yaklaşık 12.5 saate düşmektedir. Bu durum da gemi operasyon süresinin %48 azalacağı görülmektedir. Bu durum gemi bekleme sürelerinin yarı yarıya düşeceğini göstermektedir.

Mevcut sistemi yansıtan simülasyon modelinin çıktıları, mevcut çekerlerin konteyner terminali için yeterli sayıda olduğunu ortaya koymaktadır. Çıktılarda rıhtım vinçlerinin çeker bekleme süresi "0" ile "30" saniye arasında değişmekte, hatta çoğu rıhtımda bekleme süresi "0" olarak bulunmaktadır. Bu durumda sistemde çeker yatırımı yapılmasına gerek yoktur. Çekerlerin gecikmesi ile ilgili sorunların varlığı söz konusudur. Çekerlerin gecikme sebeplerinin ortadan kaldırılması için çalışmalar yapılarak geminin rıhtımda kaldığı süre azaltılmalıdır. Çeker sayısını azaltarak simülasyon modeli çıktıları incelendiğinde, mevcut sistemdeki bekleme sürelerinin 16 çeker ile çalışıldığı durumda ortaya çıktığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında çeker bekleme sürelerinin geminin limanda kalma süresini oldukça uzattığının ortaya çıkmasıyla limanla görüşmeler yapılmış ve olası gecikme kaynakları araştırılmıştır. Buna göre;

- rıhtımdaki gemiye atanacak çekerlerin ve sayılarının optimize edilmemesi
- operatörlerden kaynaklanan gecikmeler
- saha yerleşim ve istiflemelerindeki düzensizlik

- teknolojisi eskimiş araç ve ekipmanların varlığı
- liman sahasının zarar görmüş yapılarının varlığı
- gece aydınlatmaların yetersizliği
- operatörlerin rapor almaları sebebi ile iş planında yaşanan aksaklıklar

çekerlerin rıhtım vincini bekletme sebepleri olarak belirlenmiştir.

Çekerlerin rıhtım vincini bekletme sebeplerinden ilki operasyonel olarak çeker atamalarının sistematik yapılmamasıdır. Bu amaçla rıhtımlara yapılacak çeker atamalarının gelecek gemi sayısı, gemideki konteyner sayısı, boşta bekleyen çeker sayısı ve boşta bekleyen rıhtım vinci sayısı gibi sisteme etki eden değişkenler göz önünde bulundurularak optimize edilmesi önerilmektedir.

Operatörlerin iş takibinin yapılabileceği bir izleme sisteminin bulunmayışı çekerlerin gecikmelerinde ikinci sebeptir. Çeker kullanıcısının iş takibinin yapılabileceği bir kamera sistemi ya da çekerlere entegre edilmiş bir harita takip sistemi kullanılması faydalı olacaktır. Böylece çeker operatörünün işini verimli yapması için takibi ve denetimi sağlanmış olacaktır.

Limandaki dağınık yerleşim, taşıma sürelerini uzatabilmektedir. Bu durum çekerlerin gecikmelerinde üçüncü sebeptir. İstifleme süreçlerinin daha düzenli gerçekleştirilmesi saha içi taşımalarda yaşanmakta olan olumsuzlukları ortadan kaldıracaktır. Bu nedenle güzergahlar ve sahalardaki istif alanları yapılandırılmalıdır. Saha içi taşıyıcı araçların kullanacağı yolların belirlenmesi ve bu yollar üzerinde konteyner ya da başka saha ekipmanlarının bulunmaması vb gibi kuralların getirilmesi ve bu kurallara uyulmasının sağlanması sorunu ortadan kaldıracaktır.

Çekerlerin gecikmelerinde dördüncü sebep ise ağır yükler altında çalışan liman sahasının zamanla hasar görmüş olmasıdır. İdare tarafından her yıl onarılan saha betonunun gözden geçirilmesi, ağır iş makinelerinin neden olduğu zemin oturmalarının ve saha beton kaplamasında meydana gelen hasarların onarılması yerinde olacaktır. Diğer bir sebep ise gece aydınlatmalarının yeterli olmayışıdır. 24 saat kesintisiz hizmet veren bir limanın gündüz sunabildiği hizmeti gece de sunabileceği bir aydınlatma sisteminin olması gereklidir. Liman araçlarının operasyonunu yavaşlatan aydınlatmalardaki kör noktaların önüne geçilmelidir. Oral ve Özerden (2010) çalışmalarında bu iki soruna değinmişlerdir. Hala bu sorunların varlığı devam etmektedir.

İşçilerin sağlık problemleri sebebi ile işe gelmemesi gibi sebepler de elleçleme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Bu durumlar için başka alanlardan işçi takviyesi yapılabilecek bir çalışma planı yapılmalıdır.

Mevcut sistemin simülasyon modeli ile limanda vinç kullanım oranlarının ortalamasının %44 civarında olduğu görülmektedir. Verimli çalışmak adına bu oranın artırılması, bunun için de vinç atama çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca modellenen 2. simülasyonda çeker bekleme sürelerinin ortadan kaldırılması durumunda rıhtım vinçlerinin kullanımının ortalama %29'a kadar düşeceği ortaya konmuştur. Bu durumda liman işletmesinin rıhtım vinçlerinin kullanım kapasitelerini artırarak verimli çalışmak adına vinçlerini kiralama/satma ya da daha fazla gemi kabul etme gibi yollara başvurması önerilmektedir. Böylece işletme geliri arttırılacaktır.

Tüm sonuç ve önerilerin yanında gözlem sonucuna dayalı önemli bir iyileştirme olanağı göze çarpmaktadır. O da iç dolum sahanın rıhtımlara daha yakın bir alana yerleştirilmesidir. Bir çeker iç dolum için yaklaşık 900 m uzaklığa gidip gelmektedir. Bu da iç taşıma süreçlerinde önemli bir zaman ve maliyet kaybı yaşatmaktadır.

Kaynakça

Alessandri, A., Carvelleri, C., Cuneo, M., Gaggero, M. ve Soncin, G. (2009). Management of Logistics Operations in Intermodal Terminals by Using Dynamic Modelling and Nonlinear Programming. *Maritime Economics and Logistics*. 11(1), 58-76.

- Altınçubuk, Fikret. (2000). Liman İdare ve İşletmesi. Deniz Ticaret Odası Yayınları: İstanbul.
- Akal, Zühal (2003). Performans Kavramı ve Performans Yönetimi. Milli Produktivite Merkezi: Ankara.
- Aydoğdu, Y. V., ve Aksoy, S. (2015). A Study on Quantitative Benefits of Port Community Systems. *Maritime Policy & Management*, 42(1), 1–10.
- Aziz, A. (2011). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri ve Teknikleri (4.Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Bendall, H. ve Stent, A. (1987). On Measuring Cargo Handling Productivity. *Maritime Policy & Management*, 14(4), 337–343.
- Bennacchio, M., Cariou, P. ve Haralambides, H. (2002). Dedicated Container Terminals: Costs and Benefits From A Port Perspective. *International Journal Of Maritime Economics*. 4(1), 21-34
- Bichou, K. ve Bell, M.G. (2007). Internationalisation and Consolidation of The Container Port Industry: Assessment of Channel Structure and Relationships. *Maritime Economics and Logistics*. 9(1), 35-51.
- Blumel, E., ve Novitsky, L., Simulation and Information System Design: Applications in Latvian Ports. JUMI Ltd., 2000
- Borovits, L. ve Ein-Dor, P. (1990) Computer Simulation of A Seaport Container Terminal. *Simulation Today*. 141-4.
- Bruzzone A., Mosca, R., Orsoni, A. ve Revetria, R., Ai-Based Optimization For Fleet Management In Maritime Logistics. *Proceedings of Winter Simulation Conference*, 2, 1174-1182.
- Balci, O. (1990). Guidelines For Successful Simulation Studies. *In Winter Simulation Conference*, 25–32. 13 Ağustos 2017, <http://doi.org/10.1109/WSC.1990.129482>.
- Bartan. (2007). Konteyner Terminallerinde Performans Değerlendirmesi ve İzmir Alsancak Limanı Örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Dengiz, B. (2016). Erişim adresi http://www.baskent.edu.tr/~bdengiz/end506_09.htm.
- Dengiz, B. ve Akbay, K.S. (2000). Computer Simulation of A PCB Production Line: Metamodeling Approach. *Int. J. Production Economics* 63(63), 195–205.
- Dragović, B., Tzannatos, E., ve Park, N. K. (2017). Simulation Modelling In Ports And Container Terminals: Literature Overview and Analysis by Research Field, Application Area and Tool. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 29(1), 4–34.
- Ducruet, C., Dumay, B ve Langen, P.W. (2009). Average Wage Level As A New Port Performance Indicator: A Method and Illustration of U.S. Port Counties. Erasmus University, Rotterdam
- Erdal, M. (2008). Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği (1. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayın.
- Erkut, H. (1992). Yönetimde Simülasyon Yaklaşımı (2. Baskı). İstanbul: İrfan yayıncılık.
- Esmer, S. (2009). Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Esmer, S., Yıldız, G. ve Tuna, O. (2007). Konteyner Terminallerinde Gemi-Rıhtım Bağlantısının Benzetim Yöntemi ile Modellenmesi. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi'07*, İzmir.

- Genç, R. (2012). Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Yöntem ve Kavramları (2. Baskı). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Goode, J. W. ve Ahtt, K. P. (1973). Sosyal Bilimlerde Araştırma Metotları (Çev. R. Keleş). Ankara, Sevinç Matbaası, 234-265.
- Günther, H ve Kim, K. (2006). Container Terminals and Terminal Operations. *OR Spectrum*, 28 (4), 437-445.
- Halaç, O. (1998). İşletmelerde Simülasyon Teknikleri (3. Baskı). İstanbul: Alfa Yayınları.
- Kaptan, S. (1973). Bilimsel Araştırma Teknikleri, Ankara: Ayyıldız Matbaası, 241-243.
- Karasar, N. (1994). Bilimsel Araştırma Yöntemi (6.Baskı). Ankara: 3A Araştırma Eğitim Danışmanlık Ltd.aydogdu, Y. V., ve Aksoy, S. (2015). A Study on Quantitative Benefits of Port Community Systems. *Maritime Policy & Management*, 42(1), 1–10.
- Kemme, N. (2013). Container-Terminal Logistics (Pp. 9–52). [Http://Doi.Org/10.1007/978-3-7908-2885-6_2](http://doi.org/10.1007/978-3-7908-2885-6_2)
- Koyuncuoğlu, M. U. (2013). Bir Konteyner Terminalinde İstif Vinçlerinin Meta Sezgisel Yöntemler Kullanarak Çizelgelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kulak, O., Polat, O., Gujjula, R., ve Günther, H.O. (2013). Strategies For Improving A Long-Established Terminal's Performance: A Simulation Study of A Turkish Container Terminal. *Flexible Services And Manufacturing Journal*, 25(4), 503–527.
- Kulak, O., Taner, M. E., ve Polat, O. (2009). Bir Konteyner Terminalinde Taşıma Operasyonlarının Simülasyon ile Analizi. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 29. Ulusal Kongresi*. Ankara.
- Langen, P.W. de (2004) The Performance of Seaport Clusters: A Framework to Analyze Cluster Performance and An Application to The Seaport Clusters of Durban, Rotterdam and The Lower Mississippi. TRAIL Thesis Series, Delft.
- Legato, P., ve Mazza, R. M. (2001). Berth Planning And Resources Optimisation At A Container Terminal Via Discrete Event Simulation. *European Journal of Operational Research*, 133(3), 537–547.
- Marlow, P. B., ve Paixão Casaca, A. C. (2003). Measuring Lean Ports Performance. *International Journal of Transport Management*, 1(4), 189–202.
- Mat Tahar, R., ve Hussain, K. (2000). Simulation and Analysis For The Kelang Container Terminal Operations. *Logistics Information Management*, 13(1), 14–20.
- Metsan (2017). Konteyner Ölçüleri. Erişim Adresi <http://www.metsan.com.tr/pdfler/konteyner.pdf>
- Monaco, M.F., Moccia, L. ve Sammara, M. (2009). Operations Research For The Management A Transhipment Container Terminal: The Gioia Tauro Case. *Maritime Economics and Logistics*. 11(1), 7-35.
- Park, N. K., Dragovic, B. ve Kim, J. Y. (2009). Dynamic Equipment Deployment at A Container Terminal : Transfer System Based on Real-Time Positioning. *J Mech Eng*, 55(2), 83–94.
- Nam, K.C., Kwak, K.S. ve Yu, M.S. (2002). Simulation Study of Container Terminal Performance. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 128 (3), 126-132.
- Nicoletti, L., Chiurco, A., Arango, C., ve Diaz, R. (2014). Hybrid Approach For Container Terminals Performances Evaluation and Analysis. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 9(1/2), 104.

- Park, N., Dragovic, B., Meštrovic, R., ve Kim, J. (2007). Simulation And Analysis of Container Terminals Operations – Case Study: Korean Ports. *Mocm*, 3(13), 171–180.
- Petering, M.E.H. ve Murty, K.G. (2009). Effect of Block Length and Yard Crane Deployment Systems on Overall Performance at A Seaport Container Transshipment Terminal. *Computers and Operations Research*, 36, 1711–1725.
- Sgouridis, S. P., Makris, D., ve Angelides, D. C. (2003). Simulation Analysis For Midterm Yard Planning in Container Terminal. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 129(4), 178–187.
- UNCTAD (1999). Technical Note: The Fourth Generation Port. *UNCTAD Ports Newsletter*, 19, 9–12
- Yalçın, S. (2005). Konteyner Terminali Stok Sahası Optimizasyonu.(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF QUAY CRANE OPERATIONS IN CONTAINER TERMINALS

Extended Abstract

Aim: During the container handling in a container terminal, gantry cranes often await the carrier vehicles. Because of this problem, the duration of the ship's stay in the container terminal extends. For this reason, it is being investigated whether the number of carrier vehicles is enough for the number of cranes in operation. With the solution of this problem; this study is sought to provide answers of the following two questions:

- Is the extension of the duration of the ship's stay in the port caused by the reason of the untraceable drivers of carrier vehicles?
- Is the extension of the duration of the ship's stay in the port caused by the reason of the insufficient number of carrier vehicles?

The answer will provide useful information for making port manager decisions

Method: The increasing number of container terminals and the competitive environment in which they are installed bring about the necessity of measuring and increasing the performance efficiency in these terminals and this brings with it many administrative decisions that must be taken in port management. So managers work to solve problems with some methods and want to make performance better. The complexity of port operations which has many variables makes it difficult to use standardized mathematical methods. In such complex situations, simulation is generally preferred. Because the simulation reflects the real situation, it reveals problems and compares different solutions for the problems. In this study, two different simulations were built in order to model the current system of the container terminal of a Port Authority in Turkey. By comparing the simulation outputs with performance indicators, an effect of the carrier vehicles employed in the container terminal on the duration of the ship's stay in the port was investigated.

Findings: Simulation model was created according to the container terminal informations by testing the validity of the model. Real datas that are about the container terminal was collected for the model. These datas were inputs for the model. After using the real data in the model, verification was performed between the simulation results and the real data. According to real information and observations, the gantry cranes wait a carrier vehicles to carry the container between the gantry and the fields to complete the handling process. While the first simulation's average ship waiting time is 29 hours, second simulation's average ship's waiting time is 15 hours. Also results show that there is no wait for gantry cranes with current carrier vehicles. This situation indicates that carrier vehicles complete their operations late because of various reasons that must be searched.

Conclusion: This study shows that the ship's waiting time is increased due to the carrier vehicles delay. If the conditions which cause the delay of the carrier vehicle can be removed immediately, the gantry cranes will be able to complete the handling of the containers faster. Also ship's waiting time will be reduced by half. According to observations, expert sights, other studies in this area and simulation results;

- not optimizing the carrier vehicles' numbers to be assigned to the ship at the berth,
- delays due to operators,
- irregularities in field sites and stacking,
- obsolete vehicles and equipment,
- damaged structures in the port area,
- inadequacy of night lighting,

- the problems experienced in the business plan due to the operators receiving health reports, can be removed and the gantry cranes can complete work sooner. In the container port system, where carrier suspensions are completely abandoned, the ships' waiting time will be reduced by 48% and the gantry cranes usage rate will be reduced by 15%.