

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
2017-DR-039**

**KONTEYNER TERMİNALLERİNDE RIHTIM
VİNÇ OPERASYONLARININ SİMÜLASYON
YAKLAŞIMI İLE İYİLEŞTİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
Özgün SARIOĞLU**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Muhsin ÖZDEMİR**

AYDIN-2017

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi D. Özgün SARIOĞLU tarafından hazırlanan Konteyner Terminallerinde Rıhtım Vinç Operasyonlarının Simülasyon Yaklaşımı İle İyileştirilmesi başlıklı tez, 06.06.2017 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
--------------------	--------	--------

Başkan:.....

Üye:.....

Üye:.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıylatarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Ahmet Can BAKKALCI

Enstitü Müdürü V.

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2017

D. Özgün SARIOĞLU

ÖZET

KONTEYNER TERMİNALLERİNDE RIHTIM VİNÇ OPERASYONLARININ SİMÜLASYON YAKLAŞIMI İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

D. Özgün SARIOĞLU

Doktora Tezi, İşletme Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Muhsin ÖZDEMİR
2017, 136 sayfa

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 da bir liman işletmesinin konteyner operasyonlarının verimliliği simülasyon yöntemiyle ölçülmüştür. Bunun için iki simülasyon modeli oluşturulmuştur. İlk simülasyon modeli mevcut sistemi yansıtmaktadır. Rıhtımda gerçekleştirilen elleçleme işlemi, rıhtım vincinin taşıyıcı araca yükleme ya da taşıyıcı araçtan boşaltma yapmasını kapsamaktadır. İkinci simülasyon modelinde ise rıhtım vinci taşıyıcı araçtan bağımsız olarak konteyner yüklemekte ve boşaltmaktadır. Böylelikle rıhtım vinçlerinin taşıyıcı aracı bekleme sürelerini gözlemek hedeflenmiştir. Simülasyon modelleri karşılaştırıldığında, mevcut sistemde var olan taşıyıcı araç beklemelerinin ortadan kaldırılabileceği görülmüştür. Sonucunda geminin rıhtımda kaldığı sürenin yarı yarıya düşeceği ortaya konulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Konteyner Terminalleri, Simülasyon

ABSTRACT

A SIMULATION APPROACH TO IMPROVE QUAY CRANE OPERATIONS IN CONTAINER TERMINALS

D. Özgün SARIOĞLU

PhD. Thesis, at Business Administration

Supervisor: Doç. Dr. Muhsin ÖZDEMİR

The development of international trade increases 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 are countable and the international standards of their size allow to measure and improve performance in port operations. In this study, the efficiency of container operations of a port operation was measured by simulation method. Two simulation models were created for this. The first simulation model reflects 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

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, konteyner terminalindeki yüksek gemi bekleme sürelerinin sebebi araştırılmış, çalışmanın sonuçlarına göre liman yönetimine çözüm önerileri getirilmiştir. Tez çalışma süreci boyunca kendisinden akademik olarak yararlandığım ve alanında başarılarıyla yoluma ışık tutan çok değerli tez danışmanım Doç Dr. Muhsin ÖZDEMİR'e; mesleğimi sevmem ve bu alanda kendimi geliştirmem konusunda lisans, yüksek lisans ve doktora eğitim süreçlerinde üzerimde büyük emekleri olan Prof. Dr. Aşkîner GÜNGÖR ve Yrd. Doç. Dr. Olcay POLAT'a, tez fikrinin ortaya çıkmasında ve tez çalışması aşamalarında konu ile ilgili yeni bakış açıları kazanmamda her zaman desteğini veren Yrd. Doç Dr. Algın OKURSOY'a, doktora eğitimim süresince kendisinden aldığım derslerin verimliliğini hep hissettiğim Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ŞENKAYAS'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam süresince, konu hakkındaki bilgisiyle her an destek veren ve fikir alışverişi ile çalışmama değer katan meslektaşım Mehmet Ulaş KOYUNCUOĞLU'na, başta liman konusunda her zaman bilgi ve tecrübelerini paylaşan liman çalışanı Murat GÖCEN olmak üzere TCDD İzmir Alsancak Limanı Yöneticileri ve Çalışanlarına ve her şeyden önemlisi, yirmi beş yıllık eğitim hayatım boyunca bana her an manevi ve maddi destek olan ve güvenlerini hep hissettiren anneme ve babama, hayatın gerçeklerini doğumuyla gösteren ve bugünlerde akademik olarak bana destek veren canım kardeşime, çalışma süresince sabrını ve desteğini esirgemeyen sevgili eşim ve canım oğluma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxii
EKLER DİZİNİ.....	xxv
GİRİŞ	1
1. KONTEYNER VE KONTEYNER TERMİNALİ.....	3
1.1. Konteyner Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.2. Konteynerlerin Özellikleri.....	3
1.3. Konteynerlerin Boyutları.....	3
1.4. Konteyner Türleri ve Kullanıldıkları Alanlar.....	4
1.4.1 .Standart Yük Konteynerleri	4
1.4.2. Üstü Açık Konteynerler	5
1.4.3. Frigorifik Konteynerler	5
1.4.4. Düz Raf Konteyneri	6
1.4.5. Havalandırılmalı Konteynerler	7
1.4.6. Platform Konteynerler.....	7
1.4.7. Tank Konteynerler.....	8
1.4.8. Dökme Yük Konteynerler	8
1.5. Konteyner Terminalleri	9
1.6. Konteyner Terminalinin İşlevleri	10

1.6.1. Konteyner Terminalinin Aktarma İşlevi.....	11
1.6.2. Konteyner Terminalinin Depolama İşlevi	12
1.6.3. Konteyner Terminalinin Ayırıştırma/Birleştirme İşlevi	13
1.6.4. Konteyner Terminalinin Yedekleme İşlevi	14
1.7. Konteyner Terminalinde Süreçler ve Operasyonlar	14
1.7.1. Konteyner Rıhtım Alanındaki Araçlar Ve Operasyonlar	16
1.7.2. Konteyner Liman Sahalarındaki Ekipmanlar ve Operasyonlar	19
1.7.3. Taşıyıcı Araçlar	23
1.8. Konteyner Terminal Yönetimi	27
1.8.1. Konteyner Terminali Yönetimi Etkinliği	29
2. SİMÜLASYON TEKNİĞİ.....	33
2.1. Simülasyonun Avantajları	36
2.2. Simülasyonun Dezavantajları.....	37
2.3. Simülasyon Çeşitleri.....	38
2.4. Simülasyon Modeli.....	38
2.4.1. İyi Bir Simülasyon Modelinde Bulunması Gereken Özellikler.....	39
2.4.2. Simülasyon Modeli Tipleri.....	39
2.4.3. Simülasyon Modellemesinin Gerçekleştirildiği Bazı Alanlar	41
2.5. Simülasyon Süreci (Metodoloji).....	42
2.6. Simülasyon Modeline Yardımcı Veri Toplama Teknikleri.....	43
2.6.1. Görüşme Tekniği	44
2.6.2. Gözlem Tekniği	45
2.7. Arena Programı	46
2.8. Program Prosedürleri.....	48
2.8.1. Girdi Analiz Aracı	48
2.8.2. Arena	48

2.8.3. Çıktı Analiz Aracı	48
2.8.4. Senaryo Yöneticisi	48
2.8.5. Arena İzleyici	48
2.8.6. Arena' nın Avantajları.....	49
3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE SİMÜLASYON MODELLEMESİ ÜZERİNE LİTERATÜR İNCELEMESİ	50
4. KONTEYNER LİMANI SİMÜLASYON ÇALIŞMASI	54
4.1. İzmir Alsancak Limanı Hakkında Genel Bilgiler.....	57
4.1.1. Konteyner Limanı Sahaları	58
4.1.2. Konteyner Liman İçi Araçları	59
4.2. Simülasyon Modelinin Değişkenleri, Varsayımları ve Parametreleri	61
4.3. Konteyner Limanı İş Süreçleri ve Rotalar.....	63
4.4. Verilerin Analizi.....	65
4.4.1. Simülasyonda Kullanılacak Dağılımların Elde Edilmesi	65
4.4.2. Liman Sahası Süreçleri ve Rotalarının Gerçekleşme Olasılıklarının Belirlenmesi.....	69
4.5. Mevcut Sistemin Simülasyon Modeli	71
4.6. Geliştirilen Simülasyon Modeli	82
4.7. Simülasyon Modeli Çıktıları	88
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	94
KAYNAKLAR	99
EKLER.....	105
ÖZGEÇMİŞ	135

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- AGV : Otomatik Liman İçi Taşıyıcı Araç (Automated Guided Vehicles)
- ALV : Otomatik Kaldırma Araçları (Automated Lifting Vehicles)
- ASC : Otomatik İstif Köprü Vinci (Automated Straddle Carrier)
- ISO : Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization)
- MHC : Mobil Liman Vinci (Mobil Harbour Crane)
- MTS : Çoklu Römork Sistemi (Multi Trailer System)
- RMG : Raylı İstif Vinci (Rail Mounted Gantry)
- RMQC : Raylı Rıhtım Vinci (Rail Mounted Quay Crane)
- RTG : Lastik Tekerlekli İstif Vinci(Rubber Tired Gantry)
- SC : Straddle Taşıyıcı (StraddleCarrier)
- TTU : Römorklu Kamyon Tipi Araç (Truck Trailer Unit)
- UNCTAD : Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Standart yük konteyneri	5
Şekil 1.2. Üstü açık konteyner	5
Şekil 1.3. Frigorifik konteyner	6
Şekil 1.4. Düz Raf Konteyneri	6
Şekil 1.5. Havalandırılmalı konteyner.....	7
Şekil 1.6. Platform konteyner.....	8
Şekil 1.7. Tank konteyner	8
Şekil 1.8. Dökme Yük Konteyneri.....	9
Şekil 1.9. Konteyner terminalinde aktarma gerçekleşen taşıma tipleri	12
Şekil 1.10. Terminalde Depolanan Konteynerler.....	13
Şekil 1.11. Konteyner terminallerinde konteyner içi yük hizmetleri	14
Şekil 1.12. Konteyner terminallerinin şematik süreçleri.....	15
Şekil 1.13. Liman lojistik sistemindeki ana süreçler.....	16
Şekil 1.14. Rıhtım vinci	17
Şekil 1.15. Raylı rıhtım vinci	18
Şekil 1.16. Tekerlekli rıhtım vinci	18
Şekil 1.17. Saha Ekipmanları	19
Şekil 1.18. Konteyner Mobil Vinci	20
Şekil 1.19. Konteyner forklifti	21
Şekil 1.20. Tekerlekli köprü vinci.....	22
Şekil 1.21. Raylı köprü vinci.....	22
Şekil 1.22. Otomatik köprü vinci	23
Şekil 1.23. Liman sahalarındaki taşıyıcı araçlar.....	24
Şekil 1.24. TTU.....	24
Şekil 1.25. SC.....	25

Şekil 1.26. AGV	26
Şekil 1.27. MTS.....	26
Şekil 1.28. Bir limanda toplam kalite yönetimi uygulama süreci	28
Şekil 2.1. Simülasyon Modeli Tipleri.....	40
Şekil 2.2. Simülasyon Çalışması Hayat Döngü.....	42
Şekil 2.3. Arena Simülasyon Programı Ana Ekran Görüntüsü	47
Şekil 3.1. Konteyner terminallerinde simülasyon modellemesi çalışmalarının sınıflandırılması.....	50
Şekil 4.1. Liman Yerleşimi.....	58
Şekil 4.2. Raylı Rıhtım Vinci	60
Şekil 4.3. Taşıyıcı Araç (Çeker).....	60
Şekil 4.4. Mobil Saha Vinci	61
Şekil 4.5. Boş Konteyner Forklifti	62
Şekil 4.6. Konteyner süreçlerinin şematik gösterimi.....	644
Şekil 4.7. Tahliye sürecinin(ithalat süreci) iş akışı.....	655
Şekil 4.8. 2015 yılı içerisinde konteyner rıhtımlarında işlem gören gemi sayıları	66
Şekil 4.9. 2015 yılında rıhtımlarda elleçlenen konteyner sayıları	67
Şekil 4.10. Arena Simülasyon Programı ile oluşturulmuş simülasyon modeli genel görüntüsü.....	72
Şekil 4.11. CREATE modülü görüntüsü	73
Şekil 4.12. ASSIGN modülü görüntüsü	73
Şekil 4.13. DECISION modülü görüntüsü	74
Şekil 4.14. SEPERATE modülü görüntüsü.....	74
Şekil 4.15. DECISION modülü görüntüsü 2	75
Şekil 4.16. HOLD modülü görüntüsü.....	77
Şekil 4.17. PROCESS modülü görüntüsü	78
Şekil 4.18. STATION modülü görüntüsü.....	79

Şekil 4.19. DECISION modülü görüntüsü 3	79
Şekil 4.20. ROUTE modülü görüntüsü	80
Şekil 4.21. DELAY modülü görüntüsü	81
Şekil 4.22. Geliştirilen Simülasyon Modeli	83
Şekil 4.23. REQUEST modülü görüntüsü	85
Şekil 4.24. TRANSPORT modülü Görüntüsü	86
Şekil 4.25. FREE modülü Görüntüsü	86
Şekil 4.26. RECORD modülü Görüntüsü	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Konteyner boyutları	4
Çizelge 1.2. UNCTAD Tarafından Belirlenen Konteyner Limanı Performans Göstergeleri.....	31
Çizelge 1.3. Limanlarda Performans Göstergeleri	32
Çizelge 2.1. Simülasyon süreci aşamaları	43
Çizelge 4.1. Yüzyüze Gerçekleştirilen Liman Görüşmeleri.....	55
Çizelge 4.2. E-Mail Yoluyla Gerçekleştirilen Görüşmeler	56
Çizelge 4.3. Sahalarda kullanılan dolu-boş konteyner mobil vinç sayıları	61
Çizelge 4.4. Liman içerisinde çekerlerin kullanıldıkları güzergahlar	61
Çizelge 4.5. Simülasyonda Kullanılan Değişkenler	62
Çizelge 4.6. 2015 yılı İzmir Alsancak Limanı'nda işlem gören gemi ve konteyner sayıları.....	67
Çizelge 4.7. Rıhtımlara yanaşan gemilerin gelişer arası sürelerin dağılımı	68
Çizelge 4.8. Tahliye edilen konteyner dağılımları	68
Çizelge 4.9. Vinç kullanma olasılıkları ve vinçlerin kullanım olasılıkları.....	77
Çizelge 4.10. Liman içi mesafeler.....	87
Çizelge 4.11. 1. Simülasyon Modelinin 10 tekrarlı çalışması sonucunda elde edilen gemi sayıları.....	89
Çizelge 4.12. 2. Simülasyon Modelinin 10 tekrarlı çalışması sonucunda elde edilen gemi sayıları.....	89
Çizelge 4.13. 2015 yılında rıhtımlarda tahliye edilen ve yüklenen konteyner sayıları.....	90
Çizelge 4.14. Simülasyon modellerinin rıhtımlarda tahliye edilen ve yüklenen konteyner sayıları.....	90
Çizelge 4.15. Geminin rıhtımda kaldığı süreler	91
Çizelge 4.16. Bir konteynerin ortalama çeker bekleme süresi	92
Çizelge 4.17. Rıhtım vinçlerinin dakika cinsinden çeker bekleme süreleri	93
Çizelge 4.18. Rıhtım vinçlerinin kullanım yüzdeleri	93

EKLER DİZİNİ

EK 4.1: Çalışma Planı	105
EK 4.2: Gemi ve Yük Verilerinin Bir Örneği	106
EK 4.3. Konteynerlere Ait Verilerin Bir Örneği	107
EK 4.4: Rıhtımlara Gemi Geliş Aralıklarına Ait Dağılım (gün)	108
EK 4.5: Bir Gemide Elleçlenen Konteyner Sayısına Ait Dağılım	113
EK 4.6: Bir Gemiden Tahliye Edilen Konteyner Sayısına Ait Dağılım.....	118
EK 4.7: Tahliye Konteynerlerin Dolu Olanlarının Sayısına Ait Dağılım	122
EK 4.8: Mevcut Sistem Simülasyon Modeli	123
EK 4.9: Geliştirilen mevcut sistem simülasyon modeli	129

GİRİŞ

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 içinse 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 kaldıracı, 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 ve ya ilgililerine iç dolum, iç boşaltım, iletişim, taşıma, kalite kontrol, temizlik vb hizmetlerin sunulduğu işletmelerdir. Bu işletmelerde dökme, proje, kargo, likit gibi çok çeşit 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 arttırmaktadır. Konteyner terminallerinin artması ve içinde bulunan 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 bu liman işletmelerindeki işleyiş, 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 hedeflenmektedir. Böylelikle limanlardaki operasyonel çalışmalarda karar alırken optimizasyon yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada da bir konteyner terminalinin rıhtım ve sahalardaki operasyonel süreçleri 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. 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.

Çalışmada öncelikle konteyner ve konteyner terminalleri hakkında bilgi verilmektedir. Amacı sistem verimliliğini ölçmek olan çalışmada kullanılacak simülasyon tekniği ve simülasyon tekniğini kullanabilmeye olanak tanıyan Arena Version 14 Simülasyon Programı hakkında bilgilendirme yapılmaktadır. Bir diğer konu başlığında ilk iki başlıkta bilgilendirme yapılan konuların beraber yer aldığı çalışmalara yer verilmektedir. Bu kısımda konteyner terminallerinde performansı simülasyon yöntemiyle ölçmeye çalışan benzer çalışmaların derlendiği bir literatür taraması yer almaktadır. Çalışmanın ön araştırmaların tamamlanmasının ardından ilk bölüm tamamlanmaktadır. İkinci bölümde uygulama kısmı anlatılmaktadır. Uygulamada mevcut sistemi yansıtan ve mevcut sistem üzerinde değişiklik yapılarak sonuçların değerlendirilmesine olanak tanıyan iki ayrı simülasyon modeli yer almaktadır. İşletmenin yönetsel karar almasında fayda sağlayacağı bir kaynak olacaktır.

1. KONTEYNER VE KONTEYNER TERMİNALİ

1.1. Konteyner Hakkında Genel Bilgiler

Konteynerler; yükleri içinde bulunduran, bir nakil aracından diğerine aktarılabilen, bu araçlardan kolayca ayrılabilen, yüklenmiş durumuyla “birim yük” vasfı taşıyan, büyüklük ve donanım bakımından mekanik yüklemeye elverişli, tekrar kullanılabilir olan taşıma kaplarıdır (Erdal, 2008:19). Bir diğer tanımla bir firmanın ürünlerinin nakliyatını gerçekleştirdiği sırada malzemelerin içerisine koyulmasını sağlayan dikdörtgen şeklindeki kutulardır. İlk yükleme yapıldıktan sonra taşınacak olan malzemeler hedef olan yere varıp, boşaltılmaya başlanana kadar malzemelere tekrar el sürülmemektedir (Genç, 2012:113).

1966 yılında Almanya’da üretilen ilk konteyner, Amerikan standartlarında üretilmiştir (Erdal, 2008:3). Daha sonraki yıllarda ise ISO standartları belirlenerek, Amerika, Avrupa ve diğer ülkeler arasında mutabakat sağlanmış; herkes tarafından kullanılabilmiş ve yaygınlaşmıştır.

1.2. Konteynerlerin Özellikleri

Malların el sürülmeden taşınması, fiyatların artmasını engellemekte, elden ele taşınma ile meydana gelebilecek bozulmaların maliyetini de ortadan kaldırmaktadır. Tek bir konteyner içerisinde, tek bir hareketle birçok eşyanın taşınması gerçekleştirilebildiği için, konteyner kullanımı ile taşıma süresince geçen zaman azaltılmış olmaktadır (Genç, 2012:114).

Konteynerlerin özellikleri; güvenilir, mal zayıyatını azaltan yapıda, hava geçirmez, tehlikeli eşyaları taşıyabilecek ve saklayacak biçimde tasarlanmış, kilitlenebilir, bir alana katlarca yığılabilir, kapatılabilir, bir defada çok çeşitli ve çok fazla yük taşıyabilir olmaları şeklinde sıralanabilmektedir.

1.3. Konteynerlerin Boyutları

Konteynerlerde en çok kullanılan ve ISO standartları belirlenmiş yirmilik ve kırkılık olan konteynerlere ait boyutlar Çizelge 1.1’de gösterilmektedir. (Metsan, 2017)

Çizelge 1.1. Konteyner boyutları

Konteyner	Uzunluk (m.)	Genişlik (m.)	Yükseklik (m.)	Hacim
20'	5,89	2,35	2,39	33 m ³
40'	12,03	2,35	2,38	67 m ³

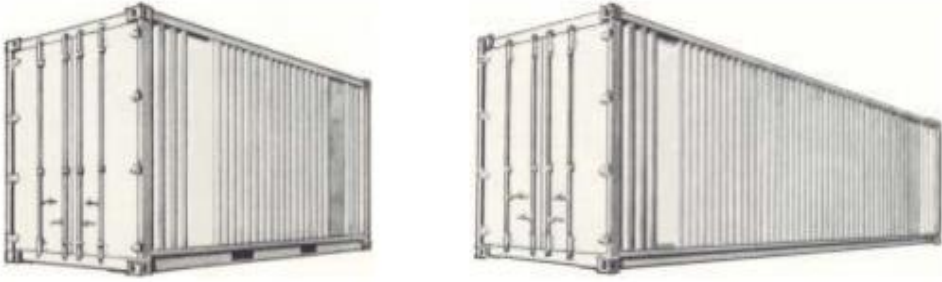
1.4. Konteyner Türleri ve Kullanıldıkları Alanlar

Konteynerler genel yüklerin taşındığı standart konteynerlerle taşınmalarının yanında özel yükler de taşıyabilmektedir. Özel yükler için kullanılan birçok konteyner tipi bulunmaktadır (Erdal, 2008:23-28). Bunlar; son dönemlerde özellikle gıda lojistiği için yaygınca kullanılan ısı kontrollü (frigorifik) konteyner, sıvı ve gazları taşımak için kullanılan tank konteyner, üstü açılabilen hard top konteyner, üstü tamamen açık olan open top konteyner, yan duvarları ve tavanı olmayan flatrack konteyner, ağır yüklerin taşınmasında kullanılabilen platform konteyner, tavan ve taban kenarlarında delikleri bulunan havalandırılmalı konteyner, ve ambalajlanamayan yükler için kullanılan dökme yük konteynerdir. Daha çok ABD tarafından kullanılan ve ISO standartlarından farklı boyutlardaki standart dışı (oversize), yüksek tavanlı (high cube) ve geniş (overwidth) olarak adlandırılan konteynerler de mevcuttur (Gray ve Kim, 2009:53-54).

1.4.1. Standart Yük Konteynerleri

Genel yükler için tasarlanmış, kutu şeklinde altı yüzü de kapalı konteynerlerdir (Şekil1.1). Kuru yükler taşınabildiği gibi monte edilen bir tank ile de sıvı yükler taşınabilir. Standart ölçülere sahip bu konteynerlerin yük girişi yapılan kapılarının kilitlenmesiyle tamamen kapalı bir kutu haline dönüşmektedir. Bu sebeple konteyner içerisinde taşınacak yüklerin ölçüleri konteynere sığacak kadar olmaktadır.

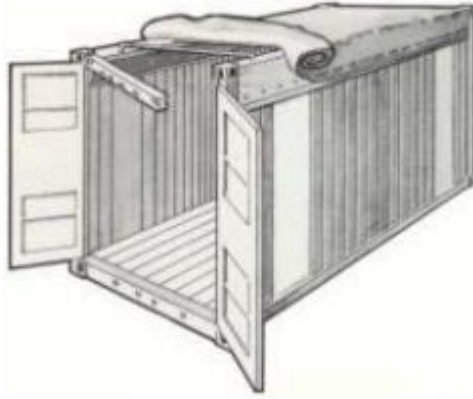
Bu konteynerlerin hacim olarak 20lik 40lık ve 45lik türleri vardır. Bu konteynerler sayesinde farklı hacimde yükler taşınabilse de, taşınan yükün ağırlığı çok fazla fark etmemektedir. Bu sebeple daha çok “havaleli”, fakat havalesine oranla ağırlığı az olan taşımalarda 40lık ve 45lik konteynerler kullanılmaktadır (beyaz eşya, tütün, tekstil, gıda vb..) (Bartan, 2007).



Şekil 1.1. Standart yük konteyneri

1.4.2. Üstü Açık Konteynerler

Mermer, makine, makine aksamı, araç taşımalarında, kapıdan yükün giremediği ve çoğunlukla yükün konteyner yüksekliğinden fazla olduğu durumlarda tercih edilen bir ekipmandır (Bartan, 2007). Şekil 1.2’de görüldüğü gibi üstü açık ve branda ile örtülüdür.



Şekil 1.2. Üstü açık konteyner

1.4.3. Frigorifik Konteynerler

İçindeki ısı kontrollü yapı sayesinde taşıdığı ürünü istediği sıcaklıkta tutabilen konteynerlerdir. Dondurulmuş gıdalar ya da belirli bir ısı derecesinde üretilmiş ve aynı ısı derecesinde nakliyesi gereken yükler ve donmuş gıdalar için kullanılır (Şekil 1.3). Soğutma/ısıtma özelliği yoktur. “Set” derecesinde belirtilen

ısıda yüklenen kargoyu aynı ısıyı muhafaza ederek taşımaya sağlar (Bartan, 2007). Sabit ısıda taşınmasının yanında en çok 0 °C'nin altında tutulması gereken ürünlerin taşınması için kullanılmaktadır.



Şekil 1.3. Frigorifik konteyner

1.4.4. Düz Raf Konteyneri

Standart ve üstü açık konteynerlere sığmayan yüklerin taşımalarında kullanılır. Üstü ve iki yanı açık konteynerlerdir (Şekil 1.4). Çoğunlukla jeneratör ve araç taşımaları için uygundur (Bartan, 2007).



Şekil 1.4. Düz Raf Konteyneri

1.4.5. Havalandırmalı Konteynerler

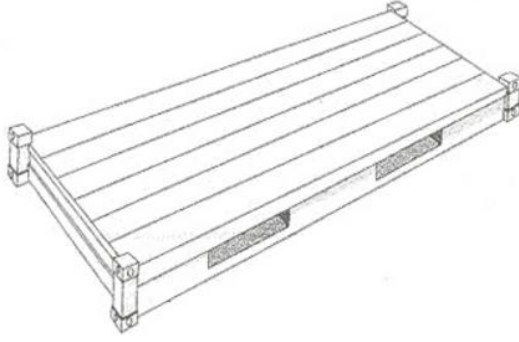
Havalandırılması gereken yüklerin taşınması için uygundur. Taban ve tavan bölümünde bulunan havalandırma ızgaraları sayesinde yeşil kahve taneleri gibi yolculuk esnasında bozulabilecek gıdaların taşınmasında sıklıkla kullanılır (Bartan, 2007). Izgaralar, yağmur sularının ve diğer sıvıların girmesine engel olacak şekilde özel olarak tasarlanmaktadır. Şekil 1.5 de havalandırmalı konteynerin bir görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 1.5. Havalandırmalı konteyner

1.4.6. Platform Konteynerler

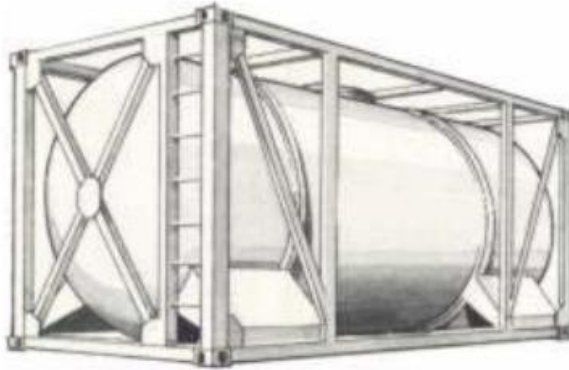
Platformlar yapısal olarak yalnızca dikdörtgen bir taban platformu biçimindedir. Üst ve yan duvarları yoktur. Gemiye doğrudan yüklenemeyecek, yanlardan, üstten ve ön/arkadan taşması olan yükler için kullanılır (Şekil 1.6) (Bartan, 2007). Küçük alanda ağır tonajlı yükleri taşımaya uygundur. Hem 20'lik hem de 40'lık olanları mevcuttur. Ayrıca gabari yükler ve çok ağır yüklerde de kullanılmaktadır.



Şekil 1.6. Platform konteyner

1.4.7. Tank Konteynerler

Taşıyıcı özelliğine sahip olan tank ile çevreleyen profil çerçeveden oluşan konteynerlerdir. Tankın silindirik şekli çelik muhafaza ile gemiye yüklenebilecek hale getirilmiştir (Şekil 1.7). Toksik kimyasallar, meyve suyu, zeytinyağı, kimyasal maddeler vb. gibi sıvı ve gaz taşımalarında kullanılmaktadır (Bartan, 2007).



Şekil 1.7. Tank konteyner

1.4.8. Dökme Yük Konteynerler

Dökme yük konteynerlerin kullanım alanı hayvan yemi, tahıl, baharat vb. gibi kuru yüklerin taşınmasıdır (Şekil 1.8). Bu konteynerlerin genellikle tavan kısmında yükleme kapağı ve kapı kısmında da tahliye kapakları bulunmaktadır.



Şekil 1.8. Dökme Yük Konteyneri

1.5. Konteyner Terminalleri

Konteynerin taşımacılıkta kullanılmasından önce üretim malları işletmelerin kendi paketleme yöntemleri ile taşınmaktaydı. Örneğin bisikletler paketlenmiş şekilleri ile doğrudan bir geminin kargo kısmına yüklenmekteydi. Bunun gibi birçok farklı ürün beraber yüklenmekte ve paket şekilleri ve boyutları farklı olduğu için mekanik elleçleme araçlarını bu yüklere adapte etmek zor olmaktaydı. Ayrıca gemilerin kargo depoları bu heterojen boyutlar sebebi ile tam olarak doldurulamamaktaydı. Bunun yanında farklı ürünler farklı elleçleme süreçleri gerektirmekteydi. Bu durumların varlığı işçilik maliyetlerini yükseltmekte ve oldukça zaman almaktaydı (Gray ve Kim, 2009:152-153). Zaman içinde ulusal üretimlerin büyük payının dış ticarete yönelmesi taşımacılık modüllerinde değişimi zorunlu hale getirmiştir. Uluslararası ticaretin artması ve gemilerin teknik özelliklerinin gelişmesi de terminallerin sisteminin değişmesi yönünde etki etmiştir.(Erdal, 2008:62)

Gemilerle yapılan yük taşımacılığında yük büyüklüklerinin farklı olması sebebi ile gemiye yapılan yükleme süreçleri oldukça uzun olmaktaydı. Ayrıca yük büyüklüklerinin farklı olması gemi içerisindeki depo alanlarının da verimsiz kullanılmasına sebep olmaktaydı. 1950li yıllarda bu sorunlardan hareketle yüklerin belli kutularda taşınması fikri ortaya çıkmıştır. Elleçleme operasyonlarındaki kolaylık ve gemilerin işlem sürelerini daha kısa sürede bitirebilmesi, limanlarda bu kutuların taşınmasını yaygınlaştırmıştır. Bu sebeple

limanlar, sistem ve ekipmanlarını yenilemeye başlamıştır. 1960lı yılların sonlarına gelindiğinde, limanın sisteminde ve ekipmanlarında değişiklik yapmayan ya da yapamayan limanlar da bu kutuları kullanabilmek adına LASH diye adlandırılan bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem yük geçişinin olduğu sahalarda konteyner yükleme boşaltma süreçlerini tug bot adı verilen romörklerle gerçekleştirmiştir. (Gray ve Kim, 2009:152-153). Tüm bu sistemlerde kullanılan yük kutuları zaman içinde ISO standartlarına sahip konteynerlere dönüşmüşlerdir. Konteyner ile yükleme boşaltmanın kolaylığı fark edildikçe tüm bu yük elleçlemesinin yapıldığı sahaların yalnızca konteyner mallar için tasarlandığı yerler yaratılmıştır. Bu yerler taşımacılık tipinin değiştiği ya da transit yükler için gemiler arası geçişin sağlandığı bir hizmet ortamına dönüşerek konteyner terminali adını almıştır. Günümüzde de denizyolu taşımacılığının büyük bölümü konteynerler ile gerçekleşmektedir.

Gray ve Kim (2009) konteynerlerin ISO standartlarına sahip olmasının taşıma ve elleçleme işlemlerindeki güçlüklerin ve yük kayıplarının önüne geçtiğini belirtmişlerdir. Çünkü bu standartlar hem konteyner taşıyıcı araçlar hem de konteyner elleçleyen ekipmanlar tarafından bilinmektedir. Örneğin karayolu taşımacılığı ile konteyner terminaline getirilen ve gemiye yüklenecek olan konteyner liman vinci ile taşıyıcı araç üzerinden kolaylıkla alınarak gemiye yüklenebilmektedir. Yük standardının aynı olmasıyla öncesinde bir hazırlık gerektirmeyen elleçleme ve taşıma süreçleri ile daha hızlı konteyner işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum konteyner terminallerindeki gemilerin çevrim sürelerini ve terminalde gerçekleşen konteyner operasyon sürelerini azaltmaktadır. Dolayısıyla konteyner taşımacılığı diğer yük taşımacılıklarına göre zamanla daha çok tercih edilmeye başlamıştır. Konteyner terminalleri de zaman içinde oldukça artmış ve gelişmiştir.

Konteyner terminallerinde anlaşılacağı üzere konteyner standartlarının gözetildiği özel rıhtım ve ekipmanlara ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra depolama için de özel alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yüklerden farklı olarak konsolidasyon için ayrı ekipmanlar da gerekmektedir (Erdal, 2008:51).

1.6. Konteyner Terminalinin İşlevleri

Kapıdan kapıya teslimatı içeren uluslararası konteyner trafiğinde, intermodal taşımacılık, bir deniz ayağıyla bu ana ayağın her iki ucundaki bağlantılı

kara ve/ veya demiryolu ara ayağından oluşmaktadır. Bu yapıyla konteyner terminali, deniz ve kara ve/veya demiryolu arasında taşıma modlarının (sistemlerinin) değiştirilebildiği, gemiyle gemi veya gemiyle iç su (inland waterway) gemileri arasında aktarmaların yapıldığı tesislerdir (Yalçın, 2005). Bu bilgiden yola çıkarak işlevlerinden birisinin aktarma noktası olduğu söylenebilmektedir.

1.6.1. Konteyner Terminalinin Aktarma İşlevi

Konteyner terminalleri genel olarak konteynerlerin ana hat gemileri ile besleme (feeder) gemileri veya kara/demir yolu arasında aktarımını sağlarlar. Aktarma gerçekleşen bir konteyner terminaline ait taşıma tipleri Şekil 1.9'da şematize edilmektedir.

Konteyner terminallerinde bahsi geçen hat gemileri, tek seferde oldukça fazla konteyner taşıyabilme kabiliyetine sahip olmalarından dolayı toplu taşımacılık görevini üstlenmektedir. Bu gemilerle gelen bir konteyner başka bir gemiye aktarılabilceği gibi demiryoluna ya da kara yoluna aktarılarak yoluna devam edebilmektedir. Bu sürecin teri de mümkündür. Konteyner terminaline karayolu/demiryolu/denizyolu ile gelen bir konteyner ana hat gemilerine aktarılarak lojistik sürecine devam edebilmektedir.

Bunun yanı sıra besleme servisleri ve demiryolu taşımacılığı tek seferde çoklu konteyner taşıma olanağı sağlarken, karayolu taşımacılığı tek seferde bir ya da en fazla iki konteynerin taşınmasını gerçekleştirmektedir. Demiryolu taşımacılığının tek seferde besleme servislerinden görece daha az konteyner taşınması yaptığı söylenebilirken, karayolu taşımacılığının konteynerlerin kapıdan kapıya taşımacılığında hızlı ve esnek olması sebebi ile sıkça kullanılan etkili bir taşımacılık olduğu bilinmektedir.



Şekil 1.9. Konteyner terminalinde aktarma gerçekleşen taşıma tipleri

1.6.2. Konteyner Terminalinin Depolama İşlevi

Konteyner terminallerinde, çoklu taşımacılık tiplerinin bir arada olması, müşterilerin gecikmeleri, uluslararası çalışıldığı durumlarda farklı ülkelerin farklı yasal mevzuatlarının varlığı, hava koşullarının değişebilmesi, çalışan kaynaklı problemlerin olması, terminalin mevcut durumunun zaman içinde değişmesi ve daha sayılabilecek benzer diğer durumların varlığı terminal süreçlerine ilişkin değişkenleri stokastik yapmaktadır. Konteynerlerin başka bir taşıyıcı araca aktarılması işlemleri sırasında, sistemi stokastik yapan bu durumların gözlenmesi, konteynerlerin depolanma gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Rıhtıma yanaşan geminin amacının en kısa sürede elleçleme işlemlerini tamamlayarak limandan ayrılmak olması sebebiyle, karayolu ve demiryolu araçlarının da yüklerini boşaltmak için, yükün aktarılacağı taşıma aracını bekleyerek zaman kaybetmek istememeleri sebebiyle depolama işlevi ortaya çıkmıştır. Aktarma yapan ve aktarma yapılacak olan taşıma aracı beklememek adına geçici olarak konteyner terminali depolarını kullanmaktadır (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Terminalde Depolanan Konteynerler

1.6.3. Konteyner Terminalinin Ayırıştırma/Birleştirme İşlevi

Konteyner terminallerinin birçoğu kendilerinden hizmet alan müşterilerine ek hizmet olarak konteyner doldurma, ayırıştırma, birleştirme hizmetleri de vermektedir. Bunun sebebi müşteri talebi ve yük taşımalarını optimize etme çabasıdır. Yarı dolu gelmiş bir konteyner, başka bir yükle tam dolu hale getirilebileceği gibi, bir konteyner içinde gelen farklı tip ürünler birbirinden ayırıştırılarak farklı yerlere de gönderilebilmektedir. Bahsi geçen yükleri taşıyan bu konteynerler terminal işletimine ait olabileceği gibi, konteyner gemisi olan bir lojistik firmasına ya da müşterinin kendisine de ait olabilmektedir. Şekil 1.11’de bir konteyner terminalinde terminal hizmeti olarak forkliftle dolumu gerçekleştirilen bir konteyner gösterilmektedir.



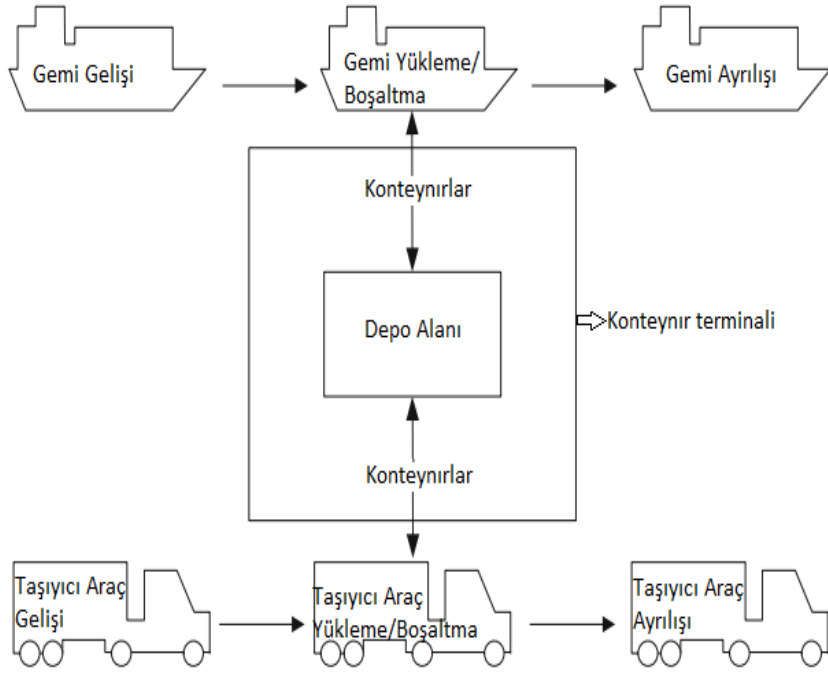
Şekil 1.11. Konteyner terminallerinde konteyner içi yük hizmetleri

1.6.4. Konteyner Terminalinin Yedekleme İşlevi

Aktarma, depolama ve ayrıştırma/birleştirme işlevlerinin başarılı olabilmesi için bu işlevlerde gerekli denetim, tamir, bakım vb. işlemlerinin gerçekleştirildiği işlev yedekleme işlevi olarak adlandırılmaktadır.

1.7. Konteyner Terminalinde Süreçler ve Operasyonlar

Konteyner terminalleri temel ve zorunlu olarak elleçleme, depolama ve taşıma işlevi gerçekleştirirler. Bir gemi rıhtıma yanaştığında elleçleme yapılır. Diğer bir ifadeyle gemi yük boşaltır ve yük alır. Aynı sırada liman taşıyıcı araçları rıhtım ile sahalar arasında konteyner taşımalarını gerçekleştirir. Öte yandan da limanda işlemini tamamlayanlar liman kapısından karayolu ve ya demiryolu ile ya da tekrar rıhtımdan gemiye yüklenerek denizyolu ile ayrılmaktadır. Şekil 1.12 en basit haliyle bir konteyner terminalinin süreçlerini göstermektedir.



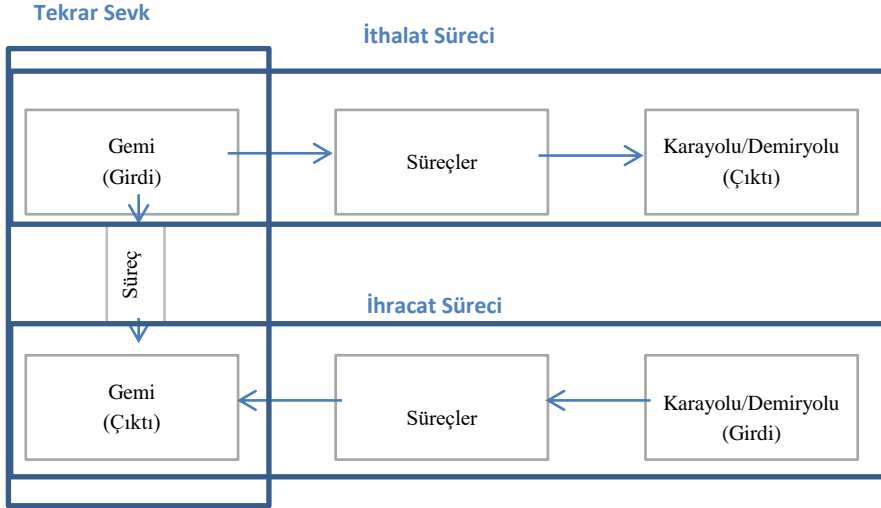
Şekil 1.12. Konteyner terminallerinin şematik süreçleri (Saanen, 2004:28)

Konteyner terminallerinde ithalat, ihracat ve tekrar sevk 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 güzergahlardan ilgili sahalara taşınır. Taşıyıcı araç sahaya konteyneri bıraktıktan sonra istifleme süreci başlar. 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 eder ve ya liman kapısından çıkış yapar.

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

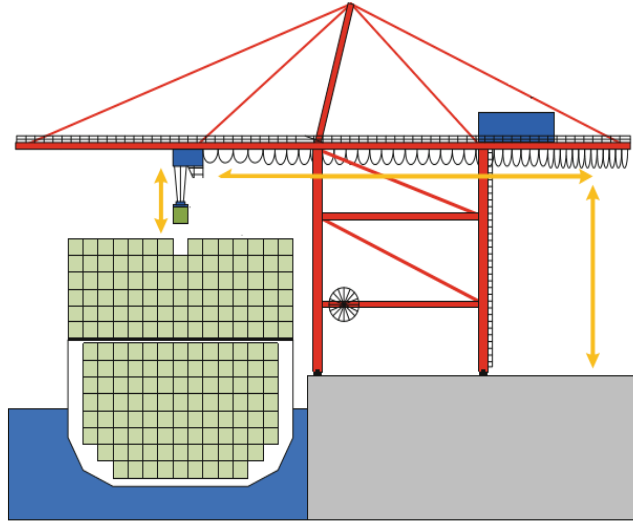
Zaman zaman rıhtıma yanaşan gemiden rıhtım vinci aracılığıyla dolu bir konteyner rıhtıma indirilir. Bu konteynerler gümrük işlemine tabi tutulmadan ve hiç açılmadan tekrar gemiye yüklenmeyi beklerler. Gemiden indirilerek hiç işlem yapılmadan aynı şekilde tekrar aynı gemiye ya da başka gemiye yüklenen konteynerlere tekrar sevk edilen konteynerler denir. Bu süreçler ve fiziksel akışın yönü Şekil 1.13’de gösterilmektedir.



Şekil 1.13. Liman lojistik sistemindeki ana süreçler (Marlow&Casaca, 2003; 360)

1.7.1. Konteyner Rıhtım Alanındaki Araçlar Ve Operasyonlar

Rıhtım vinci gemiden sahaya, sahadan-gemiye konteyner elleçlemek için kullanılmaktadır (Şekil 1.14). Operasyon sırasındaki verimlilik, vincin taşıyıcı araçla olan uyumlu çalışmasına, operatörlere, hava koşullarına, vinç arızalanmalarına vb. sebeplere göre değişiklik gösterebilmektedir. Rıhtım vinçlerinin raylı (Şekil 1.15) ve tekerlekli (Şekil 1.16) olanları mevcuttur. Raylı olanları elektrikle, tekerlekli olanları mazotla çalışmaktadır. Raylı olanları yatay doğrultuda hareket ettirilebilirken, tekerlekli olanları her yere taşınabilmektedir. Fakat maliyet açısından mazot elektrığe göre daha pahalı bir seçenek olmaktadır. 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 1.14. Rıhtım vinci (Kemme, 2013)

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. Zaman, maliyet ve dolayısıyla müşteri beklentilerini karşılama düzeyi açısından olumsuz sonuçlar doğuracaktır. 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).



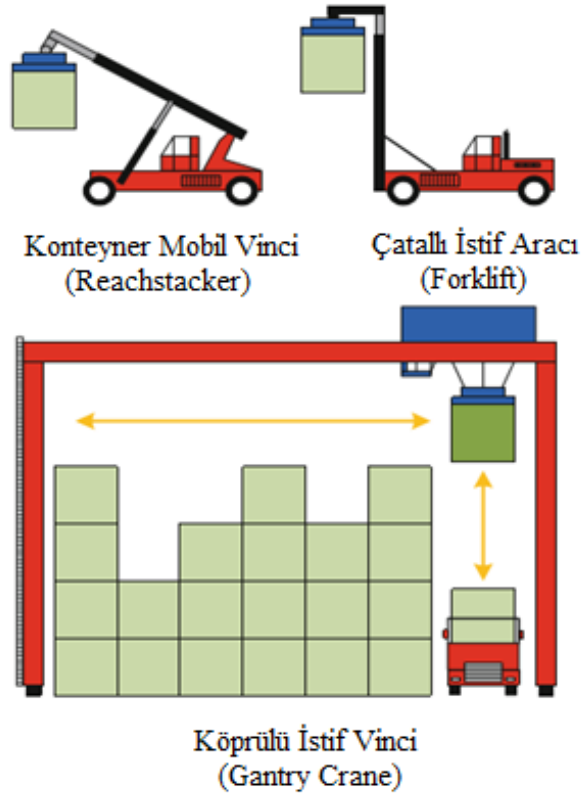
Şekil 1.15. Raylı rıhtım vinci



Şekil 1.16. Tekerlekli rıhtım vinci

1.7.2. Konteyner Liman Sahalarındaki Ekipmanlar ve Operasyonlar

Rıhtımdan ya da liman kapısından taşıyıcı araçlarla getirilen konteynerler liman sahalarında belirli bir sistemde ve sırada yığılanmaktadır. Bu sebeple ağır yük olan konteynerin taşıyıcı araçtan alınarak ilgili pozisyona yerleştirilmesi için konteyneri taşıyabilecek depolama ekipmanına ihtiyaç vardır. Bu ekipmanlar Şekilde 1.4 de gösterilmekte olan mobil vinçler ve köprülü istif vinci'dir.



Şekil 1.17. Saha Ekipmanları (Kempe, 2013)

Konteyner mobil vinci olarak adlandırılan ve şekil 1.17’de gösterilen araç küçük terminaller veya orta ölçekli limanlarda konteynerlerin taşınması, kaldırılması ve istiflenmesi için kullanılan bir araçtır. Konteyner mobil vinci, kısa mesafelerde çok hızlı ve esnek olması sebebi ile buralarda daha çok tercih edilmektedir. Bu özellikleri ile daha çok liman içi sahalarda kullanılmaktadır. Sahalarda konteynerin istenen pozisyona yerleştirilebilmesi için çevik ve kolay bir

çözüm sunmaktadır. Bu araçların esneklik ve yüksek istifleme ve depolama kapasitesi açısından forkliftlere kıyasla daha avantajlı olduğu söylenebilmektedir. İstifleme yaparken ikinci sıraya da uzanabilmesi sebebi ile birleşik olarak dört sıralı ve dört katlı istiflemeye olanak tanımaktadır (Şekil 1.18). Forkliftlere göre tek dezavantajının aracın hareketi için daha fazla alana ihtiyaç duymasıdır.



Şekil 1.18. Konteyner Mobil Vinci

Forklift de konteyner terminallerinde taşımak ve istiflemek için çoğunlukla liman içi sahalarda kullanılmaktadır (Elver, 2009: 56). Temel görevi, palet üzerine konulmuş eşyayı bir araya toplamak ve ya ayrı ayrı dağıtmaktır (Şekil 1. 17). Liman içindeki hızları saatte 10 km'yi geçmez (Koyuncuoğlu, 2013:48). Forklift kullanıldığında konteynerler sadece iki sıra yan yana konularak depolanabilir ve depolama alanında daha fazla boş alana ihtiyaç duyulur (Yüksel, 2006). Bu sınırlamalar nedeniyle forklift, daha çok boş konteynerlerin elleçlenmesinde ve konteynerlerin boşaltılmasında kullanılır (Koyuncuoğlu, 2013). Konteyner terminallerinde kullanılan forkliftler temel olarak, konteyneri kısa bir mesafeye taşımak, konteyneri yüksek bir pozisyona yerleştirmek veya konteyneri bulunduğu noktadan çekmek üzere kullanılmaktadır (Şekil 1.19).



Şekil 1.19. Konteyner forklifti

Şekil 1.17’de gösterilen köprülü istif vinci ise konteynerin liman sahalarında istiflenmesi amacıyla kullanılan ekipmandır. İstif vinci olarak da adlandırılmaktadır. Şekildeki gibi İstiflenen konteyner bloklarını arasına alarak hareket eder ve üstte bulunan vinci ile konteyneri uygun pozisyona yerleştirir. Tekerlekli, raylı ve insansız olan köprü vinçleri vardır. Şekil 1.20’de lastik tekerlekli istif vinci (rubber tired gantry) RTG, şekil 1.21’de sabit bir demir yolu üzerinde hareket eden istif vinci (rail mounted gantry) RMG ve şekil 1.22’de insansız istif yapan köprü vinçleri (automatic stacking crane) ASC olarak bilinmektedir. İstiflenmiş konteyner bloklarının her iki yanından da konteyner elleçlemesi gerçekleştirebilir. Ayrıca köprü vinçlerinin depolama kapasiteleri oldukça yüksektir.



Şekil 1.20. Tekerlekli köprü vinci



Şekil 1.21. Raylı köprü vinci

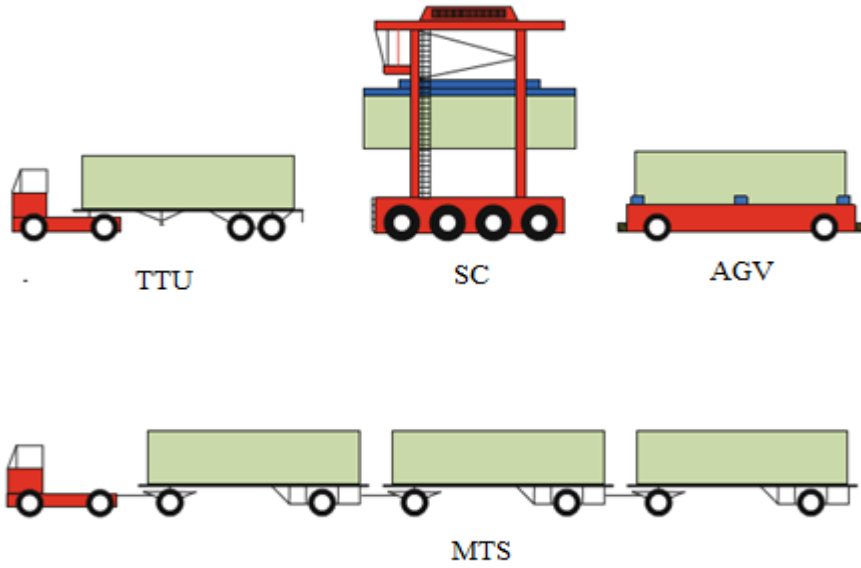


Şekil 1.22. Otomatik köprü vinci

Operasyonel faaliyetler taşıyıcı aracın rıhtımdan ya da terminal kapısından konteyneri sahaya getirmesiyle başlamaktadır. Taşıyıcı araç üzerindeki konteyneri köprü vinci, mobil vinç ya da forklift tarafından alınarak istif alanında uygun pozisyona yerleştirilmektedir. Temel faaliyet bu olsa da ortaya çıkan bazı problemler bulunmaktadır. Literatürde buradaki faaliyetlerde verimliliği arttırmak için bazı problemlere çözümler getirildiği görülmektedir(Koyuncuoğlu, 2013)(Kulak vd., 2009). Depolama ekipmanlarının neler olacağıının, kaç adet olacağıının ve nerelerde çalışacağıının belirlenmesi gerekmektedir. Konteynerlerin depolama alanlarına atanması ve en az hareketle hangi pozisyona yerleştirilmesinin mantıklı olacağıının belirlenmesi, istif vinci ve depo alanlarının yerleşiminin oluşturulması gibi kararlar alınırken verimliliği göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

1.7.3. Taşıyıcı Araçlar

Taşıyıcı araçlar rıhtım-saha, saha-saha, terminal kapısı-saha arasında konteyner taşıyan araçlardır. Şekil 1.23'de çekici kamyon ünitesi (TTU), liman istif taşıyıcısı (SC), otomatik güdümlü araçlar (AGV) ve çoklu çekici kamyon ünitesi (MTS) olarak çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil 1.23. Liman sahalarındaki taşıyıcı araçlar (Kempe, 2013)

TTU, bir adet 40'lık ya da iki adet 20'lik konteyner taşıyabilen araçtır ve liman içerisinde konteynerin bir noktadan diğerine taşınmasını sağlamak için kullanılır.(Şekil 1.24). Konteyneri başka bir ekipmanın TTU'ya yüklemesi ve varış noktasında da yine bir başka ekipmanın konteyneri indirmesi gerekmektedir. TTU'ların dünya üzerindeki pek çok konteyner terminalinde sıkça kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 1.24. TTU

SC, konteynerleri kaldırıp taşıyabilmektedir. Üst üste dört konteyner istifleyebilmektedir. Stacker araçlardan farkı taşıma miktarının ve hızının daha fazla olmasıdır. İki dolu konteyneri aynı anda taşıyabildiği gibi, 30 km/saat hızla hareket edebilen bu araçlar konteyneri bulunduğu pozisyondan kendisi alarak, terminal sahasında ilgili pozisyona konteyneri kendi bırakabilmektedir. Bu aracı kullanan operatör aracın üst kısmında her tarafı görebileceği bir kabinde oturarak işlemi gerçekleştirmektedir. SC Şekil 1.25’de gösterilmektedir (<https://tr.wikipedia.org/18.04.2017>)

Şekil 1.26’da gösterilmekte olan AGV, operatörsüz otomatik taşıyıcıdır. Bilgisayar destekli olarak çalışmaktadırlar. Güzergâhları ve sefer sayıları bellidir. Özellikle bu araçların kullanıldığı limanlarda, terminal sahalarının yerleşim düzeninin iyi olması beklenmektedir.



Şekil 1.25. SC



Şekil 1.26. AGV

MTS'ler birden fazla römork ünitesinin birbirine bağlanarak sadece bir çekici tarafından çekilir(Şekil 1.27). Böylece sürücü ihtiyacı azaltılmış, tek seferde taşınan konteyner miktarı artırılmış olmaktadır.



Şekil 1.27. MTS

Bunlardan SC, konteyneri kendi alıp, taşıyıp ve kendi bırakabildiği için diğerlerinden farklı bir taşıyıcı ekipmandır. AGV, TTU ve MTS kullanılan liman sahalarında bu araçlara konteyneri yükleyecek ve bu araçlardan konteyneri indirecek forklift, stacker, köprü vinci gibi araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. AGVler de insansız ve bilgisayara destekli kullanılmalarından dolayı diğerlerinden farklılaşmaktadırlar. Dünya üzerinde bu taşıyıcı araçların kullanıldığı görülmektedir. Fakat tek bir taşıyıcının kullanımının diğerlerinden daha iyi olduğunu söylemek mümkün değildir. Tüm araç tiplerinin kombineli olarak kullanımı ile maksimum verim elde edilebilmektedir (Gray ve Kim: 2009:154).

Taşıma araçlarının operasyonları saha ile saha arasında ya da saha ile rıhtım arasında çift yönlü gerçekleştirilmektedir. Terminal içi taşıyıcı araçlara konteynerlerin atanması, taşıyıcı araçların depolama alanlarına atanması, terminal içerisinde hem iç hem de dış taşıyıcı araçların rotalanması, terminal içi taşıyıcı araçların sayılarının belirlenmesi, optimum taşıyıcı araç kiralama planı ve terminal içi trafik kuralları gibi verimlilik adına üzerinde çalışılması gereken konular bulunmaktadır. Literatürde de bu konular üzerine çeşitli teknikler kullanılarak çözüm önerileri sunulmuş çalışmalara rastlanmaktadır (Dragović et al., 2017).

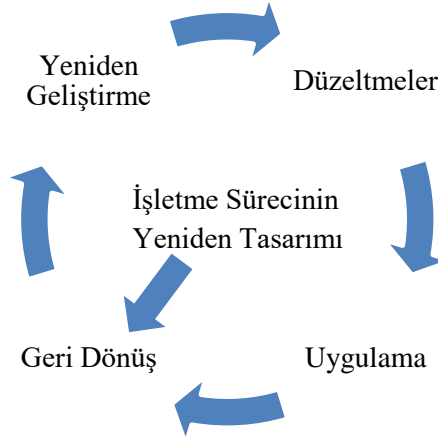
Tüm bunların yanında konteyner terminaliyle ilgili literatürde karşılaşılan çalışmalar ve terminal işletmesinin çalışması gereken diğer konular ise terminal sisteminin genel verimliliği, gemilerin çizelgelenmesi, dışarıdan gelen araçların çizelgelenmesi ve işgücü planlamasıdır.

1.8. Konteyner Terminal Yönetimi

İşletmelerin amaçlarına ulaşabilmesi için gerçekleştirmeleri gereken temel işletme fonksiyonlarından biri yönetimdir. Yönetimde başarılı olabilmek için de yönetimin fonksiyonları olan planlama, örgütleme, yöneltme, koordinasyon ve denetim fonksiyonlarını başarıyla gerçekleştirmek gerekmektedir. Liman işletmeleri de bu yönetsel adımların her birini titizlikle hayata geçirmelidir. Planlama yaparak gemileri ve taşıyıcı araçları çizelgelemeli, konteynerlerin liman süreçlerini belirlemelidir. Örgütleme fonksiyonu ile planın işlenmesi için gerekli görevleri ortaya çıkarmalı ve operatörleri, işçileri, şefleri vb. bu görevlere atamalıdır. Örneğin konteynerleri elleçlemek için rıhtım vincine ihtiyaç olduğunun belirlenmesinden sonra, kaç adet rıhtım vincinin bulunması gerektiğinin tespit edilmesi gerekir. Bunun ardından kaç vardiya çalışılacağı belirlenerek limanda çalışmasına ihtiyaç duyulacak vinç operatörü sayısının ortaya çıkarılması ve bu operatörlerin görevlere atamaların yapılması örgütleme işlevinde gerçekleşmektedir. Yöneltme fonksiyonu ile görevlere ataması yapılan kişilerin işlerini gerçekleştirmesi beklenirken; bu işlerin bir sıralaması ve birbiri ile bağıntısı olması sebebi ile aralardaki iletişimin ne şekilde gerçekleştirileceği koordinasyon fonksiyonu ile ortaya konulmalıdır. İşlerin planlandığı gibi işleyip işlemediği denetim fonksiyonu ile sağlanmalıdır. Gümrük işlemleri tamamlanan bir konteyner gemisi elleçleme işlemine başlayabilmektedir. Bu durumda gümrük işlemlerini tamamlayan gümrük biriminin liman operasyon birimine bilgi vermesi gerekmektedir. Bu iletişimin varlığını koordinasyon fonksiyonu sağlarken,

geminin işlemlerinin belirlenen zamanda gerçekleşip gerçekleşmediğinin ve nerede aksaklıklarının olduğunun takibi denetim fonksiyonu ile sağlanmaktadır. Tüm fonksiyonları gerektiği gibi çalışan bir yönetim sağlıklı olacaktır. İşletmelerde omurga olarak görülen bu yönetimin sağlıklı gerçekleştirilmesinin yanında günümüzde küreselleşmenin getirisi olarak artan rekabet, müşteri odaklı yönetimi de teşvik etmektedir. Bu sebeple son zamanlarda işletmelerde oldukça gündemde olan toplam kalite yönetimi uygulamaları, limanlarda da kullanılmaya başlamıştır. İşletmelerde yönetime paralel olarak gerçekleştirilen, işletmeyi daha ileriye taşımak adına yapılan bu post modern yönetimi de hayata geçirmek önemlidir. Çünkü toplam kalite yönetimi, işletmede çalışan tüm personelin yönetime katılmasını sağlayarak, devamlı iyileştirme felsefesini benimseyerek ve iç müşteri tatminini sağlayarak, dış müşteri tatmini sağlamayı hedefleyen çağdaş bir yönetimdir. Toplam kalite yönetiminin en temel amacı olan müşteri tatmini, konteyner terminallerinde şu şekilde sağlanabilmektedir:

- gemilerin mümkün olan en hızlı ve en güvenilir şekilde yüklerini bırakmaları / almaları
- iç dolum, iç boşaltım, temizlik vb. gibi ihtiyaç duydukları hizmetlerin var olması, beklentilerini karşılaması ve hatta beklentilerin ötesine geçmesi



Şekil 1.28. Bir limanda toplam kalite yönetimi uygulama süreci (Marlow & Paixão Casaca, 2003)

Toplam kalite çalışmalarının müşteri tatmini yaratan sonuçlarının olabilmesi için liman operasyonlarının yalınlaştırılması önemlidir. Liman süreç tasarımı yalınlaşan liman operasyonlarında hataların ve darboğazların kolayca tanımlanması yapılabilmektedir. Operasyonlarda yalınlaştırma yaptıkça liman performansı ile ilgili geri bildirim gerekmektedir. Çünkü geliştirilen süreçler uygulandıktan sonra beklenen sonuçlarla gerçekleşen sonuçların karşılaştırılması yapılarak hedeflerden sapmalar tespit edilebilmektedir. Hedeflerden sapmaların varlığı, düzeltici önlemlerin hemen alınması gerektiği anlamına gelmektedir. Şekil 1.28’de gösterilen bu süreç toplam kalite liman yönetim sistemlerinin gelişmesine katkıda bulunacaktır (Marlow & Paixão Casaca, 2003).

Bir konteyner terminalinin hem müşteri odaklı hem de verimli çalışması işletmenin rekabet gücünü ve dolayısıyla karını artıracaktır. Bu sebeple liman işletmelerinin etkili yönetimi için yapılan yalınlaştırma çalışmalarında odaklanılan konu elleçleme, istifleme ve taşıma süreçlerinin optimize edilmesi ve birbiri ile uyumlu çalışması olmalıdır. Liman operasyonlarının iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri simülasyondur. Ekipmanların büyük ve ağır, liman sahasının geniş olması gibi sebeplerle, problemlerin tespiti ve çözüm önerilerinin geliştirilebilmesi için liman yönetimine oldukça faydalı bir tekniktir. Stokastik bir yapıya sahip liman süreçlerinde simülasyonla beraber veri toplama tekniklerinin kullanılması da gerekebilmektedir. Özellikle gözlem, görüşme ve anket tekniği hazır veriye sahip olunmadığı durumlarda kullanılan veri toplama teknikleridir. Bu çalışmada da veri toplamak için, gözlem tekniği ve görüşme tekniği kullanılmıştır.

1.8.1. Konteyner Terminali Yönetimi Etkinliği

Limanlar; ekipmanları, sahası, bilişim alt yapısı, işgücü, alt ve üst yapı elemanlarıyla bir sistemdir (Esmer, 2009:57). Bunun sebebi limanın girdi, süreç ve çıktıdan oluşan yapıya sahip olmasıdır. Örneğin gemiden dolu olarak tahliye edilen bir konteyner liman sisteminin girdisi, bu konteynerin liman sahasında içinin boşaltılması liman sisteminin bir süreci, liman kapısından boş konteyner olarak çıkması liman sahasının bir çıktısıdır. Diğer bir anlatımla, girdinin bir süreçte işlem görerek başka bir şekilde çıktıya dönüşmesi söz konusudur.

Çıktılara bağlı olarak, kontrol sürecinde yer alan karar verici, girdilerin, süreçlerin ya da her ikisinin tadil edilmesine karar verebilir. Kapalı bir döngü içinde gerçekleşen bu bilgi akışına da geri bildirim adı verilir (Esmer, 2009:57).

Performans hakkında bilgi veren bu geri bildirimler yönetimsel kararlarda oldukça fayda sağlamaktadır. Bu nedenle performansın ölçülmesi ve takibinin yapılması önemlidir. Mentzer ve Konrad (1991)'e göre, faaliyetlerin başarıyla gerçekleşebilmesi için “verimlilik ve etkinliğin, hedeflere ulaşabilmek için incelenmesi” olarak tanımlanan performansın limanlarda ölçülmesi ve takibinin yapılması için performans göstergeleri belirlenmelidir.

Simülasyon çalışmalarında sistem analizi performans göstergeleri üzerinden yapılmaktadır. Bu performans göstergesi mevcut sistem ile simülasyon modeli arasındaki farkı ortaya koyabileceği gibi, sistem iyileştirmelerinin bu göstergelere nasıl etki ettiği araştırılarak iyileştirmeler arasında kıyaslama yapılmasına olanak sağlamaktadır. Liman performansını ölçen çok fazla performans göstergesi olmasına rağmen, üzerinde fikir birliği yapılmış bir ölçek bulunmamaktadır. Dünyadaki her limanın benzersiz oluşu performans göstergelerinin standartlaştırılmasını güçleştirmektedir (Esmer vd, 2007).

Performans göstergeleri bir sistemin verimli çalışılıp çalışılmadığı hakkında rehberlik eden değişkenlerdir. Konteyner terminalinin her fonksiyonundaki farklı operasyonlarda farklı göstergeler mevcuttur. Örneğin rıhtım çalışmalarının verimliliğini arttırmak istiyorsak gemi bekleme süreleri bir performans göstergesi sayılabilmektedir. Çünkü rıhtım alanında iyileştirilen süreçler daha hızlı ve daha güvenli çalışmaya odaklı olacaktır. Bu durumda müşteri olarak tanımlanan gemilerin bekleme sürelerinin azalması ve bu durumdan memnuniyetleri gözlemlenecektir. Konteyner limanlarında performans göstergelerini UNCTAD izelge 1.2'de gösterildiği gibi finansal ve operasyonel olarak ikiye ayırmışlardır (Marlow & Casaca, 2003:200). Dengiz ve Akbay (2000) ise izelge 1.3'de görüldüğü gibi çevrim zamanı, kullanım oranı, bekleme zamanı, kalite ve maliyet olarak performans göstergelerini beşe ayırmışlardır.

Çizelge 1.2. UNCTAD Tarafından Belirlenen Konteyner Limanı Performans Göstergeleri

Finansal Göstergeler

- Toplam elleçlenen tonaj
- Her bir ton için rıhtım işgaliye geliri
- Her bir ton için yük elleçleme geliri
- İşgücü harcamaları
- Her bir yük için sermaye ekipman harcamaları
- Her bir ton yükün katkısı
- Toplam katkı payı

Operasyonel Göstergeler

- Gemi geliş zamanı
- Gemi bekleme zamanı
- Hizmet zamanı
- Gemi döngü zamanı
- Her bir geminin tonajı
- Geminin rıhtımda geçirdiği süre
- Her bir geminin elleçlemesinde kullanılan posta sayısı
- Limanda her bir gemiden saatte yapılan elleçleme
- Rıhtımda her bir gemiden saatte yapılan elleçleme
- Postaların saatte elleçledikleri yük miktarı
- Postaların elleçlemeye harcadıkları zaman

Çizelge 1.3. Limanlarda Performans Göstergeleri

Performans Göstergesi	İçeriği
Çevrim Zamanı	Bir ürünün üretilme/ varlık geliş zamanları vb
Doluluk (kullanım) Oranı	Ekipmanın / personelin üretken olduğu zaman yüzdesi
Bekleme Zamanı	Bir müşterinin servis görebilmek için veya bir parçanın işlem için kaynağı beklemesi için kuyrukta geçirdiği ortalama zaman
Kalite	Doğru özelliklere sahip ürün yüzdesi
Maliyet	Sistemin içerdiği aktivitelerin sebep olduğu maliyet

Bu tez çalışmasında ise rıhtımdaki operasyonel faaliyetlerin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu alandaki göstergelerden rıhtım operasyonları üzerine yoğunlaşılması sebebi ile gemi bekleme zamanı performans göstergesi kullanılmıştır. Bu göstergelerdeki değişim simülasyon tekniği kullanılarak tespit edilmiştir.

2. SİMÜLASYON TEKNİĞİ

Simülasyon tekniğini anlatabilmek için öncelikle sistemin tanımını yapmak gerekir. Bu alanda çalışmış pek çok kişi tarafından yapılmış sistem tanımı bulunmaktadır. Tüm bu tanımlar göz önünde bulundurduğunda sistem, istenen bir sonuca ulaşmak için bir araya gelmiş birbirleri ile ilişkisi içinde bulunan bileşenler topluluğu olarak tanımlanabilmektedir. Bir sistemi yönetmek isteyen kişi zaman zaman çeşitli tekniklerden yararlanarak karar alma sürecini yönetmek isteyebilir ve bu tekniklerden biri de simülasyon bir diğer adıyla benzetimdir. Simülasyon ile bir sistemin davranışları ve bu sistemin olası değişikliklere nasıl tepkiler vereceği izlenir.

Genel anlamda simülasyon, ilgili sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemi, bir modellemedir. Model kurma ve modelin analitik olarak kullanımı simülasyon sürecini oluşturmaktadır. Model, bir sistemin veya bir fikrin temsilini ifade etmektedir. Amacı, sistemi açıklamak, anlamak veya iyileştirmeye yardımcı olmaktır. Simülasyon modeli ise temsil ettiği sistem üzerinde yapılması çok pahalı olan veya mümkün olmayan işlemlerin yapılmasına olanak veren, bu işlemlerin etkisi altındaki modeli incelemesinin ile gerçek sistemin veya ona ait alt sistemlerin davranışları ile ilgili özellikleri, tepkileri öngören bir modeldir. Gerçek bir sistemi temsil eden modelin oluşturulması, incelenen bir gerçek hayat sisteminin belli bir zaman diliminde istenilen gerçek karakteristiklerini tahmin etmek amacıyla sistemin matematiksel, mantıksal bir modelinin geliştirilmesi ve bu sistem üzerinde deneyler yapılması, dinamik bir sistemin özelliklerinin ve davranışlarının bilgisayar aracılığıyla değerlendirilmesi, kullanıcıya değişik dizayn ve işletim stratejilerinin genel sistem performansı üzerindeki etkisini göstermesi simülasyon modellemesi ile gerçekleştirilmektedir (Erkut, 1992:42). Denebilir ki; olasılıklı bir modelin benzetimi modelin rastgele işleyişini üretmeyi ve modelin zaman üzerinde ortaya çıkan akışını gözlemeye ilişkindir (Ross ve Ross, 2013:111). Simülasyon modelinin çalıştırılması ile elde edilen sonuçlar, istenen model karakteristiklerine ait birer tahmindir. Ayrıca sayısal verilerle değerlendirme yapılması ve bu verilerin gerçeğe yakınlığı ile güvenilir bir yöntemdir.

Sistem dizaynı ve analizinde popüler bir araç olan bilgisayar simülasyonu, mühendislere ve planlamacılara sistemin dizaynı ve işletimiyle ilgili zamanında ve doğru kararlar vermeleri için yardımcı olmaktadır. Sistemin bilgisayar tabanlı

modeli üzerinde denemeler yapmakla ilgili olan bilgisayar simülasyonu, deneme yanılma yoluyla değişik politikaların olası etkilerini göstermek amacıyla sistem elemanları arasındaki “iletişimi” ve “etkileşimi” dikkate alan sistem dizaynı yaklaşımı, “sistem yaklaşımı” olarak adlandırılmakta ve simülasyon sürecinde bu yaklaşım kullanılmaktadır. Sistem performansını artırmak ve ya yeni kurulumlar için sistem performansı yüksek tutulmak istendiğinde, sistemi bir bütün olarak ele almak gerekmektedir. Çünkü sistem elemanlarının bağımsız incelenmesiyle sistemin nasıl davranacağını kestirmek mümkün olmayacaktır. Neden-sonuç ilişkilerinin ortaya çıkarılıp, sistemin dinamik yapısının tanımlanması ile sistem davranışı gözlemlenebilmektedir (Erkut, 1992:44).

Simülasyon, sistemdeki neden-sonuç ilişkilerini bilgisayara taşıyarak, değişik koşullar altında gerçek sisteme ait davranışların bilgisayar modelinde izlenmesini sağlamakta, tek başına problemleri çözemesi de problemi açıkça tanımlamaya yardımcı olmakta, modelde yer alan bütün hareketlerin istatistiksel özetini üretmekte ve sayısal olarak alternatif çözümleri değerlendirmektedir (Erkut, 1992:51). Simülasyonun sonuçları sistem performansı için ölçülebilir değerler vermesi açısından bir değerlendirme aracı olduğu söylenebilmektedir. Bir simülasyon modeli, temel olarak “ne-eğer” (“what-if”) analizlerinin yapılmasını sağlayan bir araç olarak ele alınabilmektedir. Kullanıcısına değişik dizayn ve işletim stratejilerinin genel sistem performansı üzerindeki etkisini gösterebilmesi, önerilen herhangi bir çözüm için sayısal ölçüm ve analiz yapabilmesi ve kısa zamanda en iyi alternatif çözümü bulmaya yardımcı olması açısından sistem analistlerince tercih edilmektedir. Yeni bir sistemi kurmadan veya işletme politikalarını test etmeden önce bilgisayarda sistemi modelleyerek, sistem ilk çalıştırıldığında karşılaşılabilecek birçok zorluğu önceden görmemize yardımcı olmaktadır. İyi ürün, performans vb. elde etmek için aylar belki de yıllar sürececek çalışmalar simülasyonla günlere hatta saatlere sıkıştırılabilmektedir.

Tüm bu tanım ve anlatımları ile simülasyon daha çok bir bilim, bir teknik ve ya bir bilimsel disiplin olarak ele alınmaktadır. Bunun yanında simülasyon bir sanat, bir yaklaşım tarzı, sorunları ve olguları incelemede ve yorumlamada değişik bir bakış açısidir. Simülasyon yaklaşımının hem bilim hem sanat yönüyle başarıya ulaşması için bu yaklaşımın kullanılmasını gerektiren belirsizlik, rassallık, deneysellik, davranış analizi, sistem görüşü, evrimsellik durumlarının mevcut olması gerekmektedir (Halaç,1998:5).

Bu koşulların varlığında, simülasyon kullanımı şu durumlarda yararlı olacaktır;

- Problemin tam bir matematik formülasyonu yok ise veya matematik modelin çözümlenmesini sağlayacak analitik yöntemler henüz geliştirilmemiş ise böyle bir stokastik süreçte simülasyondan yararlanılabilmektedir. Taşıyıcı araçların konteyner terminal kapısında konteyner yükleme/boşaltma işlemini beklemesi böyle bir stokastik süreçtir.
- Analitik yöntemin kullanılabilir olduğu fakat matematik çözümlene yollarının çok karmaşık olması nedeniyle benzetimin basit çözüm yolları sağlayacağı durumlarda kullanılmalıdır. Bir işletmedeki iş akışı buna örnektir. Bu çalışmada da terminal operasyonlarının neler olduğu ve hangi sıra ile meydana geldiği bilgileri modelin iskeletini oluşturmaktadır.
- Bazı parametrelerin öngörülmesi istendiğinde kullanılabilmesinin yanında, belli bir zaman aralığında bir sürecin gözlenmesinin arzu edildiği durumlarda da yararlı olabilmektedir. İş akışının sistematik geliştirilmesinin yanında işin istenen zamanda tamamlanmasının da önemli olması buna örnektir.
- Deneylerin yürütülmesi ve olayların mevcut çerçeveleri içerisinde gözlenmesindeki güçlükler nedeniyle, benzetim tek olanak olabilmektedir. Örnek olarak gezegenler arasındaki uçuşta uzay arabalarının incelenmesi verilebilir.
- Bazı sistemlerin veya proseslerin uzun zaman dilimi içinde incelenmesi gerekebilmektedir. Böylelikle olay istenildiği gibi hızlandırılıp yavaşlatılabilmektedir. Buna örnek olarak kent bozulması sonucunun incelenmesi verilebilir.

Simülasyonun uygulanabilirliği söz konusu ise simülasyondan neler elde edilebileceği üzerine yoğunlaşılmalıdır. Karmaşık bir sistemin iç yapısını veya karmaşık bir sistemdeki alt sistemi inceleyerek gelişime katkı sağlamak, bilginin, organizasyonel ve çevresel değişikliklerin simüle edilmesi ile modelin davranışı üzerinde bu değişikliklerin etkilerini incelemek, simülasyon girdilerini değiştirerek ve sonuçları inceleyerek, hangi değişkenlerin daha önemli olduğu ve değişkenlerin birbirlerini nasıl etkiledikleri hakkında bilgi edinmek, yeni bir iş sürecini, yatırımı, yerleşim düzenini vb. uygulamadan önce yeni tasarımlar ve politikalar deneyerek

durumun ne olacağını görmek, analitik sonuçları test etmek vb. için kullanılabilir (Balci, 1990:29).

Bu çalışmada deney sayısını arttırmak, farklı ve yeni süreç çıktıları değerlendirmek ve zamandan kazanç sağlamak amacı ile bilgisayar ile simülasyon gerçekleştirilecektir.

2.1. Simülasyonun Avantajları

- Var olan bir sistemde, iyileştirme çalışmaları yapmak için simülasyon kullanıldığında mevcut sistem üzerinde hiç bir değişiklik yapmadan, gerçek sistem rahatsız edilmeden, bozulmadan, tehlikeye atılmadan model üzerinde senaryo analizleri yapılabilmektedir. Simülasyon modelindeki hayali nesnelere ve kaynaklar, sisteme yapılan değişikliklerin sonuçlarını değerlendirme açısından, hem daha fazla esneklik sağlamakta, hem de maliyet açısından gerçek yatırımlara göre çok daha ucuz olmaktadır (Halaç,1998:7).
- Sistem modeli kurulduktan sonra farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir (Pidd, 2005:11)
- Analitik çözümlere destek sağlamaktadır.
- Alternatif tasarımların birbiri ile karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır.
- İncelenen sistemin farklı zaman akışlarında ele alınması mümkündür. Örneğin, sıkıştırılmış bir zamanda çalışma hızlandırılarak sistem hakkında genel bilgi elde edilebileceği gibi, geniş bir zaman aralığında sistem hakkında ayrıntılı bilgi edinilebilmektedir. Pidd (2005)'e göre bu avantajı haftaların, ayların hatta yılların saniyelik bilgisayar zamanıyla benzetimini yapabilmek böylelikle politikaları bütünüyle düzenli karşılaştırabilmek olarak belirtmiştir.
- Yeni politikalar, parametreler veya çalışma koşullarının denenmesine imkan sağlayarak sistem performansının bu yeni koşullar için tahmini sağlamaktadır.
- Yeni bir sistemin dizaynında, sisteme ait denemeler sadece sisteme ait oluşturulacak bir model üzerinde yapılabilmektedir. Çünkü gerçek sistem henüz bulunmamaktadır. Simülasyon, sistemin kuruluş aşamasında gerekli olan

hata bulma ve sisteme ait “hassas-ayarlar” için harcanan zamanı önemli ölçüde azaltmaktadır.

- Sistem üzerinde yapılacak iyileştirme çalışmalarının maliyeti her aşamada katlanarak artmasına rağmen, simülasyon, hataları “maliyetli” olmadan yakalayan bir test aracıdır.
- Dizayn aşamasında hiç bir problemle karşılaşılmasa dahi, sistematik yapı oluşturmak ve sistemin operasyonel açıdan uygun olduğundan emin olmak için simülasyon çalışması yapmak faydalı olmaktadır.
- Başka şekilde elde edilmesi zor olan, sistemin dinamikliğine ait bilgileri ve neden-sonuç ilişkilerini ortaya çıkması açısından önemlidir.
- Ayrıca güçlü bir eğitim aracı olan simülasyon modelinin geliştirilip kullanılması, sistem üzerinde oynanmasına olanak sağlamaktadır. Sistemi ve sistem sorunlarını kavrayıp, yaratıcı çözümler önermektedir. Model üzerinde oynamaya başlayan bir yönetici, işlemlerinde sürekli olarak yeni görüşler kazanabilmektedir.

2.2. Simülasyonun Dezavantajları

Simülasyonun avantajlarına rağmen, bazı dezavantajları bulunmaktadır.

- Simülasyon modelleri pahalı ve geliştirilmesi zor modellerdir. Her zaman kolaylıkla bulunamayacak düzeyde yaratıcılık gerektirmektedir.
- Simülasyon modellerinin stokastik yapısı, gerçek sistemle ilgili ancak tahminlerde bulunmayı sağlamaktadır. Gerçeği birebir yansıtmamaktadır.
- Simülasyon modelleri probleme en iyi çözümü bulmak yerine alternatif çözümleri karşılaştırmaktadır.
- Simülasyon sonuçlarının incelenen sistemi doğru yansıtması için modelin geçerliliğinin sağlanması gerekmektedir. Bunu için çalışmalar titizlikle yapılmalıdır.
- Simülasyonda bilgisayara olan bağımlılık, çalışmanın uzun sürmesine pahalı olmasına neden olabilmektedir (Halaç,1998:8)

- Simülasyon sonuçları genelde sayısaldır. Nitel durumların sayısallaştırılması ya da sisteme alınması dikkat istemektedir.

2.3. Simülasyon Çeşitleri

Simülasyonlar, fiziksel, yöntem, prosedürel ve işlevsel olarak dörde ayrılmaktadır:

- Fiziksel bir cismin veya fenomenin ekranda temsil edildiği fiziksel simülasyonlar,
- Genelde kendi kendine açıkça karar veremediği bir olay hakkında metod veya genel düşüncüyü vermek için yöntem simülasyonlar,
- Bir uzay mekiğini yere indirmek gibi bir prosedürü oluşturan olayların sonuçlarını öğretmek için prosedürel simülasyonlar,
- Farklı konumlardaki insanların davranışları ve görüşleri ile bir noktada birleşmelerini sağlayan işlevsel simülasyonlardır. (Erkut, 1992:55).

2.4. Simülasyon Modeli

Simülasyon modellerinin hemen hemen tümünde yer alan elemanlar; bileşenler, değişkenler, parametreler, ilişkiler, varsayımlar, kısıtlar ve ölçütlerdir.

Bileşenler; bir araya getirildiklerinde sistemi oluşturan parçalardır. Ortak performansları çıktıyı oluşturmaktadır.

- Değişkenler; sistemin özellikleridir. Kısıtlar altında mevcut sistemde yer alan, koşullara göre değişebilen değerler alan bir bilinmeyendir.
- Parametreler; sistemin sahip olduğu ve analiz boyunca değiştirilmeyen ve sabit kalan değerlerdir.
- İlişkiler; sistemin bileşenleri, değişkenleri ve parametreleri arasındaki bağıntılardır. Yapısal, işlevsel, sırasal, mekansal, zamansal, neden-sonuç, enerjinin korunumu, mantıksal ve matematiksel ilişkiler bulunmaktadır.
- Varsayımlar; modeli gerçek durumdan soyutlayan kabullerdir.

- Kısıtlar; değişkenlerin değerleri veya kaynakların nasıl tahsis edileceği üzerindeki sınırlandırmalardır. Tasarımcı tarafından koyulduğu gibi doğal da olabilmektedirler.
- Ölçütler; sistemin hedeflerinin veya amaçlarının ve bunların nasıl değerlendirileceğinin bir durumudur (Erkut, 1992:60).

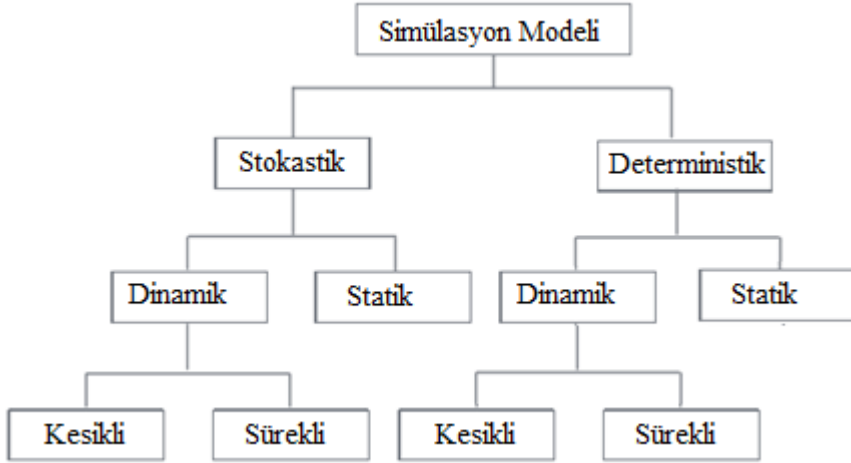
2.4.1. İyi Bir Simülasyon Modelinde Bulunması Gereken Özellikler

Bu özellikler şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Kullanıcı tarafından kolaylıkla anlaşılmalıdır.
- Amaç veya hedef yönlü olmalıdır.
- Anlamsız sonuçlar vermeyecek nitelikte olmalıdır.
- Kullanıcı tarafından denetimi ve işletmesi kolay olmalıdır.
- Tam olmalıdır.
- Model değişikliği ve güncelleştirmesi için kolaylıkla uyarlanabilir olmalıdır.
- Evrimsel olmalıdır.(basit bir şekilde başlayıp, giderek karmaşıklaşmamalıdır.

2.4.2. Simülasyon Modeli Tipleri

Modeller genel olarak matematiksel ve fiziksel modeller olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Simülasyon modelleri matematiksel modeller sınıfına girmektedir. Simülasyon modelleri de Şekil 2.1 deki gibi kendi içerisinde dinamik, statik, kesikli ve sürekli olarak ayrılmaktadır.



Şekil 2.1. Simülasyon Modeli Tipleri

Stokastik modellerin girdisi rassal değişken iken deterministik modeller girdi olarak bilinen bir veri seti kullanmaktadır. Stokastik modellerin çıktıları girdilerin değişkenliği sebebi ile farklılık gösterirken, deterministik modellerin çıktıları tektir.

Statik simülasyon modeli, sistemi zamanın belli bir noktasında temsil etmekteyken dinamik simülasyon modeli ise zamanla değişen sistemleri temsil eder. Statik modeller zamandan bağımsızken dinamik modeller zamana bağlı değişkenlerdir.

Sürekli modeller, davranışları zamanla birlikte devamlı değişim gösteren sistemlerle ilgilenmektedir. Sürekli modele örnek olarak yöntem simülasyonlar verilebilir. Sürekli simülasyon modelleri genelde, sistemin farklı elemanları arasındaki etkileşimin farklı diferansiyel denklemlerle ifade edildiği modellerdir (Halaç, 1998:17). Ekonomik sistemlerin davranışlarını modellemede ekonomistlerce ya da ekipman tasarlamada mühendislerce kullanıldığı görülmektedir (Pidd, 2005:31). Kesikli modeller ise sistemlerin davranışlarındaki değişimleri sadece verilmiş olan bir anda izleyen modellerdir. Buna tipik bir örnek olarak, bekleme hatlarında kuyrukta ortalama bekleme süresinin ve bekleme hattının uzunluğunun tahmini verilebilmektedir. Sistemin durumu sadece bir müşterinin sisteme girdiği ya da sistemden çıktığı anda değişmektedir (Pidd, 2005:30). Diğer tüm anlar istatistiki veri toplama açısından bir şey ifade etmemektedir (Halaç, 1998:18). Sistemde değişiklik meydana geldiği anda

modeldeki olaylar tanımlanmış olmaktadır (örneğin, müşterilerin gelmesi). Bu olaylar kesikli noktalarda meydana geldikleri için kesikli olay simülasyonu olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada da taşıyıcı araç beklemeleri, gemi gelişleri, gemide elleçlenen konteyner sayıları, konteynerlerin dolu ya da boş olması vb. değişkenlerin varlığı söz konusudur. Geminin ne zaman geleceği, gemi içindeki konteyner sayısının kaç olduğu, gemideki konteynerlerin yükleme ve boşaltma sayılarının ne olduğu, konteynerlerin kaç tanesinin dolu kaç tanesinin boş olduğu her yeni gelen gemide farklılık göstermektedir. Bu değişkenler rassaldır. Bu sebeple simülasyon modeli de stokastiktir. Stokastik simülasyon modelini oluşturabilmek için modelin girdileri geçmiş verilerden oluşturulan dağılımlar olmaktadır. Modelde belli bir andaki izlem dikkate alınacağı, simülasyondaki olay sayısı (bu çalışma için gemi gelişleri) sayılabilir olduğu için kesikli simülasyon modellenmesi yapılacaktır. Özetle denebilir ki; çalışmanın simülasyon modeli, stokastik, dinamik ve kesikli bir simülasyon modelidir.

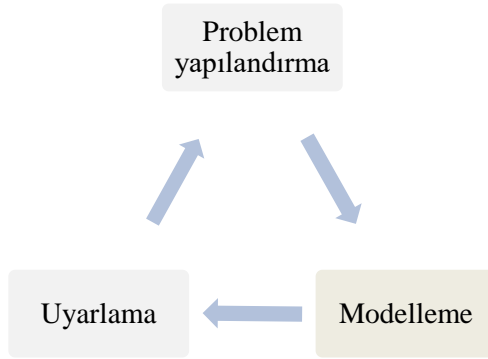
2.4.3. Simülasyon Modellemesinin Gerçekleştirildiği Bazı Alanlar

Simülasyon, imalat sektöründe işlemlerin daha iyi yapılması için yolların arandığı, fabrika ve sistemlerin tasarım ve uygulanması sürecinde kullanılmaktadır. Simülasyon, imalat sektöründe olduğu gibi, sağlık hizmetlerinin sağlanması ve sunulması esnasında sınırlı kaynakların etkin kullanılması, sağlık ekipmanlarının taşınması için gerekli sistem tasarımı, acil servis planlaması, poliklinik kuyruk sistemlerinin iyileştirilmesi vb. için kullanılmaktadır. Simülasyon diğer hizmet sektörlerinde de sistemi verimli hale getirerek müşteri beklentilerini karşılayan bir sistem tasarlanırken kullanıldığı görülmektedir (Bankacılık işlemleri buna örnek verilebilir). Ulaştırma sistemlerinde de havacılık sektöründe yer hizmetleri sistemlerinin tasarımı, trafik kontrol ve planlaması vb. gibi, karayolu denizyolu, havayolu taşımacılığı sistemlerinin lojistik hizmet tasarımlarında vb. pek çok alanda da simülasyonun yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada gerçekleştirilecek konteyner terminal simülasyonu da literatürde uygulamalarına çokça rastlanan bir diğer alandır. (Dragović et al., 2017)

2.5. Simülasyon Süreci (Metodoloji)

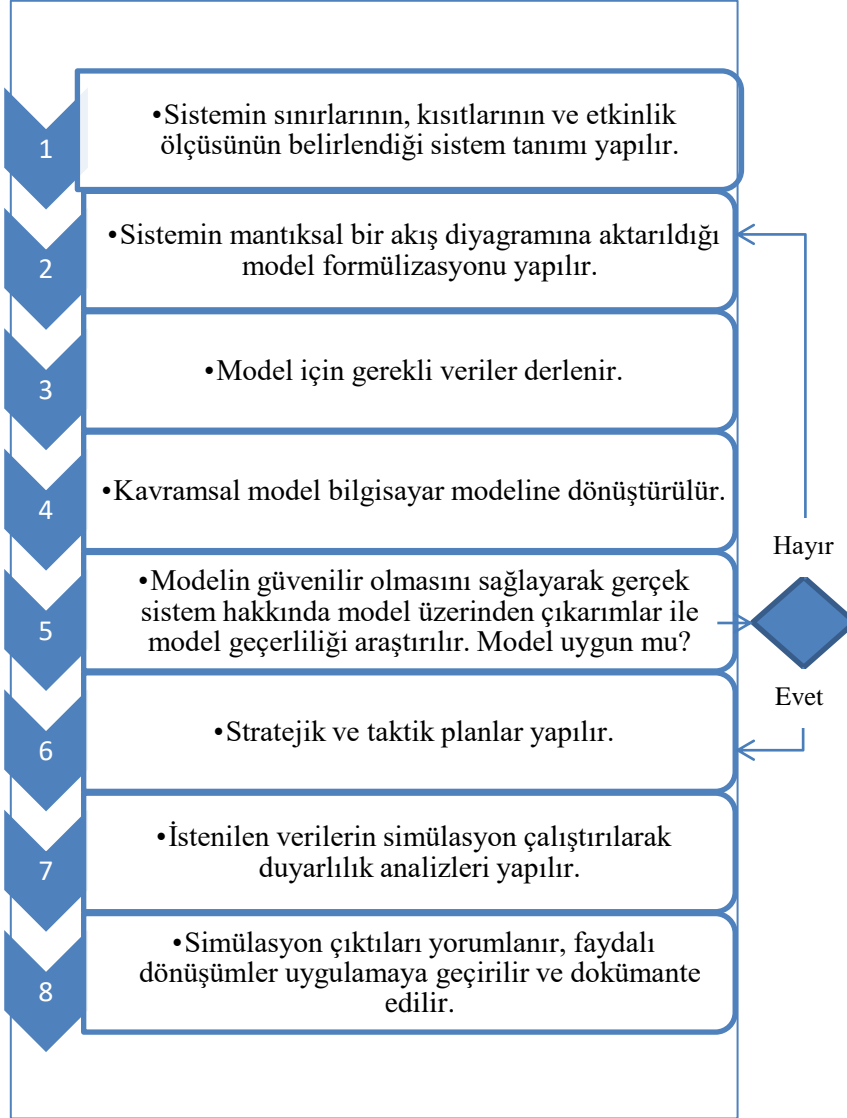
İşletmeler toplam kalite yönetimde uygulamaları gereken kaizen çalışmaları kapsamında sürekli iyileştirme yapmak durumundadır. Bu rekabet edebilmek için gereklidir. Konteyner terminal işletmelerinin operasyonları kompleks ve stokastik bir sürece sahip yapısı ile rekabetin yoğun olduğu günümüz ticaretinde, işletme hedefleri gözetilerek sürekli bir döngü içerisinde iyileştirilmelidir. Simülasyon tekniği bu konuda terminal işletmelerinin yönetici ve analistlerine oldukça önemli bir araçtır. Konteyner işletmeleri simülasyon tekniğine ihtiyaç duydukları benzer problemlerinin ortadan kaldırılması ve iyileştirilmesinde simülasyon hayat döngüsünden faydalanacaktır. Balci (1990) ve Pidd (2005)'e göre de işletmelerin simülasyon çalışması hayat döngüsü oluşturması gerekmektedir. Şekil 2.2 bu simülasyon çalışmasının hayat döngüsünü göstermektedir.



Şekil 2.2. Simülasyon Çalışması Hayat Döngü

Simülasyon ile gerçek sistem davranışlarını araştırmak için yapılması gerekenler Halaç (1998: 2)'in da belirttiği gibi Tablo 2.1 de gösterilmektedir. Benzer bilgiler Pidd (2005) de simülasyon modellemesi hayat döngüsü içerisindeki modelleme ve uyarılama süreçlerinde yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Simülasyon süreci aşamaları



Çizelge 2.1 de belirtilen 5. aşamada model geçerliliği reddedilirse modelin tekrar formüle edilmesi için 2. aşamaya geri dönmelidir (Halaç,1998:3).

2.6. Simülasyon Modeline Yardımcı Veri Toplama Teknikleri

Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi simülasyon modelini oluşturmadan önce verilerin toplanması gerekmektedir. Bu veriler çalışma yapılan sistemin veritabanında bulunabildiği gibi, bulunmadığı durumlar da söz konusu

olabilmektedir. Bu verileri elde etmek için çeşitli teknikler kullanılması gerekmektedir. Gözlem, görüşme ve anket bu yöntemlerin başında gelmektedirler. Örneğin Park ve arkadaşları (2007) yaptıkları simülasyon çalışmasında anket tekniğini de kullanmışlardır. Bu tez çalışmasında da gözlem ve görüşme tekniği kullanılarak ihtiyaç duyulan veriler toplanmıştır. Sosyal bilimlerde veri toplama teknikleri olarak sıkça kullanılan bu iki teknik hakkında bilgi vermek faydalı olacaktır.

2.6.1. Görüşme Tekniği

Görüşme, yüz yüze gelen iki ve ya daha fazla kişinin, belli bir amaçla sözel ve sözel olmayan iletişim araç ve tekniklerini kullanmak suretiyle yarattıkları bir etkileşim olarak tanımlanmaktadır (Özgüven, 2004:4).

Sözlü iletişim yoluyla gerçekleştirilen görüşme (mülakat) tekniği, telefon, telekonferans gibi araçlarla da yapılabileceği gibi çoğunlukla aynı ortamda karşılıklı olarak yapılmaktadır (Karasar, 1994:19). Bu teknik bir konu hakkında tek bir kişi ya da gruba yöneltilen sorulara cevap alabilmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla psikolojik tedavi süreçlerinde, işbirlikleri sağlamada ve objektif bilgi toplamada kullanıldığı görülmektedir (Özgüven, 2004:5).

Çoğu görüşmede bilgi toplama ya da bilgi verme amacı bulunmaktadır. Ancak bazı görüşmelerde görüşmeyi gerçekleştiren kişi istediği bilgilere ulaştıktan sonra kaynak kişi ile ilişkisi kalmamaktadır (Goode, 1973:236). Bu tür görüşmeler, belirli hipotezleri test etmek ya da kararlara esas olacak bilgi toplamak için araştırmalara ilişkin görüşmelerdir (Kaptan, 1973:242).

Görüşmenin amacına ulaşabilmesi için bir düzen ve bütünlük içermesi gerekmektedir. Bu sebeple görüşme, görüşmeyi gerçekleştiren kişi tarafından planlaması ve düzenlemesi yapılarak, belirli bir zamanda ve yerde sınırlı bir süre içinde yapılmalıdır (Özgüven, 2004:4).

Görüşme tekniğinin uygulama şekline göre farklılaştığı görülmektedir. Soruların görüşme öncesinde hazırlandığı ve bu soruların görüşülen kişi ya da kişilere ne şekilde sorulacağı önceden belirlendiği, bu sayede hangi tür verilerin elde edileceğinin ayrıntılı olarak çıkartıldığı ve tüm bu sürecin görüşme sırasında aynen uygulandığı bir görüşme gerçekleştiriliyorsa bu görüşme yapılanmış görüşme olarak tanımlanacaktır. Böyle bir görüşmede görüşülen kişilerin sorulan

soruların dışına çıkmasına olanak tanınmamaktadır. Alınan yanıtların analizi ve nicel veriye dönüştürülmesi yaratılan standartlaşma sebebi ile diğer görüşme uygulamalarına göre daha kolaydır.

Görüşme sorularını önceden hazırlandığı halde görüşme sırasında soruların yeniden düzenlenmesine, tartışılmasına olanak tanınabilmektedir. Görüşülen kişi ya da kişilere esneklik tanıyan böyle bir görüşme uygulaması için yarı yapılanmış denebilmektedir. Bu çalışmada da konteyner terminallerine yapılan ziyaretlerde bu teknik kullanılmıştır.

Yapılanmamış görüşme, görüşmeciye büyük hareket ve yargı serbestisi veren, esnek, kişisel görüş ve yargıların kökenlerine inmeyi sağlayan bir görüşme tekniğidir. Bazen de görüşme sorularını önceden, sadece ana çizgilerle hazırlayıp, görüşme sırasında konuşmanın gidişatına göre yeni sorular yaratılabilmektedir. Böyle esnek ve görüşülen kişinin serbest olduğu bir görüşme yapılanmamış görüşme olarak tanımlanabilmektedir. Yapılanmamış görüşmeler, daha çok, araştırmaların başlangıç aşamalarında, soruna ilişkin önemli değişkenleri saptarken yararlı olurlar (Yılmaz, 2005:24).

2.6.2. Gözlem Tekniği

Bir olayla ilgili duyu organları veya araç ve gereçler kullanılarak yapılan incelemelere gözlem denmektedir. Fiziksel bir olay, duyu organlarıyla veya duyu organlarını güçlendirebilecek bir takım teknolojik araçlarla gözlenebilmektedir. Bir araç gereç kullanmadan duyuşsal olarak yapılan gözlemlere nitel, duyu organları ile birlikte ölçü aleti kullanılarak yapılan ve ölçmeye dayanan gözlemlere nicel gözlem denmektedir (Aziz, 2011:72). Terleyen bir kişinin havanın çok sıcak olduğunu söylemesi nitel bir gözlemken, aynı ortamda bir başka kişinin terlediği için bir termometre ile ölçüm yapıp havanın 38.5 °C gibi yüksek bir sıcaklıkta olduğunu belirtmesi nicel bir gözlemdir.

Nitel gözlemden kesinlik olmadığı için hata payı bulunmaktadır. Bu sebeple güvenilir olmayabilir. Kişilere göre sonuçlar değişebilir. Fakat nicel gözlemden ölçülerek elde edilen bulgular vardır. Kişiyeye göre değişmesi söz konusu değildir. Objektif olması nedeniyle güvenilirdir. Bu sebeple araştırmalarda nicel gözlem yapmak tercih edilmektedir. Bu çalışmada da rıhtım alanındaki rıhtım vinci

operasyon süreleri ve taşıyıcı araç (TTU) beklmeleri nicel gözlem yoluyla elde edilmiştir.

2.7. Arena Programı

Bilgisayarlarda büyük miktarlarda veriler işlenebilmekte ve rapor olarak sunulabilmektedir. Bu durum problemin başka yollardan çözümünün uygun ya da mümkün olmadığı durumlarda kullanılan simülasyon yöntemi için oldukça avantajlıdır. Belirli bir zaman dilimine ilişkin bir sistemin taklidini elle yaparak vakit kaybetmektense bilgisayarlar aracılığı ile hızla yapılabilmek mümkündür (Pidd, 2005)

Arena, kullanıcı ara yüzüne sahip, SIMAN dilinde yazılmış ve Systems Modeling Corporation adlı firma tarafından geliştirilmiş bir simülasyon (benzetim) programıdır. Simülasyondan beklenen girdi-çıkı takibini ve sistem verilerinin analizini animasyon desteği ile gerçekleştirebilmeye olanak tanımaktadır.

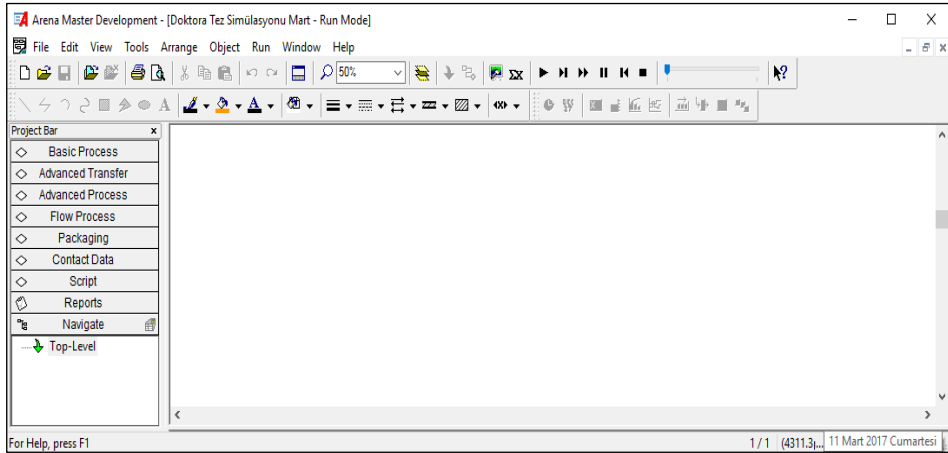
Arena Programı arayüzünde yer alan proje çubuğu içerisindeki süreçler, raporlar ve bağlantılar gibi simülasyon için anlam ifade eden modülleri sürükleyip bırakarak çalışma alanına ekleyerek ele alınan sistem simüle edilmeye çalışılmaktadır. Bu modüller içerisine mevcut sistemden elde edilen doğru bilgilerin (geliş zamanı, geliş miktarı, kaynaklar, özellikler vb), girilmesi ve bu bilgiler arasında akışı sağlayan bağlantıların yaratılması ile simülasyon oluşturulmaktadır.

Arena Programı açıldığı anda Şekil 4.1'de görüldüğü gibi boş bir sayfa gelmektedir. Sol tarafta Project bar adı verilen simülasyon içerisinde sürükleyip bırakarak kullanılacak modüllerin, simülasyon raporlarının, simülasyon üzerinde gezildiğinde gezildiği alanın görüntüsünü büyüten navigate işleminin yer aldığı alan bulunmaktadır.

Boş sayfanın üstündeki araç çubuklarının bulunduğu yatay düzlemde ise simülasyonun kural ve kısıtlarının belirtilebileceği, isteğe bağlı animasyonların ve renklendirmelerin gerçekleştirilebileceği, dağılımları hakkında bilgi edinilebileceği vb. pek çok uygulama ve işlev yer almaktadır. Özellikle simülasyonun çalıştırılması, durdurulması, modül bağlantılarının sağlanması gibi en temel işlevler de bu kısımda bulunmaktadır. File, View, Tools, Arrange, Object, Run ve Help menüleri yine bu kısımda yer almaktadır.

Şekil 4.1’de görülen üst alandaki yatay ekseninde içinde düğme grupları ve açılan menüler içeren bir çok araç çubuğu da bulunmaktadır. Bu araç çubukları genel aktivitelere çabuk ulaşmayı sağlamaktadır. Bu düğmelerden bazıları daha önce sözü geçen menülere ulaşmanın kısa yolları olabildiği gibi bazıları da bir komut vermektedir. İhtiyaç dahilinde modeli oluştururken veya ayarlarının yapılması sırasında hepsi olmasa da birtakım araç çubukları kullanılmak zorundadır. View/Toolbars komutu karar verebilmek için araç çubuklarının seçilmesine imkan vermektedir Ayrıca istenilen araç çubuğunun üstüne basılı tutmak ve taşımak suretiyle herhangi bir alana taşınabilmektedir.

Araç çubuklarının görünümü Tools/Options komutundan değiştirilebilmektedir. Araç çubukları ile yapılan ayarlamalar Arena Programının değişiklikleri hatırlaması sağlanarak her seferinde tekrar yapılmasının önüne geçilmektedir. Bunun yanında modelin yaratıldığı anda başka, simülasyonu çalıştırırken başka ve değişik Arena pencerelerinde farklı araç çubukları kullanılabilir. Arena bütün yaptığınız değişiklikleri hatırlamaktadır.



Şekil 2.3. Arena Simülasyon Programı Ana Ekran Görüntüsü

2.8. Program Prosedürleri

Arena'nın içerisinde 5 adet program prosedürü bulunmaktadır.

2.8.1. Girdi Analiz Aracı

Veri girdisinin analizlerinin yapıldığı alandır. Simülasyon yapmak için ihtiyaç duyulan gelişler arası süre, servis zamanı gibi bilgilerin analizi gerçekleştirilmektedir. Not defterine kaydedilen veriler, Arena içerisindeki Input analyzer alanından alınarak dağılımı bulunmaktadır. Fit all sekmesine basılarak en uygun dağılım Arena tarafından kullanıcıya önerilmektedir.

2.8.2. Arena

Model programının oluşturulduğu ve bu programın çalıştırılması suretiyle simülasyonun yapıldığı ana programdır. Bu programdan elde edilen veriler Output Analyzerda işlenmektedir.

2.8.3. Çıktı Analiz Aracı

Arena programında yapılan simülasyonun sonuçlarının analiz edildiği, birbirleriyle karşılaştırıldığı, çeşitli grafikler vasıtasıyla simülasyon sonuçlarının kolay anlaşılması için görselliğin sağlandığı programdır.

2.8.4. Senaryo Yöneticisi

Siman veya Arena'da, Siman kodlarıyla oluşturulmuş programların derlenmesinde ve link edilmesinde kullanılmaktadır.. Scenario Manager'in avantajı Dos ortamına göre derleme ve link etme işleminin daha kolay yapılabilmesi ve ortaya çıkan hataların daha kolay debug (hata ayıklama) edilmesidir.

2.8.5. Arena İzleyici

Arena ana programda hazırlanmış model programın çalıştırılıp sonuçlarının alınmasında kullanılmaktadır. Bu programın yaptığı işlevin daha fazlası zaten Arena'nın ana programında run menüsünde yapılmaktadır. Arena Viewer'ın avantajı ise lisans istemeden her türlü bilgisayara yüklenip ana programda yapılmış simülasyonların çalıştırılmasıdır. Bu program sadece yapılmış

programları çalıştırdığı için hard-diskte fazla yer kaplamamaktadırlar. Ana programda hazırlanmış simülasyonlar, file menüsünde bulunan Pack and Go komutuyla paketlenerek .avf uzantılı dosyalara dönüştürülmektedirler. Yalnızca bu dosyalar Arena Viewer'da çalıştırılabilmektedir. Fakat bu dosyalar üzerinde değişiklik yapılamaz.

2.8.6. Arena'nın Avantajları

Arena simülasyon dillerinin esnekliğinin yüksek seviyeli modelleme yeteneğini simülasyon dışı dillerle (Visual Basic, Fortran, C) desteklemektedir. Bu işlemi de templateler ve modüller oluşturarak sağlamaktadır.

Arena'da istendiği zaman SIMAN simülasyon dilinden modüller yerleştirilebilmekte ve elle simülasyon dili yardımıyla yazar gibi komutların ekranda tıklanmasıyla yerleştirebilmektedir. Bu şekilde üretim hattından, hazır yiyecek firmalarına, hizmet temelli firmalara kadar bir çok dalda simülasyon yapılabilmektedir.

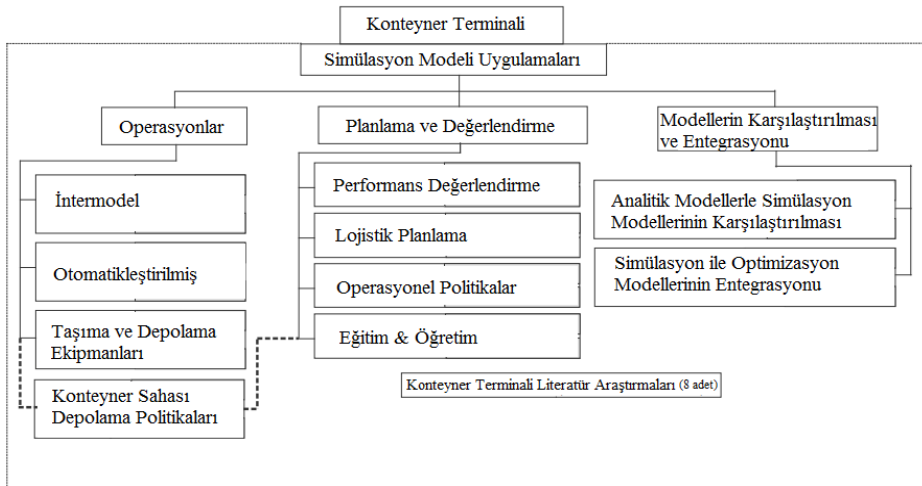
Ayrıca Arena içinde bulunan verilerin analiz yöntemleri de ister girdi ister çıktı olsun verilerin analiz edilmesinde kullanımı son derece kolay olmaktadır.

3. KONTEYNER TERMİNALLERİNDE SİMÜLASYON MODELLEMESİ ÜZERİNE LİTERATÜR İNCELEMESİ

Konteyner terminallerinde operasyonla ilgili en önemli sorunların başında terminal sahasında yükün, ekipmanının ya da geminin arzu edilenden fazla beklemeye maruz kalması gelmektedir (Esmer, 2009:64).

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

Şekil 3.1 konteyner terminallerinde yapılmış çalışmaların sınıflandırılmasını göstermektedir. (Dragović et al., 2017:8) Buna göre 1975 yılından 2015 yılına kadar konteyner terminallerinde simülasyon modelleri üzerine yapılmış çalışmalar, operasyonlar, planlama ve değerlendirme, modellerin karşılaştırılması veya entegrasyonu ve literatür incelemesi üzerinedir.



Şekil 3.1. Konteyner terminallerinde 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) alışma hatalarının verimlilik üzerine etkisini araştırmak için Miami terminalinde bir simülasyon çalışması yapmışlardır. Bu alışmayı SIMLIB isimli bir programla gerçekleştirmişlerdir.

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

Ramani (1996) simülasyon modeliyle rıştım işgalie oranlarını ve gemi hizmet sürelerini lmştir.

Mat Tahar ve Hussain (2000)'e göre Kelang limanın performansını en st düzeye çıkarmak için rıştım vinçlerinin ve kaynakların atamasını yaparak, farklı operasyonların çizelgelenmesini gerçekleştirerek simülasyon modellemesi yapmışlardır. Performans göstergesi olarak gemi döngü süresi, rıştımı kullanma süresi, vinçlerin faydalı kullanım oranı ve taşıyıcıların faydalı kullanım oranı llmştir.

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 rıştım planlama problemine çözüm getirmişlerdir.

Nam ve diğerleri (2002): Pusan Limanı'nın Gamman Konteyner Terminali'nde rıştım ve rıştım vinçlerinin optimum boyutlarını araştırmışlardır. Gemilerin rıştımda beklediği srelerin performans göstergesi olarak kullanıldığı çalışmalarında, bitişik olan rıştımların, rıştım vincini beraber kullanmasının verimliliği artıracadığını ortaya koymuşlardır.

Sgouridis ve arkadaşları (2003) gelen konteynerlerin elleçlenerek taşıyıcı araçlarla taşınmasını simüle etmiştir. SC kullandığı simülasyonunda 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 verimliliği 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.

Bu çalışma da bahsi geçen çalışmalara benzer şekilde performans geliştirmek üzere simülasyon tekniğinden yararlanmaktadır. Çalışmada oluşturulan simülasyon modelinin akışı sayesinde verilerin doğru işlendiği istatistiksel test yapılmadan önce gözlemlenebilmesi çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

4. KONTEYNER LİMANI SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

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. Simülasyon modellemesi, ekonomi, üretim, ulaştırma ve denizcilik alanlarında yoğun olarak kullanılmaktadır (Hassan,1993). Bu çalışmada da bir simülasyon modellemesi TCDD İzmir Alsancak Limanı için yapılacaktır.

Performans göstergesi olarak konteynerlerin gemiden tahliye olması ve gemiye yüklenmesi için geçen toplam süre dikkate alınacaktır. Vinç operatörlerinin bir konteyner elleçlemesini tamamladıkları andan itibaren limanda çeker olarak adlandırılan ve liman sahaları arasında konteyner taşımalarını gerçekleştiren araç için sıklıkla beklemeleri bir problemdir. Çünkü bu durum geminin limanda kalma süresini uzatmaktadır. Bu sebeple tez çalışmasında çeker 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.

TCDD İzmir Alsancak Limanı hakkında ön bilgilendirme için yapılan görüşmelerden edinilen bilgiler ve simülasyon yönteminin uygulaması göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde, bu limanda bir simülasyon uygulaması yapılması ile mevcut problemlerin ortaya konabileceği kanısına varılmıştır. Gerekli verilerin toplanması, analiz edilmesi, simülasyon modeline girilecek veriye dönüştürülmesi, simülasyon modelinin oluşturulması, modele işlenmiş bilgilerin girilmesi, modelin gerçeği yansıtıp yansıtmadığı, sonuçların yorumlanması ve önerilen modelin kazanımları sırayla ortaya konulmaya çalışılmıştır. EK-4.1’de belirtilmiş çalışma planı bunu göstermektedir.

Tez çalışması sürecinde veri toplama tekniklerinden görüşme ve gözlem tekniklerinden faydalanılmıştır. Çizelge 4.1 tez araştırması sürecinde yapılan liman ziyaretlerini, görüşme içeriklerini ve görüşme tekniğini uygulamak için yapılan hazırlıkları içeren ekleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Yüzyüze Gerçekleştirilen Liman Görüşmeleri

Tarih	Liman Tesisi	Görüşülen Kişiler	Bilgi
30.03.2016	TCDD İzmir Liman İşletmesi	İsmet Canbaz (Liman Müdürü) Hasan Çelebi (Liman Op.Şefi)	Ön bilgilendirme Ekipmanlar ve bilgileri Rıhtımlar ve işlemleri
06.04.2016	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Hasan Çelebi (Liman Op. Şefi) Murat Göcen (Muhasebe şefi)	Operasyonlar ve süreçler Taşıyıcı araçlar ve rotaları 1 yıllık gemi verileri(2015 yılı) (başlıkları EK-4.2’de verilmiştir.) 1 yıllık konteyner verileri (2015 yılı) (başlıkları EK-4.3’de verilmiştir.)
11.04.2016	Denmark Malmö PORT	Soren Balken (Operation Director)	Ekipmanlar ve bilgileri Operasyonlar ve süreçler
09.08.2016	Kumport	Sinan Kök (Eğitim/İnsan Kaynakları Şefi)	Liman Ekipmanları, Operasyonlar ve süreçler
10.10.2016 11.10.2016	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Murat Göcen	Kaynaklar, çalışma şekilleri, operasyon süreleri, liman gelecek planları, Vinç ve taşıyıcı araç zaman etüdüleri
03.03.2017	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Murat Göcen	Simülasyon modeli ve sonuçlarının değerlendirilmesi

Çizelge 4.2. E-Mail Yoluyla Gerçekleştirilen Görüşmeler

Tarih	Liman Tesisi	Görüşülen Kişiler	Bilgi
28.10.2015 23.03.2016 06.04.2016	Mersin Liman İşletmesi	Fahri Özcan (Danışman)	Liman Hakkında Ön Bilgilendirme
28.10.2015 16.11.2015 26.03.2016	Marport	Armağan Durmaçalı (Planlama Dok. Sorumlusu)	Liman Hakkında Ön Bilgilendirme Kullanılan Teknolojiler ve Süreçler Hakkında Bilgiler
30.10.2015 24.02.2016 11.03.2016 01.04.2016	Kumport	Sinan Kök (Eğitim/İK Müd. Yrd) Serdar Ayhan (Proje Müd. Yrd.)	Liman Hakkında Ön Bilgilendirme Kullanılan Teknolojiler ve Süreçler Hakkında Bilgiler
31.10.2015	Asyaport	Merve Eliacik (Tic. Müş.İliş.Müd.)	Liman Süreçleri ve Kullandığı Teknolojiler Hakkında Bilgiler
30.10.2015	Evyaport	Güven Karagüven (Saha Operasyon Yöneticisi)	Liman Süreçleri ve Kullandığı Teknolojiler Hakkında Bilgiler
30.10.2015 04.11.2015	Nemport	Koray Korkut (PlanlamaUzmanı)	Liman ve Kullandığı Teknolojiler Hakkında Bilgiler
28.10.2015	Gemport	Ali Vurgunlu	Liman Hakkında Ön Bilgilendirme
13.03.2016	Denmark Malmö PORT	Soren Balken (Operation Director)	Liman Hakkında Ön Bilgilendirme
08.10.2016	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Murat Göcen	Kaynaklar, çalışma şekilleri, operasyon süreleri, liman gelecek planları, simülasyonda dikkate alınması gereken kısıtlar
5-6-7-8-9-10 Ocak 2017	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Murat Göcen	Taşıma araçlarının nerelerde kullanıldıkları, hızları ve taşıma miktarları, yükleme-tahliye süreçlerinde işlem sıraları hakkında bilgiler
01.02.2017 22.02.2017 26.02.2017	TCDD İzmir Liman İşletmesi	Murat Göcen	Vinç atama problemi ve Operasyon süreleri hakkında bilgiler Taşımada yaşanan problemler, Dokümanlardaki verilerin değerlendirilmesi

Çizelge 4.2 tez çalışması için konu hakkında bilgi alınan konteyner liman işletmelerini, hangi tarihte görüşmenin gerçekleştiğini, görüşülen kişileri ve edinilen bilgiyi içermektedir.

4.1. İzmir Alsancak Limanı Hakkında Genel Bilgiler

TCDD İzmir Alsancak Limanı, İzmir İli, Konak İlçesi, İzmir Körfezi içerisinde yer almaktadır. Geniş bir hinterlanda sahip olan İzmir Alsancak Limanı deniz ulaşımı açısından Ege denizinin merkezinde Karadeniz-Akdeniz rotası üzerinde bulunmaktadır (Oral& Özerden 2010). Doğal bir liman niteliğinde olan İzmir Alsancak Limanı 3 vardiya çalışma şekli ile yılın 12 ayı boyunca kesintisiz hizmet vermektedir.

Tez çalışması için öncelikle liman müdürü ile görüşülerek gerekli izinler ve temel bilgiler alınmış, sonrasında saha operasyon şefi tarafından liman gezdirilerek bilgi verilmiştir. Ön değerlendirme sonrasında gemi bekleme sürelerinin azaltılabilemesi ve kaynak kullanımlarının etkinliğinin artırılabilmesi için çalışılabileceği kanısına varılmıştır. Yapılacak simülasyon çalışması için konu hakkında gerçek bilgiye sahip olmak adına daha çok görüşmeye ve gözlem tekniğine ihtiyaç duyulacağı ortaya çıkmıştır. Simülasyon süreci için gerekli çalışma planı yapılarak, uygulanmaya çalışılmıştır. Edinilen ön bilgilerde rıhtımlar, konteyner sahaları ve iç yerleşimi, konteyner elleçleme, istifleme ve taşıma için gerekli araçlar hakkında bilgi edinilmiştir.

İzmir Alsancak Limanı 26 rıhtımdan oluşmakta olup, bunların 10 tanesi konteyner gemilerine ayrılmıştır. Şekil 4.1 de 13-14-15-16-17-18-19-20-21-22 olarak numaralandırılmış alanlar konteyner gemisi için ayrılmış rıhtımları belirtmektedir. Konteyner liman sahası içerisinde ithal sahası, ihraç sahası, boş konteyner sahası, ve iç boşaltım sahası bulunmaktadır. Yaklaşık toplamda 300.000 m² büyüklüğünde bir alan içerisinde konteynerlere hizmet vermektedir.



Şekil 4.1. 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 bu işlemlerin bir sırası ve rotası bulunmaktadır. Bunları açıklamak için öncelikle limanla ilgili tanımları yapmakta yarar vardır.

4.1.1. Konteyner Limanı Sahaları

İthal sahası; gemiden rıhtım vinci ile elleçlenerek tahliye edilen dolu konteynerin çekere yüklenerek götürüldüğü istif sahasıdır.

İhraç sahası; limandan gemiye çekerek taşınacak olan dolu konteynerlerin yükleneceği gemiyi beklediği istif sahasıdır.

İç boşaltım sahası; tahliye olarak gelen konteynerin liman hizmeti olarak, içinin boşaltıldığı konteyner sahasıdır.

Boş konteyner sahası; gemiden tahliye edilen boş konteynerin, iç boşaltım hizmeti aldıktan sonra boşalan konteynerin, kapıdan boş olarak giriş yapan ve gemiye yüklenecek boş konteynerin istiflendiği sahadır.

İç dolum sahası; gemiye yüklenecek malların liman hizmeti alarak limanda konteyner içerisine doldurulduğu sahadır.

Bu 5 temel sahanın yanında tahliye ve yükleme süreçlerine doğrudan etkisi olmayan (yıkama-kurutma sahaları vb.) küçük konteyner sahaları da mevcuttur. Sahalar arası taşımalarda ana konteyner sahaları arasındaki taşımalar dikkate alınacaktır. Tanımları yapılan sahaların birbirleri ile olan ilişkileri simülasyon çalışması için araştırılarak ortaya konmuştur. Şekil 4.7 sahaların birbirleri ile olan ilişkilerini şematik olarak göstermektedir.

4.1.2. Konteyner Liman İçi Araçları

Bu rıhtımlarda kullanılmak üzere 40 tonluk toplam 5 adet raylı rıhtım vinci ve 5 adet mobil rıhtım vinci (Mobil Harbour Crane MHC) konteyner yükleme-boşaltma işlemi gerçekleştirmektedir. 40 Tonluk 10 adet lastik tekerlekli transtainer, 25-42 tonluk 15 adet dolu ve 8-10 tonluk 14 adet boş konteyner mobil vinci bulunmaktadır.

Rıhtım vinci: Limana gelen konteyner gemisinin yükünü indirebilmesi, limandan yük yükleyebilmesi için bir operatör tarafından kullanılan, yüksek tonajlı rıhtım ekipmanıdır. TCDD İzmir Alsancak Limanı'nda Şekil 4.2'de gösterilen 5 adet raylı rıhtım vinci (RMQC) ve 5 adet mobil rıhtım vinci (MHC) kullanılmaktadır. Geminin rıhtımda beklemesine doğrudan etki eden liman içi araçlar; taşıyıcı araçlar (TTU) ve rıhtım vinçleridir. Saha içerisinde istiflemede önemli rol oynayan forkliftler ve mobil istif vinçleri yer almaktadır. Simülasyonun ihtiyaç duyduğu kaynaklar olan bu liman içi araçların tanımlarını yapmakta fayda vardır.

Taşıyıcı araç: Şekil 4.3 de gösterilen hem 40 lık hem 20 lik dolu ve boş konteyner taşıyabilen tekerlekli mobil araçlardır. Taşıyıcı araçlar TCDD İzmir Alsancak Liman'ı sahasında çeker (TTU) olarak adlandırılmaktadır. Çekerler dolu 1 adet konteyner ve 40 lık 1 adet boş konteyner taşıyabilirken, 20 lik 2 adet boş konteyner taşıyabilmektedir.

Mobil istif vinci: Dolu veya boş konteyner taşıyabilen çeşitleri olan, stacker olarak da adlandırılan konteyner elleçleme aracıdır. Genellikle taşıyıcı araçtan indirme ya da taşıyıcı araca konteyneri yükleme amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 4.4 de gösterilmektedir.

Konteyner forklifti: mobil istif vincine göre daha dar alanda çalışmaya olanak tanıyan, saha vinçlerine göre daha seri olan ve limanda sıkça kullanılan konteyner istifleme aracıdır. Şekil 4.5 ‘de konteyner forklifti gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Raylı Rıhtım Vinci



Şekil 4.3. Boş Konteyner Forklifti



Şekil 4.4. Taşıyıcı Araç (Çeker)



Şekil 4.5. Mobil Saha Vinci

Simülasyon çalışması, rıhtım alanındaki elleçleme sürelerinde iyileştirme yapmayı amaçladığından liman ve sahalar arası taşımalara odaklanmıştır. Bunun için simülasyonda kaynak olarak rıhtım vinçlerinin, dolu konteyner taşıyan “reachstacker” ya da “stacker” isimli mobil saha vinçlerinin, boş konteyner taşıyan mobil vinçlerin, sahalar arası konteyner taşınması gerçekleştiren çekicilerin kapasite ve sayıları kullanılmıştır. Sahalarda aktif olarak kullanılan ortalama mobil vinç

sayıları Çizelge 4.3 de verilmiştir. Her mobil vinç 1 konteyner taşıma kapasitesine sahiptir.

Çizelge 4.3. Sahalarda kullanılan dolu-boş konteyner mobil vinç sayıları

<u>İthal İstif Sahası</u> :	1 dolu konteyner forklifti
<u>İhraç istif Sahası</u> :	6 dolu konteyner forklifti,
<u>İç Boşaltım Saha</u> :	1 dolu konteyner forklifti,
<u>İç Dolum Saha</u> :	1 dolu konteyner forklifti ve 3 boş konteyner forklifti
<u>Boş Konteyner Saha</u> :	6 boş konteyner forklifti

Rıhtım ile konteyner sahaları arasında 20 adet çeker, konteyner sahaları arasında ise ortalama 6 çeker kullanılmaktadır. Çekerlerin kullanıldıkları yerler ve kapasiteleri Çizelge 5.4 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Liman içerisinde çekerlerin kullanıldıkları güzergahlar

İşlem	Sahalar (Çift Yönlü Kullanım)	Taşıyıcı araç	Taşıdığı Konteyner Miktarı	Hızı m/sa.
Tahliye (Dolu)	Rıhtım-İthal Saha	Çeker	1	350
Tahliye (Dolu)	İthal Saha-İç Boşaltım	Çeker	1	350
Tahliye (Boş)	İç Boşaltım - Boş Konteyner S.	Çeker	1 – 2	350
Tahliye(Boş)	Rıhtım-Boş Konteyner S.	Çeker	1 – 2	350
Yükleme(Boş)	Boş Konteyner S. –İç DolumS.	Çeker	1 – 2	350
Yükleme(Dolu)	İç Dolum S.- İhraç Saha	Çeker	1	350
Yükleme(Dolu)	İhraç Saha-Rıhtım	Çeker	1	350

4.2. Simülasyon Modelinin Değişkenleri, Varsayımları ve Parametreleri

Simülasyon modeli için gerekli değişkenler gemilerin gelişler arası süreleri, bir gemiden tahliye edilen ve aynı gemiye yüklenen konteynerlerin toplamı, tahliye edilen konteyner ve yüklenen konteyner sayıları vinç elleçleme süresi ve konteynerin dolu ya da boş olmasıdır. Değişkenler ve değişkenlerle ilgili verilerin bilgileri Çizelge 4.5’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Simülasyonda Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Verilerin İşlenmesi
Gemi gelişler arası süre ve rıhtımlardaki işlem gören gemi sayıları	Limana veritabanı üzerinden 2015 yılı içerisinde kaç adet geminin işlem gördüğü bilgisine ulaşılmıştır. Bu gemilerin hangi rıhtımlarda, hangi tarihlerde işlem gördüğü, ne kadar süre rıhtımda kaldıkları verileri işlenerek her bir rıhtıma ne kadar sürede bir gemi gelmekte olduğunu gösteren istatistiksel dağılım bilgisi Arena programı ile bulunmuştur. EK-4.4 de gösterilmektedir.
Gemide işlem gören konteyner miktarları	Limana yanaşan konteyner gemisine kaç konteyner yüklendiği, gemiden kaç konteyner boşaltıldığı verileri liman veritabanından elde edilmiştir. Bu verilerin işlenmesi ile 2 istatistiksel dağılım elde edilmiştir. 1. İstatistiksel dağılım; gemide işlem gören konteyner sayısını tahminlerken (EK-4.5), 2. istatistiksel dağılım ile bir gemi için tahliye ve yükleme konteyner sayıları tahminlenmiştir.(EK-4.6)
Vinç elleçleme süresi	Limana çalışanlarından alınan uzman görüşü ve vinç günlük hareket dokümanı üzerinden 1 saat içerisinde bir vincin 12 hareket ortalama ile çalıştığı bilgisi ortalama 5 dk da bir konteyner elleçlemesi gerçekleştiği bilgisi liman tarafından tutulmaktadır. Limana yanaşan konteyner gemisine kaç konteyner yüklendiği, gemiden kaç konteyner boşaltıldığı verileri liman veritabanından elde edilmiştir. Bu verilerin işlenmesi ile rıhtıma atanan vinç ya da vinçlerin geminin limanda bulunduğu süre içerisinde kaç hareket gerçekleştirdiği bilgisine ulaşılmıştır. Oluşturulan gözlem formu ile rıhtım vinçleri (RMQC ve MHC) hareketi gözlenerek süreler tutulmuştur.
Konteynerin durumu (dolu-boş)	Konteynerin tahliye sürecinde dolu ya da boş olması rotasını ve göreceği işlemi değiştiren bir durumdur. Bu sebeple tahliye olarak gelen konteynerin dolu veya boş olma olasılığına istatistiksel bir dağılım kullanılarak gerçekçi bilgiye ulaşmak amaçlanmıştır. İstatistiksel dağılım, liman veritabanı üzerinden alınan tahliye konteynerlerin dolu ve boş sayıları Arena programı kullanılarak elde edilmiştir. (EK-4.7)

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 çeker 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 yansıtılabilmek adına hızlarının iki katına çıktığı varsayılmıştır.

4.3. Konteyner Limanı İş Süreçleri ve Rotalar

Limanda iki adet iş süreci bulunmaktadır. Birincisi tahliye süreci ikincisi yükleme sürecidir. Tahliye süreci ithalat süreci olarak da adlandırılmaktadır. İzmir Alsancak Limanı konteyner tahliye sürecinin iş akışı şekil 4.7' da gösterilmektedir.

Gelen konteyner izleyeceği rota sebebi ile 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. Gemisi yanaştığında yükleme işlemi gerçekleştirilir. Dolayısıyla saha içi taşımalarda dikkate alınacak bir konteyner türü değildir.

Dolu konteynerler tahliye edildiği anda ithal istif sahasına alınmaktadır. Bazı müşteriler ise konteynerlerin içinin limanda boşaltılmasını isteyerek limandan belli bir ücret karşılığında bu hizmeti talep etmektedir. İçi boşaltılan konteyner rotası için yeni bir karar gerekmektedir. 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.

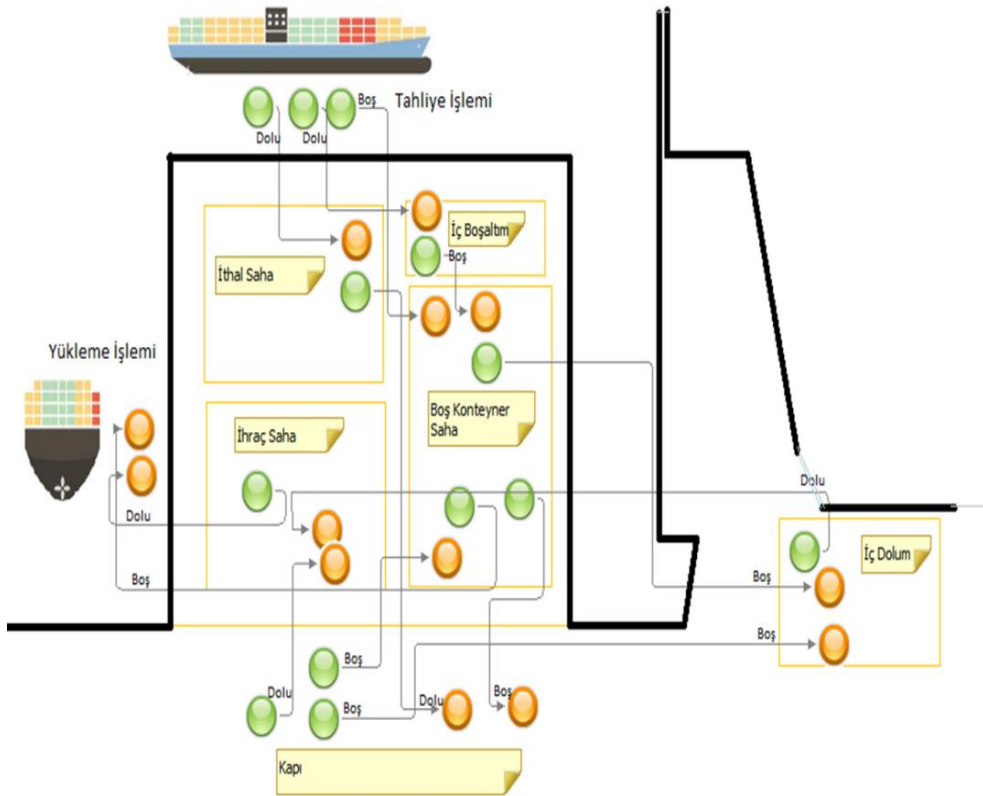
Boş konteyner tahliye edildiği anda ya sahibi tarafından alınarak kapıdan çıkarılmaktadır ya da boş konteyner sahasına götürülmektedir. Boş konteyner sahasına götürülen konteyner, liman hizmeti talep eden müşteri olması durumunda iç dolum sahasına içinin doldurulması için götürülebileceği gibi, hizmet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

TCDD İzmir Alsancak Limanı'nda yükleme süreci tahliye sürecine göre daha kısadır. 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 içerisine taşınması limana ait çekerler ile değil, taşıyıcının kendisi ile

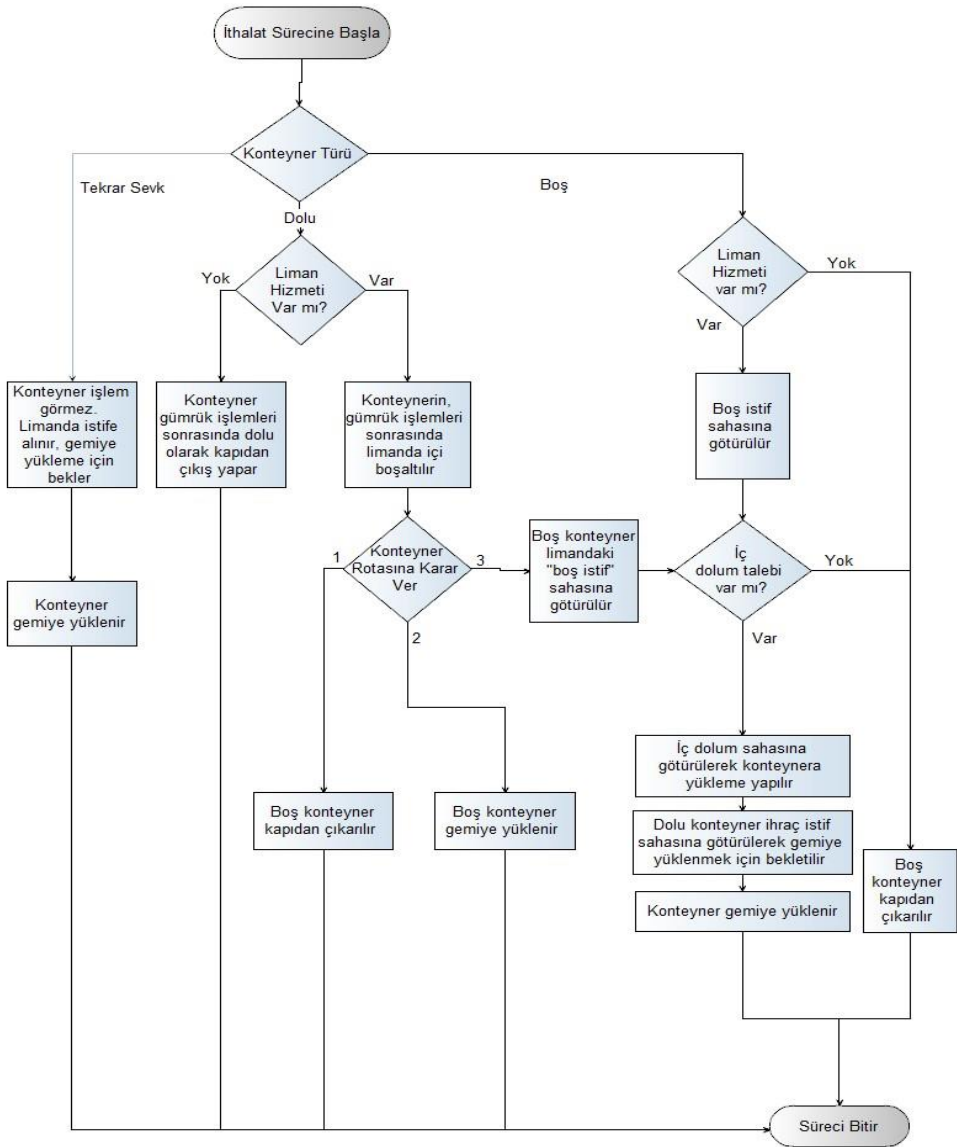
sağlanmaktadır. Simülasyonda bu durum göz önünde bulundurulmuştur ve limana ait çekereklerin kapıdan giriş yapan konteynerleri taşıması söz konusu değildir.

Tahliye süreci ve yükleme sürecini liman çizimi üzerinden anlatan gösterim şekil 4.6'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. Okların yönü konteynerlerin güzergâhlarındaki taşıma yönünü belirtmektedir.

Konteynerlerin rıhtımdan sahalara, sahalardan rıhtımlara ve sahalardan sahalara taşınmasında çekerekler ve müşterilere ait kamyon, tır gibi taşıyıcı araçlar kullanılmaktadır. Sahaya ait olan çekereklerin adedi ve kullanıldıkları güzergahlar Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Konteyner süreçlerinin şematik gösterimi



Şekil 4.7. Tahliye sürecinin(ithalat süreci) iş akışı

4.4. Verilerin Analizi

4.4.1. Simülasyonda Kullanılacak Dağılımların Elde Edilmesi

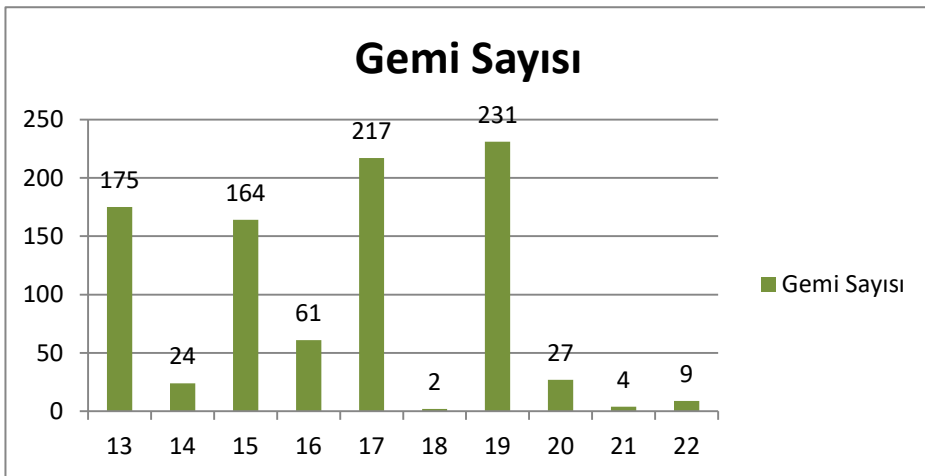
Limán yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda gemilerin hangi gün ve saatte kaç konteyner işlemi yaptıkları, bunların kaç tanesinin gemiden tahliye edilen konteyner ve kaç tanesinin gemiye yüklenen konteyner olduğu,

konteynerlerin dolu yada boş oldukları, rıhtıma yanaşma ve ayrılma tarih ve saat bilgileri liman veri tabanı sisteminden elde edilmiştir. Edinilen veriler 2015 yılındaki tüm işlemleri içeren 1 yıllık veriye sahiptir. Bu verilerin bir görüntüsü EK-4.2’de verilmiştir.

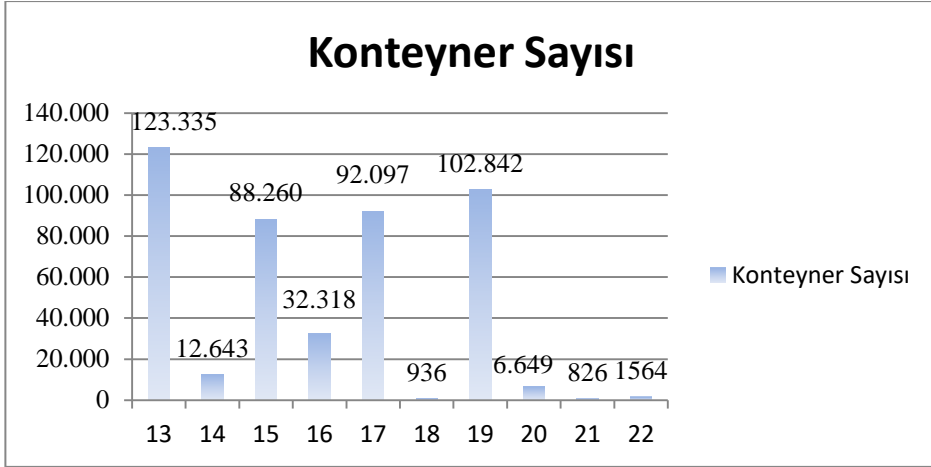
Liman veritabanı sisteminden 2015 yılına ait limanda işlem gören konteynerler hakkında veri elde edilmiştir. Her bir konteynerin numarası, hangi tarihte limana giriş ve çıkış yaptığı, çıkış sırasında dolu ya da boş olduğu, liman dolum hizmeti alıp almadığı gibi bilgilerinin yer aldığı bir dokümandır. Bu dokümanın görüntüsü EK-4.3’ de verilmiştir.

EK-4.2 gemi hakkında bilgilere sahipken EK-4.3 gemiden tahliye edilen ya da gemiye yüklenen konteynerler hakkında bilgilere sahiptir. EK-4.2’den elde edilen bilgilerden, rıhtımlarda işlem gören gemi sayısı sütun grafikte Şekil 4.8’de gösterilmektedir. Bir yıl içinde toplam 914 gemi konteyner rıhtımlarında işlem görmüştür. Şekil 4.8’den 13,15,17,19 numaralı konteyner gemisi rıhtımlarının diğer konteyner gemisi rıhtımlarına göre daha çok kullanıldığı görülmektedir. Bunun sebebi çoğu zaman bir geminin 2 rıhtımı kullanacak uzunlukta boya sahip olmasıyla ikinci rıhtımın kullanılamamasıdır.

EK-4.2’den edinilen bilgilerde 1 yıl içerisinde toplamda 461.480 adet konteyner işlemi gerçekleştiği bilgisine ulaşılmaktadır. 461.480 adet konteynerin hangi rıhtımlarda elleçlendiği bilgisi şekil 4.9’da gösterilmektedir.



Şekil 4.8. 2015 yılı içerisinde konteyner rıhtımlarında işlem gören gemi sayıları



Şekil 4.9. 2015 yılında rıhtımlarda elleçlenen konteyner sayıları

Elleçlenen konteynerlerin hangi rıhtımlarda işlem gördükleri, kaç tanesinin tahliye işlemi kaç tanesinin yükleme işlemi gördüğü Çizelge 4.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. 2015 yılı İzmir Alsancak Limanı'nda işlem gören gemi ve konteyner sayıları

Rıhtım	İşlem gören gemi sayısı	Elleçlenen konteyner sayısı	Tahliye edilen konteyner	Yüklenen konteyner
13	175	123335	65.448	57.887
14	24	12643	6.990	5.653
15	164	88270	47.352	40.918
16	61	32318	16.322	15.996
17	217	92097	49.739	42.358
18	2	936	595	341
19	231	102842	55.856	46.986
20	27	6649	3.261	3.388
21	4	826	478	348
22	9	1564	920	644
Toplam	914	461480	246.961	214.519

Bu çalışmada ilk olarak rıhtımlara ne kadar sürede bir gemi geldiği incelenerek istatistiksel dağılım ortaya konulmuştur. Bunun için liman veritabanından alınan gemi yanaşma saatleri dikkate alınmıştır. Çizelge 4.7 rıhtımların gemi gelişlerarası sürelerinin gün bazında dağılımını göstermektedir. Dağılımlar Arena Programı kullanılarak bulunmuştur. EK-4 her bir rıhtımdaki gelişler arası süreyi veren dağılıma ilişkin grafiği göstermektedir. Rıhtımlara yanaşan gemiler ve bu gemilerin rıhtımda işlem gördükleri süre zarfında elleçledikleri konteynerlerin sayıları Arena programı ile analiz edilmiştir. İlgili rıhtıma gelen her bir gemide elleçlenen konteyner sayısına ilişkin dağılım çizelge 4.8’de gösterilmektedir. Dağılımların grafikleri EK-5’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Rıhtımlara yanaşan gemilerin gelişler arası sürelerin dağılımı

Rıhtım	Gelişler arası süreyi veren istatistiksel dağılım (gün)	Gemilerde kaç konteyner elleçlendiğini veren istatistiksel dağılım(adet)
13	ERLA(0.645, 3)	7 + GAMM(607, 1.15)
14	0.999 + EXPO(13.8)	69 + EXPO(458)
15	LOGN(2.11, 2.01)	8 + ERLA(268, 2)
16	WEIB(4, 0.542)	58 + WEIB(491, 1.14)
17	LOGN(1.76, 1.61)	28 + ERLA(198, 2)
18	EXPO(170)	321 + 294 x BETA(0.112, 0.112)
19	GAMM(0.637, 2.47)	15 + GAMM(194, 2.22)
20	EXPO(12.6)	2 + 655 x BETA(0.723, 1.21)
21	EXPO(80)	9 + 311 x BETA(0.0457, 0.0263)
22	EXPO(40)	6 + WEIB(135, 0.583)

Gemiden elleçlenen konteynerin kaç tanesinin tahliye edildiğini tahminleyen dağılım Arena programı ile elde edilmiştir. Çizelge 4.8’de gösterilmektedir. İlgili dağılımlara ait istatistiki grafikler EK-6’da verilmiştir. 18.,21. ve 23. rıhtımlara ait yeterli veri bulunmaması sebebi ile tahminlemede gerçek verilere ait olasılık bilgisi kullanılmıştır. Böylelikle elleçlenen toplam konteynerin tahminlenmesinden sonra bu konteynerler içerisinde kaç tanesinin tahliye edilen konteyner olduğu tahminlenmiş olmaktadır. Toplam elleçlenen konteyner sayısından tahliye edilen konteyner sayısı çıkarılınca geriye yükleme yapılan konteyner sayısı kalmaktadır.

Çizelge 4.8. Tahliye edilen konteyner dağılımları

Rihtım	Gemilerde kaç konteyner elleçlendiğini veren istatistiksel dağılım(adet)	Elleçlenen konteynerin tahliye edilmiş olduğunu veren dağılım
13	7 + GAMM(607, 1.15)	TRIA(0.999, 48,2, 99)
14	69 + EXPO(458)	TRIA(5, 70,2, 89)
15	8 + ERLA(268, 2)	TRIA(0,5, 53, 99)
16	58 + WEIB(491, 1.14)	TRIA(0,5, 57,9, 90)
17	28 + ERLA(198, 2)	TRIA(0,5, 53,6, 99)
18	321 + 294 x BETA(0.112, 0.112)	Olasılık → 0,63
19	15 + GAMM(194, 2.22)	TRIA(0,5, 56,7, 99)
20	2 + 655 x BETA(0.723, 1.21)	99 x BETA(0.75, 1.01)
21	9 + 311 x BETA(0.0457, 0.0263)	Olasılık → 0,59
22	6 + WEIB(135, 0.583)	Olasılık → 0,6

Tahliye edilen konteynerlerin kaç tanesinin dolu olduğunu tahminlemede kullanılacak istatistiksel dağılım “0.5 + 99 x BETA(0.4, 0.421)” dır. Bu dağılım Arena programı ile elde edilmiştir. Dağılıma ait grafik EK-7 de gösterilmektedir.

4.4.2. Liman Sahası Süreçleri Ve Rotalarının Gerçekleşme Olasılıklarının Belirlenmesi

EK-4.3’ deki konteyner bilgilerini içeren dokümanda konteynerlerin limana ne şekilde (gemiden tahliye/kapıdan yükleme) giriş yaptığı bilgisine ulaşılmaktadır. Tahliye olarak giriş yapmış bir konteynerin dolu ya da boş olması çekerin gideceği sahaya değiştirmektedir. Dolu konteyner ithal sahaya götürülmekte, boş konteyner ise boş konteyner sahasına götürülmektedir. Tahliye edilen konteynerlerden dolu olanlarının sayısı, tahliye edilen toplam konteynere oranlandığında, ithal sahasına gidecek konteynerlerin oranı belirlenmektedir. Bu olasılık simülasyon modelindeki ilgili karar modülüne girilmektedir. Tahliye konteynerlerin tamamından ithal sahasına giden konteynerler çıkarıldığında tahliye olarak gelen boş konteynerlerin sayısına ulaşılmaktadır.

İthal sahaya istiflenen konteyner ya sahibi tarafından alınarak kapıdan çıkarılmakta ya da iç boşaltım sahaya taşınmaktadır. EK-4.2’deki konteyner bilgilerinin yer aldığı dokümandan tahliye olarak giriş yapan dolu konteynerin kaç

tanisinin dolu olarak kapıdan çıkış yaptığı belirtilmektedir. Dolu olarak kapıdan çıkan konteyner sayısının tahliye edilen dolu konteyner sayısına oranı ile kapıdan çıkacak dolu konteynerlerin oranı belirlenmektedir. Bu olasılık simülasyon modelindeki ilgili karar modülüne girilmektedir.

Kapıdan çıkmayan dolu konteynerlerin rotası ise iç boşaltım sahası olmaktadır. Çekerle iç boşaltım sahasına getirilen dolu konteyner içi boşaltılarak boş konteyner haline dönüşmektedir. İç boşaltım sahasındaki boş konteynerler ise, boş konteyner sahasına çekerle götürülmektedir. Buraya kadar ki işlemlerden yola çıkarak tahliye olarak gelen bir konteynerin dolu olarak kapıdan çıkması dışında, çeşitli güzergahları izlemesiyle boş konteyner olarak boş konteyner sahasına getirildiği anlaşılmaktadır.

Tahliye konteyner sayısından, tahliye olarak giriş yapmış ve kapıdan çıkmış konteyner sayısı çıkarıldığında, tahliye işlemi ile gelen ve boş konteyner sahasında istiflenen boş konteyner sayısına ulaşılmaktadır. Boş konteynerler kapıdan da giriş yaparak boş konteyner sahasına getirilebilmektedir. Fakat bu süreçteki taşımalar çekerle değil, boş konteyneri limana getiren taşıyıcı araçla gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple bu taşıma simülasyona dahil edilmemektedir. Simülasyonda kapıdan giriş yapan boş konteynerlerin sisteme dahil edilmesi için boş konteyner sahasındaki konteyner SEPERATE modülü ile arttırılmıştır.

Boş konteyner sahasından ayrılan boş konteynerler ya gemiye yüklenmekte (1. güzergah), ya kapıdan çıkış yapmakta (2. güzergah) ya da içi doldurulmak üzere iç doluma (3. güzergah) gitmektedir. Tahliye gelen konteynerin çıkış tipi yükleme ise 1. güzergahı kullanmakta, ayrıca kapıdan giriş yapan boş konteyner boş yüklendiyse yine 1. güzergahı kullanmaktadır. EK-4.3'de bu iki tip konteynerlerin toplam sayısı 1. güzergahı seçen toplam boş konteyner sayısını vermektedir. Kapıdan boş giriş yapmış bir konteyner boş olarak kapıdan çıkmamaktadır EK -3'de de böyle bir kayıt bulunmamaktadır. Dolayısıyla tahliye ile gelip kapıdan boş çıkan konteyner sayısına ulaşıncı 2. güzergahı kullanacak konteyner sayısı da bulunmuş olmaktadır. Kapıdan çıkış yapan boş konteynerler çekerler tarafından taşınmamaktadır. İç dolum hizmeti almış konteynerler EK-4.3' de belirttiği için bu konteynerlerin sayısı 3. güzergahı kullanan konteyner sayısını vermektedir. Bu güzergahları kullanan konteyner sayısını simülasyonda ilgili karar modeli ile ortaya koyabilmek için her bir güzergahı kullanan boş konteyner sayısı boş konteyner sahasındaki konteyner toplamına oranlanmıştır.

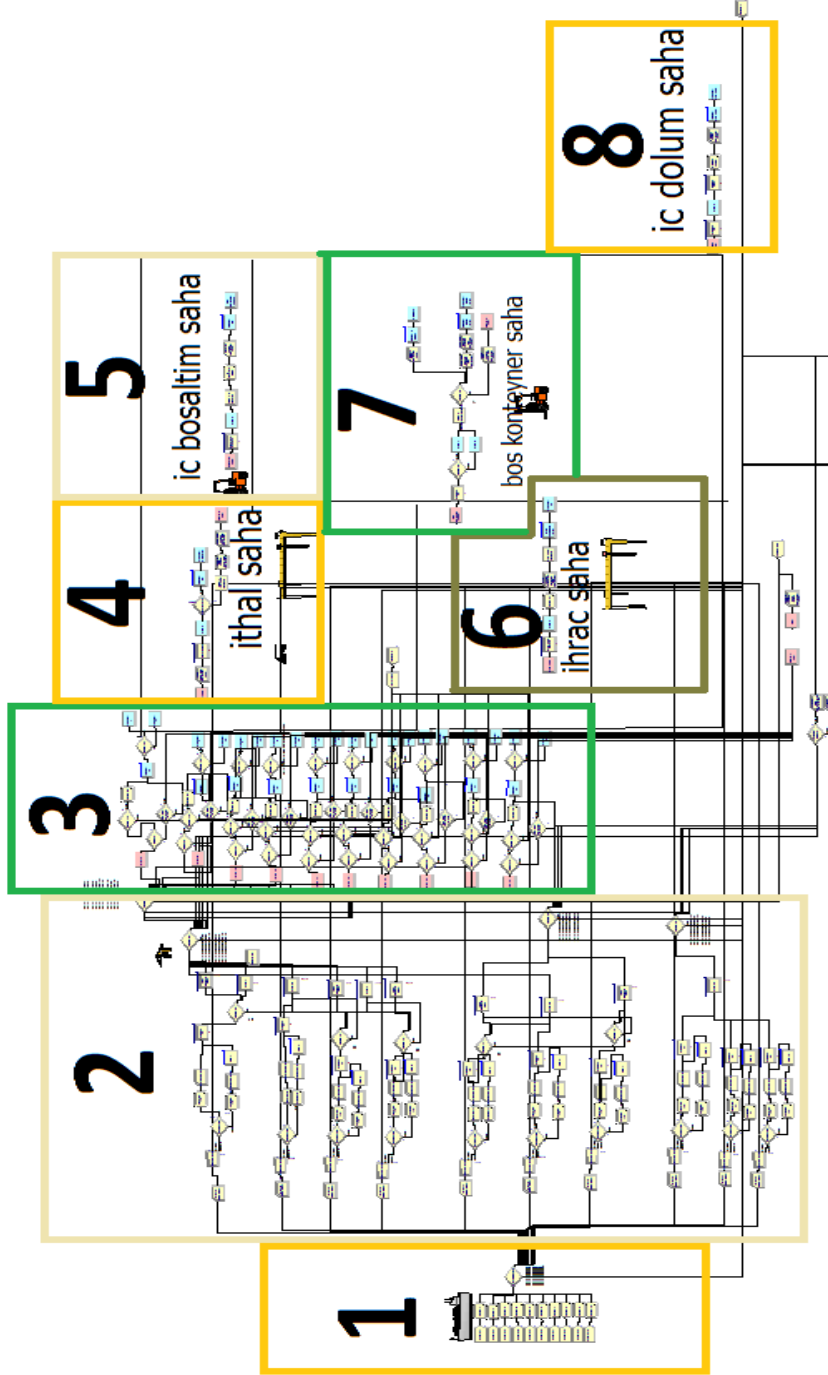
Olasılıkların toplamı 1'i vermektedir. 1.güzergahı kullanan konteyner taşıyan çekerler rıhtım vincine boş konteyneri bırakmaktadır. 3. Güzergahı kullanan konteyner taşıyan çeker ise iç dolum sahaya stacker araçlar yardımı ile boş konteyneri doldurulması için bırakmaktadır.

Yüklenecek konteynerler ise kapıdan giriş yapılan ya da limanda bulunan dolu veya boş konteynerler olabilmektedir. Kapıdan giriş yapan konteynerler için çeker kullanılmamakta, limana getirilen araç tarafından rıhtıma bırakılmaktadır. İç dolumda doldurulan konteynerler, ihraç sahaya çekerlerle taşınmakta ve gemisini beklemektedir.

4.5. Mevcut Sistemin Simülasyon Modeli

Verilerin toplanması, verilerin değerlendirilmesi, süreçlerin ortaya çıkarılması, rotaların belirlenmesi ve rota olasılıklarının hesaplanmasından sonra simülasyon modeli oluşturulmuştur. Şekil 4.10 Arena simülasyon programı ile oluşturulmuş İzmir Alsancak Limanı sahalar arası taşımaların yer aldığı modeli göstermektedir. Modeli anlatırken parça parça ele almakta fayda vardır. Modelin parça görünümleri EK-4.8'de verilmiştir.

Şekil 4.10'da 1 numara ile belirtilmiş kısımda CREATE modülü (Şekil 4.11) ile simülasyonun girdisi olan gemiler yaratılmıştır. 10 adet CREATE modülü bulunmaktadır. Her bir rıhtıma (13-14-15-16-17-18-19-20-21-22 numaralı 10 konteyner rıhtımı için) kaç adet ve ne kadar sürede bir gemi geldiği bilgisinden hareketle rıhtımlarda gemi yaratılmıştır. Gelişler arası sürenin gün bazında dağılımı buraya değişken olarak girilmektedir. Bir rıhtıma yanaşan bir gemi olduğu için her bir gelişteki gemi sayısı 1 alınmaktadır. Hangi rıhtımda işlem gören gemi olduğunu tanımlamak için de CREATE modülünden hemen sonra ASSIGN modülü (Şekil 4.12) kullanılmaktadır. Buraya kadar düzenlenmiş model çalıştırılarak gerçek veriler ile simülasyon verileri karşılaştırılmaktadır. Her bir rıhtımda kullanılan vinçler ilgili rıhtıma ait süreç olacağı için DECISION modülü (Şekil 4.13) ile tanımlı varlık türüne göre işleme devam etmesi sağlanmaktadır.



Şekil 4.10. Arena Simülasyon Programı ile oluşturulmuş simülasyon modeli genel görüntüsü

Create ? X

Name: RIHTIM Entity Type: R

Time Between Arrivals

Type: Expression Expression: LOGN(2.6, Units: Days

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

Şekil 4.11. CREATE modülü görüntüsü

Assign ? X

Name: Assign 3

Assignments:

Entity Picture, Picture.Red Ball
Entity Type, R3
<End of list>

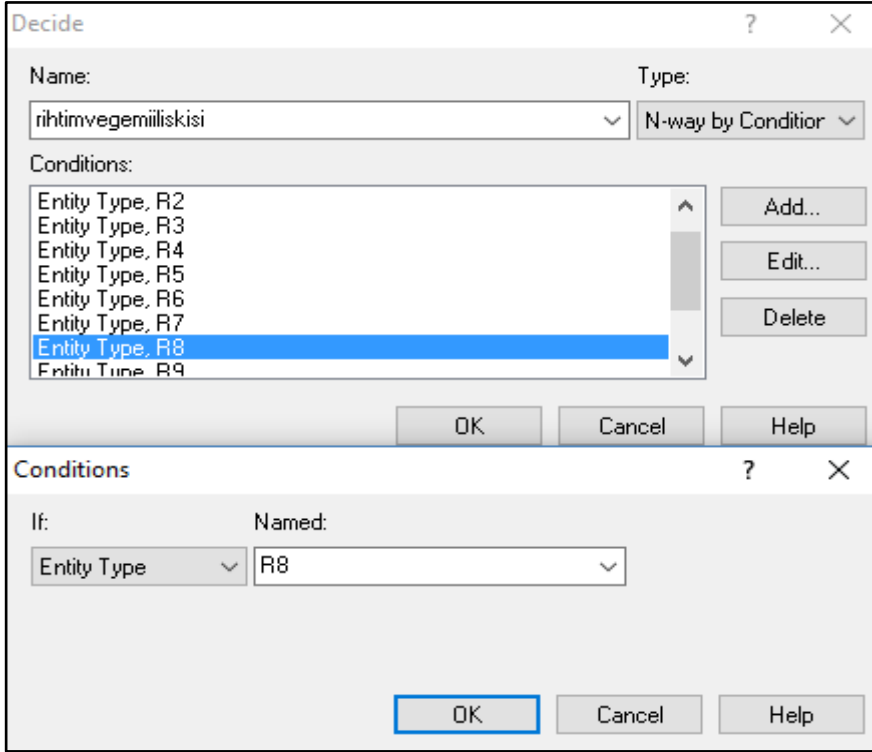
Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

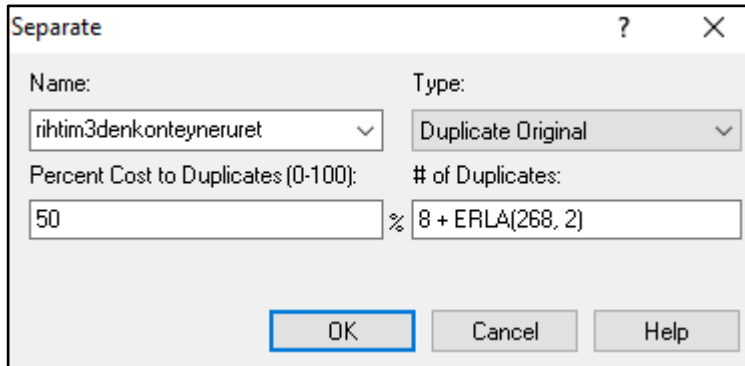
Şekil 4.12. ASSIGN modülü görüntüsü

Şekil 4.10'da 2 numaralı kısımda gemilerde elleçleme yapılan konteyner sayısını üretmek için SEPERATE modülü kullanılmaktadır. Gemiden tahliye edilen ve gemiye yüklenen toplam konteyner sayısını tahminleyen dağılım modül içerisine değişken olarak girilmektedir. Şekil 4.14'de SEPERATE modülü gösterilmektedir. Toplam konteyner sayısı SEPERATE modülü ile tahminlendikten sonra Şekil 4.15'deki DECISION modülü ile bu konteynerlerin kaç tanesi yükleme, kaç tanesi tahliye işlemi görmüş olduğunu tahminlemektedir. Şekil 4.15'deki DECISION modülü görüntüsüne bakıldığında, olasılık alanına tahliye edilen konteyner sayısını tahminleyen dağılımın girildiği görülmektedir.

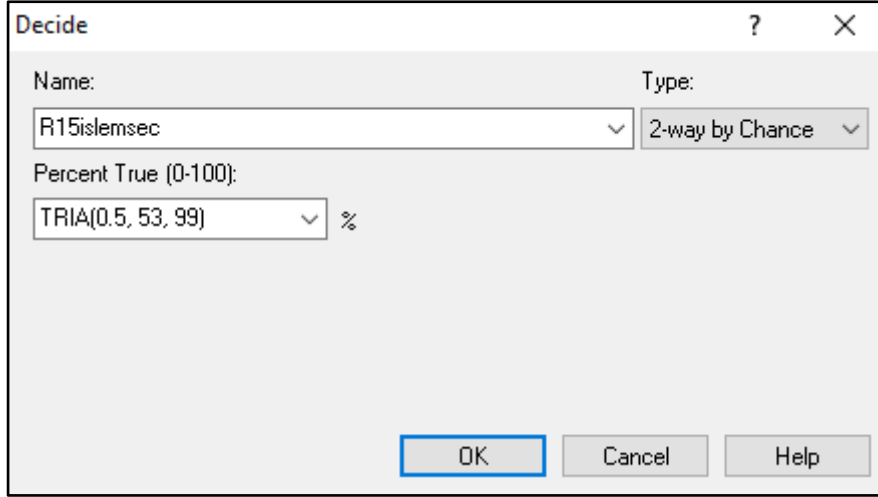
Böylelikle değişken bir olasılıkla karar verme süreci işlemektedir. Tahliye edilen konteynerler ASSIGN modülü ile tanımlanmaktadır. Yüklenen konteynerler de ASSIGN modülü ile tanımlanmaktadır. Böylelikle rotalarda bu konteynerlerin giriş tipinin tahliye ya da yükleme olmasına göre süreç işlemektedir.



Şekil 4.13. DECISION modülü görüntüsü



Şekil 4.14. SEPERATE modülü görüntüsü



Şekil 4.15. DECISION modülü görüntüsü 2

Gemide önce tahliye işlemi gerçekleşmekte sonra yükleme işlemi gerçekleşmektedir. Modelde bunu sağlamak için HOLD (Şekil 4.16) modülü kullanılmaktadır. Vinç elleçleme işleminde tahliye konteynerler işlem görene kadar yükleme yapılacak konteynerler HOLD modülü ile tutulmaktadır. İçerisindeki komut vinç işleminde konteyner bulunmadığında diğer bir ifadeyle tahliye edilecek konteynerin işlemi bittiğinde, HOLD modülü tuttuğu konteyneri serbest bırakmaktadır. İşleme girecek konteynerlerin sıralaması tamamlandığında DECISION modülleri ile hangi vinçte işlem göreceği belirlenmektedir. DECISION içerisine girilen olasılıklar limandan alınan verilerdeki geminin kalma süresine bağlı olarak hesaplanmıştır. Hesaplama gerçekte vincin saatte 12 hamle yaptığı bilgisinden yola çıkarak geminin rıhtımda kaldığı sürede kaç vince gereksinimi olduğu bulunmuştur. Vinç gereksinimleri bulunduktan sonra sayılar toplama oranlanarak 1 vinç, 2 vinç ve 3 vinç kullanım olasılıkları oluşturulmuştur.

13., 15., 16., 17. ve 19. rıhtımlara daha sık gemi yanaşmakta olduğu için hesaplamalarda veri çokluğu sebebi ile bu rıhtımlar dikkate alınmıştır ve modelde DECISION modülleri bu rıhtımlardan sonra kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle bir yıl içerisinde 13.,15.,16.,17. ve 19. rıhtımlara yanaşan bir gemideki elleçleme işlemi sayısı, diğer rıhtımlara yanaşan bir gemideki elleçleme işleminden ortalama olarak daha fazladır. Bunun da sebebi gelen gemilerin büyüklüğüne bağlı olarak 2 rıhtımı birden işgal edebilmesidir.

5 konteyner rıhtımı için ayrı ayrı vinç kullanım olasılıkları bulunduğundan sonra vinçlerin kullanım olasılıkları hesaplanmıştır. Çizelge 4.9 en sık kullanılan 13-15-16-17-19 rıhtımlarına yanaşan bir gemi için kaç vinç çalıştığına ait olasılıkları ve buradan yola çıkarak 1. 2. ve 3. vinç kullanım olasılıklarını vermektedir.

Örneğin 13. rıhtıma (r13) gelen bir gemiye 1 adet vinç atanması olasılığı %17,7142, 2 adet vinç atanması olasılığı %40, 3 adet vinç atanması olasılığı %42,2857 dir. Bu durumda 3 adet vinç kullanılırken 1. ve 2. vinç de kullanılacağı için her bir vincin kullanılma olasılığı bulunmalıdır:

$$n=1$$

$$t:\{13,15,16,17,19\}$$

$P(n)_t$:t. Rıhtımda n adet vinç kullanım olasılığı

$Q(n)_t$:t. Rıhtımda n. vincin kullanılma olasılığı

$$Q(n)_t = P(n)_t + P(n+1)_t/2 + P(n+2)_t/3$$

$$Q(n+1)_t = P(n+1)_t/2 + P(n+2)_t/3$$

$$Q(n+2)_t = P(n+2)_t/3$$

Örneğin;

$P(1)_{13}$: 13. Rıhtımda 1 adet vinç kullanım olasılığı

$Q(1)_{13}$: 13. Rıhtımda 1. vincin kullanılma olasılığı

$$Q(1)_{13} = P(1)_{13} + P(2)_{13}/2 + P(3)_{13}/3$$

$$Q(1)_{13} = 0,177142 + 0,4/2 + 0,422857/3$$

$$Q(1)_{13} = 0,518095$$

Simülasyonda bu olasılıklara göre gelen konteynerler, ilgili vinçlere gönderilmektedir.

Çizelge 4.9. Vinç kullanma olasılıkları ve vinçlerin kullanım olasılıkları

	1 vinç olasılık	2 vinç olasılık	3 vinç olasılık	Top.	1.vinç kullanımı	2.vinç kullanımı	3.vinç kullanımı	Top.
r13	0,177142	0,400000	0,422857	1	0,518095	0,340952	0,140952	1
r15	0,184049	0,478528	0,337423	1	0,535787	0,351738	0,112474	1
r16	0,150537	0,268817	0,580645	1	0,478495	0,327957	0,193548	1
r17	0,285714	0,479263	0,235023	1	0,603687	0,317972	0,078341	1
r19	0,229437	0,480519	0,290043	1	0,566378	0,336941	0,096681	1

PROCESS modülü ile vinç elleçleme işlemi gerçekleştirilmektedir. PROCESS modülünde kaynak tipi, kaynak sayısı ve kaynağın işlem süresi girilmektedir. Şekil 4.17’de, modelin rıhtım alanında gerçekleşen işlemi yer almaktadır. Kullanılan PROCESS modülü içerisinde kaynak olarak; rıhtım vinci, adet olarak; 1 rıhtım vinci, işlem süresi olarak; ortalama 5 dk kullanılmaktadır. Buradaki işlem rıhtım vincinin konteyneri çekere yüklemesi ya da çekerden konteyneri almasıdır. Tahliye olan ve yüklenen konteynerler DECISION modülü ile ayrılarak işleme devam etmektedirler.

Şekil 4.16. HOLD modülü görüntüsü

The image shows a 'Process' dialog box with the following fields and options:

- Name:** vinc1 ellecleme islemi
- Type:** Standard
- Logic:**
 - Action:** Seize Delay Release
 - Priority:** Medium(2)
- Resources:**
 - Resource, vinc1, 1
 - <End of list>
 - Buttons: Add..., Edit..., Delete
- Delay Type:** Expression
- Units:** Minutes
- Allocation:** Value Added
- Expression:** 5
- Report Statistics
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.17. PROCESS modülü görüntüsü

Şekil 4.10'da 3 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde tahliye gelen konteynerin dolu-boş olmasına göre ayrılması ve gideceği güzergahın belirlenmesi işlemi gerçekleşmektedir. CREATE modülünden sonra yaratılan ASSIGN modülü ile yapılan varlık tanımlaması burada kullanılmaktadır. Konteynerlerin aynı tipte olanlarının bir başka ifadeyle aynı rıhtımda işlem görenlerin birleştirilmesi bu alandaki DECISION modülü ile sağlanmaktadır. Böylelikle örneğin rıhtım 13 den hareket edecek bir çekerin ne mesafede yol alacağı dolayısıyla taşıma süresinin ne kadar olacağını hesaplanması sağlanmaktadır. Bu birleştirme sağlandıktan sonra DECISION modülünün arkasına STATION modülü (Şekil 4.18) eklenerek konteynerin şu an hangi rıhtımda olduğu tanımlanmaktadır.

Station

Name: rihtim 15 Station Type: Station

Station Name: rihtim 15

Parent Activity Area: Associated Intersection:

Report Statistics

OK Cancel Help

Şekil 4.18. STATION modülü görüntüsü

Dolu veya boş olmasına göre gideceği güzergahı değiştirecek olan konteyner için bir DECISION modülü (Şekil 4.19) daha kullanılmaktadır. Bu modül içerisinde doğru seçeneğin gerçekleşme olasılığı içerisine ilgili dağılım girilmektedir.

Decide

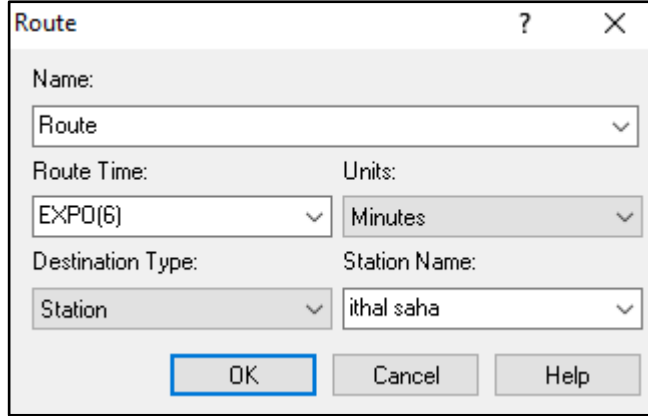
Name: dolumu Type: 2-way by Chance

Percent True (0-100): 0.5 + 99 * BETA(0.4, 0.42) %

OK Cancel Help

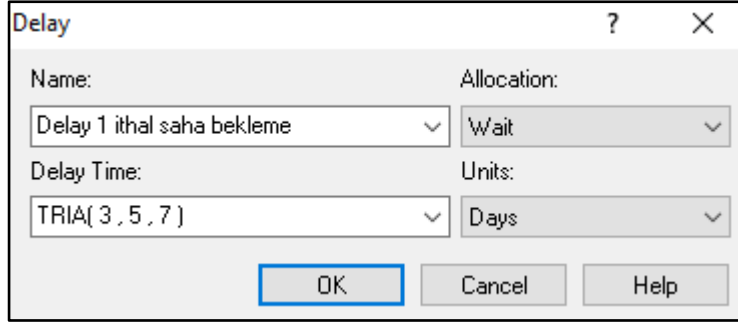
Şekil 4.19. DECISION modülü görüntüsü 3

Dolu ya da boş konteynerlerin her ikisi için de çekerle taşıma gerçekleşmektedir. ROUTE modülü kullanılarak, modülün içerisine gidecekleri saha ve ne kadar sürede gidecekleri bilgisi girilmektedir. ROUTE modülüne ilişkin görüntü Şekil 4.20 'de gösterilmektedir.



Şekil 4.20. ROUTE modülü görüntüsü

Şekil 4.10'da 4 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde ithal sahasına getirilen konteynerin süreci yer almaktadır. STATION modülü ile bu kısım başlamaktadır. Bunun nedeni ise yer tanımlaması ile buranın ithal sahası olduğunu tanımlamaktır. Çekerin, konteyneri stacker yardımı ile bu sahaya bırakmasını gerçekleştiren PROCESS modülü STATION modülünden sonra yer almaktadır. PROCESS içerisine kaynak olarak stacker ve limandan alınan bilgiye göre TRIA(1,1.1,1.5) dağılıma sahip stacker işlem süresi belirtilmiştir. Sahaya getirilen konteynerlerin %9'u iç boşaltıma gitmektedir. Bu sebeple bir DECISION modülü kullanarak konteynerlerin %9'u iç boşaltım sahasına ROUTE modülü ile gönderilmektedir. İthal sahadan iç boşaltıma gitme süresi ortalama 1.2 dakikadır. Bu süre, çeker hızı ve sahaların merkezleri arasındaki uzaklık ile bulunmaktadır. %91'i ise TRIA(3,5,7) gün dağılımla ihraç sahada sahibi tarafından alınmayı beklemektedir. Bekleme için Şekil 4.21'deki DELAY modülü kullanılmaktadır. DELAY modülündeki bekleme sonunda ROUTE modülü ile kapıdan çıkışı gerçekleşmektedir.



Şekil 4.21. DELAY modülü görüntüsü

Şekil 4.10'da 5 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde iç boşaltım sahaya getirilen konteynerin süreci yer almaktadır. STATION modülü ile bu kısım başlamaktadır. Sebebi yer tanımlaması ile buranın iç boşaltım saha olduğunu tanımlamaktır. Çekerin, konteyneri stacker yardımı ile bu sahaya bırakmasını gerçekleştiren PROCESS modülü STATION modülünden sonra yer almaktadır. PROCESS içerisinde kaynak olarak stacker ve TRIA(1,1.1,1.5) dağılıma sahip stacker işlem süresi belirtilmiştir. Sahaya iç boşaltım için getirilen konteynerlerin içleri boşaltılmaktadır. İç boşaltımı gerçekleşen konteynerlerin %100 ü boş konteyner sahasına götürülmektedir. ROUTE modülü kullanılarak bu işlem sağlanmaktadır. iç boşaltım sahadan boş konteyner sahasına gitme süresi ortalama 0.72 dakikadır. Bu süre, çeker hızı ve sahaların merkezleri arasındaki uzaklık ile bulunmaktadır.

Şekil 4.10'da 7 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde boş konteyner sahasına getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır. STATION modülü ile bu kısım başlamaktadır. Bunun nedeni ise yer tanımlaması ile buranın iç boşaltım saha olduğunu tanımlamaktır. Çekerin, konteyneri stacker yardımı ile bu sahaya bırakmasını gerçekleştiren PROCESS modülü STATION modülünden sonra yer almaktadır. PROCESS içerisinde kaynak olarak stacker ve TRIA (1,1.1,1.5) dağılıma sahip stacker işlem süresi belirtilmiştir. Konteyner burada ortalama 6 gün ilgili süreç için beklemektedir. Bunu sağlamak için DELAY modülü kullanılmaktadır. Devamında DECISION modülü ile rotası belirlenmektedir. Kapıdan çıkış, gemiye yüklenme ya da iç dolum işlemine tabi olabilmektedir. Bunların gerçekleşme sıklıklarından hareketle, olasılıkları DECISION modülüne girilmektedir. Tüm taşıma süreçleri ROUTE modülü ile yönetilmektedir. ROUTE modüllerine çeker hızı ve sahaların merkezleri

arasındaki uzaklık ile hesaplanan taşıma süreleri ve varış noktası olan saha girilmektedir.

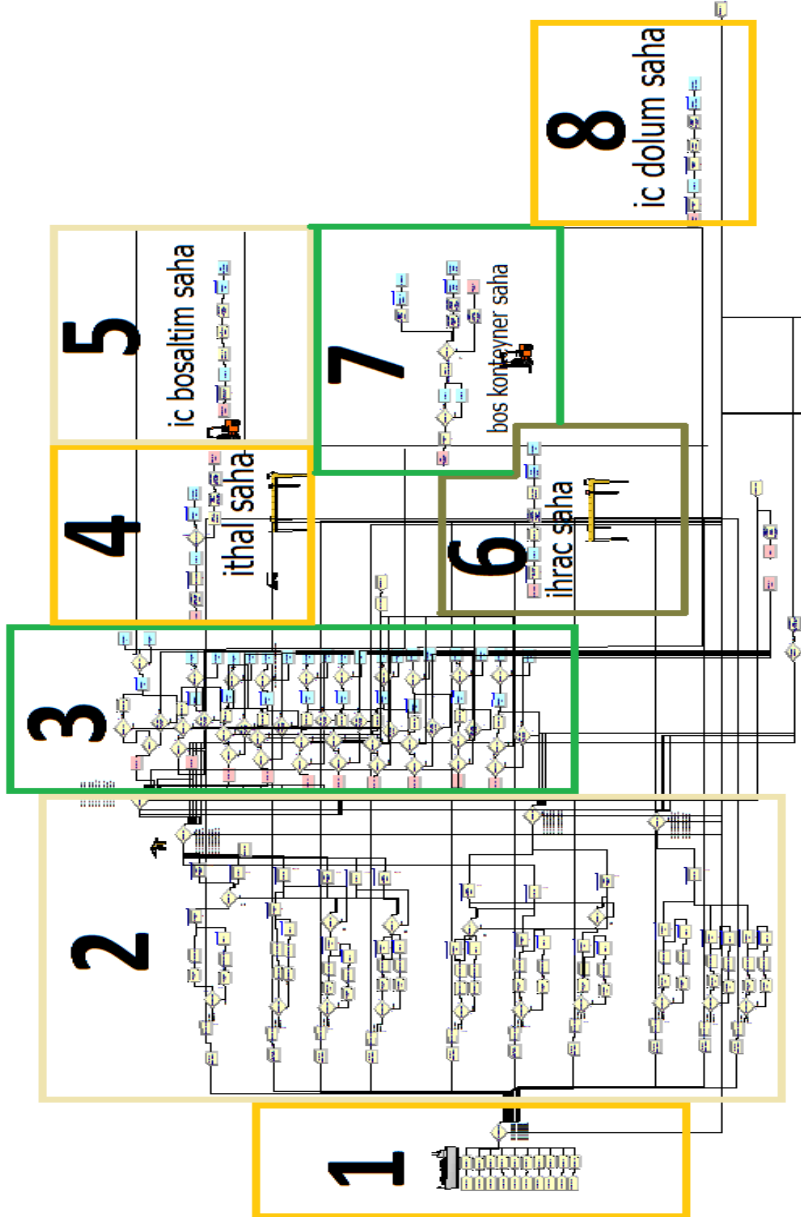
Şekil 4.10'da 8 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde iç dolum sahaya getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır. STATION modülü ile bu kısım başlamaktadır. Bunun nedeni ise yer tanımlaması ile buranın iç boşaltım saha olduğunu tanımlamaktır. Çekerin, konteyneri stacker yardımı ile bu sahaya bırakmasını gerçekleştiren PROCESS modülü STATION modülünden sonra yer almaktadır. PROCESS içerisine kaynak olarak stacker ve TRIA(1,1.1,1.5) dağılıma sahip stacker işlem süresi belirtilmiştir. Konteyner burada bir diğer PROCESS modülü kullanarak iç dolum gerçekleştirmektedir. Bu PROCESS modülünde kaynaklar 20 adet forklifttir. TRIA(20,30,40) dakika arasında iç dolum gerçekleştirilmektedir. İşlemi biten ve dolu konteynere dönüşen yeni varlık ROUTE modülü ile ihraç sahaya taşınmaktadır. ROUTE modülüne çeker hızı ve sahaların merkezleri arasındaki uzaklık ile hesaplanan taşıma süreleri ve varış noktası olan saha girilmektedir.

Şekil 4.10'da 6 numara ile belirtilmiş simülasyon modeli bölümünde ihraç sahasına getirilen konteynerlerin süreci yer almaktadır. STATION modülü ile bu kısım başlamaktadır. Bunun nedeni ise yer tanımlaması ile buranın iç boşaltım saha olduğunu tanımlamaktır. Çekerin, konteyneri stacker yardımı ile bu sahaya bırakmasını gerçekleştiren PROCESS modülü STATION modülünden sonra yer almaktadır. PROCESS içerisine kaynak olarak stacker ve TRIA(1,1.1,1.5) dağılıma sahip stacker işlem süresi belirtilmiştir. Konteyner burada ortalama 5 gün gemiye yüklenmek için beklemektedir. Bunu sağlamak için DELAY modülü kullanılmaktadır. DELAY modülünden çıkan konteyner ROUTE modülü ile işleme devam etmektedir. ROUTE modüllerine çeker hızı ve saha-rıhtım merkezleri arasındaki uzaklık ile hesaplanan taşıma süreleri ve varış noktası olan rıhtım ismi girilmektedir. Fakat bu konteyner RECORD modülü ile kaydedilip DISPOSE modülü ile çıkarılmaktadır. Bunun sebebi SEPERATE ile konteyner sayısı belirlenirken hem tahliye edilen hem de yüklenen konteynerlerin yaratılması, sürece bu şekilde devam edilmesidir..

4.6. Geliştirilen Simülasyon Modeli

Şekil 4.22'de belirtilmiş olan 1 ve 2 numaralı simülasyon modeli bölümleri gemi ve konteyner sayılarını aynı şekilde üretmektedir. 3,4,5,6,7 ve 8 numaralı

simülasyon modeli bölümlerinde ise ROUTE modülü olan her yerde REQUEST ve TRANSPORT modülü kullanılmaktadır. Ayrıca STATION modülü ile yer ataması yapılan her yer için FREE modülü kullanılarak, çekerin ilgili STATION modülüne geldikten sonra serbest kalması sağlanmaktadır. Modelin parça görünümü EK-4.9'da verilmektedir.



Şekil 4.22. Geliştirilen Simülasyon Modeli

İki simülasyon modelini ele alarak 2. simülasyon modelindeki değişiklikleri detaylandırmak faydalı olacaktır. Çalışmada bahsi geçen rıhtım alanındaki elleçleme işlemi:

- Gemiden yükün (konteyner) alınarak çekere yüklenmesi,
- Çekerden alınan yükün (konteyner) gemiye yüklenmesidir.

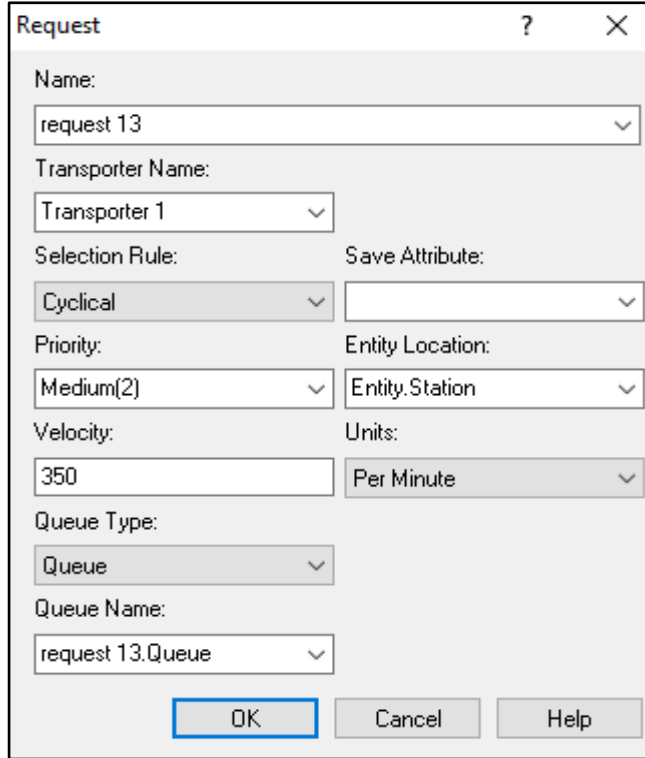
Bu bilgiden anlaşılacağı üzere rıhtım vinci ve çeker beraber çalışarak elleçleme işlemini gerçekleştirmektedir. Mevcut sistemden edinilen bilgi de rıhtım vincinin çekere bağlı elleçleme süresinin saatte 12 hareket olduğudur. Diğer bir ifadeyle bir konteyner elleçlemesi ortalama 5 dk sürmektedir. Bu bilgi şunu ifade etmektedir:

“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, Arena Programı’ndaki ROUTE modülü ile gideceği sahaya gönderilmektedir. Bu gönderimi yapabilmek için ROUTE modülüne liman içi mesafelerden ve çekerlerin hız bilgilerinden yola çıkarak, taşıma süreleri girilmiştir. Sonucunda ilk simülasyon modelinde simülasyon içinde çekerler sistemde bağımsız olarak tanımlanmasa da PROCESS ile elleçleme işleminde ve ROUTE modülü ile taşımalarda sisteme dahil edilmişlerdir.

İkinci simülasyon modelinde çekerler simülasyon modeline TRANSPORTER olarak 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 beklemleri” analiz edilebilecektir. 2. simülasyon modelindeki bir diğer farklılık ise simülasyon modeline saha içi mesafelerin tanımlanmasıdır. Arena Programı’ndaki DISTANCE modülü içerisinde simülasyona dahil edilen mesafe bilgileri doğrultusunda (Çizelge 4.10) çekerler TRANSPORT modülü ile (Şekil 4.24) taşıma gerçekleştirilmektedir.



The image shows a screenshot of the 'Request' dialog box in Arena software. The dialog box is titled 'Request' and has a standard Windows-style title bar with a question mark and a close button. The dialog contains several fields for configuring a request:

- Name: request 13
- Transporter Name: Transporter 1
- Selection Rule: Cyclical
- Save Attribute: (empty)
- Priority: Medium(2)
- Entity Location: Entity.Station
- Velocity: 350
- Units: Per Minute
- Queue Type: Queue
- Queue Name: request 13.Queue

At the bottom of the dialog, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Şekil 4.23. REQUEST modülü görüntüsü

Çekerin konteyner bıraktığı sahadan ayrılabilmesi için konteyner bırakma işlemleri olan PROCESS modüllerinden sonra FREE modülleri (Şekil 4.25) kullanılmaktadır. Kullanılan FREE modülü içerisinde “transporter name” alanına varış noktasına ulaşarak konteynerini bırakan ve tekrar kullanılmak istenen taşıyıcı araç türü girilmektedir. Bu modelde rıhtım-saha arasında çalışan çekerler (20 adet) transporter 1, saha-saha arasında çalışan çekerler (5 adet) transporter 2 olarak tanımlanmaktadır.

The screenshot shows a dialog box titled "Transport" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields and controls:

- Name: Transport 1 (dropdown)
- Transporter Name: Transporter 1 (dropdown)
- Unit Number: (empty dropdown)
- Entity Destination Type: Station (dropdown)
- Station Name: ithal saha (dropdown)
- Velocity: 350 (text input)
- Units: Per Minute (dropdown)
- Guided Tran Destination Type: Entity Destination (dropdown)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.24. TRANSPORT modülü Görüntüsü

The screenshot shows a dialog box titled "Free" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields and controls:

- Name: Free 3 (dropdown)
- Transporter Name: Transporter 1 (dropdown)
- Unit Number: (empty dropdown)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.25. FREE modülü Görüntüsü

The screenshot shows a dialog box titled "Record" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields and controls:

- Name: tahliye edilen dolu konteyner say (dropdown)
- Type: Count (dropdown)
- Value: 1 (text input)
- Record into Set: (checkbox)
- Counter Name: tahliye edilen dolu konteyner say (dropdown)
- Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.26. RECORD modülü Görüntüsü

Çizelge 4.10. Liman içi mesafeler

		RIHTIMLAR										KONTEYNER OPERASYON SAHALARI				
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	İthal Saha	İhraç Saha	Boş Kont. Saha	İç Boş. Saha	İç Dolum Saha
RIHTIMLAR	13	0	150	300	450	600	750	900	900	800	680	500	250	525	775	1100
	14	150	0	150	300	450	600	750	750	650	570	350	325	425	625	1250
	15	300	150	0	150	300	450	600	750	600	520	350	300	400	525	1400
	16	450	300	150	0	150	300	450	600	720	650	300	450	550	525	1550
	17	600	450	300	150	0	150	300	450	570	690	150	400	675	325	1550
	18	750	600	450	300	150	0	150	300	420	540	250	500	410	160	1400
	19	900	750	600	450	300	150	0	150	270	390	400	650	325	75	1250
	20	900	750	750	600	450	300	150	0	120	240	430	640	375	110	1100
	21	800	650	600	720	570	420	270	120	0	120	540	540	255	235	980
	22	680	570	520	650	690	540	390	240	120	0	480	480	250	355	860
KONTEYNER SAHALARI	İthal Saha	500	350	350	300	150	250	400	430	540	480	0	300	425	400	1400
	İhraç Saha	250	325	300	450	400	500	650	640	540	480	300	0	450	525	1150
	Boş Kont. Saha	525	425	400	550	675	410	325	375	255	250	425	450	0	250	1025
	İç Boş. Saha	625	625	525	525	325	160	75	110	235	355	400	525	250	0	1275
	İç Dolum Saha	110	125	1400	1550	1550	1400	1250	1100	980	860	1400	1150	1025	1275	0

Ayrıca her iki simülasyon modelinde de süreçlerde işlem gören ve taşınan konteynerleri takip edebilmek adına RECORD modülü (Şekil 4.26) birçok yerde kullanılmaktadır. Ayrıca gemi gelişleri için ASSIGN içerisinde yaratılan attribute işlemi TNOW yapılarak, rıhtım vinçleri işlemleri olan PROCESS modüllerinden sonra bu RECORD modülleri içerisinde belirtilen “time interval” işlemleri ile hesaplatılmıştır. Geminin geldiği zaman ile elleçleme bittikten sonraki zaman aralığı hesaplatılmış olmaktadır. Böylece geminin rıhtımda kaldığı süre sonuçlara yansıtılmıştır.

4.7. Simülasyon Modeli Çıktıları

TCDD İzmir Alsancak Limanı'na gelen gemilere ve konteynerlere ait bir yıllık veri, limana ait bilişim sisteminin veritabanından alınmıştır. Fakat rıhtım vincinin işlem süresine ait bir veri bulunmamaktadır. Bu sebeple sahada vinç hareketleri gözlenerek zaman etüdü yapılmıştır. Veri tabanından alınan ve gözlem yoluyla toplanan verilere ait dağılımlar Arena programı ile elde edilerek, simülasyon modellerinde kullanılmıştır. Simülasyon modelleri çıktıları, gerçek veriler 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.

Arena simülasyon programı ile simülasyon modelleri çalıştırılmadan önce, başlangıç koşullarındaki yanlılılığı 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. Çizelge 4.11'de, modellenen 1. simülasyonun (mevcut sistem simülasyonu-Model 1)10 tekrarlı (10 yıl) çalıştırılması sonucunda her tekrarda (yılıda) konteyner rıhtımlarında işlem gören gemi sayısı verilmektedir. Benzer şekilde Çizelge 4.12'de de, modellenen 2. Simülasyonun(geliştirilen simülasyon modeli-Model 2) 10 tekrarlı (10 yıl) çalıştırılması sonucunda her tekrarda (yılıda) konteyner rıhtımlarında işlem gören gemi sayısı verilmektedir. Veriler gerçeğe ve birbirine çok yakındır ve sistem çıktıları da bunu desteklemektedir.

Geliştirilen simülasyonlar ile rıhtıma gelen gemilerde kaç adet yükleme işlemi ve kaç adet tahliye işlemi yapıldığı dağılıma bağlı olarak elde edilmiştir. Yükleme ve tahliye işlemlerine ait gerçek veriler Çizelge 4.13'de, modellenen 1. simülasyona ve modellenen 2. simülasyona ait sonuçlar 4.14'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. 1. Simülasyon Modelinin 10 tekrarlı çalışması sonucunda elde edilen gemi sayıları

Rıhtım	1.Simülasyon Tekrar Sayısı										Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	184	180	169	173	183	188	189	178	169	174	178,70
14	28	22	32	27	21	23	21	26	28	25	25,3
15	178	179	167	172	174	166	170	183	183	188	176
16	49	74	48	58	25	26	38	51	41	41	45,10
17	204	182	199	204	205	201	209	214	185	204	200,70
18	2	1	0	4	1	0	1	3	2	2	1,6
19	222	212	220	269	226	205	259	232	235	215	229,5
20	35	21	22	37	26	25	29	26	27	35	28,3
21	4	6	3	5	4	6	5	5	1	1	4.1
22	9	7	16	6	6	6	11	10	12	16	9,9

Çizelge 4.12. 2. Simülasyon Modelinin 10 tekrarlı çalışması sonucunda elde edilen gemi sayıları

Rıhtım	2.Simülasyon Tekrar Sayısı										Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	173	173	165	189	186	177	182	170	175	162	175,2
14	35	21	25	31	26	21	20	25	32	25	26.1
15	136	163	177	178	170	164	160	166	165	166	164,5
16	59	52	37	69	50	73	48	54	84	60	58,6
17	202	203	209	195	206	208	211	186	224	219	206,3
18	3	1	0	4	3	0	1	3	2	2	1,90
19	195	249	214	235	236	207	222	207	226	228	221.9
20	27	31	22	40	28	31	38	32	28	28	30,5
21	4	6	4	3	6	3	3	6	1	5	4.1
22	6	11	8	5	14	8	10	13	6	8	8,9

Çizelge 4.13. 2015 yılında rıhtımlarda tahliye edilen ve yüklenen konteyner sayıları

Limanın 2015'deki 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

Çizelge 4.14. Simülasyon modellerinin rıhtımlarda tahliye edilen ve yüklenen konteyner sayıları

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

Çizelge 4.15. Geminin rıhtımda kaldığı süreler

Rıhtımlar	Gerçekteki süre (saat)	1.Model Sonucu (saat)	2.Model 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

Bir geminin rıhtımda kaldığı süre;

- rıhtım vinçlerinin müsaitlik durumu,
- gemide gerçekleştirilecek konteyner elleçleme sayısı,
- elleçlemede kullanılan vinç sayısı,
- rıhtım ve saha arasında konteyner taşıyan çekerler,
- geminin seyir planı,
- operatörlerin izinli olması,
- hava koşulları,
- liman araçlarının sayısı,
- liman araçlarının hızlılığı,
- liman araçlarının esnekliği

gibi pek çok değişkene bağlı olmakla beraber bu simülasyon çalışmasında rıhtım ve saha arasında konteyner taşıyan çekerlerin, geminin rıhtımda kaldığı süreye etkisi araştırılmıştır.

2. simülasyon modeli çıktılarına göre, gemide elleçleme yapıldığı sırada rıhtım ve saha arasında mevcut olan 20 çekerin tümü kullanıldığında rıhtım vincinin çeker bekleme süreleri Çizelge 4.16 daki gibidir. Bu sonuçlara göre çeker sayısının elleçleme süreci için yeterli olduğu, R13 deki 0,53 dk olan bekleme süresinin gemilere vinç atamalarının optimize edilmesi ile ortadan kalkabileceği görülmektedir. Bir diğer ifadeyle saatte 12 hareketle elleçleme işlemi gerçekleştirdiğini belirten liman için, çeker ve rıhtım vincinin tek kaynak gibi davrandığı 1. simülasyon modeli ile rıhtım vinci ile çekerin ayrı çalıştığı 2.

simülasyon modelinin rıhtımda kaldığı süreler karşılaştırıldığında, çeker beklemelerinden kaynaklı rıhtım vincinin meşguliyet süresinin arttığı anlaşılmaktadır. 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 beklemlerin olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durumda çeker sayısı konteyner terminali için yetersiz değildir. Fakat çekelerin gecikmesine sebep durumlar vardır ve bunların araştırılması gerekmektedir.

Çizelge 4.16. Bir konteynerin ortalama çeker bekleme süresi

Rıhtım	En Az Çeker Bekleme Süresi (dk)	Ortalama Çeker Bekleme Süresi (dk)	En Yüksek Çeker Bekleme Süresi (dk)
R13	0	0,53	2,50
R14	0	0,60	1,90
R15	0	0	1,20
R16	0	0	0,36
R17	0	0,30	0,90
R18	0	0	0
R19	0	0	0,36
R20	0	0	0
R21	0	0	0,66
R22	0	0	1,20

2. simülasyon modelinde çeker sayıları 19, 18, 17 ve 16 iken her tekrarda bir yıl olmak üzere 10 tekrarlı çalıştırıldığında bekleme süreleri Çizelge 4.17'deki gibidir. 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.

Çizelge 4.17. Rıhtım vinçlerinin dakika cinsinden çeker bekleme süreleri

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

Bir diğer durum ise vinç kullanım yüzdeleridir. Simülasyon sonuçlarına göre Çizelge 4.18’de her bir rıhtım vincinin kullanım yüzdeleri verilmiştir. Çeker beklemelerinin ortadan kalkması ile vinç kullanım yüzdelerinin ortalama %15 azalacağı görülmektedir.

Çizelge 4.18. Rıhtım Vinçlerinin Kullanım Yüzdeleri

RIHTIM VİNÇİ	MODEL 1 (%)	MODEL 2 (%)
1. VİNÇ	59	32
2. VİNÇ	49	30
3. VİNÇ	12	6
4. VİNÇ	53	33
5. VİNÇ	60	36
1. MHC	41	29
2. MHC	34	24
3. MHC	40	27
4. MHC	55	39
5. MHC	38	26

TARTIŞMA VE SONUÇ

Temel amacı rıhtım vinçlerinin çeker (taşıyıcı araç) beklemesinin sistem performansına etkisini görebilmek olan bu çalışma, çeker beklemelerinden kaynaklı olarak, geminin rıhtımda kalma süresinin arttığını ortaya koymuştur. Rıhtım vincinin elleçleme sırasında çekeri beklememesi durumunda elleçleme operasyonu süresinin ortalama olarak %48 azaltacağı görülmektedir. Bu durum gemi bekleme sürelerinin yarı yarıya düşeceğini göstermektedir.

Mevcut sistemi yansıtan simülasyon modelinin çıktıları, mevcut çekerlerin konteyner terminali için yeterli sayıda olduğu 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 beklemelerin 16 çeker ile çalışıldığı durumda karşılaşıldığı görülmektedir.

Simülasyon sonuçlarında çeker beklemelerinin geminin limanda kalma süresini oldukça uzattığı ortaya çıkmasıyla limanla görüşmeler yapılmış ve konu ile ilgili kaynaklar araştırılmıştır. Buna göre;

- rıhtımdaki gemiye atanacak çekerlerin ve sayılarının optimize edilmemesi
- operatörlerden kaynaklanan gecikmeler
- saha yerleşim ve istiflemelerindeki düzensizlik
- teknoloji eskimiş araç ve ekipmanların varlığı
- liman sahasının zarar görmüş yapılarının bulunması
- gece aydınlatmasının 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 çekere 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 da 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 gibi kuralların getirilmesi ve bu kurallara uyulmasının sağlanması sorunu ortadan kaldıracaktır.

Çekerlerin gecikmelerinde dördüncü sebep ise ağır yükler altında çalışan liman sahası 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 beklemelerinin ortadan kaldırılması durumunda rıhtım vinçlerinin kullanımının ortalama %29'a kadar düşeceği ortaya konmuştur. Bu durumda liman işletmesinin rıhtım vinçlerinin kullanım kapasitelerini arttırarak 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 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 kaybına neden olmaktadır.

Bu çalışma, mevcut sistemdeki taşıyıcı araçların performansı ve bu performansın geminin rıhtımda kaldığı süreye olan etkisi üzerine yoğunlaşmıştır. Mevcut yerleşimde taşıyıcı araçların yeterli olduğu kanısına varılmıştır. Konteyner terminalindeki sahaların farklı lokasyonlarda yer alması ve ya saha içi yerleşim düzeninin değiştirilmesi durumlarında sistem performansının nasıl etkileneceği çalışmanın devamında araştırılabilir. Bu durumda çekelerin daha kısa mesafelerde konteyner taşınması durumunun ortaya çıkması söz konusu olursa limana gelen gemilerin hizmet bekleme süreleri azaltılabilir.

Geminin yükleme ve boşaltma miktarlarına göre rıhtımlara atanmasının sistem performansına etkisi de araştırılabilecek başka bir konudur. Yükleme işleminin boşaltma işleminden sayıca fazla olması durumunda geminin ihraç sahasına yakın atanması mantıklı olacaktır. Çünkü gemiye yüklenmeyi bekleyen konteynerler bu sahada istiflenmektedir. Çekerlerin kısa mesafeyi kullanması sağlanarak taşıma maliyetleri ve geminin rıhtımda bekleme süresinin düşürülmesi mümkün olabilecektir.

Bunların yanında konteyner terminalinde bir değişim mühendisliği uygulanarak mevcut liman yerinde tam otomasyona geçilecek bir sistemin yatırım maliyeti ve sonrasındaki sistem performansına bağlı kazançları üzerine bir araştırma da faydalı olacaktır. Çok eskimiş olan tüm terminal ekipmanlarının

ortadan kaldırılması, süreçlerin yenilenmesi, sahaların yerlerinin ve saha içi istif düzenlerinin verimlilik odaklı tasarlanması, yeni ekipman yatırımlarının yapılması ve sonucunda sistem performansının nasıl artacağı konusunda bir araştırma yapılabilir.

Modelde göz ardı edilen gündüz ve gece performansının farklılığı, operatörlerin yıllık izinleri ve sağlık problemleri, vinçlerin ve mobil saha araçlarının arızalanmaları gibi durumların tahminlenerek modele dahil edilmesi söz konusu olabilir. Bunun için simülasyon tekniği sezgisel yöntemlerle desteklenebilir.

Limana yapılması düşünülen dolgular vardır. Dolgu işlemleri ile liman şeklinin değişmesi sonucunda çekerlerin sistem performansına etkisi ne şekilde değişecektir konusunda araştırma yapılabilir.

Mevcut sistemde ve ya yeni düzenlenen liman yerleşimi sonucunda güzergahları belirlenen AGV lerin sistem performansını ne ölçüde arttıracığı, bu yatırımın bütçesinin ne olacağı ve AGV yatırımlarının kazançlı olup olmayacağı araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- 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. Vol: 11, No: 1., S:58-76.
- Altınçubuk, Fikret. (2000). *Liman İdare ve İşletmesi*. Deniz Ticaret Odası Yayınları: İstanbul.
- Akal, Zühal (2003) *Performans Kavramı ve Performans Yönetimi*. Milli Prodüktivite 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. 22 Ağustos 2016, <http://doi.org/10.1080/03088839.2013.825053>.
- 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. (2001) *Dedicated Container Terminals: Costs and Benefits from a port perspective*. 9th World Conference on Transport Research, Seoul, July 2001.
- 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. Vol. 9, s: 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, ss. 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, 2002: 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*”. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Dengiz, B. 17 Ağustos 2016, 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.
- Dragovic, Branislav, Park, Nam Kyu, Meštrovic, Romeo ve Mihaljevic, Nikola. (2009) “Container terminals modeling: New approaches to investigation” IAME 2009.
- Dragović, B., Tzannatos, E., & 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. 11 Ağustos 2016, <http://doi.org/10.1007/s10696-016-9239-5>.
- Ducruet, C., Dumay, B ve Langen, P.W. (2007) “Average wage level as a new port performance indicator: a method and illustration of U.S. port counties”. IAME, 2007
- Elver, Ö. (2009). *Konteyner Alanlarında Stok Alanlarının Yerleşim Düzenlerinin Simülasyon ile Analizi*. Lisans bitirme tezi, Pamukkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- 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 Simulasyon Modeli*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Esmer, S., Yıldız, G. ve Tuna, O. (2007, Temmuz). *Konteyner Terminallerinde Gemi-Rıhtım Bağlantısının Benzetim Yöntemi İle 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. and Ahlt, K. P. (1973). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Metotları* (Çev. R. Keleş). Ankara, Sevinç Matbaası, 234-265.
- Gray, R. ve G. Kim (2001). *Logistics and International Shipping*. Institute of International Maritime Affairs, Korea Maritime University
- 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.
- Hassan, S.A. (1993). Port activity simulation; an overview, *ACM SIGSIM Simulation Digest*, 23(2), 17-36.
- 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., & Aksoy, S. (2015). A Study On Quantitative Benefits Of Port Community Systems. *Maritime Policy & Management*, 42(1), 1–10. [Http://Doi.Org/10. 1080/03088839. 2013. 825053](http://doi.org/10.1080/03088839.2013.825053)
- 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.

- Kulak, O., Polat, O., Gujjula, R., & G?Nther, 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. [Http://Doi.Org/10.1007/S10696-011-9128-X](http://doi.org/10.1007/S10696-011-9128-X)
- Kulak, O., Taner, M. E., & Polat, O. (2009). Bir Konteynır Terminalinde Taşıma Operasyonlarının Simülasyon İle Analizi. In *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., & 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. [http://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00200-9](http://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00200-9)
- Lin, J., Gao, B., & Zhang, C. (2014). Simulation-based investment planning for Humen Port. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 40, 161–175. <http://doi.org/10.1016/j.simpat.2013.09.009>
- Marlow, P. B., & Paixão Casaca, A. C. (2003). Measuring lean ports performance. *International Journal of Transport Management*, 1(4), 189–202. <http://doi.org/10.1016/j.ijtm.2003.12.002>
- Mat Tahar, R., & Hussain, K. (2000). Simulation and analysis for the Kelang Container Terminal operations. *Logistics Information Management*, 13(1), 14–20. <http://doi.org/10.1108/09576050010306350>
- Mentzer, J.T., Konrad, B.P., 1991. An Efficiency/Effectiveness Approach To Logistics Performance Analysis. *Journal of Business Logistics* 12 (1), 33–62.

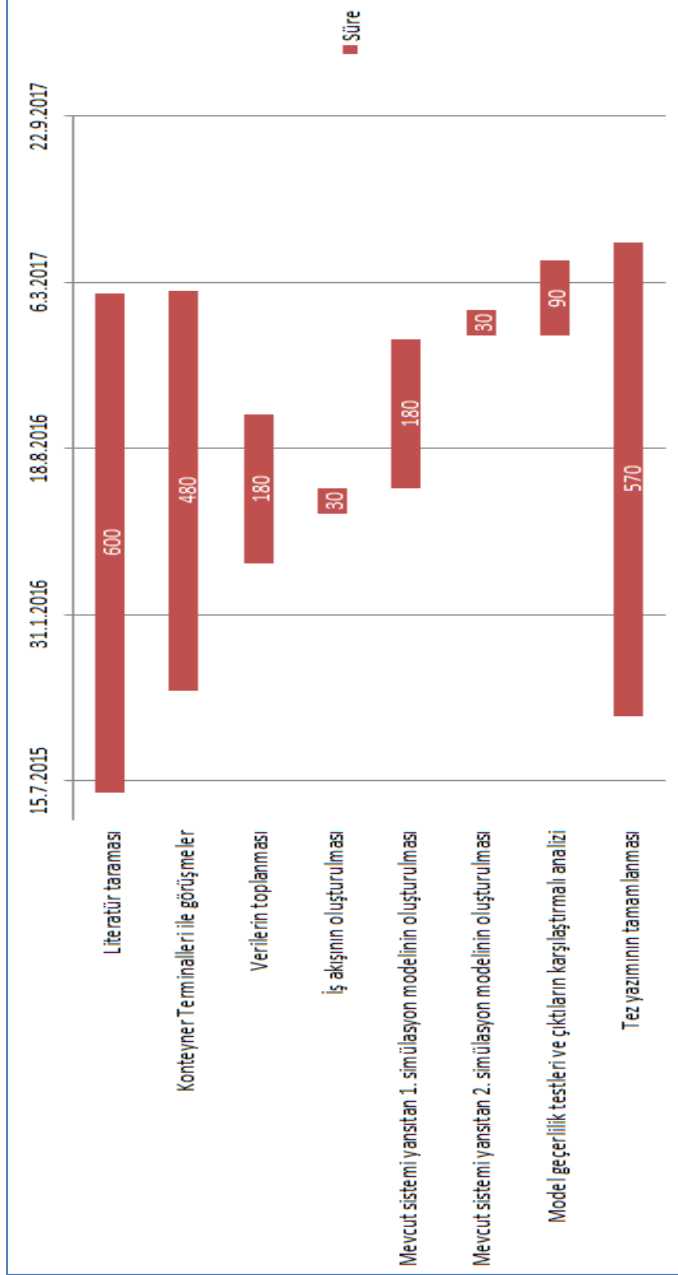
- Metsan (2017). *Konteyner Ölçüleri*. 22.Haziran 2017 Erişim
<http://www.metsan.com.tr/pdfler/konteyner.pdf>
- Monaco, M.F., Moccia, L. ve Sammara, M. (2009) Operations research for the management of a transshipment container terminal: The Gioia Tauro case. *Maritime Economics and Logistics*. Vol: 11, No: 1., S:7-35.
- Nam Kyu Park; Dragovic Branislav; Ju Young Kim; (N.D.). Dynamic Equipment Deployment at a Container Terminal : Transfer System Based on Real-Time Positioning. *J Mech Eng*, 55(2), 83–94. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=21328749>
- 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., & Diaz, R. (2014). Hybrid approach for container terminals performances evaluation and analysis. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 9(1/2), 104. <http://doi.org/10.1504/IJSPM.2014.061464>
- Park, N., Dragovic, B., Meštrović, R., & Kim, J. (2007). Simulation And Analysis Of Container Terminals Operations – Case Study: Korean Ports. *Mocm*, 3(13), 171–180. Retrieved from <http://pubs.ub.ro/?pg=revues&rev=mocm&num=200713&vol=3&aid=1813>
- Ross, S., & Ross, S. (2013). Chapter 7 – The Discrete Event Simulation Approach. In *Simulation* (pp. 111–134). <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-415825-2.00007-3>
- Yalçın, S. (2005). Konteyner Terminali Stok Sahası Optimizasyonu. İstanbul Üniversitesi. Retrieved From <Http://Www.Necdetozcakar.Com/Wp-Content/Uploads/Konteyner-Terminali-Stok-Sahas%C4%B1-Optimizasyonu.pdf>
- Sgouridis, S. P., Makris, D., & 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.
[http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-950X\(2003\)129:4\(178\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(2003)129:4(178))

Soman, C. ve Raghuram, G. (2008) Simulation modelling and analysis of jetty operations: a case study. IAME Annual Conference, 2-4 April, Dalian, China.

EKLER

EK 4.1: Çalışma Planı



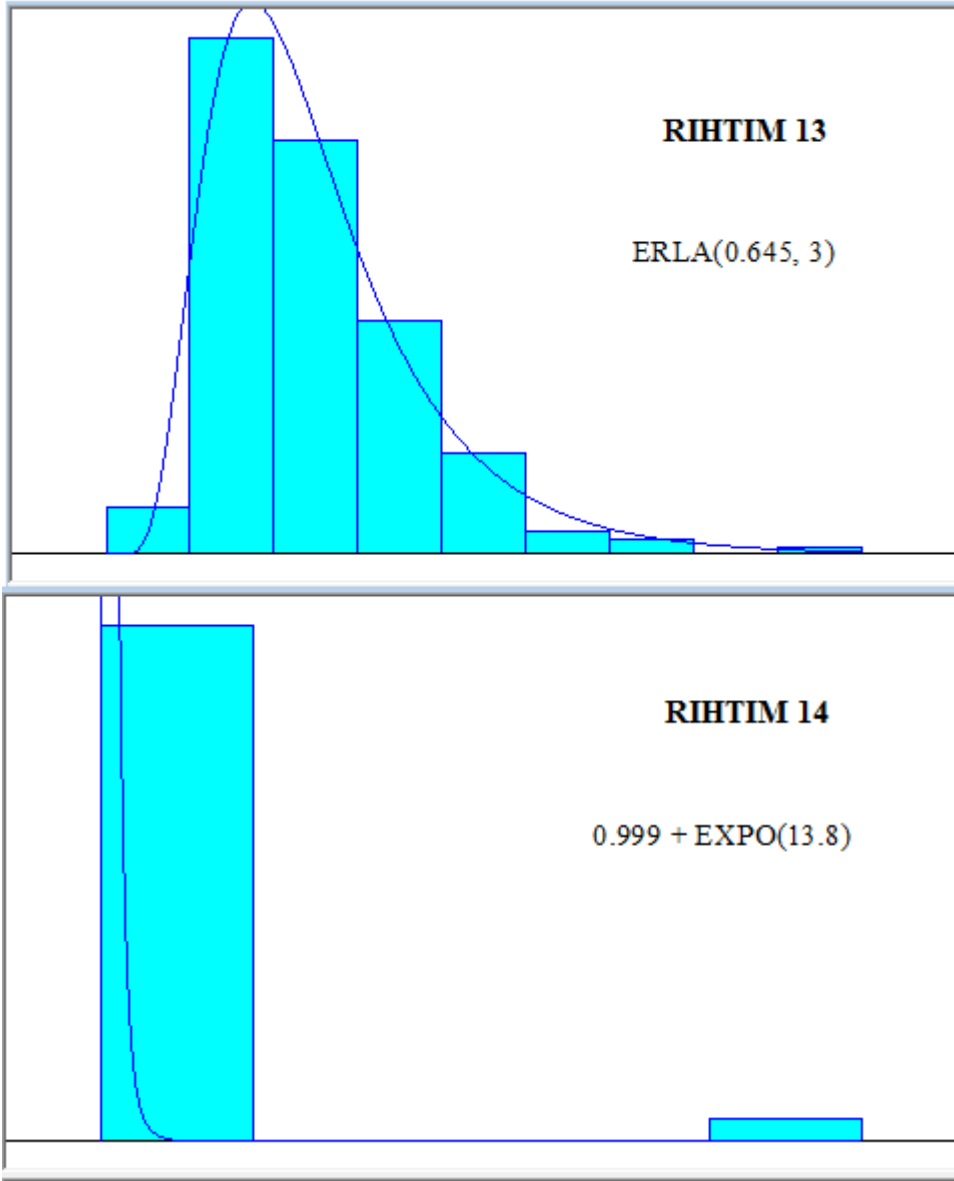
EK 4.2: Gemi ve Yük Verilerinin Bir Örneği

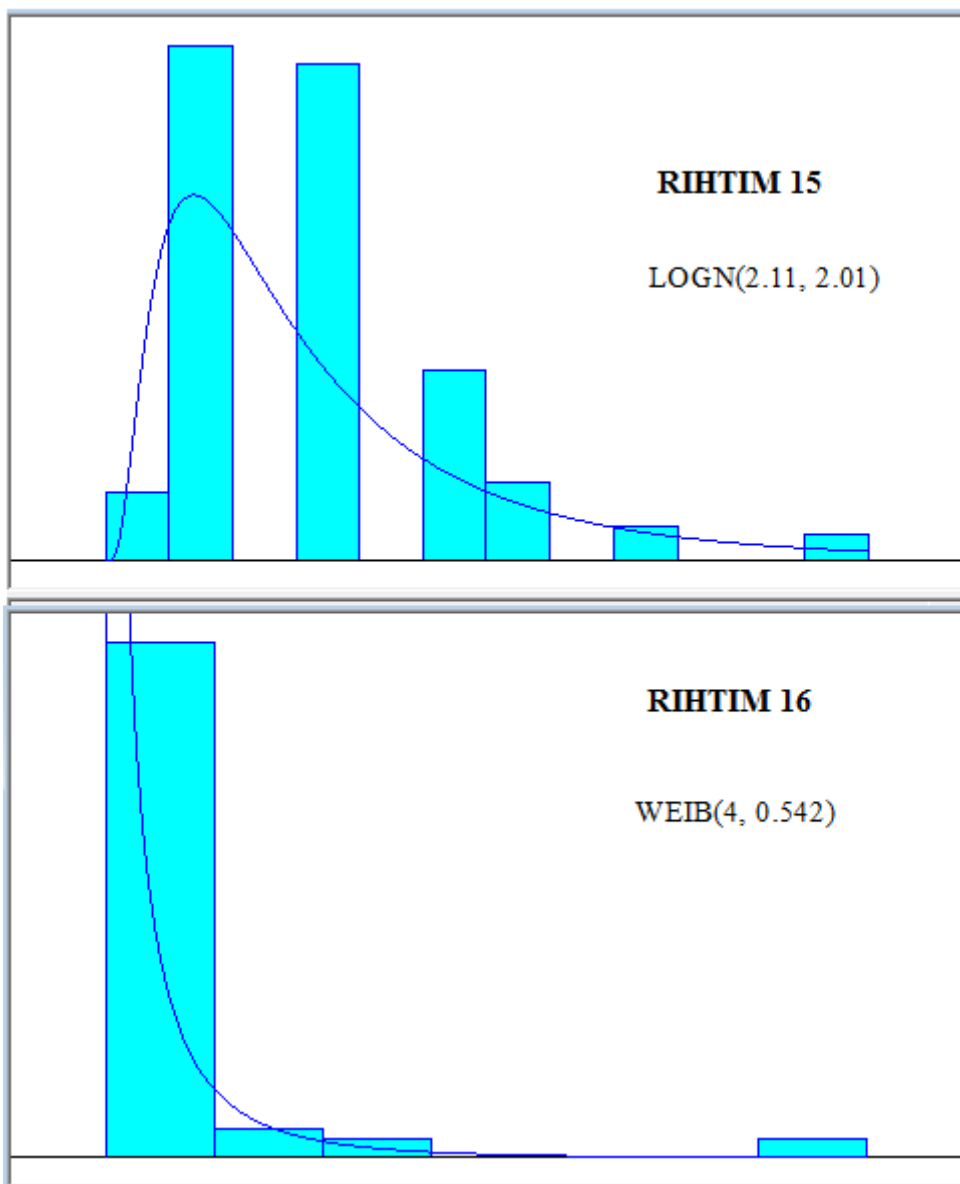
BAYRAĞI	RIHTIM	YNS.TARİHİ	YN:SAAT	KLK.TRH	KLK.SA	SAAT	BOYU	dolu		boş		TEU	TOP	dolu		boş		TEU	TOP
								20-D	40-D	20-B	40-B			20-D	40-D	20-B	40-B		
PANAMA	15	01.01.15	08:30	03.01.15	00:20	40	188	215	285	96	0	881	596	722	48	0	0	818	770
LİBERYA	17	01.01.15	09:00	02.01.15	02:45	18	173	13	115	0	3	249	131	106	61	0	2	232	169
PANAMA	13	01.01.15	10:15	02.01.15	12:30	26	242	0	0	0	0	0	0	268	88	1	0	445	357
MALTA	17	02.01.15	07:40	02.01.15	16:40	9	125	35	30	0	0	95	65	22	25	5	3	83	55
LİBERYA	19	02.01.15	15:15	02.01.15	23:30	8	177	0	9	7	0	25	16	72	49	0	0	170	121
İTALYA	25	02.01.15	23:00	03.01.15	05:15	6	182	103	48	0	1	201	152	31	56	30	19	211	136
PANAMA	13	03.01.15	05:00	03.01.15	16:30	12	207	7	11	0	98	225	116	54	62	0	0	178	116
TC	17	02.01.15	23:30	03.01.15	16:00	17	147	10	0	69	212	503	291	120	66	0	0	252	186
ANTİGUA	19	03.01.15	11:10	04.01.15	13:15	26	261	222	379	181	8	1.177	790	49	3	0	0	55	52
TC	19	04.01.15	15:40	05.01.15	01:00	9	101	1	3	0	21	49	25	5	41	0	0	87	46
TC	17	05.01.15	09:45	06.01.15	04:30	19	184	113	93	119	0	418	325	112	76	0	42	348	230
PANAMA	15	03.01.15	13:30	04.01.15	14:00	25	190	203	87	260	0	637	550	237	45	0	0	327	282
LİBERYA	17	07.01.15	08:00	08.01.15	03:00	19	140	96	93	0	61	404	250	25	10	0	0	45	35
MALTA	13	07.01.15	06:30	07.01.15	19:25	13	169	53	29	70	30	241	182	22	26	1	0	75	49
BERMUDA	19	07.01.15	21:05	08.01.15	19:15	22	236	39	92	279	10	522	420	183	26	0	0	235	209
TC	15	08.01.15	07:30	09.01.15	06:00	23	213	2	29	276	112	560	419	70	39	0	0	148	109

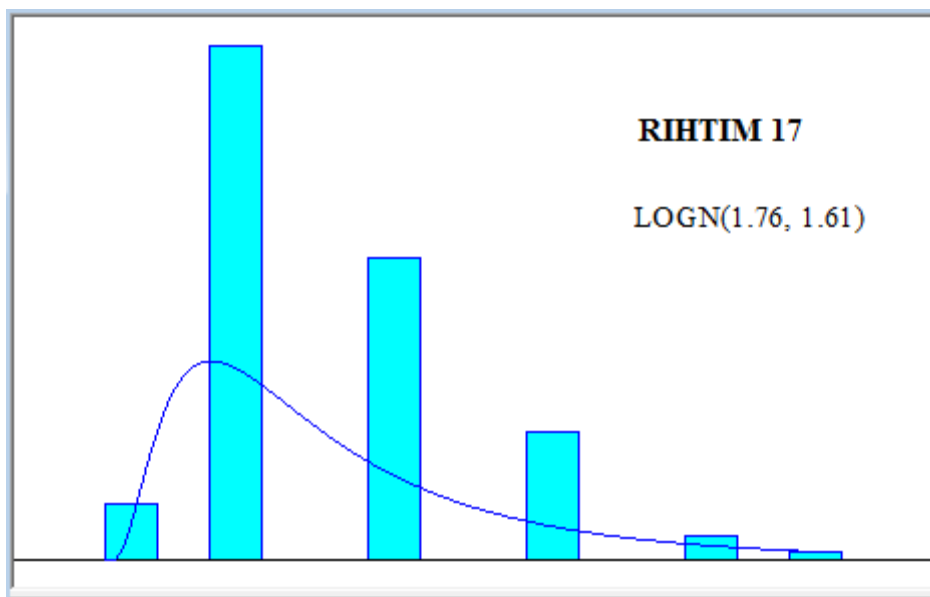
EK 4.3. Konteynerlere Ait Verilerin Bir Örneği

Tip							Giriş/Çıkış				İç Dolum	
Puan Tip	Yanaşma Tarihi	Ayrılma Tarihi	Konteynır No	Kont. Size	Boş / Dolu	Kont. Tür	Giriş Tipi	Giriş Tarihi	Çıkış Tarihi	Çıkış Tipi	Dolduruldu	Tarih
Yükleme	31.12.2014	1.1.2015	AMFU 858056-8	40'	Dolu	HC	Tahliye	30.11.2014	31.12.2014	Yükleme	*	25.12.2014
Yükleme	31.12.2014	1.1.2015	HLXU 325304-6	20'	Dolu	DC	Tahliye	19.12.2014	31.12.2014	Yükleme	*	26.12.2014
Yükleme	31.12.2014	1.1.2015	HLXU 611414-7	40'	Dolu	HC	Tahliye	5.12.2014	31.12.2014	Yükleme	*	25.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	AMFU 319794-1	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	BEAU 205936-6	20'	Dolu	DC	Tahliye	28.11.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	BMOU 265101-9	20'	Dolu	DC	Tahliye	14.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAIU 273592-7	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CAIU 278374-0	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAIU 278965-1	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	25.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAIU 280788-4	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAIU 291359-3	20'	Dolu	DC	Tahliye	12.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CAIU 295497-2	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CAIU 295573-1	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CAIU 315579-6	20'	Dolu	DC	Tahliye	21.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CAIU 342950-0	20'	Dolu	DC	Tahliye	21.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CARU 279053-5	20'	Dolu	DC	Tahliye	6.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAXU 319798-3	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	24.12.2014
Yükleme	1.1.2015	3.1.2015	CAXU 665762-9	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	2.1.2015	Yükleme	*	25.12.2014
Yükleme	1.1.2015	2.1.2015	CRXU 173573-9	20'	Dolu	DC	Tahliye	23.12.2014	1.1.2015	Yükleme	*	29.12.2014

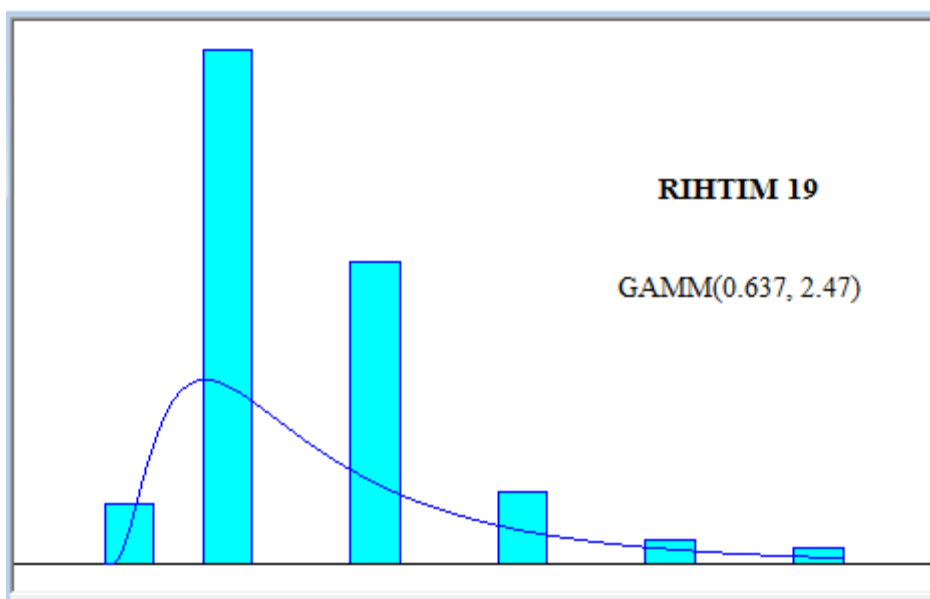
EK 4.4: Rıhtımlara Gemi Geliş Aralıklarına Ait Dağılım (gün)

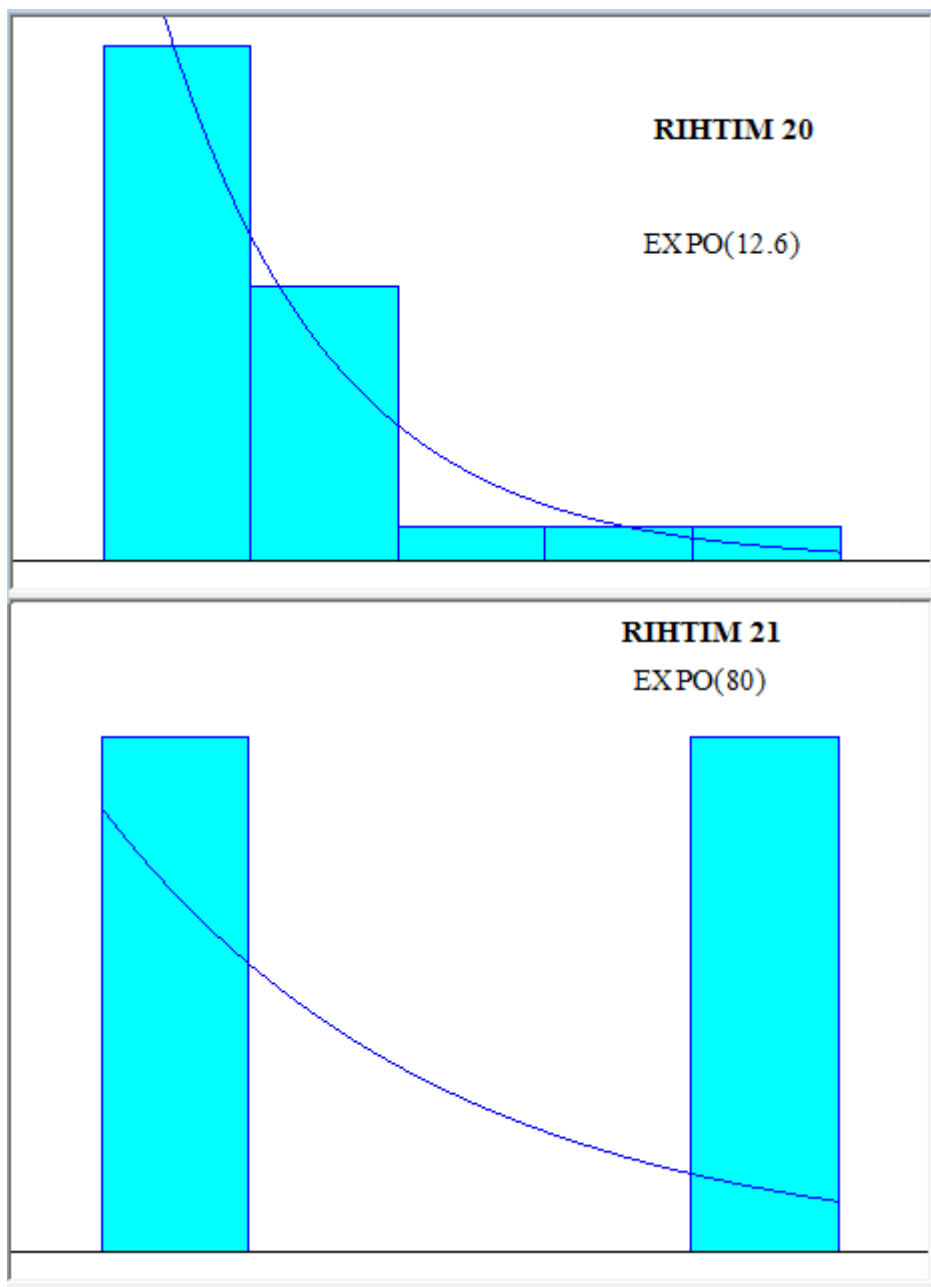


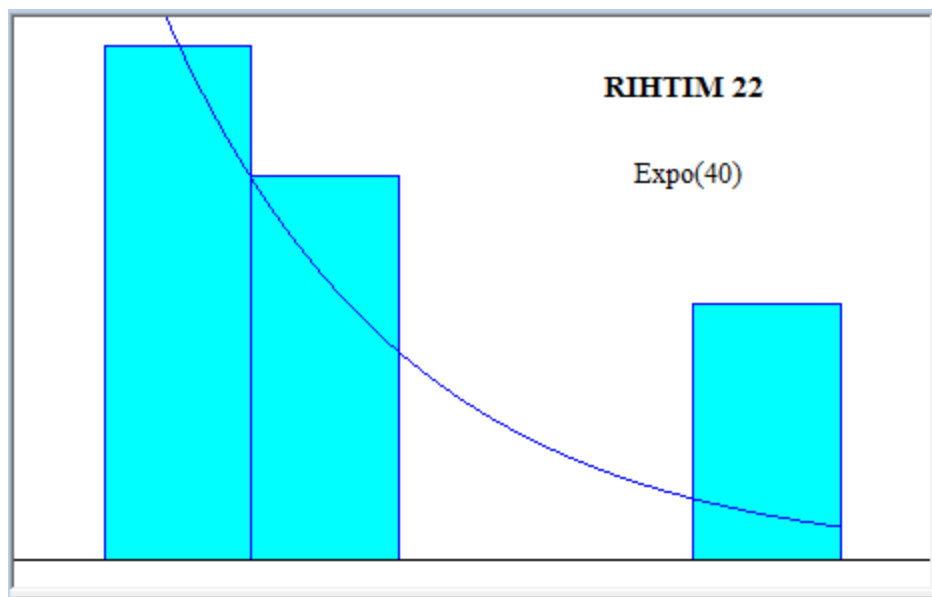




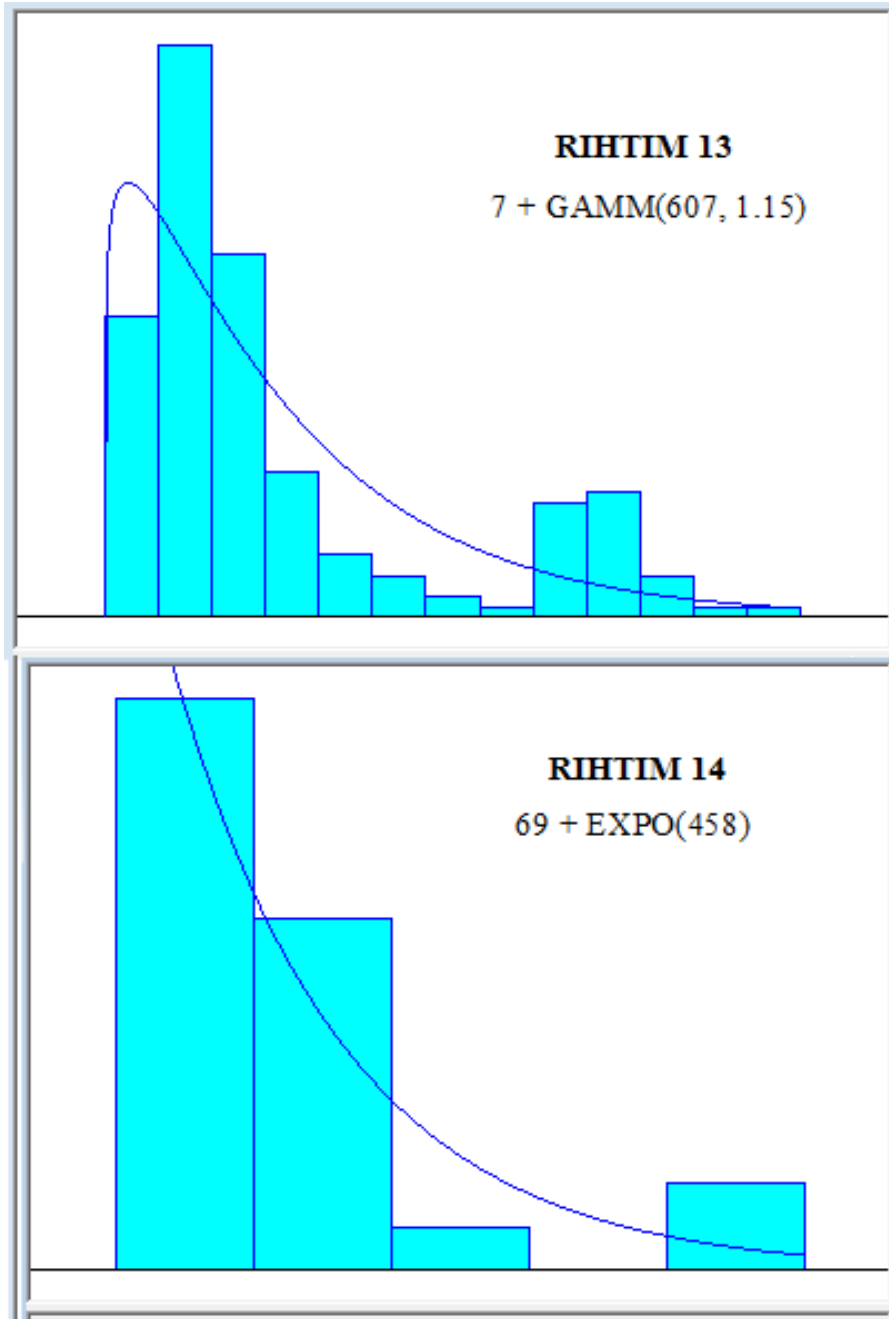
RIHTIM 18 : expo(170)

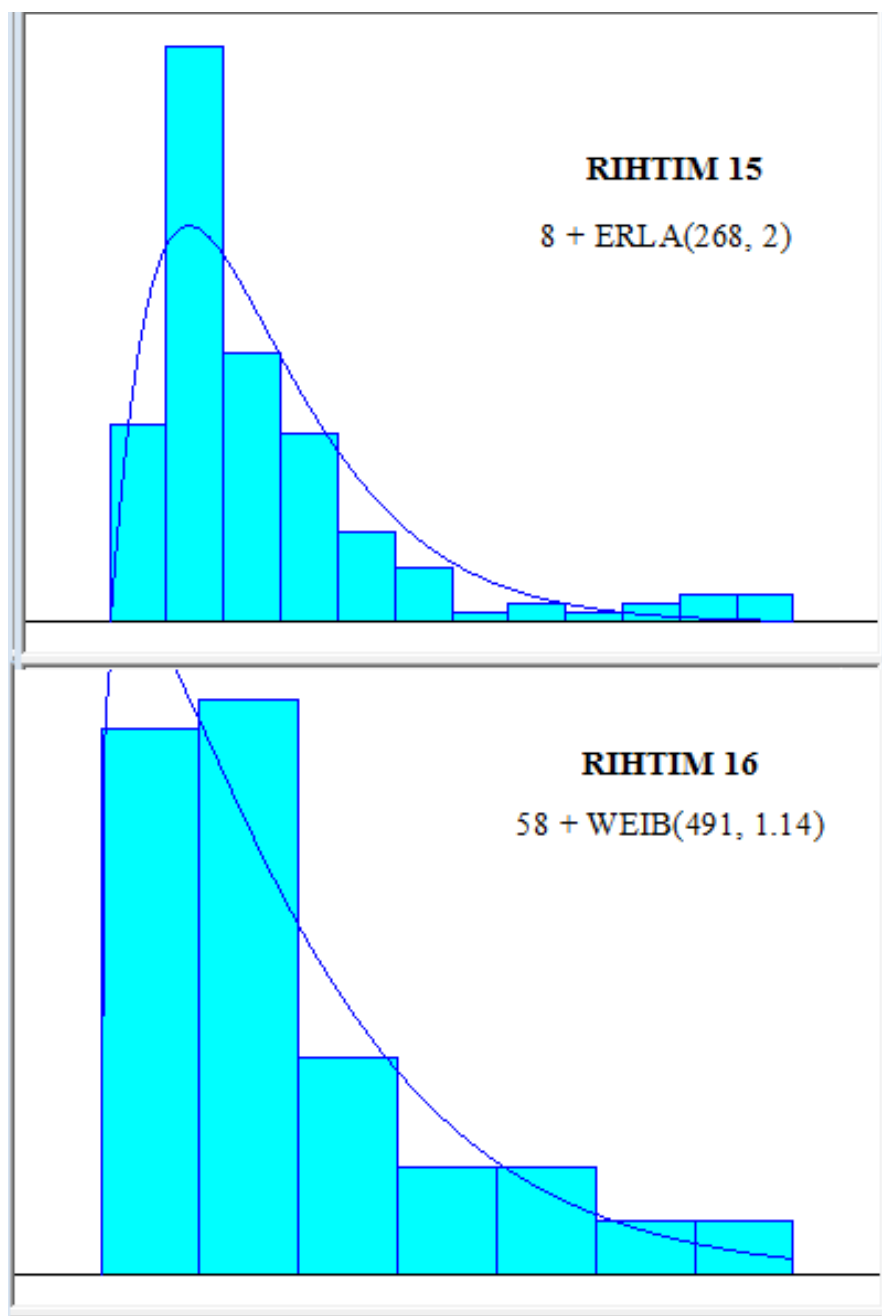


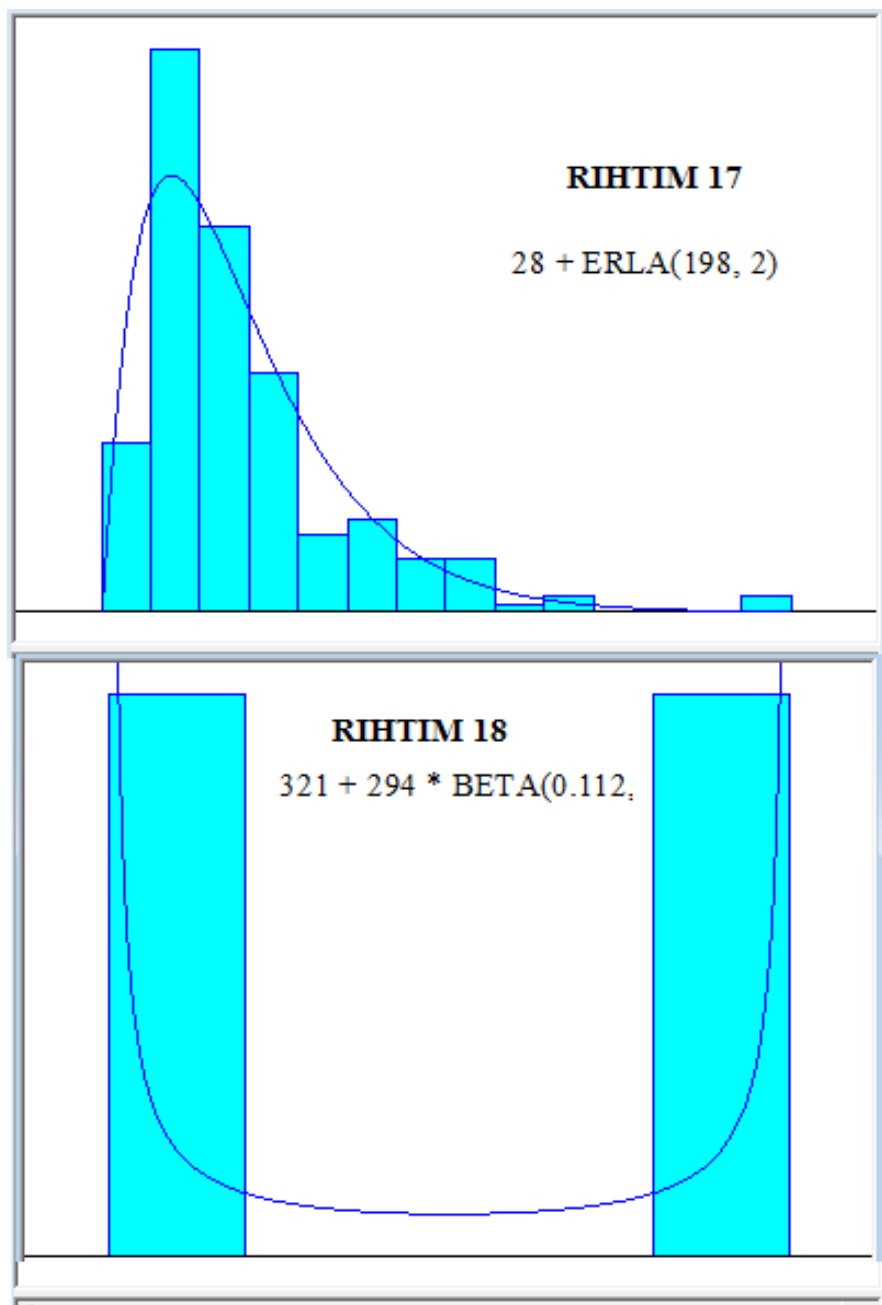


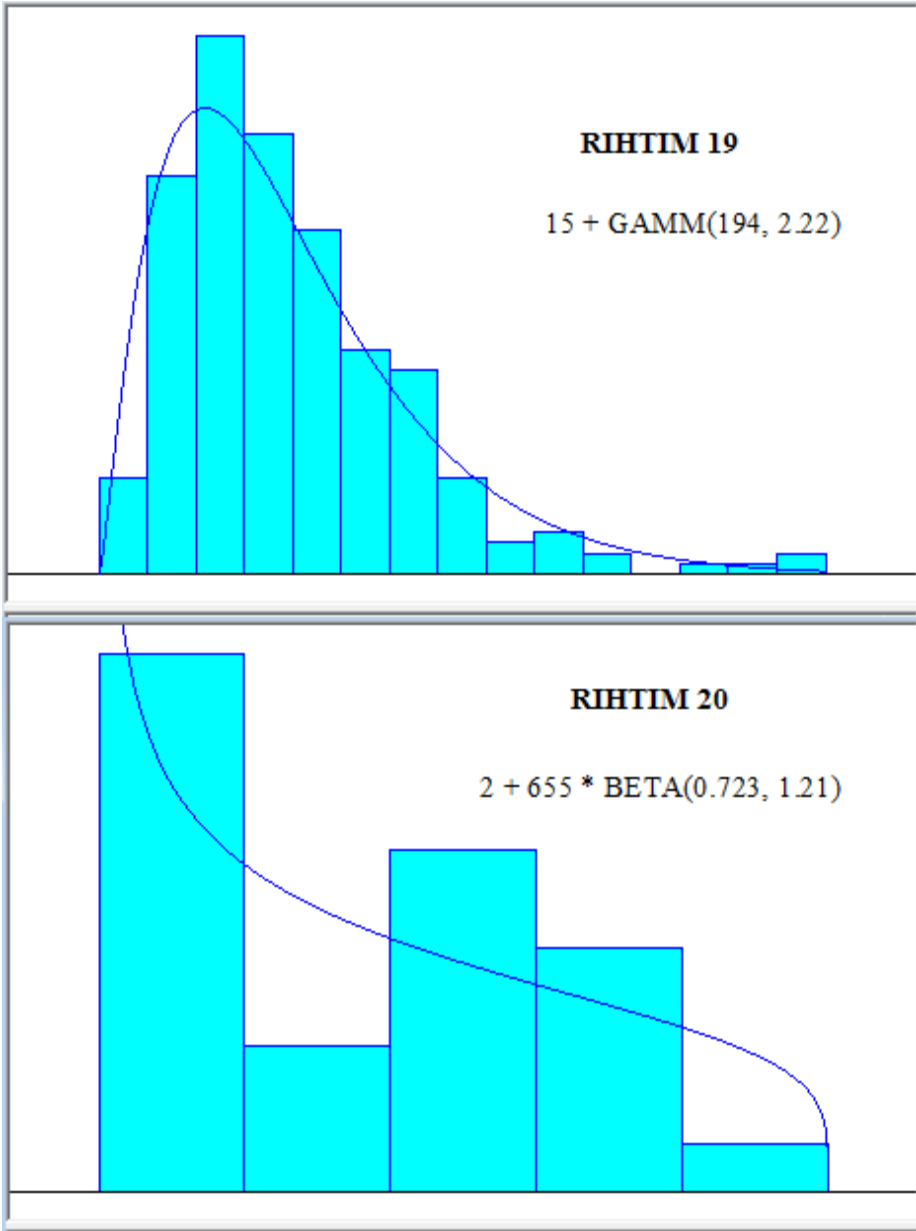


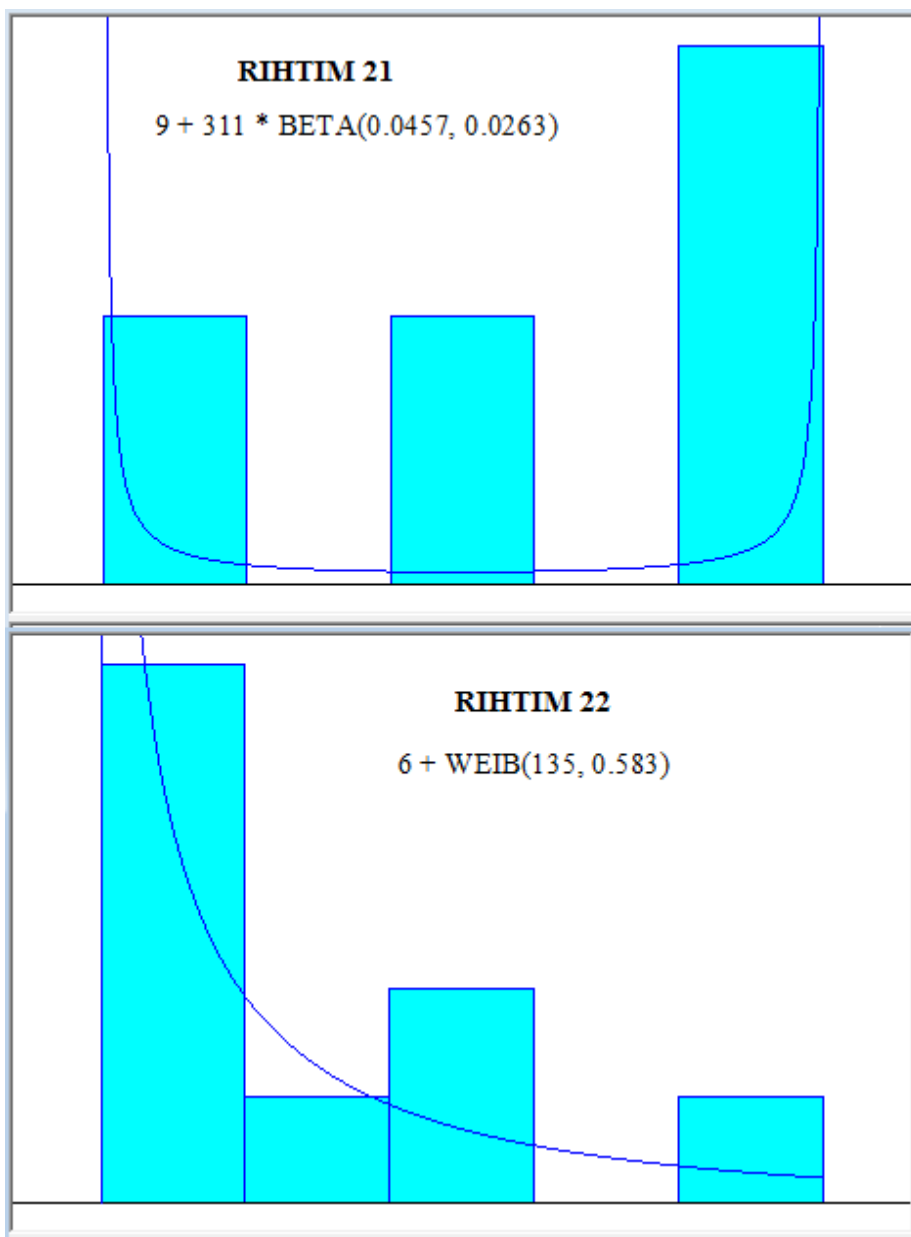
EK-4.5: Bir Gemide Elleçlenen Konteyner Sayısına Ait Dağılım



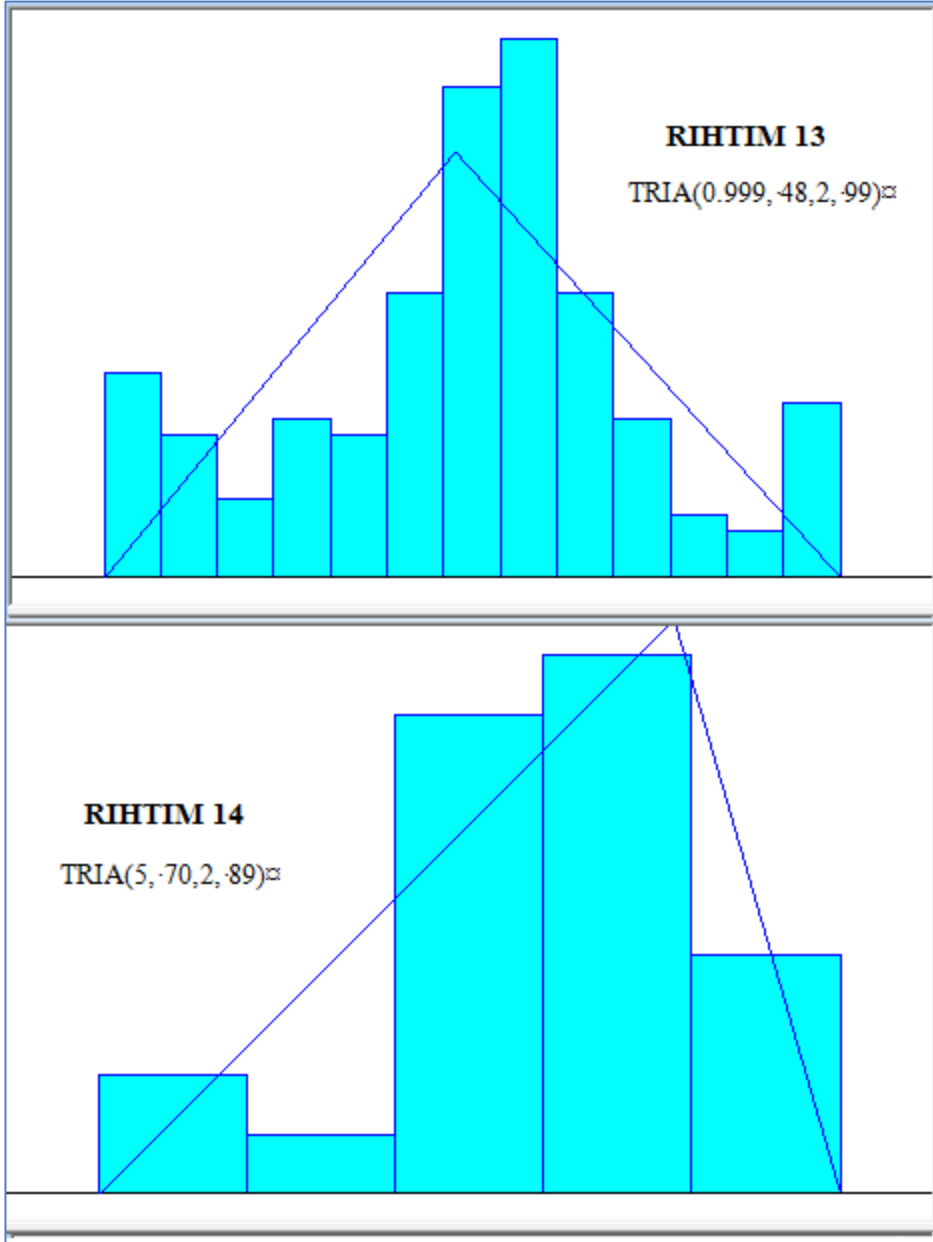


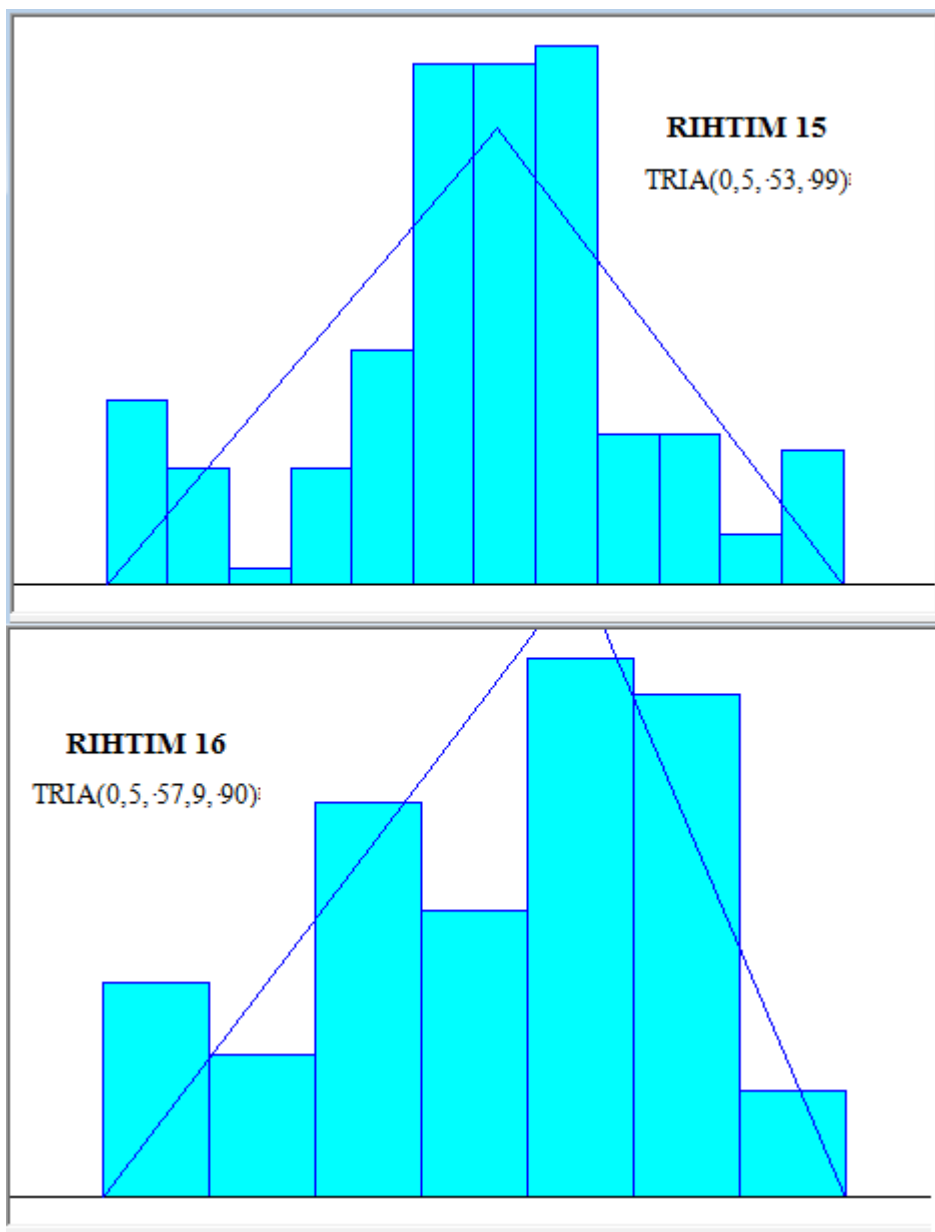


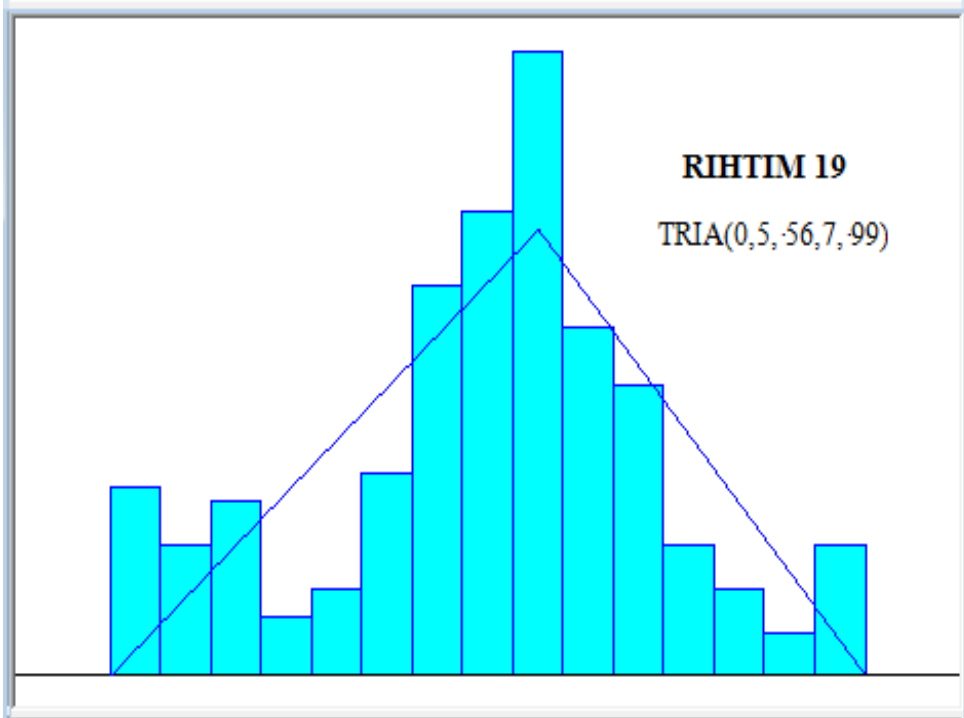
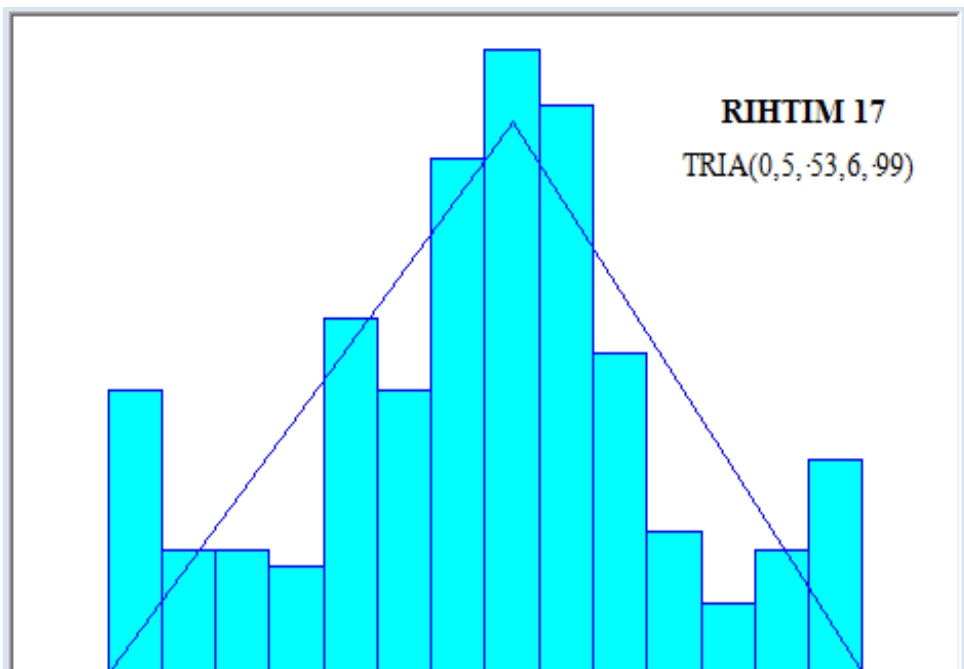


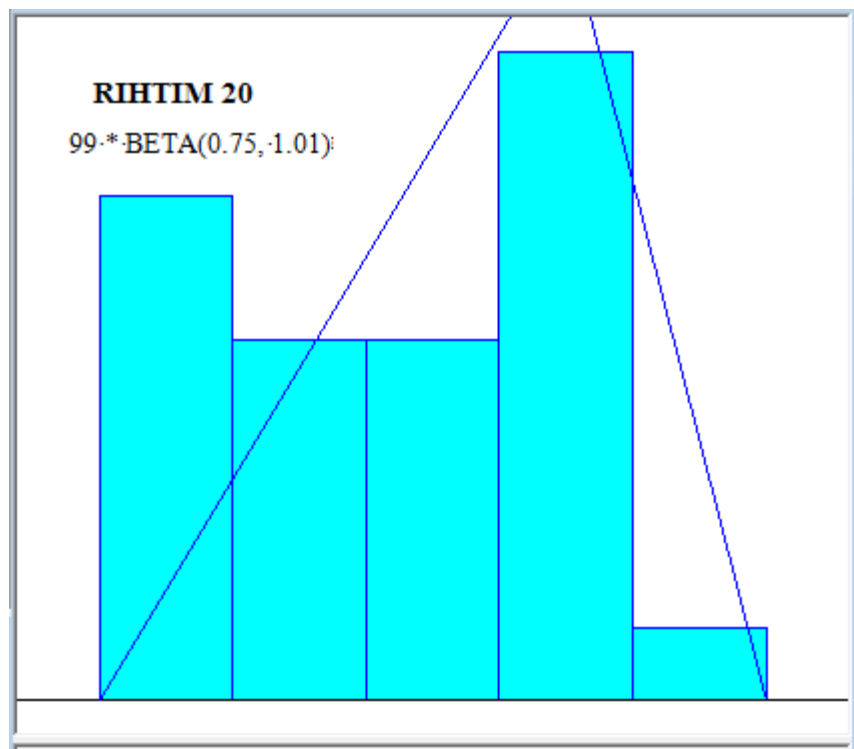


EK 4.6: Bir Gemiden Tahliye Edilen Konteyner Sayısına Ait Dağılım

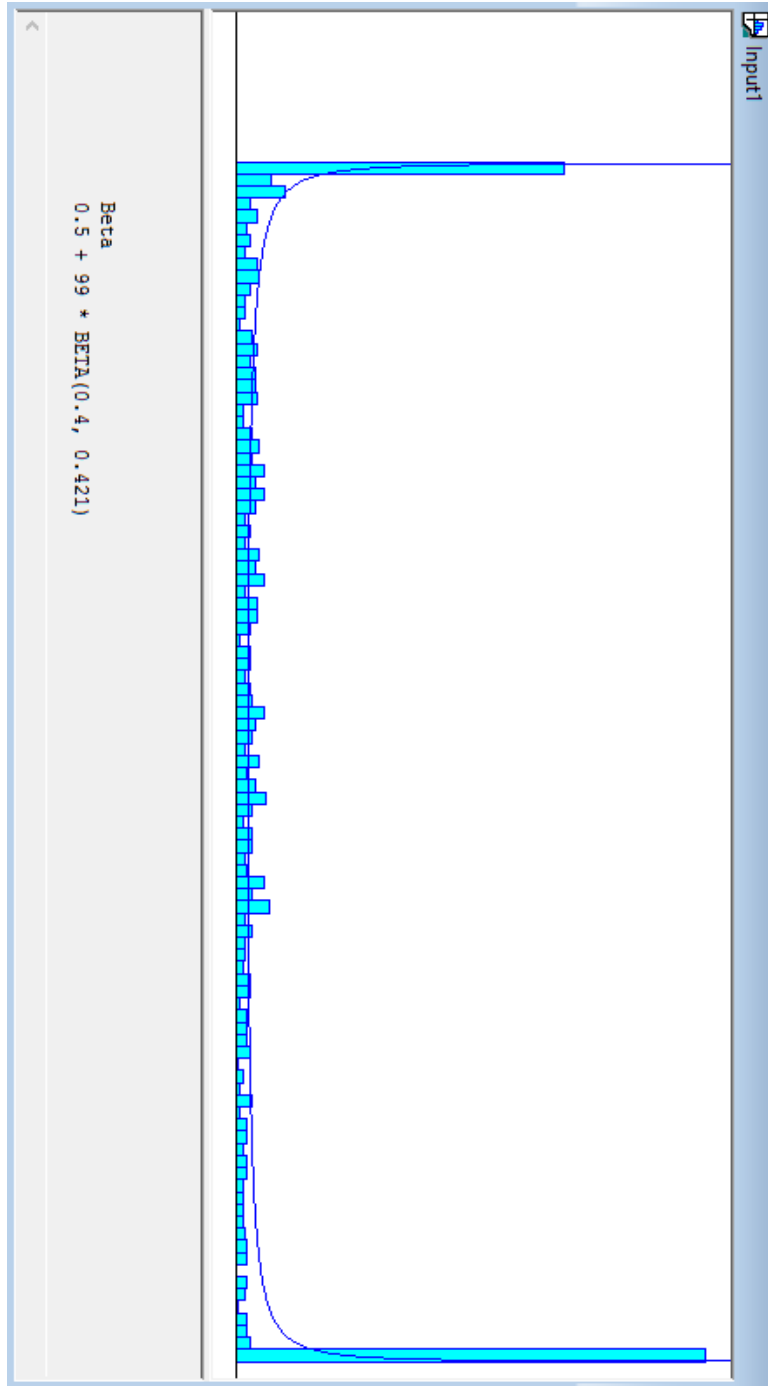






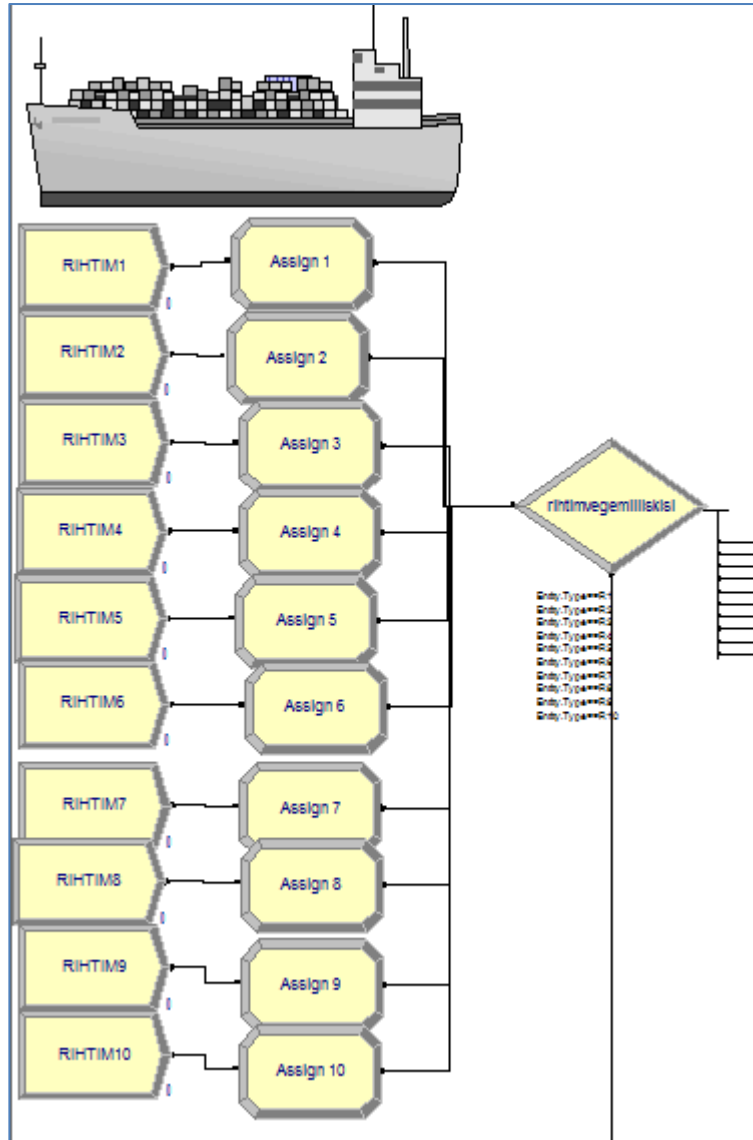


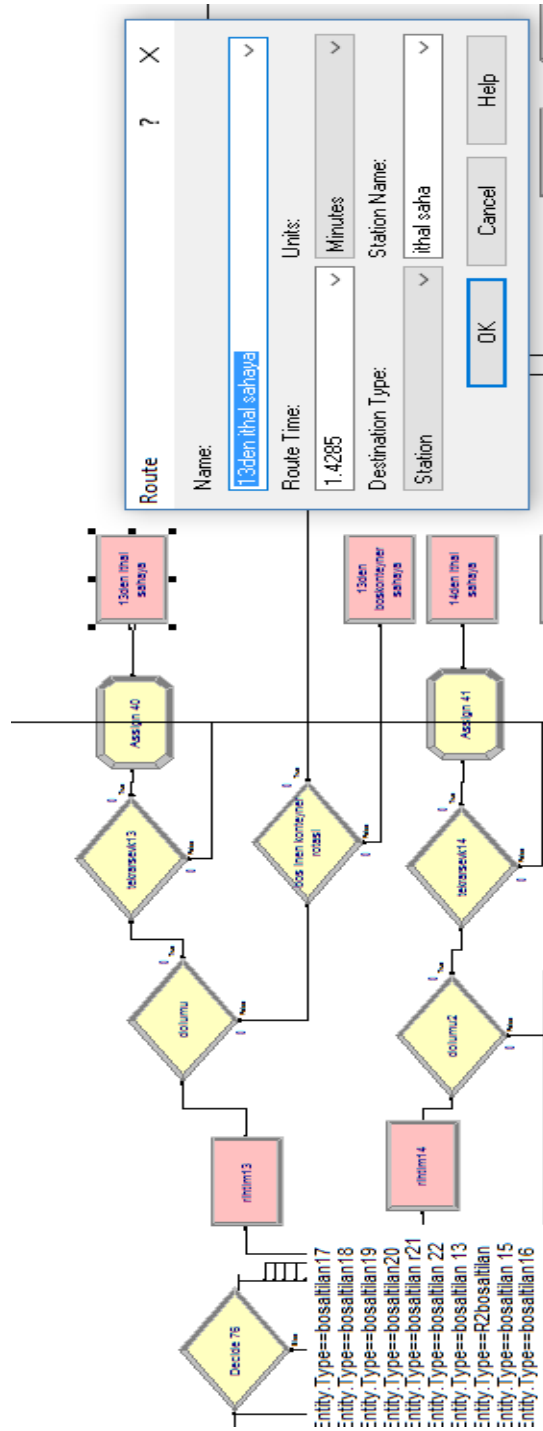
EK-4.7: Tahliye Konteynerlerin Dolu Olanlarının Sayısına Ait Dağılım

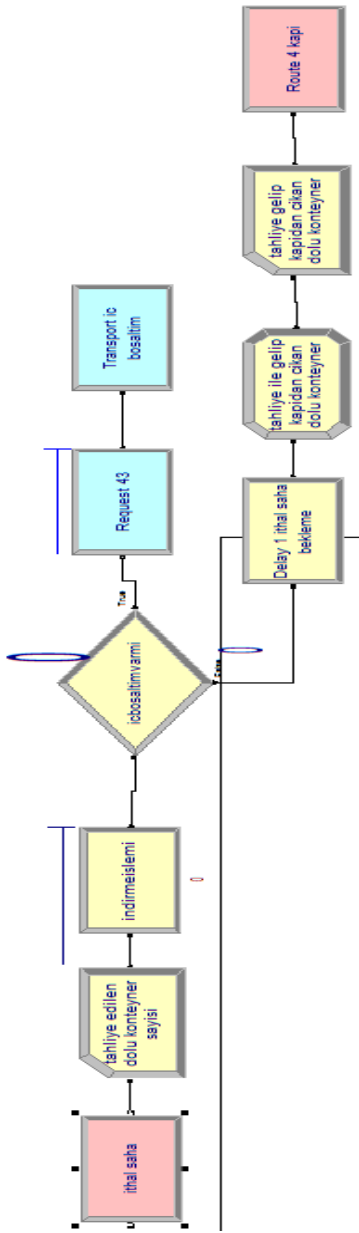


EK-4.8: Mevcut Sistem Simülasyon Modeli

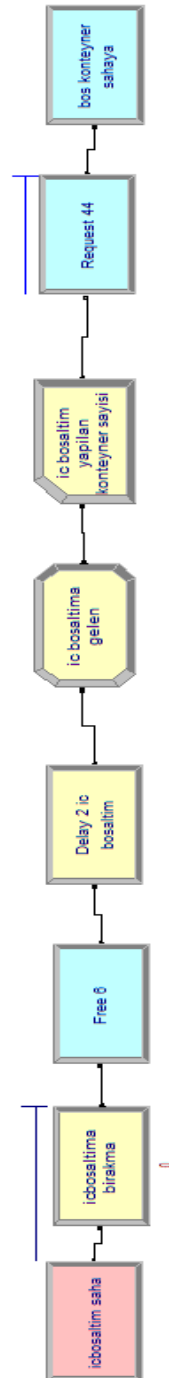
1





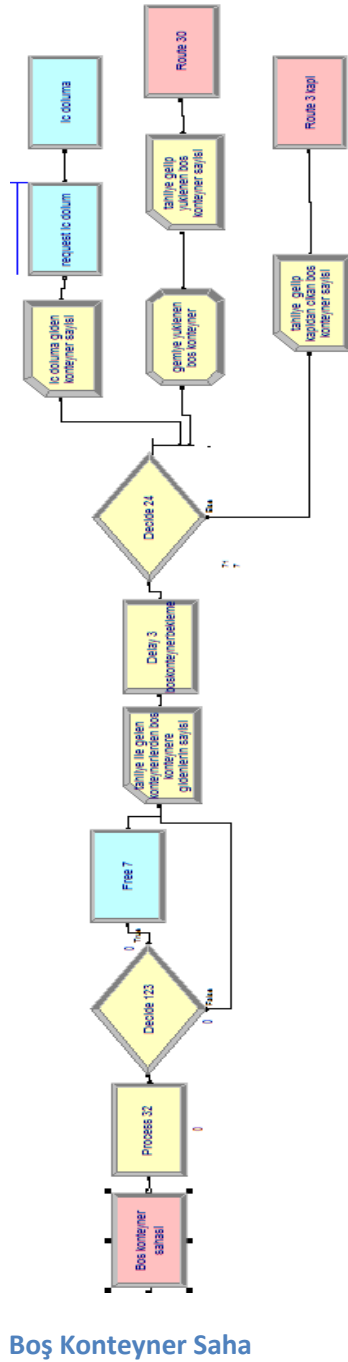
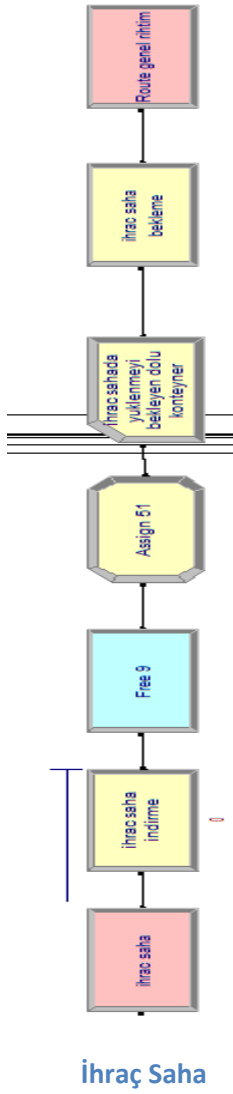


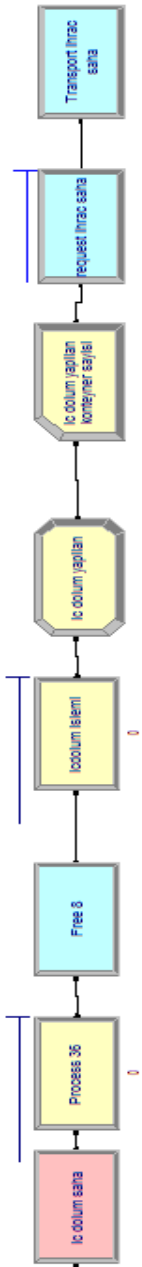
İthal Saha



İç Boşaltım Saha

6-7

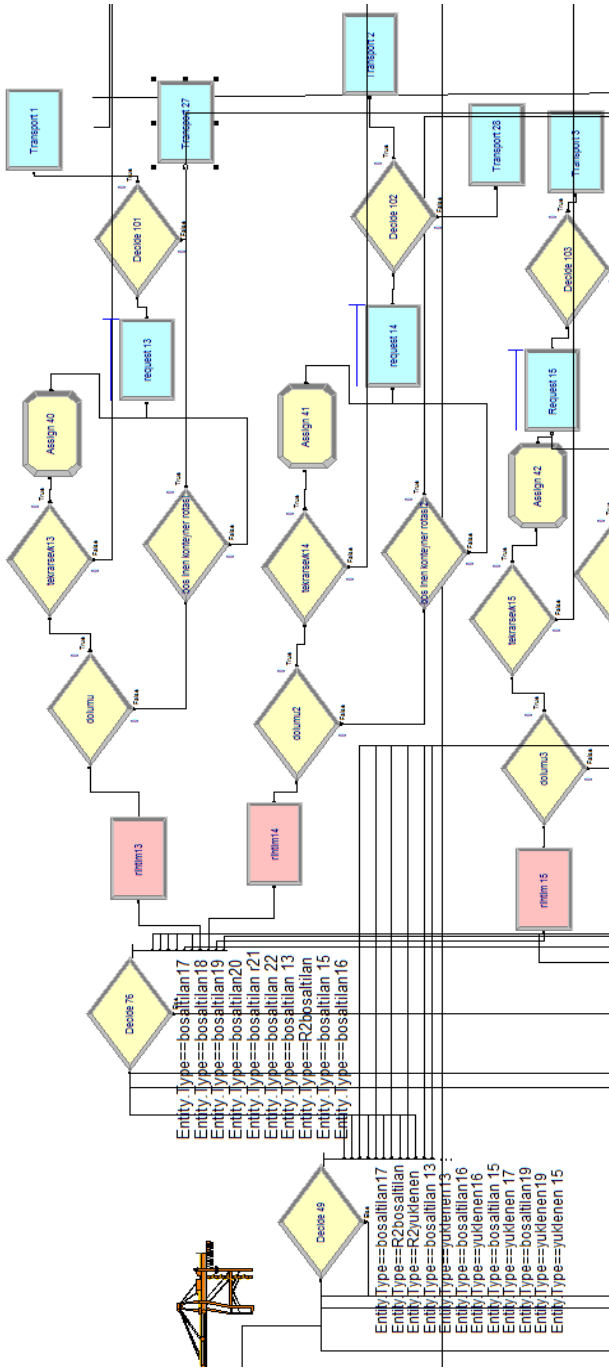


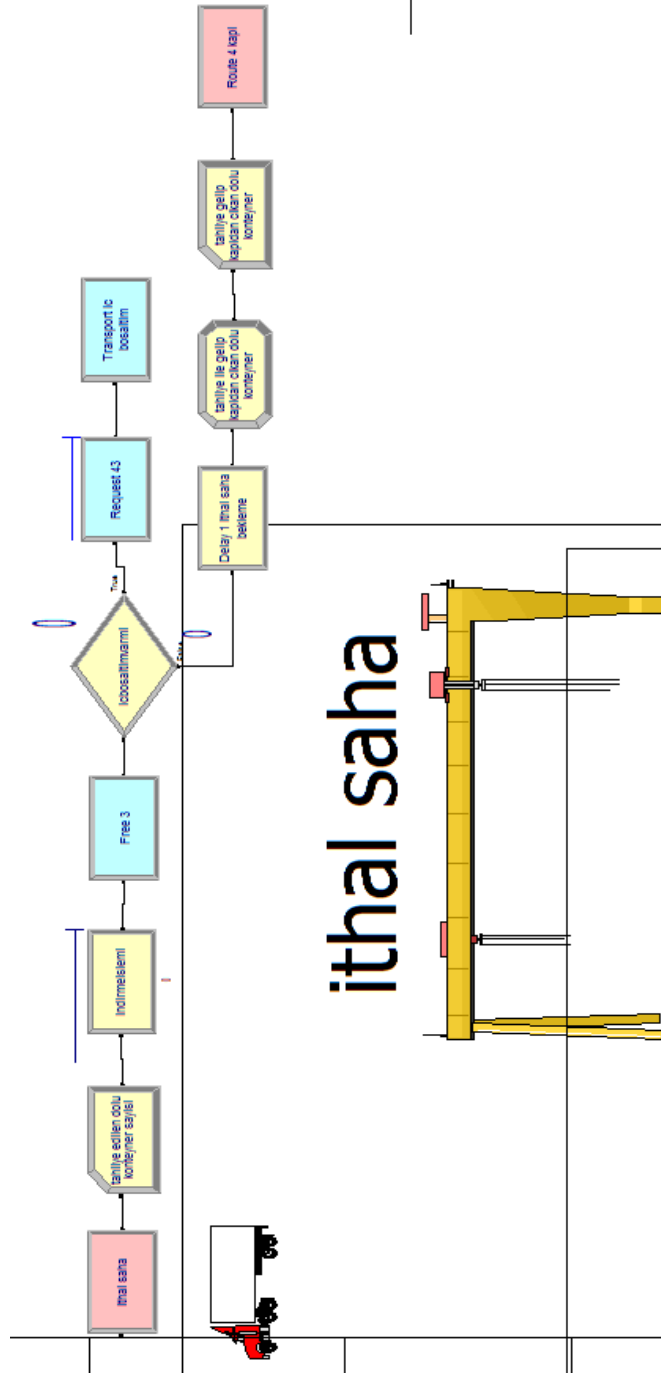


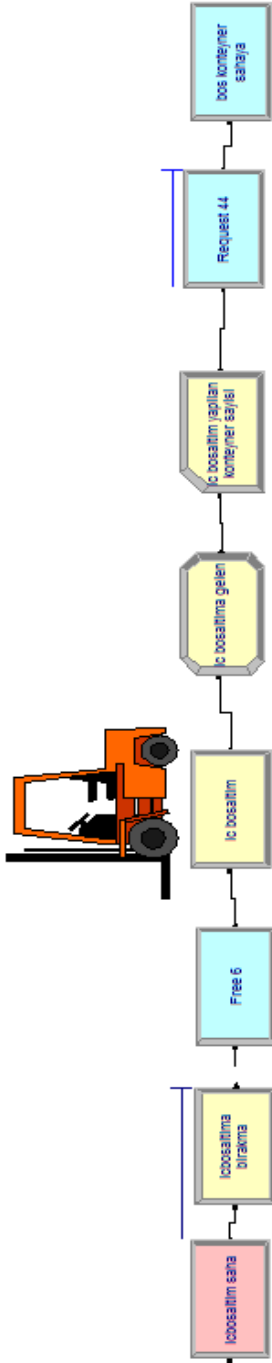
İç Dolum Saha

EK-4.9: Geliştirilen mevcut sistem simülasyon modeli

3 (1 ve 2 mevcut sistem ile aynı)

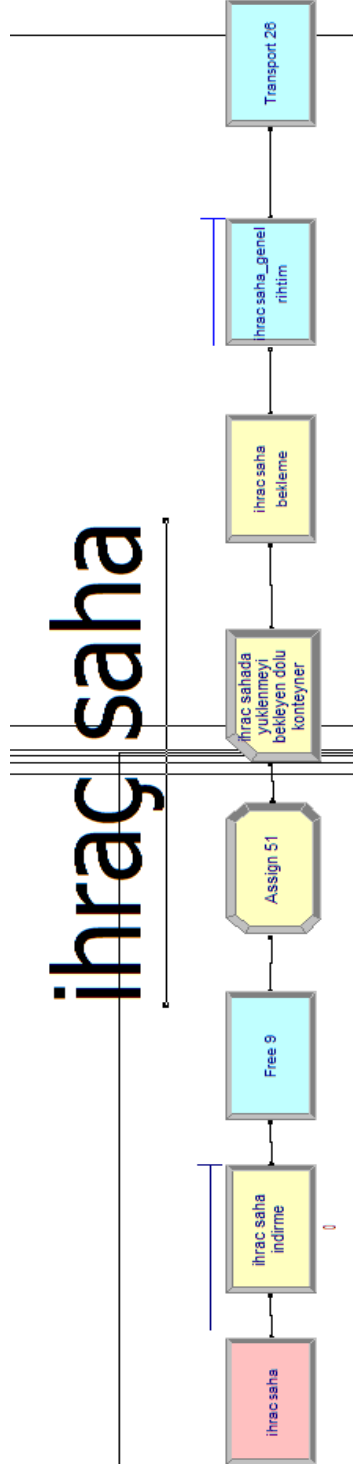


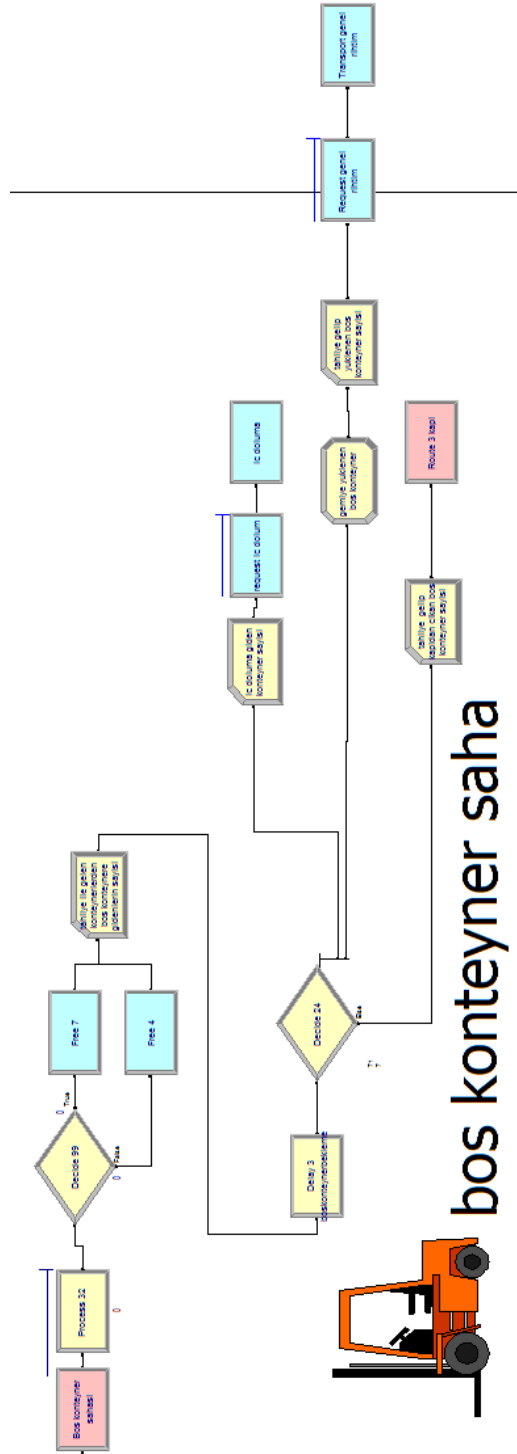




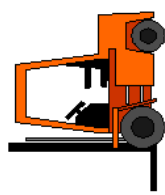
İç boşaltım saha

ihraç saha

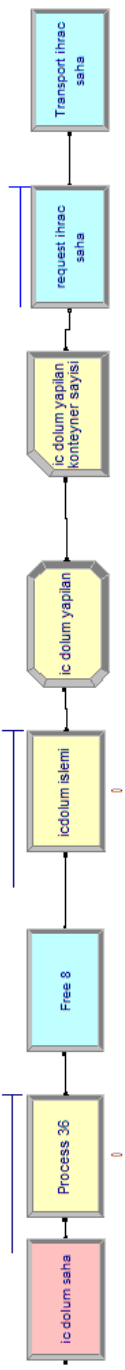




bos konteyner saha



ic dolum saha



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : D. Özgün SARIOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Bornova/ 05.07.1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans Öğrenimi : Endüstri Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Bildiriler

-Uluslararası : “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Otobüs Terminal Konumunun Belirlenmesi Denizli Örneği”, 12. EYİ 2011

“Yatırım Kararlarının Optimizasyonunda Karar Verme Yöntemlerinin Kullanımı ile Beton Katkı Malzemesi Üretimine Yönelik Bir Yatırım Modeli Uygulaması”, 12. EYİ 2011

-Ulusal :“Lojistik Süreçte Yeni Bir Uygulama ve Sektörün Bakış Açısı: Akıllı Konteyner” Akademik Bilişim 2016

Katıldığı Projeler :

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : KUYAS Yazılımı 2008-2009 Pamukkale Üniversitesi 2009-2011 Adnan Menderes Üniversitesi 2011-Halen

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ozgun.sarioglu@adu.edu.tr
Telefon : 545 667 84 52
Tarih : 06/06/2017