İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAPI OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KAPI OPERASYONLARININ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem GÜNAY

Anabilim Dalı: Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Programı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

MART 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAPI OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KAPI OPERASYONLARININ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem GÜNAY
512081003

Anabilim Dalı: Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Programı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Cemil YURTÖREN

MART 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 512081003 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi GİZEM GÜNAY ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"KAPI OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KAPI OPERASYONLARININ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ "** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan iüri önünde basarı ile sunmustur.

Tez Danışmanı :	**Yrd.Doç.Dr.Cemil YURTÖREN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Eş Danışman :	**Yrd.Doç.Dr. Yavuz KEÇELİ** Süleyman Şah Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Nil GÜLER** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Yrd.Doç.Dr.Cemil YURTÖREN İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç.Dr.Abdullah BAL Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 06 Mayıs 2011
Savunma Tarihi : 05 Mart 2012

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda tüm bilgi ve deneyimlerinden yararlanma fırsatını bana veren danışman ve eş danışmanım olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Cemil YURTÖREN ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Yavuz KEÇELİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Her zaman yanımda olduklarını bildiğim sevgili ailem, Gökçe ÇAMLI ve Canan KAHRİMAN'a verdikleri destekten ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Mart 2012 Gizem Günay

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. Tezin Amacı 1
1.2. Literatür Araştırması 2
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1. Konteyner Terminal Operasyonları 3
2.1.1. Gemi operasyonu 4
2.1.2. Saha operasyonu 6
2.1.3. Kapı operasyonu 6
2.1.4. CFS operasyonu 7
2.2. Kapı Operasyon Süreçleri 8
2.2.1. Dolu ihracat konteyner kapı giriş süreci 8
2.2.2. Boş konteyner kapı giriş süreci 9
2.2.3. Dolu ithalat konteyner kapı çıkış süreci 10
2.2.4. Boş konteyner kapı çıkış süreci 11
2.2.5. Dolu ihracat konteyner kapı çıkış süreci 12
2.2.6. Supalan konteyner kapı çıkış süreci 12
2.2.7. Hasarlı konteyner giriş süreci 12
2.3. Duraksız Kapı Geçiş Sistemi 13
2.3.1. RFID konteyner giriş sistemlerinin ana hatları 14
2.4. Simülasyon 19
2.4.1. Simülasyonun amaçları 20
2.4.2. Simülasyonun avantajları ve dezavantajları 21
2.4.3. Simülasyonun kullanım alanları 23
2.4.4. Simülasyon türleri 24
3. SENARYOLAR VE VERİ TOPLANMASI **27**
3.1. Simülasyon Programında Kullanılan Senaryolar 27
3.1.1. Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için uygulanan senaryolar 27
3.1.2. RFID sistemi kullanılan kapı girişi için uygulanan senaryolar 27
3.2. Verilerin Toplanması 30
3.3. Girdi Analizi 30
4. SİMÜLASYON MODELİ OLUŞTURULMASI **35**
4.1. Arena ile Simülasyon 35

4.2. Arena Programı Prosedürleri 35
4.2.1. Input analyzer 36
4.2.2. Arena programı 36
4.2.3 Output analyzer 36
4.2.4. Scenario manager 36
4.2.5. Arena viewer 37
4.3. Arena Programında Kullanılan Temel Bloklar ve Veri Değişkenleri 37
4.3.1. Create bloğu 37
4.3.2. Entity veri unsuru 39
4.3.3. Decide bloğu 40
4.3.4. Process bloğu 41
4.3.5. Resource veri değişkeni 45
4.3.6. Queue veri değişkeni 48
4.3.7. Dispose bloğu 49
4.3.8. Assign bloğu 50
4.3.9. Variable veri değişkeni 51
4.3.10. Record bloğu 51
5. SİMÜLASYON SONUÇLARI VE YORUMLANMASI 55
5.1. Simülasyon Programında Kullanılan Kabuller 55
5.2. Simülasyon Sonuçlarının Yorumlanması Yorumlanması 55
5.3. Sonuçların Karşılaştırılması 58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 61
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 66

KISALTMALAR

AR GE : Araştırma ve Geliştirme
BTF : Boş Talep Formu
CFS : Konteyner Yük İstasyonu
CMC : Konteyner Hareket Merkezi
COPINO : Konteyner Ön Tanımlama Bilgisi
CRS : Dolu Konteyner İstifleyicisi
ECS : Boş Konteyner İsfitleyicisi
EDI : Elektronik Veri Değişimi
IMCO : Uluslarası Denizcilik Başvuru Komisyonu
IMDG Kod : Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu
OCR : Optik Karakter Okuyucu
RFID : Radyo Frekans Tanımlama Sistemi
SSG : Ship to Shore Gantry
TEU : Twenty-Foot Equivalent
ULCS : Ultra Large Container Ships

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Konteyner terminal geçiş sisteminin genel işleri 16
Çizelge 2.2 : RFID bazlı geçiş sistemlerindeki sorunlar. 16
Çizelge 2.3 : İş talimatı bilgisindeki temel veriler..... 17
Çizelge 2.4 : Dijital ortama aktarılan temel veri..... 17
Çizelge 5.1 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri için simülasyon sonuçları..... 57
Çizelge 5.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişleri için simülasyon sonuçları. 57
Çizelge 5.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının veri çizelgesi. 58
Çizelge 5.4 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının yüzde olarak saniye kazanımlarının gösterilmesi..... 59

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Bir konteyner terminalinin operasyon sahaları ve taşıma akışları 3
Şekil 2.2 : Gemi tahliye operasyonu 4
Şekil 2.3 : Gemi yükleme operasyonu 5
Şekil 2.4 : Duraksız otomatik geçiş sistemlerinde süreç halindeki geçiş 18
Şekil 2.5 : Duraksız otomatik geçiş sisteminde ana kapıdan çıkış süreci 18
Şekil 2.6 : Optimal tanınma için RFID yük aracı etiketinin yerleştirilmesi/Optimal tanınma için RFID konteyner etiketinin yerleştirilmesi/RFID etiketinin optimal tanınması için antenin yerleştirileceği yerlerin gösterilmesi..... 19
Şekil 2.7 : Deterministik simülasyon 24
Şekil 2.8 : Olasılıksal simülasyon 24
Şekil 2.9 : Kesikli ve sürekli simülasyon 25
Şekil 3.1 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için uygulanan genel senaryo. 28
Şekil 3.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişi için uygulanan genel senaryo. 31
Şekil 3.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi verileri için yapılan analiz sonucu oluşan dağılım. 32
Şekil 3.4 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu 32
Şekil 3.5 : RFID sistemi kullanan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu oluşan dağılım. 33
Şekil 3.6 : RFID sistemi kullanılan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu. 33
Şekil 4.1 : Create bloğu ve genel özellikleri. 38
Şekil 4.2 : Entity veri unsuru ve genel özellikleri. 39
Şekil 4.3 : Decide bloğu ve genel özellikleri. 40
Şekil 4.4 : Process bloğu ve genel özellikleri. 42
Şekil 4.5 : Process bloğu priority özelliği. 43
Şekil 4.6 : Process bloğu resources özelliğinin seçilmesi 44
Şekil 4.7 : Process bloğu resources seçeneği özellikleri 44
Şekil 4.8 : Process bloğu delay type seçeneğinin seçilmesi. 46
Şekil 4.9 : Resource veri unsurunun genel görünümü. 46
Şekil 4.10 : Resource veri unsuru schedule rule schedule rule seçeneğinin seçilmesi. 47
Şekil 4.11 : Resource veri unsuru failures seçeneğinin seçilmesi durumunda oluşan görünüm. 48
Şekil 4.12 : Queue veri unsuru genel görünümü. 48
Şekil 4.13 : Dispose bloğu genel görünümü. 49
Şekil 4.14 : Assign bloğu genel görünümü. 50
Şekil 4.15 : Variable veri unsuru genel görünümü. 52
Şekil 4.16 : Record bloğu genel görünümü. 53

Şekil 5.1 : Önceden bildirilme oranları %75, %85, %95 olan, otomasyon sistemi kullanılmayan kapı senaryosu sonuçları. 57
Şekil 5.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişleri için simülasyon sonuçlarının şekil olarak gösterilmesi. 58
Şekil 5.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının şekil olarak gösterilmesi. 59

KAPI OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONTEYNER TERMİNALLERİNDE KAPI OPERASYONLARININ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Günümüzde ulaştırma sektörü, dünya ekonomisi, pazar açılımları ve teknolojinin gelişmesinin etkisiyle büyümüştür. Ulaştırma sistemleri eşya ve yolcu hareketleri göz önüne alındığında küresel ekonominin temel bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, ulaştırma sektörü de ihtiyaçların karşılanması açısından büyük bir pazar haline gelmiştir.

Günümüz rekabet ortamında hizmet veren her işletme çalıştıkları alanda uzmanlıklarını ortaya koymak durumundadır. Bunun aksi söz konusu olduğunda, işletmelerin uzun ömürlü olma şansı azalmaktadır. Yıllar içerisinde hizmet sektörünün önemli basamaklarından biri olan ulaştırma sektöründe ürün çeşitliliği, taşınabilecek kapasite, hız, güvenlik ve esneklik açısından verimli olabilmek için uygun yükler için konteynerizasyonun önemi de artmıştır.

Konteyner taşımacılığının artması ile birlikte konteyner terminal işletmeleri rekabet ortamında tercih edilebilir olmak için son gelişmeleri takip edip, bunları hayata geçirmektedirler. Tüm işletmeler işlemlerin düzenli yürütülebilmesi için operasyon süreçlerine ayrılmıştır. Limanda bulunulan toplam dolaşım ve kullanım sürelerini en aza indirmek servis kalitesi ile birleştiğinde çevre limanlara göre daha tercih edilebilir olmayı getirdiğinden liman işletmeleri de bu konu ile ilgili teknik ve idari donanımları kendi konum ve olanakları dahilinde uygulamak istemektedirler.

Konteynerin terminalde dolaşımının başladığı yer terminal kapısıdır. Bu çalışmada; konteyner terminal kapı girişinde kullanılan otomasyon sistemlerinden RFID (Radio Frequency Identification System) teknolojisi ve Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için zaman verisi karşılaştırması yapılmıştır. Veri karşılaştırılmasının yapılmasında Arena Version 11.0 simülasyon programı kullanılmıştır. Çalışmada, gerçeğe en yakın sonucu alabilmek için 30 adet senaryo üretilmiş ve Türkiye'de RFID sistemini uygulayan bir liman bulunmadığından; dünyada bu sistemi kullanan bir limanın süre verileri ile Türkiye'de bulunan ve herhangi bir otomasyon sistemi kullanmayan limanlarda kapı operasyonu süre verileri ile karşılaştırma yapılmıştır. Üretilen senaryoların sonuçları incelendiğinde, RFID sistemi kullanılan kapının, gişeyi daha az meşgul ederek en kısa servis sürelerini verdiği görülmüştür. Buna karşın otomasyon sistemi kullanmayan kapı girişlerinde işlemler, sistemlere tek tek girildiğinden uzun zaman almaktadır. Bu çalışma;sürekli yenilenen denizcilik standartlarına uyma çabası içerisindeki limanların kendi kapasitelerini göz önüne alarak kullanabilecekleri bir kadar destek sistemi oluşturmayı amaçlamıştır.

ANALYZING OF GATE AUTOMATION SYSTEMS EFFECT TO CONTAINER TERMINAL GATE

SUMMARY

Today, transport sector has enlarged within the world economy, market expansion and the effect of technological improvements. Consideration of movements of goods and passenger transportation systems appear fundamental component of the global economy. In addition to that, to meet those needs the transportation sector has become a great market as well.

In today's competitive environment, every serving business organization has to demonstrate their expertise in their field. In the contrary case, business organizations' chance of being long-lasting decreases.

Over the years, the importance of containerization for suitable goods has increased regarding product range, carrying capacity, speed, safety and flexibility in the transportation sector which are the significant digits of the service sector.

Container terminal administrations has been following recent developments and they put into practice these developments in order to be preferred in the competitive environment regarding increase of the container transportation.

All business organizations is divided into operating processes for the conduct of operations. Since minimization of the total cycle and occupancy time brings to be preferable more than adjacent ports when combined with service quality, port administrations would like to implement these technical and administrative equipments within their own position and possibilities.

The entrance of container is the initial stage of container movement. In this study, the time series of entrance automation system with RFID (Radio Frequency Identification System) Technology and the gate with non- automation system are compared. The data comparison is made by using Arena Version 11.0 simulation system. In the study, 30 scenarios are created in order to obtain the most realistic results.

Simulation is used in this study due to its benefits such as strengths in practice against other methods in this case.

Due to RFID system is not used by ports in Turkey, time data of an other international port is used to compare time datas of a non-automated gates of a Turkish port in this study. When analyzing the created scenario results, it is seen that the gate using RFID system gives the shortest service and queue time by less booth occupation.

On the other hand, since datas are loaded one by one procedure takes long time at the gate with non-automation system. This study aims to design a decision support

system that ports making effort to comply the refreshing maritime standards by considering their port capacity.

This study has six chapters as follows:

The first chapter aims to describe the shipping environmental frame to understand world competitive situation. Also it contians literature studies regarding container systems, simulation systems at ports.

The second chapter is divided into four sections to describe the study in the general frame. The first section presents container terminal operations definitions as ship operations, shore operations, gate operations and CFS operations.

The second section is an introduction to flowchart of the gate operations at Turkish ports.

The third section of this chapter is the main line for the description of the radio frequency identification system by using automated gate sytems introduction. This section contiains identification and recognition, information management and custumor services as the main parts of the radio frequency identification systems, general process view, some problems during the proccess, placement of the equipments etc.

The last section of this chapter simulation is examined.

The third chapter contains scenarios creating processes and datas collecting processes. Regarding comparison, data collection process is used in scenarios as non automated gate systems datas and automated gate systems datas.

Non-automated data collecting process runned for the three Turkish ports. Automated collecting datas provided from a foreign port in consequence of the automed gate systems is not used by Tukish ports.

After collecting datas, the datas pun into Arena Input Analyzer to specify distributions to be used in the scenarios.

Non automated gate system scenarios factors are pre-notification ratios as respectively 75%, 85%, 95%. Automated gate system scenarios factors are radio frequency identification ratios as respectively 90%, 95%, 99%, booth numabers as 3,4,5, and pre-notification ratios as respectively 75%, 85%, 95%. Totally, thirty scenarios runned in the Arena Simulation Program.

The forth chapter describes how to use Arena Simulation Program in detail. It begins with the Arena Program Procedures such as Input Analyzer, Output Analyzer, Scenario Manager and Arena Viewer and continues with the basic blocks such as Create, Decide, Process, Dispose, Assign, Record and variables such as entity, resource, queue. including snapshots of the program.

In the fifth chapter results of the scenarios shown in the graphics and charts. Automated gate systems time results are more beneficial than the non automated gate systems time results.

In the final and the conclusion chapter, after observing the results in the fifth chapter 78% time will saved by the port autorithies is used radio frequency identificatiın

systems. The radio frequency identification systems have high installation costs than the non automated gate systems. Instead of this radio frequency identification systems need less operating costs and with the developments in the technology the installation and operating costs would be reduced day by day. These kind of technological developments may solve the problems in the radio frequency identification systems.

Radio frequency identification systems is forenamed technologies in the container tracking systems. Container terminal port autorhities should use the technologies like radio frequency identification systems to be more secure, more under control, more preferable.

Radio frequency identification systems would developed vintegration with the remote sensing solutions. As a consequnce ineffectual time would be reduce in the all transportation system.

As a result, container tracking systems become a trade trend and necessity for customers and port authorities.

1. GİRİŞ

Bu bölümde tezin amacı ve tez için yapılan literatür çalışmaları açıklanmıştır.

1.1. Tezin Amacı

Son yıllarda denizcilik sektörü içerisinde liman ve lojistik sistemleri büyük değişikliklere uğramıştır. Küreselleşmeye bağlı olarak artan kargo dolaşım miktarı, ULCS filolarının artması, kargo elleçleme teknolojilerindeki gelişmeler yeni ekipmanların yaratılmasına, mevcut ekipmanların kullanımı verimliğinin artırılması zorunluluğuna, sonuç olarak da limanların kendi alanlarında tercih edilen ana liman olma konusunda rekabete yol açmıştır. Bu rekabetle başa çıkabilmek için limanlar, yatırımlarının çoğunu alanlarının en verimli şekilde kullanabilmek, yönetim sistemlerini geliştirmek üzere Ar-ge projelerine ve akademik araştırmalara yöneltmişlerdir. Yapılan Ar-ge çalışmaları çok büyük yenilikleri getirirken; ticarileştirilerek etkin olarak kullanılma oranı arasında çok büyük farklar bulunmaktadır.

Limanların hizmetinin iyi olarak nitelendirilmesi; limanın hızlı, güvenli ve fiyat özelliklerinin optimum değerlerinde olmasına bağlıdır. Böylelikle liman ticari olarak akışı sağlamanın yanında kaliteli ve verimli olduğunu hem istatistiksel hem de prestij olarak ispatlar.

Sistematik olarak düzenlenmeye en yatkın liman terminal yük bölümü taşıma kolaylığı, ekipman çeşitliliği, istif hızlılığı, yükü koruması açısından konteyner sistemi ve dolayısıyla konteyner terminalidir. Konteynerin terminalde dolaşımının başladığı yer giriş kapısıdır. Yukarıda belirtilenle bağlantılı olarak bu çalışmada konteyner terminallerinin kapı giriş süreci için izleme ve veri aktarımı yapan sistemlerden RFID sistemi ve otomasyon sistemi kullanılmayan kapı arasındaki sürecin giriş zamanları açısından karşılaştırılması yapılarak; liman yönetimlerine bir karar destek sistemi oluşturmayı amaçlamıştır.

1.2. Literatür Araştırması

Keceli ve Choi yapılan araştırma ve geliştirme çalışmalarının ticarileştirilmesi üzerine yazdıkları makalede örnek olarak duraksız geçiş sistemini göstermiştir [1]. Choi ve Park, bu çalışmaya temel oluşturan kapı geçiş sistemlerinin hızlı ve güvenilir bir sistemle geçişi hakkında çalışmalar yapmıştır. Kablosuz Bağlantı Fonksiyonun Duraksız Otomatik Geçiş Sistemleri adlı makalelerinde RFID teknolojisine değinmişler yaptıkları anketlerle sistemin iyileştirilmesine çalışmışlardır [2].

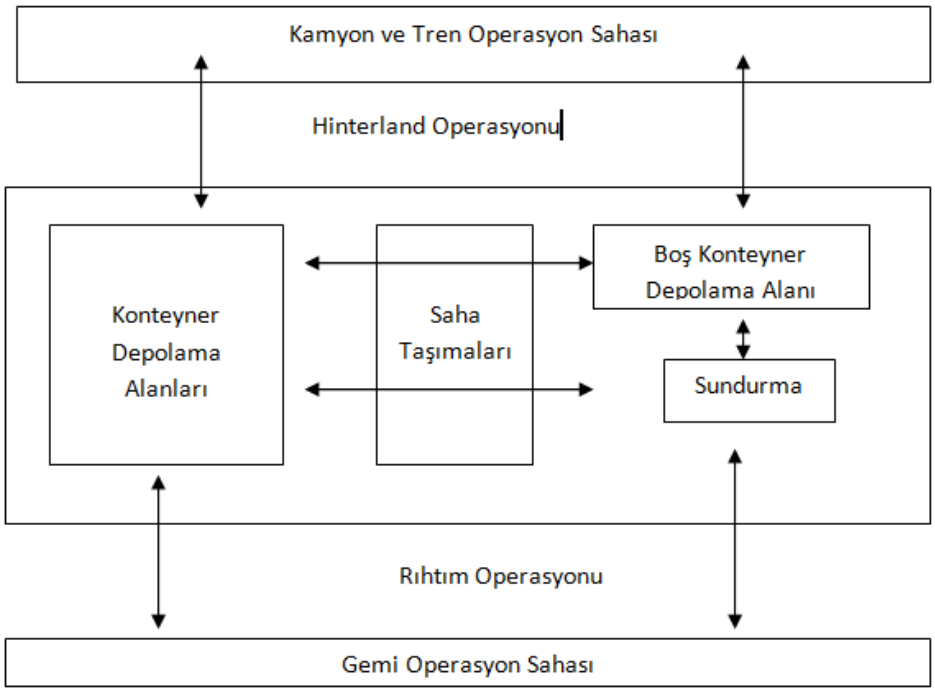
Konteyner görüntülenmesinin RFID sistemine göre düzenlenmesini konu alan bir çalışma da Yunming ve Jingui yapmıştır[3]. Lin ve Elmongui ise çalışmalarında RFID eklentilerinde veri yönetimini incelemişlerdir [4].

Alp, Ö.N. yaptığı Konteyner Terminallerindeki Taşıyıcı Araçların Liman Verimliliği Üzerindeki Etkisinin Simülasyon Yoluyla Analizi adlı yüksek lisans çalışmasında Arena simülasyon programını kullanmıştır [5]. Zeng ve Yang konteyner terminallerindeki yükleme operasyonlarını simülasyon yardımıyla optimize etmeye çalışmışlardır [6].

2. GENEL KISIMLAR

2.1. Konteyner Terminal Operasyonları

Konteyner terminal özelliklerine ve kullanılan elleçleme sistemlerine göre terminal operasyonları farklılık göstermektedir. Şekil 2.1'de terminal operasyon sahaları görülmektedir. Konteyner terminalindeki operasyonları gemi operasyonu ve kara tarafı operasyonları olarak iki başlık altında toplamak mümkündür [7].



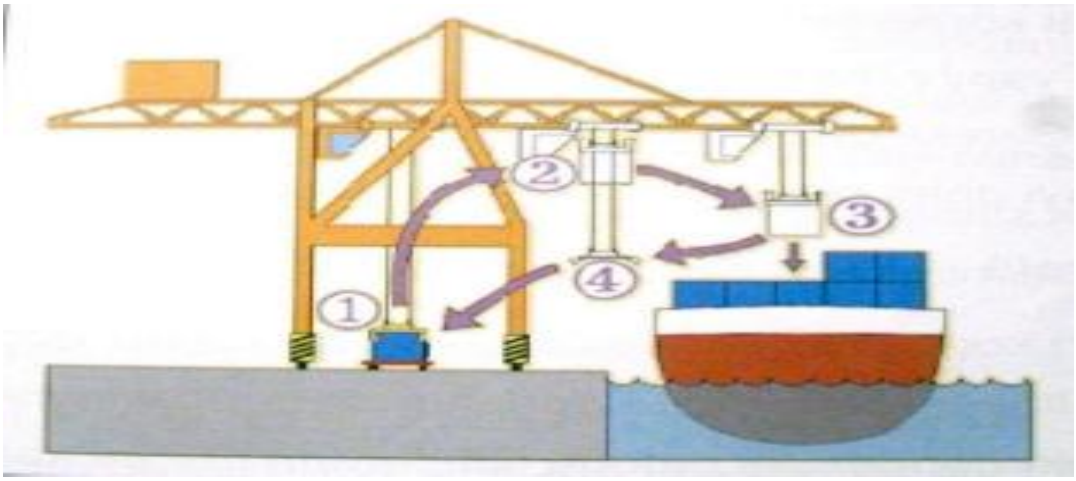
Şekil 2.1 : Bir konteyner terminalinin operasyon sahaları ve taşıma akışları [8].

Kara tarafı operasyonlar gemi operasyonlarının devamı niteliğinde olup, terminal özellikleri ve elleçleme sistemlerine göre kara tarafında yapılan tüm operasyonları kapsamaktadır. Bu operasyonlar, saha operasyonları, kapı operasyonları, CFS operasyonları ve liman içindeki taşıma operasyonları şeklinde sayılabilir.

2.1.1. Gemi operasyonu

Gemi operasyonu konteynerin rıhtım ile gemi arasındaki yükleme ve tahliye hareketlerini ve bu hareketler sırasında ortaya çıkan işlemleri kapsamaktadır. Gemi operasyonu birçok operasyonun birleşmesinden oluşmaktadır. Bu operasyon, gemi tahliye operasyonu, gemi yükleme operasyonu ve konteyner yer değiştirme operasyonlarını kapsar [9].

Gemi Tahliye Operasyonu : Terminal sistemine bağlı olarak konteynerlerin gemi üzerinden vinç ile alınıp araç üzerine konmasına tahliye adı verilmektedir. Tahliye döngüsü aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Şekil 2.2'de SSG ve aktarma aracı kullanan bir liman baz alınmıştır. 1 nolu işlemde SSG vinci operatörü gemi üzerinden konteynere yukarı doğru kaldırmaktadır. 2 nolu işlemde operatör konteynere deniz üzerinden taşıma aracı üzerine getirmektedir. 3 nolu işlemde konteynere araç üzerine indirmektedir. Son olarak 4 nolu işlemde operatör tekrar yeni bir konteyner almak için spreaderi gemi üzerine hareket ettirmektedir [9].

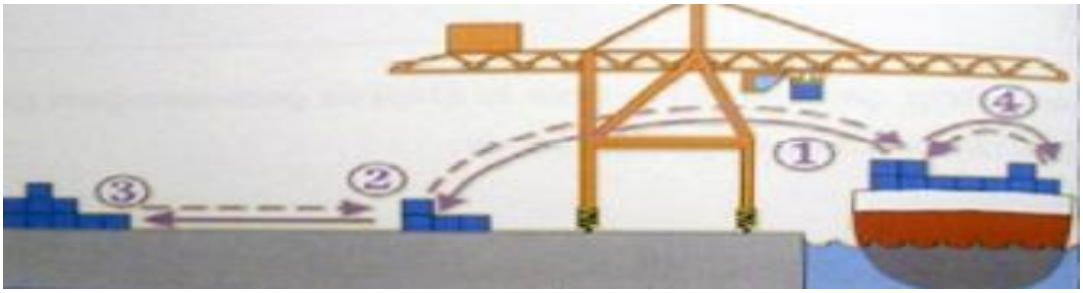


Şekil 2.2 : Gemi tahliye operasyonu [10].

Gemi Yükleme Operasyonu : Terminal sistemine bağlı olarak konteynerlerin araç üzerinden vinç ile alınıp plan dahilinde geminin ambarlarına konmasına yükleme adı verilmektedir. Yükleme döngüsü aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Şekil 2.3'de SSG ve liman içi taşıma aracı kullanan bir liman baz alınmıştır.

1 nolu işlemde SSG operatörü, taşıma aracındaki konteynerleri spreader vasıtasıyla yukarı doğru çıkarmaktadır. 2 nolu işlemde operatör, konteynere gemi üzerinde

hareket ettirmektedir. 3 nolu işlemde konteyner aşağı doğru geminin üzerine indirilmektedir. 4 nolu işlemde yeni konteyner almak için operatör ayracı diğer taşıma aracı üzerine hareket ettirmektedir.



Şekil 2.3 : Gemi yükleme operasyonu [10].

Yat veya açık yük gibi standart dışı yüklerin yüklenmesinde özel ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar taşerona zimmetlidir ve bakımlarından taşeron sorumludur. Operasyon yapacak her gemi vinci için bir gemi operasyon memuru ve tüm vinçleri kontrol eden bir gemi operasyon sorumlusu mevcuttur [9].

Konteyner Yer Değiştirme (Shifting) Operasyonu : Bu operasyonu kısaca, konteynerin gemi üzerindeki pozisyonunu değiştirmek olarak adlandırılır. Tahliye edilecek konteynere üzerinde başka bir tahliye limanına gidecek olan konteyner bulunuyorsa önce bu konteyner tahliye edilir, daha sonra alttaki asıl tahliye edilmesi gereken konteyner elleçlenir. Daha önce tahliye edilen konteyner yeni yükleme planına göre tekrar gemiye yüklenir. Yapılması maliyet unsuru olacağı için konteyner yer değiştirme arzu edilmeyen bir operasyondur ve zorunlu nedenlerle yapılmaktadır. Yer değiştirmenin yapılmasının farklı sebepleri olabilmektedir. Bu sebeplerden en fazla karşılaşılanlar: planlama hatası, yükleme hatası, gemi seyir halindeyken konteynerin tahliye limanının değişmesi, geminin uğrak limanlarının sırasının değişmesi, gemide yükleme için uygun yer olmaması nedeniyle konteynerin başka liman slotuna yüklenmesi, hasar şeklinde sıralanabilir. Konteyner yer değiştirmesi gemi-gemi (STS-Ship to Ship) ve gemi-kara-gemi (SSS-Ship Shore Ship) olmak üzere iki şekilde yapılır.

Gemi içi konteyner şiftingi, konteynerlerin sadece gemi üzerinde yer değiştirilmesine gemi içi şifting adı verilir. Gemi-kara-gemi konteyner şiftingi, yerleri değiştirecek

konteynerlerin liman sahasından alınıp tekrar gemiye yüklenmesine gemi-kara-gemi şiftingi adı verilmektedir [10].

2.1.2. Saha operasyonu

Saha operasyonları konteyner sahasında konteynerlerin istiflenmesi, taşınması ve liman içi taşıma araçlarından ve liman dışı taşıma araçlarından konteynerin alınması (veya tersi olarak konteynerin bu araçlara verilmesi) operasyonlarını kapsar. Saha operasyonlarında limanın özelliğine göre, saha vinçlerinden herhangi birisi kullanılır [11].

2.1.3. Kapı operasyonu

Bir konteyner terminalinde kargonun terminale giriş çıkış yaptığı genel olarak iki yer vardır. Bunlar rıhtım ve kapıdır. Günümüzde bazı terminallerin demiryolu bağlantısı bulunmakla birlikte halen pek çok limanda demiryolu bağlantılı işlemler için taşınan kargonun farklı bir terminale taşınması gerekmektedir ve bunun için de kapı önemli bir işlev görmektedir. Bu nedenledir ki kapılar terminal için az rıhtımlar kadar önemlidir.

Kaplılar, konteyner taşıyan tırların terminale giriş ve çıkış yaptıkları bölümlerlerdir. Bu özellik kapılara kara ile olan bağlantılarda ara yüz tanımlaması kazandırır. Bu göz önünde bulundurarak yapılan sistematik bakışta kapının işlevselliğini etkin olarak kullanılmaması limanın çalıştığı müşterilerin zincirleme bir sonuç olarak memnuniyetsizliği ile sonuçlanabilir. Yine aynı açıdan bakıldığında gemilerin rıhtımda kalma süresinin uzaması gemi sahiplerinin masraflarını artırdığı gibi tırların kapıdan girişleri ile çıkışları arasında terminalde kaldıkları toplam zamanın(truck turnaround time) uzaması da tır şoförlerini ve mal sahiplerinin memnuniyetini azaltacaktır.

Konteyner terminallerinde kapılar kargonun sorumluluğunun taşıyıcı firmadan terminal işletmesinde geçtiği yerlerdir. Yani eğer kargo kapıdan geçmeden önce hasar görürse bunu taşıyıcı firma, eğer kapıyı geçtikten sonra hasar görürse terminal işletmesi karşılamak durumundadır. Bu nedenle kargo kapıdan geçerken hasarlı olup olmadığının tespitinin yapılması şarttır.

Kapılar aynı zamanda konteyner terminalindeki üst düzey güvenlik seviyesinin korunması için de son derece önemlidir. Başta Uluslar arası Gemi ve Liman

Güvenlik Kodu (International Ship and Port Security Code, ISPS) olmak üzere pek çok ulusal ve uluslar arası standart limanlardaki güvenlik seviyesinin en üst düzeyde olmasını gerektirmektedir. Çünkü gümrüklü bölge olan liman ve terminal sahasına yetkili personel ve izinli tır şoförleri dışında kimsenin girmemelidir. Bu gereklilik sadece kargonun çalınması ya da kaçakçılık olaylarını önlemek için değil, aynı zamanda limanlara yapılabilecek bir terörist saldırının da önlenebilmesi için gereklidir. Bu nedenle limana giriş yapacak ister şoför ister yaya olsun herkesin gerekli güvenlik kontrolleri kapıda yapılması zorunludur.

Bilgi akışının düzenli yapılabilmesi ve güvenlik için, kapılar da terminaldeki diğer birimlerle eş zamanlı bir bilgi akışı olacak şekilde çalışmalıdır. Mesela kapı altyapısı yetersiz olduğu için tırların terminal kapısında tıkanıklığa sebebiyet veren bir terminalin rıhtım ve saha kapasitesi ne kadar fazla olursa olsun, gemiden indirilen konteynerler kapıdan aynı hızla çıkamazsa terminalin toplam verimliliği olumsuz etkilenmiş olur. Şu an dünyadaki konteyner terminallerinin büyük bir çoğunluğunda tıkanıklığa sebep olan kısım kapılardır.

Son olarak, terminale kara yoluyla geleceği önceden bildirilen bir konteynerin bildirilen zamanda gelip gelmediğinin belirlenmesi saha operasyonlarının planlanması için son derece önemlidir. Bu nedenle kapıda girişi yapılan her konteynerin merkezi bilişim sistemine kaydının yapılıp sahada önceden belirlenen yere yönlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan bu işlemlerde bir uyumsuzluk ortaya çıkması durumunda saha ya da taşıma ekipmanları aradıkları konteynerleri aradıkları zaman bulamayabilir, bu durum da terminaldeki operasyonların bütününün verimliliğini olumsuz olarak etkileyecektir [10].

2.1.4. CFS operasyonu

CFS operasyonları konteyner iç dolum, konteyner iç boşaltma, tam tespit, muayene konteynerden konteynere yük aktarma işlemlerinden oluşur. Konteyner iç dolum, bu hizmetin verilmesi için boş konteyner sahasından boş konteyner temin edilir ve CFS sahasına taşınır, konteyner serildikten sonra kontrol edilir ve gerekirse yükleme için temizlenir, müşterinin talebi doğrultusunda dolum sırasında ve sonrasında yük konteynere sabitlenir, konteynerin kapağı kapatılarak mühürlenir ve dolum işlemi yapılmış olan konteyner tekrar sahaya gönderilir. Konteyner iç boşaltma, bu işlem için dolu konteyner sahadan CFS'ye taşınır, konteyner içerisindeki yük müşterinin

açık yük aracına yüklenir, boş konteyner içi temizlenir ve boş konteyner sahaya geri gönderilir. Tam tespit, konteyner içindeki eşyaların tek tek sayılıp, kontrol edilecek şekilde boşaltılması ve gümrük kontrollerinin tamamlanması işlemlerini kapsar. Muayene, konteynerin kapısı açılarak içindeki eşyanın gözle muayenesi yapılabilir veya içindeki eşyadan bir numune alınabilir. Liman sahasındaki bir konteyner içindeki eşyanın boşaltılıp başka bir konteynere yükleme işlemi yani konteynerden konteynere yük aktarma işlemleri de yapılabilir [12].

2.2. Kapı Operasyon Süreçleri

Kapı operasyonları dolu ihracat konteyner kapı giriş süreci, boş konteyner kapı giriş süreci, dolu ithalat konteyner kapı çıkış süreci, boş konteyner kapı çıkış süreci, dolu ihracat konteyner kapı çıkış süreci, supalan konteyner kapı çıkış süreci, hasarlı konteyner giriş süreci işlemlerinden oluşur.

2.2.1. Dolu ihracat konteyner kapı giriş süreci

Dolu ihracat konteyner kapı giriş süreçleri aşağıda belirtilen sıraya göre gerçekleştirilmektedir.

Liman sahası içine dolu ihracat konteyner indirilmesi için acente tarafından konteynerin booking bilgilerinin gönderilmiş olması ve data center ve planlama süreçlerinin tamamlanmış olması gerekmektedir. Bookingini yapmayanlar dökümantasyon işlemlerinin gerçekleştirmek üzeri bununla alakalı olan birime giderek booking işlemlerini gerçekleştirerek kapı giriş süreçlerine devam ederler. Terminal kapılarındaki yoğunluğu önlemek amacıyla araçlar sırada iken konteynerin teslim tutanağı, irsaliye ya da kapı giriş formu kontrol edilir. Bu evrakları eksik olan araçların giriş yapamayacakları araç sürücülerine söylenir. Evrakları tam olan araçlar kapıya geldiklerinde kapıda bulunana bilgisayarda konteyner için kapı öncesi işlemleri yapılır. Hasar kontrolü yapılır, hasar tutanak altına alınıp sorun masasına ve hasar departmanına yönlendirilir. Sırasıyla mühür no, IMCO etiketi, konteyner taşıma bilgileri kontrol edilerek el terminalinden veya bilgisayardan kapı giriş (ingate) işlemi yapılır. Konteyner taşıması ise, “Sahada Tahsis Edilmiş Yer Yoktur” yazısı sorun bileti bastırılır ve biletin üzerine konteyner taşımalı olduğu bilgisi yazılır. Aracı Sorun Masasına gönderir. Taşma bilgileri saha operasyonu sorumluları veya Saha Operasyon Memurları tarafından konteynerin taşmaları ölçülerek sorun

masasına bildirilir. Sorun masası da taşma bilgilerinin sisteme girerek, "Taşımalı Konteyner Tutanağı" düzenler ve Planlama Departmanı tarafından uygun yer verilen konteynere bilgisayar üzerinde "Ingate" konumundan "Yard" konumuna alır ve araca biletini verip gönderir. Booking bilgilerinin kapıdaki giriş işlemlerindeki bilgilerle uyuşmaması durumunda sorun bileti yazdırılarak araç sorun masasına yönlendirilir. Bilgilerde herhangi bir sorun yoksa konteyner için gerçek zamanlı adres bileti yazdırılır ve araç konteynere limana teslim etmek üzere bilette yazılı adrese gider. Adresin bulunmasında liman içi trafik işaretleri, yönlendirme levhaları ve konteyner önündeki adres etiketleri kullanılır. Konteyner istife alınmasından sonra araç boş olarak kapı çıkışı yapar.

2.2.2. Boş konteyner kapı giriş süreci

Limana gelecek olan boş konteynerler doğrudan gemiye yüklenmek üzere ihracat olarak veya CFS amaçlı kullanılmak üzere depolama amaçlı gelebilir. İhraç boş konteynerler için acentenin dolu konteynerler için yapmış olduğu booking bilgilerinin gönderilmesi gerekir. Konteynerden gemi boşu olarak giriş yaptı bilgilerinin şu aşamaları takip edilmektedir.

Gemiye yüklenerek ihraç edilecek boş konteynerler için gelecek boş araç sayısı adet bazında CMC (Container Movement Center) tarafından kapıya bildirilir. Araç konteyner ile birlikte kapıda bulunana bilgisayara gelir.

Konteyner numarası sisteme girilir. Hasar kontrolü yapılır, hasar varsa tutanak altına alınıp sorun masasına ve hasar departmanına yönlendirilir. El terminalinden veya bilgisayarlardan kapı giriş (ingate) işlemleri yapılır. Booking bilgilerinin kapıdaki giriş işlemlerindeki bilgilerle uyuşmaması durumunda sorun bileti yazdırılarak araç sorun masasına yönlendirilir. Bilgilerde herhangi bir sorun yoksa konteyner için adres bileti yazdırılır. Adres biletinde "Boş Sahasına Gidiniz" ibaresi bulunmaktadır. Araç konteynere limana teslim etmek üzere boş sahasına gider. Boş sahasının bulunmasında liman içi trafik işaretleri ve yönlendirme levhaları kullanılır.

Konteyner istife alınmasından sonra araç boş olarak kapı çıkışı yapar. Depolama amaçlı konteyner boş depolarından taşınarak veya direkt fabrikada boşalan konteynerin liman sahasına çevrilmesi ile giriş yaparlar. Konteynerin depolama amaçlı giriş işleminde ise şu aşamalar takip edilmektedir. Boş konteyner taşıyan araç giriş kapısına gelir. Araç fabrika dönüşü boş konteyner getiriyorsa elindeki biletten

“Boş Dönüş Yeri” kontrol edilir. Araç farklı terminale geldiyse doğru terminale gitmesi için yönlendirilir. Konteyner numarası sisteme girilir. Hasar kontrolü yapılır, hasar varsa tutanak altına alınıp sorun masasına ve hasar departmanına yönlendirilir. Bilgisayardan kapı giriş (ingate) işlemleri yapılır. Konteyner için adres bileti yazdırılır. Adres biletinde “boş sahasına gidiniz” ibaresi bulunmaktadır. Araç konteynere limana teslim etmek üzere boş sahasına gider. Boş sahasının bulunmasında liman içi trafik işaretleri ve yönlendirme levhaları kullanılır. Konteyner istife alınmasından sonra araç boş olarak kapı çıkışı yapar.

2.2.3. Dolu ithalat konteyner kapı çıkış süreci

Gemi ile gelip tahliye edilen konteynerler üzerinde sistemde tutulan otomatik yasaklar bulunmaktadır. Konteynerin kapı çıkışı yapabilmesi için liman masraflarının ödenerek faturalama yasağının kakması, gümrük işlemlerini tamamlanması ve ambar ofise evrakların teslim edilip gümrük yasağının kalkması gerekmektedir. Bu yasaklardan herhangi biri konteyner üzerinde bulunursa konteynerin liman dışına çıkmasına veya konteynere almaya gelen aracın kapı girişine izin verilmez. Aynı şekilde istihab haddi tutmayan araçlar da yükleme için giriş izni alamazlar.

Konteynerin çıkış için gerekli faturalama yasağı ödemlerin tamamlanması ile kaldırılır. Ardiye tarihinde 24.00’e kadar kapı çıkışı yapmayan konteynerler için sistemde otomatik faturalama yasağı konulur. Müşteri ertesi gün ek ardiye ödeyerek konteynerin yasağını kaldırabilir. Gümrük işlemlerini yapan gümrük müşaviri ambar ofise gider. Beyanname aslı, konşimento/ordino aslı ve gümrük kapı çıkış kâğıdı kontrol edilir. Bu evraklarda bulunan bilgiler, konteynerin ana özet beyanındaki sisteme aktarılmış bilgileriyle karşılaştırılır ve kap/kilo adetlerinde farklılık yoksa konteynerin gümrük yasağı kaldırılır. Farklılık olması durumunda işlem yapılmaz ve müşterinin evraklarının tamamlanması istenir. Kapı çıkış kâğıdından bir nüsha kapı operasyon memuruna verilir. Kapı çıkış kâğıdının üzerindeki bilgilerde bir yanlışlık var ise çıkış kâğıdı gümrük müşaviri ile ambara geri gönderilir. Ambar gümrük memuru ve ofis memuru çıkış kâğıdının üzerindeki düzeltmeyi manuel olarak yapar ve kaşelerini düzeltmenin karşısına tekrar basarlar.

Ayrıca ambar ofis memuru çıkış kâğıdının arkasına “düzeltme yapılmıştır” ibaresini ekler. Konteynerin boş dönüş yeri CMC tarafından belirlenir ve sisteme işlenir. Konteynerin çıkış için yasaklar kaktığında müşteri kayıt ofisine gidip “Dolu İthalat

Kamyon Bildirim Formu" doldurur ve teslim eder. Konteyner tartılacaksa bu formda belirtilir. Gümrük müşavirinin firmanın vekâletnamesine sahip olması zorunludur. Bu vekâletnamenin bir kopyası kayıt ofisinde arşivlenir. Araç plakasının değişmesi durumunda yeni plaka bildirimi yine aynı vekâletnameye sahip kişi tarafından yapılmak zorundadır. Kayıt Ofisi Kati İthalat Kapı Öncesi İşlemleri veya Kayıt Ofisi Transit İthalat Kapı Öncesi İşlemleri talimatlarına göre kapı öncesi işlem yapılır.

Tüm bu işlemlerden sonra aracın kapı girişine izin verilebilir. Konteynere almaya gelen araç sürücüsü kapı operasyon memuruna konteyner numarasını veya konteynerin bağlı olduğu konşimento numarasını söyler. Araç sürücüsünün söylediği bilgi ve araç plakası el terminalinden veya bilgisayardan sisteme girilir. Sistem, konteynerin bulunduğu adres bilgisini içeren bilet yazdırır ve aynı anda konteynerin bulunduğu istife atanmış iş makinelerine iş emri atanır. Konteyner araca yüklenir. Yüklü araç çıkış kapısına geldiğinde konteyner numarası ve araç plakası sisteme girilir. Sistem onayı ile aracın çıkışına izin verilir.

2.2.4. Boş konteyner kapı çıkış süreci

Gemi ile tahliye edilen ithalat boş konteynerler veya dolu olarak gelip liman sahasında boşaltılan konteynerler üzerinde sistemde tutulan otomatik yasaklar bulunmaktadır. Konteynerin kapı çıkışı yapabilmesi için gümrük işlemlerinin tamamlanması, liman masraflarının ödenerek faturalama yasağının kalkması ve ambar ofise evrakların teslim edilip gümrük yasağının kalkması gerekmektedir. Bu yasaklardan herhangi biri konteyner üzerinde bulunursa konteynerin liman dışına çıkmasına veya konteynere almaya gelen aracın kapı girişine izin verilmez.

Konteynerin çıkışı için gerekli faturalama yasağı ödemelerin tamamlanması ile kaldırılır. Ardiye tarihinde 24.00'e kadar kapı çıkışı yapmayan konteynerler için sistemde otomatik faturalama yasağı konulur. Müşteri ertesi gün ek ardiye ödeyerek konteynerin yasağını kaldırabilir. Gümrük işlemlerini yapan gümrük müşaviri veya acente yetkilisi kapı çıkış kâğıdı için ambara gider. Boş ordinosu (KTT-Konteyner Takip Tutanağı) ve gümrük kapı çıkış kâğıdı kontrol edildikten sonra konteynerin gümrük yasağı kaldırılır. Kapı çıkış kâğıdından bir nüsha kapı operasyon memuruna verilir. Konteynerin çıkış için yasaklar kaktığında müşteri kayıt ofisine gidilip "Boş Talep Formu-BTF" doldurulur ve teslim eder. Boş Konteyner Teslimi Kapı Öncesi İşlemleri talimatlarına göre kapı öncesi işlemler yapılır.

Tüm bu işlemlerden sonra aracın kapı girişine izin verilebilir. Konteynere almaya gelen araç sürücüsü kapı operasyon memuruna konteyner numarasını veya BTF numarasını söyler. Araç sürücüsünün söylediği bilgi ve araç plakası el terminalinden veya bilgisayardan sisteme girilir. Sistem, konteynerin bulunduğu adres bilgisini içeren bilet yazdırır ve aynı boş saha operasyon terminaline iş emri atanır. Adres biletinde "Boş Sahasına Gidiniz" ibaresi bulunmaktadır. Araç konteyner limana teslim etmek üzere boş sahasına gider. Boş sahasının bulunmasında liman içi trafik işaretleri ve yönlendirme levhaları kullanılır. Konteyner araca yüklenir. Yüklü araç çıkış kapısına geldiğinde konteyner numarası ve araç plakası sisteme girilir. Sistem onayı ile aracın çıkışına izin verilir. Gümrük mevzuatına göre zorunlu olmadıkça daha önceden kapıdan giriş yapmış boş konteyner tekrar kapıdan yurt içi edilmez. Bu tip konteynerler için gümrük üst yazısı kayıt ofisinde kontrol edilmesi gerekmektedir.

2.2.5. Dolu ihracat konteyner kapı çıkış süreci

Dolu ihracat konteyner çıkışları için kapı çıkış kâğıdı yerine geçen liman adına yazılmış gümrük üst yazısı olmalıdır. Bu yazının ambar ofis memurlarınca kontrol edilmiş, kaşelenmiş ve imzalanmış olması gerekmektedir.

Gümrük kolcusunun kaşeleyip imzaladığı gümrük yazısının aslı ambar ofis çalışanları tarafından arşivlenir, fotokopisinin arkası ambar ofis memurları tarafından kaşelenip imzalandıktan sonra kapıya gönderilir. Üst yazı kapıya teslim edildikten sonra çıkış işlemleri dolu ithalat konteyner çıkış işlemleri ile aynıdır.

2.2.6. Supalan konteyner kapı çıkış süreci

Supalan konteyner çıkışları için kapı çıkış kâğıdı yerine geçer 3 farklı renkte, kopyalı gümrük ambar memuru tarafından imzalanmış supalan yazısı olmalıdır. Bu yazının ambar ofis memurlarınca kontrol edilmiş, kaşelenmiş ve imzalanmış olması gerekmektedir. Beyaz kopya gümrükte, sarı kopya ambarda, mavi kopya kapıda kalacak şekilde gümrük komisyoncusu tarafından dağıtımı yapılır. Supalan kapı çıkış fişi kapıya teslim edildikten sonra çıkış işlemleri Dolu İthalat Konteyner çıkış işlemleri ile aynıdır.

2.2.7. Hasarlı konteyner giriş süreci

Konteyner boş ya da dolu olsun kapı girişinde yapılan fiziki kontrollerde herhangi bir hasar tespit edilirse Konteyner Hasar Tutanağı / Container Interchange Report 1

nüsha hazırlanır ve konteynere getiren araç sürücüsüne imzalatılır. İmzalı tutanaklar arşivlenir. Konteyner için hasar bilgisi sisteme işlenerek sorun bileti bastırılır ve sorun biletinin üzerine sorun masasında kullanılmak üzere hasar hakkında bilgi yazılır. Gün içerisinde gelen hasarlı konteynerler için Excel formatında hazırlanmış olan dosyada konteyner numarası, konteynerin limana giriş tarihi ve hasar hakkında bilgi yazılır. Gün sonunda hazırlanmış olan dosya Kapı Operasyon çalışanları tarafından Acente, Hasar, Planlama, Kayıt Ofisi Ve Sorun Masası e-posta adreslerine gönderilir. İlerde doğabilecek herhangi bir işlem durumunda Hasar Departmanının talebine istinaden arşivlenmiş olan hasar tutanaklarından ilgili tutanağın fotokopisi Hasar Departmanına gönderilir [7,10,13,14].

2.3. Duraksız Kapı Geçiş Sistemi

Dünya çapındaki birçok büyük konteyner şirketi merkezi liman olma yolundaki sıkı rekabete dahil olabilmek için ileri teknoloji cihazlar ve bilgi teknolojisi uygulamalarıyla üretkenliklerini artırmak üzere her çözüme başvuruyor. Özellikle konteyner terminal geçişlerinde, konteyner numarası ve kamyonun plakasını tanımak; depo alanındaki konteyner güzergâhı üzerinden bilgi aktarmak ve konteynerlerin yasadışı olarak açılmasını önlemek için RFID (Radyo Frekans Tanımlama) ve OCR (Optik Karakter Okuyucu) gibi en gelişmiş teknolojiler kullanılmaktadır. Fakat konteyner terminalleri kamyon ve konteynerlerin geçiş işlemleri için genellikle barkod sistemleri ve ayrıca konteynerlerin depodaki muhafaza alanlarından bilgi aktarımı için basılı evrak kullanımına devam etmektedir. Bu sebeplerden ötürü birçok kamyon konteyner terminal ana kapılarında durup bazı temel işlemleri yapmak durumunda kalmaktadır. Böylece yük taşıma araçları; kamyonların ve konteynerlerin tanınması, ayrıca konteyner depolama mahallinden bilgi transferi için giriş kapılarında durmak zorunda kalmayabilir. Dünya ekonomisinin hızlı küreselleşmesi ve pazar açılımıyla birlikte lojistik endüstrisinin önemi içeride ve dışarıda sürekli olarak artmaktadır. Ayrıca lojistik hacmi de önemli oranda genişlemektedir. Artan lojistik hacmine karşılık verebilmek için liman lojistik endüstrisi çevreleri çok kapsamlı değişiklikler yapmaktadır.

Son dönemde sahneye çıkan birinci sınıf konteyner gemileri genellikle diğer limanlara uğramaksızın merkez limanları ziyaret etmektedir. Küçük limanlarda ise

küçük gemiler konteyner kargoları taşımaktadır. Dolayısıyla mevcut lojistik endüstrisi göbek ve ispit sistemiyle tanışmış bulunmaktadır. Bu koşullar altında liman lojistiğinin köprübaşı olan büyük konteyner terminalleri bir yandan limanlarının kira bedelini düşürüp hizmet düzeyini artırırken merkezi liman olmak için çaba sarf etmekte; aynı zamanda liman inşası, yükleme/boşaltma ve işletme sistemi için önde gelen teknolojilerin uygulanmasına büyük paralar yatırmaktadır. Tüm bu çabalar limanlarının etkinliğini ve verimini artırmaya yöneliktir. Konteyner terminallerinin etkinlik ve veriminin artırılması için birçok ileri teknolojiler büyük oranda işletim bilgi sistemi ve yükleme/boşaltma ekipmanları (konteyner vinci, depo vinci vs) üzerine odaklanmıştır. Buna karşılık, konteyner terminal girişleri konusunda yeteri kadar çalışma yapılmamıştır. Bu sebeple mevcut durumda konteyner ve kamyon tanınmasının ve geçiş yönetiminde bilgi aktarım teknolojilerinin eksikliği hem trafik sıkışıklığına hem de iş gücü kaybına yol açmakta ve sonuç olarak konteyner deposunun verimini düşürmektedir [14].

Birçok konteyner terminal geçiş kapısı günümüzde barkod bazlı sistemler ya da OCR bazlı sistemler kullanmaktadır. Barkod bazlı sistemde konteyner aracı geçiş kapısına ulaştığında sürücü kendi aracını ve konteyneri barkod sistemi aracılığıyla tanıtmak durumundadır ve iş düzeniyle ilgili bilgi alır. Fakat barkod sistemi uygulamada çok zaman alır ve barkodlar bazen kaybolabilir ya da hasar görebilir. OCR bazlı sistemde ise kamyon ve konteynerlerin tanınması için bir video sınıflandırıcı kullanılır. Fakat bu da sık sık sorunlar doğurur, sonuçta manuel işlem gerektirir [15]. Bu problemlerin çözümü için bazı çalışmalar konteyner terminal girişinde RFID teknolojisinin uygulanmasına yönelmiştir [16]. RFID bazlı sistem kamyon ve konteynerlerin otomatik olarak tanınmasına olanak sağlamıştır; fakat bu sistemle sürücüye iş düzeni hakkında otomatik olarak bilgi iletmek imkânsızdır. Dolayısıyla geçiş yönetimleri tamamen otomasyona bağlanmış değildir; yani araç iş düzeni hakkında bir kağıda yazılı dokümanı (slip) almak için giriş kapısında durmak zorundadır [15].

2.3.1. RFID konteyner giriş sistemlerinin ana hatları

Konteyner terminal kapısı bir konteyner nakliyecisi ile konteyner terminalinin, konteyner yönetimi hususundaki sorumluluğu paylaştıkları fiziksel bir arabirimdir. Ayrıca kamyon sürücüsüne konteyner deposuna giriş ve depolama mahâli hakkında bilgi de verir. Bu yolla konteyner terminalinin iş yapma kapasitesini iyileştirerek

terminal işlemlerinin verimli olmasına yardım eder [17].Giriş kapısındaki işler Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi üç sınıfa ayrılabilir: tanıma ve doğrulama, bilgi yönetimi, müşteri hizmetleri [2].

Tanıma ve doğrulama, bilgi yönetimi ve müşteri hizmetleriyle ilgili temel işler gişe çalışanları tarafından giriş kapılarında el yordamıyla yapıldığı için tıkanıklık genellikle kapıda yaşanır. Bu sorunu çözmek için 1980lerde ilk defa bir otomatik geçiş sistemi geliştirilmeye başlanmıştır. Örneğin, Birleşik Devletler'in Los Angeles Limanı'nda geçişteki iş yoğunluğunu azaltmak için bir video kamera ve ses vericisi kullanılarak otomatik bir geçiş sistemi uygulanmıştır [7].

RFID bazlı otomatik geçiş sistemi kullanarak geçişin verimliliğini artırma yönündeki birçok çabaya rağmen hala bazı problemler mevcuttur. Bu sistem ile ilgili karşılaşılan sorunlar Çizelge 2.2'de gösterilmektedir. Örneğin 433 MHz konteyner etiketi birleştirilmiş konteynerler. Üstelik sürücüye verilen kâğıt üzerindeki iş talimatı dokümanı nedeniyle araç durmak zorunda kalır, böylece de giriş için geçen zaman uzar.

Duraksız otomatik geçiş sisteminde, mevcut otomatik geçiş sistemlerinin aksine konteyner araçları ana kapıda durmak zorunda kalmaz. İş talimatı bilgilerinin aktarımı için de kağıt doküman yerine dijital ortam kullanılır.

Konteynerin anakapıdan çıkış sürecinde ise, RFID okuyucu konteyner aracına takılan RFID etiketi tanılar ve bu araç iş talimatı bilgilerini dijital ortam yoluyla alır; ilgili konteynerin bulunduğu alana doğru yönelir. Konteyneri yükledikten sonra araç anakapıya gider. RFID okuyucu tarafından tanınan bilgi anakapıda COPINO ile karşılaştırılır. Eğer COPINO ile uyuşuyorsa, konteyner aracı kapıdan geçer ve anakapı çıkış sürecini tamamlar. Fakat eğer uyuşmuyorsa anakapı görevlisi bir hata mesajı gönderecek ve gerekli önlemleri alacaktır.

Duraksız Otomatik Geçiş Sisteminin düzenlenmesinde ise Şekil 2.4'de gösterildiği gibi duraksız otomatik geçiş sistemi bir adet RFID bazlı tanıma sistemi ve bir dijital bilgi iletim sisteminden oluşmaktadır. RFID cihazları bir RFID okuyucudan ve yük araçları ile konteynerlerin tanınması için kullanılan bir antenden müteşekkildir. Dijital ortam ise bir bilgi alıcı-vericisi ile bir terminalden oluşur.

RFID teknolojinin özelliği nedeniyle her bir cihazın tanınma oranı önemli ölçüde etiketin eklenme noktasından etkilenmektedir. Bu sebeple tanınma oranını

yükseltmek için etiket ve anten Şekil 2.6'da görüldüğü gibi en uygun yerlere takılmaktadır. Elektrikli pano ve sinyal lambası duraksız otomatik geçiş sisteminde bir sorunun ortaya çıkması halinde yardımcı araçlar olarak kullanılacaktır. Bu cihazlar bir yük aracı sürücüsünün geçmesi halinde kolayca tanınmasını sağlamak için ana kapının girişine yerleştirilmiştir.

Bir yük aracı için kullanılan frekans ile bir konteyner için kullanılan frekans farklıdır. Bunun amacı iki frekansın karışmasını önlemektir. Böylece dijital ortamın tanınma oranı düşmemiş olur.

Çizelge 2.1 : Konteyner terminal geçiş sisteminin genel işleri [2].

Bölüm	İçerik
Tanıma ve doğrulama	Sürücünün, kamyon plaka numarasının, konteyner numarasının ve şasi numarasının tanınması Konteyner mührünün, ağırlığının, boyutlarının, hasar ve ısının doğrulanması
Bilgi yönetimi	COPINO yönetimi, iş talimatı bilgisinin iletimi Konteyner bilgilerinin muhafazası, TOS'a (terminal işletim sistemi) gerçek zamanlı bilgi aktarımı
Müşteri hizmetleri	Gemici ve nakliyeciler de dahil olmak üzere müşterilere konteyner hakkında bilgi ve ilgili istatistik veriyi sağlama

Çizelge 2.2 : RFID bazlı geçiş sistemlerindeki sorunlar [2].

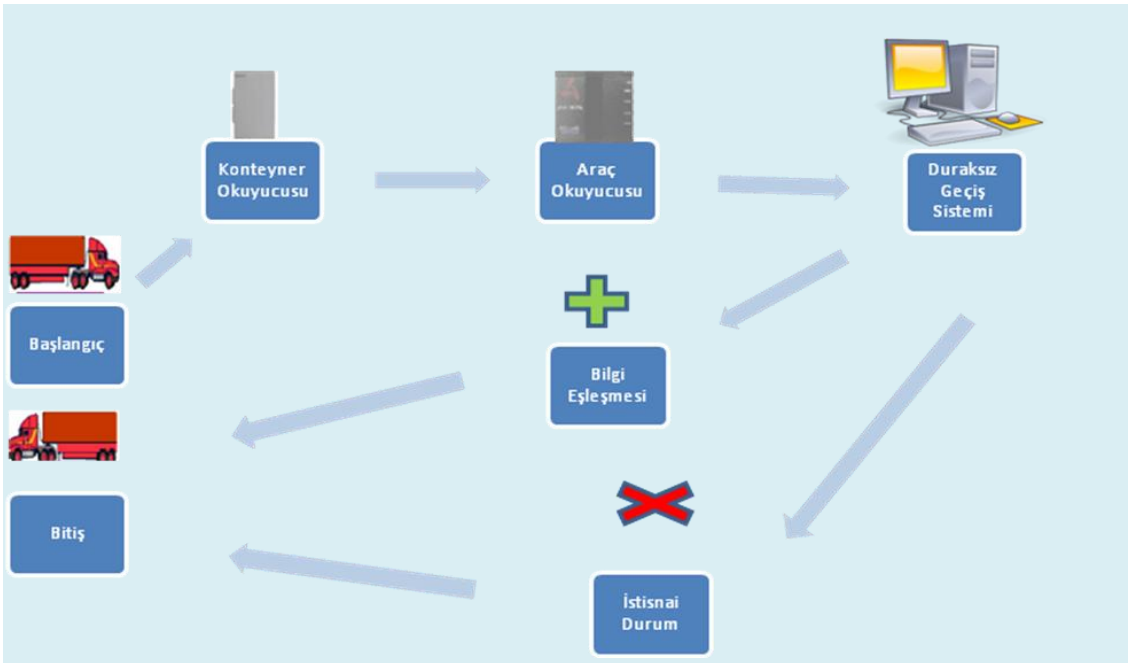
Sorunlar	Sebepler
Ana kapı geçişinde doğrulama	RFID etiketleme durumunda 100 metrelik mesafeden tanıma mümkündür. Fakat bu yöntemle konteynerin kapıdan geçiş yapıp yapmadığı belirlenemez.
Ana kapı geçiş sürecinin gecikmesi	Konteyner terminali ile nakliyat şirketi arasında iskele üzerinde yapılan anlaşmaya göre, konteynerlerin iyi bir durumda olup olmadığının test edilmesi gerekir. İş talimatı hakkındaki bilgilerin doğrulanması için yük aracının durdurulması gerekir.
Birleştirilmiş konteynerlerin tanınması (iki adet 20 fitlik konteyner)	İki konteynerin frekanslarının birbirine karışması Konteyner materyalinin kalitesinden kaynaklanan frekans emilimi

Çizelge 2.3 : İş talimatı bilgisindeki temel veriler [2]**.**

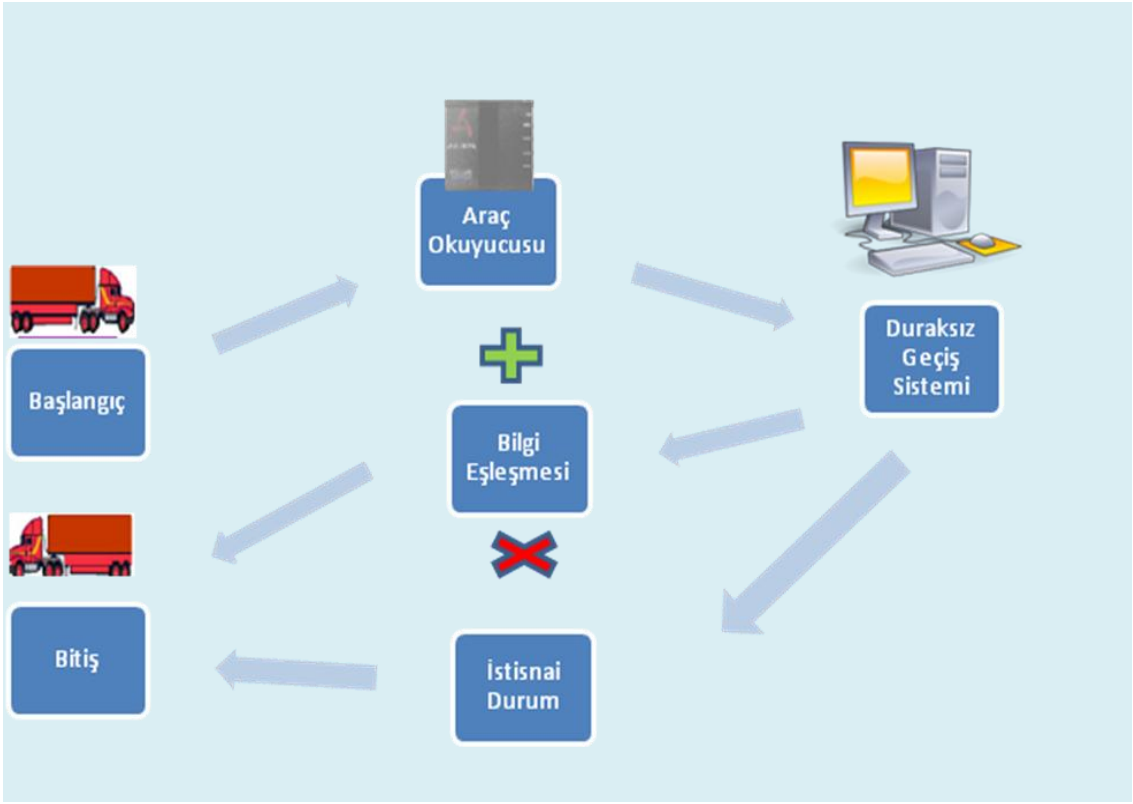
Bölüm	Genel bilgi	Yük aracı bilgisi	Konteyner bilgisi	Depo bilgisi	Diğer bilgiler
TEMEL VERİ	Varış tarihi ve saati	Araç no.	Konteyner no.	Girdi/çıktı	Şirket adı
	Slip no.		Konteyner boyutları	Depo mahali	Şirket logosu
	EIR no		Konteyner ağırlığı	IG no	Depo haritası
	Geçiş rotası		Dolu/boş		Uyarılar
	Ana kapı işçisi		Mühür no		Konteyner resmi
			Konteyner hasarı		Şasi no
			Hasar kodu		
			Dondurucu soğuk		
			IMDG		

Çizelge 2.4 : Dijital ortama aktarılan temel veri [2].

	Bilgi	İçerik
İş talimatı	Yer	Konteynerin depodaki mahali (örn 7A-81:02)
	İçeride/dışarıda	Konteynerin anakapıdan giriş/çıkış durumu (örn İçerde/dışarıda)
	Dolu/boş	Yük aracının geçişte bir konteyneri olup olmadığı (örn Dolu/boş)
	Hata kodu	Hata meydana geldiğinde, mesaj görüntüleme
Tanıma	Konteyner No.	Giriş /çıkıştaki konteyner numarası (örn GSTU 678006)
	Yük aracı No.	Giriş/çıkıştaki araç plaka numarası (örn XXXX)
Diğer	Konteyner hasarı	Hasar olup olmadığı (örn Evet/Hayır)
	Uyarı	Örn hız limiti

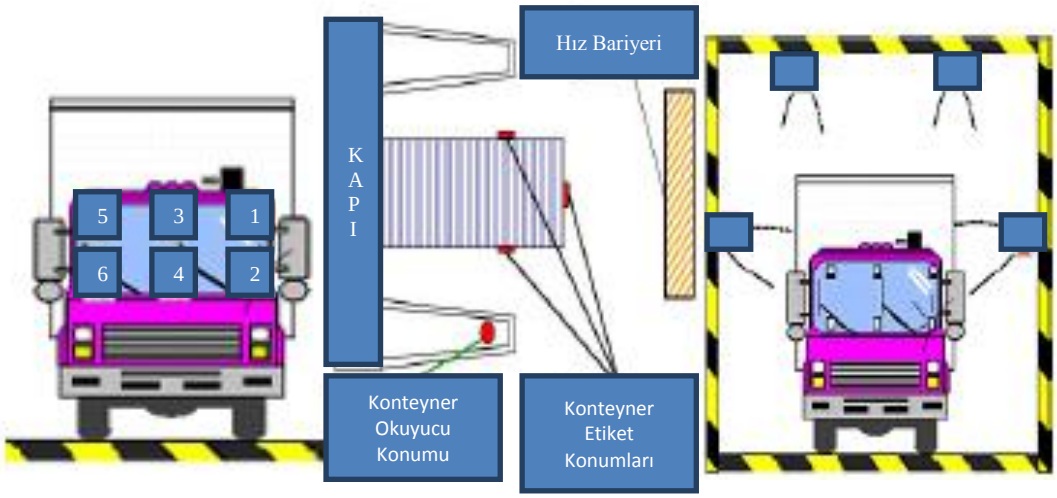


Şekil 2.4 : Duraksız otomatik geçiş sistemlerinde süreç halindeki geçiş [2].



Şekil 2.5 : Duraksız otomatik geçiş sisteminde ana kapıdan çıkış süreci [2].

Kullanıcı yönetimi yöneticiler ve kullanıcılar hakkındaki bilgiyle ilgilenir. COPINO yönetimi RFID tanıma sisteminden gelen bilginin karşılaştırılması için gereklidir. Cihaz yönetimi RFID okuyucu, anten, bilgi alıcı-vericisi ve elektrikli pano da dahil olmak üzere tüm cihazların kaydı ile ilgilenir. Ayrıca problemlerin çözümü için ilgili cihazların bekletilmesi yeniden başlatılması fonksiyonlarını görür.



Şekil 2.6 : Optimal tanınma için RFID yük aracı etiketinin yerleştirilmesi/Optimal tanınma için RFID konteyner etiketinin yerleştirilmesi/RFID etiketinin optimal tanınması için antenin yerleştirileceği yerlerin gösterilmesi [2].

2.4. Simülasyon

Simülasyon, gerçek sistemin yapısı ve davranışını anlayabilmek için mantıksal ve matematiksel ilişkiler içeren, sistem dışında bilgisayar veya başka araçlarla deney yapma olanağı sağlayan bir yöntemdir. Simülasyon; sistem davranışlarını gözler ve tanımlar, gözlenen davranışlar için geçerli olan teori ve hipotezleri kurar. Geçerli teorileri, sistemin gelecekteki davranışlarını öngörmek için kullanır. Sistemi kontrol etme olanağı sağlar. Simülasyon, karmaşık sistemlerin tasarımı ve analizinde kullanılan en güçlü analiz araçlarından birisidir.

Genel anlamda simülasyon, zaman içinde sistemin işleyişinin taklididir. Bir simülasyon modeli geliştirildikten ve geçerliliği sağladıktan sonra, gerçek sistem hakkındaki çeşitli sorulara cevap aramak için kullanılır. Bir simülasyon modeli; gerçek sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin etkilerini, yeni kurulacak bir sistemin performansını tahmin etmek için analiz aracı, tasarım aracı olarak kullanılır.

Gerçek hayatta karşılaşılan sistemlerin bir çoğu karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu durumda, bu sistemlerin modellerini matematiksel metotlar ile çözmek mümkün değildir. Bu tur sistemlerin analizi ve çözümü, simülasyon modeli ile yapılır. Simülasyon çalışmasında, gerçek sistemden (mevcutsa) toplanan veri, sistemin modelinin çalıştırılabilmesi için gerekli olan girdi parametrelerinin tahmininde kullanılır. Simülasyon, yöneylem araştırması ve yönetim biliminde uygulama alanı geniş olan metotlardan birisidir. üniversitelerde ve isletmelerde simülasyon tekniğinin kullanımı ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır.[20]

2.4.1. Simülasyonun amaçları

Simülasyon aşağıda verilen amaçlardan birisini veya bir kaçını gerçekleştirmek için kullanılır.

- *Değerlendirme:* Belirlenen kriterlere göre önerilen sistemin ne kadar iyi alıştığının gösterilmesi,
- *Karsılaştırma:* Önerilen sistem tasarımlarının veya politikaların karşılaştırılması,
- *Tahmin:* Önerilen koşullar altında sistemin performansının tahmin edilmesi,
- *Duyarlılık Analizi*: Sistemin performansı üzerinde hangi faktörlerin etkili olduğunu belirlenmesi,
- *Optimizasyon:* En iyi performans değerini veren faktör düzeylerinin bir kombinasyonunun belirlenmesi,
- *Darboğaz Analizi:* Bir sistemde darboğazların belirlenmesi amacıyla

simülasyon kullanılır.

Bazı problemlerin çözümünde simülasyonun kullanılması zorunluluğu ortaya çıkabilir. Problemin tam matematiksel modelinin olmaması, matematiksel modelin analitik yaklaşımla çözülememesi, analitik çözümün mümkün fakat bu çözümün matematiksel olarak çok karmaşık olması, analitik çözümün maliyetleri artırması, sistem analizi için zaman kısıtının olması, içinde bulunulan koşullarda simülasyonun tek analiz yöntemi olması, üzerinde çalışacak sistem çalışmaya, deney yapmaya uygun değilse, sistem henüz tasarım aşamasında ise, problemin analitik çözümü mümkün olmasına rağmen matematiksel modelin verebileceği sonuçlar dışında farklı

sonuçlarla ilgileniliyorsa, sistemin davranış analizi yapılacaksa, simülasyon kullanılmasında yarar vardır.

Bununla birlikte iyi bir simülasyon çalışması için; kullanıcılar tarafından kolay anlaşılması, amaç veya hedef arayışlı olmalı ve amaçlar veya hedefler doğru tanımlanması, güçlü ve güvenilir olmalı, model hatalı sonuçlar vermemesi, kolayca dönüştürülebilir ve kontrol edilebilir olması, iyi bir şekilde belgelendirilmesi ve tanıtılması, kolayca değişikliklere uyarlanabilmesi ve güncelleştirilebilmesi ve evrimsel olması koşullarının sağlanması gerekmektedir[19].

2.4.2. Simülasyonun avantajları ve dezavantajları

Simülasyonun avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Gerçek hayatta karşılaşılan birçok problem dinamik ve stokastik özellikler taşır. Böyle durumlarda, problemin tam bir matematiksel formülasyonu olmadığından simülasyon yaklaşımıyla çözüme ulaşılır.

Yapılması öngörülen deneylerden elde edilecek verilerin, gerçek sistem yerine simülasyon modelinden toplanması daha az maliyetlidir ve zamandan tasarruf sağlar. Veri çoğu kez gerçek hayatta olduğundan daha ucuza elde edilir.

Girdi-cıktı modelleri olarak tanımlanabilen simülasyon modelleri sistem yöneticileri ve kullanıcıları için analitik modellere göre daha anlaşılırdır. Simülasyon modelleri gerçek sistemin özelliklerini istenilen ayrıntıda yansıtabilmektedir. Böylece analitik yaklaşımla çözüm yaparken gereğinden fazla varsayım yapılması zorunluluğu ortadan kalkar.

Simülasyon modeli üzerinde yapılan deneylerle, sistemin performansını etkileyen değişkenler ortaya çıkartılır ve bunlar kontrol altına alınabilir. Diğer taraftan değisik politikaların sonuçları incelenebilir.

Analitik modeller genellikle kısıtlı sayıda performans olcusunu hesaplayabilmektedir. Simülasyon yaklaşımıyla istenilen performans ölçülerinin tamamı hesaplanabilir.

Simülasyonda deneylerin parametreleri tam olarak kontrol altına alınabilir. Sistem işleyişini etkileyen önemli değişkenlerin ortaya çıkartılması ve darboğazların belirlenmesi simülasyon modeli üzerinde yapılacak deneylerle mümkündür.

Mevcut sistem üzerinde hiçbir değişiklik yapmadan önerilen yeni politikalar ve isletme stratejileri sınanabilir. Bu koşullar altında verimliliğin ne yönde değişeceği önceden görülür. Yeni yapılacak teknolojik yatırımların sonuçları simülasyon modeliyle incelenerek bu yatırımların uygunluğu araştırılır.

Daha sağlıklı kararlar alınmasına yardımcı olur. Kullanıcı simülasyon modelini çalıştırırken zamanı tam kontrol edebilir. Arzu edilen sure içinde sistem incelenebilir. Özellikle bilgisayar simülasyonunda zaman akısı hızlandırılabilir, yavaşlatılabilir veya istenildiğinde durdurulup tekrar başlatılabilir. Çok uzun gerçek zaman dilimleri bilgisayarla çok kısa sureler olarak araştırmacının görüşü içine gelir.

Sistem analistinin denetiminde kontrollü deney yapmayı sağlar. İstenildiği zaman istenildiği kadar deney yapılarak çok yönlü karşılaştırmalara olanak sağlanır. Modeldeki koşulların etkilerini, yönlerini değiştirerek ve/veya sabit tutarak diğer değişkenlerin kendi aralarında ve birlikte etkileşimlerini hesaplama olanağı sağlar. Bir sistemdeki etkileşimleri etüt etme ve bunlar üzerinde deney yapma olanağı verir.

Modele değişken eklemek ve çıkarmak mümkün olduğundan duyarlılık analizi yapılabilir. Veri toplamak için gerçek sistemi zorlamak gerekmediğinden, gerçek sistem güvensizliklere ve etkilenmelere karsı korunmuş olur. Sistem verilerinin ayrıntılı olmadığı durumlarda da elverişlidir. Etkin bir eğitim sağlar.

Yeni girişimlerin dışsal faktörlerden korunması ve iç etkinliklerin optimal planlaması acısından başlangıçta veri toplamayı sağladığından yöneticilerin, karar vericilerin başvurabileceği yararlı bir tekniktir. Model kurulduktan sonra farklı durumların analizi için istenildiği kadar kullanılabilir. Simle edilen sistemin ayrıntılı incelenmesi ile sistemin daha iyi anlaşılması, problemlerin ve eksikliklerin giderilmesi ve daha etkin fiziksel ve işletimsel sistemin geliştirilmesine yardımcı olur. Analitik çözümlerin doğruluğunun araştırılmasında kullanılabilir. Karar vericileri daha geniş düşünmeye zorlar.

Buna karşılık simülasyonun dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Simülasyon, analitik yöntemlere göre daha maliyetlidir ve uzun zaman alır. Stokastik simülasyon modellerinde analitik yöntemlerin tersine, performans ölçülerinin beklenen değerleri, tam olarak değil istatistiksel yöntemler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. Simülasyon analitik yöntemlerin yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilir.

Analitik çözümün yeterli olduğu durumlarda simülasyona başvurmak doğru değildir.

Analitik yöntemlere göre daha fazla uzmanlık isteyen bir yöntemdir. Simülasyon, incelenen sistemin etkinliği hakkında sadece sayısal bilgiler verebilir. Sebep-sonuç iliksileri hakkında sayısal verilerden görülebilecek ipuçları dışında bilgi vermez.

İstatistiksel olarak kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak genellikle uzun suren deneyler yapmak gerekir ki bu da harcanan zamanı ve maliyeti artırır. Geniş uygulama ve planlama gerektirdiğinden küçük isletmeler için oldukça pahalıdır. Uygun olmayan varsayımlar, modeli gerçek sistemden uzaklaştırır ve yanlış kararlar alınmasına neden olur. Modelde parametrelerin ilk değerlerinin saptanması ya mümkün değil veya çok güçtür[19,20].

2.4.3. Simülasyonun kullanım alanları

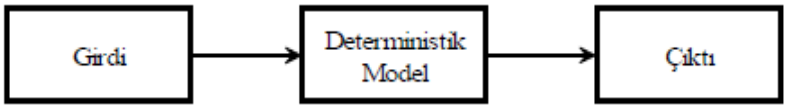
Simülasyonun genel olarak kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Bilgisayar Sistemlerinde: Yazılım sistemleri, bilgisayar ağları, veri tabanı yapısı ve yönetimi, bilgi isleme, donanım ve yazılım güvenliğinde
- Üretim: Malzeme tasıma sistemleri, montaj hatları, otomatik üretim tesisleri, otomatik depolama tesisleri, stok kontrol sistemleri, fabrika yerleşimi, makine tasarımı
- İşletme: Stok ve mal analizi, ücretlendirme politikası, pazarlama stratejileri, nakit akış analizleri, tahmin, ulaştırma alternatifleri, işgücü planlaması
- Kamu Hizmeti: Askeri silahlar ve kullanımları, askeri taktikler, nüfus tahmini, arsa kullanımı, sağlık hizmetleri, polis servisleri, itfaiye hizmetleri, karayolu tasarımı, trafik kontrolü
- Ekoloji ve Çevre: Su kirliliği ve temizlenmesi, atık kontrolü, hava kirliliği, hava tahmini, deprem ve fırtına analizi, maden arama ve çıkarma, güneş enerjisi sistemleri, tahıl üretimi.
- Sosyoloji: Yiyecek/ nüfus analizi, eğitim politikaları, organizasyon yapısı, sosyal sistemlerin analizi, refah sistemleri, üniversite eğitimi
- Biyoloji: Salgın hastalık kontrolü, biyolojik yasam cevrimi, biyomedikal çalışmalar.

2.4.4. Simülasyon türleri

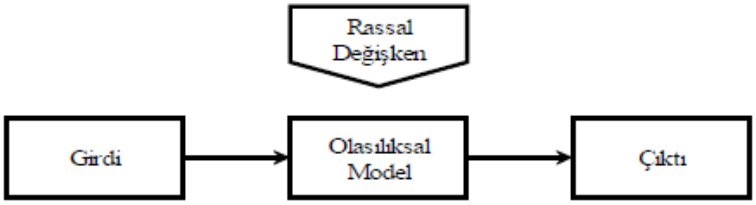
Simülasyon türleri çeşitli durumlara göre *Sistem ya da Surecin Durumuna Gore Statik ve Dinamik Simülasyon :*Sistemin zaman boyutunun herhangi bir anındaki durumunu gösteren simülasyon modeline statik simülasyon modeli, bu modelle yapılan simülasyona da statik simülasyon adı verilir. Statik simülasyon modeli ile genellikle Monte Carlo simülasyonu kastedilmektedir.

Sistemin zaman boyutundaki gelişmesini gösteren simülasyon modeline dinamik simülasyon modeli, bu modelle yapılan simülasyona da dinamik simülasyon denir.



Şekil 2.7 : Deterministik simülasyon [20].

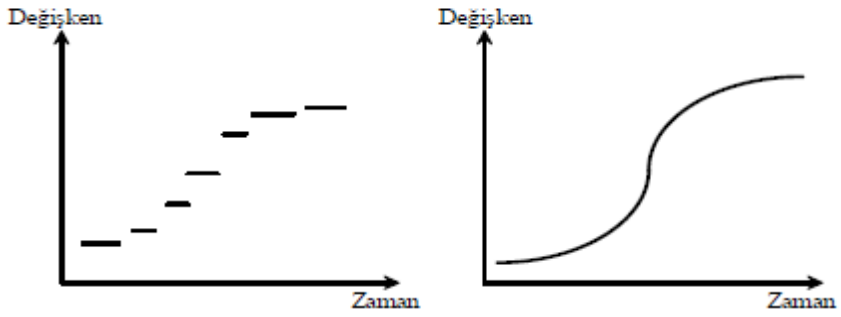
Simülasyona Esas Olan Değişkenlerin Olasılıksal Olup Olmamasına Gore Deterministik ve Olasılıksal Simulasyon : Simülasyon modeli deterministik veya olasılıksal olabilir. Rassal değisken icermeyen modellerle yapılan simülasyon deterministiktir. Deterministik simulasyon modellerinde hiçbir rassal özellik yoktur. Bu nedenle, simulasyon sonuçları her denemede aynı sayısal değeri verir. Deterministik simülasyon Sekil 2.7'de verildiği gibi isler. Olasılıksal simülasyon modelinde bir ya da daha fazla sayıda rastsal değişken bulunur. Rastsal değişkenler üretilerek çalıştırılan olasılıksal simülasyon modellerinde deney sonuçları da rassal olur. Ölçülmek istenen performans göstergeleri için ise tahmini değerler elde edilir. Olasılıksal simülasyonun işleyişi Sekil 2.8'de gösterilmiştir [20].



Şekil 2.8 : Olasılıksal simülasyon [20].

Sistem Değişkenlerinin Değişiminin Zaman İçinde Gözlenmesine Gore Kesikli ve Sürekli Simülasyon : Sürekli simülasyon söz konusu olduğunda, sistemin durumunu belirleyen değişkenlerin değerleri zaman içerisinde sürekli değişir. Kesikli simülasyonda ise, dikkate alınan değişkenlerin değerleri zamanın belirli noktalarında

değişmektedir.



Şekil 2.9 : Kesikli ve sürekli simülasyon [20].

3. SENARYOLAR VE VERİ TOPLANMASI

Çalışmada daha önce belirtilen simülasyon programı Arena 11.0 kullanılmıştır. Bu bölümde simülasyonun modellemesinde kullanılan senaryoların açıklaması ve veri toplanıp simülasyonda kullanılması hakkındaki bilgiler bulunmaktadır.

3.1. Simülasyon Programında Kullanılan Senaryolar

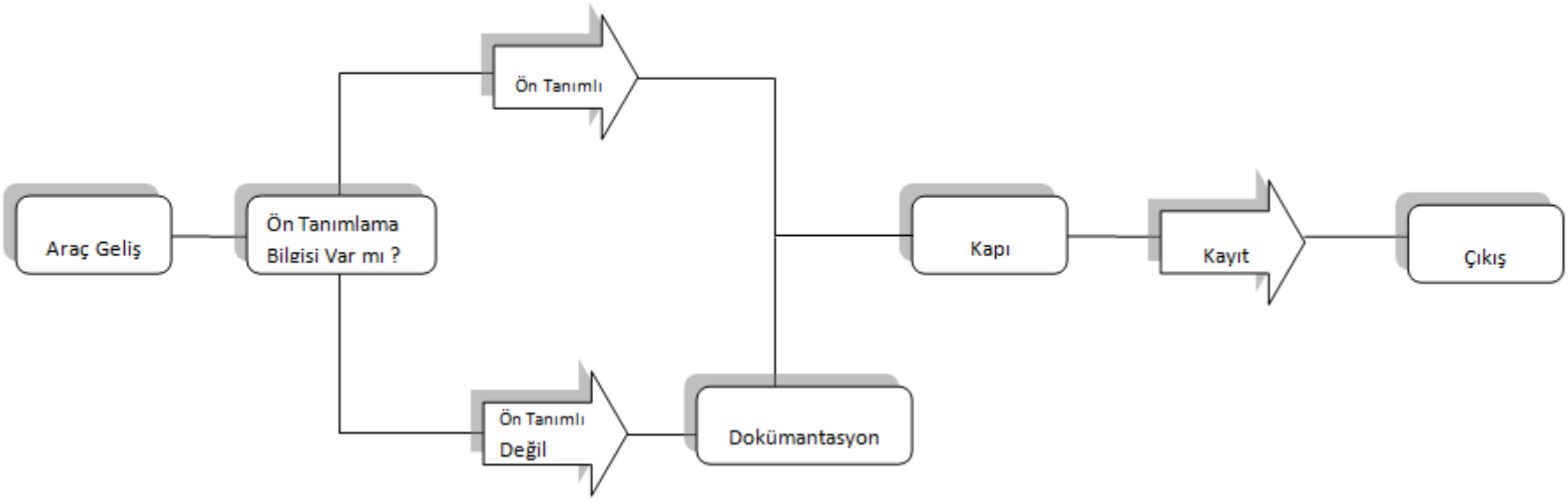
Çalışmanın simülasyon bölümü için hazırlanan senaryolar RFID sistemi kullanılan ve otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri için olmak üzere temelde iki adettir. Diğer senaryolar bu iki temel senaryo çerçevesinde EDI booking oranları, RFID okuma oranları ve RFID sistemi kullanılan gişe sayısı değiştirilerek hazırlanmış, böylece gerçeğe en yakın sonuçlara ulaşılarak otomasyon sistemi kullanılmayan kapı ile RFID sistemi kullanılan kapı arasındaki karşılaştırma yapılmak istenmiştir.

3.1.1. Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için uygulanan senaryolar

Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için kullanılan senaryoda süreç konteynerlerin EDI sistemine terminale varmadan önce booking yapmaları ile başlar. Bu işlemi gerçekleştiren araçlar simülasyon sisteminde tanımlanan ilk karar verme bloğunda ön tanımlı ya da ön tanımsız olarak ayrılarak geçiş yaparlar. Ön tanımlaması bulunmayan araçlar doküman işlemlerini gerçekleştirmek üzere ayrıldıktan sonra işlemlerin tamamlanmasından sonra kapı girişine yönlendirilirler. Ön tanımlaması yapılan araçlar doğrudan kapı girişlerini gerçekleştirmek üzere duraksız olarak kapı girişine yol alabilirler. Kullanılan ilk senaryo için ön tanımlama oranı %75, ikinci senaryo için %85, üçüncü senaryo için %95 olarak alınmıştır. Açıklanan senaryoların genel akış şeması Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

3.1.2. RFID sistemi kullanılan kapı girişi için uygulanan senaryolar

RFID sistemi kullanılan kapı girişi için uygulanan senaryolar otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi sürecine benzer olarak konteynerlerin EDI sistemine



Şekil 3.1 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi için uygulanan genel senaryo.

terminale varmadan önce booking yapmaları ile başlar. Bunun yanında önceden bildirim sisteminin akışı da otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi sürecinde olduğu gibi önceden bildirim yapmayan araçlar ön tanımlamasını olmayan araç olarak adlandırılarak, doküman işlemleri yapılmak üzere ayrılmaları entity akışının ilk ayrıldığı noktadır. Dokümantasyon işlemlerini gerçekleştiren araçlar RFID sistemi kullanılan kapı girişi olan terminalin otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişine ilerleyerek giriş süreçlerini tamamlarlar. Ön tanımlaması bulunan araçlar entity akışının ikinci ayrılma noktası olan RFID sistemi bulunan kapı girişinde RFID etiketlerinin okunması ya da okunmaması seçeneklerine göre sistem içerisinde dolaşmaya devam ederler. RFID etiketleri okunan araçlar kapı giriş sürecini tamamlayarak sistemden çıkarlar. RFID etiketleri okunmayan araçlar ön tanımlaması bulunmayan araçlar gibi otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişine yönlendirilerek kapı giriş süreçlerini tamamlarlar. Genel senaryo akışı böyle kurulmuşken toplam kapı giriş gişeleri sayısı 3,4,5 olarak; RFID etiket okunma oranı 90%,95%,99% olarak; önceden bildirim yapan araçların ön tanımlama oranları 75%, 85%, 95% olarak kullanarak 30 adet senaryo üretilmiştir. Açıklanan senaryoların genel akış şeması Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.

Bunun yanında önceden bildirim sisteminin akışı da otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi sürecinde olduğu gibi önceden bildirim yapmayan araçlar ön tanımlamasını olmayan araç olarak adlandırılarak, doküman işlemleri yapılmak üzere ayrılmaları entity akışının ilk ayrıldığı noktadır. Dokümantasyon işlemlerini gerçekleştiren araçlar RFID sistemi kullanılan kapı girişi olan terminalin otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişine ilerleyerek giriş süreçlerini tamamlarlar. Ön tanımlaması bulunan araçlar entity akışının ikinci ayrılma noktası olan RFID sistemi bulunan kapı girişinde RFID etiketlerinin okunması ya da okunmaması seçeneklerine göre sistem içerisinde dolaşmaya devam ederler. RFID etiketleri okunan araçlar kapı giriş sürecini tamamlayarak sistemden çıkarlar. RFID etiketleri okunmayan araçlar ön tanımlaması bulunmayan araçlar gibi otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişine yönlendirilerek kapı giriş süreçlerini tamamlarlar.

Genel senaryo akışı böyle kurulmuşken toplam kapı giriş gişeleri sayısı 3,4,5 olarak; RFID etiket okunma oranı 90%,95%,99% olarak; önceden bildirim yapan araçların ön tanımlama oranları 75%, 85%, 95% olarak kullanarak 30 adet senaryo üretilmiştir. Açıklanan senaryoların genel akış şeması Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.

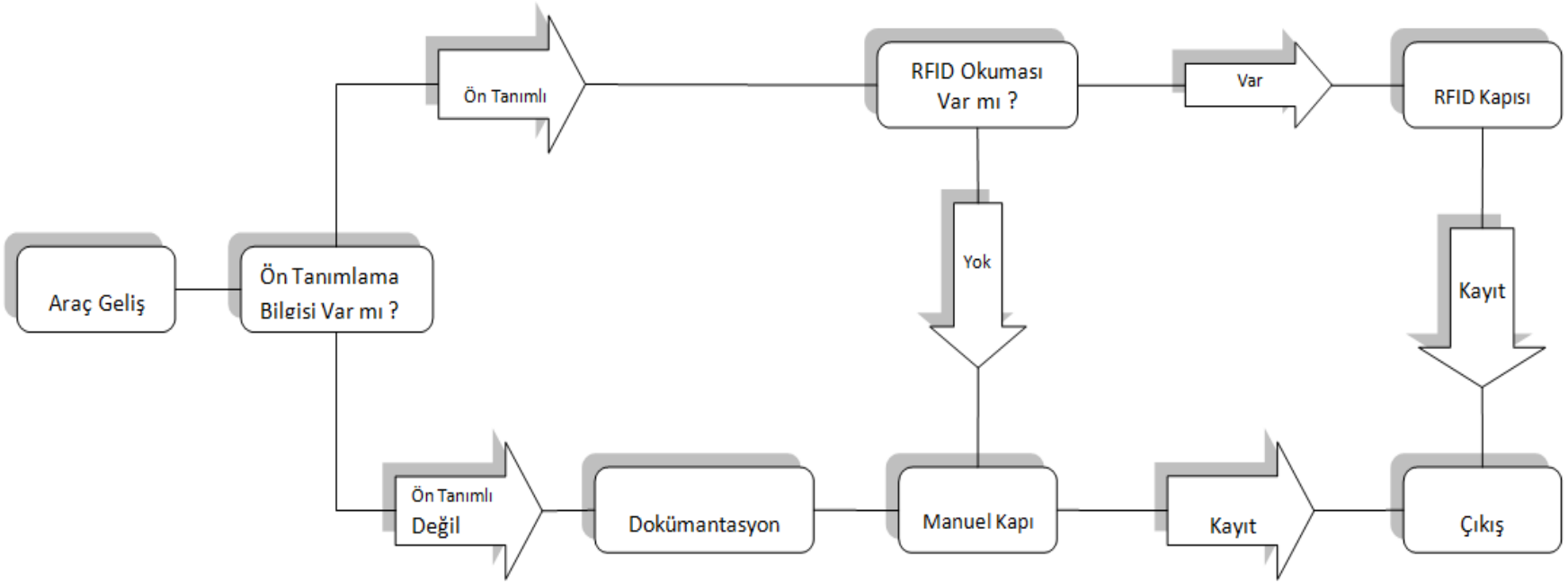
3.2. Verilerin Toplanması

Yapılan uygulamanın gerçeğe en yakın olabilmesi için toplanan verilen mümkün olduğunca planlı bir şekilde toplanması ve toplanan verilerin olabildiğince homojen şekilde birleştirilmesi gerekmektedir. Veriler geçmiş kaynaklar, operatör tahminleri, yönetici tahminleri, otomatik veri toplama ya da doğduran gözlem yöntemleri kullanılarak yapılabilir. Verileri toplarken önyargılardan kaçınılmalı, süreç kesintiye uğratılmamalı, uzun bir süreç ile ilgili veriler toplandığında tamamlanamayan çevrimleri etkisi dikkate alınmalıdır [21].

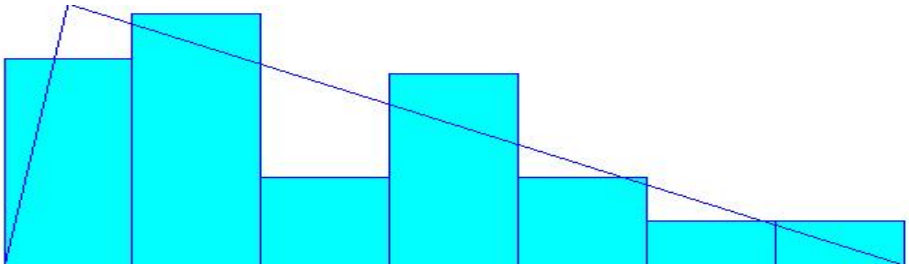
Çalışmanın simülasyon uygulamasında kullanılmak üzere toplanan otomasyon kullanılmayan kapı giriş verileri; Türkiye'nin iki farklı bölgesinde bulunan, kapı giriş sürecinde herhangi bir otomasyon sistemi kullanmayan A ve B Limanlarının konteyner terminal girişlerinde; liman otoritelerinin önerdiği yoğun çalışma saatleri belirlenerek kapı girişlerinde zaman ölçümü yapılarak gerçekleştirilmiştir. Önceden bildirilen araçların ön tanımlama sistemi oranları için liman otoritelerinin verdiği dokümantasyon ön tanımlama yapan/yapmayan araçların verileri limanların bilgi sisteminden aktarılmıştır. Önceden bildirilen araçlardan ön tanımlaması yapılamayanların dokümantasyon işlem süresi ölçümü yerinde zaman tutularak yapılmıştır. RFID sistemi kullanılan kapı giriş verileri Türkiye'de henüz bu sistemi faal olara kullanan herhangi bir liman bulunmadığından Güney Kore'de bulunan bir C limanının konteyner terminal girişinde ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ön tanımlama sisteminin oranları ve ön tanımlama yapmayan araçların dokümantasyon işlem süresi ölçümleri, A ve B limanlarındaki gibi yapılmıştır.

3.3. Girdi Analizi

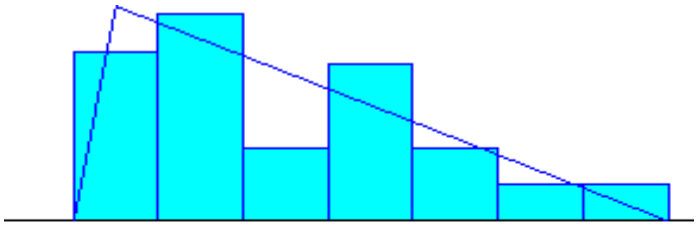
Çalışmada toplanan verilerin analizi bir veri tanımlama yazılımı olan Arena Input Analyzer kullanılarak yapılmıştır [21]. Toplanan veriler için genel bir dağılım bulunması için kullanılan Arena Input Analyzer'ın verdiği dağılım sonuçları Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişi için uygulanan genel senaryo.



Şekil 3.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişi verileri için yapılan analiz sonucu oluşan dağılım.



```
        Distribution Summary

Distribution:   Triangular
Expression:     TRIA(31, 47.8, 270)
Square Error:   0.015793

Chi Square Test
  Number of intervals   = 5
  Degrees of freedom    = 3
  Test Statistic        = 4.9
  Corresponding p-value = 0.194

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.0652
  Corresponding p-value > 0.15

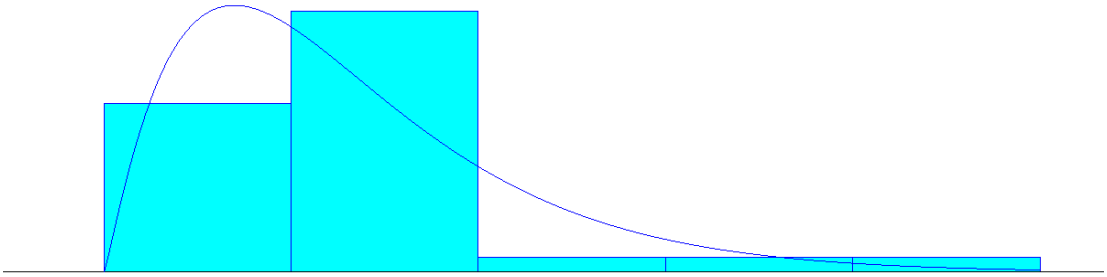
        Data Summary

Number of Data Points   = 62
Min Data Value          = 31
Max Data Value          = 270
Sample Mean             = 116
Sample Std Dev          = 60.9

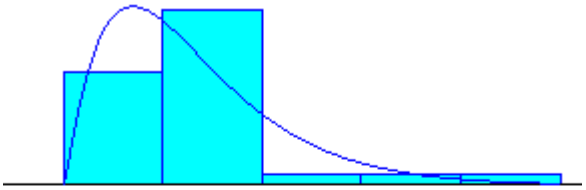
        Histogram Summary

Histogram Range         = 31 to 270
Number of Intervals     = 7
```

Şekil 3.4 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu.



Şekil 3.5 : RFID sistemi kullanan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu oluşan dağılım.



```
        Distribution Summary

Distribution:   Gamma
Expression:     14 + GAMM(0, 0)
Square Error:   0.051406

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 0
  Test Statistic        = 6.67
  Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
  Test Statistic        = 0.154
  Corresponding p-value > 0.15

        Data Summary

Number of Data Points   = 31
Min Data Value          = 15
Max Data Value          = 52.5
Sample Mean             = 24.2
Sample Std Dev          = 7.8

        Histogram Summary

Histogram Range         = 14 to 53
Number of Intervals     = 5
```

Şekil 3.6 : RFID sistemi kullanılan kapı giriş verileri için yapılan analiz sonucu.

4. SİMÜLASYON MODELİ OLUŞTURULMASI

Bu bölümde kullanılan simülasyon programının özellikleri ile birlikte programın içerisinde kullanılan temel bloklar ve veri değişkenleri tanımlanmıştır.

4.1. Arena ile Simülasyon

Arena programı, Siman'ı da piyasaya süren Systems Modeling Corparation adlı bir firmanın geliştirdiği Windows ara yüzüne sahip popüler bir simülasyon programıdır. Arena programı, başarılı bir simülasyon için gerekli olan animasyon, giren ve çıkan verinin analizi gibi fonksiyonları ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde içermektedir. Arena, bir program modeli oluştururken oluşturulmuş modeli çalıştırırken Siman komutlarını kullanır. Fakat bu programın özelliği komut bilgisine neredeyse hiç ihtiyaç duymamasıdır. Arena'da, şablonlarda kısa yolları verilmiş modülleri program sayfanıza ekleyerek ve bu modülleri çift tıklattığınızda açılan pencereye istenen bilgileri (geliş zamanı, yığın boyutu, bir sonraki istasyon adı v.b) girmek suretiyle model programınızı oluşturabilirsiniz.

Arena, Windows altında çalıştığı için araç çubukları, menüler ve pencerelerle çalışmak konusunda büyük kolaylıklar sağlar. Arena model sisteminin gücü üretim, sağlık sektörü, akış hatları, bilgisayar ağları gibi ortamlarda özel uygulamalara imkân vermesinden ileri gelmektedir.

Dosya işlemleri normal bir Windows penceresinde olduğu gibi çalışır. Yeni bir dosya açmak için File/New menüsü seçilebileceği gibi Ctrl+N tuş kombinasyonu da kullanılabilir. Mevcut bir model File/Open komutu ile açılır. Gerekli ise doğru klasörü seçip gerekli dosyayı bulduktan sonra o dosyayı açabilirsiniz. Modellerin kayıt edilmesi ise File/Save veya File/Save As komutu ile olur. File/Print komutu ile modellerin çıktısı alınabileceği gibi File/Print Preview ile önizleme yapılabilir.

4.2. Arena Programı Prosedürleri

Arena'nın içerisinde 5 adet program prosedürü bulunmaktadır.

4.2.1. Input analyzer

Veri girdisinin analizini yapar. Simülasyon yapmak için ihtiyaç duyduğumuz gelişler arası zaman, servis zamanı gibi bilgiler analiz edilir. Örneğin gelişler arası zaman şöyle ölçülmüştür: 1. parçanın gelişinden 2. parçanın gelişine kadar geçen zaman=5, 2. parça gelişinden 3. parça gelişine kadar geçen zaman=6 vb. Bu rakamlar not defterinde 5 6 4 6 5 7 7.4 6.3 şeklinde birer boşluk bırakılarak yazılır. Daha sonra bu text dosyasına bir isim verilerek kaydedilir ve program kapatılır. Daha sonra Input analyzerda file>yeni butonuna basarak yeni bir dosya açılır. Sonra yine file menüsünde bulunan Data File>Use existing sekmesine basılır ve açılan pencereden daha önce yapmış olduğunuz text dosyası seçilir. Fit menüsünde bulunan Fit All sekmesine basarak verilerinizin en uygun olduğu dağılım ve ilgili veriler bulunur.

4.2.2. Arena programı

Model programının oluşturulduğu ve bu programın çalıştırılması suretiyle simülasyonun yapıldığı ana programdır. Bu programdan elde edilen veriler Output Analyzer'da işlenir.

4.2.3 Output analyzer

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

4.2.4. Scenario manager

Siman veya Arena'da, Siman kodlarıyla oluşturulmuş programların derlenmesinde ve link edilmesinde kullanılır. İlk önce model program, Siman komutları kullanılarak yazılır ve Scenario Manager'da derlenir ve "program.m" dosyası elde edilir. Sonra deneysel program yazılır ve derlenerek "program.e" elde edilir. Daha sonra model program ve deneysel program link edilir (birleştirilir) eğer bir hata yoksa "program.p" elde edilir. Bu da Arena'da çalıştırılarak simülasyon yapılır. 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.

4.2.5. Arena viewer

Ana programda hazırlanmış model programın çalıştırılıp sonuçlarının alınmasında kullanılır. 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 kaplamaz. Ana programda hazırlanmış simülasyonlar, file menüsünde bulunan Pack and Go komutuyla paketlenerek Avf uzantılı dosyalara dönüştürürler. Yalnızca bu dosyalar Arena Viewer'da çalıştırılabilir. Fakat bu dosyalar üzerinde değişiklik yapılamaz. Ancak ana programda simülasyonlar kullanıcıdan veri girişi isteyen komutlar kullanarak yapılmışsa yalnızca istenen veriler girilerek simülasyon çalıştırılır. Arena ilk çalıştırıldığında yeni bir model yaratmak için karşınıza çıkacak olan ekran aşağıdaki şekildeki gibidir. Burada ileride açıklanacak olan kısımların bir çoğu yer almaktadır.

Görüldüğü gibi birçok araç çubuğu ile yapılmaya çalışılan, simülasyonun basitleştirilmesi çalışmasıdır. Ekranda görülen her şey bir model oluştururken işimize çok yarayacak olan komutları içermektedir.

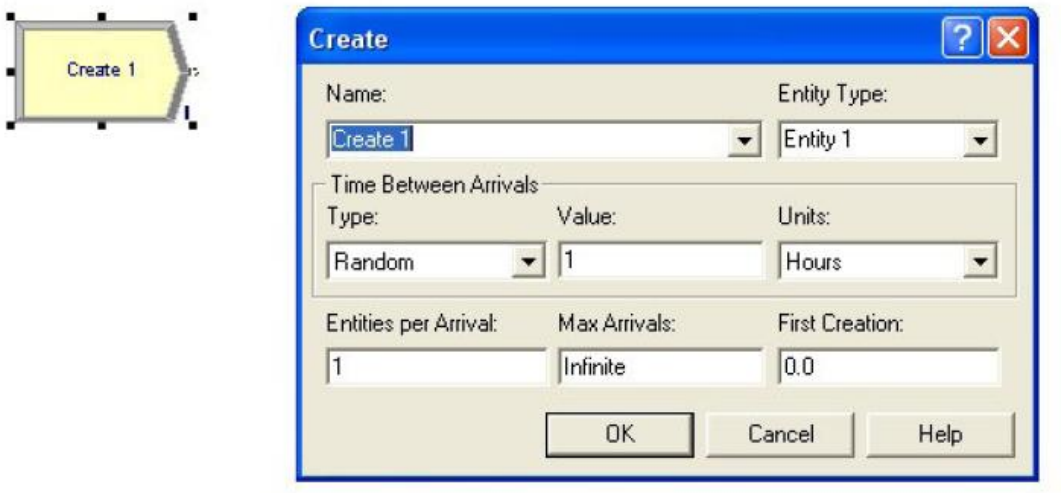
4.3. Arena Programında Kullanılan Temel Bloklar ve Veri Değişkenleri

Bu bölümde simülasyon programı içerisinde kullanılan bloklar ve veri değişkenlerin açıklamaları bulunmaktadır.

4.3.1. Create bloğu

Create Bloğu benzetim modelindeki entity'lerin oluşturulduğu, tiplerinin belirlerdiği yerdir. Üretilen entityler, belirlenen bir çizelge kullanılarak oluşturulacağı gibi varışlar arası zaman aralıklarına bağlı olarak da oluşturulabilirler. Entityler oluşturulup işlem görmek üzere sisteme gönderilirler.

- Name — Bloğu isim olarak belirtir. Verilen isim bloğun üzerinde görülür.
- Entity Type — Entity tipine isim verilir.
- Type —Varış tipleri üretilir.



Şekil 4.1 : Create bloğu ve genel özellikleri.

Varış Tipi (Type) İçerikleri:

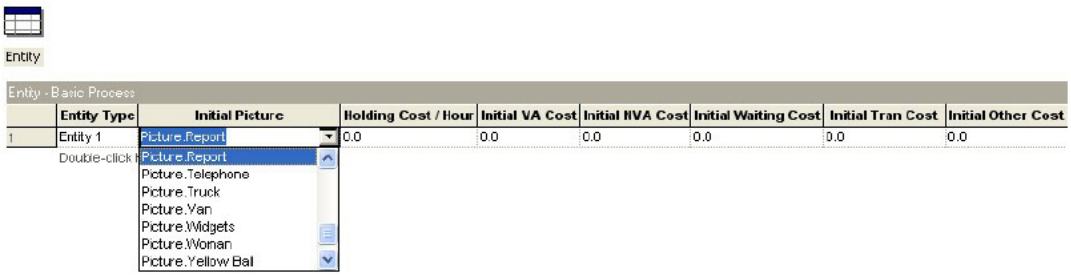
Random (Ortalaması kullanıcı tarafından belirlenmiş üstel (Exponential) dağılımı kullanır). Schedule (Ortalaması Schedule seçimi ile belirlenen üstel (Exponential) dağılımı kullanır). Constant: Kullanıcı tarafından belirlenen sabit bir değerdir. Expression: Kullanıcı tarafından birçok dağılımın olduğu listeden seçilir.

- Value — Eğer varış tipi olarak Random seçeneği seçilmişse üstel dağılımın ortalamasının belirlendiği ya da tvarış tipi Constant seçilmişse varışlar arası zaman için sabit bir değerin verildiği yerdir. Value type Random veya Constant seçilirse aktif hale gelir.
- Schedule Name — Varış tipi olarak Schedule seçilirse aktif hale gelir ve kullanılacak çizelgenin (Schedule) ismi belirlenir
- Expression — Varış tipi olarak Expression seçilirse aktif hale gelir. Varışlar arası zaman için herhangi bir dağılım, değer belirlenebilir.
- Units — Varışlar ve ilk entitynin oluşturulması için kullanılan zaman birimidir (zaman birimi olarak saniye, dakika, saat ve gün seçilebilir). Type Schedule seçilirse varışlar çizelgeye göre kullanılacağından bu seçenek aktif olamaz.
- Entities per Arrival — Her bir varış için, sisteme giren entity sayısıdır.
- Max Arrivals — Oluşturulabilecek en fazla entity sayısı belirlenir. Belirlenen değerin aşılması durumunda yeni bir entity oluşturulmaz.

- First Creation — Sisteme gönderilen entity'ler için başlangıç zamanı belirlenir. Varış tipi Schedule seçilirse kullanılamaz.

4.3.2. Entity veri unsuru

Bu giriş sekmesinde entity'lere atanmak istenen giriş özellikleri, başlangıç grafikleri ve maliyetler tanımlanır.



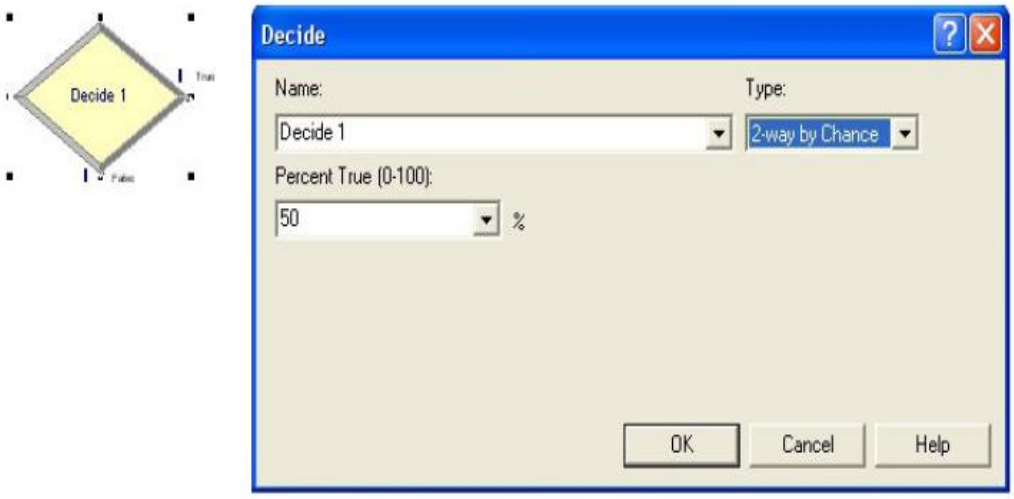
Şekil 4.2 : Entity veri unsuru ve genel özellikleri.

- Entity Type — Kullanılan entity tipinin isminin verildiği yerdir.
- Initial Picture — Simulasyon başlangıcında entity'nin grafik (resim) olarak gösterimidir. Bu değer daha sonra Assign modülü ile simulasyon boyunca değiştirilebilir.
- Holding Cost/Hour — Entitynin sistemde bir saat işlem görmesinin maliyetidir. Bu maliyet entity sistemde herhangi bir yerdeyken oluşur.
- Initial VA Cost — Entitynin value added aktivitelerde harcadığı zamanda oluşan value added maliyeti için başlangıç değerinin belirlendiği yerdir.
- Initial NVA Cost — Entitynin non-value added aktivitelerde harcadığı zamanda oluşan nonvalue added maliyeti için başlangıç değerinin belirlendiği yerdir.
- Initial Waiting Cost — Entitynin bekleme maliyeti özelliğine (attribute) atanan bekleme maliyeti için başlangıç değerinin girildiği yerdir. Bu attribute entity bekleme işlemini gerçekleştirirken oluşur örneğin process modülünde kaynağı beklerken veya gruplanmak için diğer entityleri beklerken gibi.
- Initial Transfer Cost — Entitynin aktarma maliyeti özelliğine (attribute) atanan aktarm maliyeti için başlangıç değerinin girildiği yerdir. Bu attribute entity aktarma işlemini gerçekleştirirken oluşur.

- Initial Other Cost—Entitynin diğer maliyetler özelliğine (attribute) atanan maliyetler için başlangıç değerinin girildiği yerdir.

4.3.3. Decide bloğu

Bu modül sistem içerisinde karar verme işlemini gerçekleştirilebilmesini sağlar. Bu modül karar verebilmek için bir veya daha fazla duruma veya bir veya daha fazla olasılık değerine dayanan çeşitli seçenekleri barındırır. Durumlar, özellik değerlerine (attribute values),değişken değerlerine (variable values), entity tipine (entity type) veya tanımlamalara (expression) bağlı olabilirler.



Şekil 4.3 : Decide bloğu ve genel özellikleri.

- Name—Modülün isim olarak belirtecidir. Verilen isim modülün üzerinde görülür.
- Type — Kararın bir duruma (örneğin eğer X>Y ise gibi) veya bir şans/yüzde (%60 evet, %40 hayır gibi) ye bağlı olduğunu gösterir.

Type 2-way veya N-way olarak belirlenebilir. 2-way bir duruma ya da olasılığa bağlı olduğunu (artı false çıkışı vardır), N-way ise birden fazla durum veya olasılık değerine (Burada birde değilse (else) durumundan çıkış vardır.) bağlı olunduğunu gösterir.

Type olarak N-way by Condition seçildiğinde ve Add düğmesine basıldığında verilebilecek karar durumları aşağıdaki şekildedir.

- Conditions – Entityleri farklı modüllere yönlendirmek için bir veya daha fazla durum tanımlanacağında kullanılır. Type olarak N-way by Condition seçildiğinde uygulanabilir.
- Percentages – Entityleri farklı modüllere yönlendirmek için bir veya daha fazla yüzde değeri tanımlanacağında kullanılır. Type olarak N-way by Chance seçildiğinde uygulanabilir.
- Percent True - belirli bir entity yüzdesinin doğru olarak çıkış yapabilmesi için kontrol edilmesi gereken yüzde değerini gösterir.
- If — Değerlendirme için mevcut olan durum tipidir.
- Named — Entity modüle geldiğinde değerlendirilecek olan değişken (variable), özellik (attribute) vaya entity tipi (entity type) isimlerinin belirlenmesi için kullanılır. Type olarak "Expression" seçilirse uygulanamaz.
- Is — Durum değerlendiricisidir (>, ==, <>, <, <=). Sadece özellik ve değişken durumları için kullanılır.
- Value — Özellik veya değişkenle kıyaslanacak olan tanımsal bir ifadedir. True veya False diye tek bir durumlada karşılaştırma yapılabilir.

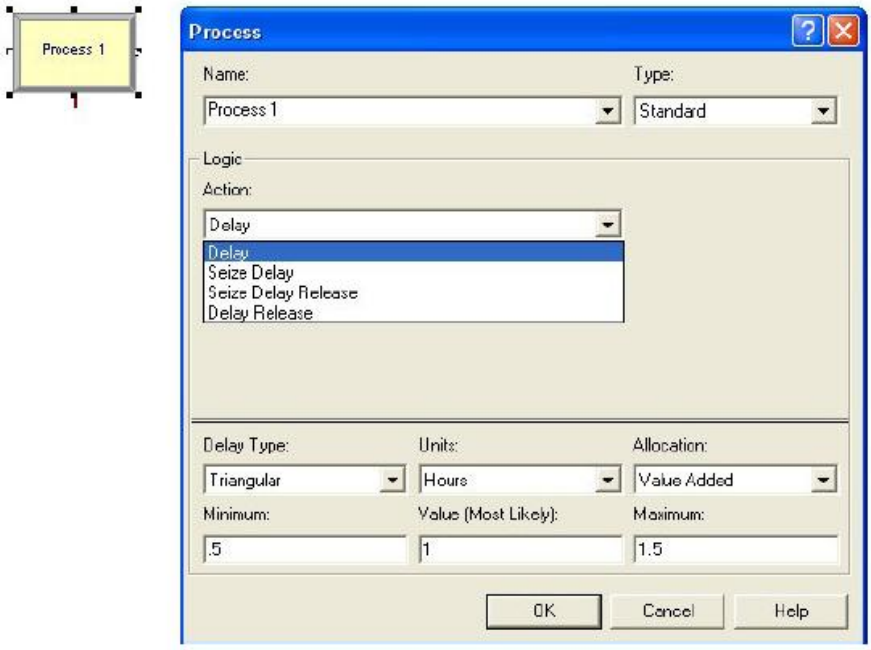
4.3.4. Process bloğu

Bu bloğu kullanarak yapılan simülasyon içerisindeki atanan temel işlemler gerçekleştirilir. Bu blok kullanılan kaynakların tutma ve bırakılmasıyla ilgili seçeneklerin düzenlenmesine ilişkin seçenekleri içerir.

- Name — Bloğu isim olarak belirtir. Verilen isim bloğun üzerinde görülür.
- Action — Bloğun 4 çeşit işlem tipinden hangisinin kullanılacağının belirlendiği bölümdür. Bunlar:

1. Delay: Hiçbir kaynak kullanımı olmadan gecikme işleminin geçekleştirileceğini gösterir.
2. Seize Delay: Kaynak veya kaynakların bu modül ile tahsis edileceğini ve gecikme işleminin gerçekleşeceğini gösterir. Ancak kaynağın serbest bırakılması daha sonra gerçekleştirilecektir.
3. Seize Delay Release: Kaynak veya kaynakların bu modül ile tahsis edileceğini ve gecikme işleminin gerçekleştirileceğini gösterir. Sonrasında tahsis edilmiş kaynak veya kaynaklar serbest bırakılırlar.

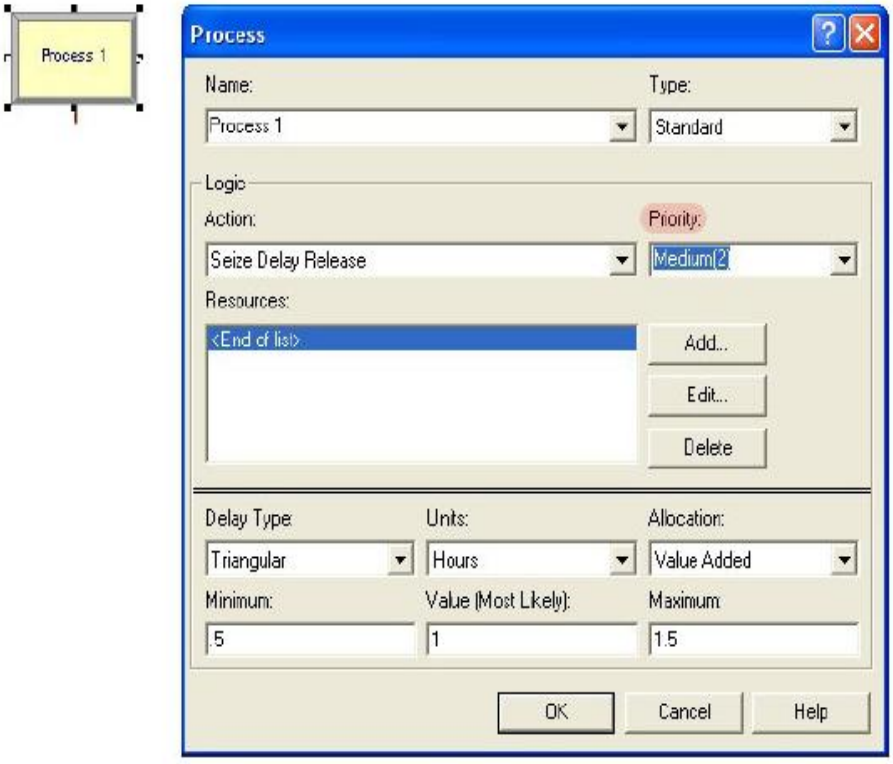
4. Delay Release: Kaynak veya kaynakların daha önceden tahsis edildiğini ve entitynin bu modülde gecikme işlemini gerçekleştireceği ve sonrasında kaynağın serbest bırakılacağını gösterir.



Şekil 4.4 : Process bloğu ve genel özellikleri.

- Priority — Belirli bir kaynak veya kaynaklar için modül içinde bekleyen entitylerin öncelik değeridir. Aynı kaynak veya kaynakları bekleyen diğer modüllerdeki bir veya daha fazla entity mevcut olduğunda kullanılır. Action olarak *"Delay"* veya *"Delay Release"*, seçildiğinde uygulanamaz.
- Resources — Model için kullanılacak kaynakların veya kaynak kümelerini listeler.Action olarak *"Delay"* seçildiğinde uygulanamaz.
- Resource Name —Type olarak "Resource" seçilirse uygulanabilir. Tutulacak ve/veya bırakılacak kaynağın ismini seçmeye yarar.
- Set Name — Type olarak "Set" seçilirse uygulanabilir. Kaynak kümesinden hangi üyenin tutulacağı ve/veya bırakılacağının isim olarak belirlenmesidir.
- Quantity —İsim olarak belirlenen kaynakların veya kaynak kümesinden ne miktarda(ne sayıda) tutulacağının/bırakılacağının belirlenmesidir. Kümeler için bu değer kaç tane üyenin tutulacağının/bırakılacağının göstergesi olmayıp seçilen kaynaktan kaynak kapasitesine bağlı olarak kaç tane tutulacağının/bırakılacağının belirleyicisidir.

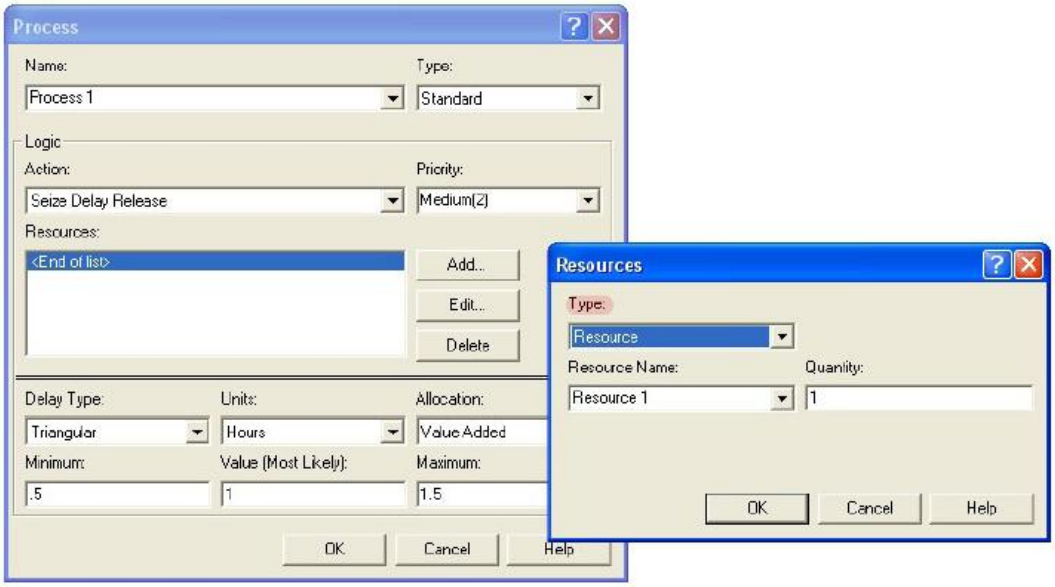
- Type — Belirli bir kaynağın tanımlanması veya kaynak havuzundan seçim yapılacağı zaman kullanılır. (Örneğin resource set)
- Selection Rule— Type olarak "Set" seçilirse uygulanabilir. Bir kümede mevcut olankaynakların arasından nasıl seçim yapılacağına dair metodun seçilmesi gerçekleştirilir.



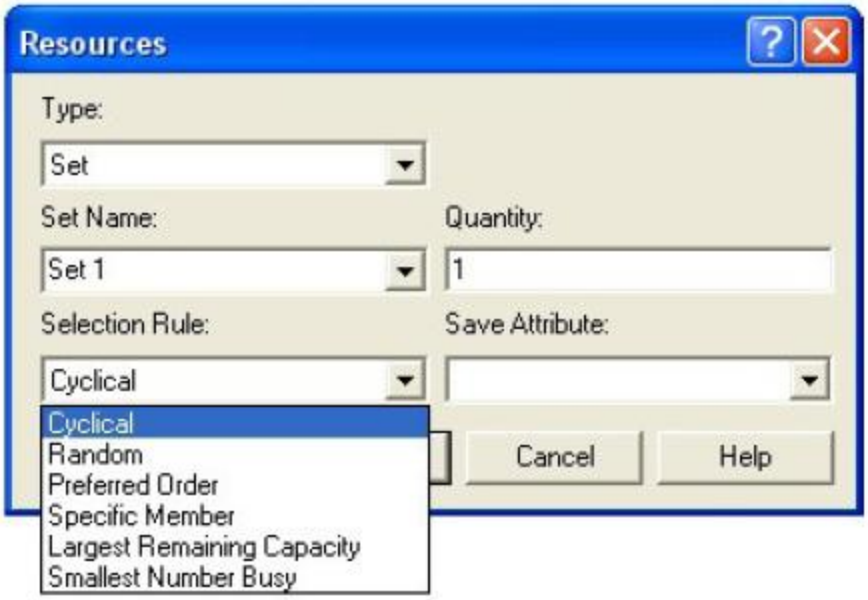
Şekil 4.5 : Process bloğu priority özelliği.

1. *"Cyclical"* mevcut üyeler arasında döngü oluşturarak seçim yapılmasını sağlar. (örneğin 1'inci üye- 2'inci üye- 3'üncü üye-1'inci üye- 2'inci üye- 3'üncü üye).
2. *"Random"* üyeyi rassal olarak seçer.
3. *"Preferred Order"* her zaman ilk mevcut üyeyi seçer (Örneğin; "Eğer 1'inci üye mevcutsa onu seç değilse 2'inci üyeye bak o mevcutsa onu seç değilse 3'üncü üyeye bak" vb.).
4. *"Specific Member"* daha önceden girilmiş olan (Save Attribute alanına) bir attribute değerine ihtiyaç duyar.

5. *"Largest Remaining Capacity"* ve *"Smallest Number Busy"* birden fazla kapasiteye sahip kaynakların seçiminde kullanılır.



Şekil 4.6 : Process bloğu resources özelliğinin seçilmesi.



Şekil 4.7 : Process bloğu resources seçeneği özellikleri.

- Save Attribute — Attribute (özellik) ismi seçilen üyenin indeksinin kayıt altına alınması için kullanılır. Bu attribute (özellik) daha sonra "Specific Member" seçim kuralına referans olarak verilebilir.

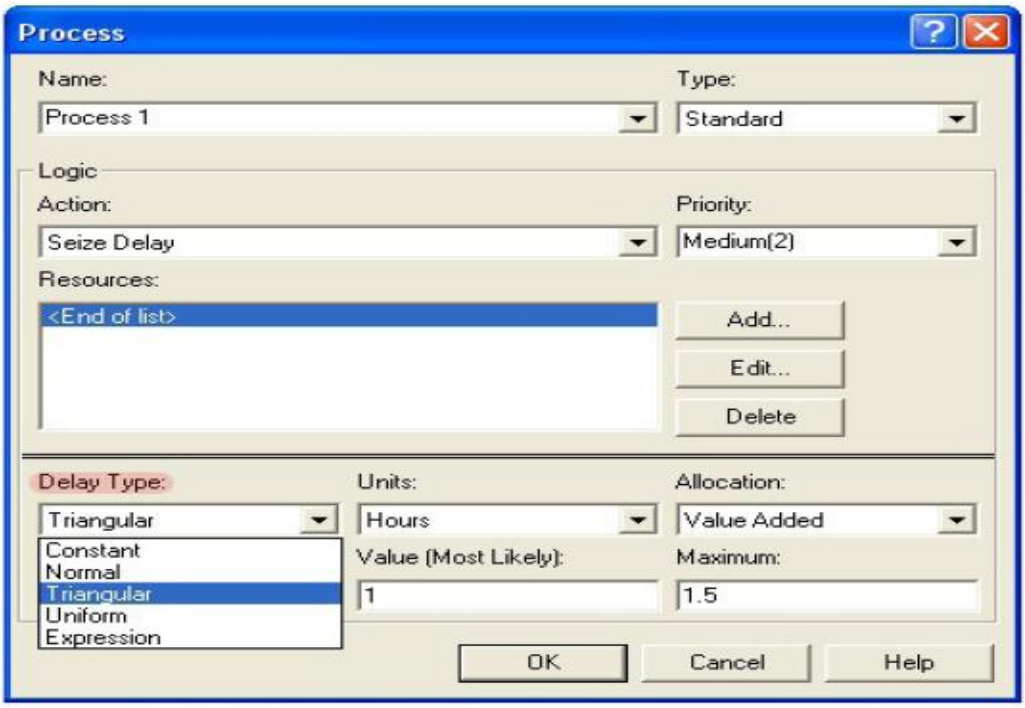
- Set Index — Seçilmesi istenen üyenin küme içerisindeki indeks numarasıdır. “Selection Rule”(Seçim Kuralı) olarak “Specific Member” seçilirse uygulanabilir.
- Delay Type — Modül içerisinde, gecikme işlemi için dağılım tipinin veya parametrelerinbelirlendiği yerdir. Constant ve Expression tek değer gerektiriken, Normal, Uniform (Düzgün)ve Triangular (üçgensel) birden fazla parametre gerektirir.
- Units — Gecikme parametreleri için belirlenecek olan zaman birimi. (saniye-dakika-saat veya gün olabilir)
- Allocation — İşlem zamanı ve işlem maliyetinin entityye nasıl tahsis edileceğinin belirlenmesi gerçekleştirilir.
- Minimum — Düzgün veya üçgensel dağılım için minimum değerin girileceği parametre alanıdır.
- Value — Normal dağılımın ortalaması, sabit zaman gecikmesi veya üçgensel dağılımın mod değerinin girileceği parametre alanıdır.
- Maximum — Düzgün veya üçgensel dağılım için maksimum değerin girileceği parametre alanıdır.
- Std Dev — Normal dağılım için standart sapmanın girileceği parametre alanıdır.
- Expression — Gecikme işlem zamanı için girilecek olan değerin tanımsal biçimde girileceği parametre alanıdır.

4.3.5. Resource veri değişkeni

Bu veri modülünde simulasyon sistemindeki kaynaklar tanımlanır. Modül kaynak için maliyet bilgisi ve kaynağın elde edilebilirliği gibi bilgileri de içerir.

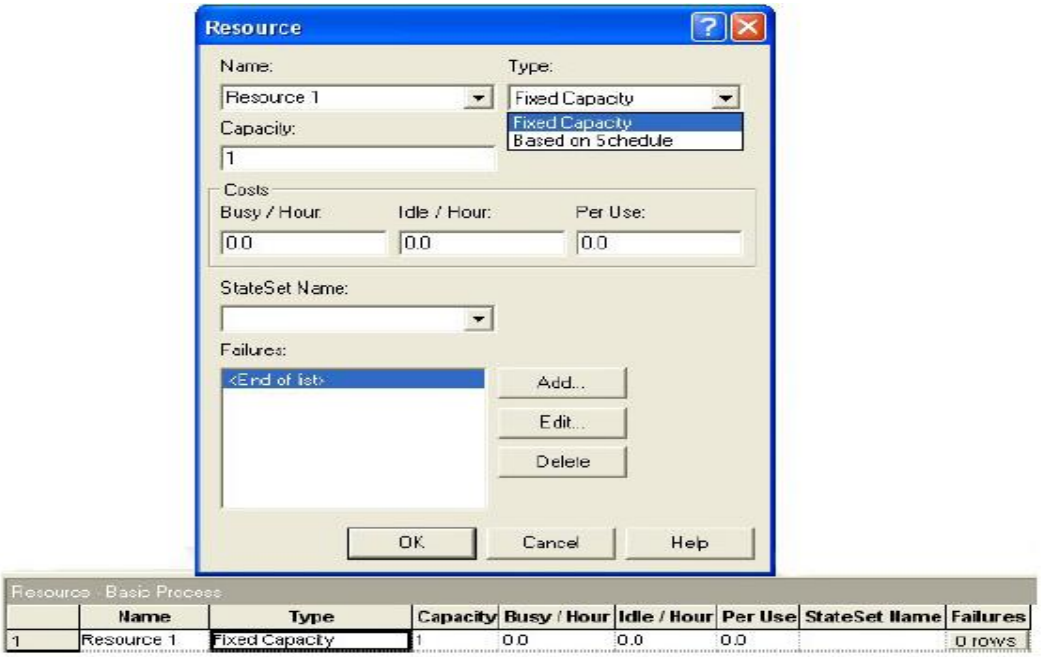
- Name — Özellikleri tanımlanacak olan kaynağın isminin girildiği yerdir.
- Type — Kaynak kapasitesi belirlenirken izlenecek metodun seçimi.
- Capacity — İşlem için mevcut olan (ismi belirlenen) kaynaktan kaç tane olduğunun belirlendiği yerdir. Type olarak “Fixed Capacity” seçilirse uygulanır.

- Schedule Name — Kaynak tarafından kullanılacak olan çizelgenin isminin girildiği yerdir. Çizelge belirli bir zaman aralığında kaynak kapasitesinin ne kadar olduğunu gösterir. Type olarak “Schedule” seçilirse uygulanır.



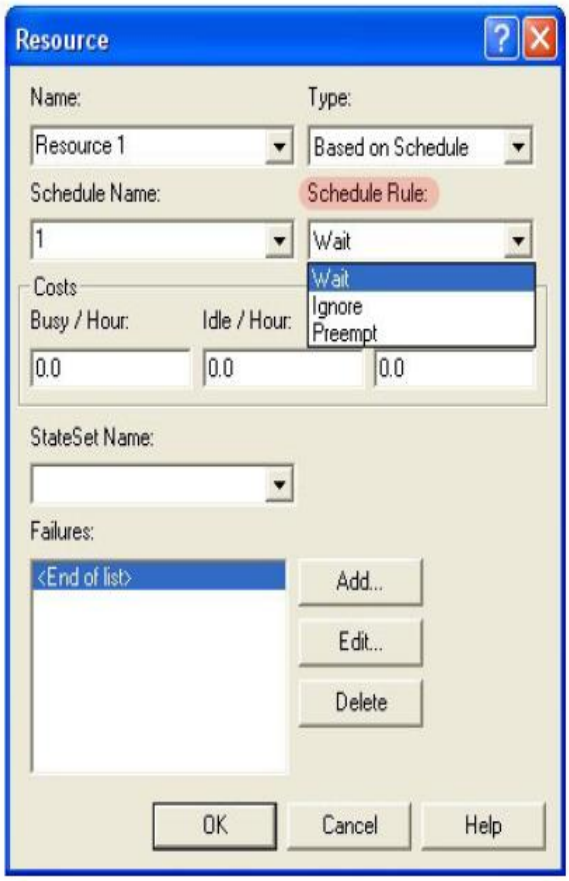
Şekil 4.8 : Process bloğu delay type seçeneğinin seçilmesi.

- Schedule Rule—Kapasite değişimlerinde (işlem yapan (meşgul) kaynak kapasitesinde azalma gerekiyorsa) izlenecek yolun belirlenmesidir. Type olarak "Schedule" seçilirse uygulanır.

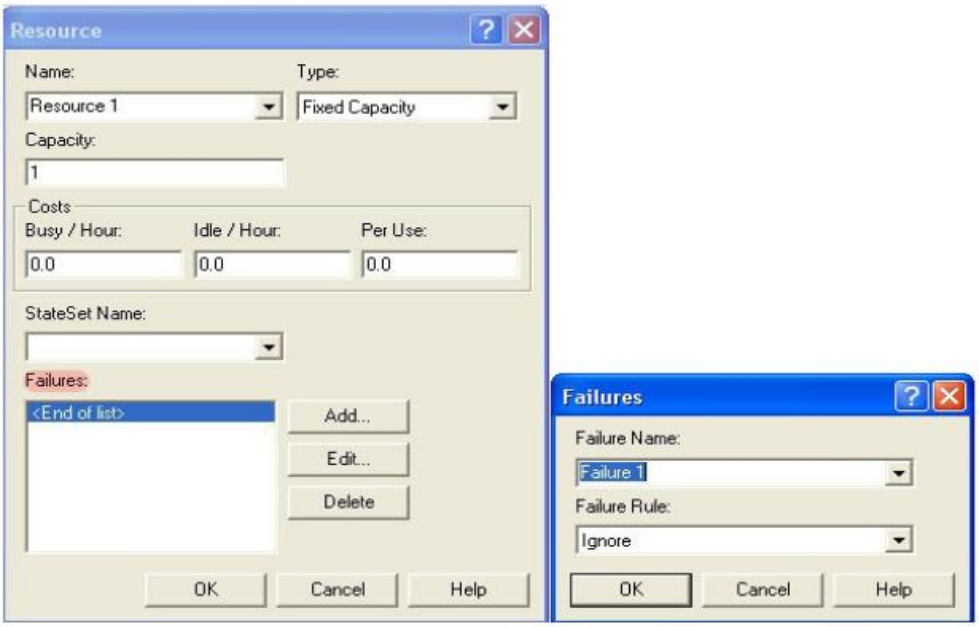


Şekil 4.9 : Resource veri unsurunun genel görünümü.

- Busy/Hour—Entitynin kaynakta bir saat işlem görmesinin maliyetidir. Kaynak entity için tahsis edildiği anda busy/meşgul olur. Kaynak Bırakıldığı anda (işlem sona erdiğinde) ise idle/boş olur.
- Idle/Hour—Kaynağın bir saat boş bekleme maliyetidir. Kaynak entity üzerinde her hangi birişlem yapmıyorsa boştur.
- Per Use—Kaynağın ne kadar zaman kullanıldığının dikkate alınmadığı sadece kullanıma bağlı maliyettir. Kaynak entity için her tahsis edildiğinde bir birimlik kullanım maliyeti oluşur.
- StateSet Name—Simulasyon çalışması boyunca kaynağa atanabilecek durumların (durum kümesinin) isim olarak girildiği yerdir.
- Failures—Kaynak'a iliştirilen tüm bozulmaların listesinin girildiği yerdir.
- Failure Rule—Meşgul kaynak için bozulma meydana geldiğinde nasıl bir yol / davranış izleneceğinin seçimi yapılır.



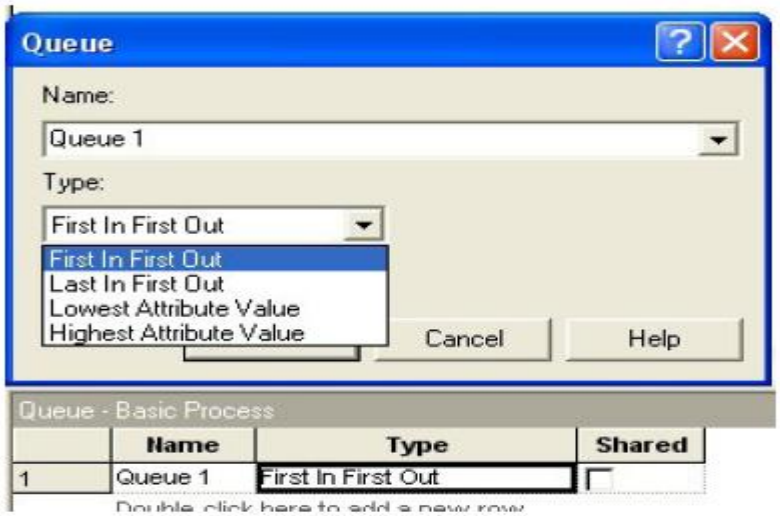
Şekil 4.10 : Resource veri unsuru schedule rule schedule rule seçeneğinin seçilmesi.



Şekil 4.11 : Resource veri unsuru failures seçeneğinin seçilmesi durumunda oluşan görünüm.

4.3.6. Queue veri değişkeni

Bu veri modülü belirli bir kuyruk için sıralama kuralını değiştirmek için kullanılabilir. Eğer bu modül ile bir sıralama kuralı belirtilmemişse bütün kuyruklar için sıralama kuralı varsayılan olarak "İlk Giren İlk Çıkar" (First In, First Out) olarak ayarlıdır. Ayrıca bu modülde kuyruğu paylaşılan kuyruk olarak ayarlayabilmek de mümkündür.



Şekil 4.12 : Queue veri unsuru genel görünümü.

- Name—Özellikleri tanımlanan kuyruğun isminin girildiği yerdir.

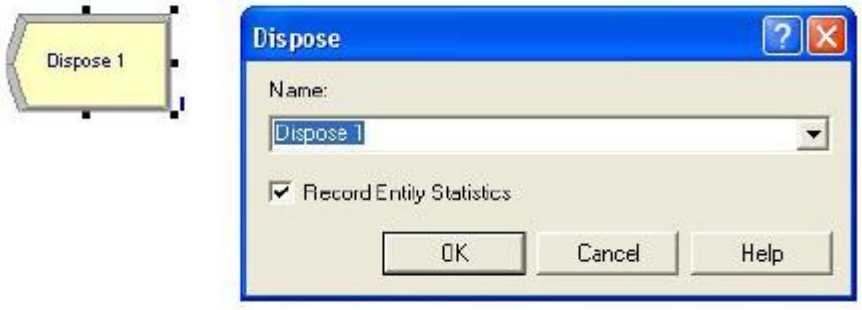
- Type— Kuyruk için nelirli bir özelliğe bağlı olan sıralama kuralıdır. Type içerikleri:

  "First In First Out" : ilk giren ilk çıkar
  "Last In First Out" : son giren ilk çıkar
  "Lowest Attribute Value (first)" en düşük attribute değerine sahip olan ilk çıkar bu değer 0 veya 1 olabilir.
  "Highest Attribute Value (first)" en yüksek attribute değerine sahip olan ilk çıkar bu değer 200 veya 300 olabilir.

- Attribute Name—En yüksek veya en düşük değere göre değerlendirilecek attribute isminin girildiğinin yerdir. En yüksek veya en düşük özellik değerine
- sahip entity kuyrukta ilk sıraya alınır. Eğer entityler için eşitlik söz konusu olursa ilk giren ilk çıkar kuralı işler.
- Shared—Belirli bir kuyruğun simulayon modeli içerisinde birden farklı yerde kullanıp kullanılmayacağını belirleyen onay kutusudur. Paylaşımlı kuyruklar sadece kaynakların tutulması için kullanılabilirler.

4.3.7. Dispose bloğu

Bu modül simulasyon modelindeki entityleri (entities) için son noktadır. Entity istatistikleri entity sistemden atılmadan önce kayıt altına alınabilir.



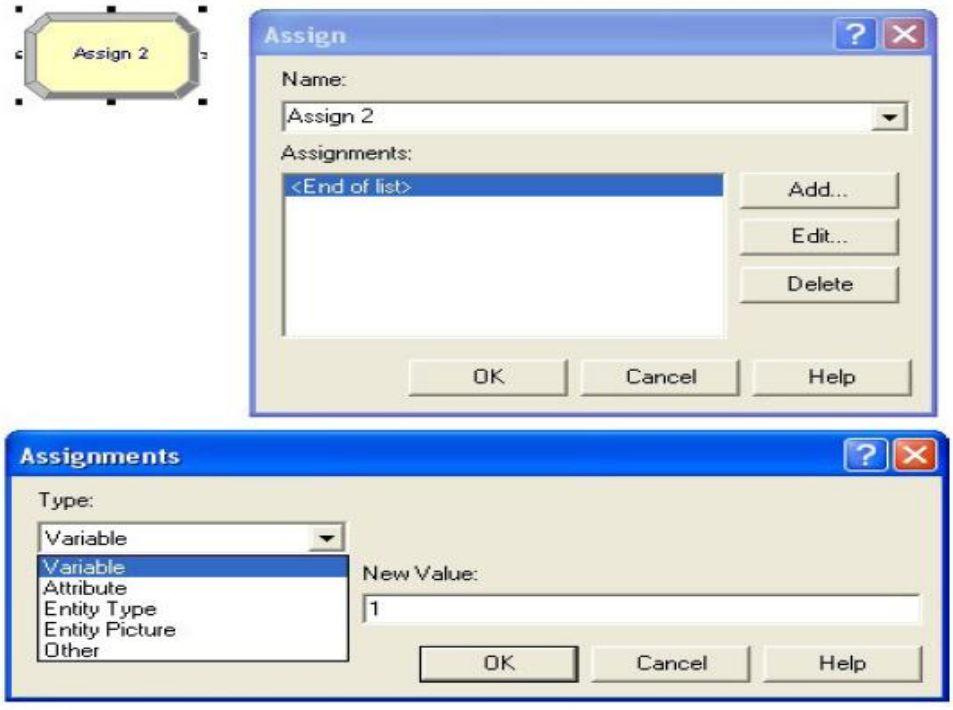
Şekil 4.13 : Dispose bloğu genel görünümü.

- Name—Modülün isim olarak belirtecidir. Verilen isim modülün üzerinde görülür.
- Record Entity Statistics—Modüle gelen entityye ait istatistiklerin kayıt altına alınıp alınmayacağı belirlenir.

4.3.8. Assign bloğu

Bu modül, değişkenlere (variables), entity özelliklerine (entity attributes), entity tiplerine (entity types), entity resimlerine (entity pictures) veya diğer sistem değişkenlerine yeni değerler atayabilmek için kullanılmaktadır. Tek bir Assign modülü ile birçok atama gerçekleştirilebilir.

- Name — Modülün isim olarak belirtecidir. Verilen isim modülün üzerinde görülür.
- Assignments — Entity modüle geldiğinde yapılabilecek olan bir veya daha fazla atamanın belirlendiği yerdir.
- Type — Atama tiplerini belirtir. Kaynak kapasitesi veya benzetim sonlandırma zamanı gibi sistem değişkenlerini de içerebilir.
- Variable Name — Type olarak Variable seçildiğinde aktif hale gelir. Entity modüle girdiğinde yeni değer atanacak değişkenin ismini gösterir



Şekil 4.14 : Assign bloğu genel görünümü.

- Attribute Name — Type olarak Attribute seçildiğinde aktif hale gelir. Entity modüle girdiğinde yeni değer atanacak entity özelliğinin (entity attribute) ismini gösterir.
- Entity Type — Type olarak Entity Type seçildiğinde aktif hale gelir. Entity modüle girdiğinde entitye atancak yeni bir entity tipi (entity type) ismini gösterir.
- Entity Picture — Type olarak Entity Picture seçildiğinde aktif hale gelir. Entity modüle girdiğinde yeni atanacak entity resminin (entity attribute) ismini gösterir.
- Other — Type olarak Other seçildiğinde aktif hale gelir. Entity modüle girdiğinde özel sistem değişkenlerine atanabilecek yeni değerleri gösteririr.
- New Value — Özelliklere (attribute), değişkenlere (variable), veya diğer sistem değişkenlerine atama yapmayı sağlar. Type olarak Entity Type veya Entity Picture seçildiğinde aktif olmaz.

4.3.9. Variable veri değişkeni

- Name — Tanımlanan değişkenin isminin girildiği yerdir.
- Rows — Çok boyutlu değişkenlerdeki satır sayısıdır.
- Columns — Çok boyutlu değişkenlerdeki sütun sayısıdır.
- Statistics — İstatistik toplanıp toplanılmayacağına dair kullanılacak olan onay kutusudur. Sadece tek boyutlu değişkenler için mevcuttur.
- Clear Option — Değişkenin değerinin ne zaman başlangıç değerine geri döneceğinin zaman olarak belirlenmesidir.
- *"Statistics"* seçilirse değişkenler başlangıç değerine istatistikler her silindiğinde dönerler.
- *"System"* seçilirse değişkenler başlangıç değerine sistem her silindiğinde dönerler.
- Initial Values— Değişkenin başlangıç değerini listeler.
- Initial Value—Simulasyon başlangıcındaki değişkenin değeridir.

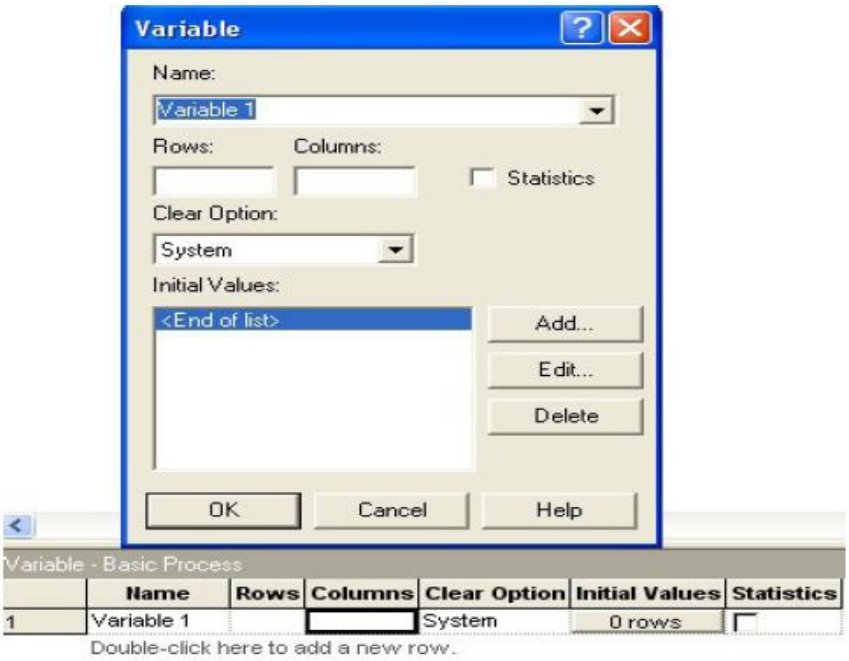
4.3.10. Record bloğu

Bu modül simulasyon modelindeki istatistikleri toplamak için kullanılır. Modüller arasındaki zaman, entity istatistikleri (zaman, maliyet) ve aralık istatistikleri gibi

çeşitli gözlem değerlerini elde etmek mümkündür. Ayrıca record modülü sayaç gibi kullanılıp sayma işlemi de yaptırılabilir.

- Type — Üretilecek olan gözlem tipi veya sayı istatistiklerinin tipi belirlenir.

1. *"Count"* ismi belirlenen istatistik değerinin belirli miktarda artışı yada azalışını gerçekleştirir.
2. *"Entity Statistics"* zaman ve maliyet gibi entityye ait genel istatistikleri üretir.
3. *"Time Interval"* mevcut simulasyon zamanı ile kullanıcı tarafından belirlenen bir özellik (attribute) değeri arasındaki farkı hesaplar ve kaydeder.
4. *"Time Between"* modüle gelen entityler arasındaki zamanı kayıt altına alır.
5. *"Expression"* kullanıcı tarafından belirlenen bir tanımsal ifadenin değerini kaydeder.



Şekil 4.15 : Variable veri unsuru genel görünümü.

- Attribute Name —Type olarak “Time Interval” seçilirse uygulanır. Aralık istatistiği olarak kullanılacak olan özelliğin isminin seçimi yapılır.
- Value — Type olarak “Expression” seçilirse kayıt altına alınacak gözlem istatistiği değeridir veya Type olarak “Count” seçildiğinde sayaca eklenecek olan değerdir.
- Tally Name — Type olarak “Time Interval”, “Time Between”, veya “Expression” seçilirse uygulanabilir. Bu alana gözlemin kayıt altına alınacağı tally’nin ismi girilir.
- Counter Name — Type olarak “Count” seçilirse uygulanır. Bu alana artış veya azalış için kullanılacak olan sayacın ismi girilir.
- Record into Set — Tally veya sayaç kümesinin kullanılıp kullanılmayacağını belirten onay veya işaret kutusudur.



Şekil 4.16 : Record bloğu genel görünümü.

5. SİMÜLASYON SONUÇLARI VE YORUMLANMASI

Bu bölümde Arena simülasyon programına Bölüm 3'de açıklanan veriler girildikten sonra ortaya çıkan sonuçların yorumlanması bulunmaktadır.

5.1. Simülasyon Programında Kullanılan Kabuller

Dokümantasyon işlem süreleri alınan veriler kullanılarak analiz edilmiş bunun sonucunda sabit bir değer olarak alınmış, standart sapmasına göre Arena programın ilgili bölümüne girilmiştir. Ölçümler sırasında hasar bulunan herhangi bir konteyner gelişi olmadığından dolayı hasarlı konteyner gelişi için uygulanan prosedürler göz ardı edilmiştir. Entity gelişler arası süresi standart bir değer olarak alınmıştır. Entity gelişleri sınırsız olarak girilmiştir.

Simülasyonda kullanılan bütün zaman verileri saniye cinsinden birimlendirilmiştir. Kaynak kullanımı sırasında işlem görmek üzere gelen diğer entity'ler rastgele bir kaynağa yönelecek şekilde ayarlanmıştır. Kaynak kullanımı seize delay release şeklinde yapılmıştır. İşlem görmek üzere kaynağa gelen entity'ler FIFO şeklinde bir düzen ile kaynaktan ayrılırlar. Simülasyonda modeller 30 kez tekrarlanarak sonuçlar elde edilmiştir.

5.2. Simülasyon Sonuçlarının Yorumlanması Yorumlanması

Arena raporlarında 3 temel istatistik bulunmaktadır:

Tally: Process times, queue times, interval times gibi istatistikler.

Counter: Kümülatif zaman, sisteme giren parça sayısı, sistemden çıkan parça sayısı, kaynak tarafından tutulan toplam parça sayısı vb. İstatistikler.

Time-persistent: Kuyrukta bekleyen parça sayısı, kaynak kullanım oranları gibi toplam simülasyon süresine bağlı istatistikler.

Arena, modelde bir kaynakla beraber tanımlanan bir proses varsa ve Run>Setup ayarlarında "Processes" işaretli ise Kaynak Kullanımı (Resource Utilization)

Kuyruktaki Sayı (Number in Queue) Kuyrukta Geçen Süre (Time in Queue) standart raporları üretmektedir.

Örneğin varlıkların sistemde geçirdiği süre (cycle time) raporlanmak istendiğinde Record modülünün sayaçlarından biri kullanılmalıdır; Count, Entity Statistics, Time Interval (Varlığın sisteme geliş zamanı ile Record modülüne ulaştığı zaman arasındaki fark), Time Between (Record modülüne gelen varlıkların gelişlerarası süresi), Expression.

Category by Replication" raporlarında Tally ve time persistent istatistikler, %95 güven aralığında ortalama, maksimum ve minimum değerleri verir. Gözlenen herbir istatistik için denge durumuna ait beklenen değerler %95 güven aralığında hesaplanır. Arena, ilk olarak test için yeterli veri bulunup bulunmadığını kontrol eder.

- Sufficient: Test için yeterli veri bulunmaktadır.
- Insufficient: Test için yeterli veri bulunmadığında güven aralığında değer üretilememiştir.
- Correlated: Test başarısız
- Değer: Test başarılı ise, istatistiğin %95 güven aralığında denge durumundaki beklenen değeri.

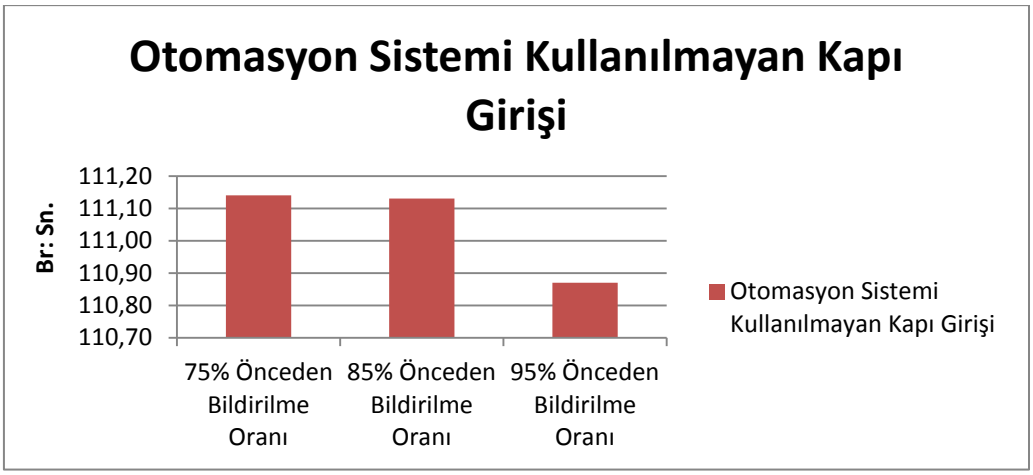
Böylece Arena, güvenilir olmayan verileri raporlamayı reddetmektedir. Resource Utilization raporlarında ise iki çeşit kaynak kullanımı raporlanmaktadır:

Anlık Kullanım (Instantaneus Utilization) : Zamanın belli bir anında meşgul kaynak sayısının çizelgelenen kaynak sayısına oranını hesaplayıp, raporda toplam simülasyon süresi boyunca ortalaması sunulmaktadır.

Çizelgelenen Kullanım (Scheduled Utilization) : Tüm çalıştırma zamanı boyunca ortalama meşgul kaynak sayısının, ortalama çizelgelenen kaynak sayısına oranıdır. Eğer simülasyon süresi boyunca kaynak kapasitesi sabit kalıyorsa iki kullanım oranı da raporda aynı değerleri alacaktır.

Otomasyon Kullanılmayan Kapı Girişi Senaryoları için Simülasyon Sonuçları

Araçların; önceden bildirilme oranları %75, %85, %95 olan otomasyon sistemi kullanılmayan kapı senaryosu için senaryonun 30 kez tekrarlanmasının ardından oluşan sonuçlar Şekil 5.1 ve Çizelge 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 : Önceden bildirilme oranlarıı %75, %85, %95 olan, otomasyon sistemi kullanılmayan kapı senaryosu sonuçları.

Çizelge 5.1 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri için simülasyon sonuçları.

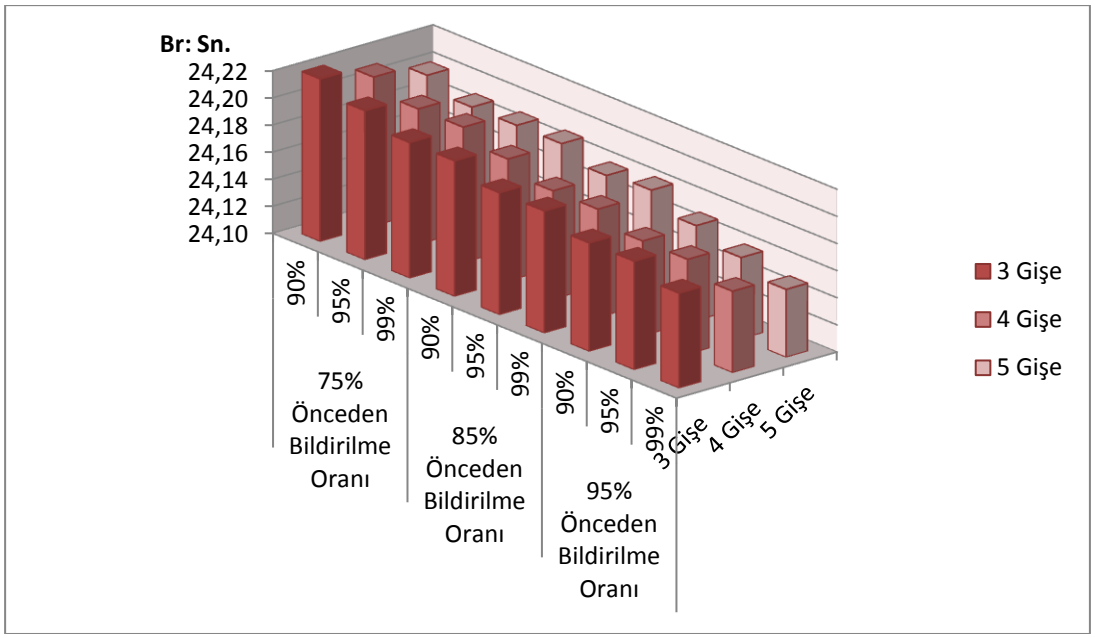
Önceden Tanımlanma Oranı	75%	85%	95%
Birim (Sn.)	111,14	111,13	110,87

RFID Sistemi Kullanılan Kapı Girişi Senaryoları için Simülasyon Sonuçları

Araçların, önceden bildirilme oranları 75%, 85%, 95% olan; 1 otomasyon sistemi kullanılmayan ve 2,3,4 RFID sistemi kullanılan kapı girişi olmak üzere 3,4,5 kapı girişi olan, RFID tanımlama oranı %90, %95, %99 olan RFID sistemi kullanılan kapı senaryosu için senaryonun 30 kez tekrarlanmasından sonra çıkan simülasyon sonuçları aşağıdaki Çizelge 5.2 ve Şekil 5.2'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişleri için simülasyon sonuçları.

	75% Önceden Bildirilme Oranı			85% Önceden Bildirilme Oranı			95% Önceden Bildirilme Oranı		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%	90%	95%	99%
Gişe Sayısı	RFID Tanımlama Oranları			RFID Tanımlama Oranları			RFID Tanımlama Oranları		
3	24,22	24,21	24,20	24,20	24,19	24,19	24,18	24,18	24,17
4	24,21	24,20	24,20	24,19	24,18	24,18	24,17	24,17	24,16
5	24,20	24,19	24,19	24,19	24,18	24,18	24,17	24,16	24,15



Şekil 5.2 : RFID sistemi kullanılan kapı girişleri için simülasyon sonuçlarının şekil olarak gösterilmesi.

Simülasyon sonuçlarından alınan ve yukarıda bulunan çizelgelerde bulunan veriler ile Bölüm 5.3'te sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır.

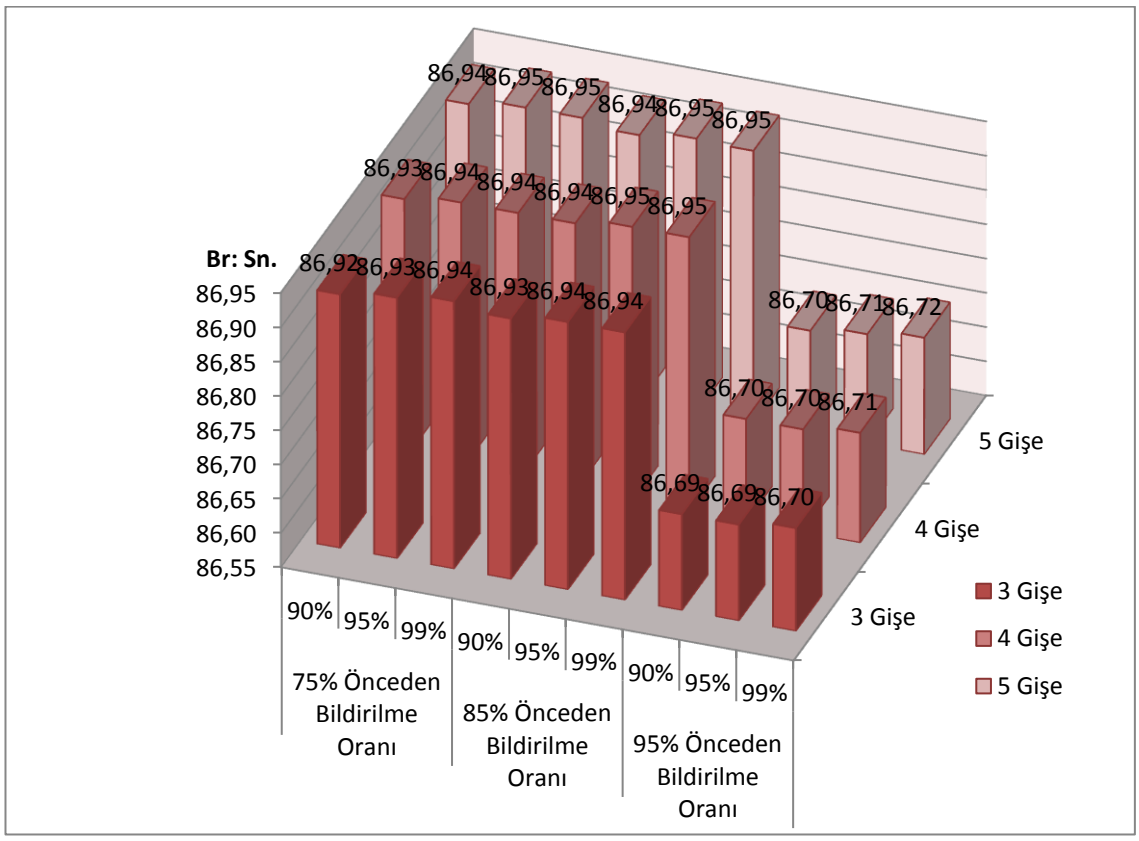
5.3. Sonuçların Karşılaştırılması

Çizelge 5.1'de gösterilen otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri için alınan simülasyon sonuçları ile Çizelge 5.2'de verilen RFID sistemi kullanılan kapı girişleri için alınan simülasyon sonuçlarının farkı alınarak Çizelge 5.3 ve Şekil 5.3'te bulunan sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının veri çizelgesi.

	75% Önceden Bildirilme Oranı			**85% Önceden Bildirilme Oranı**			**95% Önceden Bildirilme Oranı**		
	90%	**95%**	**99%**	**90%**	**95%**	**99%**	**90%**	**95%**	**99%**
Gişe Sayısı	**RFID Tanımlama Oranları**			**RFID Tanımlama Oranları**			**RFID Tanımlama Oranları**		
3 Gişe	86,92	86,93	86,94	86,93	86,94	86,94	86,69	86,69	86,70
4 Gişe	86,93	86,94	86,94	86,94	86,95	86,95	86,70	86,70	86,71
5 Gişe	86,94	86,95	86,95	86,94	86,95	86,95	86,70	86,71	86,72

Çizelge 5.4'te ise Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.3 temel alınarak çıkan saniye cinsinden sonuçların yüzde olarak saniye kazanımları belirtilmiştir.



Şekil 5.3 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının şekil olarak gösterilmesi.

Çizelge 5.4 : Otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişleri ve RFID sistemi kullanılan kapı girişleri arasındaki zaman sonuçlarının yüzde olarak saniye kazanımlarının gösterilmesi.

	75% Önceden Bildirilme Oranı			85% Önceden Bildirilme Oranı			95% Önceden Bildirilme Oranı		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%	90%	95%	99%
Gişe Sayısı	RFID Tanımlama Oranları			RFID Tanımlama Oranları			RFID Tanımlama Oranları		
3	78,21%	78,22%	78,23%	78,22%	78,23%	78,23%	78,19%	78,19%	78,20%
4	78,22%	78,23%	78,23%	78,23%	78,24%	78,24%	78,20%	78,20%	78,21%
5	78,23%	78,23%	78,23%	78,23%	78,24%	78,24%	78,20%	78,21%	78,22%

Çizelge 5.3, 5.4 ve Şekil 5.3'te de RFID kullanılan kapı girişlerinin; otomasyon sistemi kullanılmayan kapı girişine sahip olan sistemlerinde kapı girişlerine kıyasla daha az zaman harcadığı açıkça görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında RFID sistemini kapı girişlerinde kullanmak isteyen bir liman yönetiminin 78%'lik bir zaman kazanımı yapacağı açıktır. Çalışmada yapılan 75%, 85%, 95% önceden bildirme oranları, 90%, 95%, 99% RFID tanımlama oranları ve 1 adet otomasyon kullanılmayan kapı girişi olmak üzere 2, 3, 4, adet RFID sistemi kullanılan kapı girişi ilavesiyle toplamda 3, 4, 5, adet kapı girişine sahip olunmasını durumunda liman yönetimlerinin karar verme sistemlerine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşen dünyanın ulaştırma politikası gittikçe hızlı ve güvenilir olmanın ekonomik yollarını aramaktadır. Denizyolu taşımacılığı, getirdiği avantajlar yüzünden çokça tercih edilir olduğundan teknolojik olarak yapılan gelişmelerin uygulanabilir olması gereken bir taşımacılık türüdür. Bu çalışmanın önceki bölümlerinde teknolojik gelişmelerden olan RFID teknolojisinin limanların diğer bölümleri ile de birleştirilerek uygulanabilecek olan ilk basamağı olan giriş okuma sisteminden bahsedilmiştir.

Liman müşterileri limanda bulundukları toplam zamanı azaltarak en hızlı, en güvenli ve verimli şekilde süreçlerini tamamlayarak bu hizmet karşılığında en ekonomik olan ödemeyi yapmak istemektedir. Bu açıdan bakıldığında kapının önemi daha da artmaktadır. Kapıdan içeri giren yük artık limanın himayesine alınarak; gelişen teknolojilerin de yardımıyla kapı ile bilgi akışının herhangi bir hataya mahal vermeden bilgi akışının gerçek zamanlı olarak yapılması en hızlı hizmetin verilmesini sağlayacaktır. Kapıda oluşan herhangi bir gecikme zincirleme olarak müşteri memnuniyetsizliğini getirebilir. Bununla birlikte limanların oluşabilecek bir güvenlik açığından kaynaklı zararlardan kaçınabilmesi için hem yük hem de yaya girişi için gerekli güvenlik önlemlerini alması gerekmektedir. Kapı girişi ne kadar donanımlı olursa ve geri bildirimleri zamanında yapılırsa bu isteklere gerekli ölçüde cevap verebilir. Konteyner terminalleri ile ilgili çalışmalara bakıldığında bu önemi vurguluyor olmasına rağmen kapı için yapılan çalışmaların sayısının ne kadar az olduğu görülebilir.

Çalışmada gerçek verilerle daha önce önerilen kabuller çerçevesinde gerçeğe en yakın sonuç alınmaya çalışıldığı için simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Liman yönetiminin karar vermesine yardımcı olmak amacıyla; RFID teknolojisi için etken olan önceden bildirilme oranları, RFID okunma oranları, gişe sayıları gibi elemanlar temel alınarak; 75%, 85%, 95% önceden bildirme oranları, 90%, 95%, 99% RFID tanımlama oranları ve 1 adet otomasyon kullanılmayan kapı girişi olmak üzere 2, 3,

4, adet RFID sistemi kullanılan kapı girişi ilavesiyle toplamda 3, 4, 5, adet kapı girişine sahip olunması durumları göz önüne alınarak, 30 adet senaryo üretilmiş; senaryolar 30 kez tekrar edilmiştir. Otomasyon sistemi kullanılan kapı girişleri ve bu sistemin kullanılmadığı kapı girişleri için sonuçların karşılaştırması yapılmıştır. Üretilen senaryolar sonucu yapılan bu karşılaştırmada RFID sistemi kullanılan kapının kaynağı daha az meşgul ederek en kısa servis ve kuyruk bekleme sürelerini verdiği görülmüştür. Buna karşın otomasyon sistemi kullanmayan kapı girişlerinde zaman problemi sürmektedir. Kurulum maliyeti açısından günümüzde yüksek fakat günden güne düşen bir grafiğe sahip olan RFID teknolojisi terminal kapılarında daha az insan gücü gerektirdiğinden zamanla maliyet açısından daha avantajlı olabilecek bir süreci önümüze sürebilmektedir.

Bant aralıklarındaki ve etiket okumada karşılaşılacak güçlüklere karşın zamanla daha da gelişebileceği aşikâr olan bu teknoloji, şu an yapılan konteyner izleme teknolojisi içinde ilk adı geçen teknolojilerden birisidir. Limanlarda güvenlik önlemlerinin arttırılması ve her şeyin kontrol altında olması için buna benzer teknolojileri kullanmak gerekmektedir. Daha güvenli, hızlı, hatalara hemen müdahale edilebilecek bir yöntem olması, gerekli veri tabanı entegrasyonlarıyla daha da gelişebilecek olması bu teknolojinin avantajıdır.

Uzaktan algılama çözümleriyle, RFID daha da geliştirilebilir ve bunun sonucunda deniz taşımacılığı için en önemli sorunlardan biri olan zamanın verimsiz kullanımı en aza indirilebilir.

Bu çalışma, liman yönetimlerine kendi hizmet kapasiteleri göz önünde bulundurularak yapacakları kapı otomasyon sistemi yatırımları için kapı otomasyon sistemi kurulmasının kapı operasyonlarının verimliliğine etkisini nicel olarak göstererek göreceli de olsa onlara karar destek sistemi sağlamayı amaçlamıştır.

KAYNAKLAR

[1] **Keceli, Y., Choi, H.R., Park, N.K., Yun, S.J., Kim, J.J., Kim, H.Y.**, 2008: A Study on Commercialization of R&D Projects in Port and Logistics Industry : Case of Non-Stop Automated Gate System The Second International Forum on Shipping, Ports and Airports (IFSPA'08), 25 – 28 May 2008, Hong Kong.

[2] **Choi, H.R., Park, B.J., Shin, J.J., Keceli, Y., Park, N.K.,** 2007. Non-stop Automated Gate System based on a Digital Media with Wireless Communication Function, International Journal of Circuits, Systems, and Signal Processing, Vol. 1, No. 3, pp. 224-231, ISSN: 1998-4464.

[3] **Yunming, P., Jingui J., Yicong, L.,** 2007: Searching Algorithm of Container Monitoring Based on RFID, Xiamen, Fujian.

[4] **Lin, D. ve Elmangui H.,** 2007, Data Management RFID Applications Expert Systems Applications :Lecture Notes in Computer Science, Volume 4653/2007, pg 434-444,

[5] **Alp, Ö.,** 2009: Konteyner Terminallerindeki Taşıyıcı Araçların Liman Verimliliği Üzerindeki Etkisinin Simülasyon Yoluyla Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[6] **Zeng Q. ve Yang Z.** 2008: Integrating simulation and optimization to schedule loading operations in container terminals, Computers & Operations Research 36 1935 -- 1944

[7] **Emecen E. G. ve Heydarova F.,** 2008, Container Terminal Operations And Operations Planning, 6. Uluslar Arası Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi,İstanbul.

[8] **Günther H. O. ve Kim K. H**., 2006, Container Terminals And Terminal Operations, OR Spectrum Volume 28, pp 437-445.

[9] **Tümiş O. ve Özbey T.,** 2008, Gemi Operasyon Kitabı, Arkas Liman Hizmetleri Eğitim Programı, İstanbul.

[10] **Tümiş O. ve Özbey T.,** 2009, Limancılık Temel Bilgileri Kitabı, Arkas Liman Hizmetleri Eğitim Programı, İstanbul

[11] **Kara Emecen, G.,** 2010, Konteyner Terminalleri Ve Terminal Operasyonları Ders Notları, İstanbul.

[12] **Hennesey L. E.,** 2004, Enhancing Container Terminal Performance: A Multi Agent Systems Approach, Phd Thesis, Blekinge Institute of Technology, Karlshamn, Sweden.

[13] **Emecen E. G.,** 2004, Marmara Bölgesi Limanlarının Çok Kanallı Kuyruk Teorisiyle Talep Ve İşletme Yönetim Modellinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[14] **Yun W. Y., Choi Y. S**., 1999, A Simulation Model For Container- Terminal Operation Analysis Using An Object-Oriented Approach, South Korea. International Journal of Production Economics, Volume 59, Issues 1–3, March 1999, Pages 221–230.

[15] **Xue, X. and Zhang, S**., **Xiang, C.,** 2005, The Study on Information Collection for Container and Goods in Transportation Based on RFID Technology, *http://www.rfidchina.org* . (Erişim Tarihi: 02.03.2011)

[16] **Chapin, K.**, 2007, Automate With Active RFID, Integrated Solutions Magazine. http://www.identecsolutions.com/fileadmin/user_upload/PDFs/in_the_press/integrated_solutions_magazin_horizon_07-2007.pdf (Erişim Tarihi: 02.03.2011)

[17] **Tsilingris, P. and Psaraftis, H.,** Department of Management Science & Engineering, Stanford University Department of Management Science & Engineering, Stanford University Lecture Notes. http://www.martrans.org/docs/publ/NONREFEREED%20CONFs/INFORMS%20tsilingiris%20et%20al%20RFID%202007.pdf (Erişim Tarihi: 05.02.2011)

[18] **Zelkowitz, M. V.,** 1996, Software Engineering Technology Infusion Within NASA. IEEE Transactions on Engineering Management, 43, 250-261.

[19] **Altıok, T. And Melamed, B.,** 2007, Simulation Modeling and Analysis with Arena.

[20] **Kelton, D. And Randoll, P.,** 5th Edition 2010, Simulation with Arena.

[21] **Uludağ Üniversitesi**, 2010, Sistem Simülasyonu Ders Notları, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gizem Günay

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul - 01.08.1986

E-Posta: gunay@itu.edu.tr

Lisans: İstanbul Üniversitesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği