

**T.C.**  
**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM**  
**DALI**  
**DENİZCİLİKTE EMNİYET, GÜVENLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ**  
**PROGRAMI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA KILAVUZLUK HİZMETİ**  
**VEREN KILAVUZ KAPTAN SAYISININ SİMÜLASYON**  
**YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU**

**Emre UÇAN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Selçuk NAS**

**İZMİR - 2013**

**T.C.**  
**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM**  
**DALI**  
**DENİZCİLİKTE EMNİYET, GÜVENLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ**  
**PROGRAMI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA KILAVUZLUK HİZMETİ**  
**VEREN KILAVUZ KAPTAN SAYISININ SİMÜLASYON**  
**YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU**

**Emre UÇAN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Selçuk NAS**

**İZMİR - 2013**

## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “**İstanbul Boğazı’nda Kılavuzluk Hizmeti veren Kılavuz Kaptan Sayısının Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../2013

Emre UÇAN

**ÖZET**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**İstanbul Boğazı'nda Kılavuzluk Hizmeti veren Kılavuz Kaptan Sayısının**  
**Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu**  
**Emre UÇAN**

**Dokuz Eylül Üniversitesi**  
**Sosyal Bilimler Enstitüsü**  
**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Denizcilikte Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı**

Türkiye'de teknik – seyir hizmetlerin kuralları Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından yayınlanan liman yönetmelikleriyle belirlenmektedir. Ama genellikle belirlenen bu kurallar ampirik yöntemlerle ya da tecrübeye dayalı olarak tespit edilmektedir. Bu tez karar vericilere ve paydaşlara yardımcı olmak amacıyla kılavuz kaptanlık hizmetinin doğru yönetilmesi için dinamik bir simülasyon modeli oluşturulması amacıyla hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hedefinde İstanbul Boğazı'nda verilmekte olan teknik - seyir kılavuzluk hizmetinin optimize edilmesi için gerekli insan kaynağının belirlenmesi vardır. Bu amaçla, kılavuz kaptanlık hizmetinin genel hatlarını keşfetmek için kılavuz kaptan örgütüyle yapılan görüşmeler sonrasında kılavuzluk hizmet algoritması oluşturulmuştur. Buna ek olarak simülasyon modelinin geliştirilmesi için istatistiksel veri olarak gemilerin boğaza geliş zamanları, kılavuz hizmeti talep eden gemi sayısı, hizmet süresi, kılavuz kaptan takviyelerinin süreleri, 2010 – 2011 tarihleri arası boğaz trafiğinin istatistikleri toplanmıştır. Modellemenin sonucu olarak bulunan bilimsel sonuçlar gerçek hayattaki uygulamayla da karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler: İstanbul Boğazı, Kılavuz Kaptan, Kılavuzluk, Simülasyon, Optimizasyon.**

## **ABSTRACT**

**Master's Thesis**

**Optimization of Number of Marine Pilots Serving at İstanbul Strait by  
Simulation Technique**

**Emre UÇAN**

**Dokuz Eylül University**

**Graduate School of Social Sciences**

**Department of Maritime Transportation Engineering**

**Maritime Safety, Security and Environmental Management Program**

**In Turkey, techno-nautical services' principles are determined in Port Regulations prepared by Turkish Transportation, Maritime Affairs and Communication Ministry. But the principles are set mostly empirically or experience based. This study helps decision-makers and stakeholders for the correct utilization of resources on pilotage by developing a dynamic simulation model. Aim of this study is the determination of required human resource for the utilization of techno-nautical services at optimum level in marine pilotage services of Istanbul Straits. For this purpose, the pilotage service algorithm has been developed with structured interviews to explore the common principles in the pilotage organization. For developing simulation model, statistical data, the time of ship arrivals, numbers of ships under pilotage, durations of the services, times to pilot transfer, numbers and durations of traffic statistics from 2010 to 2011 were gathered. Scientific results generated with this simulation model have also been compared with real life experience.**

**Keywords: İstanbul Strait, Maritime Pilots, Pilotage, Simulation, Optimization.**

**İSTANBUL BOĞAZI'NDA KILAVUZLUK HİZMETİ VEREN KILAVUZ  
KAPTAN SAYISININ SİMÜLASYON YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYONU  
İÇİNDEKİLER**

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
EKLER LİSTESİ	xix
GİRİŞ	1

**BİRİNCİ BÖLÜM**

**İSTANBUL BOĞAZI VE KILAVUZLUK HİZMETLERİ**

1.1. İSTANBUL BOĞAZI	3
1.1.1. İstanbul Boğazı'nın Yapısal Özellikleri	4
1.1.1.1. Topografyası	4
1.1.1.2. Meteorolojik Koşullar	4
1.1.2. İstanbul Boğazı'nın Önemi	5
1.1.2.1. Tarihçesi	5
1.1.2.2. Günümüzdeki Önemi	6
1.1.3. İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafiği	7

1.1.3.1. Düzenlenmesi	7
1.1.3.2. Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uyguluma Talimatı	8
1.1.3.3. Boğaz Trafikğine Etki Eden Faktörler	12
1.1.4. İstanbul Boğazı'nda Trafik Akışının Önemi	13
1.2. KILAVUZLUK HİZMETLERİ	14
1.2.1. Kılavuz Kaptanın Tanımı ve Görevleri	14
1.2.2. Tarihte Kılavuzluk ve Türk Kılavuzluk Tarihi	16
1.2.3. Dünyada Kılavuzluk Hizmetleri	19
1.2.4. Türkiye'de Kılavuzluk Hizmetleri	22
1.2.5. Boğaz'da Kılavuzluk Hizmetlerinin Uygulanması	23
1.2.5.1. Türk Boğazları Kılavuz Kaptanı	23
1.2.5.2. Türk Boğazları'nda Kılavuzluk Hizmeti Kullanan Gemiler	27
1.2.6. Kılavuzluk Hizmetlerinde Vardiya Düzenleri ve Çalışma	32

## İKİNCİ BÖLÜM

### SİMÜLASYON YÖNTEMİNİN DENİZCİLİKTE UYGULANMASI

2.1. SİMÜLASYON	37
2.1.1. Simülasyonun Tanımı	37
2.1.2. Simülasyon Çalışmalarının Yeri	38
2.1.3. Simülasyon Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları	40
2.1.4. Simülasyon Türleri	41
2.1.4.1. Statik veya Dinamik Simülasyon	41
2.1.4.2. Stokastik veya Deterministik Simülasyon	42
2.1.4.3. Kesikli veya Sürekli Simülasyon	43

2.2.	DENİZCİLİKTE SİMÜLASYON YÖNTEMİ	45
2.2.1.	Denizcilikte Simülasyon Uygulamaları	45
2.2.1.1.	Eğitim	45
2.2.1.2.	Optimizasyon	47
2.2.1.3.	Risk Değerlendirmesi	49
2.2.2.	İstanbul Boğazı'nda Simülasyon ve Matematiksel Modelleme Çalışmaları	51

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## İSTANBUL BOĞAZI'NDAKİ KILAVUZLUK HİZMETLERİNİN MODELLENMESİ

3.1.	ARAŞTIRMANIN AMACI	53
3.2.	ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	53
3.3.	ARAŞTIRMANIN SINIRLARI	54
3.4.	KILAVUZLUK HİZMETİNİN MODELLENMESİ	55
3.4.1.	Sistemin Algoritmasının Hazırlanması	55
3.4.1.1.	Gerçek Problemin Tespiti	55
3.4.1.2.	Sistemi Tanımak	57
3.4.1.3.	Yapılacak Çalışmadan İstenen Çıktıların Belirlenmesi	58
3.4.2.	Sistem Verilerinin Tespit Edilmesi	58
3.4.2.1.	İstatistik Veriler	58
3.4.2.1.1.	Variş Zamanları	60
3.4.2.1.2.	Gemi Tipleri	62
3.4.2.1.3.	Boğaza Giriş Aralığı	64
3.4.2.1.4.	Boğaz Trafik Yönü	65
3.4.2.1.5.	Boğaz Geçiş Süresi	65

3.4.2.1.6. Kılavuz Kaptan Alma Oranları	79
3.4.2.2.Uzman Görüşüne Başvurma	79
3.4.2.2.1. Görüşme Süreci	80
3.4.2.2.2. Görüşme Formu	81
3.4.2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve Uygulama	81
3.4.2.2.3.1. Genel Çalışma Rutini	82
3.4.2.2.3.2. Günlük Çalışma Rutini	83
3.4.2.2.3.3. Gemi Üstünde	83
3.4.2.2.3.4. Transferler	84
3.4.2.3. Mevzuat	85
3.4.3. Model	85
3.4.3.1. Zaman Sayaçlarının Yaratılması	86
3.4.3.2. Kılavuz Kaptanların Yaratılması ve İstasyonlar	86
3.4.3.3. Kılavuz Kaptan İstasyonları Arasındaki Takviyenin Modellenmesi	83
3.4.3.4. Boğaz'ın Kuzeyden Güneye ve Güneyden Kuzeye Modellenmesi	88
3.4.4. Modelden Beklenen Performans Ölçütü	89
3.4.5. Sistem Modellenirken Göz Ardı Edilen Kısıtlar	90
3.4.6. Modelin Güvenirliliğinin ve Geçerliliğinin Kontrol Edilmesi	91
3.4.6.1. Modelin Güvenirliliğinin Kontrolü	91
3.4.6.2. Modelin Geçerliliğinin Kontrolü	94
3.5. YAPILAN DENEYLERİN ÇIKTILARI	97
3.5.1. İlk Deney (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)	100
3.5.2. MLC 2006 Dinlenme Koşuluna Göre Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu	102
3.5.3. Deney (23 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)	107

3.5.4. Boğaz Geçmek İsteyen Tüm Gemiler Kılavuz İsterse, Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu	111
3.5.5. Bir Vardiyada İki Kere 6 Saatten Uzun Dinlenmek Koşuluna Göre Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu	115
3.5.6. 23 Kılavuz Kaptanlı Vardiyanın Bir Yıl İçerisinde En Fazla Hizmet Verebileceği Gemi Sayısını Bulmak	119
SONUÇ	120
KAYNAKÇA	125
EKLER	

## KISALTMALAR

<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>AMSA</b>	Avustralya Denizcilik Emniyet Otoritesi
<b>COLREG</b>	Denizde Çatışmayı Önleme Sözleşmesi
<b>EMPA</b>	Avrupa Kılavuz Kaptan Birliği
<b>ERLANG()</b>	Erlang Dağılım Fonksyonu
<b>EXPO()</b>	Üssel Dağılım Fonksyonu
<b>FIFO</b>	İlk gelen, ilk çıkar
<b>FRMP</b>	Yorgunluk Risk Yönetim Planı
<b>G3</b>	150-200 MT aralığındaki gemiler
<b>G4</b>	200-250 MT aralığındaki gemiler
<b>G5</b>	250 MT den büyük gemiler
<b>G12</b>	150 MT den küçük gemiler
<b>GASM</b>	Gemi Adamları Sınav Merkezi
<b>LNG</b>	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
<b>LOGN()</b>	Lognormal Dağılım Fonksiyonu
<b>IMO</b>	Uluslararası Denizcilik Örgütü
<b>IMPA</b>	Uluslararası Kılavuz Kaptanları Birliği
<b>KEGM</b>	Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü
<b>NAV</b>	Askeri gemiler
<b>MLC 2006</b>	Denizcilik Çalışma Sözleşmesi 2006
<b>MPR</b>	Yolcu , Yat tipi gemiler, Canlı Hayvan Gemisi
<b>MSC</b>	Denizcilik Emniyeti Komitesi
<b>R.G.</b>	Resmi Gazete
<b>T3</b>	150-200 MT Aralığında Tehlikeli Yük Taşıyan Gemiler
<b>T4,5</b>	200 MT'den Büyük Tehlikeli Yük Taşıyan Gemiler
<b>T12</b>	150 MT den Küçük Tehlikeli Yük Taşıyan Gemiler
<b>UBAK</b>	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
<b>UKMPA</b>	Birleşik Krallık Deniz Pilotlar Birliği
<b>UNCLOS</b>	Birleşmiş Milletler Deniz Kanunu Konvansiyonu
<b>UNESCO</b>	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü

<b>U.S.</b>	Birleşik Devletler
<b>TBDTDT</b>	Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü
<b>TBDTDTUT</b>	Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uygulama Talimatı
<b>TBGTH</b>	Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri
<b>TDK</b>	Türk Dil Kurumu

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b>	İstanbul Boğazı İle İlgili Bazı İstatistikler	s. 60
<b>Tablo 2:</b>	İstanbul Boğazı'nı 2010 ve 2011 Yıllarında Geçen Gemilerin Tip Frekans Dağılımları	s. 64
<b>Tablo 3:</b>	İstanbul Boğazı'nı 2010 ve 2011 Yıllarında Geçen Gemilerin Boğaz'a Arka Arkaya Giriş Zamanları Ortalaması	s. 65
<b>Tablo 4:</b>	İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin KEGM İstatistik Verileriyle Analiz Edilmiş Stokastik Dağılımlarının Karşılaştırılması	s. 67
<b>Tablo 5:</b>	İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin Tipine ve Geçiş Yönlerine Göre Boğaz Geçiş Sürelerine Denk Gelen Dağılımların Formülleri	s. 78
<b>Tablo 6:</b>	İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin KEGM İstatistik Verileriyle Analiz Edilmiş Kılavuz Kaptan Alma Frekansları	s. 79
<b>Tablo 7:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi : Kılavuz Kaptan Çalışma Sayıları	s. 93
<b>Tablo 8:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi : Modelde Üretilen Gemilerin Frekanslarının Kontrolü	s. 93
<b>Tablo 9:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi : 21. Vardiya Kılavuz Kaptan Gemiye Çıkma Sayıları	s. 95
<b>Tablo 10:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi : İki Yıl Süre İçerisinde Güneyden Kuzeye Üretilen Gemi Sayısı ve Tip Frekansları	s. 96
<b>Tablo 11:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi : Gerçek Gemi Geçişleriyle Modelin Karşılaştırılması	s. 96
<b>Tablo 12:</b>	İlk Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)	s. 100

<b>Tablo 13:</b>	Deneyle İlgili Özet Çıktılar (29 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)	s. 103
<b>Tablo 14:</b>	Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)	s. 108
<b>Tablo 15:</b>	Dördüncü Deneyle İlgili Özet Çıktılar (38 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)	s. 111
<b>Tablo 16:</b>	Beşinci Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)	s. 116

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1:</b>	İstanbul Boğazı'nın Admiralty Haritası	s. 3
<b>Şekil 2:</b>	Kesikli sistemin zamana göre durumu	s. 44
<b>Şekil 3:</b>	Sürekli sistemin zamana göre durumu	s. 44
<b>Şekil 4:</b>	Uygulanan Optimizasyon Yönteminin Simülasyon Kullanılarak Değerlendirilmesi	s. 48
<b>Şekil 5:</b>	Boğaz'da emniyetli hizmet vermek için yeterli kılavuz kaptan sayısının bulunması amacıyla oluşturulmuş Balık Kılıçığı diagramı	s. 56
<b>Şekil 6:</b>	Kuzeyden Güneye ve Güneyden Kuzeye Empirik Gemi Gelişlerinin Üssel Dağılım Grafiğiyle Karşılaştırılması	s. 62
<b>Şekil 7:</b>	Güneyden Kuzeye Empirik Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 66
<b>Şekil 8:</b>	Kuzeyden Güneye Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 67
<b>Şekil 9:</b>	Güneyden Kuzeye MPR+NAV Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 68
<b>Şekil 10:</b>	Kuzeyden Güneye MPR+NAV Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 69
<b>Şekil 11:</b>	Güneyden Kuzeye G12 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Beta Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 70
<b>Şekil 12:</b>	Kuzeyden Güneye G12 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 70
<b>Şekil 13:</b>	Güneyden Kuzeye G3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 71
<b>Şekil 14:</b>	Kuzeyden Güneye G3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 72
<b>Şekil 15:</b>	Güneyden Kuzeye G4 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 72

<b>Şekil 16:</b>	Kuzeyden Güneye G4 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 73
<b>Şekil 17:</b>	Güneyden Kuzeye T12 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 74
<b>Şekil 18:</b>	Kuzeyden Güneye T12 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 74
<b>Şekil 19:</b>	Güneyden Kuzeye T3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 75
<b>Şekil 20:</b>	Kuzeyden Güneye T3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 76
<b>Şekil 21:</b>	Güneyden Kuzeye T4 – T5 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 77
<b>Şekil 22:</b>	Kuzeyden Güneye T4 – T5 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi	s. 78
<b>Şekil 23:</b>	Modelin Zaman Sayaçları	s. 86
<b>Şekil 24:</b>	Modelin Kılavuz kaptan İstasyonları	s. 87
<b>Şekil 25:</b>	Kılavuz Kaptan Takviye Modeli	s. 88
<b>Şekil 26:</b>	İstanbul Boğazı Güney Kuzey ve Kuzey Güney Geçişleri İçin Model	s. 89
<b>Şekil 27:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi: Gemi Sayısı Kontrolü	s. 92
<b>Şekil 28:</b>	Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi: Kılavuz Kaptanların Vardiya Kontrolü	s. 94
<b>Şekil 29:</b>	Modelin Dengeye Ulaşma Süresi: Güneyde Kuyrukta Bekleyen Gemiler	s. 98
<b>Şekil 30:</b>	Modelin Dengeye Ulaşma Süresi: Kuzeyde Kuyrukta Bekleyen Gemiler	s. 98
<b>Şekil 31:</b>	23 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri	s. 101

<b>Şekil 32:</b>	MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı	s. 102
<b>Şekil 33:</b>	Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında Kılavuz Kaptanların Ortalama Dinlenme Sürelerindeki Artış	s. 104
<b>Şekil 34:</b>	Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında Kılavuz Kaptanların Ortalama Çalışma Sürelerindeki Azalma	s. 104
<b>Şekil 35:</b>	Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında MLC 2006 Şartına Uyamayan Kılavuz Kaptanların Gün Başına Sayısı	s. 105
<b>Şekil 36:</b>	29 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri (Tüm Deney Boyunca)	s. 106
<b>Şekil 37:</b>	29 Kılavuz Kaptan vardiyadayken MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı (Tüm Deney Boyunca)	s. 107
<b>Şekil 38:</b>	139 Nolu Kılavuz kaptanın 48 Saat İçinde ilk Dinlenmeleri	s. 109
<b>Şekil 39:</b>	511 Nolu Kılavuz kaptanın 48 Saat İçinde Dinlenmeleri	s. 109
<b>Şekil 40:</b>	Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı	s. 110
<b>Şekil 41:</b>	Kuzeyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı	s. 110
<b>Şekil 42:</b>	Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu Seri Deneylerinin Sonuçları	s. 112
<b>Şekil 43:</b>	37 Kılavuz Kaptan Olduğu Durumda Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı	s. 113
<b>Şekil 44:</b>	38 Kılavuz Kaptan Olduğu Durumda Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı	s. 113
<b>Şekil 45:</b>	38 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri	s. 114
<b>Şekil 46:</b>	MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı	s. 115
<b>Şekil 47:</b>	23 Kişilik Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı	s. 117
<b>Şekil 48:</b>	Bir Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı	s. 118
<b>Şekil 49:</b>	23 Kişilik Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı	s. 118

**Şekil 50:** Bir Yıl Boyunca Kılavuz Kaptan İsteyen Gemi İle Kılavuzlanan  
Gemi Sayıları

s. 119

## **EKLER LİSTESİ**

**Ek 1:** KEGM'ne Gönderilen Yazı

ek s.1

**Ek 2:** KEGM'nün Cevap Yazısı

ek s.2

## GİRİŞ

İstanbul Boğazı dünyanın jeopolitik ve stratejik önemi bakımından sayılı suyollarındandır. Akdeniz ve Karadeniz'i birbirine bağlayan bu suyunun sorunsuz işlemesi Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler için hayati önemdedir. Bununla beraber Boğaz'ın önemi bütün dünya tarafından kabul edilmektedir ve hala Boğaz geçiş düzeni 1936 yılında imzalanan uluslararası Montrö Sözleşmesine göre yapılmaktadır. Her yıl bu Boğaz'dan geçerek yapılan ticaret bütün bölgenin hayat damarıdır. Ülkeler boğazı kullanarak enerjiye, gıdaya ve ticari ürünlere ulaşabilmektedirler. Bununla beraber bu çok yoğun trafiğe sahip Boğaz, Türkiye'nin en büyük şehrini ikiye bölmektedir. Nüfusu 15 milyonun üstünde olan İstanbul şehri için boğaz hem bir lütuf hem de bir cezadır. Daha öncede yaşanan birçok kazada İstanbul şehri tehlike atlattır ve gelecekte de bu tehlikeler artan ticaretle beraber daha büyük riskler doğuracaktır.

İşte bu yüzden ve bu suyunun sorunsuz çalışmasının tüm bölgenin çıkarı gereği olmasından 1998'de resmi gazetede yayınlanan Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğüne göre İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nı geçen gemilere kılavuz kaptan almaları "*önemle tavsiye*" edilmektedir. Bu görev hali hazırda Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nün yetkisi altındadır. İstanbul boğazına gelen gemilerin geçişlerinin düzenlenmesi ve isteyen gemilere kılavuz kaptan hizmeti verilmesi bu kurum tarafından gerçekleştirilmektedir.

Ancak Boğazlar'daki emniyeti arttırmak için değişmez olan kılavuz kaptanların sayısının değerlendirilmesinde günümüze kadar bilimsel bir yöntem kullanılmamıştır. Bunun yerine daha çok deneysel ve deneyimsel yöntemlere başvurulmuştur.

Bu tezin amacı bu konuda karar vericilere ve paydaşlara İstanbul Boğazı'nda bulunması gereken kılavuz kaptan sayısının tespit edilebilmesi için dinamik bir simülasyon modeli sunmaktır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde İstanbul Boğazı ve Kılavuzluk hizmetlerine değinilmiştir. İstanbul Boğazı'nın önemi ve Boğaz'daki trafik incelenmiştir. Bunun yanında kılavuzluk hizmetinin ne olduğu anlatılmış.

Boğaz'da kılavuzluk hizmeti detaylandırılmış ve bu hizmetle ilgili yasalar açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde simülasyonun ne olduğu detaylandırılmıştır ve denizcilikte simülasyonun nasıl kullanıldığı ve çalışmada nasıl kullanılacağı anlatılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yapılacak Boğaz simülasyonunun modellenmesi için gerekli bilgilerin nasıl toplandığı, gerekli modelin dinamik bir yapıda oluşturulması, modelleme yapımı anlatılmıştır. Model kullanılarak eski verilerle modelin güvenilirliği ve geçerliliği kanıtlanmış ve oluşturulan simülasyon kullanılarak İstanbul Boğazı için gerekli kılavuz kaptan sayısının nasıl optimize edilebileceği gösterilmiştir. Aynı şekilde varsayımsal durumlarda modelin nasıl bir karar yardımcısı olduğu örnek bir deneyle gösterilmiştir.

Sonuç bölümünde yapılan optimizasyonların verileri açıklanmıştır ve bu tür bir çalışmanın önemine vurgu yapılmıştır. Simülasyon yöntemi kullanılarak ileride yapılacak çalışmalara dair önerilerde bulunulmuştur.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### İSTANBUL BOĞAZI VE KILAVUZLUK HİZMETLERİ

#### 1.1. İSTANBUL BOĞAZI

İstanbul Boğazı 31 km uzunluğunda ve gemilerin geçiş yaptığı dar bir su yoludur. En önemli özelliklerinden birisi alternatifi olmayan bir su yolu olmasıdır. Karadeniz'i okyanuslara birleştiren yolun ilk kapısıdır (Başaraner ve diğerleri, 2011: 76). Tarih boyunca birçok büyük devlet İstanbul Boğaz'ında yerleşmiş ve burada kurulan şehri kendilerine başkent yapmışlardır. Hatta İstanbul deniz kenarında bir şehir olarak değil New York gibi içinde deniz olan bir şehir olarak tanımlanmıştır (Magdalino, 2000: 209). Böylece aslında İstanbul'un karakterini tanımlayan Boğaz olmuştur. Şekil 1'de İstanbul'un seyir haritası görülmektedir.

**Şekil 1:** İstanbul Boğazı'nın Admiralty Haritası



Kaynak: British Admiralty Haritası No.1198, İstanbul Boğazı

### **1.1.1. İstanbul Boğazı'nın Yapısal Özellikleri**

Bu başlık altında İstanbul Boğazı'nın topografyasına ve meteorolojik koşullarına değinilmiştir.

#### **1.1.1.1. Topografyası**

İstanbul Boğazı Avrupa'yı ve Asya'yı birleştiren ve Türkiye Cumhuriyeti'nin kuzey batısında İstanbul kentinin ortasından geçen su yoludur. İstanbul Boğazı Karadenizi ve Marmara Denizini birleştirir. Boğazın temel fiziki karakteristiği çok dar bir su yolu olmasıdır. Orta hattından uzunluğu 17 deniz mili olarak ölçülmektedir. Anadolu yakasında sahil uzunluğu 19 deniz mili ve daha kıvrımlı olan Trakya tarafından sahil uzunluğu 30 deniz milidir. Boğazın en geniş yerleri kuzeyde Anadolu Feneri ve Türkeli Feneri arasında 3600 metre, güneyde, Ahırkapı Feneri ve İnciburnu Feneri Arasında 3220 metredir. Boğazın en dar yeri ise Anadoluhisarı ile Rumelihisarı arasında olup 698 metredir. Buna göre Boğaz'ın ortasına doğru daraldığı söylenebilir. İstanbul Boğazı derinliği 30 ve 110 metre arasındadır. En derin 110 metrelik yer Kandilli açıklarındadır. Ortalama derinliğin 30, 60 metre arasında olduğu söylenebilir. İstanbul Boğazı'nda 4 adet ada bulunmaktadır. Bu adaların hepsi 200 metre boyundan küçük adalar olup isimleri Kızkulesi, Kuruçeşme Adası, Bebek Adası ve Dikilikaya Adasıdır (T.C. Denizcilik Müsteşarlığı, 2000).

#### **1.1.1.2. Meteorolojik Koşullar**

İstanbul Boğazı'nda hakim iklim tipi Akdeniz iklimidir. Yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık, soğuk ve yağışlıdır. Kış ayları genelde kısa sürer. Ancak özellikle polar hava kütleleri nedeniyle kar yağışı bile görülebilmektedir. Hakim hava hareketi kuzeydoğu - güneybatı yönündedir. Hava hareketi İstanbul Boğazı boyunca en şiddetli haline gelir. İstanbul Boğazı'nda fırtınalar en çok Ocak ayında görülmekle beraber, Eylül ayından sonra fırtına sayısında artış olur. Yılda ortalama 6 gün fırtına gücünde rüzgarlar etkindir. Boğaz'daki fırtına gücündeki rüzgar yüzey akıntılarını ciddi şekilde değiştirir. Sis en çok Mart ayında etkili olur. Yılda ortalama 35 gün sis

etkindir. Sis ve ağır kar yağışının görüşe ciddi etkisi olmaktadır (T.C. Denizcilik Müsteşarlığı, 2000).

### **1.1.2. İstanbul Boğazı'nın Önemi**

İstanbul Boğazı sadece günümüzde değil tarih boyunca çok değerli bir su yolu olmuştur. Bu başlık altında tarihten günümüze kadar Boğaz'ın önemi açıklanmıştır.

#### **1.1.2.1. Tarihçesi**

İstanbul Boğazı tarih boyunca büyük stratejik öneme sahip olmuştur. Özellikle Rusya gibi büyük bir ülkenin sıcak denizlere açılma politikasındaki önemli yeri nedeniyle İstanbul Boğazı'nın kontrolünün ele geçirilmesi 1877- 1878 yıllarında yapılan Rus-Osmanlı savaşlarının ana sebebidir. Aynı sebep I.Dünya Savaşında da Çanakkale Boğazı'na yapılan saldırıda öne çıkmaktadır (Kinross, 1979: 517-624).

I. Dünya Savaşının ardından yenik düşen Osmanlı İmparatorluğu 1920'deki Sevr antlaşmasıyla Boğazlar'ın kontrolünü o zamanın Birleşmiş Milletlerine askersiz kalmak kaydıyla devretmiştir (Sevr Antlaşması, 1920). 1923 yılında Kurtuluş Savaşını kazanan Türkiye Cumhuriyeti, Lozan antlaşmasıyla Boğazlar'ın tekrar Türkiye denetimine girmesini sağlamıştır. Ancak bu antlaşmaya göre Boğazlar'dan her tür askeri ve ticari gemi hiç bir kısıtlamaya tabi olmadan geçebilecektir. Türkiye Cumhuriyeti ilerleyen tarihlerde bu antlaşmayı da reddetmiş ve Boğazlar'da hala hakim olan Montrö Antlaşmasını uluslararası ülkelere imzalatmıştır. Bu antlaşmayla Boğazlar'daki Türk hakimiyeti kesin olarak tanınmıştır ve askeri gemilerin geçişleriyle ilgili özel kurallar getirilmiştir ki bunlar ileride incelenecektir (Montreux Boğazlar Sözleşmesi, 1936). Bu antlaşma sonradan yapılan yasalara da girmiştir. Birleşmiş Milletlerin Deniz Kanunu Konvansiyonunda Montrö antlaşmasına atıf bulunmaktadır (UNCLOS, 1982). Boğazlar'la ilgili en son düzenleme "Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü, 1998" adı altında yapılmıştır. Bu düzenleme ulusal bir düzenleme olmasına rağmen Montrö Antlaşmasının şartlarına ve IMO tavsiyelerine uygun olarak yazılmıştır (Resmi Gazete (R.G.) 1998, 23515).

### 1.1.2.2. Günümüzdeki Önemi

Günümüzde İstanbul Boğazı hala Karadeniz ülkelerinin askeri çıkarları açısından önem taşıyan bir Boğaz'dır. Sadece askeri değil ticari çıkarlar açısından da Boğazlar vazgeçilmezdir. Hali hazırda Tuna – Ren, Tuna – Main iç suyollarının açılması ve Main – Volga – Baltık, Don – Volga iç suyolu ve kanallarıyla Boğaz hinterlandı genişlemiştir ve bu da Boğaz kullanıcı sayılarının giderek artmasına sebep olmuştur (İnan, 2004: 159).

Bununla beraber Boğaz'da giderek artmakta olan enerji taşımacılığı söz konusudur. Kafkasya, Azerbaycan, Kazakistan, Türkmenistan ve Hazar Denizi'nde bulunan enerji kaynaklarının dünyaya pazarlanmasında gemilerin kullanılması kaçınılmazdır. Bu da İstanbul Boğaz trafiğini şüphesiz arttıracaktır (Demirağ, 2004).

Ek olarak gelişmekte olan Karadeniz ülkeleri yine enerji ihtiyaçlarını karşılamak için hala geçişin Montrö Antlaşmasına göre serbest olduğu Boğazlar'ı kullanmak istemektedirler. Bu tür projelerden en önemlilerinden biri Ukrayna'nın inşasına başladığı ve Yuzni'ye kurmakta olduğu LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) terminalidir. Bu terminal, yılda  $5 \times 10^9$  m<sup>3</sup> doğal gaz elleçleyecektir ve 178.000 m<sup>3</sup> yük taşıyabilen doğal gaz taşıyıcı gemileri kabul edebilecek şekilde tasarlanacaktır. Doğal olarak bu gemiler Türk Boğazları'nı yani İstanbul Boğazı'nı kullanacaktır ve özellikle taşıdığı yük dolayısıyla Boğaz Trafikinde büyük bir risk oluşturacaklardır (Invest Ukraine, 2012; Kutluk, 2003).

İstanbul Boğazı'nda emniyetli seyir yapılması Türkiye ve Boğazı kullanan diğer ülkeler için hayati öneme sahiptir. Bu yüzden Boğaz trafiğini tehdit eden her unsura karşı Türkiye ivedilikli yeni kurallar koyabilir ya da var olan kuralları geliştirebilir (Akten, 2003: 241).

İstanbul daha önce de belirtildiği gibi İstanbul Boğazı'ndan ayrı düşünülemez. İstanbul Türkiye'nin en büyük şehridir ve her konuda olduğu gibi ticaret ve sanayide de Türkiye'nin bayrak taşıyıcısıdır. Bununla beraber İstanbul Boğazı UNESCO tarafından "dünyanın kültür mirası" olarak kabul edilen tarihi birçok esere ev sahipliği yapmaktadır. Bu şehrin emniyeti Türkiye Cumhuriyeti için en önemli konulardan biridir. Bu şehrin emniyetinin sağlanması için İstanbul Boğazı'nın emniyetli olması gereklidir (Ece ve diğerleri, 2007: 48).

### 1.1.3. İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafiği

İstanbul Boğazı deniz trafiği oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu başlık altında bu trafiğin düzenlenmesi, ilgili tüzükler ve literatürden görüşlere yer verilmiştir.

#### 1.1.3.1. Düzenlenmesi

İstanbul Boğazı'ndaki deniz trafiğinin düzenlenmesi Türkiye'nin keyfi olarak karar verebildiği bir konu değildir. Anlatılan önemi gereği Türkiye Boğazları'la ilgili düzenlemeler yaparken özellikle Montrö Antlaşmasının şartlarına uygun davranmak ve uluslararası hassasiyetlere dikkat etmek zorundadır (R.G 1998, 23515).

Boğazlardaki trafiğin yapısını düzenlemek için ilk tüzük 1 Temmuz 1994 tarihinde hazırlanmıştır. Bilahare gözden geçirilen tüzük, Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü ile getirilen Rapor Sistemi ve Trafik Ayrım Şeritleri'ni kapsayacak şekilde düzenlenip 6 Kasım 1998'de tekrar resmi gazetede yayınlanmıştır.3333(T.C. Denizcilik Müsteşarlığı:2000).

Tüzük, Türk Boğazları'nda uygulanan ve Denizde Çatışmayı Önleme Sözleşmesinin (COLREG 72) 10'uncu kuralına göre düzenlenen ve IMO tarafından kabul edilen trafik ayırımı düzenlerini tesis etmektedir. Ek olarak idareye bu trafik ayırım düzeninin uygulanması ve denetlenmesi ve rapor sisteminin işlerliği için Trafik Kontrol Merkez ve İstasyonlarını kurmasını emreder. Tüzük daha birçok tanım ve görevi incelemektedir. Ancak çalışma açısından tüzüğün önemli maddelerinden biri "Kılavuz kaptan alma" ile ilgili olan 27. Maddesidir. Bu maddede "*Trafik kontrol merkezince Türk Boğazları'ndan uğraksız geçiş yapacak gemilere can, mal, seyir ve çevre güvenliği bakımından kılavuz kaptan almaları önemle tavsiye edilir.*" yazmaktadır. Bununla beraber kılavuz kaptan almak mecburiyetinde olan gemiler tüzükte madde 15 ve 23'de ek olarak Ek 1, 3 ve 5'de belirtilmiştir (R.G 1998, 23515).

Ancak bu tüzüğün nasıl uygulanacağı sorumlu bakan tarafından onaylanan talimatlarla yapılmaktadır. Bu talimatlardan sonuncusu 24 Aralık 2012 tarihinde yayınlanan “Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uygulama Talimatı”dır.

### **1.1.3.2. Türk Boğazları’nda Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uygulama Talimatı (TBDDTUT)**

T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UBAK) tarafından hazırlanan bu talimatname Türk Boğazları Deniz Trafik Düzenini açıklamak için hazırlanmıştır. Öncelikle bazı tanımlamalara açıklama getirilmiştir (TBDDTUT, 2012).

**Büyük gemi:** Tam boyu 200 metre ve daha büyük olan gemileri,

**Derin su çekimli gemi:** En büyük su çekimi 15 metre ve daha büyük olan gemileri,

**Kritik Bölgeler:** İstanbul Boğazı’nda Kanlıca-Vaniköy, Çanakkale Boğazı’nda Nara-Kilitbahir Burnu arasındaki bölgeleri,

**Tehlikeli Yük Taşıyan Gemi:** IMO'nun IMDG Kodu sınıf 3 yükleri taşıyan tankerler ile IMO'nun IMDG Kodu kurallarına göre 1 - 2 - 5.1 - 5.2 - 6.2 - 7 sınıflarında tanımlanan yükleri taşıyan veya tehlikeli gazlardan arındırılmamış tüm gemileri,

**TBGTH:** Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri'ni,

**Tüzük:** Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü'nü göstermektedir.

Talimatta daha sonra genel kurallar anlatılmaktadır. Bu kurallar bu çalışmadaki simülasyon modelinde de kullanılacağı için önemlidir.

**Uğraksız Geçişlerin Bozulmadığı Durumlar için,** Uğraksız geçiş yapan gemilerin TBGTH Merkezleri tarafından yapılan trafik organizasyonu ve/veya olumsuz hava ve deniz şartları nedeniyle demir yerlerinde 48 saatten fazla bekletilmeleri durumunda uğraksız geçişleri bozulmaz denmektedir.

Yetişen gemiyle ilgili maddede, eğer TBGTH merkezi uygun görülürse Boğaz’da gemi geçmenin mümkün olduğu belirtilmektedir ancak modelde gemi geçişleri dikkate alınmayacaktır. Aynı şekilde eğer gerekli görülürse Boğazlar için

belirlenmiş olan azami hızın aşılması TBGTH merkezinin onayıyla mümkündür. Tüzükte bazı gemiler Boğazlar'dan geçerken ilave geçiş kurallarına tabi olurlar. Bunlar ve uygulama esasları 7. Madde'de şöyle verilmiştir. Emniyetli Boğaz geçişi için ilave kurallara tabi olacak gemi/yedekli geçişleri; (a) Türk Boğazları'ndan geçiş yapacak tam boyu 300 metre ve üzeri gemiler, toplam yedek boyu 300 metre ve üzeri yedekli geçişler ile boylarına bakılmaksızın Boğaz geçişi yaptırılmak istenen platform ve yüzer havuz cinsi cisimler, (b) Toplam yedek boyu 300 metrenin altında olan yedekli geçişler, (c) Arızalı olarak Boğazlar'dan geçiş yapacak gemiler, (ç) TBGTH alanı içerisinde kaza (çatma, çatışma, karaya oturma, yangın v.s.) yapan gemiler, (d) Boğaz içindeki herhangi bir noktada akıntıya karşı karaya göre 4 mil/saat sürat yapamayacak ancak Boğaz geçişi yapmak isteyen gemiler (e) İstanbul Boğazı için hava çekimi 54-58 metre olan gemiler. Yine yedekli geçiş yapan gemiler modelde dikkate alınmayacaktır.

Aynı maddede bu belirlenen gemilerin nasıl geçiş yapabilecekleri de açıklanmıştır. Buna göre;

Türk Boğazları'ndan geçiş yapacak tam boyu 300 metre ve üzeri gemiler, toplam yedek boyu 300 metre ve üzeri yedekli geçişler ile boylarına bakılmaksızın Boğaz geçişi yaptırılmak istenen platform ve yüzer havuz cinsi cisimler için acenteleri vasıtasıyla seferlerinin planlanması aşamasında, Çanakkale Boğaz geçişleri için Çanakkale Liman Başkanlığı'na, İstanbul veya her iki Boğaz'dan geçişler için ise İstanbul Liman Başkanlığı'na, seyir ve teknik hususlarla ilgili tüm bilgileri ise yazılı müracaatlarla yaparlar. Seyir, can, mal ve çevre emniyeti gözetilerek, söz konusu gemi/yedeklilerin Boğazlar'dan emniyetli geçişine ilişkin ilave geçiş şartları Komisyon tarafından tespit edilir ve ilgili Liman Başkanlığı tarafından acentesine bildirilir.

Toplam yedek boyu 300 metrenin altında olan yedekli geçişler için acenteleri vasıtasıyla seferlerinin planlanması aşamasında, seyir ve teknik hususlarla ilgili tüm bilgileri havi yazılı müracaatlarını ilgili TBGTH Merkezine yaparlar. Seyir, can, mal ve çevre emniyeti gözetilerek, söz konusu yedeklilerin Boğazlar'dan emniyetli geçişine ilişkin ilave geçiş şartları TBGTH Merkezi tarafından tespit edilerek, ilgili Liman Başkanlıkları ve acentesine bildirilir.

Boğaz içindeki herhangi bir noktada akıntıya karşı karaya göre 4 mil/saat sürat yapamayacak ancak Boğaz geçişi yapmak isteyen gemiler için Boğaz geçişlerini gündüz periyodunda, kılavuz kaptanlı ve ilgili TBGTH Merkezi tarafından tonajlarına göre refakat ve/veya cer amaçlı uygun görülecek römorkör(ler) olarak yapabilirler. İlgili TBGTH Merkezi, Boğaz geçişi sırasında hızı kısa süreli olmamak şartıyla 4 mil/saatın altına düşen gemilere refakat ve/veya cer amaçlı römorkör(ler) gönderir.

İstanbul Boğazı için hava çekimi 54-58 metre olan gemiler için acenteleri vasıtasıyla seferlerinin planlanması aşamasında, İstanbul Liman Başkanlığı'na seyir ve teknik hususlar ile ilgili tüm bilgileri havi yazılı müracaatlarını yaparlar. Seyir, can, mal ve çevre emniyeti gözetilerek, söz konusu gemilerin İstanbul Boğazı'ndan emniyetli geçişine ilişkin ilave geçiş şartları Komisyon tarafından tespit edilir ve Liman Başkanlığı tarafından acentesine bildirilir.

Tüzüğün içerisinde yine Boğazlar'ın akıntı sebebiyle ne zaman açık olması gerektiğine dair açıklamalar vardır. Madde 13'e göre Boğazlar'ın herhangi bir yerinde akıntı 4 mil/saat'in altındaysa veya gemilerin manevra hızı Boğaz'da akıntıyı yendikten sonra 4 mil/saatten daha hızlı seyretmelerine yeterse Boğaz açık tutulur ya da o hıza ulaşamayan gemiler ancak römorkör yardımıyla Boğaz'ı geçebilir.

Eğer Boğaz'da akıntı hızı 4 mil/saati geçerse ve orkoz akıntıları Boğaz'da oluşmaya başlarsa manevra hızı en az 10 mil/saat olan gemiler Boğaz'dan geçiş yapabilir ve TBGTH tehlikeli durumlarda boğazı tek yönlü kapatabilir.

Eğer Boğaz'da akıntı hızı 6 mil/saati geçerse ve orkoz akıntıları Boğaz'da oluşmaya başlarsa manevra hızı en az 12 mil/saat olan gemiler Boğaz'dan geçiş yapabilir ve TBGTH tehlikeli durumlarda boğazı tek yönlü kapatabilir.

Eğer Boğaz'da akıntı hızı 7 mil/saati geçerse ve orkoz akıntıları Boğaz'da oluşmaya başlarsa Boğaz geçişi iki yönde de kapatılır.

Bütün bu durumlar TBGTH tarafından gemilere ve ilgililere duyurulmalıdır. Madde 14'de bazı geçiş kuralları açıklanmaktadır. Buna göre boyu 200 metre ve üzerinde tehlikeli yük taşıyan gemilerin Boğaz'dan geçişlerinde deniz trafiği geçici olarak askıya alınarak ve gündüz periyodunda, bir kez kuzey-güney, bir kez de güney-kuzey olmak üzere planlanabilecektir. Ancak, bekleyen gemi sayısı, demir

yeri durumu ve hava şartları göz önüne alınarak bahse konu planlama değiştirilebilir veya gün boyunca sadece tek bir yönden uygulanabilir.

İstanbul boğazı için özel olarak aşağıdaki maddeler vardır;

- Tam boyları 250 metre ve üzeri tüm gemilerin Boğaz'dan geçişleri gündüz periyodunda olacaktır.
- Tam boyları 150 metre ve 200 metre arası tehlikeli yük taşıyan gemiler; kritik bölgede tam boyu 150 metre ve üzeri başka bir gemi ile karşılaştırılmaz. Karşı yönden tam boyu 100 metre ve üzeri tehlikeli yük taşıyan gemi Boğaz'dan içeri alınmaz.
- Tam boyları 200 metre ve üzeri tehlikeli yük taşıyan gemiler; Boğaz geçişleri gündüz periyodunda olacak ve deniz trafiği tek yönlü olarak askıya alınacaktır. Tam boyları 250 metre ve üzeri tankerlerin Boğaz geçişlerini seyir, can, mal ve çevre emniyeti açısından kılavuz kaptanlı ve römorkör(ler) refakatinde yapmaları şiddetle tavsiye edilecektir.
- Tam boyları 150 metre ve 300 metre arası tehlikeli yük taşımayan gemiler; Tam boyu 150 metre ve üzeri başka bir gemi veya boyu ne olursa olsun LNG veya LPG tankerleri ile kritik bölgede karşılaştırılmaz (UBAK , 2012).

Madde 15'de İstanbul Boğazı'nda yolcu gemilerine verilen öncelik açıklanmıştır. Maddeleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Tehlikeli yük taşıyan gemi veya yedekli gemi geçişi nedeniyle deniz trafiğinin tek yönlü olarak askıya alındığı durumlarda; İstanbul Boğazı'nda, sadece yolcu gemileri kılavuz kaptanlı ve karşı yönden kontrollü olarak Boğaz'a alınabilir. Ancak, kritik bölgede tek yönlü trafiğe neden olan gemilerle karşılaştırılmazlar.
- Akıntı ve görüş nedeniyle Boğaz trafiğinin tek veya çift yönlü olarak askıya alındığı durumlarda ise TBGTH Merkezi tarafından uygun görüldüğü takdirde, İstanbul Boğazı'nda, sadece yolcu gemileri kılavuz kaptanlı ve/veya römorkör(ler) eşliğinde Boğazlar'a alınabilirler.
- İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda yolcu gemileri ve yüklü canlı hayvan gemileri her durumda genel trafik durumu, hava ve deniz şartları da dikkate

alınarak kılavuz kaptan aldıkları takdirde geçiş önceliğine sahiptirler (UBAK , 2012).

Madde 16 Anlaşmalı ve tarifeli LNG gemilerin geçişlerini düzenlemektedir. Ancak İstanbul Boğazı için bu şart idarenin iznine bağlanmıştır. Koşullar idarenin o an vereceği karara göre değişiklik gösterebilir.

Madde 17 ise olağanüstü durumları özetlemekte ve bu tür durumlarda riskin yönetilmesi adına TBGTH'ye her türlü tedbir alma yetkisi vermektedir.

Tüzüğün devamında ise olası bir kaza durumunda yapılması gerekenler detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Kısaca TBGTH herhangi bir durumda Boğazı tek yönlü ya da tamamen kapatabilir (UBAK, 2012).

### **1.1.3.3. Boğaz Trafiğine Etki Eden Faktörler**

İstanbul Boğazı'nın emniyetini tehdit eden birçok faktör vardır. Ancak bunların analizi sonucu üç temel faktörle sıklıkla karşılaşmaktadır.

**1. İnsan Hataları:** Gemiye Kumanda eden kişilerin bilgisizlik, yetersizlik, yeteneksizlik, dikkatsizliği sebebiyle oluşan hatalar ve gemiye dışarıdan yardımcı olan diğer personelin benzer hataları.

**2. Doğal Koşullar:** Fırtına, sis, kuvvetli akıntı gibi doğal olaylar.

**3. Teknik Arızalar:** Gemi makinelerindeki arızalar, aygıt hataları, seyir yardımcılarının hataları (Denizcilik Müsteşarlığı Yayınları: 2000).

İstanbul Boğazı'nda seyir güvenliğini olumsuz etkileyen doğal sebepler de bulunmaktadır. Kanal genişliği bakımından en dar doğal suyollarından biridir. Şekil olarak güney kuzey yönünde boğazı geçmeye çalışan bir gemi en az 12 kez rota değiştirmek zorundadır. Bu dönüşlerden en keskinini 45° ile Kandilli Burnu ve Yeniköy Burnu açığındadır. Ayrıca bu dönüşler sırasında boylu gemilerin başı ve kığı farklı akıntılara tabi olmakta bu da gemileri savurmaktadır. Özellikle Kandilli burnu açıkları darlığı nedeniyle yan yana geçişlerde yeterli alana sahip değildir (T.C. Denizcilik Müsteşarlığı: 2000).

İstanbul Boğazı'nın bu dar yapısı nedeniyle emniyetin artırılması için Türkiye tarafından Türk Boğazları'nda hala yürürlükte olan Trafik Ayırım Düzeni 1994 yılında yürürlüğe sokulmuştur (Akten, 2003: 241).

İstanbul Boğaz akıntıları üst akıntılar, orkoz ve kuvvetli rüzgarların oluşturduğu akıntılar hariç güneye doğrudur. Kuzeyden gelen gemi bu akıntının etkisiyle güneye yere göre daha yüksek bir hızla seyredecektir. Özellikle dönüşlerde de baş ve kıçın farklı akıntılardan etkilenmesi ihtimali yüksektir. Hızı artan geminin bu savrulmalarda karaya oturma riski ortaya çıkacaktır. Boğazlar'da meydana gelen kaza istatistiklerine göre daha çok güneye doğru inen gemilerin kaza geçirdikleri görülmektedir. Bu da akıntının etkisini ortaya koymaktadır (T.C.Denizcilik Müsteşarlığı: 2000).

Yine Akten'in 2004'deki çalışmasına göre, Boğaz trafiğine etki eden doğal koşulların en önemlilerinden biri de gece geçişleridir. İstanbul Boğazı'nda olan kazaların oranları karanlıkla beraber artmaktadır. (Akten, 2004: 345)

İstanbul Boğazı'nda oluşan sis ve kuvvetli rüzgarda trafik üzerine etki edebilmektedir. Sis veya görüş kaybına neden olan yağış sebebiyle Boğaz'ın ne zaman kapanacağı TBDDT'de belirtilmiştir. Boğaz'ın kapanması demek tüm deniz trafiğinin durdurulması demektir. Bununla beraber kuvvetli rüzgar, akıntıları değiştirebilmekte, buysa bilinen akıntılara göre manevra yapan gemilerin hatalı operasyon yapmalarına neden olmaktadır (T.C.Denizcilik Müsteşarlığı: 2000).

İstanbul Boğazı'nda Boğaz Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü, bunlara ek olarak radarda yalancı eko verebilen iki adet yüksek gerilim kablosu bulunmaktadır. İstanbul'un karşı yakaları arasında neredeyse hiç durmayan ve sayıları giderek artan motor, feribot, yolcu botları ve özel yatlarla sürdürülen ve Boğaz geçişine çapariz veren bir deniz trafiği vardır (T.C.Denizcilik Müsteşarlığı: 2000).

#### **1.1.4. İstanbul Boğazı'nın Açık Kalmasının Önemi**

İstanbul Boğazı yukarıda da değinildiği gibi tarihsel olarak Türkiye, Karadeniz'e kıyısı olan beş devlet ve Orta Asya'da bulunan Türki devletler içinde stratejik öneme sahiptir. Her ne kadar gemiyle geçilmesi ustalık isteyen bir su yolu

olsa da İstanbul Boğazı'ndan geçen gemi sayısı Panama Kanalı'nı kullanan gemi sayısının beş katıdır. 1936'da imzalanan Montrö antlaşması zamanında Boğaz'ı yılda kullanan gemi sayısı 4500 iken 2005 yılı itibarıyla 55000'i bulmuştur ve gelişen ticaret nedeniyle bu sayı giderek artmaktadır (Birpınar ve diğerleri, 2006: 1).

İstanbul Boğazı'nın doğal sebeplerle kapanması deniz trafiğini durdurmaktadır. Bu kapanmalar mücbir sebeptir. Ancak bununla beraber gemi kazaları sık sık İstanbul Boğazı'nda olmakta ve bu da geçiş yapan gemi trafiğinin durdurulmasını gerektirebilmektedir (R.G. 1998, 23515).

Geçmek isteyen gemiler bekledikleri zaman için belli bir mali zarar görmektedirler. Zaman zaman gemilerin bekleme süreleri özellikle geçişleri özel kurallara bağlı olan tehlikeli yük taşıyan tankerler için 10 günü bulmaktadır. Bunun sonucu olarak gemiler çok büyük bedeller ödemek zorunda kalabilmektedir (Luciani, 2007: 10).

## **1.2. KILAVUZLUK HİZMETLERİ**

Kılavuzluk hizmetleri bu çalışmada modellenmesi yapılacak olan sistemi tanımlamaktadır. Bu sebepten bu bölümde kılavuzluk hizmetleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

### **1.2.1. Kılavuz Kaptanın Tanımı ve Görevleri**

Dünyanın en eski mesleklerinden kılavuzluğun ortaya çıkmasının nedeni can ve mal kaybı olabilecek her tür su yollarında, bu tehlikelere karşı gemileri emniyet içinde yönetilmesi gerekliliğidir (Koraltürk, 2004: 22).

Aynı zamanda çevrenin güvenliğinin sağlanması amacıyla da günümüzde yoğunlaşan deniz trafiği, taşınan tehlikeli yükler, mahalli liman inşaatları ve donanımları dikkate alındığında, kılavuzluk hizmetleri önem kazanmıştır (Erol, 2000).

Deniz kazaları düşünüldüğünde de en temel nedenler; kötü hava koşulları, teknik bakımdan ve personel açısından yetersiz olan gemiler, bölgenin seyir

kurallarında eksiklikler, gemi trafik hizmetlerinin olmaması ve gemilerde kılavuz kaptan bulunmamasıdır (Erol, 1996).

Zaman içerisinde gemi boylarının büyümesi açık denizlerde gemilerin daha emniyetli seyretmesini sağlarken, aynı büyük gemilerin limanlarda ve dar suyollarında manevra yetenekleri kısıtlanmıştır. Bu durum boğaz geçişlerinde, liman giriş ve çıkışlarında kılavuz kaptan ve römorkör gibi yardımcılardan seyre katılmasını zorunlu hale getirmiştir (Erol, 1996).

İstanbul Boğazı'nda 1982-2003 yıllarında meydana gelen deniz kazaları incelendiğinde istatistikler, insan hatası (%22,5), kötü hava koşulları (%14), arıza (%12,2), akıntı (%4,8), yangın (%1,3), coğrafi ve topografik koşullar (%0,3) ve diğerleri olarak bulunmuştur. Ancak bu kazalar da kılavuz kaptan almamış gemilerin oranı ise (%92,8) gibi çarpıcı bir değerdir (Ece, 2005).

Kılavuz kelimesi Ortaçağ'ın Lodesman kelimesinden gelmektedir. Bu kelime yol göstermek ve rehberlik anlamına gelmektedir. İngilizcedeki "pilot" kelimesi ise Latince'deki "plous" yani seyir kelimesinden gelmiştir. Plous kelimesi zaman içinde dönüşerek pilot kelimesi haline gelmiştir (Hignett, 2004: 16).

Kılavuzluk belli bir bölgedeki riskleri tanıyıp buradan seyretmek isteyen gemilere bilgi ve deneyimiyle yardım eden kişilerin verdiği hizmete denir. Bu riskler içerisinde akıntı, rüzgar ve diğer etmenler olabildiği gibi seyredilecek bölge yapısı gereği risk taşıyan boğaz, geçit, kanal, körfez ve liman gibi bir bölge de olabilir (Koraltürk, 2004).

ABD deniz hukukunda da kılavuz kaptanlık tanımlanmıştır. Tehlikeli bir bölgeden geçmekte olan, sığ sularda, dar kanallarda seyir yapan ya da limana girip çıkan gemileri belli bölgesel ya da çevresel tehlikelerden koruma amaçlı gemiye rehberlik yapan kişi olarak açıklanmaktadır (Schoenbaum, 1987: 710).

İngiliz kılavuzluk kanunlarına göre geminin personeli dışında olan ama gemiye rehberlik eden kişi olarak tanımlanmaktadır (British Pilotage Act, 1987).

Türk hukukuna göre, kılavuz kaptan tanımı "Yönetmelikte belirtilen kılavuz kaptan yeterlik belgesine sahip ve kılavuz kaptan almanın zorunlu veya isteğe bağlı olduğu yerlerde gemi kaptanına, geminin seyrinde ve manevrasında, yetkili kılavuz kaptan belgesine dayanarak yardım edip danışmanlık yapan kişiyi ifade eder." şeklinde yapılmaktadır (R.G., 1997, 23217).

Kılavuz kaptan ülkesinin temsilcisidir. Çünkü yabancı gemi personelinin ülkede gördüğü ilk ve son kişi olacaktır. Meslek adamı olarak ise kılavuz kaptan gemilerin rıhtıma yanaştırılması ve ayrılması sırasında seyirle ilgili yerel ve operasyonel bilgisi ile manevra yaptırma konusundaki uzmanlığını kullanarak gemiyi sevk ve idarede bulunan kişidir (İstikbal, 2003).

Aynı şekilde IMO'da eğitimli kılavuz kaptanların liman giriş çıkışlarında ve seyirin tehlikeli olduğu sularda gemide bulunmasını aldığı bir kararla resmen tavsiye etmiştir. Hatta bu kararlar hükümetlere bu kılavuz kaptanları çalıştıracak organizasyonları kurmalarını zorunlu hale getirmiştir (IMO Resolution A-159, 1968).

Ancak yine IMO, kılavuz kaptanın tek başına idare etme yetkisi olmadığını ve gemideki varlığının diğer gemi personelinin sorumluluklarını yok etmediğini başka bir toplantısında belirtmeyi ihmal etmemiştir (IMO Resolution A-960, 2003).

Sonuç olarak kılavuz kaptan gemiyi tehlikeli sularında ya da olağanüstü manevralarda destek olmak amacıyla gemiye çıkan ve aslında geminin personeli olmayan bir danışmandır. Bununla beraber devletin bir temsilcisidir. Gemiye çıktığında manevranın sorumluluğunu alması da kaptan ve gemi zabıtlarıyla beraber geminin sevk ve idaresine ortaktır. Özellikle yerel koşullar hakkındaki bilgi birikimi ve gemiye destek amacıyla gelen römorkörlerle iletişimdeki tecrübesi sayesinde gemilerin vazgeçilmez bir yardımcısıdır.

Bununla beraber kılavuz kaptan alan gemilerin kaza yapma riskinin çok düştüğü düşünüldüğünde (Ece, 2005) kılavuz kaptanların en büyük görevlerinden birinin geminin seyir emniyetini yükseltmek olduğu da ortadadır.

### **1.2.2. Tarihte Kılavuzluk ve Türk Kılavuzluk Tarihi**

Gemilerin koruyucu melekleri kılavuz kaptanların tarihi dört bin yıl öncesine kadar gitmektedir. Mezopotamya'da, Kalde'nin Ur Limanına giren gemilere danışmanlık yapan kılavuz kaptanların bulunduğu bilinmektedir. M.Ö. 1700'lü yıllarda konan Hammurabi Kanunlarında "Kaptanın ücreti bir sikke ise, kılavuz kaptanın ücreti iki sikke olacaktır." diye bir kanun vardır. İngiltere'de de kılavuzluk hizmetine büyük önem verilmiştir. 1514 yılında Kral VIII. Henry yetkin kılavuz kaptanlar yetiştirmek için özel bir denizciler loncası kurmuştur. O zaman kurulan bu

lonca hala İngiltere'deki en köklü denizcilik kuruluşlarından olan ve kılavuzluk, deniz feneri ve şamandıraların yönetimiyle uğraşan Trinity House'un temeli olmuştur ([http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=28veyazi\\_id=100370](http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=28veyazi_id=100370), 04.03.2013).

Kılavuz kaptanlık o kadar önemli bir meslektir ki gerçeğin dışında eski efsanelerde bile kılavuz kaptanlıktan bahsedilmiştir. Kılavuz kaptanlarla ilgili bilinen en eski efsanelerden biri de Jason ve Argonotlar efsanesidir. Bu efsane Rodoslu Appollonius tarafından yazılmıştır. Bu hikayede Jason'un gemisi o zamanlarda ticaret için kullanıldığı anlaşılan Boğaz sularını geçmeye çalışmaktadır. Kendi sözleriyle efsane şu şekildedir;

*“Bosforus'un köpüklü Boğazı'nda gemiyi Itzo yönetti. Dalgalar dağlar gibi kabarıyor, sık sık bulutların üzerine kadar çıkıyor, teknenin içini dolduracak gibi görünüyordu. Artık hiç kimse ölümden kurtulabileceğini sanmıyordu; çünkü ölüm, geldim dercesine geminin üzerinde ve bulutların içinde dolaşmaktaydı. Dalgalar bu kadar korkunç olduğu halde zeki ve deneyimli **bir pilot** dümene geçince çabucak uysallaşacaktı.”* (Apollonius, M.Ö 3yy).

Efsanelere giren kılavuzluk mesleği kutsal kitaplara da girmiştir. İstikbal'e göre kılavuz kaptanlardan İncil'de bahsedilmektedir. Eski Ahit'in Hezekiel Bölümü 27.kısımında, komşu ülkelerle yaptığı deniz ticaretiyle zenginleşen Sur kentinin gemilerin batmasıyla nasıl bir felakete uğradığı anlatılmaktadır. Kılavuz kaptanlarla ilgili bölümünde ise,

*“Geminin kazaya uğrayacağı gün, zenginliğin, malların, ticari eşyaların, gemicilerin, kılavuz kaptanların, kalafatçıların, seninle ticaret yapanlar, askerlerin ve gemide olan herkes denizin derinliklerine batacak. Kılavuz kaptanın bağırışından kıyılar titreyecek. Kürekçiler gemilerini bırakacak , gemicilerle kılavuz kaptanlar kıyıda duracak...”* denmektedir (İstikbal, <http://www.denizhaber.com/>, 04.03.2013).

Tarihte kılavuzlukla ilgili ilk kanunlar arasında Rodos Kanunları (M.Ö 400), Oleron Kuralları (1199) ve 16.yy'da Visby Kanunları sayılabilir (Hignett, 2004: 16).

Türkiye'deki kılavuzluk hizmetlerinin tarihinin başlaması belirsiz olmakla beraber Piri Reis'in “Kitab-ı Bahriyesi” bazı otoriteler tarafından kılavuz kaptan

kitabı olarak kabul edilmektedir. Bu bakımdan Piri Reis ilk gerçek Türk kılavuz kaptan olarak kabul edilmektedir. Daha öncesinde Trabzon kalesinde yaşayan hristiyan halka gemilere kılavuzluk yapmaları kaydıyla vergi muafiyeti sağlanmıştır. İlk kılavuzluk teşkilatlarının kurulması 1800'lü yıllarda Boğazlar'ın geçişi sebebiyle olmuştur. Bahsedilmesi gereken önemli bir nokta da 1895 yılında Boğazlar'da kılavuz kaptan almanın zorunlu hale getirilmesidir. Aynı yıl Boğaz'da kılavuzluk hizmeti verilmesi için ilk şirket kuruldu. İsmi "Fransız Kılavuzluk ve Römorkörcülük ve Gemi Kurtarma Şirketi"ydi. Konulan kurallara göre 100 tonlotadan büyük gemiler Ege ve Marmara'dan geliyorsa ve İstanbul limanlarına yanaşacaksa ya da Boğaz'ı geçecekse kılavuz kaptan almaları mecburi hale getirilmişti. Ancak yabancı devletlerin dayatması üzerine bu kural asla uygulanamamıştır. 1903 yılında Haliç'e girmeye çalışan bir İngiliz şilebinin köprüye vurarak hasar vermesi üzerine kılavuz kaptan mecburiyeti tekrar konuşulmaya başlandı. Padişah'ın kılavuzluğun mecburi olması için ferman vermesine rağmen yabancı büyük elçiler dünya üzerinde başka uygulaması olmadığı halde, kılavuzluk hizmetini kabul etmeleri için ancak kılavuzlu bir geminin yaptığı hasarları İstanbul limanının ödemesi koşuluyla kabul edeceklerini belirttiler. Görüldüğü gibi 1900'lü yılların başında Boğaz'da kılavuz hizmetleri verilmek istenmiş olmasına rağmen tarihi durum ve ülkenin siyasi otoritesi bu kuralları uygulatabilme gücünden yoksundu. Boğazlar'da bir sonraki kılavuz kaptan teşkilatı kurma çalışması Süleyman Nutki Bey tarafından gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucu olarak her ne kadar yeni bir teşkilat "Kılavuzluk ve Römorkörcülük" adıyla kurulsaydı bile yine de verimli çalışması I. Dünya Savaşının başlamasıyla mümkün olamamıştır.

Cumhuriyet döneminde 1914 yılında yayınlanan ama bir türlü yürürlüğe giremeyen kılavuzluk imtiyazı ile ilgili madde 1924 yılında yürürlüğe girdi. İlk defa kılavuz kaptanlara aylık ücret ödenmesine başlandı. 1925'de çıkan bir kanunla ancak yetkili kişilerin kılavuzluk hizmeti verebilmesi sağlandı. Boğazlar'da kılavuzluk hizmetinin Devlet tekeline alınması da 1933 yılında oldu. Yetkili kurumun adı Seyr-i Sefain İdaresi'di. Kılavuzluk hizmetlerinin bir sonraki el değiştirmesi 1952 yılında Denizcilik Bankasının bu hakları alması yoluyla oldu. Denizcilik Bankasının adı 1983 yılında kanun hükmünde bir kararnameyle Türkiye Denizcilik Kurumu Genel Müdürlüğü olarak değiştirildi. Ancak bu isim de bir yıl sonra Türkiye Denizcilik

İşletmeleri Genel Müdürlüğü olarak değiştirildi. Bu arada 1980 yılından sonra kılavuzluk hizmetleri de özelleştirilmeye başlandı. Önceleri sadece devlet tekelinde yapılan kılavuzluk hizmetleri birer birer özel şirketlere belirli süreli imtiyaz hakları olarak verilmeye başlandı. Günümüzde devlet tarafından verilen kılavuzluk hizmetleri İstanbul Limanı, İstanbul Boğazı, Çanakkale Limanı, Çanakkale Boğazı, Gelibolu Limanı ve İzmir Limanı'ndadır (İstikbal, <http://www.denizhaber.com/>, 04.03.2013).

### 1.2.3. Dünyada Kılavuzluk Hizmetleri

Bu bölümde bir kaç ülkede kılavuzluk hizmetlerinin nasıl uygulandığına değinilecektir. Böylece kılavuzluk hizmetinin genel geçerliği daha iyi anlaşılacaktır.

İngiltere'de kılavuzluğun yasal olarak başlaması 1894 tarihli "Pilotage Act (Kılavuzluk Kanunu)"dur. Ancak bu kanun yeterli detaya sahip olmadığı için uygulamalar arasındaki farkların ortadan kaldırılması amacıyla 1913 yılında ikinci bir kılavuzluk hizmeti kanununa ihtiyaç duyulmuştur. Daha sonra yürürlüğe giren 1930 yılındaki kanun ise Kılavuzluk idaresinin sorumluluğunu sınırlandırmıştır. 1913 yılında yayınlanan kanun çok az değişiklikle 1983 yılındaki Kılavuzluk Kanununun temeli olarak kullanılmıştır. Bu kanunsa 1987'de yeni bir kanunla geliştirilmiştir (Douglas ve Geen, 1993).

İngiltere'deki kılavuzluk hizmetleri de özel şirketlerce ya da kamu hizmeti olarak yürütülmektedir. Her liman kendi sınırları içinde verilen kılavuzluk hizmetinin yeterli bir şekilde sunulmasından sorumludur. Kılavuzluk teşkilatı limanın koyacağı kurallara uymak zorundadır. Limanların istedikleri kurallar şunlardır;

- Mecburi kılavuzluk hizmetlerinin verileceği bölgeler ve gemi tiplerinin belirlenmesi
- Yetkili kılavuz kaptanlar ile ilgili düzenlemelerin belirlenmesi
- Kılavuzluk teknelerinin ve römorkörlerin standart donanıma sahip olması
- Gemi kaptanlarının kılavuz muafiyet sertifikalarının onanması

- Kılavuzluk hizmetinden elde edilen gelirlerin yine bu hizmetin iyileştirilmesi için harcanması olarak özetlenebilir.

Yetkili liman otoriteleri kılavuzluk hizmetlerini özel bir kılavuzluk teşkilatından satın alarak ya da kendi teşkilatlarını daha önceden bu tür bir teşkilat olmayan bir yere kurarak geliştirebilirler. Eğer kılavuzluk hizmeti başka bir şirketten satın alınacaksa yürürlükteki kanunlara göre satışın onaylanması devlet tarafından yapılmalıdır (Corbert, 1990).

İngiliz limanlarında kılavuz kaptanlık yapabilmek için kılavuz kaptan yeterliliğine sahip olmak ve özel kılavuz kaptanlık eğitimi almış olmak gerekir. İngiltere’de yine her liman otoritesi kılavuz kaptanlık yeterliliği ile ilgili gereksinimleri kendisi belirleyebilir. Bazı otoriteler kaptan yeterliliğini aramama yoluna bile gidebilirler (UKMPA, <http://www.ukmpa.org/history.php>, 05.05.2013).

İngiltere’de limanlara girişlerde zorunlu kılavuzluk hizmeti alınıp alınmayacağı liman otoriteleri tarafından belirlenir. İngiliz hükümetinin zorunlu kılavuz alınması ile ilgili bir düzenlemesi yoktur. Hatta devamlı aynı limanlarda seyreden kaptan ve ikinci kaptanlara, ticareti kolaylaştırmak adına, kılavuzluk muafiyet sertifikaları bile düzenlenebilmektedir. Böylece bu kaptanlar zorunlu kılavuz almaları gereken ama bu hizmetten muaf olduklara limanlara kılavuz kaptansız girebilirler. Bu dokümana İngilizce “Pilotage Exemption Certificate” denmektedir.

Gemi kaptanları zorunlu kılavuz kaptan alsalar bile eğer kılavuz kaptanın talimatlarına uymak istemezlerse sorumluluğu alıp manevralarını yapabilirler. Ancak bu durumda periyodik olarak liman otoritesine gemiyle ilgili bilgileri ve durumu bildirmekle yükümlü olurlar (Geen, 1997).

İngiltere’de kılavuz hizmetinin kalitesinden sorumlu olan kurum, yetkilendirilmiş liman otoritesidir. Liman otoritesi kendi kusurlarından oluşan zararlardan birinci derece sorumludur (Geen, 1997).

Yetkilendirilmiş kılavuz kaptanların kişisel sorumlulukları ise 1000 sterlin ve sefer başına aldıkları kılavuzluk ücretleri ile sınırlıdır. Kılavuz kaptanların neden oldukları zararlardaysa liman otoritesinin ödemek zorunda olacağı tazminat, teşkilatın çalıştırdığı kılavuz kaptan sayısı çarpı 1000 sterlin hesabıyla belirlenir. Bu

tazminatların hak edilebilmesi için gemi personelinin art niyetli davranmamış olduğunun ispatı gereklidir (Geen, 1997).

ABD’de kılavuzluk hizmetlerinin düzenlenmesi idari yapıdaki farklılıklar nedeniyle daha değişiktir. 1781 tarihli Birleşik Devletler Konfederasyon Antlaşması uyarınca kılavuzluk hizmetlerinin düzenlenmesi yetkisi 10 eyalete verilmiştir. Bu tarihten beri bu yasa yürürlükte ve eyaletler kendi kılavuzluk hizmetlerini düzenlemektedirler. Ancak Federal Hükümet ve Sahil Güvenlik de kılavuzluk hizmetlerinin gerçekleştirilmesi konusunda yetki sahibidir (Mangone, 1997).

Federal kanunlar uyarınca Amerika’nın iki limanı arasında seyreden tüm gemiler ve petrol ya da tehlikeli madde taşıyan gemiler ve barçlar Federal Hükümet tarafından belgelendirilmiş kılavuz kaptanların hizmetlerinden faydalanmak zorundadırlar (U.S. National Research Council, 1994).

Kural olarak ABD’de kılavuzlara yeterlilik belgesi verilmesi Eyaletlerin inisiyatifinde olsa da, Federal Hükümet de bu tür bir yetkilendirme yapabilir. Hatta ABD iki liman arasında oluşan balıkçılık bölgelerinde ve Great Lakes bölgesinde gemilere kılavuzluk hizmetlerini verecek kişileri yetki belgesi vermek Federal hükümetin tekelindedir. Federal Hükümet bu yetkisini Sahil Güvenlik teşkilatının eliyle kullanır. Eyaletlerin yetkileri kendi limanlarına giriş yapan gemiler ve uluslararası çalışıp kendi limanlarına gelen gemilerle ilgilidir (Parks, 1982: 1016).

Sahil Güvenlik teşkilatı kılavuzluk konusunda Federal Hükümet’in yetkilerini kullanmasından dolayı geniş yetkilere sahiptir. Sahil Güvenlik teşkilatının yetkileri arasında, federal kılavuzluk kurallarını oluşturmak, kılavuz kaptanların yetkilendirilmesi için minimum gereklilikleri tespit etmek, federal kılavuzluğa tabi gemi tiplerini belirlemek, federal kılavuz kaptanların çalışma alanlarını belirlemek, kılavuzluk sınavlarını düzenlemek ve yeterlilik belgelerini vermek ve federal kılavuzluk kurallarına uymayan kılavuz kaptanlara disiplin cezası vermek sayılabilir (U.S. National Research Council, 1994).

Eyaletler, kabotaj taşımacılığı yapan gemilerde çalışan kılavuzlardan Sahil Güvenlik kurumunun verdiği yetkilendirmeden başka belge isteyemezler ve bu kılavuzların ücretlerini belirleyemezler. Aynı şekilde tehlikeli yük taşıyan gemiler de Federal Hükümet’in kurallarına uymak zorundadırlar. Eyaletler bu kuralları hafifletemez (Mangone, 1997).

Amerika’da birçok farklı kuralın iç içe olması kılavuzluk hizmetlerinde de birçok farklı uygulamanın oluşmasına sebep olmuştur.

Örneğin, yine ABD’de hizmet veren Interport Pilot acentelerinin kılavuz kaptan olmaları için en az 10 yıl deniz hizmeti yapmış olmaları gerekmektedir. Bu sürenin 5 yılını güverte zabiti olarak yapmış olma şartı vardır. Kılavuz kaptanlık eğitimi ise 6 sene sürmektedir. Aday, kılavuz kaptan eğitiminin ilk iki senesinde 225 kanal seyri ve yanaşma manevrası yapar. Daha sonra da 4 sene boyunca deneyimli kılavuz kaptanlarla beraber manevralara çıkarak deneyim kazanır (U.S. National Research Council, 1994).

Mc Cormick Havuzlama Kılavuz Kaptanları ise farklı bir sistemle çalışmaktadır. Bu kılavuzlar New York Limanı ve New Jersey’e hizmet vermektedirler. Burada adaylar römorkörlere gönderilerek manevra deneyimlerini römorkörlerde geliştirirler. Başarılı görülürse kendileri değiştirmeci römorkör kaptanı olarak göreve başlarlar. Burada da başarılı olurlarsa kılavuz kaptan olarak gemilere çıkmaya başlarlar. Bu eğitim yaklaşık 10 sene kadar sürer. Ancak bu eğitimin sonunda kılavuz kaptan olunabilir (U.S. National Research Council, 1994).

Los Angeles limanı kılavuz kaptanları ise daha detaylı bir eğitim sistemine uygun davranırlar. Adaylar 24 ay sürecek ve 6 aşamalı bir sınav sistemiyle ölçülen bir eğitime girerler. Amaç, gemilerin büyüklüğü dikkate alınarak adayların deneyimli kılavuz kaptanlarca manevralar hakkında eğitilmesidir. Her aşamanın sonunda adaylar baş kılavuz kaptanla manevraya çıkar ve sonrasında yazılı olarak değerlendirilirler. Aday herhangi bir aşamada başarılı olamazsa üst aşamaya geçemez. Aday acemi kılavuz kaptan olmadan önce en az 1000 gemide bulunur. Eğitim tamamen kılavuz teşkilatı tarafından yönetilip değerlendirilir. Aynı kılavuz kaptanlar da 4 yılda bir kumandalı maket model kursuna gönderilir ve 2 yılda bir simülasyon eğitime tabi tutulur (U.S. National Research Council, 1994).

#### **1.2.4. Türkiye’de Kılavuzluk Hizmetleri**

Türkiye’de kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetleri Cumhuriyet ilk kurulduğunda tamamen kamuya ait olsa da özellikle 1980’den sonra bu hizmetlere özel sektörün girmesi sağlanmıştır. Hatta 2013 yılında devlet eliyle yapılan

kılavuzluk hizmetleri çok az sayıda kalmıştır. Bu bölgeler: İstanbul Limanı, İstanbul Boğazı, Çanakkale Limanı, Çanakkale Boğazı, Gelibolu Limanı ve İzmir Limanı'dır (<http://www.kiyiemniyeti.gov.tr/>, 05.05.2013).

Her ne kadar Türkiye Cumhuriyeti'ndeki kılavuzluk hizmetleri özelleşmiş gözükse de aslında kılavuzluk hala devlet denetiminde verilen imtiyazlarla yapılmaktadır.

Türkiye'de kılavuz kaptanlık yeterlilikleri, Liman Kılavuz kaptanı ve Türk Boğazları Kılavuz kaptanı olmak üzere iki çeşittir. Bu yeterlilikler kılavuz kaptan ve kıdemli kılavuz kaptan olarak iki farklı düzeyde verilmektedir. Kılavuz kaptanlar 20000 gros tona kadar olan gemilerde, kıdemli kılavuz kaptan ise tüm gemilerde kılavuz kaptanlık hizmeti verebilir. Kılavuz kaptanlar ancak yetkilendirildikleri bölgelerde hizmet verebilir (R.G., 2006, 26360).

### **1.2.5. Boğaz'da Kılavuzluk Hizmetlerinin Uygulanması**

Türk Boğazları'nda kılavuzluk hizmetlerin uygulanması bu bölüm altında incelenmiştir. Burada Türk Boğazları'nda nasıl kılavuz kaptan olduğu ve bu hizmeti kullanan gemiler açıklanmıştır.

#### **1.2.5.1. Türk Boğazları Kılavuz Kaptanı**

Türk Boğazları'nda hizmet veren Kılavuz Kaptanlar UBAK'a bağlı KEGM tarafından istihdam edilmektedir. Kılavuz kaptanların yeterlilikleri, eğitimleri, belgelendirilmeleri ve çalışma usulleri resmi gazetede yayınlanmış olan yönetmeliğe göre denetlenmektedir (R.G., 2006, 26360).

Bu yönetmeliğin 5. Maddesine göre Türk Boğazları Kılavuz Kaptanları, Liman kılavuz kaptanlarından farklıdır ve yine tecrübelerine göre Kılavuz Kaptan ve Kıdemli Kılavuz Kaptan olarak ayrılmaktadır.

Türk Boğazları'nda kılavuz kaptan olabilmek için yine bu yönetmeliğin 6. Maddesine göre aşağıdaki şartlar aranır;

- Türk vatandaşı olmak,
- Medeni hakları kullanma ehliyetine sahip olmak,

- 26/9/2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununun 53 üncü maddesinde belirtilen süreler geçmiş olsa bile; kasten işlenen bir suçtan dolayı iki yıl veya daha fazla süreyle hapis cezasına ya da devletin güvenliğine karşı suçlar, Anayasal düzene ve bu düzenin işleyişine karşı suçlar, milli savunmaya karşı suçlar, devlet sırlarına karşı suçlar ve casusluk, zimmet, irtikâp, rüşvet, hırsızlık, dolandırıcılık, sahtecilik, güveni kötüye kullanma, hileli iflas, ihaleye fesat karıştırma, edimin ifasına fesat karıştırma, suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama ve kaçakçılık suçlarından mahkûm olmamak,
- Üniversitelerin denizcilikle ilgili bölümlerinde lisans düzeyinde eğitim görmüş olmak,
- Uzak yol Kaptanı yeterlik belgesine sahip olmak ve anılan belge ile en az bir yıl kaptanlık yaptığını deniz hizmet belgesi ile belgelemek,
- Sağlık durumunun deniz hizmetine elverişli olduğunu, bu Yönetmeliğin ilgili hükümlerine göre belgelemek,
- Düzgün ve akıcı konuştuğunu hastaneden alınmış belge ile ispatlamak,
- Bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak kılavuz kaptanlık temel eğitimini başarı ile tamamlamak,
- İlk defa kılavuz kaptan yeterlik belgesi alacaklar için görev başı eğitime başlandığında 50 yaşından gün almamış olmak veya kılavuz kaptanlık için aday olunan kılavuzluk hizmet bölgesini kapsayan geçerli bir deniz trafik operatörü veya deniz trafik baş operatörü belgesine sahip olmak,
- Görev başı eğitimi görmek ve bonservis almak,
- Kılavuz kaptan sınavına girmeden önce KPDS'nin (Kamu Personeli Yabancı Dil Tespit Sınavı) İngilizce bölümünden veya ÜDS'nin (Üniversitelerarası Yabancı Dil Sınavı) İngilizce Fen Bilimleri dalından en az 60 puan veya TOEFL' den (Test of English As a Foreign Language) en az 455 (PBT), 138 (CBT), 58 (iBT) veya IELTS (International English Language Testing System) Akademik'ten en az 5,5 puan almak veyahut idarece gerekli görüldüğünde GASM (Gemiadamları Sınavları Merkezi) tarafından düzenlenecek genel İngilizce yeterlik sınavından en az 70 puan veya GASM tarafından düzenlenecek Denizcilik İngilizcesi sınavından en az 80 puan

almak veyahut geçerli bir deniz trafik operatörü veya deniz trafik baş operatörü belgesine sahip olmak,

- Kılavuz kaptan sınavlarında başarılı olmak gerekir.

Bunlara ek olarak Madde 7 alınması gereken Kılavuz Kaptanlık Temel Eğitimi açıklar. Bu maddede Kılavuz Kaptan adayının liman başkanlığından eğitim alabilirliğine dair sevk belgesi alması gerektiği yazmaktadır. Eğitim sonunda eğitimin verildiği kurumdan alınan başarı belgesinin geçerlilik süresi iki yıldır. Eğer bu iki yıl içerisinde aday görev başı eğitimine başlayamazsa bu eğitimi yenilemesi gerekir (R.G., 2006, 26360).

Madde 8 görev başı eğitiminin şartlarını anlatmaktadır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda, Boğaz Kılavuz Kaptanlığı görev başı eğitimini tamamlayabilmek için; İstanbul Boğazı'nda en az dört ay ve 5000 GT veya daha büyük tonajda en az 160 geminin gece ve gündüz her iki yönde mümkün olduğunca eşit sayıda olmak üzere kılavuzlanmasında bulunulmalıdır. Ancak, bu sayının en az yarısı 150 metre ve üstü gemilerde gerçekleştirilmelidir. Görev başı eğitiminin İstanbul Boğazı geçişinin tamamını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmesi zorunludur. Çanakkale Boğazı'nda gece ve gündüz her iki yönde mümkün olduğunca eşit sayıda olmak üzere, en az dört ay ve 5.000 GT veya daha büyük tonajda en az 100 geminin kılavuzlanmasında bulunulmalıdır. Görev başı eğitiminin, Çanakkale Boğazı geçişinin tamamını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmesi zorunludur (R.G., 2006, 26360).

Bunun sonunda, Yetkili kılavuzluk teşkilatı, görev başı eğitimini tamamlayan stajyer kılavuz kaptan için stajyer kılavuz kaptanı yanında bulduran bütün kılavuz kaptanlardan birer yazılı görüş alır ve bunları değerlendirerek, stajyer kılavuz kaptana bonservis verir. Bonservis alamayan stajyer, kılavuz kaptanlık sınavına giremez. Bonservis alamayan stajyerlerin görev başı eğitimini yeniden yapmaları gerekmektedir. Ancak, görev başı eğitiminin tekrarı bir defadan fazla olamaz. Görev başı eğitiminde ikinci kez başarısız olan adaylar bir daha herhangi bir kılavuz kaptanlık belgesi için müracaat edemez. Yetkili kılavuzluk teşkilatı, stajyer kılavuz kaptanın görev başı eğitimi bitirdiğine dair bir belge düzenleyerek, görev başı eğitimi hizmet defterini onaylar ve bonservis ile birlikte ilgili liman başkanlığına gönderir (R.G., 2006, 26360).

Bu eğitimlerden sonra İstanbul Boğazı kılavuz kaptanı olmak için gemi adamları sınav merkezi (GASM) tarafından yapılan bir sınavda başarılı olmak gerekmektedir. Bu sınavla ilgili açıklamalar tüzüğün 9.maddesinde açıklanmıştır. Buna göre,

- Kılavuz kaptan sınavında başarılı olanlar için, sınav tutanaklarına dayanılarak GASM tarafından bu Yönetmeliğin Ek-4'ünde yer alan kılavuz kaptanlık sınavı başarı belgesi iki nüsha halinde düzenlenerek GASM Başkanı tarafından imzalanır. Sınavı kazananların, sınav puan belgesi, "T.C. Kimlik Numarası, bu Yönetmeliğin 6'ncı maddesinin (d) bendinde yer alan deniz hizmetini yaptığını gösteren ve 31/7/2002 tarihli ve 24832 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Gemiadamları Yönetmeliği'ne göre düzenlenmiş deniz hayatı cetveli, sağlık raporu, İngilizce yeterlik belgesi veya Kurumca onaylı sureti, kılavuz kaptanlık temel eğitimi başarı belgesi veya noter onaylı bir sureti, görev başı eğitimi hizmet defteri ve bonservisin liman başkanlığınca onaylanmış birer nüshası ve dört adet vesikalık fotoğraf ilgili liman başkanlığının bağlı bulunduğu bölge müdürlüğü kanalı ile İdareye gönderilir.
- Kılavuz kaptan yeterlikleri, bu Yönetmelik hükümlerine dayanılarak İdare tarafından düzenlenir. Belgelerin şekli, İdare tarafından belirlenir.
- Bu Yönetmelikteki şartları yerine getirmek kaydıyla, aynı şahsın muhtelif kılavuz kaptanlık yeterliklerine sahip olması mümkündür. Ancak, bu Yönetmelik hükümlerine göre kılavuz kaptan yeterliği almış ve başka bir bölge için kılavuz kaptan yeterliği talep eden adaylar, diğer gerekleri yerine getirmeleri kaydıyla kılavuz kaptanlık temel eğitimi ile İngilizce yeterlik koşullarının gereklerinden muaftır. Bu kılavuz kaptanlara, daha önce sahip oldukları kılavuz kaptan yeterliği ile aynı düzeyde kılavuz kaptan yeterliği verilir (R.G. , 2006, 26360).

Sınavdan sonra başarılı olan Kılavuz Kaptanın, kıdemli kılavuz kaptana yükselmesi yine aynı tüzükte açıklanmıştır. Bununla ilgili 12. Madde aşağıdaki gibidir;

- Bu Yönetmelik kapsamında alınan kılavuz kaptan yeterliğinin kıdemli kılavuz kaptan yeterliğine yükseltilebilmesi için kılavuz kaptanın; en az dört

yıl kılavuz kaptanlık yapmış olması, İdarece yetkilendirilmiş eğitim vermeye yetkili bir kurumdan kılavuz kaptanlık yükselme eğitimini alması ve yetkili kılavuzluk teşkilatının uygun görüşünün bulunması gereklidir. Yükselmeler için kılavuzluk teşkilatının olumlu görüş yazısı, kılavuz kaptanlık yükselme eğitimi belgesi ve iki adet fotoğraf ile ilgili liman başkanlığına yapılan müracaatlar, liman başkanlığının bağlı olduğu bölge müdürlüğü kanalıyla İdareye gönderilir (R.G., 2006, 26360).

Burada anlatılanlardan bu tezin konusu için önemli olan kısım görüldüğü üzere Boğaz Kılavuz Kaptanlığı yetkisine oldukça uzun süren bir süreç sonunda kavuşulmasıdır. Bu yetkiye başvuracak kişilerde aranan nitelikler çok fazladır. Bu sebeple Boğaz Kılavuz Kaptanlarının sayısının önceden planlanması gerekmektedir. Eğitim sürecinin uzunluğu da göz önüne alınarak Boğaz'a aniden ve fazla sayıda kılavuz kaptan alınabilmesi mümkün değildir.

#### **1.2.5.2. Türk Boğazları'nda Kılavuzluk Hizmeti Kullanan Gemiler**

TBDTDT'nün 27.maddesi Kılavuz Kaptan almayı açıklarken bunun bir tavsiye niteliğinde olduğunu belirtmiştir. Bu madde Montrö antlaşmasının serbest geçiş maddesiyle de örtüşmektedir. TBDTDT Madde 27 şöyledir;

- Madde 27 - Trafik Kontrol Merkezince Türk Boğazları'ndan uğraksız geçiş yapacak gemilere can, mal, seyir ve çevre güvenliği bakımından kılavuz kaptan almaları önemle tavsiye edilir. Trafik Kontrol Merkezince Türk Boğazları'ndan uğraksız geçiş yapacak gemilere can, mal, seyir ve çevre güvenliği bakımından kılavuz kaptan almaları önemle tavsiye edilir (R.G. 1998, 23515).

Ancak TBDTDTUT'da Kılavuz Kaptan alınmasının mecburi hale getirildiği birçok durum vardır. Bu uygulama talimatında Montrö Antlaşmasının şartları çiğnenmeden emniyet açısından gemilerin boğazı geçişinde kılavuz kaptan almaları mecburiyeti getirilmektedir. Bu talimat UBAK tarafından yayınlanan bir talimattır.

Kılavuz kaptan almaya mecbur bırakılan gemileri yine aynı uygulama talimatından özetlersek;

- Teknik yeterliliklerini ve/veya denize elverişliliklerini kaybeden gemilerin boğaz geçişleri; idare tarafından veya idare tarafından yetkilendirilmiş klas kuruluşuna yaptırılacak sörvey neticesinde, geminin geçişine engel bir durum olmadığının belirlenmesi üzerine kılavuz kaptan olarak ve ilgili liman başkanlığının izniyle sağlanır.
- Boğaz içindeki herhangi bir noktada akıntıya karşı karaya göre 4 mil/saat sürat yapamayacak ancak boğaz geçişi yapmak isteyen gemiler boğaz geçişlerini gündüz periyodunda, kılavuz kaptanlı ve ilgili TBGTH merkezi tarafından tonajlarına göre refakat ve/veya cer amaçlı uygun görülecek römorkör(ler) olarak yapabilirler. İlgili TBGTH merkezi, boğaz geçişi sırasında hızı kısa süreli olmamak şartıyla 4 mil/saat altına düşen gemilere refakat ve/veya cer amaçlı römorkör(ler) gönderir.
- Tüm yedekli geçişler İstanbul ve Çanakkale Boğazı'ndan gündüz periyodunda ve kılavuz kaptanlı olarak yapılacaktır.
- İdare adına TBGTH merkezlerinin akıntı, görüş şartları, tek yönlü trafik organizasyonu veya diğer nedenlerden dolayı boğaz trafiğini tek yönden ya da her iki yönden geçici olarak askıya aldığı durumlarda; ilgili TBGTH Merkezi kötü hava şartları veya mücbir sebepler nedeniyle can ve mal emniyeti açısından risk altındaki gemileri, liman başkanlığının bilgisi dâhilinde kılavuz kaptan ve römorkör(ler) eşliğinde Boğazlara alabilir.
- Nükleer güçle yürütülen, nükleer yük veya atık taşıyan, tehlikeli ve/veya zararlı yük veya atık (IMDG Kod-7) taşıyan gemiler tüzükte belirtilen bildirimleri yapmak kaydıyla, İdarece geçişleri uygun görülen bu tip gemilerin Türk Boğazları'ndan geçişleri TBGTH merkezleri tarafından gündüz periyodunda, tek yönlü trafik, kılavuz kaptanlı ve uygun römorkör(ler) refakatinde yaptırılır.
- Manevra hızı akıntı şiddetinin 4 mil/saat üzerinde olmayan gemiler Boğaz geçişlerini gündüz, kılavuz kaptan ve TBGTH merkezinin tonajlarına göre uygun göreceği römorkör(ler) olarak yapabilirler.

- Manevra hızı 10 mil/saat'in altında olan; tehlikeli yük taşıyan gemi, büyük gemi ve derin su çekimli gemi haricindeki diğer gemiler Boğaz geçişlerini kılavuz kaptan ve TBGTH Merkezlerinin tonajlarına göre uygun göreceği römorkör(ler)i alarak yapabilirler.
- Eğer akıntı şiddeti 6 mil/saatten fazlaysa manevra hızı 12 mil/saat'in altında olan; tehlikeli yük taşıyan gemi, büyük gemi ve derin su çekimli gemi haricindeki diğer gemiler Boğaz geçişlerini kılavuz kaptan ve TBGTH Merkezlerinin tonajlarına göre uygun göreceği römorkör(ler) alarak yapabilirler.
- Tam boyları 200 metre ve üzeri tehlikeli yük taşıyan gemiler; Boğaz geçişleri gündüz periyodunda olacak ve deniz trafiği tek yönlü olarak askıya alınacaktır. Tam boyları 250 metre ve üzeri tankerlerin Boğaz geçişlerini seyir, can, mal ve çevre emniyeti açısından kılavuz kaptanlı ve römorkör(ler) refakatinde yapmaları şiddetle tavsiye edilecektir.
- Tehlikeli yük taşıyan gemi veya yedekli gemi geçişi nedeniyle deniz trafiğinin tek yönlü olarak askıya alındığı durumlarda; İstanbul Boğazı'nda, sadece yolcu gemileri, kılavuz kaptanlı ve karşı yönden kontrollü olarak Boğaza alınabilir. Ancak, kritik bölgede tek yönlü trafiğe neden olan gemilerle karşılaştırılmazlar.
- Akıntı ve görüş nedeniyle Boğaz trafiğinin tek veya çift yönlü olarak askıya alındığı durumlarda ise TBGTH Merkezi tarafından uygun görüldüğü takdirde, İstanbul Boğazı'nda, sadece yolcu gemileri kılavuz kaptanlı ve/veya römorkör(ler) eşliğinde Boğazlara alınabilirler.
- Anlaşmalı ve tarifeli LNG gemiler Boğaz geçişlerini gündüz süresince ve kılavuz kaptanlı olarak yapacaklardır.
- Arıza durumunda TBGTH Merkezi tarafından, Boğaz geçişi başladıktan sonra, arıza meydana gelen gemilere bulunduğu mevki gözönüne alınarak römorkör ve kılavuz kaptan sevk edilir.
- Arızasını ilgili TBGTH Merkezinin uygun gördüğü zaman içerisinde gideren gemilerin Boğaz'dan geçişlerini kılavuz kaptanlı ve gerek gördüğü takdirde römorkör refakatinde tamamlar.

- Geminin Marmara Denizinde trafik ayırım şeritleri içinde arıza yapması halinde, gemiye arızasını gidermesi için azami 4 saat süre verilir. Bu sürenin sonunda geminin arızasını giderememiş olması ve trafik ayırım şeridi içinde kalarak seyir, can, mal ve çevre emniyeti açısından tehlike oluşturması durumu değerlendirilerek gerekirse römorkör(ler) gönderir ve geminin emniyetli bir yere alınmasını sağlar. İlgili liman başkanlığına bilgi verir. Gemi Boğaz'dan geçiş yapacaksa kılavuz kaptan verilir.
- Boğaz içerisinde arıza yaparak demirlemek zorunda kalan gemiler eğer trafik ayırım şeritleri içinde ise liman başkanlığı tarafından resen uygun bir demir yerine aldırılır. Eğer trafik ayırım şeritleri dışında ve diğer gemilerin geçişine mani olmayacak bir mevkide ise geminin tipine,büyüklüğüne, draftına, yüküne ve hava ve deniz şartları ile trafik akış durumuna göre uygun görülmesi halinde arızanın giderilmesi için 24 saate kadar süre verilebilir. Arızanın verilen süre içinde giderilmesi ve bunun idare tarafından veya idare tarafından yetkilendirilmiş klas kuruluşuna yaptırılacak sörvey neticesinde, geminin geçişine engel bir durum olmadığı tespit edilmiş durumda, tüzüğün 15. Maddesine dayanarak, kılavuz kaptanlı olarak ve gerek görüldüğü takdirde, römorkör refakatinde Boğaz'dan geçişine devam etmesi için izin verilir.
- İstanbul ve Çanakkale Boğazları girişlerine 2 mil mesafe dışında kalan alanda meydana gelen, kaza veya karaya oturma durumlarında; seyir, can, mal ve çevre emniyetinin sağlanması ile ilgili operasyonların yapılmasını müteakip gemiyi/gemileri, ulusal ve uluslararası denetimler kapsamında sörveylerinin yapılabilmesi için uygun bir yere (demir yeri,tersane, rıhtım vb.) aldırır. Olay yerine ulaşma imkânları ve hava/denizkoşulları uygun ise bu işlemin kılavuz kaptan ve/veya römorkör(ler) ile yapılmasını sağlar.
- Marmara denizinde, trafik ayırım şeritleri içinde 24 saatten fazla bir süre arıza yapan ve arızasını giderdikten sonra hareket eden gemiye, Boğaz'dan geçmesi halinde Boğazı geçişinden önce, limana gitmesi halinde limanda ilgili liman başkanlığı, durum tespitinin yapılması için uzman gönderir. Uzman tarafından düzenlenecek rapor göz önünde bulundurulmak ve geminin seyrine engel bir durumu bulunmaması halinde, (Boğaz geçişi yapacaksa kılavuz kaptan almak suretiyle) liman başkanlığı geminin kalkışına izin verir.

- Karaya oturma durumunda; gemi kaptanı tarafından kendi imkanları ile kurtulma talebinde bulunulması halinde, “Sualtı Sörvey Raporu” gemi kaptanına verilerek kurtulma planı istenir. Söz konusu kurtulma planı en fazla 3 saat içinde teknik heyete sunulacaktır. Sunulan kurtulma planı gemide bulunan teknik heyet tarafından, sualtı sörvey raporu da göz önünde bulundurularak değerlendirilir ve sonuç gemi kaptanına en geç 6 saat içerisinde bildirilir. Gemi kaptanının sunmuş olduğu kurtulma planının uygun görülmesi halinde, "Sörvey Tespit Raporu" liman başkanı adına uzman tarafından imzalanarak gemi kaptanına verilir ve liman başkanlığı tarafından gemiye kılavuz kaptan ve kurtarma uzmanı (Sadece Boğaz içinde meydana gelen karaya oturmalarda) gönderilmesi sağlanarak geminin kendi imkanları ile kurtulması için süre verilir. Bu süre İstanbul ve Çanakkale Boğazları içerisinde en fazla 6 saat, Marmara Denizinde ise 48 saat ile sınırlıdır.
- Liman başkanlığınca, karaya oturan gemi kaptanından ivedilikle bir kurtulma planı istenir. Bu plan gemi sörvey kurulunca incelenerek uygun görüldüğü takdirde gemiye bir kurtarma uzmanı ve kılavuz kaptan gönderilecektir. Geminin emniyeti açısından römorkör/römorkörler de hazır vaziyette gemi çevresinde bekleyeceklerdir. Geminin kendi imkanları ile kurtulması için hazırladığı kurtulma planının uygulanmasında (Boğaz trafiği ve çevre açısından) öngörülür bir sakınca görülmediği takdirde kurtulma planını uygulama sorumluluğu kaptana ait olmak üzere geminin kurtulması için Boğazlar’da en fazla 6 saat, Marmara Denizinde 48 saat süre tanınır. Bu süre içerisinde gemi kendi imkanları ile kurtulamadığı takdirde gemiden kurtarma-yardım sözleşmesi yapması istenecektir (T.C. Ulaştırma,Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, <http://www.canakkaleliman.gov.tr/> , 26.05.2013)

Anlaşılaçağı üzere Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uygulama Talimatı birçok gemi için kılavuz kullanmayı TBGTH’yi kullanarak zorunlu kılmaktadır. Bu Boğaz emniyetini arttırdığı için (Ece , 2005) şüphesiz ki olumlu bir uygulamadır.

Yine de mecburi kılavuz kaptan uygulamaları Montrö Antlaşmasına göre ticari gemilere serbest geçişin kural olduğu bir Boğaz'da gemilerin beklemesine sebebiyet vermemelidir. Beklemenin kabul edilebilir tek sebebi emniyet olmalıdır.

Yukarıda bahsi geçen uygulamalardan simülasyon içerisinde kullanılacak olanlar gemilerin Boğaz gelişlerinde sıralanmasıyla ilgili durumlar ve bazı gemilerin emniyet açısından sadece gündüz saatlerinde Boğaz'ı geçmesidir.

Bununla beraber yine uygulama talimatında hangi gemilerin Kılavuz Kaptan olması gerektiği açıkça belirtilmiştir.

Düzenlenecek kılavuzluk hizmeti modelinde gemi tiplerine kılavuz kaptan verilmesinde bu bilgiler değerlendirilmiştir.

### **1.2.6. Kılavuzluk Hizmetlerinde Vardiya Düzenleri ve Çalışma Koşulları**

Kılavuz Kaptanlar mesleklerinin doğası itibarıyla yoğun bir çalışma temposu içindedirler. Genelde vardiya düzenleri belli sayıda gün çalışma ve bunun iki katı kadar sayıda gün dinlenme şeklindedir. Ancak çalışma yaptıkları günler boyunca gün içinde ayrıca bir vardiya düzenleri yoktur. Bu yüzden yorgunluk ve yorgunluk yönetimi kılavuz kaptanlar için çok önemlidir.

Yorgunluk sadece uykusuzlukla ortaya çıkan bir durum değildir. Kişinin çalıştığı ortamın şekli, gürültüsü, hareketli olması, vibrasyona maruz kalması, ışığın yetersizliği, karar verilecek durum gibi çevresel faktörler de kişinin yorgunluğunun artmasına sebep olabilir (Squire, 2007: 1).

Ancak bu çalışmada sadece uykusuzluk yorgunluk kaynağı olarak kabul edilecektir. Bunun sebebi diğer stokastik bileşenlerin modellenmesi için gerekli verilerin toplanmamasıdır. Bu tür bir veri toplama ve analizi başlı başına bir çalışma olabilir ve bu modelin gelecekte geliştirilmesi için kullanılabilir.

Yorgunluk denizcilikte kaza riskini arttırdığı gibi denizcilerin bedensel ve zihinsel sağlıklarını da uzun dönemde kaybetmelerine neden olabilmektedir (Wadsworth ve diğerleri, 2006: 836).

Yorgunluk bütün denizcilik sektörü için kaza riskini en çok arttıran faktörlerden biri olarak stres, iş baskısı, haberleşmede hata, çevresel faktörler ve

evden uzakta geçirilen uzun süreler gibi nedenlerle birlikte gösterilmektedir. Aslında bunun en büyük sebebi denizcilik sektöründe her işin karar verici insan tarafından gerçekleştirilmesidir. Bu da insanı etkileyen bu tür faktörlerin denizcilikte risk doğuracağı anlamına gelmektedir (Hetherington ve Mearns, 2006: 401).

Başka bir araştırmada yorgunluğun kötü sağlık ve performans kayıpları yaşanarak büyük felaketler doğurduğunu göstermektedir (Josten ve Thierry, 2003:643).

1989 tarihli Exxon Valdez kazasında vardiya zabitanın son 24 saat içerisinde sadece 5, 6 saat uyuduğu raporlara geçtiği gibi, tankerin karaya oturmasında vardiya zabitanın yorgunluğunun büyük payı olduğu belirtilmiştir (National Transportation Safety Board NTSB, 1990).

Bütün bu bilgilere rağmen denizcilerin dinlenmesi için yeterli zaman sağlanamamaktadır. Bunun sebepleri olarak genelde yoğunlaşan iş tempoları, ekonomik baskılardan bahsedilmektedir (Hetherington ve Mearns, 2006: 401).

Yoğun vardiya tutan denizcilerin deniz kazası yapma risklerinde artış olduğunu gösteren bir çalışma da mevcuttur. Bu çalışmada özellikle gece vardiyaları tutan ve düzensiz uyku saatleri olan deneklerin %24'ünde aşırı yorgunluk tespit edilmiştir (Sanquist ve diğerleri, 1997: 250).

Görüldüğü üzere denizciler ve vardiyalı çalışan personel için yorgunluk son derece önemli bir risk sebebidir. Yukarıdaki çalışmalar daha çok gemi personelleri için olmasına rağmen kılavuz kaptanlarla ilgili çalışmalar da vardır.

Yeni Zelanda ve Avustralya kılavuz kaptanlarının emniyet kültürü ve tehlike riskleriyle ilgili yapılan bir çalışmada, kılavuz kaptanların %80'i aslında yorgunluğun mesleklerini riske atacak seviyeye ulaşmadığını söylemişlerdir. Ancak bu çalışmaya bardağın boş tarafından bakılırsa kılavuz kaptanların %20'sinin aslında yorgunluktan etkilendiği varsayımı yapılabilir. Buna ek olarak aynı çalışmaya katılan kılavuz kaptanların %53'ü ticari baskılar nedeniyle emniyet tedbirlerinin bilerek göz ardı edildiğini belirtmektedir. Yine çalışmaya katılan kılavuz kaptanların %67'si ticari baskı hissettiklerinden bahsetmektedir. Bu tür bir ticari baskı çalışmada da değinildiği gibi yorgunluk yönetimi yapmaya çalışacak kılavuz kaptanlar için de risk yaratacaktır. Çalışmada kılavuz kaptan sayısının az kaldığı bölgelerde yorgunluk yönetimi yapmanın kolay olmayacağı belirtilmektedir. Ortaya çıkan başka bir

sonuçta kılavuz kaptanların yorgunluğu denetlemesi gereken denetçilerin bu çalışmaların yapıldığı ülkelerde %65 oranla bu denetimi gerçekleştirmediği görülmüştür (Darbra ve diğerleri, 2007: 742).

Uluslararası organizasyonlar da Kılavuz kaptanların yorgunluğu konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Uluslararası Kılavuz Kaptanları Birliği'nin (IMPA) internet sitesindeki rekabet politikasında bir tehlike olarak yorgunluk sonucu ortaya çıkan performans düşüklükleri gösterilmektedir. IMPA'ya göre, rekabetçilik yüzünden daha az kılavuz kaptan daha uzun süreler boyunca hizmet vermeye zorlanırsa giderek artan oranda yorgunluğa maruz kalacaktır. Bunun sonucunda çok büyük kazalar olması kaçınılmazdır. IMPA rekabetçilik adına organizasyonların karlılığını arttırmaya çalışırken kasten kaliteyi ve emniyeti göz ardı edebileceğini de eklemektedir. Buna önlem olarak ise bağımsız kuruluşların kılavuz kaptanlık hizmetlerini ölçmesini ve değerlendirmesini salık vermektedir. (IMPAHQ, <http://www.impahq.org/policy.cfm>, 22.06.2013).

IMO'da Denizcilik Emniyet Komitesi'nde (MSC) yorgunlukla ilgili çalışmalar yapılmıştır. Denizcilikle yorgunluk ile ilgili 9 Modülden oluşan bu çalışmanın 8. Modülü "Yorgunluk ve Kılavuz Kaptan" olarak adlandırılmıştır.

Bu modülün önsözünde kılavuz kaptanların bu modülü incelemesi istenmiştir. Aynı zamanda kılavuz kaptanların Modül 4'ede bakması istenmiştir. O modülde de "Yorgunluk ve Kaptan" anlatılmaktadır.

Bu çalışmada her kılavuz kaptanın yeteneği, eğitimi ve bilgisi ne olursa olsun yorgun düşebileceği belirtilmektedir.

Gemilere kılavuzluk hizmeti vermenin yüksek riskli bir iş olduğu ve kılavuz kaptanların gemi kaptanına, devletlerine ve liman başkanlarına karşı sorumlu olduğu hatırlatılmaktadır. Yorgunluğun sadece karar vermede hata yaptırmayacağı, uzun vadede kılavuz kaptanın sağlığını da tehlikeye atacağı açıklanmaktadır.

Bahsi geçen çalışmada yorgunluğun stres ve dinlenmemeyeyle oluşabileceği belirtilmiştir.

Çalışma, yorgunluğun engellenmesi için en etkili yöntemin kılavuz kaptanı çalıştıran idare ile kılavuz kaptan arasında açık bir iletişim kanalı olarak göstermektedir. Bu kanal vasıtasıyla idare kılavuz kaptanı aşırı saatler boyunca

çalıştıramaz ve yorgunluğunu gözlemlediğinde dinlenmesine izin verir (IMO, MSC-Circ. 1014, 1999: 62-65). Ancak bu çalışmada kılavuz kaptanın ne kadar zamanda yorulacağı ile ilgili hiç yorum yoktur. Yorgunluk daha çok kılavuz kaptanın kendi yorumuna bırakılmıştır.

Avrupa Kılavuz Kaptan Birliği'nin (EMPA) sitesinde olan bir habere göre San Francisco Körfezi'nde 2007 yılında yaşanan kazanın sorumlusu yorgun kılavuz kaptan olarak belirlenmiştir. Aslında kılavuz kaptanın yorgunluk sebebi burada uykusuzluk değildir ve aldığı ilaçların etkisinde kalarak dikkatsizleşmesidir. Buna rağmen bu kaza kılavuz kaptanlarının San Francisco Körfezi'nde ne kadar çalışması gerektiğine dair bir tartışma yaşanmasına sebep olmuştur. Bu habere göre bölgede yetkili bir kişi olan "McIsaac" iki görev arası en az 12 saat dinlenmenin eyalet tarafından kanunlaştırılması gerektiğini belirtmektedir (<http://www.empa-pilots.org/san-francisco-bar-pilot-fatigue>, 22.06.2013).

Avustralya Denizcilik Emniyet Otoritesi (AMSA) ise farklı bir yöntem izlemiştir. Deniz Kanunu 54 adını verdikleri kanunla, İç sularda kılavuz kaptanlık yapan kişilerin "Yorgunluk Risk Yönetim Planına (Fatigue Risk Management Plan(FRMP))" uygun davranmasını zorunlu kılmışlardır. Bu plana göre kılavuz kaptanın minimum uyuması gereken süre belirlenmiştir. Ancak bu planda bahsedilen süreler aslında uzun kılavuzluk hizmeti verilen pasaj geçişleri içindir. (Hydrographers Passage, Cairns/Flattery, One-Half Mile Opening/Cape Flattery v.b.). Bu pasaj geçişlerinde hizmet veren kılavuz kaptanların her gün en az 12 saat dinlenmesi gerektiği bu planda verilmiştir (AMSA, 2013).

Bu planın koşulları Boğaz kılavuz kaptanları için çok uygun değildir. Bunun sebebi Boğaz geçişlerinin kısa süreli ve Boğaz kılavuz kaptanlarının 2 gün içeri 4 gün dışarı çalışma düzenlerinin, Avustralyalı kılavuz kaptanların en az 15 gün içeri olan vardiya düzenlerinden farklı olmasıdır (AMSA, 2013).

FRMP'de bu şekilde minimum saatler oluşturmuş olması eleştirilmişse de (AMSA, 2010) aslında eleştirinin sebebi sadece belli süre dinlenmiş olmanın yorgunluğu geçirmek anlamına gelmeyebileceğidir. Yine de belli bir saat vermenin ne kadar önemli olduğu AMSA'nın Yorgunluk Yönetim Planı'nda kendi denetçileri tarafından hazırlanan rapora rağmen bu saatleri kullanmasına bakılarak açıkça görülebilmektedir.

Kılavuz kaptan bu çalışmada uzunca anlatıldığı gibi bir denizcidir. Her ne kadar Denizcilik Çalışma Sözleşmesi (Maritime Labour Convention (MLC)) 2006'ya göre denizci tanımının içinden bazı ülkelerce (Transport Malta, 2013) muaf tutulmuşsa da özellikle yaptığı iş ve çalışma koşulları göz önüne alınarak bu çalışmada vardiya tutan bir zabıt gibi değerlendirilecektir.

Vardiya tutan bir zabıtın dinlenme periyodu MLC 2006'da şu şekilde verilmektedir: 24 saatlik periyotta 14 saatten fazla çalışma olmamalıdır. 24 saatlik periyotta 10 saatten az dinlenme olmamalıdır. Bu dinlenme periyodu biri en az 6 saat olmak üzere en çok 2 parçadan oluşmalıdır. Ancak yine MLC 2006'ya göre acil durumlarda ya da özel durumlarda dinlenme ve çalışma saatlerinde değişiklik yapılabilir (MLC, 2006: 30-32). Bu çalışmada MLC'nin dinlenme kuralı göz önüne alınacaktır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### SİMÜLASYON YÖNTEMİNİN DENİZCİLİKTE UYGULANMASI

#### 2.1. SİMÜLASYON

Türk Dil Kurumuna göre simülasyon benzetim, taklit etme veya benzerini yapmak anlamında kullanılmaktadır (<http://www.tdk.gov.tr>, 06.06.2013). Teknik anlamda çok çeşitli tanımları vardır.

##### 2.1.1. Simülasyon Tanımı

Simülasyon, gerçek sistemlerin davranış yöntemlerini incelemek için kullanılan birçok method ya da uygulamadan üretilebilen, genellikle bilgisayar üzerinde uygun bir yazılımla oluşturulan modellerdir. Günümüzde bilgisayarların giderek güçlenmesi sonucu simülasyonlar da hızla daha iyi olmaktadır (Kelton ve diğerleri, 2002: 3).

Bilgisayar simülasyonu gerçek ya da hipotezsel bir durumun bilgisayar yazılımı kullanılarak taklit edilmesidir. Bu sayede sistemin nasıl çalıştığını analiz etmek mümkün olur. Simülasyon içindeki değişkenler değiştirilerek olmayan durumlar için öngörülerde bulunulabilir. Çalışan bir sistemin sanal olarak incelenmesi için kurulan bir sistemdir (Banks ve diğerleri , 2005: 3).

Bilgisayar bilimi alanında simülasyonun daha geniş bir anlamı vardır. Alan Turing'e göre matematik modellerin çözümlenmesi için mekanik bir yöntem gerekir. Bu tür matematik modellerin çözümlenmesi için bu çözümün mantıkla takip edilebilen ve dışına çıkmanın mümkün olmadığı bir yapıda olması gerekir. Bu da bir bilgisayarın simülasyonunun düzenlenmesi anlamına gelir. Bu simülasyon ünlü Turing Makinesi olarak adlandırılan makinedir. Evrensel Makine olarak ta bilinir (Turing, 1936: 230-265).

### 2.1.2. Simülasyon Çalışmalarının Yeri

Basit analizleri elle veya mantıkla tamamlamak mümkündür. Ancak analiz edilecek durumun karmaşıklığı arttıkça bilgisayar tabanlı bir yazılım desteğinin kullanılması gerekir. Hesap formları kullanarak daha karmaşık işlemleri gerçekleştirmek mümkünse de bu durumda hesaplara girilecek değerler ortalama olarak alınmak zorundadır. Çünkü deterministik olmayan değerleri hesaba sokmak mümkün değildir. Bu da gerçek sistemlerin içerisinde olan rastgelelik ve bağımsızlık karakterlerinin uygulanamaması demektir (<http://www.promodel.com/pdf/Justifying%20Simulation.pdf>, 14.05.2013).

Simülasyon kullanılarak analiz edilecek sistemin girdileri, dağılım olarak tespit edilebilir. Sistem belli ve kabul edilen bir rastgelelikle düzenlenebilir. Mesela İstanbul Boğazına gelen gemilerin geliş süreleri ortalama  $n$  zaman olarak kabul edersek, Boğaza gelen her geminin birbirinin geliş zamanını etkilediğini ve asla  $n$ 'den daha az bir zamanda İstanbul'a gemi gelmeyeceğini kabul etmiş oluruz ki bu sistemi yanlış kurmak anlamına gelir (<http://www.promodel.com/pdf/Justifying%20Simulation.pdf>, 14.05.2013).

Simülasyon aynı girdilerin rastgele olması gibi servis sürelerinde de bağımsız bir rastgelelik sunabilir ve bunların birbirinden etkilenmesine müsaade etmez. Üstüne üstlük simülasyon eldeki kaynakların sayısını ve yerini belirli tutarken bir hesap formunda ortalamalar uygun gelirse bir kaynak aynı anda iki yerde olabilir (<http://www.promodel.com/pdf/Justifying%20Simulation.pdf>, 14 Mayıs 2013).

Simülasyon sistemlerinin yaratılmasının en önemli sebeplerinden biri bir sistemin çalışma prensiplerinin kolayca incelenmesini sağlamasıdır. Birçok gerçek sistemi incelemek için durdurmak bir yana yavaşlatmak bile mümkün değildir. Bu da sistemde sıkışmaların hangi sebeple oluştuğunu anlamayı imkansızlaştırır (Chung, 2003: 1-3,1-6).

Aynı zamanda bir sistemin nasıl geliştirilebileceği sorusuna cevap verebilmek için sistem içindeki kaynakların artırılması, azaltılması veya başka bölgelere kaydırılması gerekebilir. Ancak bu da gerçek sistemler için imkansız ve diğer birçok sistem için pahalı bir olay olabilir. Aynı zamanda bazı kaynaklar istenildiği gibi sisteme anında dahil edilip çıkarılamaz bunun kanuni ve insani engelleri olabilir.

Ancak simülasyonu yapılan bir sistemin incelenmesinde bu kısıtlamalar anlamsız olur (Chung, 2003: 1-3,1-6).

Yine simülasyonu yapılan sistemlerde yeni tasarımları, fikirleri denemek de mümkündür. Çoğu durumda gerçek sistemlerde yeni bir düzene geçmek neredeyse pratik olarak imkansızdır. Ama modellemesi yapılmış bir sistemde bu tür tamamen yeni tasarım ve fikirler denenebilir (Chung, 2003: 1-3,1-6).

Buna benzer olarak daha yapılmamış bir fabrikanın en uygun verime ulaşması için makinelerini nasıl yerleştirmesi gerektiğine dair bir tasarımın başka bir tasarımdan daha iyi veya kötü olduğunu anlamının tek yolu simülasyon kullanmaktır (Kelton ve diğerleri, 2002: 5).

Başka bir olumlu yanıysa gerçek sistemin rahatsız edilmeden gerçek sistem hakkında bilgi alınabilir olmasıdır. Hassas sistemlere bu tür inceleme amaçlı müdahaleler sistemin dengesini bozabilirken simülasyon yardımıyla sistem hiç etkilenmeyecektir (Chung, 2003: 1-3,1-6).

Mesela bir bankanın açık olan konturundan birini kapayıp tek konturla çalıştığı zaman müşteri bekleme süresinin ne kadar artacağını gözlemeye çalışmak çok anlamsız olacaktır. (Kelton ve diğerleri, 2002: 5).

Şirketlerin araştırma operasyonlarına yönelik yapılan bir ankette şirketlerde en çok kullanılan ikinci analiz sistemi %84'le simülasyon olarak bulunmuştur. (Thomas ve DaCosta, 1979: 102).

Taylor tarafından 2006 yılında yapılan bir çalışmada son 50 yıldır hızla gelişmekte olan simülasyon sistemleriyle analizin gelecek 10 yıl içinde daha da hızlanacağı ve gelişeceği belirtilmektedir (Taylor ve Robinson, 2006: 1).

Aynı şekilde Robinson'un 2004'te yaptığı bir çalışmada simülasyonun ve simülasyon tekniklerinin gelecekte daha da gelişeceğini belirtmektedir. Gelişmeyi asıl etkileyen konu olarak bilgisayarların gelişmesi yaygınlaşması ve simülasyon modelleme araçlarının kullanımının basitleşmesi ve ucuzlamasını göstermektedir. Geçen zamanla beraber simülasyon sonuçlarının doğruluğunun kendini ispatladığını aktarmaktadır (Robinson, 2004: 619).

### 2.1.3. Simülasyon Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Simülasyonun tercih edilmesi hakkında yukarıda bahsedilen sebepler olduğu gibi bazı çok belirgin avantaj ve dezavantajları da vardır.

En önemli avantajlardan biri simülasyonların gerçek zamanlı olarak çalışmak zorunda olmamasıdır. Simülasyonu tasarlanan gerçek sistemdeki işlemleri simülasyon programı içerisinde çok hızlı bir şekilde incelemek ve gerçekleştirmek mümkündür. Gerçek bir sistemde yeterli bir gözlemi yapmak aylar, yıllar sürerken simülasyon modellemesi yöntemiyle bu değerlere bir iki dakika içinde ulaşmak mümkün olur (Chung, 2003: 1-6,1-7).

Simülasyon sistemlerinin kullanılması aynı zamanda sistemi inceleyecek kişi için gerekli analitik ihtiyaçların azalması anlamındadır. Eskiden sadece yüksek matematik bilgisiyle ve çok karmaşık olmayan durumlar incelenebilirken (bir kuyruk, bir makine), bundan daha karmaşık sistemleri incelemek için gerçekten çok karmaşık işlemler yapılması gerekmekteydi ya da inceleyen kişi bir matematikçi ya da operasyon araştırma analisti olmalıydı. Bu da birçok konunun hiçbir zaman araştırılmaması anlamına gelmekteydi. Ancak gelişen ve kolaylaşan bilgisayar yazılımları ve simülasyon programlarıyla bu tür bir bariyer neredeyse tamamen ortadan kalkmış durumdadır (Chung, 2003: 1-6,1-7).

Bu fikir aynı zamanda Kelton tarafından da desteklenmiştir. Simülasyonun en büyük avantajı olarak elle hesaplanması neredeyse imkansız olan modellerin bu aracı kullanarak yapılabilmesinin mümkün olmasıdır demiştir (Kelton ve diğerleri, 2002: 8).

Simülasyon sistemlerinin bir başka avantajı da kolayca sunum yapılabilecek şekilde görselleştirilebilmeleridir. Bu görselleşme de hem sistemin doğru çalıştığı görülebilirken hem de matematik modelin sezgisel olarak algılanmasını çok kolaylaştırmaktadır. Simülasyonların dezavantajlarına gelirsek, simülasyonların doğru çalışabilmesi için doğru girdilerin simülasyon sistemine girilmesi gerekir. Bununla ilgili olarak “Çöp girersen, çöp toplarsın” diyerek bir deyim geliştirilmiştir. Bu bakımdan girdilerin doğruluğu çok önemlidir (Chung, 2003: 1-6,1-7).

Eğer simülasyonla cevap aranan çok karmaşık bir sistemse çıkacak cevap da büyük ihtimalle karmaşık bir cevap olacaktır. Simülasyon sihirli bir değnek olarak

görülmemelidir. Sistemi basitleştirmek mantıklı olabilir. Ancak sistemin gerçekliği basitleştirme sırasında kaybedilirse bu sefer de modelin doğruluğu zarar görecektir. Simülasyonun hazırlanması aranan cevabın hemen bulunacağı anlamına gelmez. Bu sadece karar vericiye bir fikir vermek amacıyla bir sonuç çıkacak demektir. Çıkacak sonucun kullanılıp kullanılmayacağı karar vericiye bağlıdır. Ancak burada atlanılmaması gereken simülasyonların kıymetli bir karar verme aracı olduğunu paydaşlara anlatmaktır (Chung, 2003: 1-6,1-7).

#### **2.1.4. Simülasyon Türleri**

Simülasyon türleri dendiğinde kabaca iki temel farklı simülasyondan bahsedilebilir. Bunlardan ilki, fiziksel, gerçek bir sistemin matematik modellenmesi sonucunda deneyler yapılabilecek şekilde bilgisayar ortamında sanal olarak düzenlenmesi demektir. Ancak bu ilk sistemde önemli olan simülasyonun çıktıları ve girdileridir. Yani simülasyon çalıştırdıktan sonra elde edilen çıktılar karar vericinin önüne getirilir ve gerçek sistemle ilgili kararlarını vermesi için yardımcı bir araç olarak kullanılır. Buna örnek olarak günümüzde kullanılan simülasyon yazılım programları verilebilir (Arena, Promodel v.b.) (Chung, 2003: 1-6,1-7).

Ancak ikinci türdeki simülasyonlarda yine gerçek sistem matematiksel olarak modellenir ama önemli olan çıktılar değil, simülasyon süresi boyunca verilen girdiler de simülasyonda oluşan durumlardır. Bu tür simülasyonlarda simülasyonun bitiş değerleri önemsizdir. Daha çok kullanıcı simülasyon boyunca vereceği tepkiler ölçülmeye çalışılır. Bunlara genel olarak Simülatör denir. Örnek olarak araç simülatörleri verilebilir (Köprüüstü simülatörü, uçak simülatörleri, eğitim simülatörleri v.b.) (Chung, 2003: 1-3).

İlk tür simülasyon modelleri bu tezin konusunu oluşturmaktadır. Bu tür simülasyon modelleri içinse ayırım şu şekildedir.

##### **2.1.4.1. Statik veya Dinamik Simülasyon**

Statik simülasyonlar zamandan bağımsız olarak tasarlanmış modellere verilen isimdir. Bu tür simülasyonlar için geçen zamanın önemi yoktur. Problem sabittir

(Kelton ve diğeri, 2002: 9). Statik simülasyonlara örnek olarak Buffon İğne simülasyonu örnek gösterilebilir. Buffon İğne simülasyonunda deneyi yapan kişi  $\pi$  sayısını bulmak amacındadır. Bir düzlem, araları  $d$  birim olan paralel çizgilerle ayrılmıştır. Uzunluğu  $d$ 'den kısa olan bir iğne, bu çizgili yüzeye düşürülür. Eğer iğne bir çizginin üzerine düşerse, iyi atış olarak kabul edilir. Buffon'un şaşırtıcı buluşu, iyi atışların, kötü atışlara oranının  $\pi$ 'yi içeren bir açıklamasının olmasıdır. Eğer iğnenin uzunluğu  $d$  birimse, iyi atış olasılığı  $2/\pi$  'di. Atış sayısı artırıldıkça, sonuç  $\pi$ 'ye daha çok yaklaşmaktadır. 1901'de İtalyan matematikçi Lazzerini 3408 atış yaparak  $\pi$ 'nin değerini 3,1415929 olarak hesapladı ki bu 6 ondalık basamağa kadar doğrudur. Burada önemli olan nokta atılan iğnelerin sayısıdır, ne zaman atıldıklarının simülasyon bakımından hiçbir ayırıcı anlamı yoktur ve sonucu etkilemezler (Mugford ve diğeri, 2001: 655)

Dinamik deneyde ise zaman önemlidir. Genelde günümüzde karar verme amacıyla kullanılan simülasyonlar ve simülatörlerde verilerin ve kaynakların etkileşim zamanları çıktılar açısından anlamlıdır. Mesela bir fabrikaya gelen malların hepsinin aynı anda gelmesi, bunları işleyen makinenin önünde bir kuyruk oluşmasını sağlarken, bu mallar belli zaman aralıklarıyla gelirse, makine kuyruk oluşturmadan işlemine devam edebilir. Her iki durumda da sonuçlar farklılaşacaktır. Bu tür simülasyonlara dinamik simülasyonlar denir (Kelton ve diğeri, 2002: 9)

Tezin konusu olan çalışma dinamik bir simülasyondur.

#### **2.1.4.2. Stokastik veya Deterministik Simülasyon**

Rastgele girdileri olmayan simülasyonlar deterministik simülasyonlar olarak adlandırılır. Örnek vermek gerekirse robotlarla üretim yapan bir fabrikada parçaların üretim ve işlenmesi kesin zamanlara bağlıysa bu sistemin simülasyonu da deterministik olacaktır. Stokastik simülasyonlardaysa tanımlanabilir bir rastgelelik olması gerekmektedir. Örneğin bir bankaya müşterilerin ne zaman geleceği ancak tahmin edilebilir ve gelişler rastgeledir. Bu tür bir sistemin simülasyonu da Stokastik olmalıdır (Kelton ve diğeri, 2002: 9).

Özellikle bu tür stokastik sistemler simülasyonların bilgisayar yazılımlarıyla yapılmasını gerektirmiştir. Çünkü girdiler devamlı değiştiğinden sistemin bir kere

çalışması oluşabilecek sonuçlardan ancak birini verecektir ve hesaplar rastlantısallık sonucu çok daha karışıktır. İlk konumda sistem bir kere çalıştırıldığında performans değeri  $X$  olacaktır ancak ikinci çalıştırmada  $X_1$  değeri ortaya çıkacaktır. Bu çıktıların incelenmesi için istatistik kullanılmalıdır. Buna benzer bir örnek çok bilinen Uzay Yolu filminde gösterilmiştir. Uzay gemisi zor bir durumdayken gemi kaptanı kaçış planı için bir simülasyon oluşturulmasını istemiştir. Başmühendis simülasyonun olumlu tamamlandığını ve geminin kurtulduğunu söylediğinde, gemi kaptanı “Run it Again (Tekrar çalıştır)” diyerek bu tür bir simülasyonun stokastik yapısına gönderme yapmıştır. Sonuçta ikinci çalıştırmada simülasyonda rastgelelik sonucu gemi durumdan kurtulamayınca kaptan bu planı riskli olduğu için terk etmiştir (Chung, 2003: 1-7).

Bu tezin konusu olan çalışma yukarıda belirtilen bilgiler ışığında stokastik bir çalışmadır. İstanbul Boğazına gelecek gemilerin varışları stokastiktir. Kılavuz kaptanların gemilere hizmet verme süreleri stokastiktir. Anlaşılacağı üzere bu tezin konusu olan model her çalıştırıldığında farklı sonuçlar doğacaktır. Bu sonuçların anlamlı hale getirilmesi için istatistik kullanılacaktır.

#### **2.1.4.3. Kesikli veya Sürekli Simülasyon**

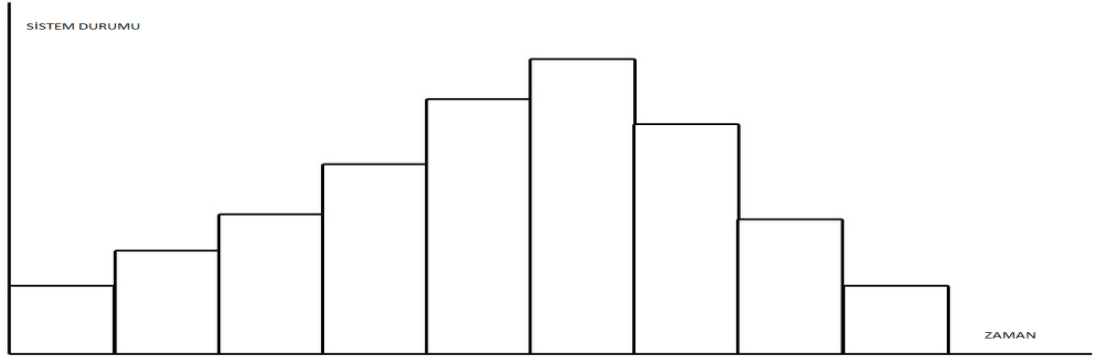
Simülasyonları birbirinden ayıran temel bir özellik de kesikli veya sürekli olmalarıdır. Sürekli simülasyon modellerinde sistem deney zamanı boyunca devamlı küçük de olsa etkilere maruz kalmaktadır. Sistemin bir başlangıç ve bitişi de olmamaktadır. Örnek olarak bir su tankı verilebilir. Tanka eklenen su, içine basılan su ve dışarı pompalanan su düşünüldüğünde her  $t$  zamanı için farklı bir durum söz konusu olacaktır ve  $t$  süreklidir. Ama kesikli modellerde sistem değişimleri belli  $t$  zamanlarında olmaktadır ve  $t$  sürekli değil kesiklidir. Örnek vermek gerekirse fabrikaya giren talepler belli bir anda gelmekte, makineler parçaları alıp belli sürelerde işlemektedirler. Sistemin durumu belli bir iş yapılırken o konumda belli bir  $T$  süresi boyunca sabitlenmektedir (Kelton ve diğerleri, 2002: 9).

Bu tezin konusu olan çalışma gerçek hayatı konu ettiği için sürekli bir sistem olarak düşünülebilirse de bu yanlıştır. Çünkü gerçekte yapılacak çalışmada, sistemi değiştiren olaylar sadece belli zamanlarda oluşacaktır. Bu da sistemin zamandan

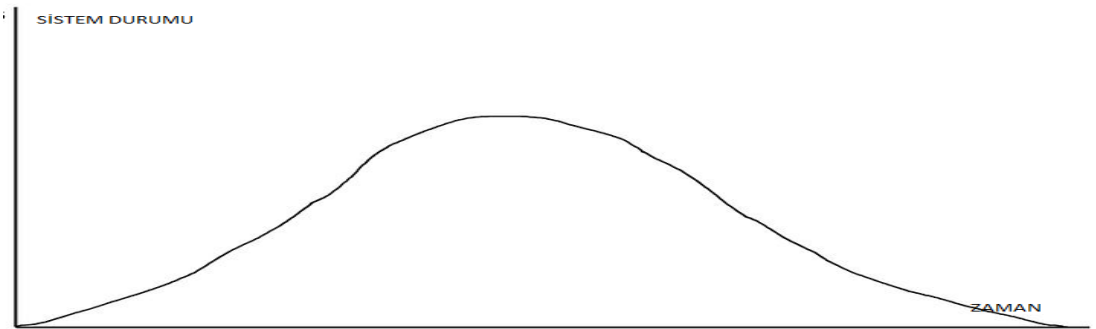
zamana atlayarak ilerlemesine bir işarettir. Bu bilgiye göre yapılacak çalışma kesikli zamana göre yapılacak bir çalışmadır. Şekil 2 ve 3'te grafiklerle gösterilmiştir.

Simülasyonlar zamana göre "Biten" ve "Bitmeyen" olarak da ayrılmaktadır. Bitmeyen simülasyonlarda sistemin bir başlangıç ve bitme zamanı yoktur. Mesela bu tezin konusunu oluşturan İstanbul Boğazı modellemesi böyledir. Sistem asla boş kalmaz, belli bir bitiş yada başlangıç zamanından söz edilemez. Halbuki bir banka her sabah boş olarak açılır ve her akşam mesai bitiminde içerdeki tüm müşterilerini bitirip öyle kapanır.

**Şekil 2:** Kesikli sistemin zamana göre durumu



**Şekil 3:** Sürekli sistemin zamana göre durumu



## **2.2. DENİZCİLİKTE SİMÜLASYON YÖNTEMİ**

Simülasyon yönteminin denizcilikte nasıl kullanıldığı, İstanbul Boğazı ile ilgili yapılmış olan simülasyon çalışmaları ve matematiksel modellemeler bu bölümde anlatılmıştır.

### **2.2.1. Denizcilikte Simülasyon Uygulamaları**

Denizcilikte simülasyon giderek artan oranlarda kullanılmakta olan bir araçtır. Ancak kullanılan simülasyonların optimize edilmesi ve simülasyon çıktılarında analiz edilen performans ölçütlerinin standartlaşması hala söz konusu değildir. Örnek olarak denizcilikle ilgili kullanılmakta olan promodel, arena gibi yazılımlar denizcilik için özelleştirilmemiştir. Denizcilikle ilgili simülatör yazılımı yapan firmalar da (Örneğin Transas, Sindel, Konsberg Norcontrol, Rheinmetall v.b.) çeşitlidir ve kendilerine has modeller kullanmaktadırlar. Bu tür yazılımlar arasında bilgi alışverişi yapmak mümkün değildir.

Denizcilikte simülasyon uygulamalarının en yaygın biçimi, araç ya da ekipman simülatörlerinin kullanılması şeklindedir. Bu simülatörlerin kullanımıyla operasyonel deneyler gerçekleştirilmektedir. Bununla beraber matematik modellemelerle liman ve teknik seyir hizmetlerinin optimizasyonu ile ilgili çalışmalar da vardır. Bu çalışmalara aşağıda değinilecektir.

#### **2.2.1.1. Eğitim**

Eğitimde simülasyonunun yeri tartışılmaz bir şekilde belirlenmiştir. Simülasyon eğitimi hali hazırda etkinliği bilinen yöntemlerden daha başarılı olduğuna dair bilimsel yayınlar vardır. Bunlardan biri probleme dayalı öğrenmeyle, simülasyona dayalı öğrenmenin tıp eğitiminde karşılaştırılmasını yapan Steadman ve diğerlerinin 2006 yılındaki çalışmalarıdır. Burada 4 yıllık tıp eğitimini simülasyon bazlı yapan öğrenciler, probleme dayalı öğrenme yöntemiyle yapanlardan daha başarılı olmuştur (Steadman ve diğerleri, 2006: 151).

Bununla beraber eğitim sırasında kullanılan simülatörlerin öğrenciye belli bir stres uygulaması sonucu öğrencinin gerçek bir durumda benzer duygularla risk yönetiminde başarılı olup olamayacağını önceden görülmesi açısından önemli olduğu da belirtilmiştir (Salas ve Burke, 2002: 119).

Denizcilik okullarında simülasyon eğitimi çok önemli kabul edilmiştir ve kullanılmaktadır. Hatta “Denizcilik Eğitiminde Simülatör Destekli Eğitimin Rolü ve Önemi” adlı bir tez sunulmuştur. (Nas, 1999)

Bu konu hakkında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç.Dr. Ersan Başar, denizcilik eğitiminde simülatör kullanımının zorunlu hale geldiğini söylemiştir. İnternet gazetesi Deniz Haber’e verdiği bir demeçte şu ifadeleri kullanmıştır.

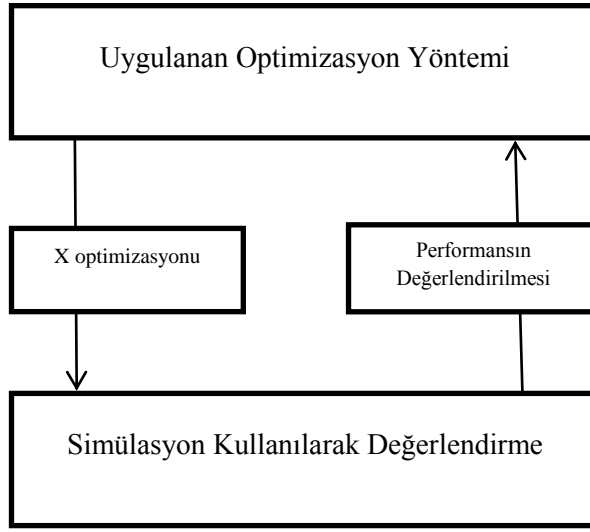
*“Daha sonraları iki üniversiteye daha simülatör kuruldu. İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi'nde tam donanımlı köprü üstü simülatörleri bulunuyor. Tam donanımlı olmayan simülatör sistemleri bulunan bölümler de var. Türkiye'de simülatör kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Tüm denizcilik okulları bu simülatör altyapısını ve diğer ekipmanları kurmak zorunda, çünkü uluslararası bir iş. Uluslararası kurallar çerçevesinde hem eğitimi hem de mezun olduktan sonra uluslararası alanda çalışıldığı için gerekli şartlardan biri.”* Buna ek olarak simülatörün hangi konularda kullanıldığı ile ilgili de, *“Öğrencilerimiz 4. sınıfa kadar simülatör üzerinde farklı eğitimler alıyorlar. 4. sınıfa gelen öğrenci, köprü üstü takım yönetimi çalışmaları sayesinde tüm sistemleri ekip mantığıyla kullanabiliyor. Bir öğrenci eğitim süresince 50 saat simülatör ortamında kalıyor ve bu şekilde eğitimini tamamlıyor. Aynı şekilde acil durum çalışmaları, köprü üstü takım yönetimi çalışmaları ve ekipmanların daha verimli kullanılması çalışmaları öğrencilere uygulamalı olarak deneyimli öğretim elemanları tarafından yaptırılıyor.”* (Canpolat, <http://www.denizhaber.com.tr/>, 25.05.2013).

### 2.2.1.2. Optimizasyon

Simülasyon sistemleri kullanılarak optimizasyon kullanılması giderek artmaktadır. Optimizasyon TDK kurumuna göre en iyi duruma getirmek demektir (<http://www.tdk.gov.tr>, 06.06.2013). Bu da denizcilikle ilgili matematik modellemesi yapılan sistemlerin iyileştirilmesi anlamındadır. En az kaynakla en çok ürüne yönelme olarak da belirtilmektedir.

Denizcilikte optimizasyon çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır. Ancak bunların çoğunda hala matematik tabanlı istatistiksel analizler kullanılmaktadır. Daha önce anlatıldığı üzere bu tür çalışmaları yorumlayabilmek hatta uygulayabilmek için kişinin matematik bilgisinin çok derin olması gerektiği gibi bu tür analizlerde basit değişiklikler bile yapmak bütün matematik modelin bozulup tekrardan yazılmasını gerektirebilmektedir. Bunlara örnek vermek gerekirse, Uluscu ve diğerlerinin 2009 tarihli “Transit Vessel Scheduling in the Strait of İstanbul” makalesinde, Mavrakis’in 2008 tarihli “A queueing model of maritime traffic in Bosphorus Strait” makalesinde ve başka birçok bilimsel çalışmada bu tür yöntemler kullanılmıştır. Her ne kadar bu tür çalışmalar bilimsel olarak doğruysa da günümüzde simülasyon sistemleriyle optimizasyon çalışmaları yapmak çok daha verimli ve basittir. Örneğin matematik formüllerde birçok matematiksel optimizasyon tekniği kullanılarak modeller basitleştirilebilir. Bunun sebebi modelin daha kolay çözülebilir hale getirilmesidir. Ancak her ne kadar basitleştirme teknikleri teorik olarak en iyisi bile olsa pratikte modelin bozulup bozulmadığını anlamak için çok karmaşık işlemler yapmak zorunda kalınabilir. Simülasyon kullanılırsa model kolayca çözümlenerek sistemin gerçek performansıyla karşılaştırılabilir. Bir sistemde optimizasyonun başarılı olup olmadığı aşağıdaki yöntemle kolayca tespit edilebilir (Bachelet ve Yon, 2007: 703). Şekil 4’te bir optimizasyon çalışmasının basit akış şeması verilmiştir.

**Şekil 4:** Uygulanan Optimizasyon Yönteminin Simülasyon Kullanılarak Değerlendirilmesi



Kaynak: Bachelet, 2007

Sadece simülasyon kullanılarak yapılan optimizasyon çalışmaları genelde zamanın çok kıymetli olduğu konteyner limanları için yapılmaktadır. Zeng ve Yang'ın 2009 tarihli çalışmasında konteyner limanına gelecek gemilerin geliş zamanlarının ayarlanmasıyla konteyner terminalindeki yük elleçlemesinin iyileştirilmesi yapılmıştır. Burada belli bir sırayla gelecek gemiler için genetik algoritma yöntemiyle optimizasyon yapılmıştır. Ek olarak da sinir ağı yöntemiyle simülasyonun kötü sonuçları kendiliğinden elemesi ve daha iyi bir sonuç vermesi yöntemine gidilmiştir. Adı geçen genetik algoritma Darwin'in evrim teorisinden etkilenerek geliştirilmiş bir yapay zeka programıdır. Sonuçlara göre sistemin iyileşme yönünde evrimleşmesini sağlamaktadır. Sinir ağı ise öğrenen sistemlere verilen isimdir (Zeng ve Yang, 2009: 1935).

Yine bu konuda başka bir çalışma Çin'de yapılmıştır. Burada amaç en az harcamayla, konteyner sahasının en fazla oranda kullanılmasını sağlamak olarak belirlenmiştir. Konteynerlerin gelişlerindeki stokastik durum sebebiyle optimizasyon çalışması için kesikli olay sistem modeli kurulmuş ve modelin çözülebilmesi için simülasyon kullanılmıştır. Çıkan sonuçlar geleneksel olarak çalışmada adı geçen limanda kullanılan planlamayla karşılaştırılmış ve avantajlı olduğu çalışma sonucunda bulunmuştur (Zhang ve diğerleri, 2007: 8).

Türkiye’de konteyner terminallerinde lojistik süreçlerin optimizasyonu ile ilgili çalışmalardan biri de Dokuz Eylül Üniversitesi’nde gerçekleştirilmiş olan Esmer’in doktora tezidir. Esmer lojistik süreç optimizasyonları için simülasyon kullanmıştır. Bu tez daha sonra kitap haline getirilmiştir (Esmer, 2010).

Yukarıda görüldüğü üzere denizcilikte optimizasyon kullanmak var olan stokastik girdiler nedeniyle çok mantıklıdır.

### **2.2.1.3. Risk Değerlendirmesi**

Risk değerlendirme özellikle denizcilik alanında simülasyonun en çok kullanıldığı ve en yaygın biçimde kabul gördüğü alandır.

Simülasyon sistemlerinin denizcilikte kullanılmasının zorunluluğu olduğu bir durum olarak “Kıyı Tesisi Yapım Taleplerinin Değerlendirilmesine Dair Tebliğ” den bahsedilebilir. Bu tebliğin 4. Maddesinde bu tür bir tesisin risk değerlendirilmesi için bir modelleme raporu istenmektedir. Detayları şu şekildedir;

- Köprüüstü simülatörü: Deneysel veya teorik olarak elde edilmiş bir takım denklemlerden yola çıkarak, matematiksel gemi modellerinin statik ve dinamik durumunun, planlanan bir kıyı yapısıyla ve diğer çevresel parametreler ile ilişkili olarak olası gelişiminin görsel destekli benzetimini sağlayan, en az 225°’lik yatay ve 30°’lik düşey bir görüş açısı içine giren objeleri, gece ve gündüz koşullarını, çalışılan coğrafi alanla ilişkili olarak gemi radarı ve elektronik harita görüntüsünü, gemi köprüüstü ve haberleşme aygıtlarını fiziki gerçekliklerine ve gerçek zaman ölçeğine uygun olarak temsil edebilen sistemi,
- Modelleme raporu: Yapımı planlanan kıyı tesisinin bulunduğu deniz alanında geçerli olan meteorolojik, oşinografik ve topografik koşulların, su üstü seyrine etki oluşturan objelerin, tesise komşu olan diğer kıyı yapılarının ve deniz trafiğinin modellendiği sanal bir manevra alanında, tesise ve komşu tesislere yanaşıp/ayrılması öngörülen gerçek gemilerin tip ve tonajına uygun matematik gemi modellerine, köprüüstü simülatörü ortamında manevra yaptırılması neticesinde elde edilen analitik verilere dayalı olarak, gemiler ile

kıyı yapısı arasındaki etkileşimden kaynaklanan manevra risklerini tanımlayan ve derecelendiren teknik raporu.

Görüleceği üzere risk değerlendirilmesinin simülasyonla yapılması İdare tarafından istenmektedir. İdare burada UBAK'ı temsil etmektedir (R.G, 2009, 27170).

Köprüüstü simülasyonu kullanarak gemi manevralarının risk değerlendirmeleriyle ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Nas ve Zorba'nın ve Nas ve diğerlerinin 2011, 2013 yıllarında yaptığı çalışmalar bunlara örnektir. 2011 tarihli çalışmada İzmir Limanı için risk analizi yapılmıştır. 2013 tarihli çalışma ise hali hazırda var olan bir tesise yeni tip bir LNG gemisinin yaklaşması ile ilgilidir (Nas ve diğerleri, 2011 – 2013).

Bunun dışında köprüüstü simülasyonları kullanılmadan da risk değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu tür çalışmalardan birinde San Francisco Körfezi'nde feribot trafiğinin artmasının oluşturacağı trafik ve emniyet riskleri incelenmesi için sistemin matematik modeli kurulmuş ve bunu analiz etmek için simülasyonla sistem izlenmiştir. Riski doğru tahmin edebilmek için çevresel faktörlerin de modellendiği bu çalışma Kaliforniya idaresi için yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları idareye bu konuda yardımcı olması için sunulmuştur (Merrick ve diğerleri, 2003: 119).

İlginçtir ki bu çalışma sonucunda bilim adamları kendilerini tatmin edememişlerdir. Bundaki en büyük sebebi de Stokastik bilinmezliğin çok yüksek çıkması olduğu belirtilmiştir. Bunun üzerine bu bilinmezliği gidermek adına Bayesian simülasyon tekniğini kullanarak çalışmalarını daha da geliştirmişlerdir. Bu tür bir tekniğin bu tür karmaşık bir probleme uygulanabilir olmasının sebebi bilgisayar üzerinde simülasyonla bu analizin hesaplanabilmesidir (Merrick ve diğerleri, 2005: 731). Adı geçen Bayesian tekniği, Bayesian kuralından gelmektedir. Bu kabullerin yeni kanıtlar çıktıkça devamlı olarak güncellenmesi ve kesinleşmesini sağlayan bir tekniktir (<http://plato.stanford.edu/archives/sum2011/entries/epistemology-bayesian>, 06.06.2013).

## 2.2.2. İstanbul Boğazı'nda Simülasyon ve Matematiksel Modelleme Çalışmaları

İstanbul Boğazı hakkında yapılan ve tezle ilgili literatür bu başlık altında incelenecektir.

Birinci çalışma İstanbul Boğazı'nda deniz trafiğinin kuyruk modellemesinin yapıldığı çalışmadır. Bu çalışmada trafik düzenlemesi, trafik istatistikleri incelenmiştir. Yine bu tezde yapıldığı gibi trafik düzenlemesi yapılırken gemilerin fiziksel olarak Boğaz'da rota değişimleri yapmaları, yüzey akıntıları ve seyirle ilgili kararları modelin dışında bırakılmıştır. Çalışmanın amacı Boğaz'a gelen gemileri kuyruğa sokmak olduğu için bu basitleştirme mantıklıdır. Trafik yoğunluğu, boğaz geçme süreleri ve gemilerin boğaza varma zamanları eldeki istatistiklerden bulunup stokastik bir şekilde modele dahil edilmiştir. Amaç kuyruk oluşumunu incelemek olduğu için kazalar da sadece Boğaz'ın kapalı kalma zamanı olarak incelenmiştir. Boğaz içerisinde kaza olma olasılığı vermek yerine istatistiksel olarak Boğaz'ın ortalama kapalı kalma süresi modele eklenmiştir. Daha sonra yine Boğaz'da kuyruk oluşması için gerekli koşullar TBDTDT'den alınmıştır. Daha sonra da simülasyon çalıştırılarak ulaşılan zamanlar tablolar halinde sunulmuştur (Mavrakis ve Kontinakis, 2008: 315-328).

Başka bir çalışma da Boğaz'ı transit geçecek gemilerin sıraya sokulması matematik bir model olarak analiz edilmiştir. Gemilerin geliş istatistikleriyle ilgilenilmemiş ancak TBDTDTUT'a göre nasıl sıraya girecekleri üzerinde durulmuştur. Gemiler KEGM talimatından farklı olarak başka isimlerle tiplere ayrılmışlardır. Ancak KEGM'in bugün kullandığı gemi tür ve tipleriyle benzeşmektedir. Bulunan model daha sonra Boğaz'da yapılan bir günlük gemi düzenlemesiyle karşılaştırılmış ve büyük oranda örtüştüğü görülmüştür (Ulusçu ve diğerleri, 2009: 59).

Diğer bir çalışmada İstanbul Boğazı'nda Deniz Kazaları Tahmin Modeli oluşturulmuştur. Bu çalışma bir simülasyon değildir ve yapay bir sinir ağı sistemi modellenerek İstanbul Boğazı'ndaki deniz kazalarının tahmininin yapılması amacıyla hazırlanmış bir doktora tezidir. Daha çok kaza nedenleri ve olma istatistikleriyle ilgilenen bir çalışmadır (Küçükosmanoğlu, 2012).

Yine simülasyon kullanılarak yapılmış İstanbul Boğazı ile ilgili çalışmalardan bazıları da, Camcı ve diğerlerinin 2009 tarihli, Eldemir ve diğerlerinin 2013, Özbaş ve diğerlerinin 2009, Yazıcı ve Otay'ın 2009 tarihli çalışmalarıdır.

Jale Nur Ece tarafından Boğaz üzerine yapılmış çalışmalar ve makaleler vardır. Ancak bu çalışmalar daha çok istatistiklerin değerlendirilmesi ve analizine odaklanmış kıymetli çalışmalardır (Ece, 2005).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### İSTANBUL BOĞAZI'NDAKİ PİLOTAJ HİZMETİNİN MODELLENMESİ

#### 3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

İstanbul Boğazı dünyanın jeopolitik ve stratejik önemi bakımından sayılı suyollarındandır. Akdeniz ve Karadeniz'i birbirine bağlayan bu suyunun sorunsuz işlemesi Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler için hayati önemdedir. İşte bu yüzden ve bu suyunun sorunsuz çalışmasının tüm bölgenin çıkarı gereği olmasından 1998'de resmi gazetede yayınlanan Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğüne göre İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nı geçen gemilere kılavuz kaptan almaları “*önemle tavsiye*” edilmektedir. Bu görev hali hazırda Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nün yetkisi altındadır. İstanbul boğazına gelen gemilerin geçişlerinin düzenlenmesi ve isteyen gemilere kılavuz kaptan hizmeti verilmesi bu kurum tarafından gerçekleştirilmektedir.

Ancak Boğazlar'daki emniyeti arttırmak için değişmez olan kılavuz kaptanların sayısının değerlendirilmesinde günümüze kadar bilimsel bir yöntem kullanılmamıştır. Bunun yerine daha çok deneysel ve deneyimsel yöntemlere başvurulmuştur.

Bu tezin amacı bu konuda karar vericilere ve paydaşlara İstanbul Boğazı'nda bulunması gereken kılavuz kaptan sayısının tespit edilebilmesi için dinamik bir simülasyon modeli sunmaktır.

#### 3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu araştırmanın yöntemi olarak İstanbul Boğazı Kılavuzluk Hizmetinin matematiksel olarak modellenmesi ve oluşturulan modelin simülasyon yöntemiyle analizi seçilmiştir. Yapılan analizler sonucunda değişik koşullar altında İstanbul Boğazı kılavuzluk hizmeti için gerekli kılavuz kaptan sayısının optimizasyonu yapılmıştır.

Model oluşturulmadan önce nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır.

Nitel araştırma yöntemi olarak KEGM'nün izni ve yönlendirmesi ile İstanbul Boğazı kılavuzluk hizmeti konusunda uzman olan, İstanbul Boğazı Baş Kılavuz Kaptanlarının ve yine kıdemli kılavuz kaptanların görüşlerine başvurulmuştur. Uzman görüşüne başvurma yöntemi kullanılırken yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Mülakatların sonucu toplanan veriler analiz edilerek model için önemli bulgulara ulaşılmıştır.

Nicel araştırma yöntemi olarak KEGM'nden özel izinle alınan ve Türk Boğazları'ndan 2010 ve 2011 yıllarında geçen bütün gemilerin bilgilerinin bulunduğu veritabanı analiz edilmiştir. Analizler, frekans hesapları ya da dağılımlar olarak incelenmiştir. Dağılımların tespit edilmesinde Arena Input Analyser V14 programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler modelin tasarlanması sırasında kullanılmıştır.

Model oluşturulurken “kılavuz kaptan sayısının” optimize edilmesinin sebebi balık kılçığı yöntemi ve pareto yöntemleriyle tespit edilen problem için en önemli değişkenin “kılavuz kaptan sayısı” olarak belirlenmesidir.

Model simülasyon yöntemiyle çalıştırıldıktan sonra elde edilen veriler nicel olarak incelenmiştir.

### **3.3. ARAŞTIRMANIN SINIRLARI**

Araştırmada kullanılan kılavuzluk hizmeti modeli tasarlanırken yönetimsel, finansal, çevresel ve psikolojik etmenler kapsam dışı bırakılmıştır. Kapsam dışı bırakılan kısıtlar Bölüm 3.4.5.'de detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Optimizasyon yöntemleri sırasında da kılavuz kaptan sayısı dışındaki diğer tüm değişkenler göz ardı edilmiştir. Model şu anda İstanbul Boğazı'nda verilen kılavuzluk hizmeti örnek alınarak tasarlanmıştır. İstanbul Boğazı deniz trafiği sadece bu hizmette kullanıldığı kadar modellenmiştir. Araştırma simülasyon yöntemi ve optimizasyon yöntemleri kullanılarak tamamlanmıştır.

### **3.4. KILAVUZLUK HİZMETİNİN MODELLENMESİ**

Bu başlık altında İstanbul Boğazı kılavuz hizmetinin nasıl modellendiği detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

#### **3.4.1. Sistemin Algoritmasının Hazırlanması**

Sistem modellemesinde en önemli etkenlerden biri oluşturulacak sistem sonucunda neyin elde edilecek olduğunun farkında olmaktır. Bu tür bir çalışmaya problemin formülize edilmesi denir ve bu çalışma şunları içerir;

- Kesin problemin bulunması
- Yapılacak çalışmadan istenen özel sonuçların belirlenmesi
- Sistemi tanımak (Chung, 2003: 2-1).

##### **3.4.1.1. Gerçek Problemin Tespiti**

Gerçek problemin başarılı tespiti hem modelleme yapan bilim insanına kolaylık ve açıklık getireceği gibi çıktıları analiz edecek diğer bilim insanlarının da sonuçları kolayca anlamasını sağlayacaktır. Gerçek problemin tespit edilmesinde iki farklı yöntem kullanılabilir. Bunlar “Balık Kılçığı Yöntemi” ve “Pareto Yöntemi” olarak adlandırılırlar (Chung, 2003: 2-2).

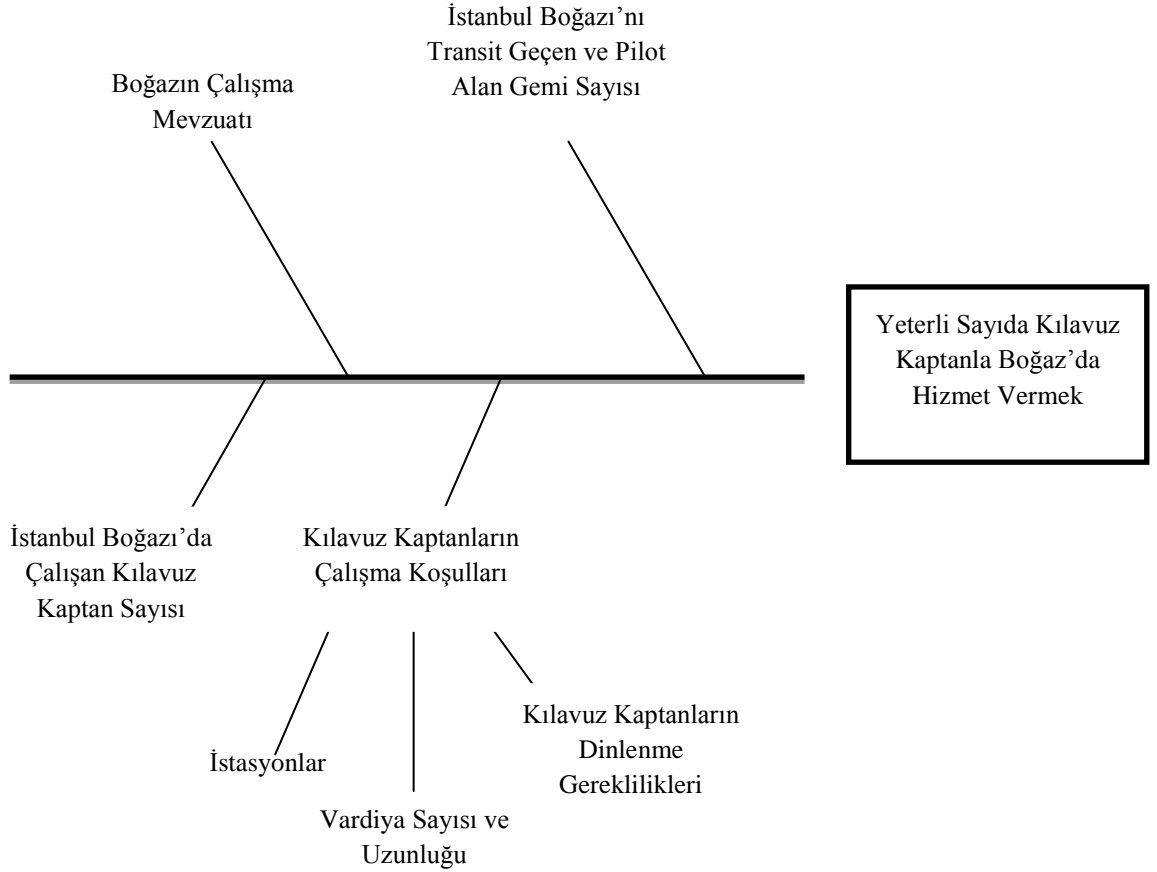
Bu tezde önce Balık Kılçığı Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem aslında bir sebep-sonuç ilişkisi diyagramıdır ve aynı zamanda Isıkawa diyagramı (Suzaki, 1987) olarak da bilinmekte olduğu Chung tarafından belirtilmiştir. Bu yöntem karmaşık sistemlerin incelenmesini kolaylaştırılır (Chung, 2003: 2-2).

Hackman ve Wageman 1995, Cromer ve diğerleri 2004, Pena ve diğerleri 2012 ve Haga ve Fukushima 2011 tarihli çalışmalarında bu tekniği sebep sonuç ilişkilerini incelemek için kullanmışlardır.

Yöntemde düz bir doğru çizilip sağ tarafın problemi temsil ettiği kabul edilir. Daha sonra çizilen düz doğruya balık kılçığına benzer çizgiler çizilir. Bu çizgiler problemin çözümüne etki eden kavramlar olarak kabul edilir. Eğer çizilen bu çizgiler

daha da karmaşıklaşıyorsa kılçıkların uçlarına her yeni kavram için bir çizgi daha eklenir. Bu yöntemle tez için yapılmış olan Şekil 5 aşağıdadır.

**Şekil 5:** Boğaz'da Emniyetli Hizmet Vermek İçin Yeterli Kılavuz Kaptan Sayısının Bulunması Amacıyla Oluşturulmuş Balık Kılçığı diyagramı



Bu şekilde görüldüğü gibi problemimiz için 4 temel değişken vardır. Çalışmada bu 4 temel konu ele alınmalıdır. Bu konular;

- Kılavuz kaptanların çalışma koşulları,
- İstanbul Boğazı'nda çalışan kılavuz kaptan sayısı,
- Boğaz'ın çalışmasıyla ilgili mevzuat,
- İstanbul Boğazı'nı transit geçen ve kılavuz kaptan alan gemi sayısıdır.

Pareto yöntemi ise yukarıda bulunan dört temel değişkenden hangisinin istenen sonucu vermekte en önemli olacağını anlamak için kullanılır. Chung 2003 tarihli kitabında bu konuyu şu şekilde anlatmıştır;

Bu yöntemin kurucusu İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto'dur. Pareto'nun en önemli tespiti sistemlerde sebep sonuç ilişkisi incelendiğinde en çok sonucu değiştiren faktörün sistemin değişkenlerinden az bir kısmıyla alakalı olmasıdır. Pareto, hatta buna 80-20 kuralı adını vermiştir. Örnek olarak bir sistemde çıkan hataların %80'nin sistemi etki eden faktörlerin %20'si yüzünden olduğunu söylemiştir. Her ne kadar bu oran sihirli bir oran sayılmasa bile yapılan birçok çalışmada bazı faktörlerin sonuç üzerinde daha büyük etkileri olduğu görülmüştür (Chung, 2003: 2-3).

Pareto prensibi her ne kadar tartışmaya açık olsa da (Brynjolfsson ve diğerleri, 2011: 1376) , hala birçok çalışmada (Fotopoulos ve diğerleri, 2011: 578) kullanılmaktadır.

Bu prensibe göre yukarıdaki şartları incelediğimizde, problemde en büyük farkı yaratacak olan etken İstanbul Boğazı'nda çalışan kılavuz kaptan sayısı olmaktadır. Çünkü diğer üç etken değiştirilmesi kolay olmayan etkenlerdir. Kılavuz kaptanların çalışma koşullarında iyileştirme yapılması basit gibi gözükse de günümüze kadar tecrübe edilen durum, Boğaz kılavuz kaptanlarının iş yoğunluğu dolayısıyla zorlandıkları zamanlarda Boğaz'a yeni kılavuz kaptan alınması ile kılavuz kaptanların rahatlatılması, ilk eylem olmuştur. Çünkü yeni kılavuz kaptan görevlendirilmesi, diğer kılavuz kaptanların çalışma saatlerinde en belirgin farkı yaratan etkendir. Bu fikir nitelik analizinde tespit edilmiştir.

Bu yüzden tezde optimizasyon konusunda ölçüte göre kılavuz kaptan sayısının değiştirilmesi yoluna gidilmiştir.

#### **3.4.1.2. Sistemi Tanımak**

Sistemi tanımak, gerekli algoritmayı yazabilmek için vazgeçilmezdir. Bunun en iyi yolu bilim insanının sistemle ilgili karar vericilerle ve paydaşlarla görüşmeler yapmasıdır. Bu görüşmeler sonucunda sistemin işleyişi konusunda fikir sahibi olan bilim insanı modelleme konusunda daha başarılı olabilecektir (Chung, 2003: 2-5).

Sistemi iyice anlamak için KEGM'den alınan izinle KEGM'e bağlı İstanbul Boğaz kılavuz kaptanlarıyla kılavuz kaptan istasyonlarında görüşmeler yapılmıştır. Ek olarak yine KEGM'e bağlı İstanbul trafik kontrol Merkezine gidilerek baş trafik kontrol operatörüyle görüşme yapılmıştır.

### **3.4.1.3. Yapılacak Çalışmadan İstenen Çıktıların Belirlenmesi**

Sistemin tanımlanması bittikten sonra yapılacak çalışmadan istenen çıktıların tespit edilmesi gerekir (Chung, 2003: 2-6).

Bölüm 3.4.1.1'de belirtildiği üzere Boğaz'da emniyetin artırılması için dinlenmiş kılavuz kaptanlarla hizmet verilmesi çalışmanın konusudur. Bu da sistemin bunu ölçecek şekilde düzenlenmesi gerektiğini göstermektedir. KEGM'nin hizmet talimatlarına göre kılavuz kaptanlar her zaman yeterince dinlenmiş olmalıdır. Ancak "yeterince" dinlenmenin saat olarak karşılığı bu talimatlarda gösterilememektedir. Bu konu hakkında yapılan çalışmalara Bölüm 1.2.6.'da değinilmiştir. Sonuç olarak istenilen çıktı için "kılavuz kaptanların ne kadar dinlendiğinin ölçülmesi" başlığı çıkmıştır. Ancak burada yine Pareto prensibiyle karar verdiğimiz değer olan "Kılavuz Kaptan sayısı"na göre bu dinlenmenin ölçülmesi sağlanmıştır. Diğer veriler farklı deneylerde değiştirilerek, sisteme ve kılavuz kaptanların dinlenmelerine olan etkileri incelenmiştir.

### **3.4.2. Sistem Verilerinin Tespit Edilmesi**

Bu bölüm altında nicel ve nitel yöntemlerle model oluşturulurken kullanılan verilerin nasıl toplandığı anlatılmıştır.

#### **3.4.2.1. İstatistiksel Veriler**

Bu tez için Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü Basın Tanıtım ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü'nden 26.11.2012 tarihli ve DEÜ.0.9.29.01.00/2040 sayılı yazıyla istenilmiş olan ve Boğazlar'dan 2010 ve 2011 yıllarında geçen bütün gemilerin bilgilerinin bulunduğu bir veritabanı, yine Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü Basın

Tanıtım ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü'nün onayı ve katkısıyla bu tez için kaynak olarak alınmıştır. Veritabanı içerisinde her gemi için aşağıdaki maddeler kayıt edilmiştir.

1. Hangi Boğaz'dan geçtiği
2. Geçiş Yılı
3. Geçiş Ayı
4. Hareket No
5. Geçiş Yönü
6. Gemi Tipi
7. Bayrak
8. Hazmat
9. Cinsi
10. Planlama Grubu
11. Tam Boy
12. Deklere Hız
13. Ortalama Hız
14. Gros Tonu
15. Dedveyti
16. İnşa Yılı
17. Draftı
18. Giriş Zamanı
19. Çıkış Zamanı
20. Geçiş Süresi
21. İlk Kontak Zamanı
22. Girişe Hazır Zamanı
23. Toplam Bekleme Süresi
24. Planlanan Bekleme Süresi
25. Kılavuz Alıp Almadığı
26. Römorkör Alıp Almadığı

İki yıl içerisinde, İstanbul ve Çanakkale Boğazı'nı da içeren 192.750 kayıt bu veritabanında bulunmaktadır. Bu kayıtların 100.690 tanesi İstanbul Boğazı'yla, dolayısıyla bu tezle ilgilidir.

İstanbul Boğazı'ndan her iki yönden, 2010 yılında geçen gemi sayısı 50882'dir. Her iki yönden, 2011 yılında geçen gemi sayısı ise 49.808'dir. Gözlenen azalma 2011 yılında sürmekte olan küresel krize bağlanabilir. Bazı değerler için her iki yılın ortalaması kullanılarak hesap yapılacaktır. Burada gemi geliş sıklığında küçük bir fark olduğu görülmektedir ancak iki yılın ortak verileri kullanıldığında birçok diğer istatistiksel değer daha büyük bir veri tabanından ölçülebilecektir. Aşağıda Tablo 1'de istatistikler verilmiştir.

**Tablo 1:** İstanbul Boğazı İle İlgili Bazı İstatistikler

	2010	2011	2010 ve 2011 Ortalaması
Boğaz'a Gelen Gemi Sayısı	50.882	49.808	50.345
Kuzeyden Güneye Geçen Gemi Sayısı	25.537	24.856	25.196,5
Güneyden Kuzeye Geçen Gemi Sayısı	25.345	24.952	25.148,5
Kuzeyden Güneye Geçen Gemilerin Geçiş Süre Ortalaması(Saat)	1,54	1,51	1,53
Güneyden Kuzeye Geçen Gemilerin Geçiş Süre Ortalaması(Saat)	1,90	1,89	1,89

#### 3.4.2.1.1. Varış Zamanları

KEGM verileri kullanılarak Boğaz'a gelen gemilerin geliş sıklıkları incelenmiştir. Geliş sıklıklarının ortalamasını (ilk temas zamanları arasındaki zaman farkları) almak mümkünse de bu tür bir yaklaşım aslında stokastik olan geliş aralığını deterministik bir hale dönüştürüp, kuracağımız modelde hatalara sebep olacaktır. Bunun yerine geliş sıklıkları bir dağılım olarak incelenmiştir.

Yukarıda anlatıldığı üzere iki yıllık toplam veriden analiz yapılması yoluna gidilmiştir. Yaz aylarında Boğaz trafiğinin arttığı bilinmektedir. Ancak yapacağımız modelde bu tür gemi geliş sıklığını değiştirmek yerine son iki yılın tüm verileri alınarak mevsimsel farklar model dışında bırakılmıştır.

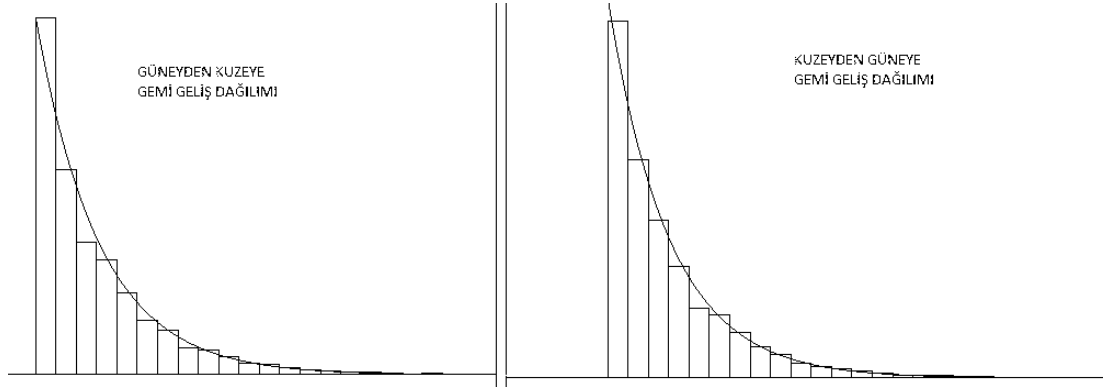
KEGM'nin 2010 ve 2011 veritabanına göre gelen gemiler geliş yönlerine göre iki gruba ayrıldıktan sonra ilk temas zamanları gemilerin İstanbul Boğazı'na geliş sıklıklarını belirlemek için kullanılmıştır. İlk temas zamanının alınma sebebi gemiler boğaza yaklaşırken ilk temaslarını Boğazlar'da herhangi bir sıraya girmeden yaklaşık 24 saat önce yaptıkları içindir. Bu da gemilerin gerçekte boğaz geliş zamanlarından 24 saat önce birbirlerinden tamamen bağımsız olarak Boğaz'a varma zamanlarını açıklamaları demektir. Boğaz'a giriş zamanları alınmış olsaydı, tespit edilen zamanlar VTS tarafından düzenlenen zamanlar olacaktır ve modelde kullanılmaları hataya sebep verecektir. Bu şekilde gerçekte gemilerin asıl geliş dağılımlarının izlenebilmesi sağlanmıştır.

Daha önce gemi trafiği geliş dağılımları konusunda yapılan çalışmalarda ki bunlar Hu 2009, Kia 2002, Merrick 2005 tarihli çalışmalardır, üssel dağılıma göre açıklanmıştır. Ancak literatürdeki bu bilgiye rağmen veritabanından alınan veri analiz edilmiştir. Verilerin analiz edilmesi için Rockwell, Arena Input Analyser V14 adlı yazılım kullanılmıştır. Aynı şekilde bu program birçok bilimsel makalede veri analizinde kullanılan bir programdır. Örnek olarak Wang ve diğerleri 2005, Wijewickrama ve diğerleri 2006 ve Snowdon ve diğerleri 2000 tarihli çalışmalarında bu programı kullanmışlardır.

Veriler güneyden kuzeye ve kuzeyden güneye geçen gemiler için ayrı ayrı ve 2010, 2011 yılı birlikte girilmiştir. Çıkan sonuçlara göre en yakın dağılım üssel dağılım olarak ortaya çıkmıştır. İstatistiksel kare hatasının en düşük olduğu dağılım budur. Üssel dağılımın grafiği aşağıda şekil 6'da düz çizgi olarak görülmekteyken, veritabanından karşılaştırılan veriler çubuk olarak görülmektedir. Görüldüğü üzere dağılımın üssel dağılım olarak alınması uygun görülmüştür.

100.690 verinin Input Analyser'dan geçirilmesiyle elde edilen üssel dağılımlar, Kuzeyden güneye  $\text{expo}(20.7)$ , Güneyden kuzeye  $\text{expo}(20.5)$  olarak hesaplanmıştır.

**Şekil 6:** Kuzeyden Güneye ve Güneyden Kuzeye Ampirik Gemi Gelişlerinin Üssel Dağılım Grafiğiyle Karşılaştırılması



#### **3.4.2.1.1. Gemi Tipleri**

Modelde kullanılacak başka bir veri de İstanbul Boğazı'ndan geçecek gemi tiplerinin tespit edilmesidir. Buradaki amaç gemi gelişlerinin üssel dağılımını gelen gemi tipi frekansıyla doğru orantılı olarak formülize etmektir. Bu şekilde modelde sisteme girecek gemi tipleri gerçekte istatistiksel olarak saptanan oranlarıyla oluşturulabilecektir. Bu değişken modelin önemli stokastik bir parçasıdır.

Boğaz'a gelen gemi tiplerinin ayrılması KEGM tarafından tez için sağlanan verilerde TBDDTUT'a göre yapılmıştır. KEGM'in bunu yapmaktaki amacı, gelen gemileri uygun koşullarda Boğaz'dan geçirebilmeleri için programlayabilmektir. Modelimizde de KEGM kurallarına uygun olarak bir geçiş programlaması yapılmıştır.

KEGM planlama grupları şunlardır;

Gemilerin Tip, taşıdıkları tehlikeli yük ve boylarına göre sınıflandırılması.

Öncelikli

A- 1-MPR, (Yolcu, Yat tipi gemiler, Canlı Hayvan Gemisi )

2-NAV (Askeri gemiler)

- B- Tehlikeli Yük Taşımayan ( Imo 1,2,7, 5.1,5.2,6.2) tanker haricindeki gemiler  
1-G12 : 150 MT den küçük gemiler,  
2-G3 :150-200 MT aralığındaki gemiler,  
3-G4 :200-250 MT aralığındaki gemiler  
4-G5 :250 MT den büyük gemiler. (Gündüz Geçer)
- C- Tehlikeli Yük Taşıyan ( Imo 1,2,7, 5.1,5.2,6.2) tanker haricindeki gemiler ve Tankerler.  
1-T12 :150 MT den küçük  
2-T3 :150-200 MT aralığı  
3-T4,5 :200 MT ve büyük ( Gündüz Geçer)
- D- Yedekli Geçen Gemiler ( Gündüz Geçer)
- E- 300 MT üzeri özel geçişe tabi gemiler. (Gündüz Geçer)

Boğaz'a gelen gemi tiplerinin bulunabilmesi için gemiler geçiş yönlerine göre ayrılmıştır. Daha sonra tiplerine göre yapılan frekans analizi sonucu aşağıdaki tablo oluşturulmuştur. Burada dikkat edilen nokta Tablo 2'de görüldüğü üzere bazı gemi tiplerinin frekansları (G5 ve NAV) diğer gemi tiplerine göre çok azdır. Her ne kadar bu tip gemilerde Boğaz'da kılavuz kaptan kullanabilse de özellikle G5 tipi gemiler özel tahsis edilen izinle Boğaz'a girdikleri zaman Boğaz trafiğinin kapatılmasına yol açmaktadırlar. Bu da aslında kılavuz kaptanların dinlenme saatlerinde normal olmayan bir uzamaya neden olacaktır. Deney amacına ters düşeceği için bu tip gemiler modellenmemiştir.

NAV tipi gemiler oran olarak az olmasına rağmen, modellenmiştir. Ancak geçiş şartları MPR tip gemilerle aynı olduğu için frekansları MPR gemilere eklenerek olasılık toplam olarak belirlenmiştir. TBDDTUT'a göre aralarında bir öncelik farkı bulunmamaktadır. Kılavuz kaptan kullanım frekanslarında fark olmasına rağmen hata oluşmaması için bu iki gemi beraber toplanarak kılavuz kaptan kullanma frekansları hesaplanmıştır.

**Tablo 2 :** İstanbul Boğazı'nı 2010 ve 2011 Yıllarında Geçen Gemilerin Tip Frekans Dağılımları

	Güneyden Kuzeye Geçenler		Kuzeyden Güneye Geçenler	
	Sayısı	Frekansı	Sayısı	Frekansı
<b>MPR</b>	585	1,16	591	1,18
<b>NAV</b>	96	0,19	104	0,21
<b>G12</b>	32886	65,38	32728	65,07
<b>G3</b>	5874	11,68	5966	11,86
<b>G4</b>	554	1,10	588	1,17
<b>G5</b>	6	0,01	6	0,01
<b>T12</b>	5163	10,27	5345	10,63
<b>T3</b>	4463	8,87	4417	8,78
<b>T4-5</b>	670	1,33	648	1,29
<b>Toplam</b>	50297	100	50393	100

Yedekli geçen gemiler çok az sayıdadır. Bununla beraber KEGM planlama açısından bu gemileri tablodaki gemi tiplerinin içinde sınıflandırdığı için ayrıca istatistikleri ölçülmemiştir.

#### 3.4.2.1.3. Boğaz'a Giriş Aralığı

Boğaz'da Kılavuzluk hizmetinin modellemesi yapılırken dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da modelde kaynak olarak hangi değer kullanılacağıdır. Boğaz'da asıl giriş aralığı TBGTH tarafından gemiler arası mesafe üzerinden hesaplanmaktadır. Ancak bu mesafe yerine saatte 6 gemi gibi bir sayı Gemi Trafik Hizmetleri operatörlerince kullanılmaktadır. Boğaz trafiğinde yoğunluk olduğu zaman saatte 7 geminin geçişine de izin verilmektedir. KEGM 2010 ve 2011 verileri analiz edildiğinde kuzeyden ve güneyden Boğaz'a gemi giriş zamanları Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3:** İstanbul Boğazı'nı 2010 ve 2011 Yıllarında Geçen Gemilerin Boğaz'a Arka Arkaya Giriş Zamanları Ortalaması

Güneyden Kuzeye Geçen Gemiler İçin Boğaz'a Arka Arkaya Giriş Zamanı	7,84 dakika
Kuzeyden Güneye Geçen Gemiler İçin Boğaz'a Arka Arkaya Giriş Zamanı	8,10 dakika

Tablo 3'deki değerlerde dikkat edilmesi gereken durum bu oranların yaklaşık olarak 1 saatte 7 gemiye denk düşmesidir. Ancak Gemi Trafik Hizmetlerinin kurallarına göre iki kılavuz kaptanlı gemi arasında 10 dakika zaman bırakılmaktadır. Bu yüzden tez çalışmasında kılavuz kaptan alan iki gemi arası 10 dakika, kılavuz almayan gemiler ise 7 dakika arayla Boğaz'a alınacaklardır.

#### **3.4.2.1.4. Boğaz Trafik Yönü**

Boğaz Montrö Antlaşması gereğince iki taraflı trafiğe açık olsa da, Marmaray Projesi adıyla bilinen İstanbul Boğazı altından geçecek raylı sistem tünelinin yapılması yüzünden tek yönlü trafiğe açık tutulmaktadır (KEGM 2010-2011 verileri). KEGM istatistiklerine göre Boğaz 12 saat güneyden kuzeye, 12 saat kuzeyden güneye açık tutulmaktadır. Bu saatler kesin değildir. Deniz trafik yoğunluğu, bir tarafta çok gemi bulunması, akan trafik yönünde gemi kalmaması gibi sebeplerle bu saatler değiştirilebilmektedir. Tez çalışmasında geliştirilen modellemede bu karar verme mekanizması algoritma içine işlenmiştir.

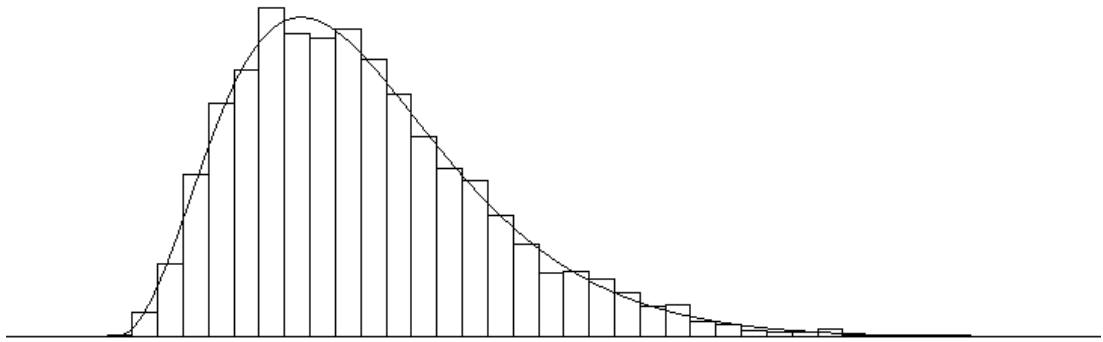
#### **3.4.2.1.5. Boğaz Geçiş Süresi**

Model için bir başka önemli konu da gemilerin Boğaz geçişlerini ne kadar sürede tamamladıklarıdır. İstatistiki olarak gemilerin güneyden kuzeye ve kuzeyden güneye geçişleri birbirinden farklıdır. Bunun en büyük sebebi genelde kuzeyden güneye akan yüzey akıntılarıdır.

KEGM 2010-2011 verilerinden geçiş süreleri analiz edildiğinde ortalama değerler bulmak mümkündür. Ancak sadece ortalama değerler verilirse deney deterministik bir bakış açısına dönecek ve hatalı sonuç verecektir.

Bu geçişlerin stokastik olduğu göz önüne alındığında bir dağılım olarak incelenmesi gerektiği açıktır. Verilerin analiz edilmesi için Rockwell, Arena Input Analyser V14 adlı yazılım kullanılmıştır. Bu analizin sonucunda güneyden kuzeye geçiş için bulunan dağılım Erlang dağılımı olmuştur. Tanımlama olarak da formülü “1+erla (0,222, 4 )” bulunmuştur. Analyser sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım budur (0,000435). Veriler ve erlang dağılımının grafiği Şekil 7’de gösterilmiştir.

**Şekil 7:** Güneyden Kuzeye Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



Aynı şekilde kuzeyden güneye geçiş içinde dağılımın tespit edilmesi için Arena Input Analyser V14 adlı yazılım kullanılmıştır. Bu analizin sonucunda da kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olmuştur. Tanımlama olarakta formülü “1+erla (0,105, 5)” olarak bulunmuştur. Analyser sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım Erlang dağılımıdır (0,000520). Veriler ve Erlang dağılımının grafiği Şekil 8’de gösterilmiştir.

**Şekil 8:** Kuzeyden Güneye Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselsel Karşılaştırılması



Bu değerlerin, KEGM verilerindeki ortalama değerlere benzerliği, tanımlanan dağılımın verdiği sonuçlarla karşılaştırılarak aşağıdaki Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4:** İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin KEGM İstatistik Verileriyle Analiz Edilmiş Stokastik Dağılımlarının Karşılaştırılması

		KEGM Verileri (saat)	Erlang Dağılımı (saat)
Güneyden Kuzeye Geçiş	En uzun geçiş	4	4,49
	En kısa geçiş	1,13	1,04
	Ortalama	<b>1,89</b>	<b>1,88</b>
Kuzeyden Güneye Geçiş	En uzun geçiş	4	2,92
	En kısa geçiş	1,13	1,04
	Ortalama	<b>1,53</b>	<b>1,53</b>

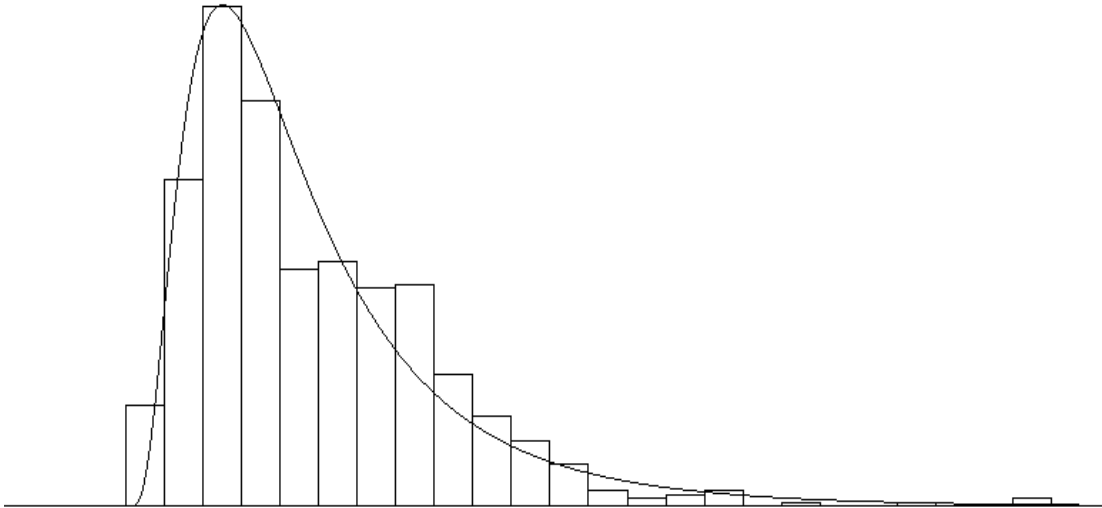
Erlang dağılımı devamlı bir olasılık dağılımıdır. Üssel ve Gamma dağılımlarına uygulanabilirliği yüzünden yaygın bir şekilde bilimsel olarak kullanılmaktadır. Denizcilikte kullanıldığı çalışmalar arasında Jin ve diğerlerinin 2004 yılı çalışmasında konteyner servis zaman dağılımları, Bushnell ve diğerlerinin 1980 tarihli çalışmasında kanal havuzlarını geçen gemilerin geçiş sürelerinin dağılımları bu yöntemle açıklanmıştır. Tütün ve Özgecan'ın 2008 tarihli çalışmasında da İstanbul Boğazı'ndaki servis süreleri için Erlang dağılımını kullanmıştır.

Yapılacak deneyin geçerliliği için farklı gemi tiplerinin Boğaz geçişlerinin farklı olması gerektiği açıktır. Bu yüzden tüm gemi tiplerinin Boğaz geçiş süreleri

KEGM'nin 2010 – 2011 verilerinden alınarak Arena Input Analyser V14'le analiz edilmiştir. Gemi tiplerine göre dağılımlar şöyledir;

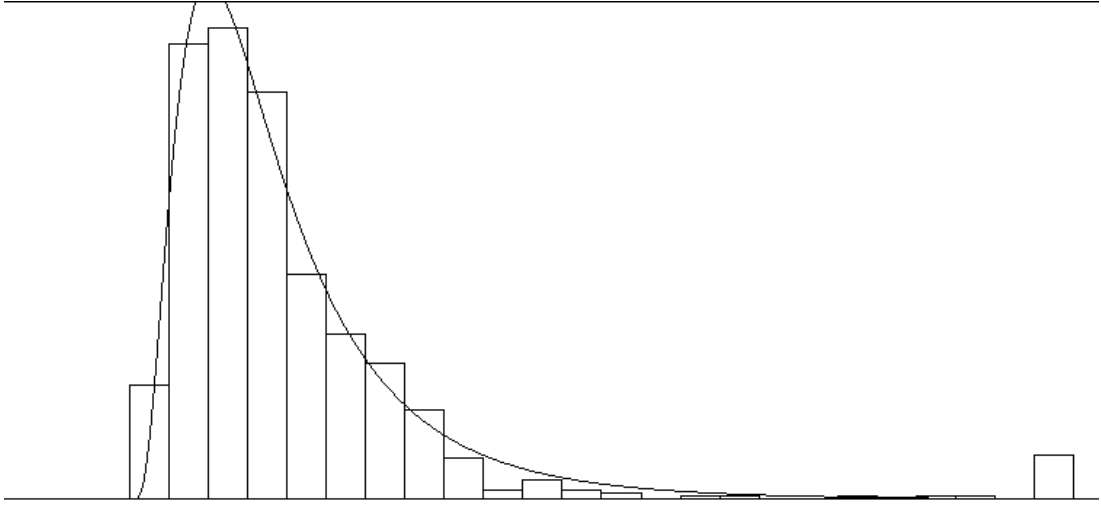
MPR+NAV tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılım olarak bulunmuştur. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,003881). Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,678, 0,514)$  tespit edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarına göre p değeri = 0,0181'dir. Ortalama geçiş süresi değeri 1.67 saat, standart sapması 0,442'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 9'da verilmiştir.

**Şekil 9:** Güneyden Kuzeye MPR+NAV Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



MPR+NAV tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılım olarak bulunmuştur. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,001366). Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,548, 0,415)$  tespit edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarına göre p değeri  $> 0,15$ 'dir . Ortalama geçiş süresi değeri 1.56 saat, standart sapması 0,514'dür. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 10'da verilmiştir.

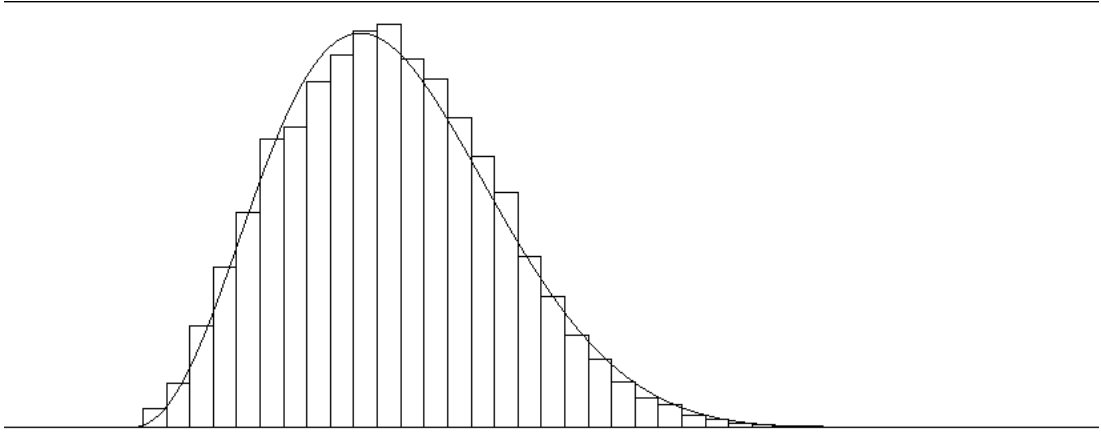
**Şekil 10:** Kuzeyden Güneye MPR+NAV Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



Lognormal dağılım istatistikte rastgele değişkenlerin logaritmaları normal olarak dağılıyorsa kullanılan bir yöntemdir. Lognormal dağılımlar rastgele bir X değişkeninin  $\log(X)$ 'i normal bir şekilde dağılıyorsa modellemede kullanılmaktadır. Çalışmada MPR+NAV tipi gemilerin geçiş sürelerinin lognormal dağıldığı Kolmogorov-Smirnov test sonucuyla ispat edilmiştir. Literatürde daha çok hizmet süreleri ve ücretlendirmelerde kullanılan bir dağılım biçimidir (<http://www.bbk.ac.uk/cfc/papers/nomikos.pdf>, 27.06.2013).

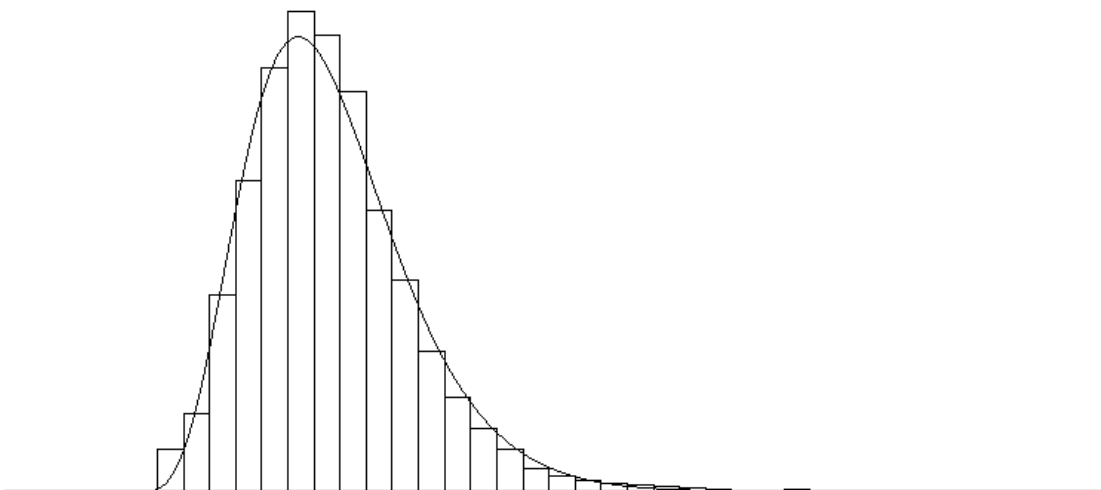
G12 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Beta dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + 3,53 * \text{Beta}(4,13, 10,1)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir. Ortalama geçiş süresi değeri 2,02 saat, standart sapması 0,411'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 11'de verilmiştir.

**Şekil 11:** Güneyden Kuzeye G12 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Beta Dağılımına Göre Grafikselsel Karşılaştırılması



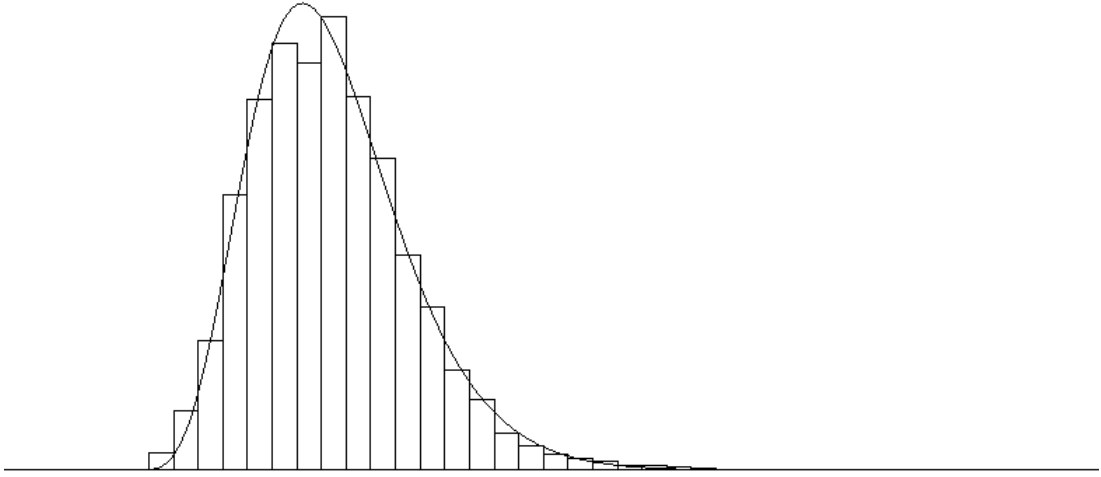
G12 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Erla}(0,0956, 6)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir. Ortalama geçiş süresi değeri 1,57 saat, standart sapması 0,241'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 12'de verilmiştir.

**Şekil 12:** Kuzeyden Güneye G12 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselsel Karşılaştırılması



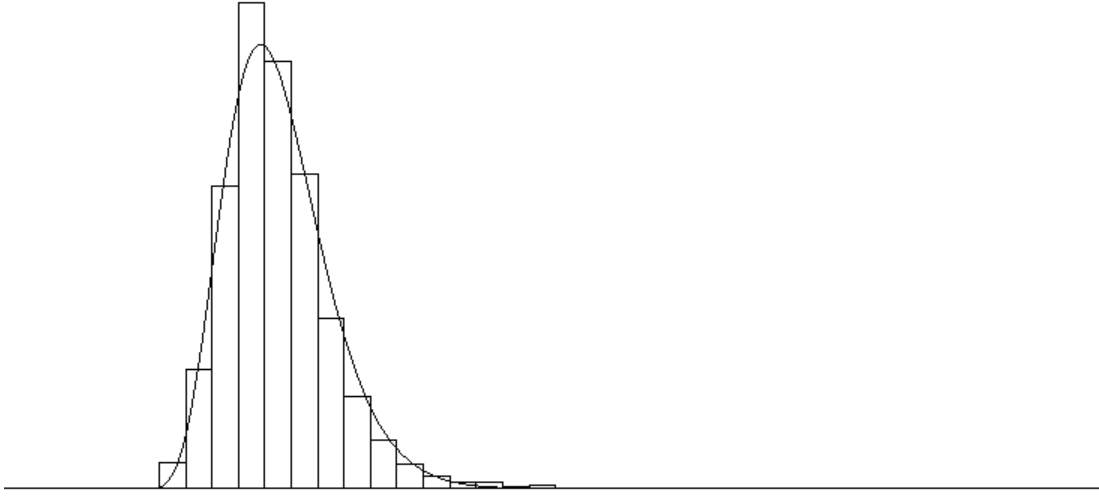
G3 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Erla}(0,0901, 7)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir (0,000476). Kolmorov-Smirnov testine göre p değeri 0.123'dür. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,63 saat, standart sapması 0,247'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 13'de verilmiştir.

**Şekil 13:** Güneyden Kuzeye G3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



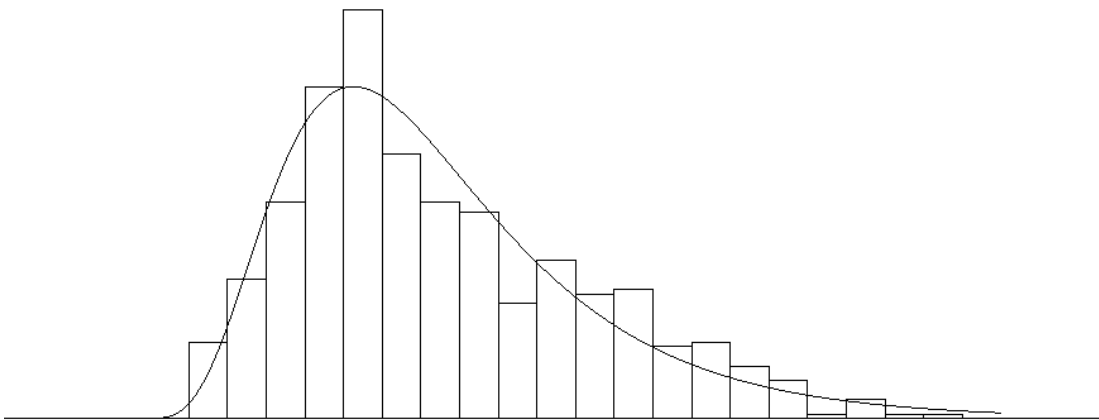
G3 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Erla}(0,0516, 8)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir (0,001207) . Ortalama geçiş süresi değeri 1,41 saat, standart sapması 0,161'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 14'de verilmiştir.

**Şekil 14:** Kuzeyden Güneye G3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



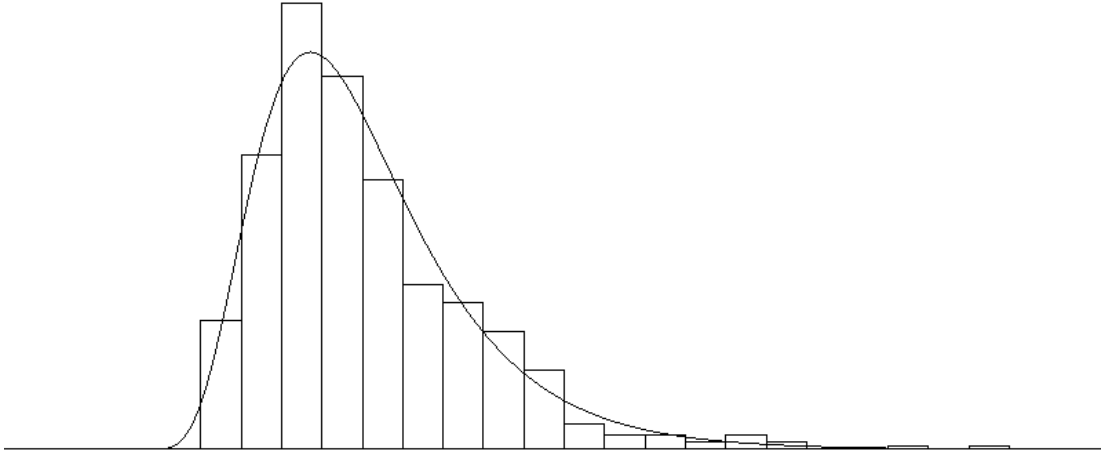
G4 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılım olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,544, 0,265)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,003060). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p > 0,15$ 'dir. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,54 saat, standart sapması 0,243'dür. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 15'de verilmiştir.

**Şekil 15:** Güneyden Kuzeye G4 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



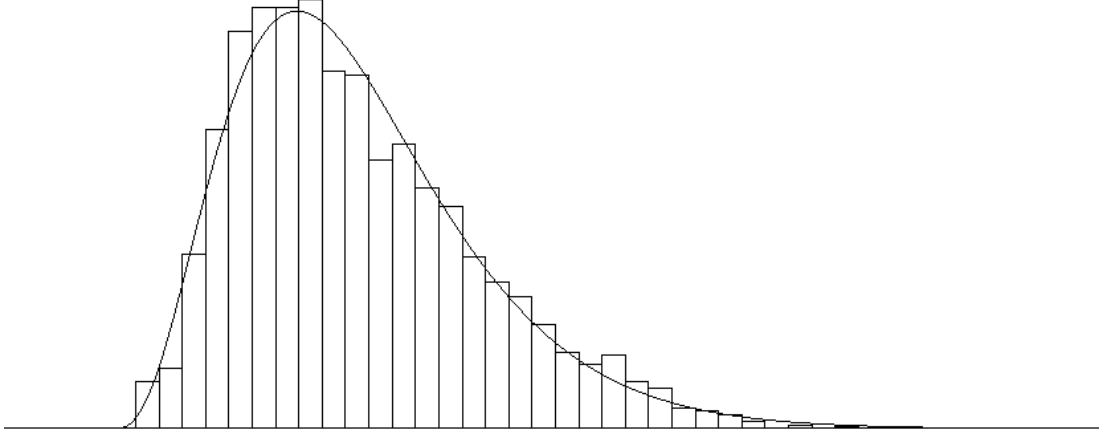
G4 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılım olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,38, 0,164)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,001644). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p > 0,15$ 'dir. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,38 saat, standart sapması 0,168'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 16'de verilmiştir.

**Şekil 16:** Kuzeyden Güneye G4 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



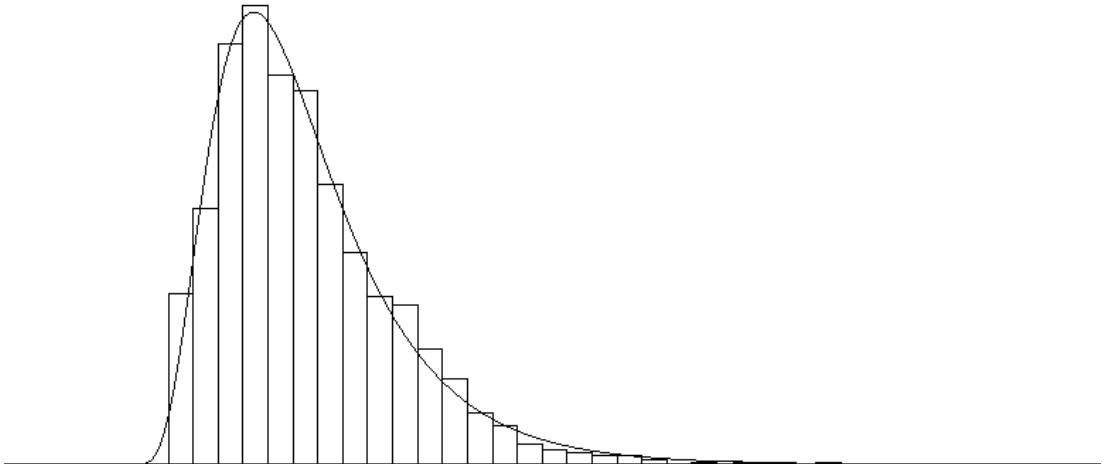
T12 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Erla}(0,197, 4)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir (0,000516). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p = 0,14$ 'dür. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,79 saat, standart sapması 0,389'dur. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 17'de verilmiştir.

**Şekil 17:** Güneyden Kuzeye T12 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafiksle Karşılaştırılması



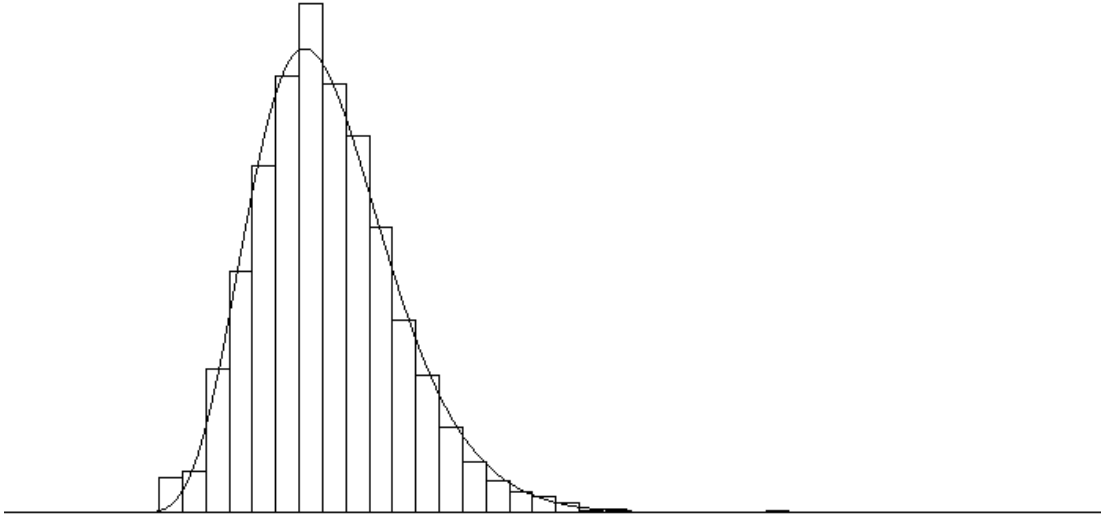
T12 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,446, 0,225)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,000669). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p = 0,134$ 'dür. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,44 saat, standart sapması 0,217'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 18'de verilmiştir.

**Şekil 18:** Kuzeyden Güneye T12 tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafiksle Karşılaştırılması



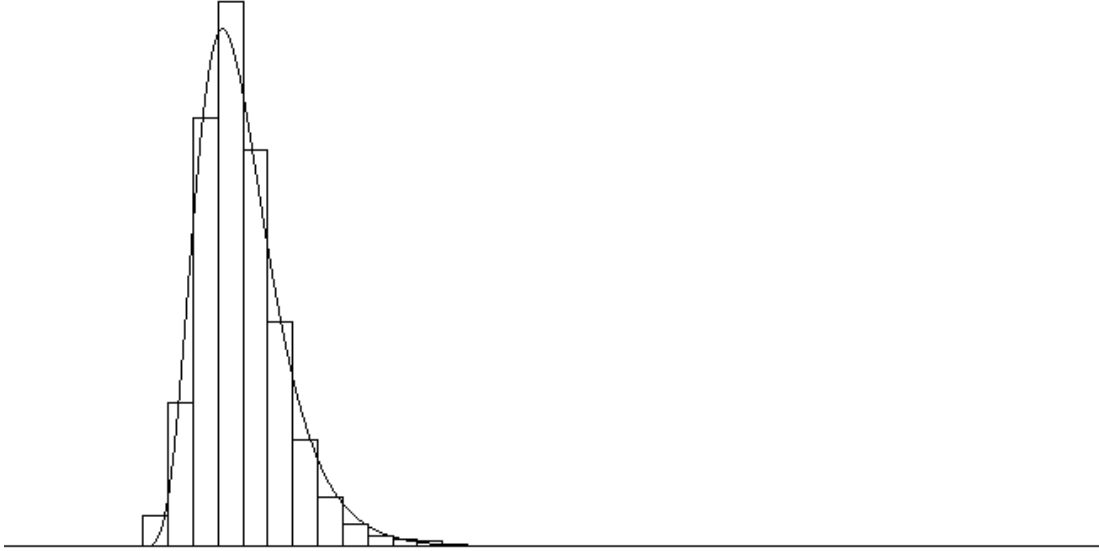
T3 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Erlang dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Erla}(0,0575, 9)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak tespit edilmiştir (0,000488). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p > 0,15$ 'dir. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,52 saat, standart sapması 0,177'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 19'de verilmiştir.

**Şekil 19:** Güneyden Kuzeye T3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Erlang Dağılımına Göre Grafıksel Karşılaştırılması



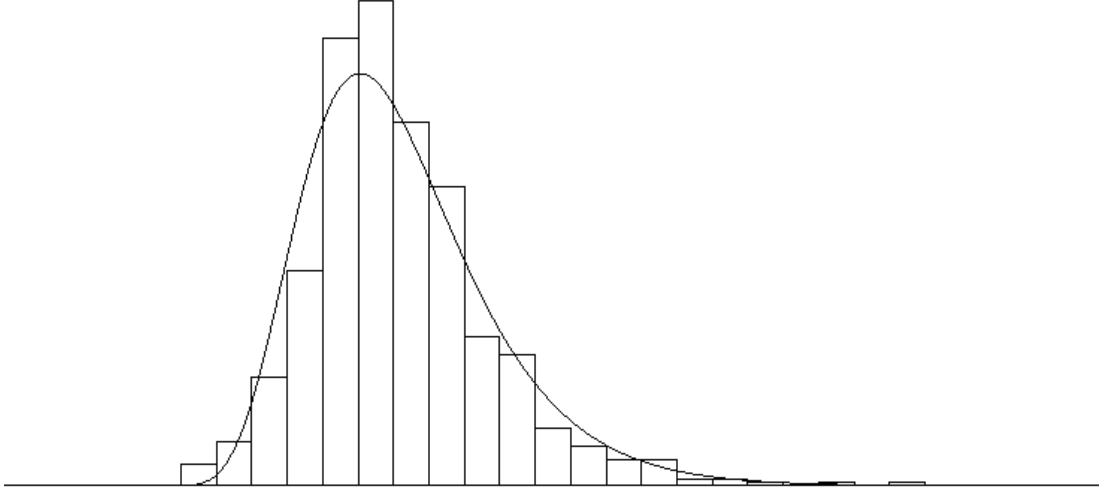
T3 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,373, 0,133)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,001420). Kolmorov-Smirnov testine göre  $p < 0,01$ 'dir. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,37 saat, standart sapması 0,146'dır. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 20'de verilmiştir.

**Şekil 20:** Kuzeyden Güneye T3 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselsel Karşılaştırılması



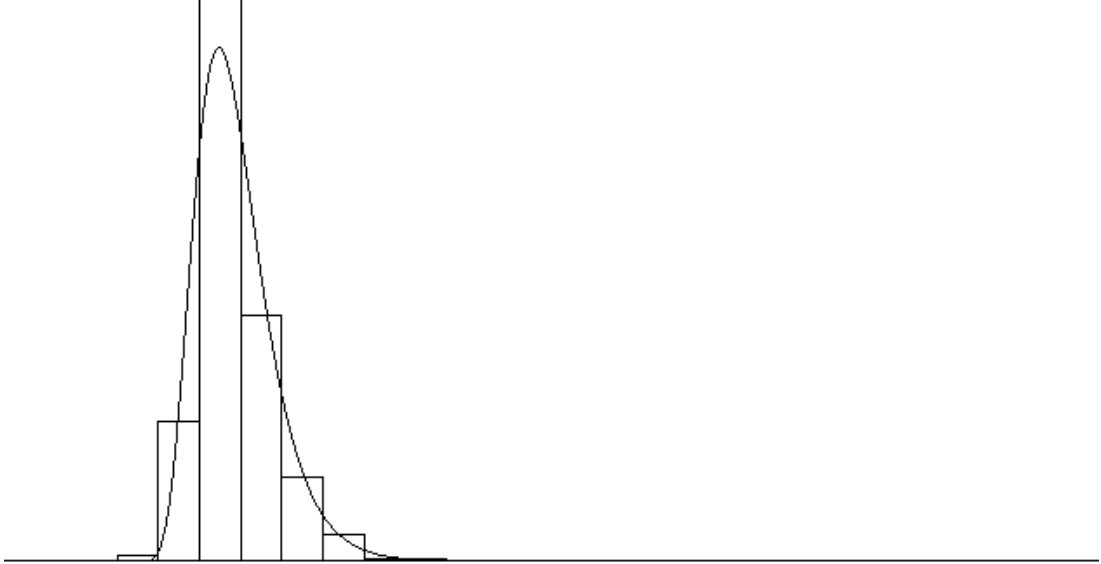
T4-T5 tipi gemiler için güneyden kuzeye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,492, 0,161)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,003997). Kolmorov-Smirnov testine göre p değeri 0,0403'dür. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,49 saat, standart sapması 0,156'dır. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 21'de verilmiştir.

**Şekil 21:** Güneyden Kuzeye T4 – T5 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



T4 – T5 tipi gemiler için kuzeyden güneye geçiş süresi dağılımı Lognormal dağılımı olarak bulunmuştur. Tanımlama olarak formülü  $1 + \text{Logn}(0,41, 0,136)$  tespit edilmiştir. Kare hatası test sonuçlarına göre, en düşük kare hatasına sahip dağılım olarak Lognormal dağılımı tespit edilmiştir (0,001420). Kolmorov-Smirnov testine göre p değeri 0,138'dir. Ortalama Boğaz geçiş süresi değeri 1,41 saat, standart sapması 0,172'dir. İstatiksel dağılımın grafiği Şekil 22'de verilmiştir.

**Şekil 22:** Kuzeyden Güneye T4 – T5 Tipi Gemi Boğaz Geçiş Sürelerinin Lognormal Dağılımına Göre Grafikselleştirilmesi



Dolayısıyla modelde her gemi tipi ve geminin Boğaz geçiş yönüne göre Boğaz'ı geçişi bir dağılımla gösterilmiştir. Dağılımlar aşağıda Tablo 5'de gösterilmektedir.

**Tablo 5:** İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin Tipine ve Geçiş Yönlerine Göre Boğaz Geçiş Sürelerine Denk Gelen Dağılımların Formülleri

	GÜNEYDEN KUZEYE	KUZEYDEN GÜNEYE
MPR+NAV	$1+\text{logn}(0.548,0.415,15)$	$1+\text{logn}(0.548,0.415,22)$
G12	$1+3.53*\text{beta}(4.13,10.1,16)$	$1+\text{erla}(0.0956,6,23)$
G3	$1+\text{Erla}(0.0901,7,17)$	$1+\text{erla}(0.0516,8,24)$
G4	$1+\text{logn}(0.544,0.265,18)$	$1+\text{logn}(0.38,0.164,25)$
G5	$1+\text{logn}(0.446,0.225,19)$	$1+\text{logn}(0.446,0.225,26)$
T12	$1+\text{Erla}(0.0575,9,20)$	$1+\text{logn}(0.373,0.133,27)$
T3	$1+\text{logn}(0.492,0.161,21)$	$1+\text{logn}(0.41,0.136,27)$
T4-T5	$1+\text{logn}(0.548,0.415,15)$	$1+\text{logn}(0.548,0.415,22)$

### 3.4.2.1.6. Kılavuz Kaptan Alma Oranları

Kılavuz kaptan alma oranları da şüphesiz model için çok önemlidir. KEGM 2010-2011 verileri kullanılarak her gemi tipi için ayrı ayrı kılavuz kullanma oranları aşağıda Tablo 6'da gösterilmiştir. Yapılacak modelde bu frekans verileri kullanılmıştır.

Tablo 6'da görüldüğü üzere kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye kılavuz kaptan alma oranları arasında büyük bir fark yoktur. Ancak yine de bu frekanslar modelde ayrı ayrı modellenmiştir.

**Tablo 6:** İstanbul Boğazı'nı Geçen Gemilerin KEGM İstatistik Verileriyle Analiz Edilmiş Kılavuz Kaptan Alma Frekansları

	GÜNEYDEN KUZEYE			KUZEYDEN GÜNEYE		
	TÜM SAYI	KILAVUZ ALAN	%	TÜM SAYI	KILAVUZ ALAN	%
MPR+NAV	681	536	79	695	547	79
G12	32886	13134	40	32728	11731	36
G3	5874	4638	79	5966	4767	80
G4	554	554	100	588	588	100
G5	6	6	100	6	6	100
T12	5163	2906	56	5345	2652	50
T3	4463	4351	97	4417	4326	98
T4-T5	670	670	100	648	648	100
TOPLAM	50297	26795	53	50393	25265	50

Görüldüğü üzere kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye kılavuz kaptan alma oranları arasında büyük bir fark yoktur. Ancak yine de bu frekanslar modelde ayrı ayrı modellenecektir.

### 3.4.2.2. Uzman Görüşüne Başvurma

Bölüm 3.4.1.2.'de belirtildiği üzere sistemi oluşturmak için sistemi tanımak gerekmektedir. Bu bölümde İstanbul Boğazı Kılavuz Kaptanlarıyla ve Deniz Trafik Hizmetleri Sorumlu Operatörleriyle yapılan sistemin keşfine dair nitel veri toplama yöntemi olan uzman görüşüne başvurma kullanılmıştır.

Bu görüşmenin gerçekleşmesi Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü Basın Tanıtım ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü'nün, Tez Danışmanının gönderdiği, 26.11.2012 tarihli ve DEÜ.0.29.01.00/2040 sayılı yazıya verdiği olumlu sonuçla mümkün olmuştur.

#### **3.4.2.2.1. Görüşme Süreci**

Tez çalışmasının konusu belirlendikten sonra, yapılan modelin geçerli bir şekilde oluşturulabilmesi amacıyla sistemin tanınmasının gerektiği ortaya çıkmıştır. Her ne kadar İstanbul Boğazı ile ilgili literatürde olan çalışmalar incelenmiş ve bu tezde analiz edilmişse de, İstanbul Boğazı kılavuzluk hizmetlerini en iyi öğrenme ve tanıma yöntemi olarak bu bölgede çalışan Boğaz kılavuz kaptanlarıyla görüşme yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

İstanbul Boğazı'nda çalışan kılavuz kaptanlar KEGM'e bağlı olarak çalışmaktadırlar ve KEGM'in izni olmadan meslekleriyle ilgili bilgi paylaşımları mümkün değildir. Bu sebeple tez danışmanı tarafından, "İstanbul Boğazı'nda Kılavuzluk Hizmeti Veren Kılavuz Kaptan Sayısının Simülasyon Yöntemiyle Optimizasyonu" isimli tez için teşkilat personeliyle görüşme yapılabilmesi için Dokuz Eylül Üniversitesi yoluyla 26.11.2012 tarihli ve DEÜ.0.29.01.00/2040 sayılı yazı ile KEGM'e 26 Kasım 2012 tarihinde başvurulmuştur. (Bakınız Ek 1)

KEGM Basın Tanıtım ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü Ek 2'de sunulan 27 Aralık 2012 tarihli ve 76694904.63.00.00.622.01/1024/9735 referanslı belgeyle bu araştırmanın yapılmasına izin vermiştir. KEGM, yapılacak görüşmelerde çalışmaya destek vermesi adına baş kılavuz kaptanları referans vermiştir.

28 Şubat ve 1 Mart 2013 tarihlerinde İstanbul Boğazı baş kılavuz kaptanlarıyla ve Gemi Trafik Hizmetleri Vardiya Baş Operatörüyle, alınan izinler doğrultusunda görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Görüşmeler sonucunda iki ayrı vardiyanın üç baş kılavuz kaptanı ve sekiz kılavuz kaptanla görüşmeler yapılmıştır.

İstanbul Boğaz kılavuz kaptanlarıyla yapılan görüşmelerde yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bunun sebebi kurulacak modelin literatürde ve mevzuatta değinilmemiş noktaları hakkında bilgiler almaktır. Yapılandırılmış

mülakatlar alınacak cevaplarda hataların en aza indirilmesini sağlayacağı gibi herkese aynı soruların sorulacağını garanti etmektedir (Kuş, 2003: 50).

#### **3.4.2.2.2. Görüşme Formu**

Mülakatta kullanılan form araştırmanın anlatıldığı giriş bölümü ve sorular olmak üzere iki ana bölüme ayrılmıştır. Sorular bölümü de kendi içinde alt bölümlere ayrılmıştır. İlk bölüm “Genel Sorular” olarak sınıflandırılmıştır. Burada görüşme yapılan kişinin profil bilgileri alınmıştır. İkinci bölüm “Genel Çalışma Rutini” olarak adlandırılmıştır. Vardiya düzenleri hakkında sorular burada sorulmuştur. Üçüncü bölüm ise “Günlük Çalışma Rutini” olarak belirlenmiştir. Burada günlük vardiya düzenleri, gemiye kılavuz kaptanların çıkış sırası, uyku düzenleri, yemek saatleri gibi sorular sorulmuştur. Dördüncü bölüm “Gemi Üstünde Kılavuzluk Yaparken” olarak adlandırılmıştır ve Boğaz geçişleri ile ilgili bilgi almak için sorular tasarlanmıştır. Beşinci bölüm “Transferler” olarak adlandırılmıştır. Boğaz kılavuz kaptan istasyonlarında kılavuz kaptan sayısı azaldığı zaman bir istasyondan diğerine ulaşımın nasıl sağlandığı ile ilgili sorular bu bölümde sorulmuştur.

Görüşmeler yaklaşık 30 dakika kadar sürmüştür. Görüşme süresince forma not alındığı gibi katılımcının izniyle ses kayıt cihazı da kullanılmıştır.

Gemi Trafik Hizmetleri Vardiya Baş Operatörüyle yapılan görüşme daha çok mevzuatın onaylanması şeklinde serbest bir görüşmedir. Görüşme yaklaşık 30 dakika kadar sürmüştür ve katılımcının izniyle ses kayıt cihazı kullanılmıştır.

#### **3.4.2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve Uygulama**

Veriler tüm mülakatlar tamamlandıktan sonra gözden geçirilmiştir. Katılımcıların hepsi İstanbul Boğazı kılavuz kaptanı olduğu için bireysel bir ağırlık uygulaması yapılmamıştır. Bunun yerine verilen cevaplar modelin eksik bölgelerinde kullanılacak şekilde kaydedilmiştir. Bu veriler KEGM 2010-2011 istatistik verileriyle karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

Görüşüne başvurulmuş kılavuz kaptanlar:

İstanbul Boğaz Kıdemli Baş Kılavuz Kaptan İsmail Akpınar

İstanbul Boğaz Kıdemli Baş Kılavuz Kaptan Nihat Turhan  
İstanbul Liman Kıdemli Baş Kılavuz Kaptan Cahit İstikbal  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Salim Aydın  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Yıldırım Nebi Akça  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Yıldırım Hüsamettin Canbilen  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Evrim Keloğlu  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Oğuzhan Kahyaoğlu  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Yusuf Koç  
İstanbul Boğaz Kıdemli Kılavuz Kaptan Burak Reis Yavuz  
İstanbul Boğaz Kılavuz Kaptan Halil Özdemir

#### **3.4.2.2.3.4. Genel Çalışma Rutini**

Yapılan görüşmelerde elde edilen verilere göre genel çalışma rutini hakkında görüşüne başvurulmuş kılavuz kaptanların verdikleri bilgiler doğrultusunda;

- Boğaz kılavuz kaptanları iki gün içeri (48 saat) – dört gün dışarı (96 saat) çalışmaktadır. Boğaz’da üç ayrı vardiya çalışmaktadır. Modele dahil edilmesine gerek yoktur. Bunun yerine tek vardiya 48 saatlik periyot için tekrar tekrar denenerek dinlenme saatleri kontrol edilecektir. Her kılavuz kaptan için ayrı tutulacak dinlenme saatleri 24 saat içerisinde 48 saatlik vardiya süresi için değerlendirilecektir.
- Kılavuz kaptanlar izinli oldukları 96 saat boyunca başka bir işle uğraşmaları mümkün değildir.
- Her vardiyada 23 kılavuz kaptan bulunmaktadır.
- Boğaz kılavuz kaptanlarının her yıl 30 gün tatili bulunmaktadır. Ama vardiya düzenini etkilemeyecek şekilde bu tatiller düzenlenmektedir. Genelde eksik vardiyalarda yoğunluk olursa vardiya 23 kişiye tamamlanmaktadır. Bu dışarıdan izinde olan bir kılavuz kaptanın çağrılmasıyla yapılmaktadır. Çalışmada modellenmeyecektir. Bu tür bir modelleme yerine kılavuz kaptan sayısı düşürülerek sistem tekrar çalıştırılacaktır.

### 3.4.2.2.3.2. Günlük alışma Rutini

Yapılan görüşmelerde elde edilen verilere göre günlük çalışma rutini hakkında görüşüne başvurulan kılavuz kaptanların verdikleri bilgiler doğrultusunda;

- Gün içinde ayrıca bir vardiya düzeni yoktur. Yatma, dinlenme zamanı yoktur. Gemi geldikçe bir kılavuz kaptan görevli olarak gemiye çıkmaktadır.
- Vardiyaların uzama şansı ancak kılavuz kaptanın bindiği geminin boğaz geçiş süresi kadar uzayabilir. Bu durumda bile en çok uzama iki saat kadar olabilir.
- Boğaz'da hangi kılavuz kaptanın gemiye çıkacağı vardiyaki kılavuz kaptanların kendi içindeki sira ya göre düzenlenir. Bu sıra "ilk gelen ilk çıkar (FIFO)" olarak modellenenecektir.
- KEGM'nn yorgunluk hakkında talimatı vardır. Denetim sorumluluğu Baş kılavuz kaptanda olmakla beraber her kılavuz kaptan yeterince dinlenmiş olmalıdır. Ancak belli bir uyku düzeni, ya da minimum uyku saati belirlenmemiştir. KEGM'ne ait Yorgunluk yönetimi planı yoktur.
- Kısa süreli bile olsa bir kılavuz kaptan vardiya içinde hizmet veremez olursa ve trafik yoğunluğu gerektirirse hemen izindeki kılavuz kaptanlardan biri vardiyaya çağrılır.
- Kılavuz kaptanların bir uyku düzeni, uyku saati yoktur. Kılavuz kaptan istasyonunda oldukları sürece dinlenirler. Modelde de kılavuz kaptan dinlenmesi istasyonda geçen zaman olarak alınacaktır.
- Kılavuz kaptanların belli yemek saatleri yoktur. Yemek saatleri dinlenmelerine etki etmez. Modelde yemek saatlerinin algoritmaya eklenmesine gerek duyulmamıştır.

### 3.4.2.2.3.3. Gemi stnde

Yapılan görüşmelerde elde edilen verilere göre gemi üstünde kılavuz kaptanlık yaparken yaşananlar hakkında görüşüne başvurulan kılavuz kaptanların verdikleri bilgiler doğrultusunda;

- Bir kılavuz kaptanın kuzeye çıkarken gemi üzerinde geçirdiği zaman yaklaşık iki saattir. KEGM 2010-2011 verilerine göre 1,89 saattir. Her gemi tipi için ayrı dağılım olarak modellenmiştir.
- Bir kılavuz kaptanın güneye inerken gemi üzerinde geçirdiği zaman yaklaşık bir buçuk saattir. KEGM 2010-2011 verilerine göre 1,53 saattir. Her gemi tipi için ayrı dağılım olarak modellenmiştir.
- Gemide kalmayı uzatan en büyük unsur arızadır. En fazla 2 saatlik bir uzamaya sebep verebilir. Arızalı gemilerin olma sıklığı “ayda bir ya da altı ayda bir olur” şeklinde ifade edilmektedir. Frekansının düşüklüğü göz önüne alındığında arıza yapan gemi durumu modellenmemiştir.

#### **3.4.2.2.3.4. Transferler**

Yapılan görüşmelerde elde edilen verilere göre, kılavuzların istasyonlar arasında takviyeleri hakkında görüşüne başvurulmuş kılavuz kaptanların verdikleri bilgiler doğrultusunda;

- Kılavuz kaptanların istasyonlar arasında bot veya diğer yollarla yaptıkları transferlere takviye adı verilmektedir.
- Kılavuz kaptanlar Boğaz trafiği akışına ters yönde bir istasyonda kalırlarsa hemen takviye yapılmaz.
- Bir kılavuz kaptanın takviye öncesi ne kadar süreyle istasyonda bekleyeceğini kestirmek mümkün değildir.
- Takviyeler genelde 8-10 kişi biriktikten sonra KEGM'nün botuyla yapılmaktadır. Botun istasyonlar arası geçişi 45 dakika ile 1 saat arasında sürebilmektedir. Bot uygun durumda değilse ya da meşgulse ve kılavuz kaptana ihtiyaç varsa minibüs (kara trafiğine göre 40 dakika ile birkaç saat arasında değişebilir) ve hatta taksi ile takviye yapılabilir. Modellemede takviye 8 kişi trafik akışının ters yönünde biriktiğinde takviye başlayacak şekilde tasarlanmıştır. Takviye başlarken trafik yönünde kaç geminin kılavuz kaptan istediği de kontrol edilmektedir. Bu sayede kılavuz kaptanların gereksiz bir şekilde istasyonlar arasında taşınması engellenmiştir.

### 3.4.2.3. Mevzuat

Sistemin algoritması hazırlanırken özellikle İstanbul Boğazı'nda gemilerin girişlerinin programlanması önemlidir. Bu programlamayı yapan kurum KEGM'ne bağlı Gemi Trafik Hizmetleri şubesidir. Burada her iki yönden Boğaza gelen gemiler bazı kurallara göre sıraya sokulurlar. Bu kurallar bölüm 1.1.3'te detaylı bir şekilde verilmiştir. Bu kuralların yazılı olduğu mevzuat Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü ve bu tüzüğe ait Uygulama Talimatıdır.

Bu kurallar incelendiğinde ve KEGM 2010 – 2011 verileri analiz edildiğinde daha önce de bölüm 3.4.2.1.2'de bahsedildiği gibi gemiler Boğaz geçişlerinde tiplerine göre ayrılmaktadır. Sıralama programı bu gemi tipleri göz önüne alınarak yapılmaktadır.

Bu kurallar modelleme yapılması için çok önemlidir ve bu kuralların algoritma haline getirilmesi için birçok çalışma yapılmıştır. (Tütün ve Özgecan, 2008 – Ulusçu ve diğerleri, 2009 – Mavrakis ve Kontinakis 2008) Ancak çoğu çalışmada bu algoritma karmaşık işlenmiştir. Bunun yerine uygulamaya talimatına ve tüzüğe uygun bir şekilde öncelik sırası şu şekilde verilebilir.

$$\text{MPR}=\text{NAV}>\text{G12}=\text{G3}=\text{G4}=\text{G5}=\text{T12}=\text{T3}=\text{T4,5}$$

Bu öncelik sırasının doğru çalışması için sadece gündüz geçmesi gereken gemiler şartına dikkat edilmelidir. Modelde kısıt olarak bu algoritma kolaylaştırılmıştır. Gündüz kontrolü için 12 saat gündüz, 12 saat gece olarak simülasyon iki zamana bölünmüştür.

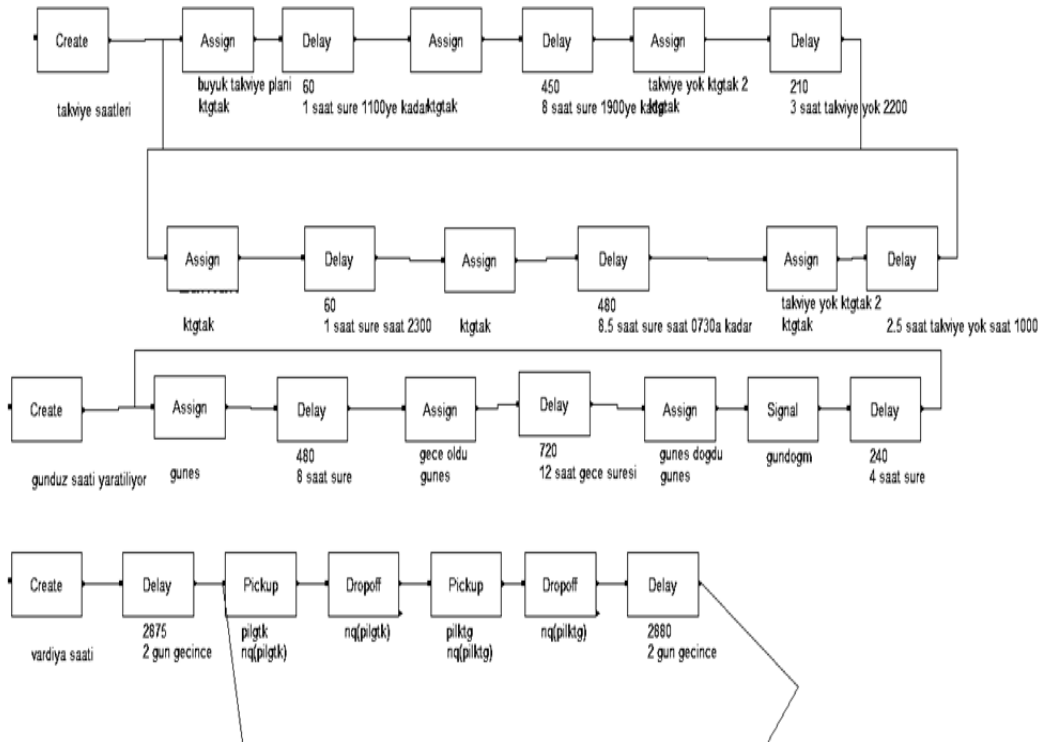
### 3.4.3. Model

Model toplanan tüm nitel ve nicel veriler doğrultusunda modellenmiştir. Model birçok küçük alt modelden oluşmaktadır.

### 3.4.3.4. Zaman Sayaçlarının Yaratılması

Boğaz'da kılavuzluk hizmeti modellenirken birçok farklı zaman sayacı gerekmiştir. Bunlar Arena V14 programıyla hazırlanmış olarak Şekil 23'de verilmiştir.

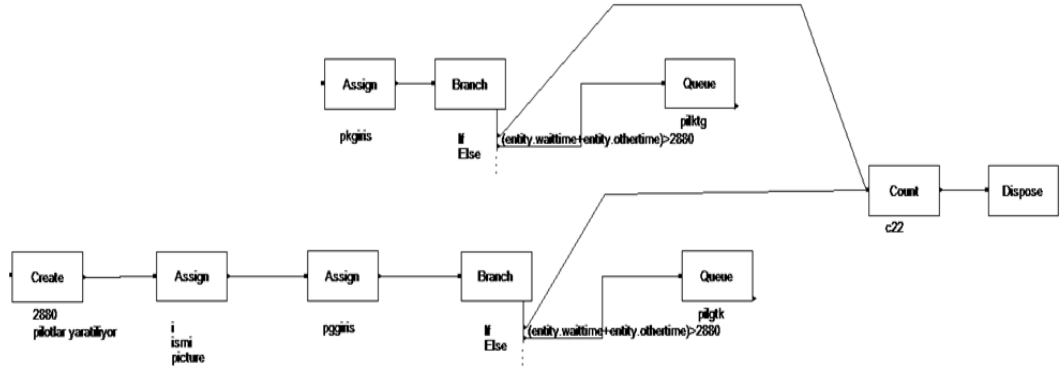
Şekil 23: Modelin Zaman Sayaçları



### 3.4.3.2. Kılavuz kaptanların Yaratılması ve İstasyonlar

Model için en önemli noktalar kılavuz kaptan istasyonlarıdır. Şekil 24'deki gibi iki ayrı istasyon olarak (Güney ve kuzey istasyonları) modellenmiştir.

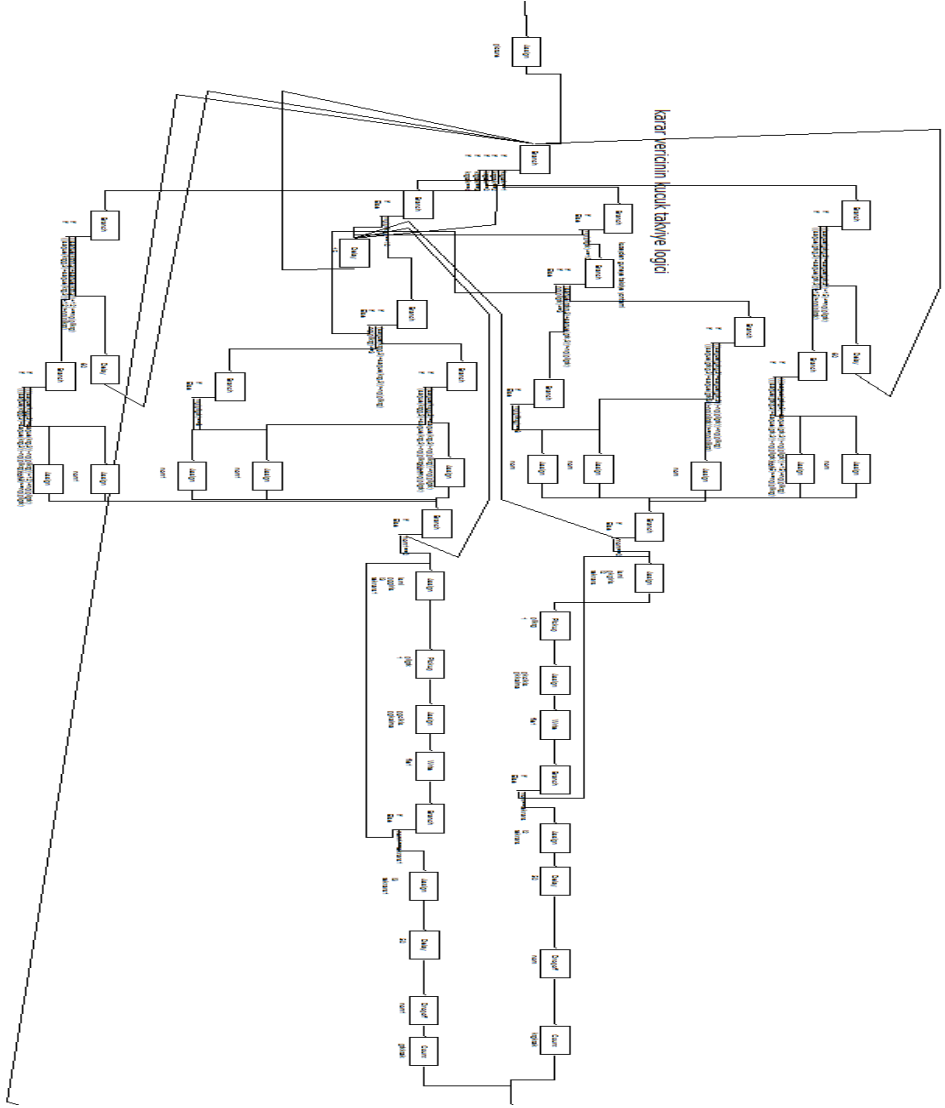
Şekil 24: Modelin Kılavuz kaptan İstasyonları



### 3.4.3.3. Kılavuz Kaptan İstasyonları Arasındaki Takviyenin Modellenmesi

Modelde kılavuz kaptanların istasyonlar arası geçişini sağlayan bir yol da takviyelerdir. Takviyeler gereksiz yapılırsa dinlenme saatlerini bozabilir. Bu yüzden modelin bu parçası dikkatle en az takviyeyi yaparken istasyonlarda kılavuz kaptansız kalma durumunu ortadan kaldıracak şekilde geliştirilmiştir. Şekil 25’de gösterilmiştir.

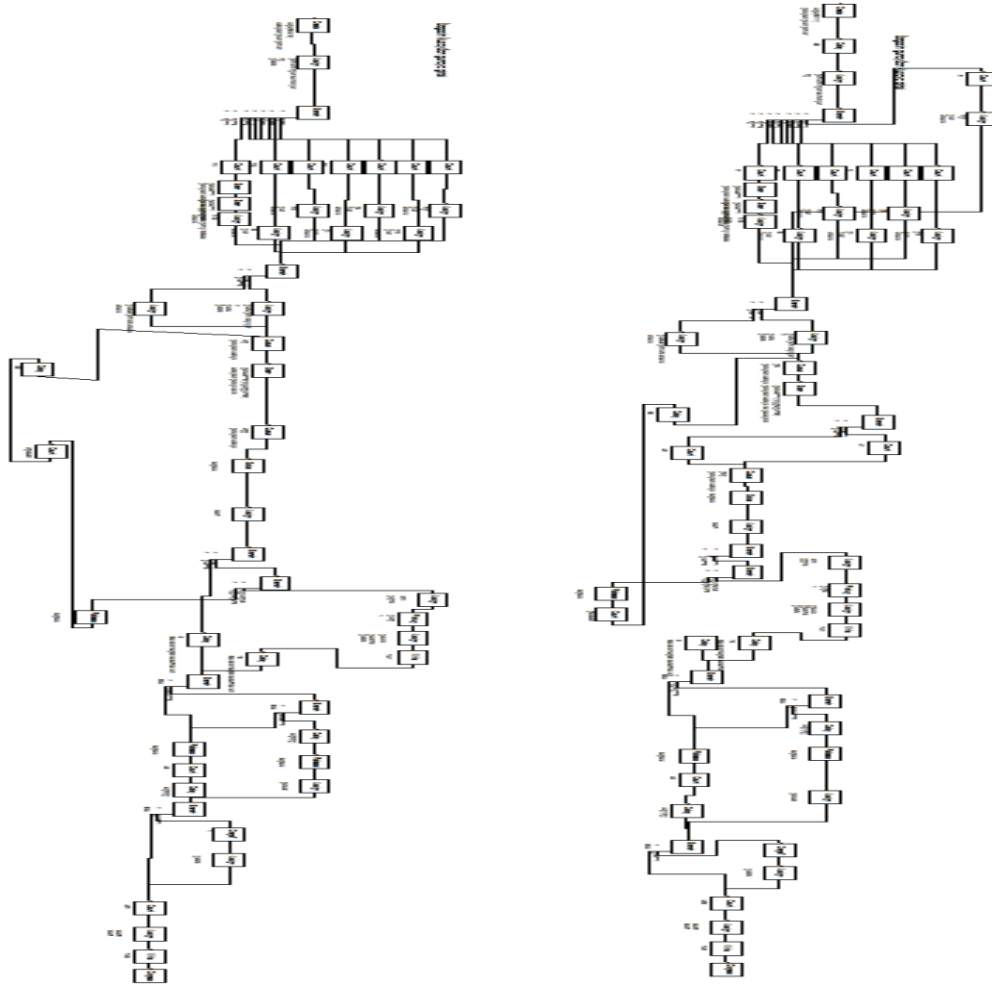
Şekil 25: Kılavuz Kaptan Takviye Modeli



#### 3.4.3.4. Boğaz'ın Kuzeyden Güneye ve Güneyden Kuzeye Modellenmesi

Tezin belkemiğini oluşturan model parçası budur. Burada her iki taraftan gelen gemiler oluşturulur. Gemiler tiplerine göre ayrılır, Boğaz geçişinde kılavuz kaptan kullanmak isteyip istemedikleri işaretlenir. Kılavuz kaptan isteyen gemilere kılavuz kaptan verilir ve Boğaz geçişi gerçek süreler göre ayarlanarak Boğaz geçişi tamamlanır. Kılavuz kaptan gemiden indirilerek geçişe göre doğru kılavuz kaptan istasyonuna bırakılır. Model Şekil 26'da gösterilmiştir.

Şekil 26: İstanbul Boğazı Güney Kuzey ve Kuzey Güney Geçişleri İçin Model



#### 3.4.4. Modelden Beklenen Performans Ölçütü

Sistemden istenen performans ölçütü olarak deneye göre değişik ölçütler aranmıştır. İlk iki deney için vardiyaya katılan her kılavuz kaptanın MLC 2006 gemi adamı dinlenme koşullarını yerine getirmesi şartı aranmıştır. MLC 2006 gemi adamı dinlenme şartı bölüm 1.2.6'da yazılmıştır ve Bölüm 3.4.2.2.4.2.'de belirtildiği gibi 24 saatlik periyotta 14 saatten fazla çalışma olmamalıdır. 24 saatlik periyotta 10 saatten az dinlenme olmamalıdır. Dinlenme periyodu 2 parçadan fazla olamaz ve en az biri 6 saat olmak zorundadır.

Bu performans ölçütünün kayıt edilebilmesi için programın algoritmasına kılavuz kaptanların ismini ve her istasyona giriş / çıkışlarını kayıt eden bir parça

eklenmiştir. Her deney sonucunda bu parçanın oluşturduğu yazı dosyası Microsoft Office Excel formatında alınıp her kaptan için kontrol edilerek yapılmıştır. Deney zamanı olarak saat 10'dan saat 10'a tam bir gün sayılmıştır.

### **3.4.5. Sistem Modellenirken Göz Ardı Edilen Kısıtlar**

Her ne kadar yapılacak deneylerin amacı kılavuz kaptan sayısının yeterliliğini incelemek olsa da aşağıdaki kısıtlar deney dışı bırakılmıştır:

- Kılavuz kaptanların zor manevralarda daha çabuk yorulabileceği
- Kılavuz kaptanların farklı gemi tiplerinde farklı yorulabileceği
- Kılavuz kaptanın kılavuz kaptan istasyonlarına vardığı zaman dinlenme dışında başka işle uğraşabileceği
- Kılavuz botunda gemiye çıkmadan önce kaybedilen zaman.

Bununla beraber çevresel faktörlerden çoğu da deneye katkı sağlamayacağı için deney dışı bırakılmıştır;

- Çevresel durumlar yüzünden Boğazın kapanabilme olasılığı
- Gemi arızaları nedeniyle gemiden inemeyen kılavuz kaptanların olabilmesi
- Gemi kazaları nedeniyle İstanbul Boğazı'nın kapanabilmesi, kılavuz kaptanın gemide mahsur kalması
- Kılavuz kaptan takviye süresinin stokastik olması, modelde deterministik alınmıştır.

Kılavuz kaptan sayısının optimizasyonunda aşağıdaki kısıtlar göz ardı edilmiştir.

- Kılavuz kaptan, kıdemli kılavuz kaptan ayrımı
- Kılavuz kaptanların ücretleri, ekstra ödemeleri gibi maddi faktörler
- Kılavuz kaptanların hastalık, izin, görev yapamama gibi durumları

### **3.4.6. Modelin Geçerliliğinin ve Güvenirliliğinin Kontrol Edilmesi**

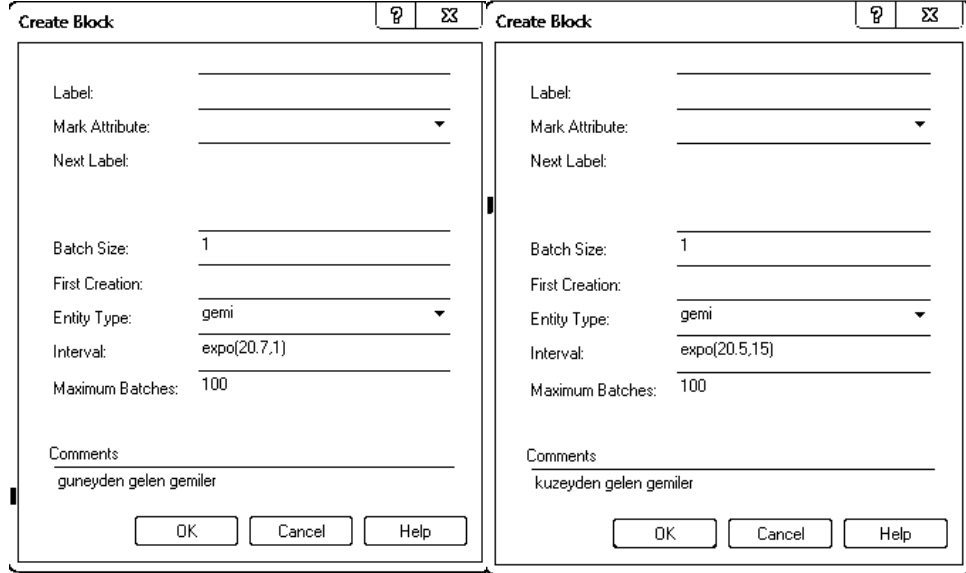
Simülasyonda kullanılmak için hazırlanmış her model geçerlilik kontrolünden geçmelidir. Bu genelde iki aşamada yapılır. Bu aşamalardan birincisi sistemin doğru çalıştığının kontrol edilmesidir ki bu algoritmanın işini yapıp yapmadığının da kontrolüdür. Yani bu adımda modelin istenildiği gibi çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. İkinci adım ise algoritması doğru çalışan modelin gerçek sistemle örtüşüp örtüşmediğinin kontrol edilmesidir. Buna sistemin gerçekliğinin kontrolü denir ve gerçek sistem değerleriyle sıfırdan başlatılan modelin gerçek sistemle örtüşür sonuç vermesi demektir (Chung, 2003: 7-1 8-1).

#### **3.4.6.1. Modelin Güvenilirliğinin Kontrolü**

Bu kontrolü yapmak için modelde şu koşullar aranmıştır:

Modele giren gemi kadar geminin modelden çıkması gerekmektedir. Bu değeri kontrol etmek için modelde yaratılan gemiler saydırılmıştır. Daha sonra modele giren tüm gemilerin çıkabilmesi için modelde gemi üretimi 200 gemide durdurulmuş ve Boğaz modellerindeki tüm kuyrukların bitmesi beklenmiştir. Bu işlem için gemi yaratım bloklarında gemi üretimi 100'er adetle sınırlanmış ve her iki Boğaz çıkışına C20 ve C21 ismiyle iki sayaç koyulmuştur. Deney sonucu çıkan tablo programdan alınıp Şekil 27'de gösterilmiştir.  $C20 + C21 = 200$  görülmüştür.

**Şekil 27:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi Gemi Sayısı Kontrolü



Identifier	Count	Limit
c1	58	Infinite
c2	47	Infinite
c3	100	Infinite
c4	0	Infinite
c5	0	Infinite
c6	100	Infinite
c7	0	Infinite
c8	0	Infinite
c9	0	Infinite
c10	0	Infinite
gkbtak	0	Infinite
ktgbtak	0	Infinite
ktgkacan	0	Infinite
gtkkacan	5	Infinite
ktgktak	6	Infinite
gtkktak	75	Infinite
c20	100	Infinite
c21	100	Infinite
c22	0	Infinite

Modelde her kılavuz kaptanın gemiye çıkması gerekmektedir. Bunun görülebilmesi için her kılavuz kaptana bir isim olarak sayı verilmiş ve program 48 saatlik bir vardiya süresince çalıştırılmıştır. Beklenen sonuç her kılavuz kaptanın gemide bir vardiya süresince en az bir kere çalışmış olmasıdır(istasyondan takviye için çıkışlar çalışmaya dahil edilmiştir.). Çıkan sonuca göre her kılavuz kaptan modelin çalıştırılmasından sonraki 48 saat içinde 7 kere kılavuz istasyonlarından çıkmıştır. Model her kılavuz kaptana iş vermektedir. Tablo 7’de gösterilmiştir.

**Tablo 7:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi:  
Kılavuz Kaptan Çalışma Sayıları

İsmi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Çalışma	7	7	7	7	7	7	7	7	7
İsmi	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Çalışma	7	7	7	7	7	7	7	7	7
İsmi	19	20	21	22	23				
Çalışma	7	7	7	7	7				

Modelde her tip geminin istenen oranlarda üretilmiş olması gerekir. Güvenilirlik testi için model 2 yıllık bir zaman için çalıştırılmıştır. Oluşturulan gemi tiplerinin oran olarak istenilen oranda oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilmiştir. Bu deneme aynı zamanda 2 yıl boyunca kaç gemi üretildiğini göstermesi açısından da önemlidir. Bulunan değerler üretilmek istenen değerlerle uyumludur. Hata payı %0.01 kadardır. Tablo 8’de detaylar verilmiştir.

**Tablo 8:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi:  
Modelde Üretilen Gemilerin Frekanslarının Kontrolü

	<b>Güneyden Kuzeye Geçen Gemi İçin Frekanslar</b>	<b>Modelde Güneyden Kuzeye Geçenler</b>	
	<b>Frekansı</b>	<b>Sayısı</b>	<b>Frekansı</b>
<b>MPR+NAV</b>	1,35	681	1,35
<b>G12</b>	65,38	33001	65,56
<b>G3</b>	11,68	5842	11,60
<b>G4</b>	1,10	533	1,05
<b>T12</b>	10,27	5176	10,28
<b>T3</b>	8,87	4417	8,85
<b>T4-5</b>	1,33	648	1,34
<b>Toplam</b>	100	50332	100

Modelde vardiyası biten kılavuz kaptanın modeli terk etmesi gerekir. Bunun denenmesi için Arena programının animasyon özelliğinden yararlanılmıştır. İlk 48 saat için vardiyaya gelen kılavuz kaptanları temsil eden simgelere siyah giysi atanmıştır. İkinci 48 saat’de vardiyaya gelen kılavuz kaptanları temsil eden simgelere

kırmızı giysi atanmıştır. İstenen kılavuz kaptanların 48 saatlik vardiyaları bittiğinde, İstasyondalarsa hemen modeli terk etmeleri, gemide kılavuzluk hizmeti veriyorlarsa gemiden iner inmez modeli terk etmeleridir. Model istenildiği gibi çalışmıştır. Şekil 24’te yukarıdaki resimde ilk vardiya görülmektedir. Alttaki resimde ikinci vardiyanın kılavuz kaptanları gelmiş durumdadır ve ilk vardiyanın kılavuz kaptanları yoktur.

**Şekil 28:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Güvenilirlik Testi: Kılavuz Kaptanların Vardiya Kontrolü

İlk pilot istasyonunun kurulması - Güney pilot istasyonu



10:00:00

İkinci pilot istasyonunun kurulması - Güney pilot istasyonu



03:04:07

#### 3.4.6.2. Modelin Geçerliliğinin Kontrolü

Bu kontrolü yapmak için KEGM 2010 – 2011 şartlarına göre düzenlenmiş bir model kullanılmıştır. Bu şartlar aynı olduğunda modelin sistemle aynı çıktıları veriyor olması geçerliliği adına çok önemlidir. Geçerliliğin kontrol edilmesinde aşağıdaki şartlar aranmıştır:

23 kılavuz kaptanla tutulan vardiyada her kılavuz kaptanın 24 saat içinde ortalama 3-4 gemiye çıkmış olması gerekmektedir. Gerçekten de Boğaz’da bir denge durumu olduğunu kabul ettiğimizde, deterministik bir yaklaşımla, 10 dakika bir boğaz’a gemi girdiğine göre bir gün içinde Boğaz’a giren gemi sayısı 144 adettir. İstatistiki olarak Boğaz’a giren gemilerin %50-53’ü kılavuz hizmeti kullanmaktadır. Bu da 72 gemi yapar. 23 kaptanın eşit olarak gemiye çıktığı düşünülürse, Kılavuz

kaptan başına 3.13 gemi gibi bir değer elde edilmelidir. Bununla beraber 23 Kılavuz kaptanla tutulan vardiyada her kılavuz kaptanın yaklaşık eşit sayıda gemiye çıkmış olması önemlidir. Bunun için model 20 vardiya boyunca çalıştırılmış ve 21. Vardiya verileri kontrol edilmiştir. Sonuçlar Tablo 9’da gösterilmiştir. Tüm kılavuz kaptanların bir vardiya içerisinde yaklaşık 5 – 6 gemi yapmış olması uzman görüşlerine de uygundur. Sistemin gerçekliğini desteklemektedir.

**Tablo 9:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi: 21. Vardiya Kılavuz Kaptan Gemiye Çıkma Sayıları

İsmi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Çalışma	5	6	5	5	6	5	6	5	5
İsmi	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Çalışma	6	5	5	5	6	6	5	5	6
İsmi	19	20	21	22	23				
Çalışma	6	5	6	5	6				

Üretilen modelde yaratılan gemi sayılarının da gerçek sistemde üretilen gemi sayısına yaklaşık olması gerekir. Bununla beraber gemi tipleri de gerçek gemi tip frekanslarıyla uyuşmalıdır. Modelin iki yıl boyunca çalıştırılması ile elde edilen verilerle KEGM 2010 – 2011 verileri karşılaştırılarak Tablo 10’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuç modelin geçerliliğini göstermektedir.

**Tablo 10:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi: İki Yıl Süre İçerisinde Güneyden Kuzeye Üretilen Gemi Sayısı ve Tip Frekansları

	Güneyden Kuzeye Geçenler		Modelde Güneyden Kuzeye Geçenler	
	Sayısı	Frekansı	Sayısı	Frekansı
<b>MPR+NAV</b>	585	1,35	681	1,35
<b>G12</b>	32886	65,38	33001	65,56
<b>G3</b>	5874	11,68	5842	11,60
<b>G4</b>	554	1,10	533	1,05
<b>T12</b>	5163	10,27	5176	10,28
<b>T3</b>	4463	8,87	4417	8,85
<b>T4-5</b>	670	1,33	648	1,34
<b>Toplam</b>	50297	100	50332	100

Kılavuz kaptanların güneyden kuzeye ve kuzeyden güneye gemiyle gitmeleri dinlenme saatleri hesabı için çok önemli olduğundan bu sürelerin KEGM 2010 – 2011 verileriyle uyumlu olması gerekmektedir. Bu geçerliliğin tespiti için modelde Boğaz'dan geçiş yapan gemilerin sürelerinin ortalaması, KEGM verileriyle karşılaştırılarak Tablo 11'de sunulmuştur. Ortalama değer karşılaştırmaları modelin geçerliliğini kanıtlamaktadır.

**Tablo 11:** Arena Programıyla Modellenmiş Sistem İçin Gerçekleştirilen Geçerlilik Testi: Gerçek Gemi Geçişleriyle Modelin Karşılaştırılması

	Güneyden Kuzeye Geçiş Süresi (saat)		Kuzeyden Güneye Geçiş Süresi (saat)	
	Gerçek	Model	Gerçek	Model
<b>MPR+NAV</b>	1,66	1,53	1,56	1,51
<b>G12</b>	2,03	2	1,58	1,55
<b>G3</b>	1,63	1,63	1,41	1,40
<b>G4</b>	1,54	1,55	1,38	1,35
<b>T12</b>	1,8	1,77	1,45	1,42
<b>T3</b>	1,52	1,52	1,38	1,36
<b>T4-5</b>	1,49	1,53	1,41	1,45

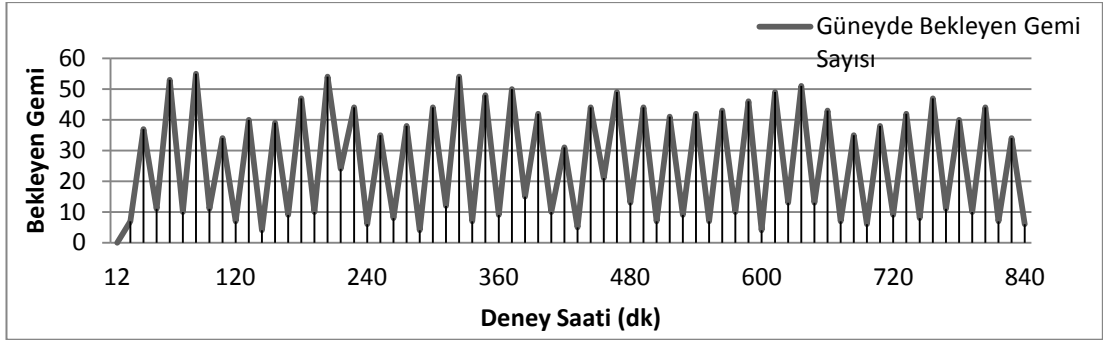
### 3.5. YAPILAN DENEYLERİN ÇIKTILARI

Bu bölümde yapılan deneylerle ve optimizasyonlarla ilgili açıklamalar yapılacaktır. İstanbul Boğazı'nda kılavuzluk hizmeti modellemesi "Bitmeyen" bir simülasyon türüdür. Yani model ilk başladığında boş olan Boğaz gerçek durumda var olamaz. Dolayısıyla simülasyonun ilk çalışmasından dengeye gelmesine kadar bir süre geçmesi gerekir. Bu süreye Isınma (Warm-Up) süresi denilmektedir.

İstanbul Boğazı için bu ısınma süresinin bulunmasında, dinlenme süresini direk etkileyen, kuyrukta bekleyen gemi sayısı dikkate alınmıştır. Boğaz'ın her iki girişinde kuyrukta bekleyen gemiler analiz edilmiş ve dengeye ulaşma zamanları tespit edilmiştir. Şekil 29'da ve 30'da, 35 gün için çalıştırılan modelde, sabah saat 10:00'da ve gece saat 22:00'da kuzey ve güney girişlerinde bekleyen gemi sayıları görülmektedir. Görüldüğü üzere sistem çok hızlı bir şekilde 5 gün içinde dengeye gelmektedir. Yani ısınmasını tamamlamaktadır.

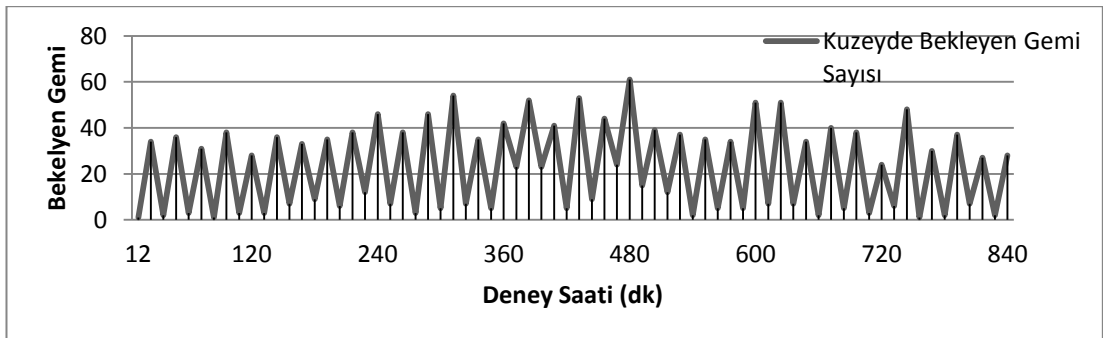
Şekil 29'da Boğaz'ın güneyinde kuyrukta bekleyen gemiler 840 saat boyunca yani 14 gün için, saat 10:00'da ve saat 22:00'de sayı olarak ölçülmüştür. Şekilde de görüldüğü üzere deneyin başlama anında hiç gemi yaratılmadığı için gemi sayısı 0'dır. Ancak 24 saat sonra grafiğin 40'lara yaklaştığı görülmektedir. 12 saat sonra Boğaz trafiği güneyden kuzeye doğru açıldığında sayı düşmekte, sonraki 12 saatte güneyden kuzeye trafik kapatıldığında sayı yükselmektedir. Şekil 29'da görüldüğü gibi grafiğin akışı, deney saati eksenine paraleldir. Yani modele giren gemiler kuyruğu aşırıp Boğaz'dan çıkmaktadır ve Boğaz trafiğinde bir sıkıntı yaşanmamaktadır. Buradan hareketle grafiğin akışının ne zaman deney saatine paralel olduğunu kestirmek gerekir. Deneyin 120. Saatinden sonra grafik deney eksenine paralel bir şekilde akmaktadır. Bu da 5 günlük bir süreyi göstermektedir. Bu artık deneyin ısınmış olduğunu, yani vereceği çıktılar anlamlı olacağını gösterir. Ancak deneyin dengeye geldiğinden emin olmak için 12 günlük bir süre yani ilk 288 saat ya da başka bir deyişle ilk 6 vardiyanın sonuçları, yapılan deneylerin sonuçlarından çıkarılacaktır.

**Şekil 29:** Modelin Dengeye Ulaşma Süresi: Güneyde Kuyrukta Bekleyen Gemiler



Şekil 30’da Boğaz’ın kuzeyinde kuyrukta bekleyen gemiler 840 saat boyunca yani 14 gün için, saat 10:00’da ve saat 22:00’de sayı olarak ölçülmüştür. Şekilde de görüldüğü üzere deneyin başlama anında hiç gemi yaratılmadığı için gemi sayısı 0’dır. Ancak 12 saat sonra grafiğin 40’lara yaklaştığı görülmektedir. Bunun sebebi bu 12 saat boyunca modelde yaratılan gemilerin Boğaz’ı trafik yönü nedeniyle geçememiş olmasıdır. Bundan 12 saat sonra Boğaz trafiği kuzeyden güneye doğru açıldığında sayı düşmekte, sonraki 12 saatte kuzeyden güneye trafik kapatıldığında sayı yükselmektedir. Şekil 30’da da aynı Şekil 29’da görüldüğü gibi grafiğin akışı deney saati eksenine paraleldir. Yani modele giren gemiler kuyruğu aşır Boğaz’dan çıkmaktadır ve Boğaz trafiğinde bir sıkıntı yaşanmamaktadır. Buradan hareketle grafiğin akışının ne zaman deney saatine paralel olduğunu kestirmek gerekir. Deneyin 120. Saatinden sonra grafik deney eksenine paralel bir şekilde akmaktadır. Bu da 5 günlük bir süreyi göstermektedir. Bu artık deneyin ısınmış olduğunu, yani vereceği çıktıların anlamlı olacağını gösterir.

**Şekil 30:** Modelin Dengeye Ulaşma Süresi: Kuzeyde Kuyrukta Bekleyen Gemiler



Deneyler ısınma süresi olan ilk 12 günden sonraki 40 gün boyunca (toplam olarak 52 gün) çalıştırılmış ve vardiyada olan her kılavuz kaptanın dinlenme saatlerinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Eğer 10 gün boyunca kılavuz kaptanlar aranılan dinlenme kriterini sağlayamazsa, deneye kılavuz kaptan sayısı arttırılarak devam edilmiştir. Burada başarısız olan deneylerde sadece 10 günün işlenmesinin sebebi, 10 günde istenilen kritere ulaşamıyorsa 20 gün içinde de bu kritere ulaşmanın mümkün olmamasıdır. Böylece deney sonuçlarının analizinde boşa çaba harcanmamıştır.

Deneyler Arena simülasyon yazılımında çalıştırıldığı için stokastik olan bileşenler simülasyon yazılımlarının bir özelliği olarak, deney hep “0” zamanında başladığında, 52 gün boyunca hep aynı rastgele sayıları yaratmaktadır. Bunun sebebi bu tür simülasyon yazılımlarında bir faktör değiştirilerek optimizasyon yapılmaya çalışılırken, rastgele sayılar yüzünden deney sonuçlarının güvenilirlik kaybetmemesidir. Bu yüzden yapılan deneyler hep aynı süreyle çalıştırıldığı için yaratılan gemi sayısı hep aynı olmuştur. Her deneyde gemilerin tipleri, sisteme giriş zamanları ve diğer stokastik bileşenler de aynıdır. Bu sayede deneyin sonucunu etkileyen tek şey deney kurucunun, deneyler arasında değiştirdiği faktördür. Bu tez çalışmasında bu faktör kılavuz kaptan sayısı olarak belirlenmiştir.

Bununla beraber yapılan deneylerde vardiyaların başladığı günler için dinlenme sürelerinin MLC 2006’ya uygunluğunu sağlamak çok güç olmuştur. Bunun sebebi kılavuz kaptanların vardiyaya düzenleridir. Kılavuz kaptanların hepsi 48 saatlik vardiyalarının başında güney kılavuz kaptan istasyonunda toplanmaktadır. Bu sebepten güneyden kuzeye giden kılavuz kaptanlardan bazıları yeterince dinlenmeden, güneye doğru trafik başladığı zaman, trafiğin kapalı olduğu sürece kuzeyde birikmiş olan gemilere binmek zorunda kalmıştır. Bu durum deneylerde gözlemlendikten sonra Boğaz kılavuz kaptanlarına tekrar sorularak teyit edilmiştir.

Yine MLC 2006’ya uymayı zorlaştıran başka bir etmen de vardiyaya ilk giren kaptanların, ilk gemilerle kuzeye gittikten sonra eğer aynı yönden fazla trafik varsa, gemiden inmelerinden sonra yeterince dinlenmeden tekrar güney istasyona takviye olarak gönderilebilmesidir. Her ne kadar güneyde sıranın en sonunda kalsalar da kılavuz kaptan sayısı bekleyen gemi sayısından az ise bu hemen gemiye binmeleri anlamına gelmektedir.

### 3.5.1. İlk Deney (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)

İlk deney önemli bir deneştir. Günümüz şartlarında Boğaz'da uygulanan kılavuz kaptanlık hizmetinin modellenmesinin sonucudur. Sonuçları aynı zamanda bir geçerlilik testi olarak kabul edilmiştir. Deneyin sonucu olan özet çıktılar Tablo 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 12:** İlk Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)

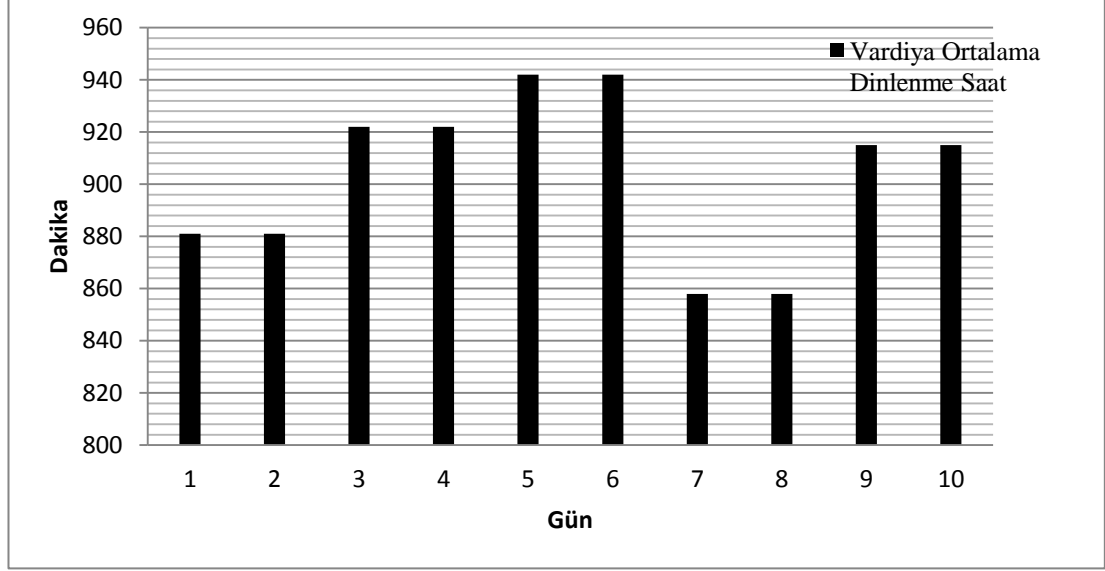
Her vardiya için yaratılan kılavuz kaptan sayısı	23
Deneyin Çalıştırılma Zamanı (12 gün ısınma hariç)	40 gün
Deney boyunca yaratılan gemi sayısı (1/9 yıl)	5642
Deney boyunca kılavuz kaptan alan gemi sayısı	2842 (%50,37)
Bir kılavuz kaptanın vardiyada çıktığı gemi ortalaması	6,2 gemi
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama dinlenmesi	1845 dk (30,8 saat)
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama çalışması	1035 dk (17,2 saat)
Kılavuz kaptan eksikliğinden Boğaz'ı Geçemeyen Gemi	Yok
Boğaz trafiğinin dengesizleşme durumu (Kitlenme)	Yok

Vardiya ortalama dinlenme saatlerine bakıldığında trafiğin yoğun olduğu günlerde bile kılavuz kaptanların 48 saatlik vardiyasında 28.6 saat dinlendikleri görülmektedir. Bu dinlenme günde 14 saat olarak Şekil 30'da deneyin 7. ve 8. günlerinde görülmektedir. Ancak Şekil 31'deki grafiğe bakılınca aynı günlerde MLC 2006'nın gemi adamı dinlenme saatlerine uyamayan kılavuz kaptanlar olduğu da anlaşılmaktadır.

Şekil 31'de 23 kılavuz kaptanın vardiyalarındaki toplam dinlenme süresinin iki güne bölünmesiyle elde edilen süreler gösterilmiştir. 14 saatlik dinlenme süresinin 840 dakika yaptığı göz önüne alınırsa ve 840 dakikadan daha az ortalama dinlenme olmadığı grafikten anlaşıldığından kılavuz kaptanların günde çalışma süreleri 10 saat civarında olmaktadır. Keza modelde kılavuz kaptanların vardiyada 6,2 gemiye hizmet verdiği göz önüne alınırsa ve bir geminin ortalama Boğaz geçişi 1,5 saat kabul edilirse günde takviye zamanı dahil edilmeden yaklaşık 9,3 saat çalıştıkları ortaya çıkmaktadır. Takviye zamanı da çalışma zamanına eklendiğinde 10 saatlik

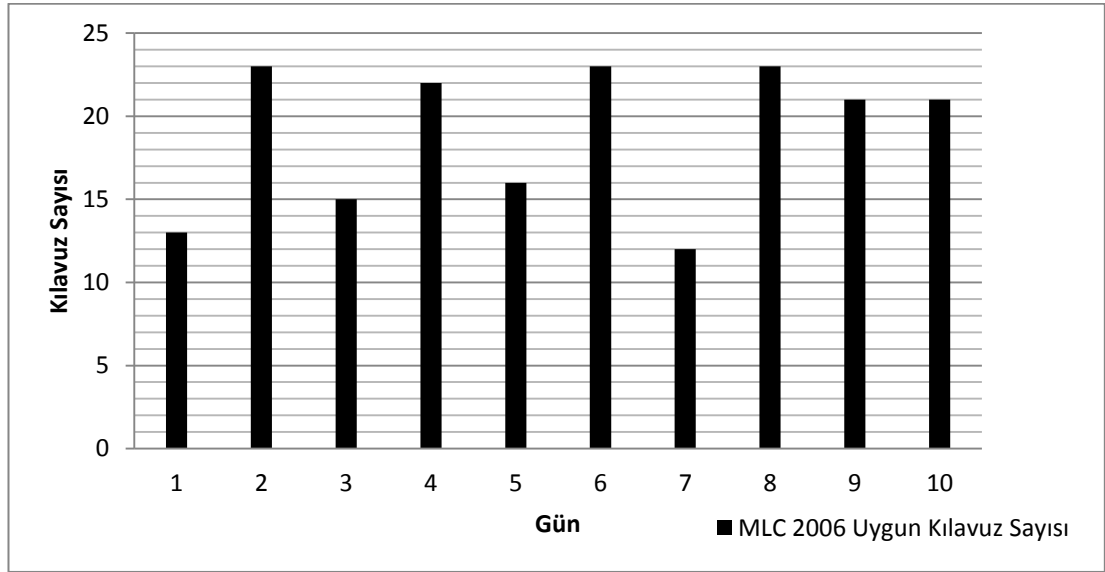
çalışma tekrar sağlanmış olmaktadır. Aslen deney sonuçlarında kılavuz kaptanların ortalama çalışma süresi de 9 saat civarında çıkmaktadır.

**Şekil 31:** 23 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri



Şekil 32’deyse MLC 2006’nın dinlenme saatleri kurallarına uygunluk analizi gösterilmektedir. Görüldüğü üzere kılavuz kaptanların gün içerisindeki dinlenmeleri en az 14 saatken ve ortalama dinlenme süreleri 15,4 saatken bile kılavuz kaptanlar MLC kurallarına göre uygunsuz kalmışlardır. Grafiğin ordinat ekseninde MLC 2006 kurallarına uyabilen kılavuz kaptan sayısı gösterilirken, grafiğin absisinde günler gösterilmiştir. Analiz 10 gün içerisinde tam uyum sağlanamadığı için durdurulmuştur. Örneklemin büyütülmesi sadece kurala tam uyulamadığının tekrar gösterimi olacağı için daha uzun bir süre analiz yapılmamıştır.

**Şekil 32:** MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı



Her ne kadar MLC 2006'nın dinlenme saatlerine uyulmasa da deney sonucu analiz edildikten sonra kılavuz kaptanların tekrar görüşüne başvurulmuştur. Sonuç olarak dinlenme saati olarak kendilerine kalan bu 14-15 saat içinde rahatça dinlenebildiklerini belirtmişlerdir. Bu sebeple bu deney dinlenme süresi benzerliğinden sistemin geçerliliğini de göstermiştir.

Ancak amaç olarak MLC 2006 dinlenme saatlerine kaç kılavuz kaptanla ulaşılabileceğinin tespiti seçildiği için optimizasyon deneylerine devam edilmiştir. Başka hiç bir faktör değiştirilmeden sadece kılavuz kaptan sayısı artırılarak arka arkaya deneyler yapılmıştır. Burada yapılan ara deneyler gösterilmeyecektir. Bunun yerine optimizasyonun yapıldığı bir sonraki bölüm içerisinde bu deneylerin sonuçları grafik olarak gösterilecektir.

### **3.5.2. MLC 2006 Dinlenme Koşuluna Göre Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu**

Bu optimizasyonun amacı KEGM'nün 2010 – 2011 verileri göz önüne alınarak kılavuzluk hizmeti veren tüm kaptanların MLC 2006'da gösterilen dinlenme saatlerine uygun halde hizmet vermesini sağlamaktır. Bunun için bir dizi çalışmayla bu dinlenme saatlerini sağlayacak en az kılavuz kaptan sayısı bulunmaya

çalışılmıştır. Bu deneylerin sonucunda bu koşul ölçüt kabul edilirse 29 kılavuz kaptanın, 2010 – 2011 verileri kullanılarak yaratılmış Boğaz Modeli için yeterli olduğu tespit edilmiştir. 29 kılavuz kaptanlı vardiya deneyi için özet çıktılar Tablo 13’de verilmiştir.

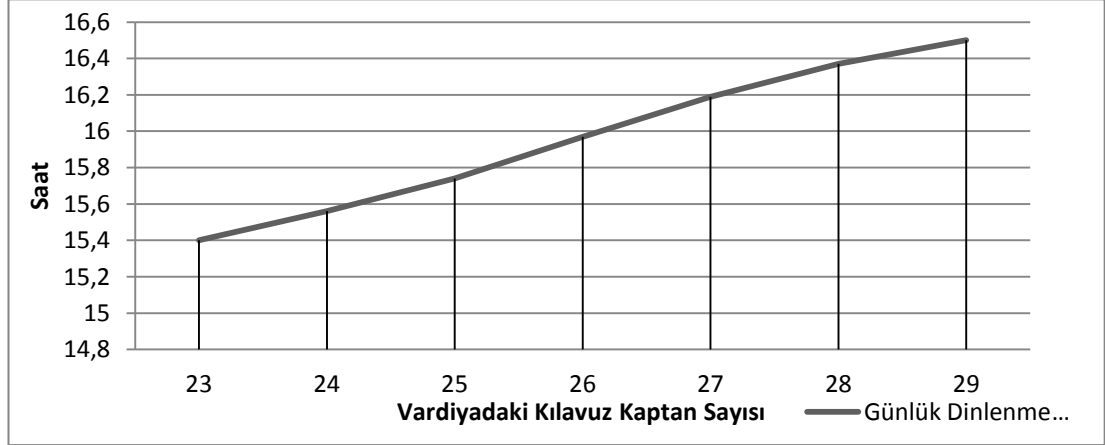
**Tablo 13:** Deneyle İlgili Özet Çıktılar (29 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)

Her vardiya için yaratılan kılavuz kaptan sayısı	29
Deneyin Çalıştırılma Zamanı (12 gün ısınma hariç)	40 gün
Deney boyunca yaratılan gemi sayısı (1/9 yıl)	5642
Deney boyunca kılavuz kaptan alan gemi sayısı	2842 (%50,37)
Bir kılavuz kaptanın vardiyada çıktığı gemi ortalaması	4,9 gemi
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama dinlenmesi	1978 dk (33,0 saat)
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama çalışması	902 dk (15,0 saat)
Kılavuz kaptan eksikliğinden Boğaz’ı Geçemeyen Gemi	Yok
Boğaz trafiğinin dengesizleşme durumu (Kitlenme)	Yok

23 kılavuz kaptandan oluşan vardiyanın MLC 2006 şartlarını sağlayamadığı tespit edildiği için deneyler kılavuz kaptan sayısı arttırılarak tekrarlanmıştır. Deneylerin başka hiç bir şartı değiştirilmemiştir. Buradaki amaç, optimizasyonun, daha önce Balık kılçığı ve Pareto yöntemiyle belirlendiği gibi sadece kılavuz kaptan sayısı ile yapılmasıdır. Deneylerden elde edilen değerler, grafikler halinde gösterilmiştir.

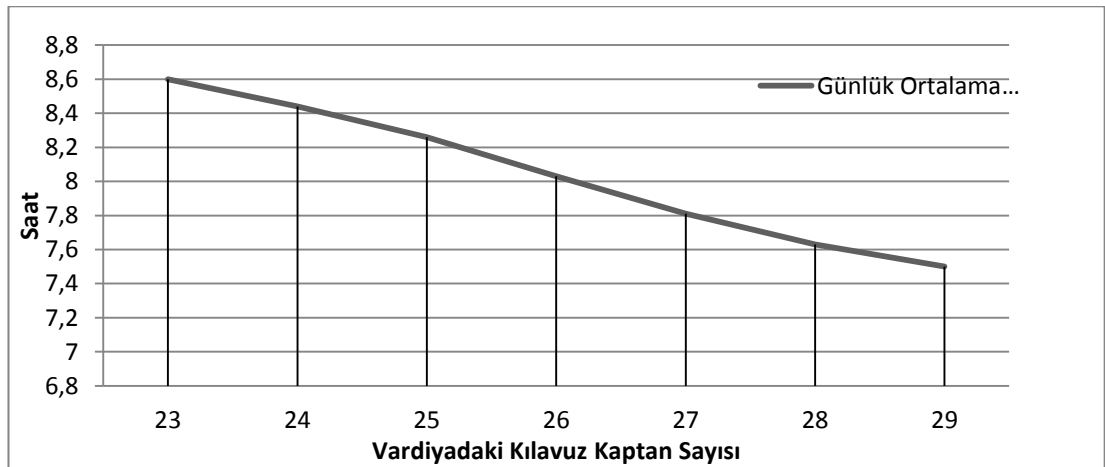
Kılavuz kaptan sayısının artmasıyla günlük ortalama dinlenme sürelerindeki artış Şekil 33’de verilmiştir. Artışın neredeyse doğrusal olduğu görülmektedir. Vardiyaya katılan her yeni kılavuz kaptan ortalama dinlenme süresini 0,18 saat arttırmıştır. Başka bir deyişle vardiyaya katılan her kılavuz kaptan diğer kılavuzların ortalama 10,8 dakika fazla dinlenmesine olanak sağlamıştır. MLC 2006 şartlarının ilk sağlandığı 29 kişilik vardiyada ortalama dinlenme süresi 16,5 saat olmuştur.

**Şekil 33:** Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında Kılavuz Kaptanların Ortalama Dinlenme Sürelerindeki Artış



Şekil 34’de aynı deney serisi sırasında, çalışma saatlerindeki değişim incelenmiştir. Vardiyaya her katılan kılavuz kaptan ortalama çalışma süresini 0,18 saat azaltmıştır. Başka bir deyişle vardiyaya katılan her kılavuz kaptan diğer kılavuzların ortalama 10,8 dakika daha az çalışmasına olanak sağlamıştır. MLC 2006 şartlarının ilk sağlandığı 29 kişilik vardiyada ortalama çalışma süresi 7,5 saate düşmüştür. Bu çalışma süresi gemi üzerinde geçirilen ve takviyelerde kaybedilen zamanın toplamıdır.

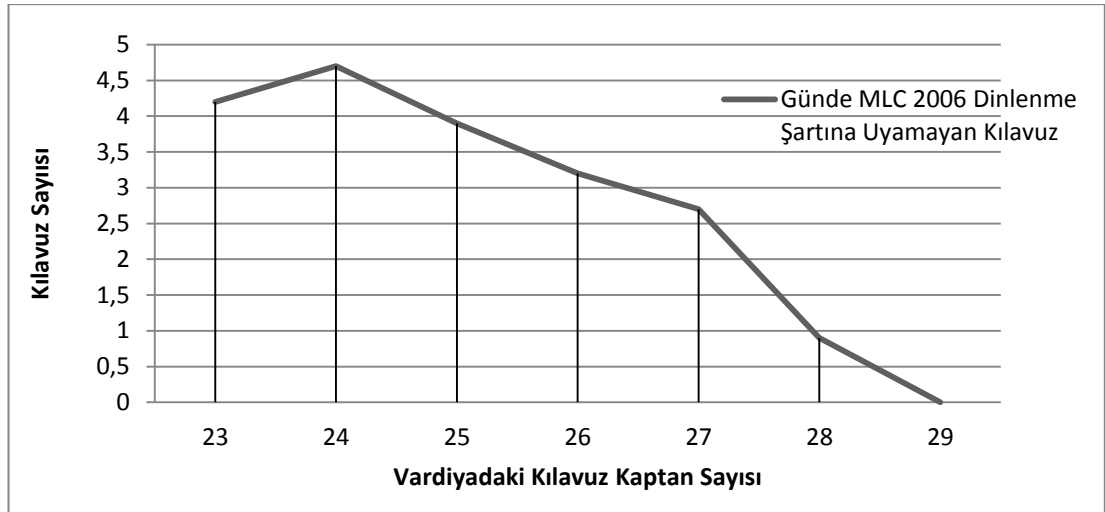
**Şekil 34:** Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında Kılavuz Kaptanların Ortalama Çalışma Sürelerindeki Azalma



Optimum sayının 29 kılavuz kaptan olduğunun ispatı için bu deneyden önceki her deneyde MLC 2006 şartlarının uygunluğu test edilmiştir. Bu deneylerden sonuçları Şekil 35’de verilmiştir. Grafiğin ordinatında bir gün içerisinde MLC 2006 dinlenme şartlarını yerine getiremeyen ortalama kılavuz kaptan sayısı verilmiştir. Grafiğin apsisinde deney yapılan vardiyanın kaç kılavuz kaptandan oluştuğu gösterilmiştir. Grafikten anlaşılacağı gibi her deneyde optimum sayıya biraz daha yaklaşmıştır.

Burada karşılaştırılan deney sonuçları 10 deney günü içinde toplanan sonuçlardır. MLC 2006 kriterine uyamayan bazı kılavuz kaptanların tespit edilmiş olması analizin bitirilmesi için yeterli görülmüştür. Özellikle vardiyanın ilk başlama günlerinde uyumsuzluklar tespit edilmiştir. Sonuç olarak 29 kılavuz kaptanın olmadığı bir vardiyanın MLC 2006 dinlenme şartlarını sağlayamadığı ispat edilmiştir.

**Şekil 35:** Optimizasyon Seri Deneyleri Sırasında MLC 2006 Şartına Uyamayan Kılavuz Kaptanların Gün Başına Sayısı

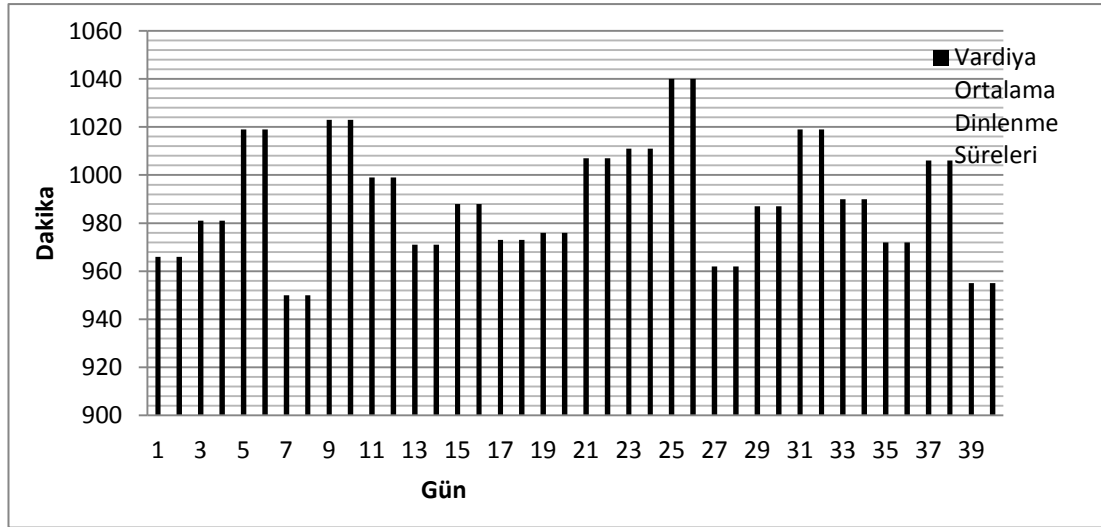


En son olarak 29 kılavuz kaptanla deney yapıldığında yeni grafikler oluşturulmuştur. Bu grafiklerde çıkan değerlerin sağlıklı olması adına 40 deney günü yani tüm deney incelenmiştir. Şekil 34’de gösterilen değerlere göre bu 40 gün içinde kılavuz kaptanların en az dinlendikleri vardiyaya olan 4.Vardiyada kılavuz kaptanların

ortalama uyku süresi 15,8 saat olmuştur. Çalışma saati olarak en yoğun çalışmada 8,16 saat olmuştur.

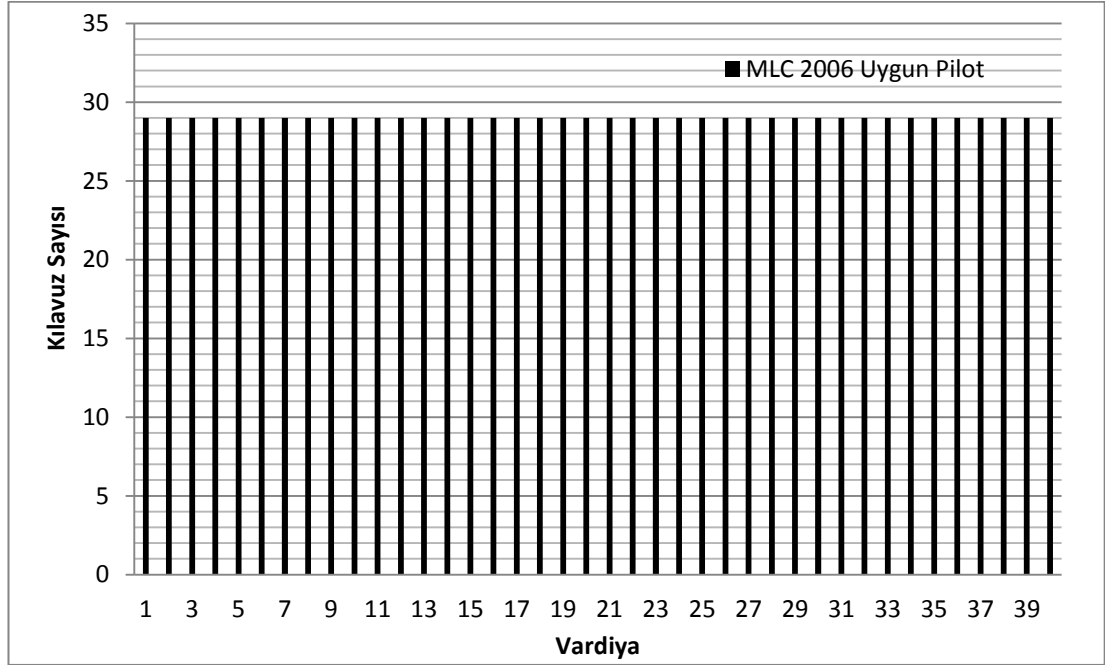
28 kılavuz kaptanla yapılan bu deneyden sonra 29 kılavuz kaptanla deney yapıldığında yeni grafikler oluşturulmuştur. Şekil 34 ve 35’de gösterilen değerlere göre tüm kılavuz kaptanlar MLC 2006 dinlenme şartlarını yerine getirebilmişlerdir. Dikkat edilebilir nokta vardiya ortalama dinlenme süreleri çok artmamışken kişi başına düşen gemi sayısı nedeniyle MLC 2006 dinlenme şartlarının yerine getirilebilmiş olmasıdır.

**Şekil 36:** 29 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri (Tüm Deney Boyunca)



Şekil 37’deyse 29 kılavuz kaptanlı vardiyanın MLC 2006 dinlenme kurallarını yerine getirdiği görülmektedir. Tüm deney süresi boyunca vardiyanın tüm kılavuz kaptanları MLC 2006’ya uygun şekilde dinlenme saatleri oluşturmuşlardır. Bu deney ısınma süresinden sonra dengedeki modelde 40 tam gün boyunca çalıştırılmıştır. Deney sonucunda modelin MLC 2006 şartını sağlamak için optimize edilmiş olduğu kabul edilmiştir. Çünkü model mevsimsel farkları olmayan ve dengede bir modeldir. Modelin 40 günde gösteremediği bir faktörün 400 ya da 4000 günde ortaya çıkabilir olması istatistiki olarak çok düşüktür. Çünkü deney aslında her iki günde bir yenilenen 20 vardiyadan oluşmaktadır. 40 gün boyunca süren tek parça bir deney değildir.

**Şekil 37:** 29 Kılavuz Kaptan vardiyadayken MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı (Tüm Deney Boyunca)



### 3.5.3. Deney (23 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)

Deney Boğaz'ı geçmek isteyen her geminin kılavuz kaptan almak istediği varsayılarak oluşturulmuştur. Gemi geliş sıklığı KEGM verilerinden alınmıştır (Yılda yaklaşık 50.000 gemi). Bu deneyin önemi bu tez çalışması sonucu ortaya konan modelin böyle varsayımsal durumlar altında karar vericiye bilimsel destek verebileceğini göstermektedir.

Boğaz'dan geçen tüm gemilerin kılavuz kaptan istediği varsayılan bu deneyde, kılavuz kaptan sayısı 23'de sabit tutulmuştur. Deney süresi 26 vardiya süresi olarak sabittir. Bu yüzden yaratılan gemi sayısı önceki deneylerle aynı kalmasına rağmen, yaratılan tüm gemiler kılavuzluk hizmeti talep etmişlerdir. Bu deney sonucunda, modelde Boğaz trafiğinin kilitlendiği yani giderek bekleyen gemilerin sayısının arttığı ortaya çıkmıştır. Dinlenme koşulları analiz edilmiş ama bu değerlerin optimizasyonunun yapılmasına çalışılmamıştır. Bu deneyin ortaya koyduğu sorun olarak Boğaz trafiğini açabilecek minimum kılavuz kaptan sayısına

ait vardiya bulunmaya çalışılmıştır. Deneyin sonucu olan özet çıktılar Tablo 14’de gösterilmiştir.

**Tablo 14:** Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)

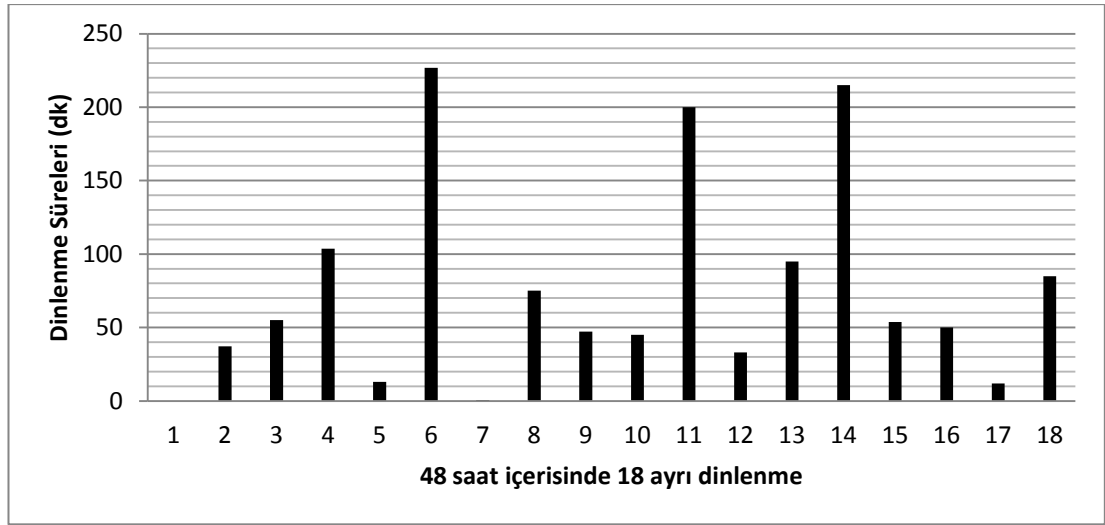
Her vardiya için yaratılan kılavuz kaptan sayısı	23
Deney boyunca yaratılan gemi sayısı (1/9 yıl)	5642
Deneyin Çalıştırılma Zamanı (12 gün ısınma hariç)	40 gün
Deney boyunca kılavuz kaptan alan gemi sayısı	4917
Bir kılavuz kaptanın vardiyada çıktığı gemi ortalaması	10.7 gemi
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama dinlenmesi	1377 dk (22,9 saat)
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama çalışması	1503 dk (25,1 saat)
Kılavuz kaptan eksikliğinden Boğaz’ı Geçemeyen Gemi	En son 941gemi
Boğaz trafiğinin dengesizleşme durumu (Kitlenme)	Var

Her gemi kılavuzluk hizmeti isterken tüm gemilere kılavuz verilememesinin sebebi kılavuz kaptan sayısının yetersiz kalmış olmasıdır.

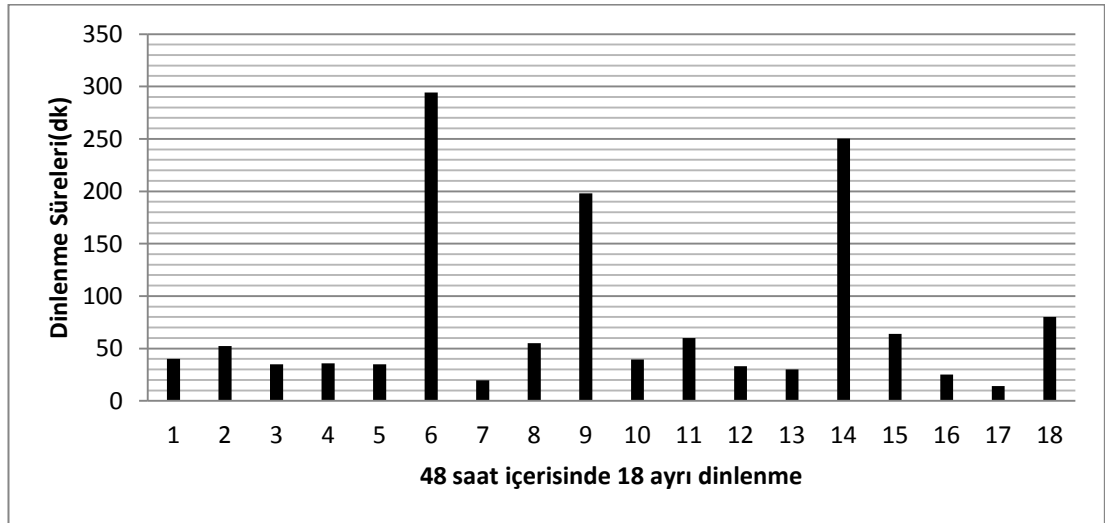
Deney boyunca kılavuz kaptanlar günde 11,5 ortalama dinlenmiş gözükmelerine rağmen 20 vardiya süresince (40 gün içinde) 6 saat kesintisiz olarak uyku uyuyabilen sadece bir kılavuz kaptan ( % 0,2 ) vardır.

Buna rağmen modelde kılavuz kaptanların dinleniyor gözükme sebebi aslında gemiden gemiye geçişler sırasında diğer kılavuz kaptanların gemiye binişlerinin 10’ar dakika olarak modellenmiş olmasıdır. Örnek olması adına rastgele 2 ayrı kılavuz kaptanın bir vardiya boyunca dinlenmeleri Şekil 38 ve 39’da gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 139 ve 511 numaralı kılavuz kaptanlar birbirlerinden ayrı vardiyaları boyunca 18 ayrı dinlenme periyoduna girmiştir. 139 numaralı kılavuz kaptan en uzun 225 dakika kesintisiz dinlenebilirken, 511 numaralı kılavuz kaptan yaklaşık 295 dakika kesintisiz uyku zamanı bulabilmiştir.

**Şekil 38:** 139 Nolu kılavuz kaptanın 48 Saat İçinde Dinlenmeleri



**Şekil 39:** 511 Nolu Kılavuz kaptanın 48 Saat İçinde Dinlenmeleri

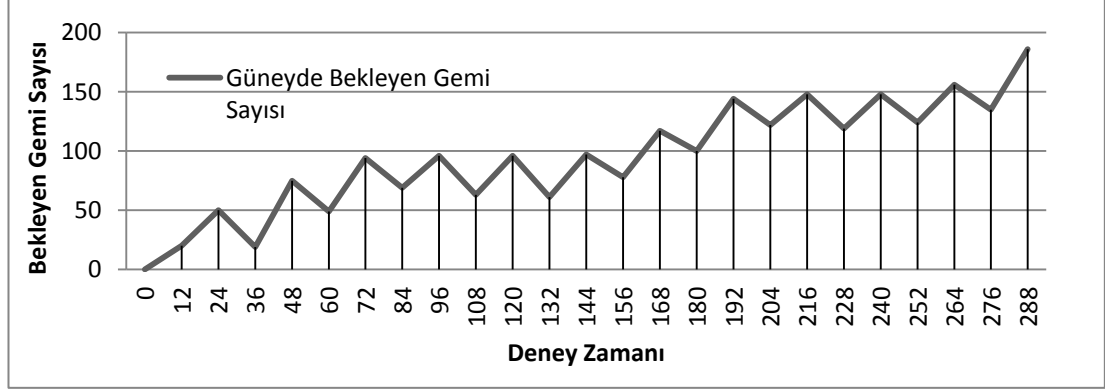


Denyde bekleyen gemi sayısı deney sürdürüldükçe artmıştır. Bu da Boğaz trafiğinin tıkanıdığı anlamına gelmektedir. Bekleyen gemi sayılarındaki artışı gösteren grafikler Şekil 40 ve 41’de gösterilmiştir.

Şekil 40’da Güneyden Boğaz’a girmek isteyen gemilerin 288 saat içerisinde 200 gemiye yaklaşmış olduğu görülmektedir. Grafiğin akış yönü yukarı doğrudur. Model dengeye oturamamaktadır. Bunun sebebi modele giren gemilerin modelden

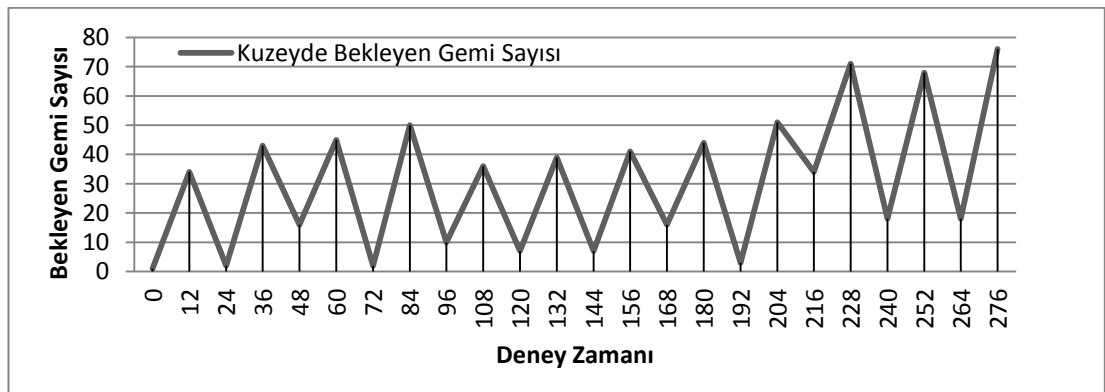
çıkabilecek kaynağa ki burada bu kılavuz kaptandır, ulaşamamasıdır. Model bu şekilden anlaşılacağı üzere tıkanmıştır. Gemi sayısı giderek artacaktır.

**Şekil 40:** Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı



Şekil 41’de kuzeyden Boğaz’a girmek isteyen gemilerin 288 saat içerisinde 80 gemiye yaklaşmış olduğu görülmektedir. Grafiğin akış yönü yukarı doğrudur. Model dengeye oturamamaktadır. Bunun sebebi modele giren gemilerin modelden çıkabilecek kaynağa ki burada bu kılavuz kaptandır ulaşamamasıdır. Model bu şekilden anlaşılacağı üzere tıkanmıştır. Gemi sayısı giderek artacaktır.

**Şekil 41:** Kuzeyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı



### 3.5.4. Boğaz Geçmek İsteyen Tüm Gemiler Kılavuz İsterse, Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu

Optimizasyonun amacı 3.Deneyde de belirtildiği gibi tüm gemiler kılavuz hizmeti alırsa kaç kılavuz kaptanla Boğaz trafiği kitlenmeden idare edilebilir gibi varsayımsal bir soruya cevap vermektir. Optimizasyon aslında birçok alt deneyden oluşmaktadır. Bu deneylerde sadece kılavuz kaptan sayısı değiştirilerek minimum yeterli kılavuz kaptan sayısına ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu sayı 38 kılavuz kaptan olarak tespit edilmiştir. Özet çıktılar Tablo 15’de gösterilmiştir.

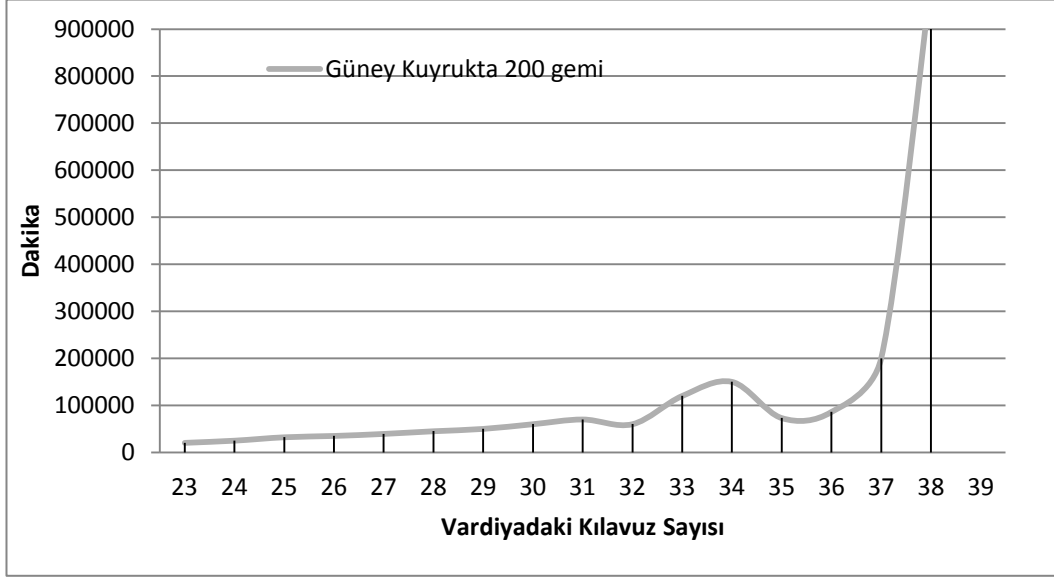
**Tablo 15:** Deneyle İlgili Özet Çıktılar (38 Kılavuz Kaptan, Tüm Gemiler Kılavuz Alırsa)

Her vardiya için yaratılan kılavuz kaptan sayısı	38
Deney boyunca yaratılan gemi sayısı (1/9 yıl)	5641
Deneyin Çalıştırılma Zamanı (12 gün ısınma hariç)	40 gün
Deney boyunca kılavuz kaptan alan gemi sayısı	5640
Bir kılavuz kaptanın vardiyada çıktığı gemi ortalaması	5.7 gemi
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama dinlenmesi	1826 dk (30,4 saat)
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama çalışması	1503 dk (25,1 saat)
Kılavuz kaptan eksikliğinden Boğaz’ı Geçemeyen Gemi	Yok
Boğaz trafiğinin dengesizleşme durumu (Kitlenme)	Yok

Optimizasyonun yapılması sırasında güneyde bekleyen gemi kuyruğunun sabitleşmesi esas alınmıştır. Bu aynı zamanda kuzeydeki kuyruğun da sabitleşmesi anlamındadır. Bunun için optimize edilecek tek faktör olarak kılavuz kaptan sayısı bir bir arttırılarak arka arkaya deneyler yapılmıştır. Burada da bir ölçüt olarak güneyde bekleyen gemi sayısının ne zaman 200 gemiyi aştığı tespit edilip, vardiyada bulunan kılavuz kaptan sayısı ile bir grafiğe konulmuştur. Bu grafik Şekil 42’de sunulmuştur. Grafiğin ordinatı Boğaz’ın güney kuyruğunda ne zaman 200 gemi limitinin aşıldığını dakika cinsinden göstermektedir. Grafiğin apsisinde bulunan sayılar vardiyadaki kılavuz kaptan sayısını temsil etmektedir. Görüldüğü üzere kılavuz kaptan sayısı arttıkça 200 gemi limitine ulaşmak giderek daha zor olmaktadır. Grafik üssel dağılım özellikleri göstermektedir. Bu yine İstanbul Boğazı’nın ne kadar karmaşık bir sistem olduğunu göstermesi açısından da ilginçtir. Çünkü bir bir arttırılan kılavuz kaptan sayısı modelin dengesizleşmesine doğrusal

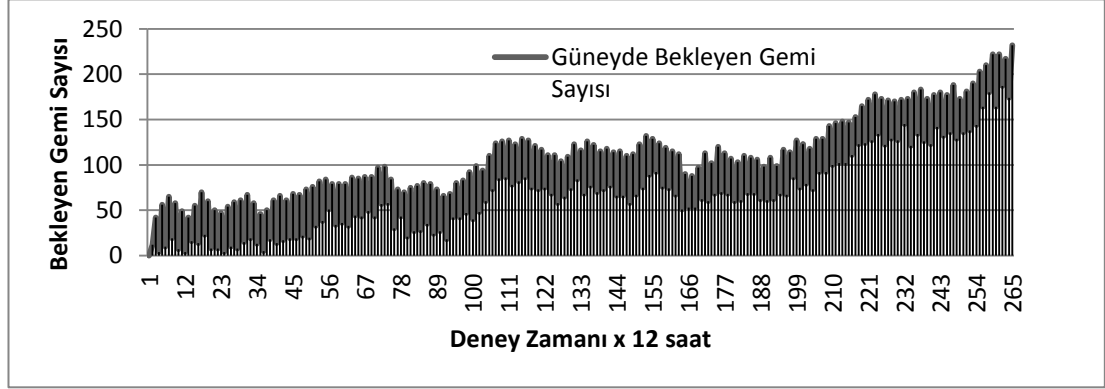
etki etmemiştir. 38 kişilik vardiya deneyin sürdürüldüğü  $1 \times 10^6$  dakika boyunca 200 gemi limitine ulaşmamıştır. Bu da Boğaz trafiğinin tekrar işlemeye başladığı noktanın 38 kılavuz kaptanlı vardiya olduğunu ispatlamıştır.

**Şekil 42:** Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu Seri Deneylerinin Sonuçları



37 kılavuz kaptanla yapılan deney sonuçlarında Boğazı geçmek için bekleyen gemilerin grafikleri Şekil 43’de görüldüğü üzere dengeye oturmamıştır ve devamlı bekleyen gemi sayısı artmaktadır. Gemi sayısının 200’ü aştığı rahatça görülmektedir. Deney ilerledikçe gemi sayısı artmaya devam etmiştir.

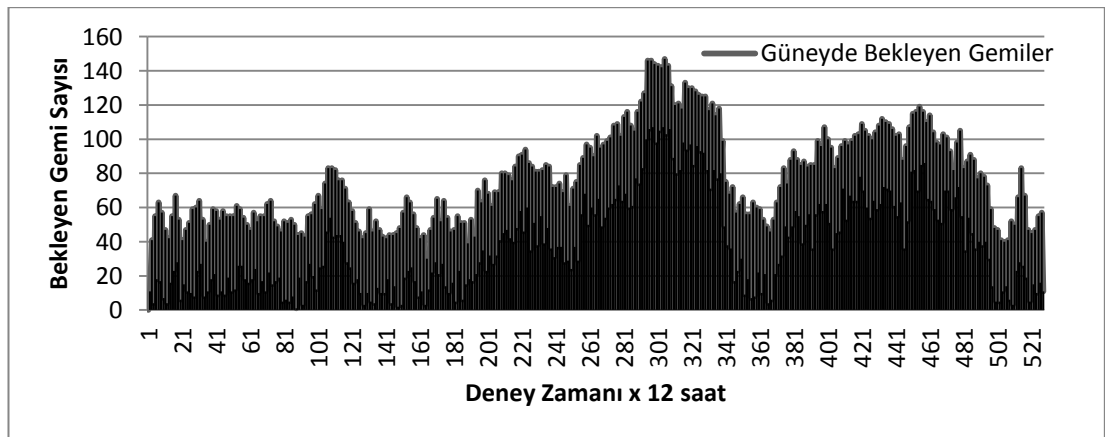
**Şekil 43:** 37 Kılavuz Kaptan Olduğu Durumda Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı



38 Kılavuz kaptan olduğu zaman güneyden Boğaz geçmek için bekleyen gemi sayıları ise dengeye gelmektedir. Şekil 38’de bu gösterilmektedir. Gemi Sayısı 150’lere gelmesine rağmen sonra tekrar düşerek 60 gemiye inmiştir. Dalgalanmalar olsa bile kılavuz kaptan sayısı Boğaz trafiğinin kitlenmesini engellemektedir.

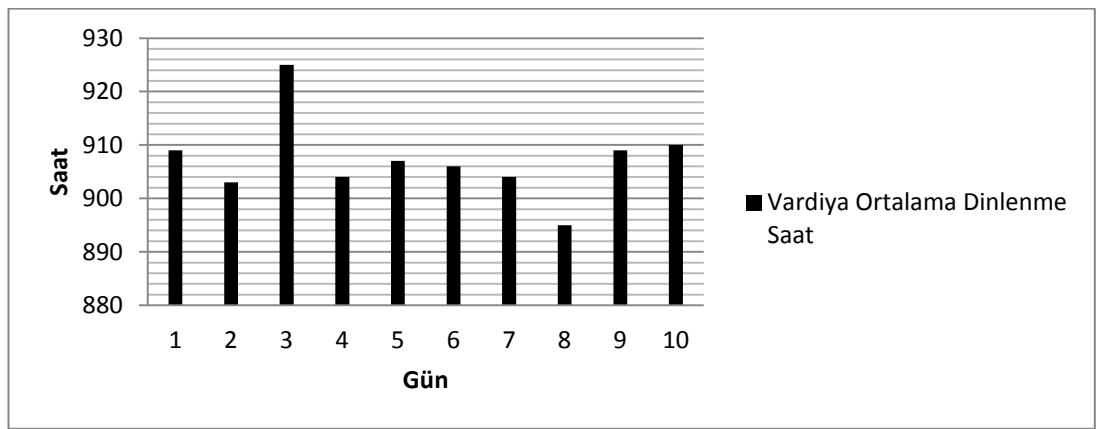
Ancak modelde Boğaz’ın hava durumu, kaza gibi nedenlerden kapanması dahil edilmemiştir. Dolayısıyla bu aslında model için geçerli olmakla beraber gerçek Boğaz sistemi için geçerli olmama şansı vardır. Boğaz’ın kapandığı durumlardaki birikmelerin eritilme şansı olup olmadığı sonuçlardan çıkarılamaz. Bu kadar karmaşık sistemlerde, simülasyon karar vericiye, bilgi sunmak amacıyla yapılır.

**Şekil 44:** 38 Kılavuz Kaptan Olduğu Durumda Güneyden Boğaz Geçmek İçin Bekleyen Gemilerin Sayısı



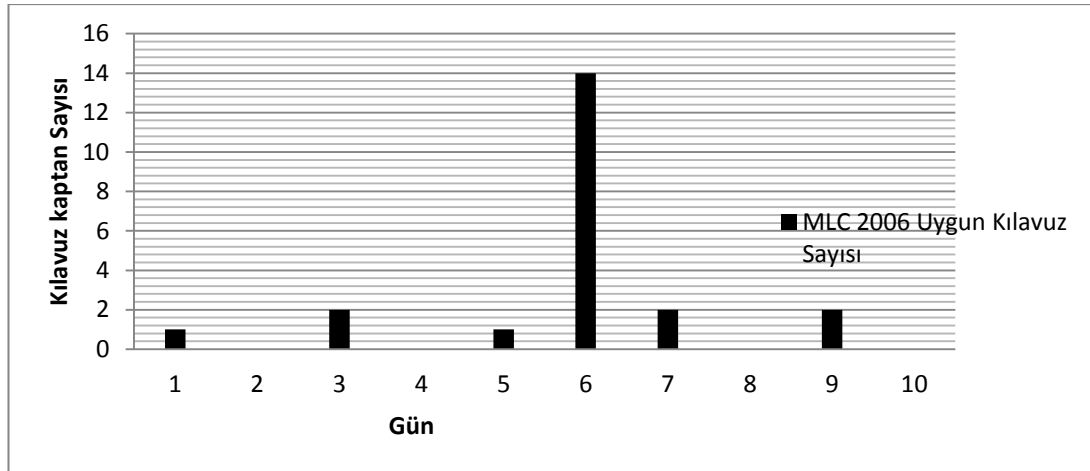
Bu deneydeki 38 kılavuz kaptan, 23 kılavuz kaptanın Boğaz'a gelen gemilerin yaklaşık %50'sine kılavuzluk hizmeti verdiği 1. Deneydeki ortalamalarla neredeyse aynı sayılara sahiptir. Bu bakımdan dinlenme düzenleri de incelenmiştir. Her ne kadar dinlenme saatleri yüksek gözükse de yine parçalı dinlenmeden MLC 2006'ya uygun dinlenme saati gösterebilen kılavuz kaptan çok az olmuştur.Şekil 42 ve 43'de bu bilgiler 10 gün üzerinden grafiğe dökülmüştür.

**Şekil 45:** 38 Kılavuz Kaptanın Vardiya Ortalama Dinlenme Süreleri



Şekil 46'da bu deneyde her ne kadar performans ölçütü olarak alınmamış olsa da MLC 2006 dinlenme kurallarına uygun davranabilen kılavuz kaptan olup olmadığı analiz edilmiştir. Görüldüğü üzere yoğun iş yükü nedeniyle vardiyadaki 38 kılavuz kaptan'dan pek azı bu şartları yerine getirebilmektedir. Bazı günler hiç bir kılavuz kurala uyamamıştır. Şüphesiz bu çok yoğun kılavuz isteği ve minimum kılavuz sayısı nedeniyle beklenen bir sonuçtur.

**Şekil 46:** MLC 2006 Dinlenme Kurallarına Uygun Davranabilen Kılavuz Kaptan Sayısı



Bu optimizasyonun tez açısından önemi üretilen modelle farklı performans ölçütlerinin de denenerek karar vericilere fikir verebileceğini göstermiş olmasıdır. Normalde 23 kılavuz kaptanın yaptığı işin iki katını dinlenmeme pahasına bile olsa 38 kişinin yapabileceği modelle kolayca tespit edilebilirken aynı değerlerin sadece ampirik yöntemlerle bulunması neredeyse imkansızdır.

### **3.5.5. Bir Vardiyada İki Kere 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenmek Koşuluna Göre Kılavuz Kaptan Sayısının Optimizasyonu**

Bu deneyin amacı İstanbul Boğazı'nda optimum kılavuz kaptan sayısını dinlenme saatleri açısından yeni bir ölçüte göre optimize etmektir. Bu deneyde dinlenme koşulu olarak “bir vardiyada iki kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenmek” alınmıştır. Bu koşulun alınmasının sebebi MLC 2006 dinlenme kriterlerinin kılavuz kaptanlık mesleğiyle örtüşmediğinin daha önce yapılan deneylerle tespit edilmesindedir. Unutulmamalıdır ki MLC 2006 devamlı gemide bulunan ve her gün hizmet veren denizciler için geliştirilmiştir. Üstelik MLC 2006 kuralları, kılavuz kaptanları denizci ( seafarer ) olarak saymamaktadır ve MLC 2006 kurallarının kılavuzlara uygulanmasını şart koşmamıştır. Bahamalar, Malta gibi büyük deniz filolarına sahip devletlerde kılavuz kaptanların, MLC kurallarına göre denizci sayılmaması gerektiğini ilan etmişlerdir (<http://www.Bahamasmaritime.com/downloads/Bulletins/127bulltn.pdf>, 08.06.2013).

Bir dizi deneyle bir vardiyada iki kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenmek koşulunun ölçülmesi için ilk önce, 23 kılavuz kaptanlı vardiyanın deneyi yenilenmiştir. Deneyin özet çıktıları Tablo 16’da gösterilmiştir.

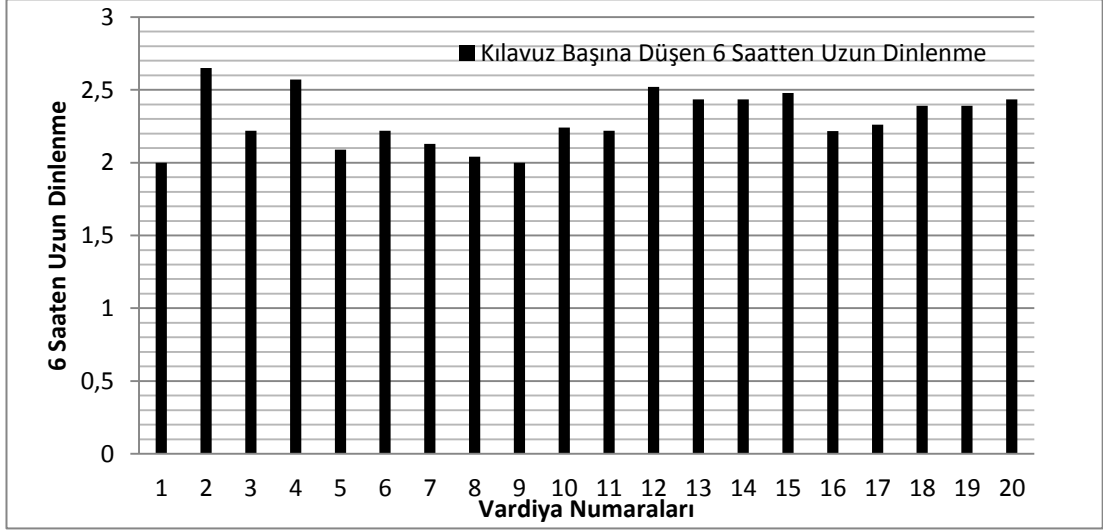
**Tablo 16:** Beşinci Deneyle İlgili Özet Çıktılar (23 Kılavuz Kaptan, 2010 – 2011 Verileri)

Her vardiya için yaratılan kılavuz kaptan sayısı	23
Deneyin Çalıştırılma Zamanı (12 gün ısınma hariç)	40 gün
Deney boyunca yaratılan gemi sayısı (1/9 yıl)	5642
Deney boyunca kılavuz kaptan alan gemi sayısı	2842 (%50,37)
Bir kılavuz kaptanın vardiyada çıktığı gemi ortalaması	6,2 gemi
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama dinlenmesi	1845 dk (30,8 saat)
Bir kılavuz kaptanın 48 saat vardiyada ortalama çalışması	1035 dk (17,2 saat)
Kılavuz kaptan eksikliğinden Boğaz’ı Geçemeyen Gemi	Yok
Boğaz trafiğinin dengesizleşme durumu (Kitlenme)	Yok

Şekil 47’de bir vardiyada (iki gün içerisinde) bir kılavuz kaptanın ortalama kaç kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenme süresine girdiği bütün deney süresi boyunca (40 gün – 20 vardiya) tablolştırılmıştır. Grafiğin ordinat değerleri 6 saatten uzun dinlenme sayısını göstermektedir. Aranan koşula göre bu değer her vardiya için en az iki olmalıdır. Grafiğin apsisi vardiya numarasını göstermektedir. Okunan değerler deney başlangıcından itibaren kaçınıcı vardiyanın hizmet verdiğini göstermektedir. Görüldüğü üzere tüm vardiyalarda aranan kriter sağlanmıştır. 40 gün içinde Vardiyaları tek tek incelenip 2 adet dinlenme koşulunu sağlayan 23 kılavuz kaptanlı vardiya optimum kılavuz kaptan sayısı olarak kabul edilmiştir.

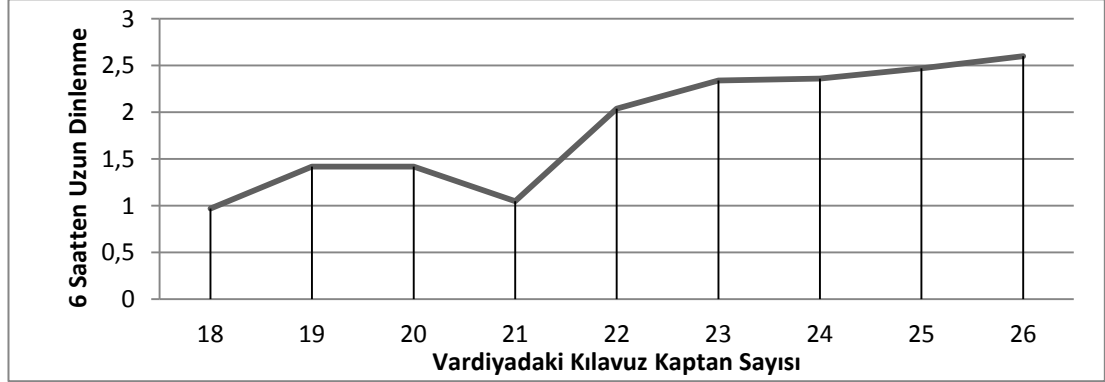
Bu da aslında uzman görüşüyle desteklenmiş olan İstanbul Boğazı’ndaki kılavuz kaptan sayısının mevcut trafikte verimli çalıştığı ve kılavuz kaptanların yeterince dinlendiği teorisini desteklemekte olan bir sonuçtur. Tüm deney sonuçlarından çıkarılan “bir vardiyada kılavuz kaptan başına düşen 6 saatten uzun kesintisiz dinlenme sayısı” , ortalama 2,30 adet dinlenme olarak tespit edilmiştir.

**Şekil 47:** 23 Kişilik Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı



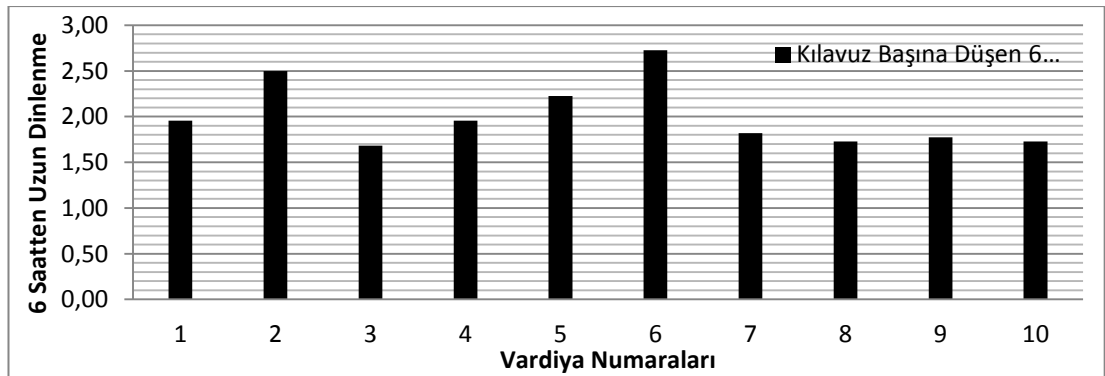
Ancak 23 kişilik vardiyanın optimum olduğunun gösterilebilmesi için bir seri deney yapılması gerekmiştir. Yapılan deneylerde, tüm koşullar sabit tutulmuş ve aranan ölçüte uyum optimizasyonu için sadece kılavuz kaptan sayısı bir bir azaltıp artırılarak deneyler tamamlanmıştır. Çıkan karşılaştırmalı sonuçlar Şekil 48’de gösterilmektedir. Grafikte 22 kılavuz kaptanlı vardiyanın aranan koşulu sağladığı izlenimi vermesine rağmen, grafiğe girilen sayıların ortalama değerler olduğu unutulmamalıdır. 22 kılavuz kaptanlı vardiyanın ortalama değeri 2,04 dinlenme süresidir. Aslında bu sonuç, ortalama bir sayı olduğu için bazı vardiyalarda dinlenme saatine uyulmadığını gösterir.

**Şekil 48:** Bir Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı



Yukarıda açıklanan duruma dair bir şüphe kalmaması için 22 kılavuz kaptanlı vardiyanın tek tek vardiya sürelerinin incelenmesine karar verilmiştir. Böylece ortalamada tutturulan 2,04 dinlenme süresinin aranan “bir vardiyada iki kere 6 saatten uzun dinlenmek” koşulunu her vardiya için sağlamadığı görülmüştür. Bu denemenin grafiği Şekil 49’da verilmiştir. Koşul ilk 10 vardiyada bozulduğu için analize devam edilmemiş ve ilk 10 vardiya grafikte gösterilmiştir. 10 gün içerisinde 7 gün kılavuz kaptan başına düşen 6 saat dinlenme sayısı 2’den az olmuştur. Ancak Bazı yüksek çıkan günler sonucunda aşağıdaki grafiğin ortalaması da 2,01 çıkmıştır. Şekil 49, 22 kılavuz kaptan sayısının aranılan koşula uyamadığını ve optimum sonuç olmadığını göstermiştir.

**Şekil 49:** 23 Kişilik Vardiyada Kılavuz Kaptan Başına Düşen 6 Saatten Uzun Kesintisiz Dinlenme Sayısı



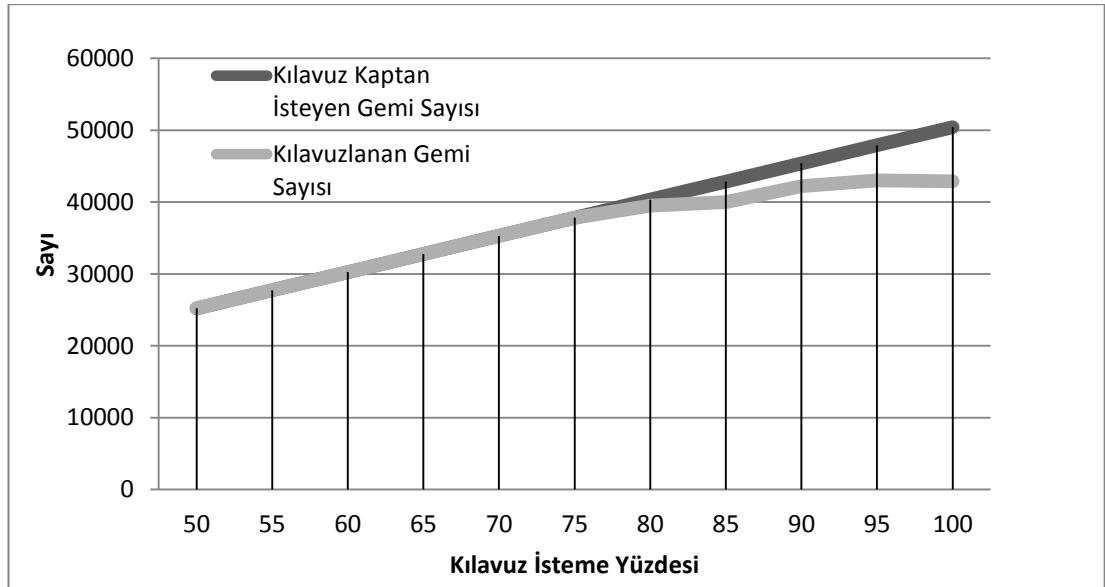
### 3.5.6. 23 Kılavuz Kaptanlı Vardiyanın Bir Yıl İçerisinde En Fazla Hizmet Verebileceği Gemi Sayısını Bulmak

Bu çalışmada bir optimizasyon yapılmamıştır. Bunun yerine Boğaz'a gelen gemilerin kılavuzluk hizmeti talebinin artması gibi varsayımsal bir durumda, hala Boğaz'da çalışma düzeni olarak kabul edilmiş olan 23 kılavuz kaptanlı vardiyanın ne zaman yetersiz kalacağına dair deneyler yapılmıştır.

Bu deneyler yapılırken gemilerin KEGM 2010 – 2011 verilerine göre kılavuz kaptan talebinde bulunma oranları yaklaşık %5'lik adımlarla arttırılmıştır. Hala %100 kılavuz kaptan kullanan gemilerin oranları arttırılamamıştır. Deneyler üç ay boyunca (146.880 dakika) çalıştırılmıştır.

Çıkan sonuçlar Şekil 50'de yıllık olarak gösterilmiştir. 23 kılavuz kaptanla yürütülen vardiya teorik olarak yılda 44300 gemi limitine sahiptir. Modelde kılavuz isteyen gemi sayısı arttığı halde hizmet verilen gemi sayısı sabit kalmıştır. Bu deneylerde minimum kılavuz sayısı dışında bir ölçüt aranmamıştır.

**Şekil 50:** Bir Yıl Boyunca Kılavuz Kaptan İsteyen Gemi İle Kılavuzlanan Gemi Sayıları



## SONUÇ

Bu tez İstanbul Boğazı'nda kılavuzluk hizmetlerini planlayan yöneticilere karar verme sırasında yardımcı bir model oluşturulması amacıyla hazırlanmıştır. İstanbul Boğazı kılavuzluk hizmetlerinde, boğaz geçişi yapan gemi sayılarının, kılavuzlanan gemi sayılarının vb. değişimlerinde ihtiyaç duyulacak optimum kılavuz kaptan sayısının tespit edilebilmesi amacıyla bir algoritma oluşturulmuştur. Oluşturulan algoritma bir simülasyon modeline dönüştürülerek, boğaz trafiği istatistiksel verileri kullanılarak simülasyon deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deneyler ve elde edilen verilerin analizi sonucunda, İstanbul Boğazı gibi karmaşık bir sistem hakkında sadece ampirik yöntemlerle karar vermenin ne kadar güç olduğu bir kez daha ortaya konmuştur. Mesela, varsayımsal olarak, İstanbul Boğazı'nı yılda geçen yaklaşık 50.000 geminin her birinin kılavuzluk hizmeti istemesi halinde kılavuz kaptan sayısında bir adedinin bile Boğaz trafiğinin kitlenmesi ya da hizmete devam edilebilmesi anlamına geldiği görülmüştür.

Bu çalışma için İstanbul Boğazı'ndaki kılavuzluk hizmetleri modellenmiştir. Modelin geliştirilmesi için nitel ve nicel çalışmalar yapılmıştır. Nitel çalışma olarak Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğünden alınan resmi izinle, uzman görüşüne başvurma yöntemi kullanılmıştır. Uzman olarak Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğünün yönlendirmesiyle İstanbul Boğazı baş kılavuz kaptanlarıyla ve vardiyadaki diğer kılavuz kaptanlarla görüşülmüştür. Görüşmeler sonucunda tasarlanan model için çok önemli verilere ulaşılmıştır. Nicel araştırma olarak ise Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğünden 2010 ve 2011 yıllarını içeren İstanbul Boğazı'nı kullanan tüm gemilerin istatistiksel bilgileri alınmış ve analiz edilmiştir.

Tüm bu veriler kullanılarak Rockwell Automation Arena V 14 programında İstanbul Boğazı Kılavuzluk Hizmetleri Modeli üretilmiştir.

Üretilen modele güvenilirlik ve geçerlilik testleri yapılmıştır. Güvenirlik testleri olarak, modele giren her geminin sistemden çıkması, modellenmiş her kılavuz kaptanın hizmet vermesi, modellenmiş gemi trafiğinde tip frekanslarının tasarlanan frekansla karşılaştırılması, vardiyasını tamamlayan kılavuz kaptanın modeli terk etmesi denenmiş ve model güvenilir bulunmuştur. Geçerlilik testlerine kaynak olarak da uzman görüşüne başvurularak elde edilen nitel veriler ve Kıyı

Emniyeti Genel Müdürlüğünden elde edilen nicel verilerin analizleri kullanılmıştır. Geçerlilik testleri için yapılan deneylerde, her kılavuz kaptanın vardiyasında 6-8 gemiye çıkması, modelin uzun süreli çalışma testlerinde Boğaz'ı geçen gemi tiplerinin ve sayılarının gerçek verilere uygun olması, gemilerin Boğaz geçişlerinin ne kadar sürdüğü karşılaştırılmış ve modelin geçerli olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca testlerin sonuçları tekrar uzmanlarla paylaşılmış ve uzmanların geçerlilik onayı da alınmıştır.

Çalışmada geliştirilen matematiksel modellerin ve simülasyonun aslında sadece bir benzetim olduğu unutulmamalıdır. Her simülasyon da, bu tez dahil olmak üzere, sistem modellenirken bazı kısıtlarla tasarlanır. Bu kısıtlar sonucu oluşan modellerle yapılan simülasyonlar ve gerçek hayatın birebir örtüşmesi mümkün değildir. Ancak model mümkün olduğu kadar gerçek duruma yaklaştırılmıştır.

Tasarlanan modelde kısıt olarak konmuş olan çevresel şartların değişmemesi, Boğaz'ın devamlı açık olması, kılavuz kaptan takviyelerinin hep 50 dakika sürmesi, “kıdemli kılavuz kaptan” - “kılavuz kaptan” ayrımının olmaması gibi faktörler alınacak sonuçların “tam gerçekliğe” ulaşamadığını gösterir. Ancak yine yapılmış olan güvenilirlik ve geçerlilik testleri de modelin gerçeğe yaklaştığını ve çıktılarının önemsenmesi gerektiğinin göstergesidir.

Yapılan ilk deneyde İstanbul Boğaz kılavuz kaptanlarının vardiya düzenleri gözlemlenmiş ve analizi edilmiştir. Elde edilen verilere göre Boğaz'ın trafiğinin rahat olduğu ve kılavuz kaptan sayısının vardiya düzeni açısından yeterli olduğu tespit edilmiştir.

İkinci deneyde kılavuz kaptanlar için MLC 2006 dinlenme şartlarını sağlamak gibi varsayımsal bir koşul belirlenmiş ve bu koşulun sağlanabilmesi için 29 kılavuz kaptanın yeterli olduğu tespit edilmiştir. Gerçekte MLC 2006 dinlenme saatleri kılavuzluk hizmetlerinde referans olarak alınmamaktadır. Ancak kuramsal bir kısıt olarak deneylerde optimizasyon yapılabilmesi için kullanılmıştır. Zaten ilk iki deneyin sonucu olarak MLC 2006 dinlenme şartlarını Boğaz kılavuz kaptanlarına uygulamanın çok zor olduğu anlaşılmıştır. Hatta uzman görüşüne başvurulduğunda aslında kılavuz kaptanların vardiyada 23 kılavuz kaptan olduğu durum için bile dinlendikleri anlaşılmıştır. Deneyde yapılan analizlerde, 23 kılavuz kaptanlı

vardiyada deney sonuçları olarak, kılavuz kaptanların günlük dinlenme sürelerinin 15,4 saat ve çalışma sürelerinin ise sadece 8,6 saat olduğu tespit edilmiştir.

Bir sonraki deneyde 23 kılavuz kaptan vardiyada iken, Boğaz'dan yılda geçen yaklaşık 50.000 geminin tümünün kılavuzluk hizmeti istediği, varsayımsal olarak test edilmiştir. Bu durumda Boğaz'ın buna nasıl tepki vereceği ölçülmüştür. Yapılan deneyde, İstanbul Boğazı'na gelen her geminin kılavuzluk hizmeti talep etmesi halinde, 23 kılavuz kaptanın yetersiz kalacağı grafiklerle gösterilmiştir. Kılavuzluk hizmeti talep eden 50.000 gemi için ihtiyaç durulacak kılavuz kaptan sayısının optimizasyonu çalışmasında, Boğaz trafiğinin tekrar işleyebilmesi için en az kaç adet kılavuz kaptanın Boğaz'da hizmet vermesi gerektiği tespit edilmiştir. Bu sayı 38 olarak bulunmuştur ve sonuçlar grafik ve tablolarla açıklanmıştır. Bu optimizasyon çalışmasında dinlenme ölçütleri önemsenmemiştir.

Diğer deneyde, dinlenme ölçütü değiştirilerek, başka bir optimizasyon çalışması daha yapılmıştır. Bu çalışmada “bir vardiyada iki kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenmek” koşul olarak belirlenmiştir. Bu koşulun kılavuzluk hizmetlerinde dinlenme şartı olarak aranması çok daha mantığa uygun bulunmuştur. Uzman görüşüne başvurulduğunda da bu tür bir dinlenme ölçütünün kılavuzluk teşkilatları için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Deneyler serisinin sonunda 23 kılavuz kaptanlı vardiyanın bu koşul için optimum sayı olduğu tespit edilmiştir. Gerçektende 23 kılavuz kaptanlı vardiya, hali hazırda İstanbul Boğazı'nda kullanılan vardiya sistemindeki kılavuz kaptan sayısıdır.

Yapılan son deneyde, 23 kılavuz kaptanlı vardiyanın bir yıl içerisinde en fazla kaç gemiye kılavuzluk hizmeti verebileceği ve matematiksel modelin nasıl farklı şekillerde kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, 23 kılavuz kaptanın teorik olarak Boğazı kullanan yaklaşık 52.000 geminin % 85'i olan 44.300 gemiye hizmet verebileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma temposunda kılavuz kaptanların dinlenme saatleri dikkate alınmamıştır.

Çalışmada yapılan tüm deneylerde, kılavuz kaptan sayısının optimizasyonu için kılavuzlanan gemi sayısı ve kılavuz kaptan sayıları değiştirilmiş, diğer değişkenlerde sabit tutulmuştur. Aslında yukarıdaki deneylerde takviye sıklıkları, süreleri, vardiya düzeni, kılavuz kaptanların gemiye binme sıraları değiştirilerek de başka çözümlere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada ulaşılan diğer bir sonuç da, MLC 2006 dinlenme şartlarının kılavuz kaptan teşkilatlarında uygulanmasının çok zor olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Benzer olarak Bahamalar, Malta ve başka ülkeler kılavuz kaptanların MLC 2006'ya göre denizci sayılamayacağını açıklamışlardır. Deneylede, Kılavuz kaptanların dinlenme süresi ortalama 15 saati bulduğunda bile MLC 2006 şartlarının sağlanamaması bu kuralın kılavuz teşkilatlarında uygulanabilirliğini sorgulatmaktadır. Üstelik MLC 2006 devamlı gemi üzerinde yaşayan denizciler için geliştirilmiştir. Dinlenme şartları da her gün gemide hizmet veren, gemiden hiç inmeyen, hafta sonu tatili bile yapamayan çalışanlar göz önüne alınarak geliştirilmiştir. Kılavuzluk teşkilatları ise “içeri - dışarı” vardiya sistemleriyle, yoğun çalışma temposundan sonra çalışma zamanının iki katı kadar bir süre izin yapmaktadır.

Bunla beraber yine tezin ortaya çıkardığı başka bir sonuç ise; “bir vardiyada iki kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenmek” yani gün başına bir kere 6 saatten uzun kesintisiz dinlenmenin kılavuz kaptan vardiyalarının tasarlanmasında ölçüt olarak kullanılabilir olduğu Uzman görüşüyle de destek bulmuştur.

Gelecekte araştırması önerilen konular; gelecek yıllarda yapılması planlanan Kanal İstanbul Projesi sonrasında, İstanbul Boğazı gemi trafiğinde çok büyük ve ani değişimler olması muhtemeldir. Bu tür bir değişim şüphesiz ki, karar vericiler için karmaşık bir problem oluşturacaktır ve karar vericilerin o an toplayabilecekleri tüm verileri kullanarak bu çalışmada geliştirilen Boğaz Kılavuzluk Hizmetleri Modelinin karar verme destek sistemi olarak kullanılması mümkün görülmektedir.

Modeldeki tüm kısıtların, modele dahil edilmesiyle modelin tam gerçekliğe yakınlştırılıp deneyler tekrar edilebilir. Optimizasyon çalışmasının denenerak yapılması yerine, günümüzde gelişmekte olan optimizasyon yöntemleriyle çalışacak şekilde model geliştirilebilir. Bu çalışma örnek alınarak, başka kılavuz kaptan teşkilatları için vardiya düzenlerini inceleme amacıyla yeni çalışmalar yapılabilir. Yine başka suyolları modellenerek analizler gerçekleştirilebilir. Bu tür bir model kullanılarak sadece bu çalışmada yapılan deneyler dışında, takviye sıklıkları, vardiya düzeni, Boğaz'a gemi alımları arasındaki mesafe ve bunun gibi modellenenebilir birçok değişkenin farklılaşması sonucunda İstanbul Boğaz trafiğinin ve kılavuz kaptanların vardiya düzeninin bundan nasıl etkilenebileceği analiz edilebilir.

Bu tez çalışması, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğünün katkılarıyla gerçekleşmiş olup ilgili Kuruluşa teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

Akten, N. (2003). The Strait of Istanbul (Bosphorus): The Seaway Separating The Continents With Its Dense Shipping Traffic. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 9(3): 241-265.

Akten, N. (2004). Analysis of Shipping Casualties in The Bosphorus. *Journal of Navigation*, 57(3): 345-356.

AMSA (2010). *ATSB Transport Safety Report, Marine Safety Issue Investigation. Final*. Avustralya.

AMSA (2013). *Fatigue Risk Management Plan, The Default Plan*. Avustralya.

Apollonius (M.Ö 3yy.). *Argonautica Book 2* (164). <http://www.theoi.com/Text/ApolloniusRhodius1.html>, (04.03.2013).

Arnold Jr, C. P., ve Dey, C. H. (1986). Observing-Systems Simulation Experiments: Past, Present and Future. *Bulletin of The American Meteorological Society*, 67(6): 687-695.

Azadivar, F. (1999, December). Simulation Optimization Methodologies. *Proceedings of The 31st Conference on Winter Simulation: Simulation---A Bridge to The Future-Volume 1* (ss. 93-100). ACM.

BA Harita (British Admiralty) 1198, İstanbul Boğazı.

Bachelet, B., ve Yon, L. (2007). Model Enhancement: Improving Theoretical Optimization With Simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(6): 703-715.

Bagdasaryan, A. (2011). Discrete Dynamic Simulation Models and Technique for Complex Control Systems. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 19(4): 1061-1087.

Bahamas Maritime Authority. *Information Bulletin No.127*. <http://www.bahamasmaritime.com/downloads/Bulletins/127bulltn.pdf> , (08.062013).

Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., ve Nicol, D. M. (2005). *Discrete-Event System Simulation*.

Başaraner, M., Yücel, M. A., ve Özmen, Ç. (2011). *İstanbul Boğazı'nda Transit Gemilerin Kullandığı Seyir Rotalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla İncelenmesi ve İyileştirilmesi*.

Birpınar, M. E., Talu, G. F., Su, G., ve Gulbey, M. (2006). The Effect of Dense Maritime Traffic on The Bosphorus Strait and Marmara Sea Pollution. *Conference on Water Observation and Information System for Decision Sussort, BALWOIS* (ss. 1-11).

Bozoğlu A., (2009). *Boğazlar'ın Koruyucu Melekleri Kılavuz Kaptanlar*. [http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=28veyazi\\_id=100370](http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=28veyazi_id=100370), (04.03.2013).

British Pilotage Act, (1987) <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1987/21/contents> , (15.05.2013).

Brynjolfsson, E., Hu, Y. J., ve Simester, D. (2011). Goodbye Pareto Principle, Hello Long Tail: The Effect of Search Costs on The Concentration of Product Sales. *Management Science*, 57(8): 1373-1386.

Bushnell, R. C., Low, J. T., ve Pearsall, E. S. (1980). Simulating the Impact of Changes in a Statewide Freight system. *Proceedings of The 12th Conference on Winter Simulation* (ss. 53-59). IEEE Press.

Camci, F., Eldemir, F., Uysal, O., ve Ustun, I. (2009, July). Istanbul Strait Marine Traffic Simulation Using Multiple Serially Connected Machinery Concept. *Proceedings of The Summer Computer Simulation Conference* (sf: 424-429). Society for Modeling and Simulation International.

Canpolat, R., (2012). *Öğrenciler Denizlere Simülatörle Hazırlanıyor*. <http://www.denizhaber.com.tr/sektorden/45041/ogrenciler-denizlere-simulatorle-hazirlaniyorlar-denizhaber-deniz-haber-recep-ca.html> , (25.05.2013).

Carrillo, D. M., Lopez-Orozco, J. A., ve Giron-Sierra, J. M. (2008). Simulation Environment for The Investigation of Automatized Cooperation of Marine Crafts. *Mathematics and Computers in Simulation*, 79(4): 947-954.

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

Corbert, A.G., (1990) “The Law of Pilotage: A Brief Commentary With Speacial Reference to The U.K. Pilotage Act 1987”, *Nautical Institute on Pilotage and Shiphhandling*, U.K.

Cromer, A. L., Hutsell, S. O., Latham, S. C., Bryant, K. G., Wacker, B. B., Smith, S. A., ... ve Carney, M. C. (2004). Impact of Implementing a Method of Feedback and Accountability Related to Contact Precautions Compliance. *American Journal of Infection Control*, 32(8): 451-455.

Darbra, R. M., Crawford, J. F. E., Haley, C. W., ve Morrison, R. J. (2007). Safety Culture and Hazard Risk Perception of Australian and New Zealand Maritime Pilots. *Marine Policy*, 31(6): 736-745.

Demirağ, O. (2004). Yeni Dünya Petrol Düzeni, *Avrasya Savaşları ve Türkiye*.

Douglas, R.P.A., Geen, G.K., (1993) *The Law of Harbours and Pilotage*, 4th Edition, Lloyd's of London Press Ltd., London.

Ece, N.J.,(2005). *İstanbul Boğazı'ndaki Deniz Kazalarının Seyir ve Çevre Güvenliği Açısından Analizi ve Zararsız Geçiş Koşullarında Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalı.

Ece, N. J., Sozen, A., Akten, C. N., ve Erol, S. (2007). The Strait of İstanbul: A Tricky Conduit for Safe Navigation. *European Journal of Navigation*, 5(1): 46-55.

Eldemir, F., Camci, F., ve Uysal, O. (2013). Analysis and Simulation of Istanbul Strait Marine Traffic Management Strategies. *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting* (No. 13-1024).

EMPA (2007). *San Francisco Bar Pilot Fatigue*. <http://www.empa-pilots.org/san-francisco-bar-pilot-fatigue/>, (22.06.2013).

Erol, A.,(1996) "Türk Boğazlar Bölgesinde Güvenlik" Mersin Deniz Ticareti Yıl:5, Sayı:49.

Erol, A.,(2000) "Kılavuzluk Hizmetleri Nasıl İyi Verilir?" *Rota Dergisi Sayı:1 İstanbul*.

Esmer, S., (2010). *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli*. İzmir: DEÜ Matbaası.

Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D., ve Gotzamani, K. (2011). Critical Factors for Effective Implementation of The HACCP System: A Pareto Analysis. *British Food Journal*, 113(5): 578-597.

Fu, M. C. (1994). Optimization Via Simulation: A Review. *Annals of Operations Research*, 53(1): 199-247.

Geen, G.K., (1997) *The Law and Administration of Pilotage*, Llyod's of London Press, London, 1977.

Habchi, G., ve Berchet, C. (2003). A Model for Manufacturing Systems Simulation With a Control Dimension. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 11(1): 21-44.

Hackman, J. R., ve Wageman, R. (1995). Total Quality Management: Empirical, Conceptual, and Practical Issues. *Administrative Science Quarterly*: 309-342.

Haga, H., ve Fukushima, N. (2011). Historical Consideration of The Widespread Infection of The Hepatitis C Virus in Japan and Use of a Fishbone Diagram to Investigate The Cause. *Yakushigaku Zasshi. The Journal of Japanese History of Pharmacy*, 46(1): 21.

Hetherington, C., Flin, R., ve Mearns, K. (2006). Safety in Shissing: The Human Element. *Journal of Safety Research*, 37(4): 401-411.

Hignett, H.M., (2004). "Brief History of Pilotage", *The Nautical Institute on Pilotage and Shiphandling*, U.K.

Hu, Y., ve Zhu, D. (2009). Empirical Analysis of The Worldwide Maritime Transportation Network. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Asslications*, 388(10): 2061-2071.

IMO (1968). Documents: Assembly Resolution A-159.

IMO (2003). Documents: Assembly Resolution A-960.

IMO (1999). MSC Circular 1014 - Guidance on Fatigue Mitigation and Management  
IMPA. (2013). *Policy Statements, IMPA's Policy on Competition*.  
<http://www.impahq.org/policy.cfm?CFID=1513085&CFTOKEN=c95d41f5575d2217-4182EE44-155D-0105-20DED3C2A1BC00D8> , (22.06.2013).

Inan, Y. (2004). *The Turkish Straits. The Europeanization of Turkey's Security Policy: Prospects and Pitfalls*: 159.

Invest Ukraine, (2012), *LNG Ukraine*. <http://investukraine.com/investment-ossortunities/national-projects/lng-terminal>, (14.05.2013).

İstikbal, C., (2003). *Türkiye'de Kılavuzluk Hizmetleri ve Özelleştirme*. DTO Özelleştirme Stratejileri Paneli, İstanbul.

İstikbal, C., (2012). *Kılavuz Kaptanlık Mesleğinin Tarihsel Gelişimi*.  
[http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=5veyazi\\_id=100701vekilavuz-kaptanlik-mesleginin-tarihsel-gelisimi.html](http://www.denizhaber.com/index.php?sayfa=yazarveid=5veyazi_id=100701vekilavuz-kaptanlik-mesleginin-tarihsel-gelisimi.html), (04.03.2013).

Jin, C., Liu, X., ve Gao, P. (2004). *An Intelligent Simulation Method Based on Artificial Neural Network for Container Yard Operation*. In *Advances in Neural Networks-ISBN 2004* (ss. 904-911). Springer Berlin Heidelberg.

Josten, E. J., ve Thierry, H. (2003). The Effects of Extended Workdays on Fatigue, Health, Performance and Satisfaction in Nursing. *Journal of Advanced Nursing*, 44(6): 643-652.

Kuş, E. (2003). *Nitel-Nitel Araştırma Teknikleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Pichitlamken, J., ve Nelson, B. L. (2001, December). Comparing Systems Via Stochastic Simulation: Selection-of-The-Best Procedures for Optimization Via Simulation. *Proceedings of The 33rd Conference on Winter Simulation* (ss. 401-407). IEEE Computer Society.

Kelton, W. D., Sadowski, R. P., ve Sadowski, D. A. (2002). *Simulation With ARENA* (Cilt. 2, sf. 3-15). New York: McGraw-Hill.

Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, (2013) *Gemi Trafik ve Kılavuzluk Hizmetleri Dairesi Başkanlığı*. <http://www.kiyiemniyeti.gov.tr/default.aspx?pid=23>, (05.05.2013).

Kia, M., Shayan, E., ve Ghotb, F. (2002). Investigation of Port Capacity Under a New Assroach by Computer Simulation. *Computers ve Industrial Engineering*, 42(2): 533-540.

Kinross, L. (1979). *Ottoman Centuries*. Harper Perennial.

Koraltürk, M. (2004) *Türkiye’de Kılavuz Kaptanlığın Tarihi*. Türk Kılavuz Kaptanlar Derneği: İstanbul.

Kutluk, D. (2003). *Hazar-Kafkas Petrolleri, Türk Boğazları, Çevresel Tehdit* (No. 16). Türk Deniz Araştırmaları Vakfı.

Küçükosmanoğlu, A. (2012). *Maritime Accidents Forecast Model For Bosporus* (Yayınlanmış Doktora Tezi). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Luciani, G., (2007). The Economics and Politics of The ‘Dire Straits’. *Security and Terrorism Research Bulletin*, (6): 10-15.

Magdalino, P. (2000). *The Maritime Neighborhoods of Constantinople: Commercial and Residential Functions, Sixth to Twelfth Centuries*. *Dumbarton Oaks Papers*, 54: 209-226.

Mangone, G.J., (1997) *United States Admiralty*, Kluwer Law International, 1997.

Mavrakis, D., ve Kontinakis, N. (2008). A Queueing Model of Maritime Traffic in Bosphorus Straits. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 16(3): 315-328.

Merrick, J. R., Van Dorp, J. R., Blackford, J. P., Shaw, G. L., Harrald, J., ve Mazzuchi, T. A. (2003). A Traffic Density Analysis of Proposed Ferry Service Expansion in San Francisco Bay Using a Maritime Simulation Model. *Reliability Engineering ve System Safety*, 81(2): 119-132.

Merrick, J. R., Van Dorp, J. R., ve Dinesh, V. (2005). Assessing Uncertainty in Simulation-Based Maritime Risk Assessment. *Risk Analysis*, 25(3): 731-743.

MLC. (2006). Maritime Labour Convention.

Mugford, S. T., Mallon, E. B., ve Franks, N. R. (2001). The Accuracy of Buffon's Needle: A Rule of Thumb Used by Ants to Estimate Area. *Behavioral Ecology*, 12(6): 655-658.

Nas S. (1999) *Denizcilikte Simülator Destekli Eğitimin Rolü ve Önemi* (15.01.1999). Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi. İzmir.

Nas, S. ve Zorba Y. (2011) "İzmir Alsancak Lİmanı Gemi Manevraları Risk Değerlendirmesi" *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*. ISSN: 1308-9161. Cilt 3, Sayı 1.

Nas, S., Y. Zorba ve E. Uçan (2013) The Mooring Pattern Study for Q-Flex Type LNG Carriers Scheduled for Berthing at Ege Gaz Aliaga LNG Terminal. *Marine Navigation And Safety Of Sea Transportation, Maritime Transport & Shipping* (ss. 97-101). UK, CPI Group.

National Transportation Safety Board NTSB. (1990). *Grounding of US Tankship Exxon Valdez on Bligh Reef, Prince William Sound Near Valdez, AK*, (24.03.1989). Washington DC.

Nomikos, N. (2013). *Managing Shipping Risk in The Global Supply Chain – The Case for Freight Options*. <http://www.bbk.ac.uk/cfc/papers/nomikos.pdf>, (27.06.2013).

Ozbas, B., Or, I., Uluscu, O. S., ve Altıok, T. (2009). Simulation-Based Risk Analysis of Maritime Transit Traffic in The Strait of Istanbul. *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*: 157.

Parks, A., *The Law of Tug, Tow and Pilotage* (1982), 2nd Edition, Cornell Maritime Press, Maryland.

Peña, A., Estrada, C. A., Soniat, D., Taylor, B., ve Burton, M. (2012). Nominal Group Technique: A Brainstorming Tool for Identifying Areas to Improve Pain Management in Hospitalized Patients. *Journal of Hospital Medicine*, 7(5): 416-420.

Promodel, (2013) *Justifying Simulation*. <http://www.promodel.com/pdf/Justifying%20Simulation.pdf> , (14.05.2013).

Resmi Gazete (23217). (1997) Kılavuz Kaptan Yeterlilik Hakkında Yönetmelik.

Resmi Gazete (23515). (1998) Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü.

Resmi Gazete (26360). (2006) Kılavuz Kaptanların Yeterlilikleri, Eğitimleri, Belgelendirilmeleri ve Çalışma Usulleri Hakkında Yönetmelik.

Resmi Gazete (27170). (2009) Kıyı Tesisi Yapım Taleplerinin Değerlendirilmesine Dair Tebliğ.

Robinson, S. (2004). Discrete-Event Simulation: From The Pioneers to The Present, What Next?. *Journal of The Operational Research Society*, 56(6): 619-629.

Salas, E., ve Burke, C. S. (2002). Simulation for Training is Effective When.... *Quality and Safety in Health Care*, 11(2): 119-120.

Sanquist, T. F., Raby, M., Forsythe, A., ve Carvalhais, A. B. (1997). Work Hours, Sleep Patterns and Fatigue Among Merchant Marine Personnel. *Journal of Sleep Research*, 6(4): 245-251.

Schoenbaum, T., (1987) *Admiralty and Maritime Law* Second Ed.

Snowdon, J. L., MacNair, E., Montevecchi, M., Callery, C. A., El-Taji, S., ve Miller, S. (2000). IBM Journey Management Library: An Arena System for Airport Simulations. *Journal of the Operational Research Society*, 51(4): 449-456.

Steadman, R. H., Coates, W. C., Huang, Y. M., Matevosian, R., Larmon, B. R., McCullough, L., ve Ariel, D. (2006). Simulation-Based Training is Superior to Problem-Based Learning for The Acquisition of Critical Assessment and Management Skills. *Critical Care Medicine*, 34(1): 151-157.

Squire, D. (2007). Time to Wake Up to The Consequences of Fatigue. *Alert!*.13:1.

Suzaki, K. (1987). *New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. Free Press.

Talbott, W., *Bayesian Epistemology*, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <http://plato.stanford.edu/archives/sum2011/entries/epistemology-bayesian>, (06.06.2013).

Taylor, S. J. E., ve Robinson, S. (2006). So Where to Next? A Survey of The Future for Discrete-Event Simulation. *Journal of Simulation*, 1(1): 1-6.

T.C. Denizcilik Müsteşarlığı,(2000).*Türk Boğazları Seyir Güvenliği*. İstanbul: T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Yayınları.

T.C. Ulaştırma,Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2012), *Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uyguluma Talimatı*  
<https://www.google.com.tr/url?sa=tverct=jveq=veesrc=svesource=webvecd=3veved=0CD8QFjACveurl=https%3A%2F%2Fatlantis.denizcilik.gov.tr%2Fmevzuat%2Fdosyam%2FTBDTDTUT.docveei=LfChUefID6Wn4gSr9YHQDAveusg=AFQjCNHMYBRXkXWbj7CHxGzqaFgFqQ6lBQvesig2=V0iCdGq0IqkgtbkYm408Fwvebvm=bv.47008514,d.bGEvecad=rja> , (26.05.2013).

T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2012), <http://www.ubak.gov.tr/>, (01.04.2013).

Thomas, G., ve DaCosta, J. A. (1979). A Sample Survey of Corporate Operations Research. *Interfaces*, 9(4): 102-111.

Transport Malta (2013). Notice to Shipowners, Ship Operators, Managers, Masters, Owners' Representatives and Recognised Organisations. *Guidelines For the Implementation of the Maritime Labour Convention 2006*.

Turing, A.M. (1936). "On Computable Numbers, With an Asslication to The Entscheidungs Problem". *Proceedings of The London Mathematical Society*. 2 (1937) 42: 230–265.

Tütün, U., ve Özgecan, S. (2008). *Performance Modeling and Risk Analysis of Transit Vessel Traffic in The Istanbul Strait: Studies on Queues With Multiple Types of Interruptions* (Vol. 70, No. 08).

Türk Dil Kurumu, (2013). *Güncel Türkçe Sözlük*, [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gtsveview=gts](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gtsveview=gts) , (06.06.2013).

UKMPA, (2013). <http://www.ukmpa.org/history.php> , (05.05.2013).

Ulusçu, Ö. S., Özbaş, B., Altıok, T., Or, İ., ve Yılmaz, T. (2009). Transit Vessel Scheduling in The Strait of Istanbul. *Journal of Navigation*, 62(01): 59-77.

UNCLOS (1982). United Nations Convention on Law of the Sea.

U.S. National Research Council (1994) *Minding the Helm*, Committee on Advances in Navigation and Piloting. Washington.

Varsami, A.E., Chircor, M., Popescu, C. ve Hanzu-Pazara, R. *Refloating a Ship Using Her Own Means*, 23.DAAAM Sempozyumu kitabı, Cilt 24, No.1, 2012.

Wadsworth, E. J., Allen, P. H., Wellens, B. T., McNamara, R. L., ve Smith, A. P. (2006). Patterns of Fatigue Among Seafarers During a Tour of Duty. *American Journal of Industrial Medicine*, 49(10): 836-844.

Wang, Q., ve Chatwin, C. R. (2005). Key Issues and Developments in Modelling and Simulation-Based Methodologies for Manufacturing Systems Analysis, Design and Performance Evaluation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(11-12): 1254-1265.

Wijewickrama, A. A., ve Takakuwa, S. (2006, December). Simulation Analysis of an Outpatient Department of Internal Medicine in a University Hospital. In Simulation Conference, 2006. WSC 06. *Proceedings of The Winter* (ss. 425-432). IEEE.

Xue, Y., Clelland, D., Lee, B. S., ve Han, D. (2011). Automatic Simulation of Ship Navigation. *Ocean Engineering*, 38(17): 2290-2305.

Yang, T., ve Chou, P. (2005). Solving a Multiresponse Simulation-Optimization Problem With Discrete Variables Using a Multiple-Attribute Decision-Making Method. *Mathematics and Computers in Simulation*, 68(1): 9-21.

Yazıcı, M. A., ve Otay, E. N. (2009). A Navigation Safety Support Model For The Strait of Istanbul. *Journal Of Navigation*, 62(04): 609-630.

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2000). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayınları, Ankara.

Zhang, T., Miao, M., ve Jin, C. (2007). Study on Resource Allocate of Container Yard Based on Simulation Optimization Method [J]. *Journal of System Simulation*, 24: 8.

Zeng, Q., ve Yang, Z. (2009). Integrating Simulation and Optimization to Schedule Loading Operations in Container Terminals. *Computers and Operations Research*, 36(6): 1935-1944.

# **EKLER**

## Ek 1: KEGM'ne Gönderilen Yazı



T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
DENİZCİLİK FAKÜLTESİ DEKANLIĞI



SAYI : B.30.2.DEÜ.0.29.01.00/ 2040  
KONU :

26/11/2012

T.C.  
Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'ne  
Meclis-i Mebusan Cad. No: 14 Kat: 4  
Salıhapazarı / İSTANBUL

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı "Denizcilikte Emniyet, Güvenlik, Çevre Yönetimi Yüksek Lisans Programı" öğrencilerinden Öğr. Gör. Kaptan Emre UÇAN, Doç. Dr. Selçuk NAS'ın danışmanlığında "Türk Boğazlarında Kılavuz Kaptan Sayısını Belirlemeye Yönelik Simülasyon Modellemesi" isimli Yüksek Lisans tezi yapmaktadır.

Bu tez ile ilgili daha önce kurumunuzdan "İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında 2010 ve 2011 yıllarına ait kılavuz kaptan olarak boğaz geçişi yapan gemilere ait istatistikî veriler talep edilmiş, kurumunuz da bu konudaki desteklerini esirgemeyerek verileri kurumumuza göndermişti.

Yine aynı tez konusu ile ilgili olarak, uygun gördüğünüz tarihlerde teşkilatınız personeli ile yapılandırılmış bir görüşme yapılması planlanmaktadır. Yapılacak çalışmada, kılavuzluk hizmetinin algoritmasının oluşturulması amacıyla veriler toplanacaktır. Çalışmada, teşkilatınızda görev yapan aşağıda konuları belirtilen personeliniz ile görüşme yapılması planlanmaktadır.

Boğaz Baş Kılavuz Kaptanları,  
Teşkilatınızda konu ile ilgili görevlendirilmiş yetkililer,  
Teşkilatınızda kılavuzluk hizmetleri konusunda sivil toplum örgütlerinde görev yapan personeliniz.

Yukarıda kapsamı belirtilen "yapılandırılmış görüşme" çalışmalarında personeliniz ile görüşme yapılması hususunda müsaadelerinizi talep eder, yapacağımız katkılardan dolayı kurumum ve şahsım adına teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Prof. Dr. A. Güldem CERİT  
Dekan

Tınaztepe Yerleşkesi  
35160, Buca / İZMİR

e-posta: [denizcilik@deu.edu.tr](mailto:denizcilik@deu.edu.tr)

Tel/Fax: +90 232 453 49 92 / 453 81 97  
Urla Tel: +90 232 752 03 89



Ek 2: KEGM'nün Cevap Yazısı



KIYI EMNİYETİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
Basın Tanıtım Ve Halkla İletişim Müdürlüğü



Sayı : 76694904.63.00.00.622.01/10249735  
Konu : Görüş Talebi.

27/12/2012

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
DENİZCİLİK FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi: 26.11.2012 tarih ve DEÜ.0.29.01.00/2040 sayılı yazınız..

İlgi yazınız ile, "Türk boğazlarında kılavuz kaptan sayısını belirlemeye yönelik simülasyon modellemesi" isimli yüksek lisans tezi ile ilgili olarak, teşkilatımız personeli ile yapılandırılmış bir görüşme yapılması planlanmakta olduğu, yapılacak çalışmada kılavuzluk hizmetinin algoritmasının oluşturulması amacıyla verilerin toplanacağı, bu tez çalışmasında teşkilatımızda görev yapan boğaz baş kılavuz kaptanları, konu ile ilgili görevlendirilmiş yetkililer ve kılavuzluk hizmetleri konusunda sivil toplum örgütlerinde görev yapan personelimiz ile görüşme yapılması için talepte bulunulduğumuz malumatlarımızdır.

Söz konusu talebiniz Genel Müdürlüğümüzce incelenmiş olup;

a) Talep sahibinin çalışmalarını yapıldığı süre içinde yapacağı her türlü faaliyetlerde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği mevzuatı hükümlerine uygun hareket etmekte mükellef olması ile birlikte, talep konusu için gerçekleştirildiği mahalde meydana gelebilecek kaza, yaralanma, ölüme sebebiyet gibi tüm olumsuzluklarla ilgili bütün tedbirlerin alınması ve bu olumsuzluklardan doğabilecek ihtilaflardan her türlü mali, hukuki, idari ve cezai sorumluluklar ile başkalarının uğrayacağı tüm maddi ve manevi zararlardan talep sahibinin sorumlu olması,

b) Tez çalışmasından Kuruluşumuz arşivinde bulundurulmak üzere Başkanlığımıza gönderilmesi,

c) Çalışma sonunda, " Bu tez çalışması, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğün katkılarıyla gerçekleşmiş olup ilgili Kuruluşa teşekkür ederiz ibaresi kullanılması kaydıyla,

İlgi talebiniz Genel Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.  
Bilgilerinize rica ederiz.

Sibel ŞEN MİNCİ  
Basın Tanıtım Şube  
Müdürü

I. Beril ORAKCI  
Basın Tanıtım ve Dış İlişkiler  
Dairesi Başkanı

Medi-si Mebusan Cnd. No.: 14 Kat: 5 Salıpazarı - Beyoğlu 34433/İSTANBUL Ayrıntılı Bilgi için iritibat: A. KABAOĞLU  
Tel.: 0 212 334 45 00 (10 Hat) /334 47 04- 334 47 42 Fax.: 0 212 292 52 95  
e-posta: info@coastalsafety.gov.tr - Elektronik Ağ: www.coastalsafety.gov.tr.



T.C. ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI İlgili Kuruluşudur.