

**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL BOĞAZINDA Q-MAX LNG TANKER**  
**KAZALARININ RİSK ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Uğur KARABAY**  
**Denizel Çevre Anabilim Dalı**

**Danışman**  
**Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU**

**ARALIK, 2014**

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

UĞUR KARABAY tarafından hazırlanmış ve sunulmuş " İSTANBUL BOĞAZINDA Q-MAX SIVILAŞTIRILMIŞ DOĞAL GAZ (LNG) TANKER KAZALARININ RİSK ANALİZİ" başlıklı tez DENİZ VE KIYI KORUMA Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU

Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Nuray BALKIS

Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Güler ALKAN

Jüri Üyesi  
Doç. Dr. A. Edip MÜFTÜOĞLU

Jüri Üyesi  
Yrd.Doç. Dr. Volkan DEMİR

Tez Savunma Tarihi: 19.01.2015

## ÖNSÖZ

Günümüzde enerji ekseninde şekillenen dünyamızda, tüm ülkeler kendi çıkarları çerçevesinde enerji politikalarını belirlemekte ve zamanla değişen koşullara göre revize etmektedirler. Hiç şüphesiz ki, 21. yy'ın en popüler kelimelerinden bazıları sürdürülebilirlik, verimlilik ve çevre dostu ifadeleridir. Sürdürülebilir, verimli ve temiz enerji politikaları üretmek ülkelerin stratejik vizyon ve gelecek planlarının olmazsa olmaz bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu enerji politikalarından bahseden tüm plan ve raporlarda doğalgazın bir enerji kaynağı olarak farklı üstünlüklerine rastlanabilmektedir.

Doğalgaz arz ve talep eden ülkeler arasında iletim ve taşımacılıkta farklı taşıma modları kullanılmakta genel olarak en ekonomik alternatifin boru hatları olduğu bilinmektedir. Kullanıcı piyasalardan coğrafi olarak uzak olan doğalgaz sağlayıcı ülkelerin en ekonomik alternatifi ise; doğalgazın sıvılaştırarak denizyolundan LNG Tankerleri ile taşınmasıdır. Tüketici ülkeleri doğalgaz tedariklerinde kaynak çeşitliliğini sağlamak suretiyle tek kaynağa olan bağımlılıklarını azaltmak içinde LNG tankerlerinden daha fazla yararlanmaktadırlar. Burada ulusların teminde daha çeşitli ve sürdürülebilir, siyasi ve politik dış etkilerden daha bağımsız hareket etme istekleri deniz taşımacılığı modunu tercih nedenlerini oluşturmaktadır.

Türk Boğazları Sistemi (TBS), asırlar boyu jeopolitik önemi ve stratejik konumuyla Karadeniz Havzası ile diğer dış dünya arasında bir köprü geçit olmuştur. Bu önemli coğrafyada enerjinin taşınımı her zaman fırsatları ve felaketleri beraberinde getirmiş ve getirmeye devam etmektedir. Bu çalışmada TBS' nin kuzey unsurunu teşkil eden İstanbul Boğazından geçebilecek yüksek taşıma kapasiteli bir Q-max LNG tankerinin karaya oturma, çatma ya da terörist saldırı sonucunda kargo tanklarından bir veya birkaçının hasarlanması sonucunda oluşabilecek riskleri ve zararları incelemek üzere coğrafik deniz alanları temelli risk analizi metodu ortaya koyulmuş ve olası kazanın İstanbul'a ve İstanbullu ya etkilerinin anlaşılması sonucuna ulaşılması hedeflenmiştir.

Çalışmamın yürütülmesi esnasında tez hocam Prof. Dr. Cem Gazioğlu'na ve Yard. Doç. Dr. Volkan DEMİR'e yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilir, engin bilgi ve tecrübe

paylaşımından dolayı kendilerine sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım. Diğer taraftan sabır ve çaba gerektiren tez yazımı sürecinde beni her zaman cesaretlendiren ve motive eden eşim Deren KARABAY'a minnettarım. Hayatı ve yaşamı gözlem, analiz ve uygulamalı olarak yeniden öğrenmeye fırsat veren biricik oğlum Efe KARABAY'a pırıl pırıl bir mavilik dinginliğinde, temiz ve güvenli geleceklere vesile olması temennilerimle.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ .....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Genel Bakış .....	1
1.1.1. Türk Boğazlar Bölgesi ve Özellikleri .....	2
1.1.1.1. İstanbul Boğazı .....	6
1.1.1.2. Marmara Denizi .....	12
1.1.1.3. Çanakkale Boğazı .....	13
1.2. Tehlikeli Tük Taşıyıcılar .....	15
1.2.1. Tehlikeli Yük .....	15
1.2.2. Tehlikeli Yük Taşıyan Tanker ve Gemiler .....	17
1.2.3. Q-Max LNG Tankeri tanımı ve Özellikleri .....	17
II. DOĞALGAZ ve LNG GENEL TANIMLAR VE ÖZELLİKLER .....	20
2.1. Doğalgaz .....	20
2.1.1. Dünyada Enerji Kaynakları Arasında Doğalgazın Yeri .....	23
2.2. Sıvılaştırılmış Doğalgaz / Liquefied Natural Gas / Lng.....	24
2.2.1. Sıvılaştırılmış Doğalgazın (Lng) Tarihi Gelişimi .....	25
2.2.2. Lng' nin Kimyasal Özellikleri .....	26
2.2.2.1. Yanıcılık .....	27
2.2.2.2. Lng Kaynaklı Ateştopu .....	28
2.2.3. Lng'nin Tercih Sebepleri .....	30
2.2.4. Lng Depolanması .....	32
2.2.4.1. LNG Tesislerinde ve Depolamada Kullanılan Ekipmanlar .....	33
2.2.4.2. LNG Taşınması.....	34
2.2.4.3. LNG İkmali.....	35
2.3. Tanker Operatörleri Talimatnamesi .....	35

2.3.1.	Lng'nin Taşınmasında Uyulması Gereken Genel Güvenlik Kuralları .....	36
2.3.2.	Lng Mevzuat Bilgisi .....	37
III.	DÜNYA VE TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ VE ENERJİ PİYASALARI.....	39
3.1.	Genel Bilgiler .....	39
3.1.1.	Dünya Enerji Tüketiminde Doğalgazın Yeri .....	40
3.2.2.	Türkiye Enerji Perspektifinde Doğalgazın Yeri .....	47
IV.	LNG TANKERLERİ VE LNG TAŞIMACILIĞINA İLİŞKİN STANDARTLAR VE KURALLAR.....	55
4.1.	Deniz Taşımacılığında LNG Tanker Gemisi Türleri ve Özellikleri .....	55
4.2.	Genel Kurallar .....	55
4.2.1.	Düzenlemeler, Standartlar ve Deniz Güvenliği İle İlgili Kurallar .....	55
4.2.1.1.	Gemilerin Zorunlulukları.....	56
4.2.1.2.	Gemi İşleten Kuruluşların Zorunlulukları .....	56
4.2.1.3.	Limanlardaki Zorunluluklar .....	56
V.	LNG TANKER KAZALARINDAN DOĞABİLECEK RİSKLERİN TANIMLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ .....	57
5.1.	İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda Kaza İstatistikleri .....	57
5.2.	Amerika B. Devletleri / Sandia Ulusal Labratuarı Raporları'na Genel Bakış .....	57
5.2.1.	Lng Döküntüsünün Olası Sonuçları.....	58
5.2.1.1.	Çatışma /Çatma Durumunda Oluşabilecek Riskler .....	61
5.2.1.2.	Terörist Saldırı Durumunda Oluşabilecek Riskler .....	61
VI.	İSTANBUL BOĞAZI'NDA Q-MAX LNG TANKER KAZALARI İÇİN RİSK ANALİZİ VE ALANLARIN TESPİTİ .....	66
6.1.	Genel Yaklaşım.....	66
6.1.1.	Coğrafik Şartlara Göre Riskli Alanlar .....	67
6.1.2.	Meteorolojik ve Oşinografik Şartlara Göre Riskli Alanlar.....	68
6.1.3.	Kıyısal Nüfus Yoğunluğu Riskli Alanlar.....	73
6.1.4.	Kıyısal Yerleşimin Özelliklerine Göre Riskli Alanlar.....	76
6.1.5.	Asma Geçiş Köprülerine Göre Riskli Alanlar .....	80
6.1.6.	Yerel Deniz Trafiğine Göre Riskli Alanlar.....	85
6.1.7.	Bölgesel Hava Trafiğine Göre Riskli Alanlar.....	95
6.1.8.	Olağanüstü Durumlar ve Risk Yönetimi .....	101

VI. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	108
KAYNAKLAR .....	118
ÖZGEÇMİŞ .....	122

## ÖZET

# İSTANBUL BOĞAZINDA Q-MAX LNG TANKER KAZALARININ RİSK ANALİZİ

**Uğur KARABAY**

Bu çalışmada İstanbul Boğazında oluşabilecek bir Q-Max LNG Tanker kazasının risk analizini yapmak ve bu suretle elde edilen çıktılar vesilesiyle İstanbul Boğazında gerçekleşebilecek bu ölçekte bir deniz kazasının İstanbul'a ve İstanbullulara etkilerini ortaya koyarak ilgili tüm çevrelerde geleceğe yönelik bir farkındalık uyandırmak amaçlanmıştır.

Çalışmada Türk boğazları hakkında genel bilgiler, İstanbul Boğazının detaylandırılmış özellikleri, Türk boğazlarında taşınan başlıca tehlikeli yükler, LNG'nin ve LNG tankerlerinin temel özellikleri, ulusal ve uluslar arası LNG enerji piyasalarına kısa bir bakış ve LNG'nin nasıl taşındığı açıklandıktan sonra bir Deniz Ulaştırma Sistemi olarak tanımlanan LNG tanker taşımacılığının denizlerde taşımacılığın temel kuralı olan can, mal ve çevre emniyeti açısından ortaya koyduğu muhtemel tehlikeler sıralanmıştır.

Risk ve Risk Tabanlı Yönetim Sistemi kavramlarının tanımları verilerek detayları açıklanmıştır. Risk Değerleme yaklaşımının sistematigi İstanbul Boğazında oluşabilecek bir LNG tankeri gemi kazası ve LNG sızıntısının sebep olacağı tehlikeler bilimsel araştırma raporları temelli olası örnekleri ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Risk Değerleme sistematiginin sonucunda elde edilen bulgular ve varılan sonuçlar ışığında tavsiye edilen emniyet modellerinin oluşturulması vesilesiyle daha güvenli bir İstanbul ve İstanbul halkı sloganı üzerinden ilgili tüm çevrelere İstanbul Boğazında LNG tankerleri ile yapılacak taşımacılığın riskleri duyurulmak istenmiştir.

Üç büyük imparatorluğa ve medeniyete başkentlik yapmış İstanbul şehri, coğrafi ve stratejik konumu nedeniyle tarih boyunca çeşitli uygarlıkların, üstelik dev uygarlıkların kavşak noktasında bulunmuş ve asırlarca çeşitli inançlara ve geleneklere sahip insanları barındırmış bir medeniyetler beşiğidir. Bu açılarından dünyada eşsiz bir yere sahip olan şehir;



tarihiyle, dünya çapında tarihi eserleriyle, müesseseleriyle, kültür ve gelenekleriyle apayrı bir medeniyet olup bir dünya mirası kategorisindedir. Bu vesileyle İstanbul'un ve bu harikulade şehrin bugünkü ve gelecekteki misafir halkının korunmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

## **ABSTRACT**

### **RISK ANALYSIS OF Q-MAX LNG TANKER ACCIDENTS IN ISTANBUL STRAIT**

**Uğur KARABAY**

In this study, it is aimed at making risk assessment of a Q-Max LNG Tanker accident which may be occurred and, creating awareness in all respective environments for the future by putting forth the effects of a marine accident, which may occur in Istanbul Strait, to the city of Istanbul and Istanbul residents through the output of the aforementioned risk analysis.

General information about Turkish Straits, detailed features of Istanbul Strait, main hazardous cargoes carried through Turkish Straits, basic characteristics of LNG and LNG tankers, a brief overview on national and international energy markets, an explanation on how to carry LNG and possible dangers of LNG tanker transportation, which is defined as an Marine Transportation System, to the safety of life, property and environment- basic principle of transportaion at sea- are listed.

Definitions of concepts such as Risk and risk-based management system are given and details of these concepts are explained. The systematic of risk valuation approach, LNG tanker accident which may be occurred in Istanbul Strait and dangers which will be caused by LNG leakage are tried to be explained by samples based on scientific research reports.

It is intended to announce the risks of transportation with LNG tankers in Istanbul Strait to all respective sectors with motto of “safer Istanbul and Istanbul residents” by forming safety models recommended in the light of results and findings as a result of risk valuation systematic.

The city of Istanbul, which has been the capital of three great empires and civilizations, stands at cross-road of various civilizations -even giant civilizations- because of its geographical and strategic position during history. It is cradle of civilizations which has given shelter to people having various beliefs and traditions for centuries. When considered

from this point of view, the city has a unique place in the world and, it is a quite different civilization with its history, worldwide historical monuments, institutions, culture and traditions. It is one of places which falls into the category of world heritage. The aim of this study is to be able to contribute with this occasion to the protection of Istanbul and of today's and tomorrow's people of this city.

## TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Q-Max LNG Tankeri Özellikleri.....	19
Tablo 2. Türkiye'de kullanılan doğalgazın bileşenleri.....	22
Tablo 3. Enerji kaynakları bazında Küresel Enerji Tüketimi Projeksiyonu 2035 .....	24
Tablo 4. Kömür, Petrol ve Doğalgazın Enerji Kaynakları içindeki paylarının değişimi.....	24
Tablo 5. LNG gemileri ve boru hatları ile doğalgaz taşımacılığında birim fiyatlar .....	31
Tablo 6. Dünya fosil yakıt arzı .....	31
Tablo 7. Dünya'nın Fosil Enerji Projeksiyonu (Yıl bazında kalan rezerv) .....	40
Tablo 8. Sektörlere göre doğalgaz talep dağılımı. ....	44
Tablo 9. Dünya doğalgaz taşımacılığının yıllara göre durumu ve LNG taşımacılığı artış trendi.....	45
Tablo 10. Doğalgaz alım sözleşmeleri.....	47
Tablo 11. 1975-2011 arası Türkiye doğalgaz tüketimi.....	48
Tablo 12. 1975-2011 arası Türkiye doğalgaz tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı ..	48
Tablo 13. 1975-2010 Yılları Türkiye Toplam Enerji Tüketiminde Kaynakların Payları (%)..	49
Tablo 14. 2005-2011 Yılları Doğalgaz İthalat Miktarları (milyon Sm <sup>3</sup> ) .....	50
Tablo 15. Sandia Raporu senaryo değerlendirmesi .....	60
Tablo 16. LNG döküntüsüyle ilgili çalışmalar .....	63
Tablo 17. İstanbul ve İlçelerinin 2012 Nüfus sayımı sonuçlarına göre dağılımı.....	74
Tablo 18. Km <sup>2</sup> başına insan dağılımları.....	75
Tablo 19. İstanbul Boğazı deniz alanlarında risk değerlendirme tablosu.....	109

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Enerji arzında Türkiye'nin stratejik konumu.....	2
Şekil 2. Avrupa'da ve bölgemizde kurulması planlanan LNG gazlaştırma terminalleri.....	2
Şekil 3. Türk Boğazları Bölgesi seyir haritası .....	4
Şekil 4. İstanbul Boğazı seyir haritası .....	7
Şekil 5. Geçmişte İstanbul Boğazı'nda oluşan deniz kazalarının coğrafi dağılımı .....	8
Şekil 6. İstanbul Boğazı çarpışma risk haritası.....	9
Şekil 7. İstanbul Boğazı karaya çatma ve oturma risk haritası.....	10
Şekil 8. İstanbul Boğazı'nın genel yüzey akıntısı seyri.....	11
Şekil 9. Marmara Denizi genelinde çok yönlü derinlik dağılımları .....	12
Şekil 10. Çanakkale Boğazı seyir haritası .....	14
Şekil 11. Gaz haldeki metan ile hava arasındaki yoğunluk oranı.....	26
Şekil 12. Metanın yanma mesafesi .....	28
Şekil 13. LNG taşımacılığının ana fazları .....	34
Şekil 14. Dünya doğalgaz üretiminde ilk altı ülke.....	42
Şekil 15. Doğalgaz tüketiminde ilk altı ülke.....	42
Şekil 16. Dünya doğalgaz rezervleri ve üretimdeki rezerv oranı. ....	41
Şekil 17. 2011 yılı dünya LNG ticaret güzergahları.....	46
Şekil 18. LNG Tankeri.....	46
Şekil 19. LNG tankerlerine sivil havacılık kanalıyla yapılabilecek olası saldırılar.....	46
Şekil 20. İstanbul'da hakim rüzgar rejimini gösteren rüzgar gülü. ....	67
Şekil 21. İstanbul Boğazı'nın genel akıntı haritası. ....	71
Şekil 22. Dolmabahçe Sarayı'nın denizden görünümü .....	76
Şekil 23. İstanbul'un yangın risk haritası .....	77
Şekil 24. İstanbul Boğazı kıyısal yerleşimin özelliklerine göre riskli alanlar haritası .....	79
Şekil 25. LNG sızıntısının İstanbul Boğazındaki asma köprüler üzerindeki riskleri .....	84
Şekil 26. Yerel Trafik Bölgeleri. ....	89
Şekil 27. İstanbul Atatürk hava alanı yaklaşma alanları ve uçuş yükseklikleri haritaları .....	96
Şekil 28. İstanbul havaalanları yaklaşma haritaları .....	97
Şekil 29. İstanbul Atatürk havaalanı güneyindeki LNG sızıntısına hassas alanlar .....	98
Şekil 30. Fatih Sultan Mehmet köprüsü kuzeyi ile Beykoz arasında kalan LNG sızıntısına hassas alanlar .....	99
Şekil 31. LNG taşımacılığının riskleri.....	100
Şekil 32. Risk değerlendirme döngüsü .....	109

Şekil 33. İstanbul Boğazı'nda Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi Bütünleşik Haritası .....	110
Şekil 34. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Kadıköy .....	111
Şekil 35. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Kandilli.....	112
Şekil 36. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Türkeli .....	113

## KISALTMA LİSTESİ

<b>LNG</b>	: Liquefied Natural Gas
<b>IEA</b>	: Uluslararası Enerji Ajansı
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>SSCB</b>	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
<b>LFL</b>	: Lower Flammability Limit - Alt yanıcılık limiti
<b>UFL</b>	: Upper Flammability Limit - Üst yanıcılık limiti
<b>IMO</b>	: Uluslararası Denizcilik Organizasyonu
<b>OECD</b>	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>TPAO</b>	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
<b>BOTAS</b>	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
<b>SOLAS</b>	: Denizde Can Güvenliği Uluslararası Konvansiyonu
<b>ISPS</b>	: Uluslararası Gemi ve Liman Güvenliği Kuralları
<b>AIS</b>	: Otomatik Tanımlama Sistemi
<b>DNV</b>	: Det Norske Veritas
<b>MÖ</b>	: Milattan önce
<b>EPDK</b>	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu

## **I. GİRİŞ**

### **1.1. Genel Bakış**

Türkiye, doğalgaz üreten ülkeler ile doğalgaz tüketen ülkeler arasında önemli bir köprü konumundadır. Ülkemizin kuzey ve doğu komşularında doğalgazda, güney komşu coğrafyalarında ise petrolde dünyanın en büyük-ucuz rezervleri olan ülkeler ile çevrili olmakla birlikte gelişmekte olan bir ülke olarak enerji açlığı çeken ülkelerden biridir. Ülkemiz, Soğuk Savaş sonrası bir anda enerjide cazibe merkezi haline gelen bir bölgenin, dış dünyaya açılımlında, önemi artmaktadır. Dünya ispatlı ve üretilebilir petrol ve doğalgaz rezervlerinin yaklaşık yüzde 70'lik bölümü, Türkiye'nin yer aldığı coğrafyada, yani Hazar Havzası, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkeleri ile Rusya Federasyonu'nda bulunmaktadır. Türkiye, aynı zamanda bu bölgelerle, Avrupa tüketicileri arasında birçok projede yer alıyor ve bu projelere de destek oluyor. Türkiye enerji ithalatçısı bir ülke durumundadır. Toplam enerji ihtiyacının %60'ını dışarıdan karşılayan Türkiye doğal gaz ithalatının %65'ini tek başına Rusya'dan sağlamaktadır. Doğal gaz konutlarda nihai kullanıcıların hizmetinde olmakla birlikte ülkemiz sanayisi içinde her geçen gün daha fazla kullanılır olmaktadır. Doğal gaz ithalatının büyük bir bölümünü tek kaynaktan karşılayan Türkiye enerji tedarikçilerini çeşitlendirme gereksinimi duymaktadır (Akdemir ve Kuşcu, 2012). Coğrafyamızın dayattığı dinamizm sanayinin ve konutların ihtiyaçlarının farklı kaynaklardan en azından karşılanabilmesini gerekli kılmaktadır. Türkiye'nin enerji ithalatına bağımlılığı sanayileşme çabası ile paralel olarak gelecekte artarak devam edeceği aşikârdır (Şekil 1).

Dünyada doğalgaz iletiminin çok büyük bir kısmını boru hatları ile yapılmaktadır. Ülkemizin gelişmesi ile orantılı olarak zaman içinde doğalgaz tüketimi artmıştır. Doğalgazın boru hatları ile iletilmesi nedeniyle Türkiye, doğalgazı Türkiye ve Doğu Avrupa ülkeleri vasıtasıyla alan Batı ve Orta Avrupa devletleri, Rusya menşeli doğalgaza bağımlı hale gelmiştir. Bu doğalgaz bağımlılığının azaltılması için alternatif olarak deniz yoluyla LNG tanker taşımacılığına daha fazla önem verilip verilmemesi konusunda bir karar verilmesi gerekmektedir. Söz konusu bu durum sadece Türkiye'nin sorunu olmayıp Karadeniz'e kıyısı olan Ukrayna, Romanya, Bulgaristan ve bazı diğer ülkeler de tek kaynaktan enerji temin

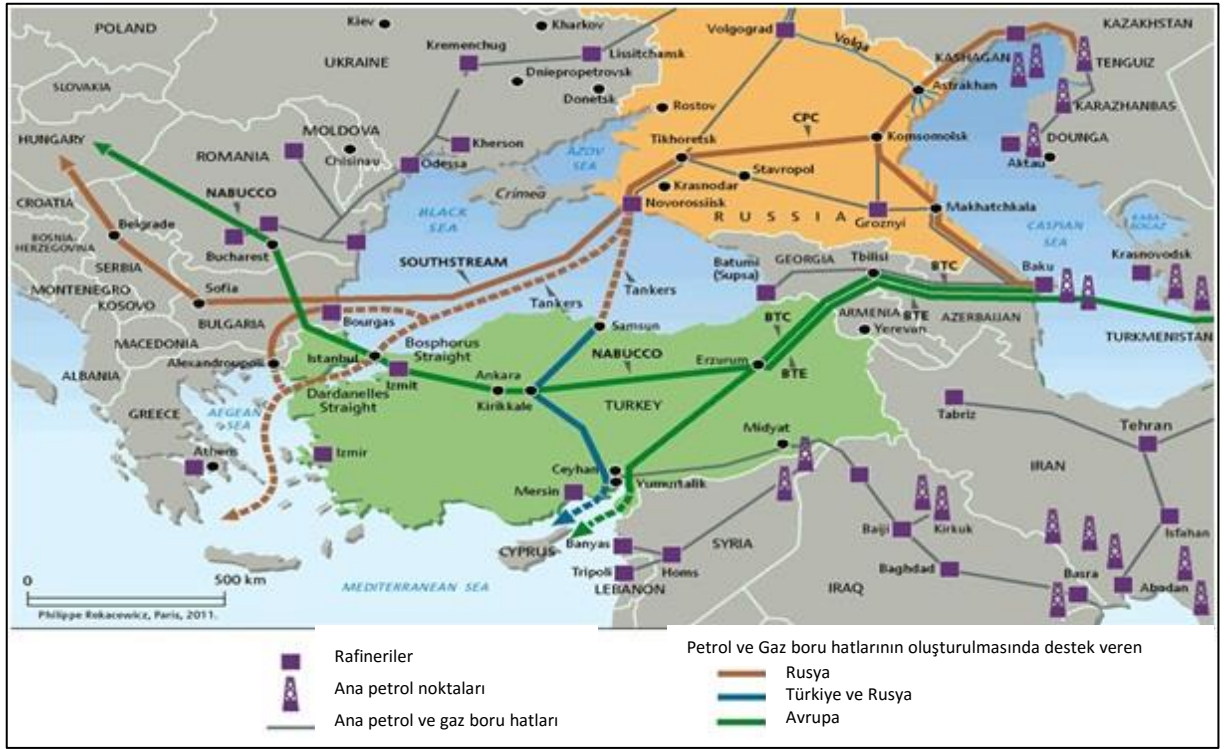


edebilen ülke şartlarını, çoklu ve farklı kaynaklardan enerji temin edebilen ülke konumuna dönüştürmeyi planlamaktadırlar. Bu çerçevede yakın gelecekte Karadeniz çanağındaki ülkelerde sayısı artarak ve yaygınlaşarak LNG gazlaştırma terminalleri kurulması gündeme gelebilecek ve yine bu sayede LNG tankerleri ile yoğun bir tanker trafiği Türk Boğazlar Sisteminde (TBS) seyir emniyeti, can, mal ve çevre güvenliğini zorlar hale gelebilecektir (Şekil 2).

Bu çalışmada İstanbul Boğazında oluşabilecek bir Q-Max LNG Tanker kazasının risk analizini yapmak ve bu suretle elde edilen çıktılar vesilesiyle İstanbul Boğazında gerçekleşebilecek bu ölçekte bir deniz kazasının yakın zamanda gerçekleştirilen arkeolojik kazılar ile bilinen tarihi Yenikapı kazıları ile MÖ 7500 yılına kadar uzanan, nüfusu 15 milyona ulaşmış ve Türkiye toplam katma değerinin yaklaşık yarısını tek başına üreten İstanbul' a etkilerini ortaya koymaktır. Bu bağlamda ilgili tüm çevrelerde geleceğe yönelik bir farkındalık uyandırmak hedeflenmiştir.

### **1.1.1. Türk Boğazlar Bölgesi ve Özellikleri**

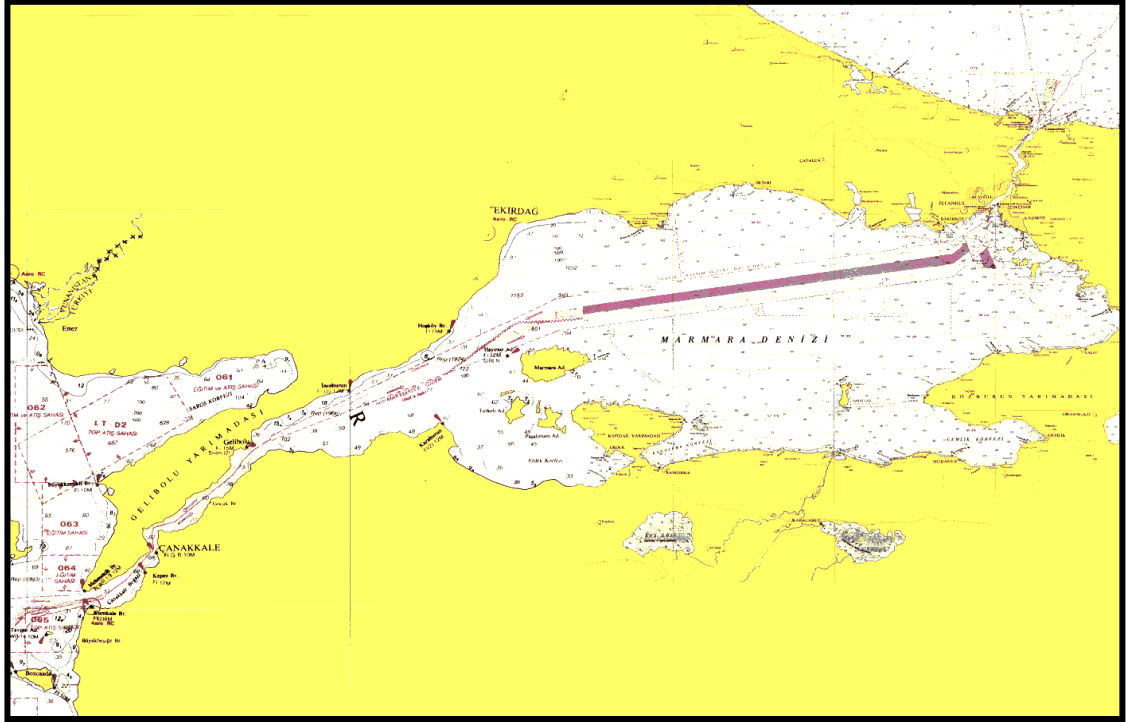
Türk Boğazlar Sistemi; İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'nı kapsayan alan olarak 164 deniz mili uzunluğunda; akıntı sistemindeki değişkenlik ve yüksek rota değişimleri isteyen kıvrımlı yapısıyla uluslararası deniz ulaşım ağı içerisinde Dünya'nın en riskli suyollarındandır. Karadeniz ile Akdeniz'in oşinografik bağlantısını sağlayan TBS, yalnızca kıtaları ve kültürleri birleştiren coğrafi yapısı ile değil, biyolojik türlerin devamlılığı için elzem olan bir yaşam alanı, göç yolları olan bir koridor mahiyetiyle de son derece hassas ve önemlidir (Şekil 3).



Şekil 1. Enerji arzında Türkiye'nin stratejik konumu (Akbeý, 2012).



Şekil 2. Avrupa'da ve bölgemizde kurulması planlanan LNG gazlaştırma terminalleri (Yıldız, 2013)



Şekil 3. Türk Boğazları Sistemi seyir haritası (Seyir Hidrografi ve Oşinografi Daire Başkanlığı, 2005a)

Türk Boğazlar Sistemi' nin ait olduğu coğrafi bölge ülkemizin toplam katma değerinin yaklaşık %60' ını sağlamakta olup aynı zamanda, bu sebeplere bağlı olarak kentleşme, nüfus, sanayi ve yoğunluğunun da en yüksek olduğu coğrafik konumdadır.

1484'ten itibaren Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ve Karadeniz kıyıları tamamen Osmanlı İmparatorluğu egemenliğine girmiş ve 20. yüzyıl ilk çeyreğine kadar yapılan tüm antlaşma ve uygulamalarda İstanbul ve Çanakkale Boğazları ayrı ayrı ele alınmıştır. İlk kez Sevr Antlaşması ile günümüzde ifade edilen Türk Boğazlar Sistemi tanımlanmış olup diğer tüm anlaşmalarda bu şekilde ifade edilmeye devam edilmiştir (Terzi, 2007). 1356 yılında Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasına geçen Osmanlı Beyliği imparatorluğa dönüşmüştür. Yaklaşık yüzyıl sonra İstanbul'u alan Osmanlı İmparatorluğu, 1484'ten itibaren de Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ve bütün Karadeniz kıyılarının nüfuz ve egemenliği altına almıştır. Bu dönemde Osmanlı Devleti Çanakkale'den başlayan ve bütün Karadeniz'i kapsayan geniş alana kendi egemenlik sahası olarak bakmaya

başlamış ve buraya geçişi yabancı gemiler için imkânsız hale getirmiştir. 17. yüzyıldan itibaren Avrupa devletleriyle yapılan ticari antlaşmalarda bu devletler Osmanlı sularında serbest dolaşım ve ticaret yapma hakkı tanınmış fakat bu devletlerin gemileri ancak İstanbul'a kadar gelebilmiş ancak Karadeniz'e 19.yy başlarına kadar Karadeniz'e özel fermansız yabancı tekne giriş çıkışına izin verilmemiştir. İlerleyen yıllarda Osmanlı Devleti'nin zayıflamaya başlamasıyla hem Boğazlar hem de Karadeniz üzerindeki hâkimiyet de kaybedilmeye başlamıştır. Boğazlar son olarak Montreux Sözleşmesi ile 9 Kasım 1936 tarihinde düzenlenmiştir olup hiçbir değişikliğe uğramadan 79 yıldır yürürlüktedir.

Soğuk savaşın başlangıcına kadar Türk Boğazlar Sistemi ile ilgili neredeyse bütün sorunlar askeri gemilerin geçiş rejimlerine dayanmaktayken, günümüzde sorun sadece ticari ve askeri açıdan değil; can, mal ve çevre emniyeti açısından da son derece önemli hale gelmiştir. Türk Boğazlar Sistemi'nde fiziksel, osinografik ve meteorolojik olarak emniyetli seyri kısıtlayıcı pek çok unsur mevcuttur. Bunun yanında gemi inşa teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak büyüyen gemi boyutları, bölgenin ticaret hacminin büyümesi ile doğru orantılı olarak Türk Boğazlar Sisteminden geçen gemi sayısını her geçen gün arttırmış, bu durum deniz trafiği ile ilgili tehlikelerin de artmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Yılda yaklaşık olarak çeşitli büyüklükte 50 bin geminin geçişinin sağlandığı İstanbul Boğazı gittikçe artan gemi trafiğinin yanı sıra geçen gemilerinde gerek boyları gerekse tonajları gittikçe büyümekte, taşıdıkları yükler çeşitlenmektedir. Çeşitlenen yükler arasında tehlikeli maddelerin oransal artışı dikkat çekicidir. Tehlikeli yükler arasında da en büyük riske haiz gemiler LNG gemileridir. Tüm tehlikeli yükler için gemi boyutları tehlikeyi katlamaktadır. Oysa LNG tankerinin en küçük boyutlu olanlarında bile ciddi can, mal ve çevre riski mevcuttur.

Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin dağılması sürecinde Karadeniz'e sahili olan devletler içinde yalnızca Rusya Federasyonunun farklı alternatifleri olmasına rağmen Bulgaristan, Romanya, Ukrayna ve Gürcistan'ın Karadeniz devletleri olarak denizyolu ile Dünya'ya açılan tek kapıları Türk Boğazlar Sistemi'nden geçmektedir. Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin dağılmasının ardından 1992 yılında, Karadeniz devletlerinin ticarete ve özellikle deniz ticareti hususuna artan ilgileriyle Main-Tuna Kanalı ve Rotterdam-

Köstence bağlantısını tesis etmeleri, özellikle Hazar petrollerinin Türk Boğazlar Sistemi'nden Nehir-Deniz gemileriyle taşınması Boğazlarımızdaki seyrüseferi her geçen gün daha riskli hale getirirken, sadece Türkiye'yi değil, osinografik, meteorolojik ve biyolojik şartların etkisiyle Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi' ne kıyısı olan diğer ülkeleri de etkileyecek sonuçlar yaratmaya haizdir. Söz konusu devletler açısından hayati önem taşıyan bu husus, Türk Boğazlar Sistemi'nin önemini başka bir bakıştan ortaya koymaktadır (Terzi, 2007).

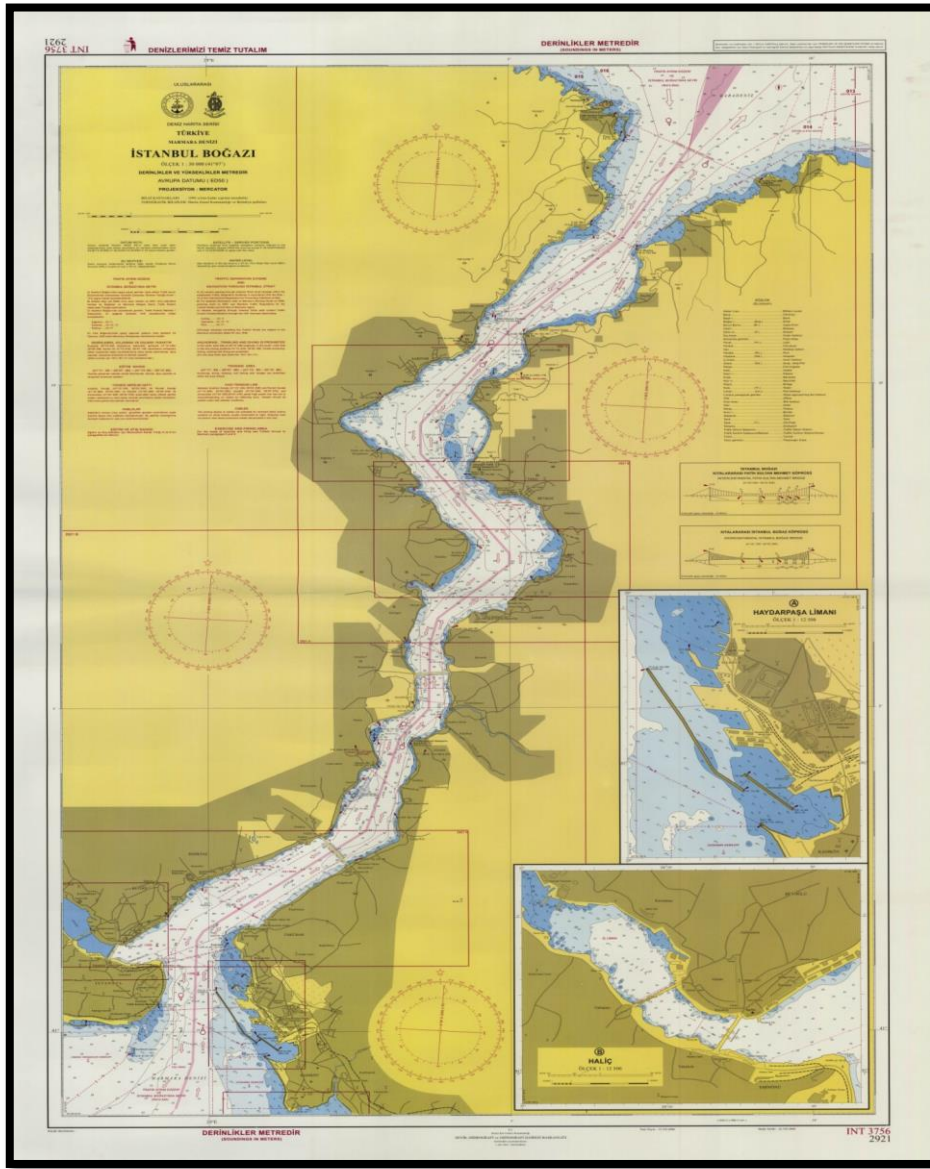
Gelişmiş ülkelerin düşük standartlı gemilerle ilgili sert politikası, bu problemlili gemilerin rotasını daha az yaptırımla karşılaştıkları limanlara ve özellikle Karadeniz'e çevirerek, TBS' nde gün geçtikçe artan tehlikeli yük trafiği oluşturmaktadır. Söz konusu gemilerin düşük standartlarının yanı sıra gemi personellerinin yetkinlikleride her zaman için istenilen düzeyde değildir. Bu tür düşük standartlara sahip gemiler tek başlarına belli bir risk içermekle birlikte karşılaşmaları muhtemel ve/veya aynı rota üzerinde seyir yaptıkları diğer gemiler içinde ciddi riskleri barındırmaktadırlar.

#### **1.1.1.1. İstanbul Boğazı**

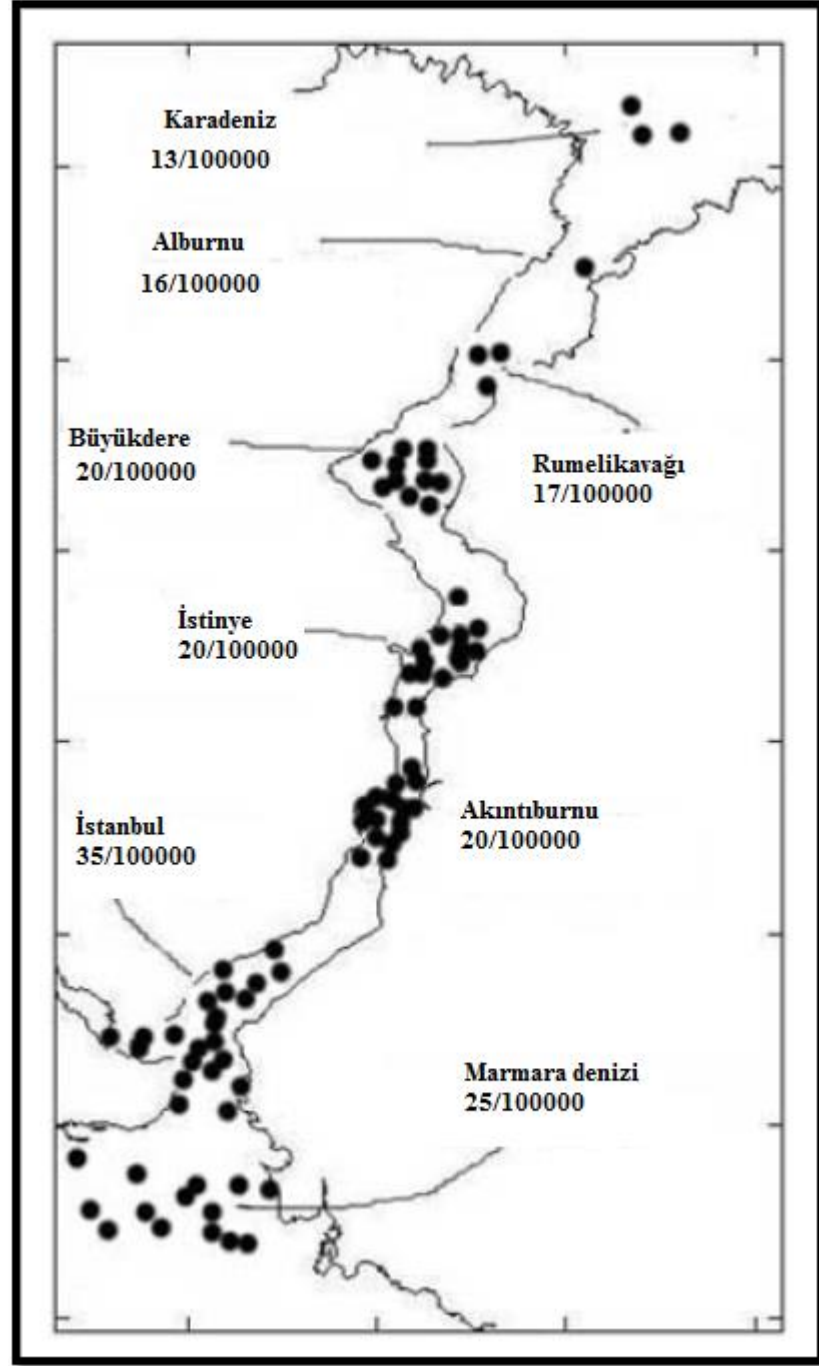
İstanbul Boğazı' nın oluşumu için çok farklı jeolojik yorum bulunmasına rağmen bilinen yegâne husus son deniz seviyelerinin yükselmesinden sonra su alışı rejimi günümüz koşullarına gelmiştir. Karadeniz'i Akdeniz'e bağlayan, orta hattın ölçüldüğünde ortalama 17 deniz mili (31.484 km) uzunluğundaki İstanbul Boğazı'nın en temel fiziki karakteristiği, dünyanın doğal olan en dar su yollarından biri olmasıdır. İstanbul Boğazı'nın kuzey girişi; Yon Burnu'nu (41°13'.04 N – 029° 09.11 E) , Türkeli Feneri'ne (41° 14'.06 N – 029° 06'.71 E) birleştiren hat, güney girişi ise; Ahırkapı Feneri'ni(41°00'.37 N – 028° 59'.14 E), Haydarpaşa Mendireği'ne (41° 00'.56 N –029° 00'.10 E) birleştiren hattır. Boğaz'ın kuzey girişinin genişliği 3370 metre (3640 yarda), güney çıkışının genişliği 2862metre (3090 yarda)dır. Kıyılardaki uzunluk, Anadolu tarafında 35,188 km (19 deniz mili), Rumeli yakasında ise kıyımın girintili çıkıntılı yapısından dolayı 55,56 km (30 deniz mili)'dir. Ortalama genişliği 1600metre olan İstanbul Boğazı'nın en geniş yeri Büyükdere- Umuryeri arasında olup 3500metre (3740 yarda), en dar yeri Kandilli- Aşıyan arasında 698metre (770 yarda)dir. En sığ yer banklar üzerinde 2,5 metre, kuzey rotasında Kadıköy İnci Burnu

önlerinde 18 metre, güney rotasında 12,8 metre, en derin yeri Kandilli açıklığında 110 metre olmak üzere ortalama derinlik 35 metredir (Şekil 4).

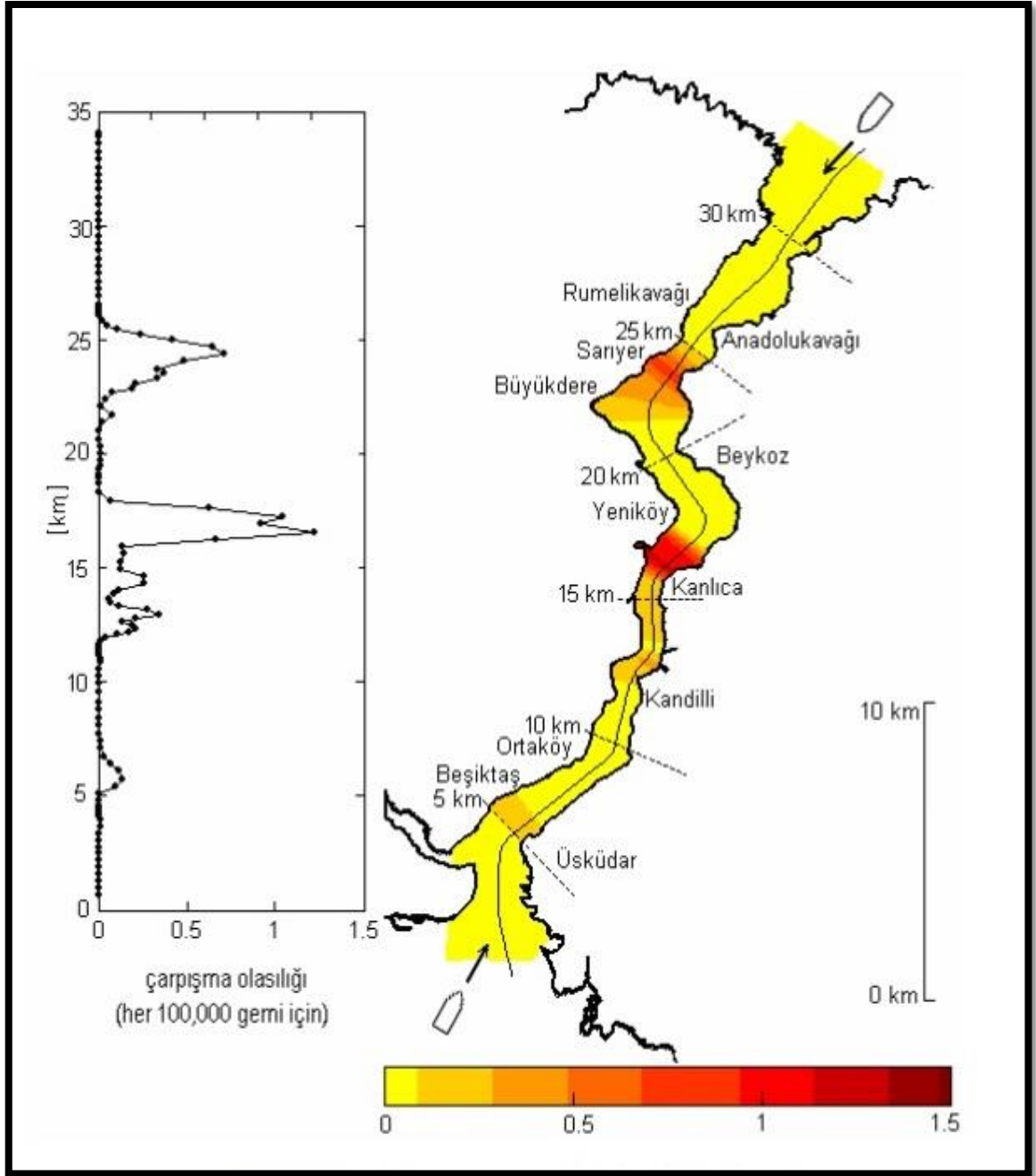
Jeomorfolojik özellikleri bakımından vadi tabanına benzeyen taban yapısı ile İstanbul Boğazı'nda derinlik sahile doğru azalsa bile, çoğu kıyıda derinlik 10metrenin üzerindedir. Bu durum da kıyı şeridindeki yerleşimler için bir tehlike oluşturmaktadır. Gemi kaynaklı oluşan kazalarda özellikle sahil kesimi ve yakın bölgeler ve buralarda yaşayan kentliler risk altındadır (Şekil 5, 6, 7).



Şekil 4. İstanbul Boğazı seyir haritası (SHODB, 2005b)

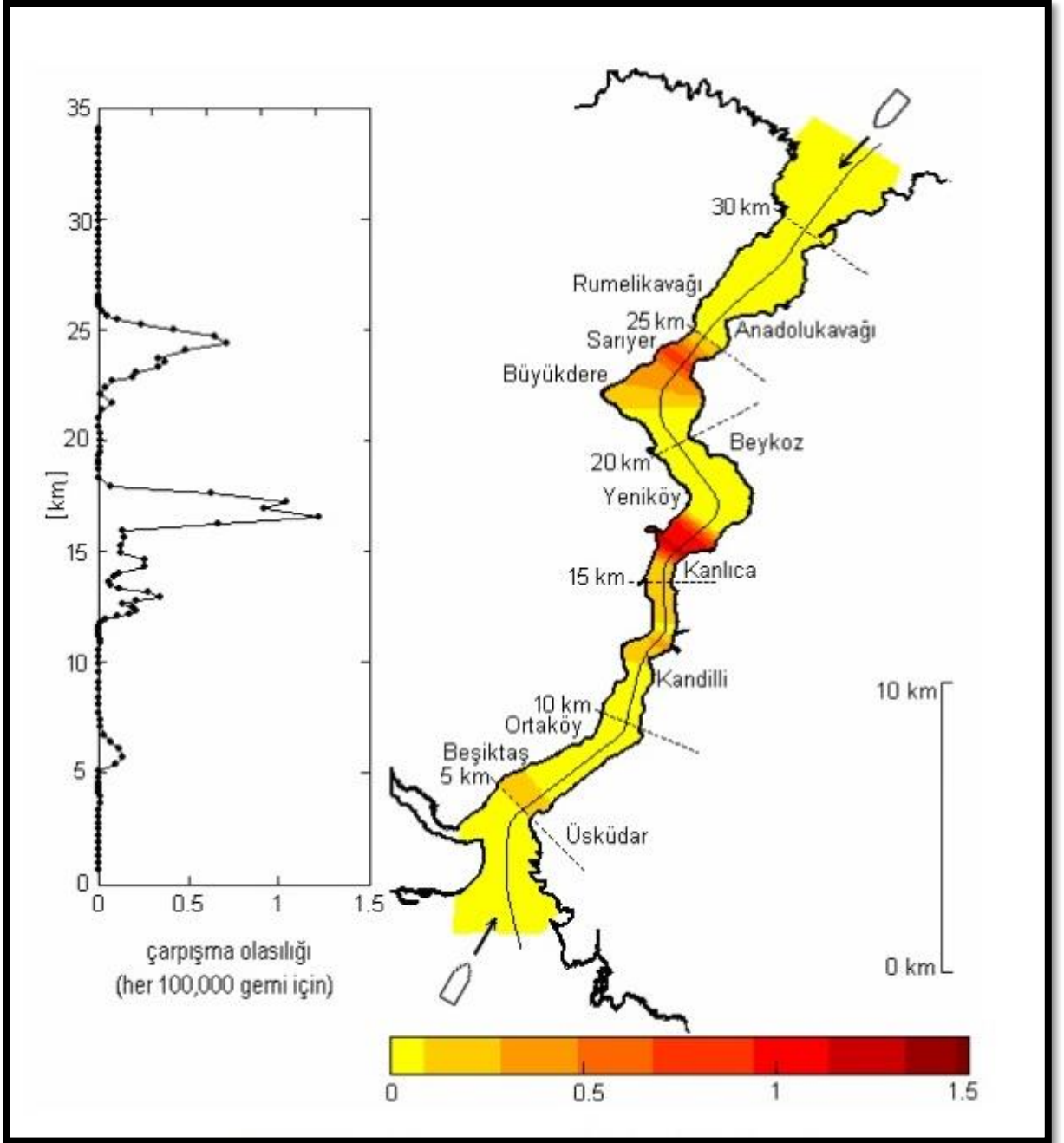


Şekil 5. Geçmişte İstanbul Boğazı'nda oluşan deniz kazalarının coğrafi dağılımı ( Kornhauser ve Clark, 1995 )



Şekil 6. İstanbul Boğazı çarpışma risk haritası ( Ontay ve Özkan, 2005)

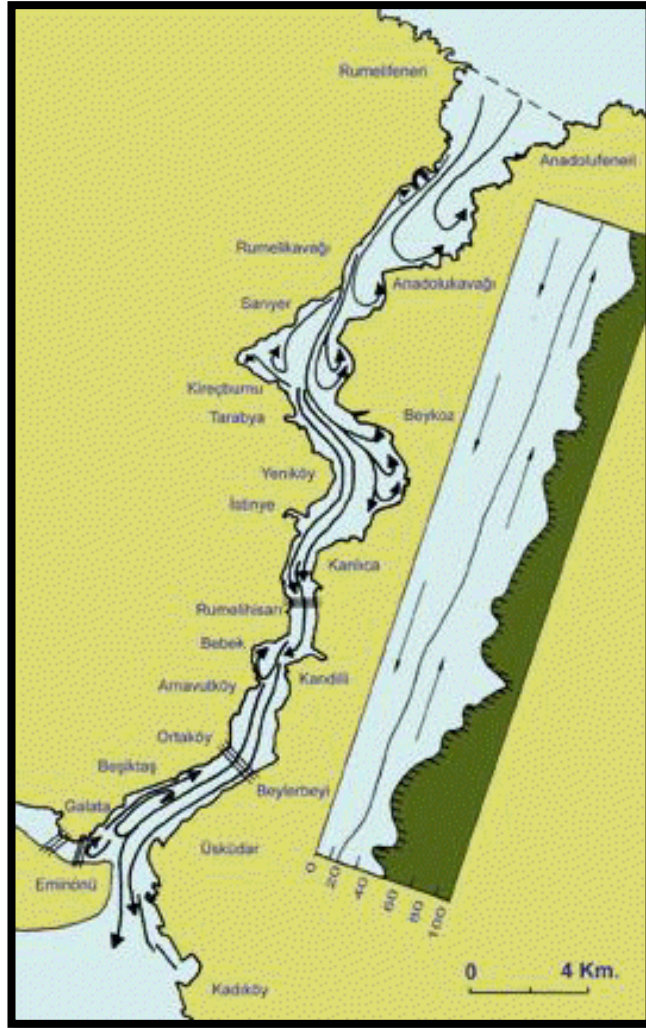




Şekil 7. İstanbul Boğazı karaya çatma ve oturma risk haritası ( Ontay ve Özkan, 2005)

İstanbul Boğazı'nı kullanan, İstanbul Boğazı Trafik Ayrım Düzeni üzerinde 12 rota değişikliği yapar. Özellikle Boğaz'ın en dar yeri olan Aşçıyan 'da  $45^\circ$ , akıntı açısından riskli olan Yeniköy'de ise  $80^\circ$  lik keskin dönüşler yapmak zorundadır. Bazı yerlerde 15 metrelik emniyetli geçiş derinliği 13 metreye kadar düşer.

İstanbul Boğazı'na iki tabakalı akıntı hâkimdir. Düşük yoğunluklu Karadeniz suları üst akıntı ile kuzeyden güneye doğru hareket etmekte, yoğunluğu yüksek olan Akdeniz kaynaklı sular ise dip akıntı ile güneyden kuzeye doğru hareket etmektedir. İki akıntı arasında kalınlığı değişken olan bir karışım tabakası yer almaktadır. Yüzey akıntısı, dip akıntısından daha süratlidir ve hızı zaman zaman 7-8 knot' a kadar yükselir (Şekil 8).



Şekil 8. İstanbul Boğazı'nın genel yüzey akıntısı seyri (İstanbul Liman Başkanlığı, 2010)



### 1.1.1.3. Çanakkale Boğazı

Marmara Denizi'ni Ege Denizi'ne bağlayan Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazı'nın yaklaşık iki katı uzunluğunda olup 68.524km (37 deniz mili) dir. Çanakkale Boğazı, kuzeyde Zincirbozan Feneri'nden geçen boylam (40° 25'.25 N – 026° 45'.24 E), güneyde Kumkale ile (40° 00'.51 N – 026° 11'.88 E) Mehmetçik'i (40° 02'.67 N – 026° 10'.42 E) birleştiren hat arasındadır. Avrupa kıyılarının uzunluğu 78km, Asya kıyılarının uzunluğu 94 km' dir.

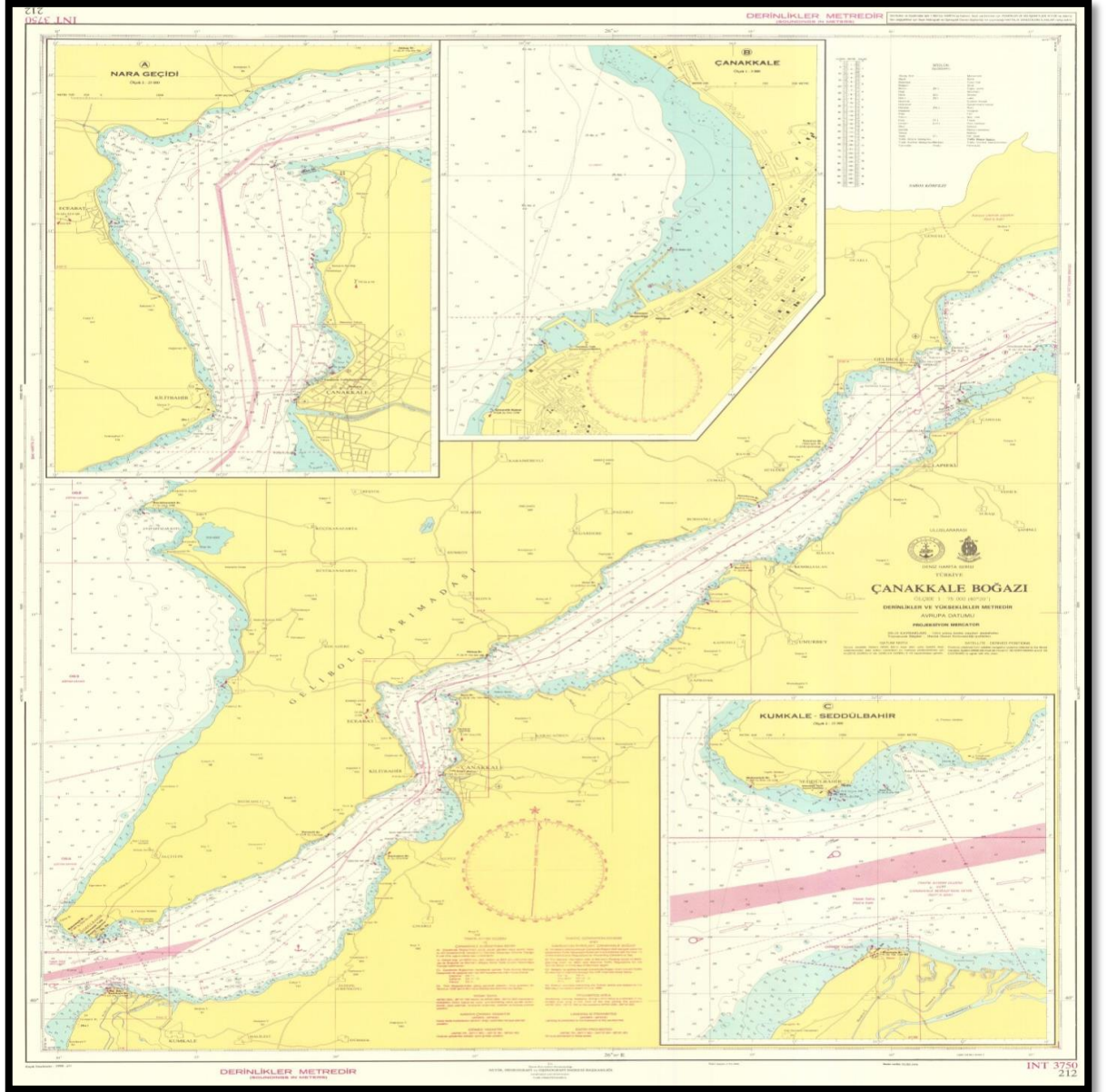
Çanakkale Boğazı da İstanbul Boğazı kadar olmamakla beraber dar ve kavisli bir suyoludur. Trafik Ayrım Düzeni üzerinde gemiler en az 10 rota değişikliği, Nara'da 70° ve Kilitbahir'de ise 50° lik keskin rota değişiklikleri yapmak durumundadırlar.

Boğazın en dar yeri, Çanakkale-Kilitbahir arası olup 1324 metre (1430 yarda), en geniş yeri ise İntepe Limanı önünde 7315 metre (7900 yarda) dir. Çanakkale Boğazı kuzey girişinin genişliği 5185 metre (5600 yarda), güney girişinin genişliği ise 4390 metre (4740 yarda)dir. Çanakkale Boğazı'nda derinlik İstanbul Boğazı'na göre daha fazladır. Boğazın ortalama derinliği 65 metredir. En derin yeri ise Dalyan Burnu önlerinde 94 metre, en sığ yeri ise Kabageven Burnu önlerinde 25 metre, Kilitbahir önlerinde 27 metre, Çardak Bankı üzerinde 2 metredir. Boğazın yüksek kıyılara sahip kesimlerinde, kıyıdan derinlere doğru inişi yar şeklinde olup, oldukça dik eğimlidir. Dip yapısında yer yer, düzgün olmayan keskin kaya sırtları, engebeler yer almaktadır.

Çanakkale Boğazı'ndan geçen tehlikeli madde taşıyan gemi ve tonajları 1996 yılında 5657 adet ve yaklaşık 80 milyon tondan 2014 yılına 9252 adet gemi ve yaklaşık 157 milyon tona gelmiştir. Bu bağlamda Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazına oranla daha yoğun tehlikeli yük taşımacılığında kullanılmaktadır. Bunun nedeni İzmit Körfezinde yerleşik tesislerin varlığı olduğu bilinmektedir.

Çanakkale Boğazı'nda kuvvetli lodosta yön değiştirebilse de genelde Marmara Denizi'nden Ege Denizi'ne doğru bir yüzey akıntısı mevcuttur. Akıntının sürati ortalama 1.5 – 2.5 knot olmakla birlikte, rüzgar kuvvetine bağlı olarak artabilir. Nara Burnu civarında alt ve üst

akıntı arasında ciddi karışımlar mevcut olup denizcilik açısından en zorlu parkurlardan biri olarak Dünya denizcilik camiasında sıcak noktalardan biridir. Çanakkale Boğazı dâhilinde Çanakkale Limanı vardır. Çanakkale, Eceabat, Lapseki ve Gelibolu iskeleleri arasında yoğun bir yerel trafik mevcuttur (Şekil 10).



Şekil 10. Çanakkale Boğazı seyir haritası (SHODB, 2005c)

## 1.2. Tehlikeli Tük Taşıyıcılar

### 1.2.1. Tehlikeli Yük

Türkiye, doğalgaz üreten ülkeler ile doğalgaz tüketen ülkeler arasında doğal bir köprü konumundadır. Ülkemiz aynı zamanda gelişen ülkelerden biri olarak enerji açlığı çekmektedir. Üstelik toplam doğalgaz tüketiminin büyük kısmını tek bir kaynaktan sağlamaktadır. Tedarik çeşitliliğinin yanı sıra ülkemiz doğalgaz taşımacılığında daha fazla pay almak istemektedir. Söz konusu payın stratejik gereklerden dolayı boru hatları ile yapılması temel taşımacılık doktrini olarak şekillenmiştir. Ancak Dünya genelinde LNG taşımacılığı hızla büyümektedir. Söz konusu taşımacılık modunun İstanbul Boğazında risk yaratmayacağını düşünmek mümkün değildir. Günümüzde dahi, LNG tankerleriyle yoğun bir tanker trafiği Türk Boğazlar Sistemi'nde seyir emniyeti, can, mal ve çevre güvenliğini zorlar hale gelebilmektedir. Diğer tüm modlar arasında hızlı büyüme trendine sahip olan LNG taşımacılığının zaman içinde TBS üzerindeki etkisinin artacağı aşikardır. Özellikle Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin enerji politikaları üzerindeki Rusya'nın belirleyici pozisyonun zayıflatılması için enerji çeşitliliğine ihtiyaç olduğu ilgili ülkeler tarafından değerlendirilmektedir.

Katı, sıvı ya da gaz halinde insana, diğer yaşayan organizmalara, mala ve çevreye zarar veren/zarar verme potansiyeline sahip maddelere tehlikeli madde, bu maddeleri içeren yüklere de tehlikeli yük adı verilmektedir. Tehlikeli yükler oluşturabilecekleri tehlikeler ve madde cinslerine göre kendi aralarında IMDG Kod'da 9 sınıfa ayrılırlar:

#### *Patlayıcılar;*

1. Kitlesele patlama tehlikesi olan patlayıcılar (nitrogliserin, dinamit),
2. Tahrip edici patlayıcılar
3. Düşük tahrip güçlü patlayıcılar (roket iticiler, işaret fişekleri)
4. Büyük yangın oluşturabilen patlayıcılar (havai fişekler, cephaner)
5. Patlatma araçları
6. Yüksek düzeyde duyarsız patlayıcılar

*Sıkıştırılmış Gazlar;*

1. Yanıcı gazlar (propan, hidrojen)
2. Yanıcı olmayan gazlar (helyum, nitrojen)
3. Zehirli gazlar (klorin, fosjen)

*Yanıcı Sıvılar;*

1. Parlama noktası 60 °C ve altında olan grup (benzin ve bazı alkolik içecekler)
2. Parlama noktası 60 °C 'le 93 °C arasında olan grup

*Yanıncılar;*

1. Yanıcı katılar (magnezyum toz, kırmızı fosfor, v.b.)
2. Kendiliğinden tutuşabilen materyaller (beyaz fosfor)
3. Suyla reaksiyona giren materyaller (sodyum, potasyum)

*Oksitleyici Maddeler ve Organik Peroksitler;*

1. Oksitleyiciler (amonyum nitrat, hidrojen peroksit)
2. Organik peroksitler (benzol peroksit)

*Zehirleyici ve Mikrop Bulaştırıcılar;*

1. Zehirleyiciler (potasyum siyanür, merkürük klorür)
2. Mikrop bulaştırıcılar (antraks, HIV)

*Radyoaktif Maddeler (Uranyum, Plütonyum, Radyoaktif Atıklar) Aşındırıcı (Tahris ediciler);*

1. Asitler (sülfürik asit)
  2. Bazlar (sodyum hidroksit-kostik soda)
- Çeşitli mal ve maddeler (Diğer sınıflardan farklı olarak örneğin kuru buz, asfalt gibi) (Tozar, 2008)

### **1.2.2. Tehlikeli Yük Taşıyan Tanker ve Gemiler**

Tehlikeli yükler paketleme durumlarına göre hemen hemen her tipteki gemiyle taşınabilir. Tehlikeli yüklerin yaygın olarak taşındığı gemi tipleri genellikle taşıdıkları miktarlarla orantılı olarak Şu Şekilde sıralanabilir:

#### *Tankerler;*

Ham petrol taşıyan tankerler

Petrol rnleri taşıyan tankerler

Kimyasal sıvı yük taşıyan tankerler

Sıvılaştırılmış gaz (LNG-LPG) taşıyan tankerler

Yağ tankerleri

Asit tankerleri

#### *Dökme Yük Gemileri;*

Sıvı Dökme Yük Gemileri

Kuru Dökme Yük Gemileri

#### *Konteyner Gemileri*

*Kuru Yük Gemileri*

*Yolcu Gemileri*

### **1.2.3. Q-Max LNG Tankeri Tanımı ve zellikleri**

Doğal gazın sıvılaştırılarak (LNG)deniz yoluyla taşınması petrole göre daha karmaşık bir teknoloji gerektirmektedir. LNG taşıma maliyeti ile taşınan miktar arasında çok önemli bir iliŐki bulunmakta olup belli miktarın altında LNG'nin deniz yoluyla taşınması ekonomik olamamaktadır. Her geçen yıl küresel doğal talebindeki artışa bağlı olarak denizlerde taşınan LNG miktarı da artmaktadır. 2010 yılı itibariyle dünya denizlerinde LNG taşıyan gemi sayısı yaklaşık olarak 200 tanedir ve yakın gelecekte yaklaşık 150 tane daha LNG tankerine ihtiyaç duyulacağı ngrlmektedir (Demir, 2010). Ayrıca dünya genelinde 17 tane LNG ihracat terminali (Sıvılaştırma) ve 40 tane LNG ithalat (gazlaştırma) terminali bulunmaktadır. Doğal gazın sıvılaştırılarak deniz yoluyla taşınması petrolün deniz yoluyla taşınmasına göre aynı



evsafıta gemiler dikkate alındığında yaklaşık 7 kat daha pahalı olduğu IMO tarafından öngörölmektedir.

LNG, uygun LNG sıcaklığını sağlayabilmek için tasarlanmış çift kabuklu gemilerle taşınmaktadır. Bu gemiler buharlaşma yoluyla oluşabilecek kaçakları engellemek üzere özel olarak yalıtılmıştır. Buharlaşan gaz kimi zaman bu gemiler için yakıt olarak kullanılır. LNG taşıyıcıları 300 metreye kadar boylara ulaşabilirler, tam yüklenmiş halde minimum 12 metre su derinliğine gerek duyulmaktadır. Günümüzde dünyada 136 adet gemiyle, yaklaşık 120 milyon ton LNG taşımacılığı yapılmaktadır.

Q-Max gemisi, özellikle zar-membrane tipi LNGC türüdür. İsmindeki Q harfi Qatar-Katar ülkesinin baş harfindem MAX tanımını ise Katardaki en büyük gemi inşa tersanesi kapasitesinden alır ve bu tip gemilerin dünyanın en büyük LNG taşıyıcılarıdır. Q-Max boyutta bir gemi uzunluğu 345 metre (1,132 ft) ve yaklaşık 12 metre (39 ft) bir suçekimi ile 53,8 metre (177 ft) genişliğinde ve 34.7 metre (114 ft) yükseklik boyutlarındadır. Bu doğalgaz gemisi 161.994.000 metreküp (5,7208 × 10<sup>9</sup> cu ft) doğalgaz eşiti 266.000 metreküp (9.400.000 cu ft), bir LNG kapasitesine sahiptir. Bu gemi daha verimli olduğu iddia edilen ve geleneksel buhar türbinlerine göre daha çevre dostu iki yavaş devirli dizel motorları ile tahrik edilmektedir.

Q-Max gemiler, tank içinde oluşan doğalgazın işlenerek tekrar sıvılaştırılması ve kargo tanklarına LNG olarak dönmek için gemi üzerinde bir yeniden sıvılaştırma sistemi ile donatılmıştır. Gemi yeniden sıvılaştırma sistemi LNG kayıplarında azalma sağlar, ekonomik ve çevresel faydalar oluşturur. Genel olarak, Q-Max taşıyıcıların enerji gereksinimlerinin yaklaşık% 40 daha düşük olduğu tahmin edilmektedir. Karbon emisyonu anlamında daha çevreci olan gemiler yeniden sıvılaştırma prosesindeki hazır doğalgazı yakıt olarak kullanabildiklerinden kirleticilik oranları diğer gemilerden çok daha düşüktür (Tablo 1).

Tablo 1. Q-Max LNG Tankeri Özellikleri (Curt, 2004)

Adı	Q-MAX
Üreticileri	Samsung Heavy Industries Hyundai Heavy Industries Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering
Operatörler	Katar Gaz Taşıma Şirketi (Nakilat)
Yapım yılı	2007- ...
Serviste olan gemiler	Mozah, Al Mayeda, Mekaines, Al Mafyar, Umm Slal, Bu Samra, Al-Ghuwairiya, Lijmiliya, Samriya Al, Al Dafna, Shagra, Zarga, Aamira, Rashit
Yapımı planlanan gemiler	Siparişler ve inşaatlar sürmektedir.
Türü	LNGC –LNG taşıyıcı
Uzunluk	345 m (1,132 ft)
En	53.8 m (177 ft)
Yükseklik	34.7 m (114 ft)
Su çekimi	12 m (39 ft)
Kurulu Güç	91 devirde 21,770 kW, her makine başına
Ana makineler	2 × MAN B & W 7S70ME-C iki zamanlı düşük devirli dizel , elektronik kontrollü
Lng Kapasite	266.000 m <sup>3</sup> (9400000 cu ft)

Gaz taşımacılığı sektörünün Türkiye’de yeteri kadar bilinmeyen bir pazar olması ve bu gemilerin ‘çok yüksek riskli’ gemi grubuna girmeleri, yaygınlaşmasının önündeki en büyük engeldir. Bu gemilerde görev yapacak personelin teknik bilgisinin yanı sıra yüksek emniyet bilinci ile donanması gerekir. Aksi halde sonuçları tahmin edilemeyecek kazalar yaşanabilir. Türk Boğazlar Sisteminden LNG – LPG tankeri geçme oranı günlük %2 civarındadır. Bu geçen gemiler de olası kazaları önlemek amacıyla genellikle deniz trafiğinin az olduğu gece saatlerinde geçiş yapmaktadır.

## II. DOĞALGAZ VE LNG GENEL TANIM VE ÖZELLİKLER

### 2.1. Doğalgaz

Doğal gaz, hidrojenle doymuş karbon molekülü ve bunun katları olarak tanımlanabildiği gibi yer kabuğunun içindeki fosil kaynaklı farklı üretildiği bölgeden bölgeye metan, etan, propan, bütan, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Helyum, vd. gazların farklı oranlarda karışımına sahip bir çeşit yanıcı gaz karışımı olarak tanımlanabilir. M.Ö. 900' lerde Çin kaynaklarında yer kabuğundan sızan ve tutuşan gazlardan bahsedilmektedir. M.Ö.50' de Roma'da Uesta Tapınağı'ndaki aşk tanrıçası heykelinin doğalgazdan elde edilen sürekli alev ile aydınlatıldığı bilinmektedir. M.S.150' de Çin Sichuan'da tuzun çökertilmesi işleminde, yakıt olarak kullanılmak için yeraltı rezervuarlarından sızan doğalgazın bambu borularla taşındığı kayıtlara geçmiştir. Marco Polo gezilerini içeren kitapta, Bakü'deki Zoroastrian ateş tapınağında yüzyıllardan beri yanmakta olan ve yerden çıkan pis kokulu gazlardan bahsedilmiştir. Avrupa'da ise 1659'da İngiltere'de bulunan doğalgaz 1790'da yaygın kullanıma girdiği bilinmektedir. 1920'lerde boru hattı taşımacılığı yöntemlerinin uygulamaya konulmasıyla hızla artan doğalgaz kullanımı, özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra sürekli olarak gelişmiştir (Akdoğan, 2008).

Tarihi kayıtlarda M. S. 100 - 125 yılları arasında günümüz Irak topraklarında yer çatlaklarından sızan doğalgazın yakıldığına dair bilgiler yer alıyor. Yakın tarihte ise 1816 da ABD' de sokak ve ev aydınlatmasında kullanıldığı biliniyor. Elektriğin bulunmasından önce aydınlatma amacıyla kullanılan doğalgaz kullanım ve iletim teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda yerleşim merkezlerinde endüstride ve elektrik üretiminde yakıt olarak tüketilmeye başlandı. İlk doğalgaz boru hattı da 1891 de ABD de inşa edildiği bilinmektedir (Akdoğan, 2008). Doğalgazın kuyulardan çıkış basıncını kullanan bu ilkel kompresörsüz boru hatlarında özellikle boruların birleşme yerlerinde sorunlar yaşanmıştı. Ancak 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Kuzey Amerika'da ve 1973'teki petrol krizinden sonra tüm dünyada boru hattı şebeke sistemlerinin geliştirilmesi sonucunda doğalgaz kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Özellikle metal kaynak ve boru teknolojisindeki gelişmeler boru hattı yapımını ekonomik hale getirdi. ABD'de 19 yüzyılın ortalarından itibaren enerji kaynağı olarak kullanıldığı bilinen

doğalgaz petrol ile birlikte üretildiği 40 - 50 yıl öncesine kadar önemsiz bir ürün sayılıyordu ve dünyada geniş kullanıma sahip değildi (Turan ve Dinç, 2015). Ancak özellikle 1973'teki ilk petrol krizinden sonra gittikçe önem kazandı. 1950'lerde enerji tüketiminin %8'i doğalgazdan karşılanırken, 2000'li yıllarda enerji tüketimlerinin çeyreğine yakın bir bölümü doğalgazla karşılanmaktadır. Doğalgaz zaman içinde petrol bağımlılığını azaltmak amacıyla alternatif olarak kullanılmakla birlikte daha çevreci bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmiş ve nihai kullanıcısı olarak genellikle yaşam alanları seçilmiştir. Bunun yanı sıra sanayi alanında özellikle elektrik üretiminde ve küçük orta boy işletmelerin gerek üretim gerekse elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır.

Hâlihazırda dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıtların önem sıralamasında petrolden sonra 2.sırayı alan doğalgazın en önemli özelliği; temiz bir yakıt olması ve çevreyi kirletmemesidir. Doğalgaz; kömür, fuel oil gibi diğer fosil yakıtlarla kıyaslandığında kül, is, kurum gibi yanma artıklarına sebep olmadığından daha temiz bir yakıttır. İçeriğinde kükürt bulunmaması (ya da ihmal edilebilir seviyelerde bulunması) yanma sırasında atmosfere kükürtlü bileşiklerin salınmasını ve dolayısıyla kükürt kökenli olarak kirletme etkisini azaltmaktadır. Bunun yanında doğalgazın içeriğinde serbest nemin bulunmaması, metal veya metal alaşımlarından yapılan doğalgaz sistemlerinde gaz boru ve donanımlarında oksitlenme veya diğer kimyasal etkilerle aşınma durumu meydana gelmesini önler. Borularla iletilmesi halinde diğer katı ve sıvı yakıtlar gibi ilk yatırımdan sonra ek bir taşıma maliyeti neden olmaz, tüketiciye taşıma maliyeti yüklememiş olur. Yakma için ek enerji ve ön hazırlık safhaları gerektirmediğinden doğalgaz kullanılan tesislerde işletme ve bakım harcamalarını minimum indirir. Yakıcıların bakım maliyetleri oldukça düşüktür.

Dünya ölçeğinde doğalgazın nihai tüketicisinin yaklaşık %75'i doğalgazı ısınma amaçlı kullanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde kullanımı daha yaygın olan doğalgaz kullanımı aynı zamanda bir gelişmişlik ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Diğer alternatif enerji kaynaklarına oranla daha çevreci olan doğalgaz, arz talep dengesi doğru öngörülecek olunur ise depolama ihtiyacı gerektirmemektedir. Ancak aşırı koşullar altında arz talep dengesinin bozulmaması için depolama bir tercihtir. Genel olarak her an kullanıma hazır olan doğalgaz için sipariş verme ihtiyacı yoktur, sayaçla ölçülerek kullanıma sunulur. Yaygın olarak

bilinenin aksine, doğalgaz kokusuz ve zehirsizdir. Solunduğunda zehirlenmeye sebebiyet vermez. Doğalgaz zehirlenmesi olarak anılan durumlar, havalandırmasız bir mekânda yanma olayının ortamın oksijenini tükettiğinde veya ortamın atmosfer kompozisyonunu bozacak şekilde mühürlü olması durumunda gerçekleşir.

Doğalgazın büyük bölümü Metan gazı (CH<sub>4</sub>) adı verilen hidrokarbon bileşiğinden oluşur. Diğer bileşenleri; etan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), bütan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) gazlarıdır. İçeriğinde eser miktarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>), azot (N<sub>2</sub>), helyum (He) ve hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) de bulunur (Tablo 2).

Tablo 2. Türkiye'de kullanılan doğalgazın bileşenleri (Manahan, 2010).

<b>BİLEŞENLER</b>	<b>KİMYASAL FORMÜL</b>	<b>ORANLARI (%)</b>
Metan	CH <sub>4</sub>	En az 85
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	En fazla 7
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	En fazla 3
Bütan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	En fazla 2
Azot	N <sub>2</sub>	2,6
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	En fazla 3
Diğerleri		0

Bu yüzyılın ikinci yarısında sonuna gelineceği tahmin edilen doğalgaz ve petrol rezervleri birbirlerine yakın veya birlikte bulunur. Tahmin edilen doğalgaz rezervleri petrol rezervlerine eşdeğerdir. Fiyatlandırmasında çeşitli formüller olduğu bilinmekte olup formülün değişkenlerinde çeşitli emtia birim fiyatlarından yararlanılmakla birlikte ağırlıklı olarak doğal gaz birim fiyatında belirleyici olan çeşitli referans ham petrol fiyatlarıdır.

Doğalgaz çok düşük sıcaklıklarda 160 derecede ve atmosfer basıncında sıvılaşabilir. Dolayısıyla, yaşanabilir ortamların tamamında gaz halindedir. Yani doğalgaz, gaz halinde olarak borularla taşınabileceği gibi sıvı halde (LNG) olarak özel tankerlere taşınabilir. Çeşitli

kimyasal ürünlerin başlıca hammaddesi olan doğalgaz, enerji ihtiyacının sürekli arttığı ama kaynakların gittikçe azaldığı dünyada, enerji tüketiminin önemli bölümünü karşılamaktadır.

### **2.1.1. Dünyada Enerji Kaynakları İçerisinde Doğalgazın Yeri**

2010 yılında küresel enerji tüketimi 1973 yılından bu yana en yüksek artışı gerçekleştirerek %5,6 oranında artmıştır. Enerji tüketim sepetini oluşturan petrol, doğalgaz, nükleer enerji, hidroelektrik ve kömür kalemlerine bakıldığında ise, 2010 yılında, tüm enerji kaynaklarında tüketim 2009 krizi sonrası artarken, en yüksek artış oranı %7,6 ile kömürde en düşük artış oranı ise %3,1 ile petrolde gerçekleşmiştir.

2009 yılında yaşanan ekonomik daralma sonrasında 2010 yılında dünya doğalgaz tüketimi %7,4 artarak 1984'ten bu yana en büyük artışı göstermiştir. Ekonomik kriz yılı olan 2009 ihmal edilip 2008 yılı ile 2010 yılı doğalgaz tüketimleri karşılaştırıldığında dünya doğalgaz tüketimi yaklaşık olarak %4,7 oranında artmıştır. Miktar olarak bakıldığında en yüksek artış ABD'de gerçekleşmiş olup, Rusya ve Çin'de de bu ülkelerin tarihindeki en yüksek artışlar meydana gelmiştir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Avrupa-Avrasya bölgesinde tüketim 2010 yılında 2009 yılına göre her ne kadar %7,2 artmış olsa da, 2010 yılındaki tüketim miktarı 2008 yılındaki tüketim miktarından düşüktür (Tablo 3).

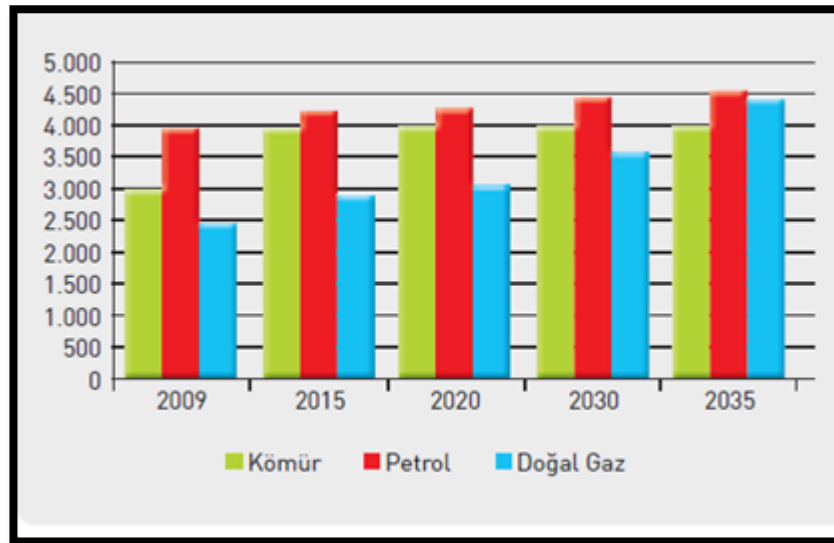
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın 2009-2035 dönemine ilişkin öngörülerine göre; talebin önemli bir kısmının petrol, doğalgaz ve kömürden sağlandığı görülmektedir ve söz konusu enerji kaynakları 2035 yılında da büyük oranda talebi karşılamaya devam edecektir. Bu üçlü fosil yakıt grubunun 2009 yılında toplam enerji tüketimindeki payı %81'dir ve bu oranın 2035 yılında %75'e düşmesi beklenmektedir. Fosil yakıtlar içinde doğalgaza olan talebin, çevresel ve kullanım kolaylıkları nedeniyle artacağı ve 2035 yılında petrolden sonra ikinci konumdaki kömür ile başa baş bir seyir izleyeceği tahmin edilmektedir (Tablo 4).

Tablo 3. Enerji Kaynakları Bazında Küresel Enerji Tüketimi Projeksiyonu 2035 (IEA, 2009)

	2009	2015	2020	2030	2035	2009 - 2035
Kömür	3.294	3.944	4.083	4.099	4.101	0,8
Petrol	3.987	4.322	4.384	4.546	4.645	0,6
Doğalgaz	2.539	2.945	3.214	3.698	3.928	1,7
Nükleer	703	796	929	1.128	1.212	2,1
Hidro	280	334	377	450	475	2,1
Biyokütle ve çöp	1.280	1.375	1.495	1.761	1.911	1,7
Diğer	99	197	287	524	690	7,8
Toplam	12.132	13.913	14.769	16.206	16.961	1,3

\* Yıllık ortalama artış oranıdır.

Tablo 4. Kömür, Petrol ve Doğalgazın Enerji Kaynakları İçindeki Paylarının Değişimi (IEA, 2009)



## 2.2. Sıvılaştırılmış Doğalgaz / Liquefied Natural Gas / LNG

Sıvılaştırılmış Doğalgaz olarak kısaltılan LNG (Liquefied Natural Gas) tabiri tezin bu bölümünden sonra kısaltma olarak LNG şeklinde kullanılacak olup, yerin altında uzun yıllar boyunca kimyasal değişime uğramış organik yapılardan oluşan ham petrol ya da doğalgaz rezervinin üzerinde gaz halinde bulunan bir yakıt türüdür. LNG kokusuz, renksiz, aşındırmaz

ve zehirsiz bir karışımdır. İçerisinde büyük miktarda Methan-CH<sub>4</sub> (%85- %95) bulunmakla birlikte (%5- %15) etan, propan, bütan ve eser miktarda azot vardır.

Esas olarak 'metan' gazından oluşan LNG, Metan'ın sıvılaştırılması için normal atmosferik basınçta gazın eksi 160 –162 °C soğutulmasıyla elde edilir. LNG, tankerlere yüklenmeden önce yaklaşık - 162 °C ye kadar soğutulur. Bu soğutma süreci, LPG'yi gaz halden sıvı hale dönüştürerek doğalgaz hacminin 600 kattan fazla azalmasını sağlar. Bir birim hacim LNG buharlaştırıldığında yaklaşık olarak 600 birim hacim doğalgaz elde edilir.

LNG; doğalgaz, petrol ve kömürden sonra dünya enerji tüketiminin %24'lük kısmını oluşturmaktadır. Düşük karbon içeriği sayesinde LNG gittikçe yaygın olarak kullanılagelen bir yakıt türü olmuştur. Gelişmiş ülkelerde kullanımı zaman içinde çevresel nedenlerden ötürü nükleer enerjiye tüketimine yetişmiştir.

Zararları arasında en başta yanıcılık gelmekte olup aynı zamanda sıvılaştırıldığı için bulaştığı yüzeyi dondurma ve nefes yolunu tıkama/boğulma riskleri vardır.

### **2.2.1. Sıvılaştırılmış Doğalgazın (LNG) Tarihi Gelişimi**

20. yüzyıla kadar doğalgaz, çıkartılan ham petrolün bir firesi olarak görülüyordu. Gazın potansiyelini ilk keşfeden firmalardan biri olan Ohio Şirketi, 1915 yılında Wyoming'de zengin yataklar olduğunu buldu. 1917'de gazın sıvılaştırılması yöntemi bulundu, 1920'de de sıvı gazın borulardan geçirilerek kullanıcıya ulaştırılması sağlandı. 1920'lerde Phillips Petrol'ün kurucusu Frank Phillips, doğalgazın likit yan ürünler olan profan ve bütanın iyi bir kaynağı olduğunu farketti (Aaseng, 2000).

1937'de başlayan deneylere dayanarak ilk büyük çaplı likit hale getirme projesi 1941'de Cleveland, Ohio'da başladı. LPG'nin ilk nakliyatı da, British Gas firmasının LNG ithalat tesisini kurması ile 1954 yılında deneysel olarak Louisiana'dan Canvey Island'a (İngiltere) gerçekleştirildi. İlk büyük çaplı LNG ticareti de 1964'te Cezayir'den British Gas firmasının LNG alması ile başladı.



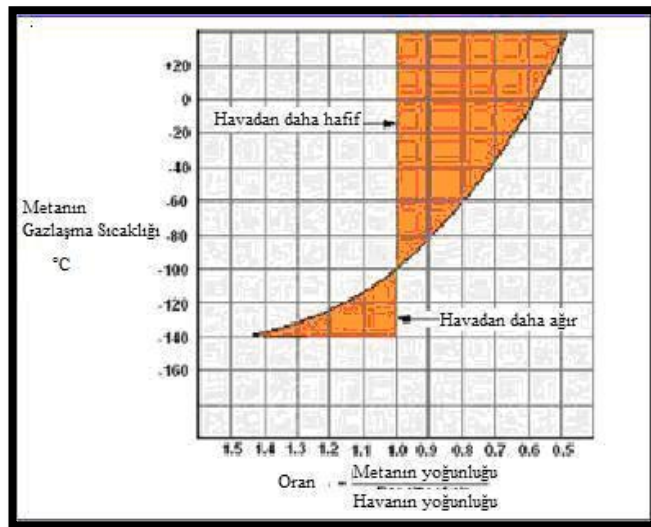
İlk ticari LNG nakliye anlaşması 15 yıllık bir periyod için senelik 40 milyar metreküplük bir kontrat ile yapıldı. Bu anlaşmayı 1965'te Cezayir ve Fransa, 1969'da ise Alaska ve Japonya arasındaki anlaşmalar takip etti. (Society of Petroleum Engineers, 2007)

### 2.2.2. LNG' nin Kimyasal Özellikleri

Bir gazın hangi basınç değeri uygulanırsa uygulansın sıvılaştırılmayacak yükseklikteki sıcaklığına kritik sıcaklık denir. Bu sıcaklığın önemi; soğutulmuş ya da basınçlı tanklara gaz yüklenmesine karar verildiğinde göz önüne alınacak en temel faktör olmasından kaynaklanmaktadır. LNG'nin kritik sıcaklığı  $-82^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Kritik sıcaklıktaki bir gazın, sıvılaştırılması için ihtiyaç duyulan basınç miktarı gazın kritik basıncıdır. Bu basıncın önemi kritik sıcaklığa bağlı olarak sıvılaştırılmış gazın bir tanka nasıl yüklenmesi gerektiğine karar vermek konusunda ortaya çıkar.

Sıvılaştırılmış metanın özgül ağırlığı suyun özgül ağırlığından bir buçuk kat daha fazla iken, düşük sıcaklıklarda gaz halindeki metanın özgül ağırlığı havadan daha ağırdır. LNG'nin nispi yoğunluğu gaz fazı için 0,6 ve sıvı fazı için 0,42'dir. Metanın sıcaklığı arttırıldığında, buharının ağırlığı hafifler ve takriben eksi  $100^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta hava ile aynı ağırlığı alır. Kargo sistemlerinin dizaynı için, tanklardaki yüklerin ağırlığının bilinmesi çok önemlidir (Şekil 11).



Şekil 11. Gaz haldeki metan ile hava arasındaki yoğunluk oranı (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2011)

LNG için yanıcılık/alevlenme durumu;

- %15 yoğunluğundaki LNG ve hava karışımı aşırı yoğun olduğundan yanma olmaz.
- %5 - %15 aralığında LNG ve hava karışımı yanıcıdır. Parlama zamanı öngörülemez ve kontrol edilemez.
- % 0 - %5 aralığındaki LNG- hava karışımı yoğunluğu az olduğundan yanıcı değildir.

#### **2.2.2.1. Yanıcılık**

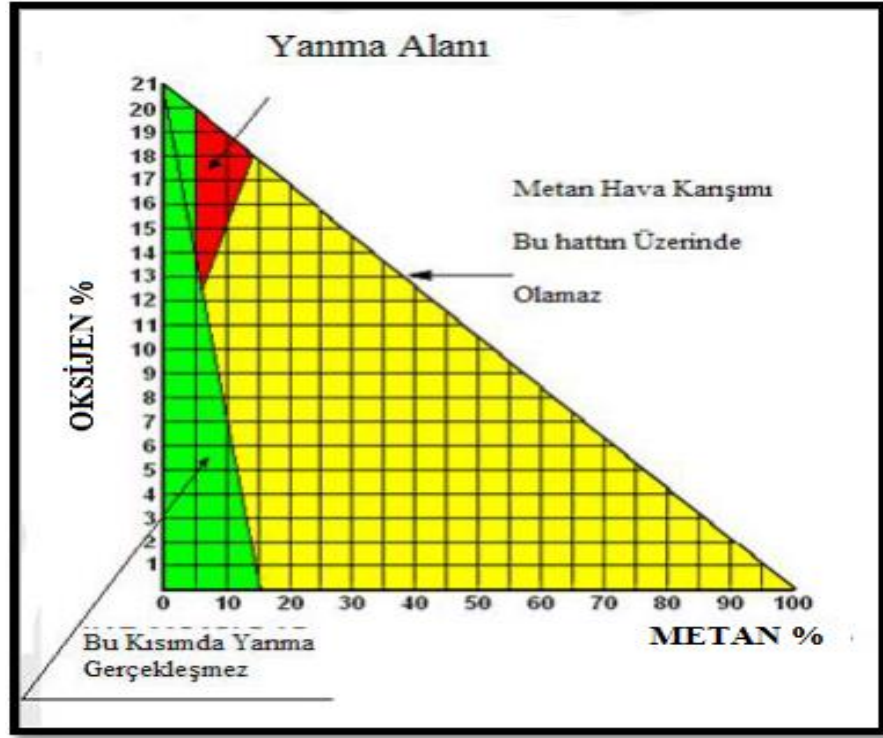
Gazın yanması tutuşturucu bir etken vasıtasıyla atmosferdeki oksijen ile reaksiyona giren gazın ısı, karbondioksit ve su buharına dönüşmesidir. Böyle bir durumun oluşması için hava içindeki yanıcı gaz oranının belirli bir yüzdeye erişmesi gerekir. Bu oran iki şekilde ifade edilir.

- Alt yanıcılık limiti: Yanmanın başlaması için gereken hava içindeki en düşük yanıcı gaz oranıdır.(Lower Flammability Limit-LFL)
- Üst yanıcılık limiti: Yanmanın kesinlikle gerçekleşeceği hava içindeki en fazla yanıcı gaz oranıdır.(Upper Flammability Limit-UFL)

LNG bünyesinde yer alan bazı gazlara ait bahse konu limit oranlar şöyledir.

- Methane 5.3% -14%
- Propane 2.1% – 9.5%
- Ethylene 3.0% – 34.0%
- Ethylene oxide 3.0% – 100%

Bu oranlar havadaki oksijen oranının 21% olarak kabul edildiği bir durum için geçerlidir. Eğer oksijen oranı daha az ise bu oranlarda değişecektir (Şekil 12).



Şekil 12. Metanın yanma mesafesi (ÇSGB, 2011)

#### 2.2.2.2. LNG Kaynaklı Ateştopu (fireball)

Gaz buharı bulutunun tutuşması sonrasında yanan buharın tekrar sızıntısının kaynağına dönmesi söz konusu olabilir. Bu olaya ateştopu adı verilir. Yangınlarda hasar verici basıncı yaratan iki tip yanma vardır.

- Parlama (Deflagration): Henüz yanmamış hava-gaz karışımının ses-altı (subsonic) hızda tutuşmasıdır.
- Patlama (Detonation): Henüz yanmamış hava-gaz karışımının ses-üstü (süpersonik) hızda tutuşmasıdır.

Çevreden ısı çektiğinde LNG hızlıca buharlaşır ve havadaki %5'ten %15 konsantrasyona kadar yanma ihtimali vardır. LPG'nin moleküler ağırlığı havadan daha düşüktür ve yaklaşık -108 °C de ısınmaya baslar. Havadan daha az yoğun olduğundan kolayca yükselir ve hızlıca yayılır. LNG buharı -162 °C'de kaynamasına rağmen 25 °C'de dahi havadan 1,5 kat daha yoğundur. Atmosfere salınan LNG düşük yanabilme limitine gelene kadar geride kalır.

Üç çeşit yanmadan söz edilir;

### **1- Biriken Sıvının Yanması**

Depolama tankından ya da boru hattından yanıcı sıvı kaçıdığında, sıvı havuz formuna gelebilir. Havuz formda sıvı buharlaşır ve yanma kaynağı bulunduğunda alev sızıntıya doğru geri gider ve yanma meydana gelir. Sıvı havuz bitene kadar buharlaşma devam eder.

### **2- Hızlı yanma**

Sıkıştırılmış ya da sıvılaştırılmış gaz depolama tanklarından ya da boru hatlarından sızılsa delikten çıkan sıvı gaz jeti formuna gelir ve hava ile karışır. LNG yanma aralığında iken herhangi bir yanıcı kaynakla karşılaşırsa hızlı yanma meydana gelir. LNG düşük basınçlarda sıvı olarak depolandığı için bu tip yanma gemilerde olması pek mümkün değildir. Hızlı yanma, tahliye ya da transfer operasyonları esnasında pompalama ile basınç arttığı zaman meydana gelebilir. Bu tip yanma olduğunda çevreye ciddi hasarlar verir fakat kısmi alanlara zarar verir.

### **3- Ani Yanma**

LNG sıvısı uçucu olduğu için yanıcı sıvı atmosfere yayıldığında buhar bulutu oluşur ve hava ile karışır. Düşük yanabilme seviyesine kadar seyrelmeden buhar bulutu tutuşursa ani yanma meydana gelir. Yanma normalde bulutun tamamından ziyade hava ile karışan belirli bölümde oluşur. Yanma sızıntının olduğu noktaya doğru yönelir, patlamaya sebep olmadan diğer yanma türlerine dönüşür.

#### **LNG-Hava Karışımının Basınçla Birlikte Patlaması (explosion):**

Bazı durumlar yüksek bir basınç oluşturacak şekilde yanma süratının oldukça artmasına sebep olabilir. Gemi kompartımanları arasında sıkışmış gaz ve hava karışımı tutuşturucu bir kaynak ile karşılaşırsa çok süratli bir yanma gerçekleşebilir. Özellikle kapalı alanlarda gerçekleşebilecek bir sızıntının sonucunda çıkması muhtemel bu tip olay muhtemel

bir aşırı basınç zararı ile sonuçlanabilir. Ani yanmada saf metan patlamaya sebep olmaz. Fakat buhar bulutu sıkıştırılırsa, metan patlayabilir. Bu sıkışma gemi içerisindeki boşluklarda, diğer gemilerle ya da terminalle arasındaki boşluklarda olabilir. Bu alanlar ekipman veya yapılarla doldurulursa patlamayı kolaylaştırır. LNG gibi aşırı soğutulmuş sıvı hale getirilmiş bir gaz aniden su gibi daha sıcak bir sıvı ile karşılaştığında süratle tekrar gaz haline dönüşerek parlama sıcaklığına erişebilir ve bölgesel aşırı basınç zararları görülebilir. Bu hızlı hal değiştirmenin neticesinde açığa çıkacak enerji kilogramlarca patlayıcının etkisine eşdeğer olabilir.

### Hızlı Faz Değişimi (rapid phase transaction)

Hızlı faz değişimi (rapid phase transaction) hızlı basınç artımından dolayı sıvı fazdan buhar faza aniden geçmesine denir. LNG su üzerine biriktiğinde sudan aldığı ısı ile hızlıca buharlaşır. Bu buharlaşma hızlı faz değişimi değildir. Hızlı faz değişiminde sıvı LNG'nin bir bölümü sıvıdan gaza hemen değişir. Bu olayın fiziksel işleyişi tam olarak anlaşılmasa da LNG'nin aşırı ısınmasından dolayı hızlı faz değişimi olur ve iki türlü sonuçlanabilir. Birincisi hızlı faz değişiminden kaynaklanan patlama ve atmosfere doğru LNG gazının yayılmasıdır. İkinci olarak da hızlı faz değişimi endüstriyel operasyonlarda çok sayıda buhar patlamalarına sebep olur.

### Toksikolojik Bilgiler

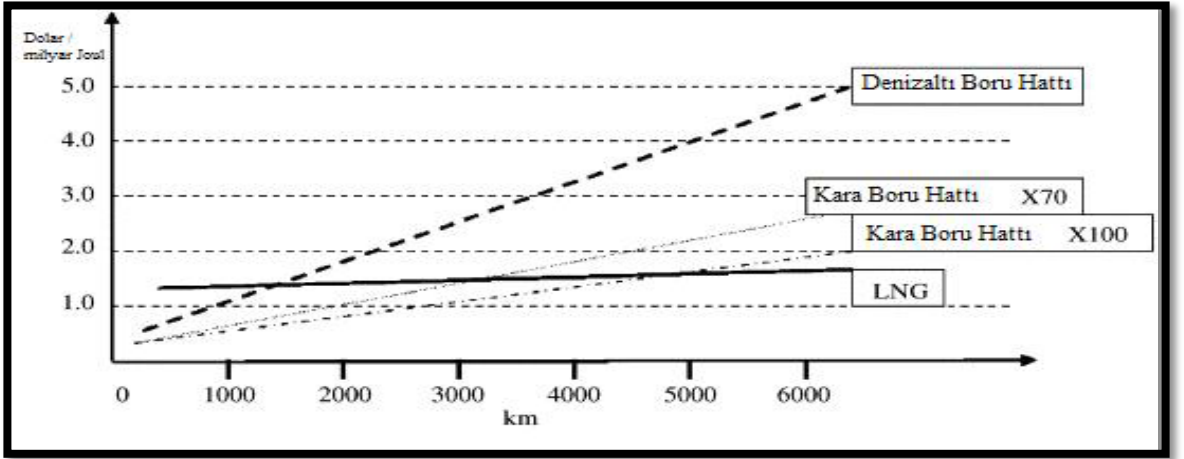
Metan dolayısıyla LNG zehirsiz bir gazdır. Normal koşullarda oksijen gazı hacimsel olarak havanın %20.8'ini oluşturur, bu oran %18'in altına düştüğünde potansiyel boğucudur. Dolayısıyla LNG'nin zehirleyici bir etkisi olmamakla birlikte havada yayılarak ortamdaki oksijen miktarını azaltması sonucu boğulma sebebiyle can kayıplarına sebep olabilmektedir.

### **2.2.3. LNG'nin Tercih Sebepleri**

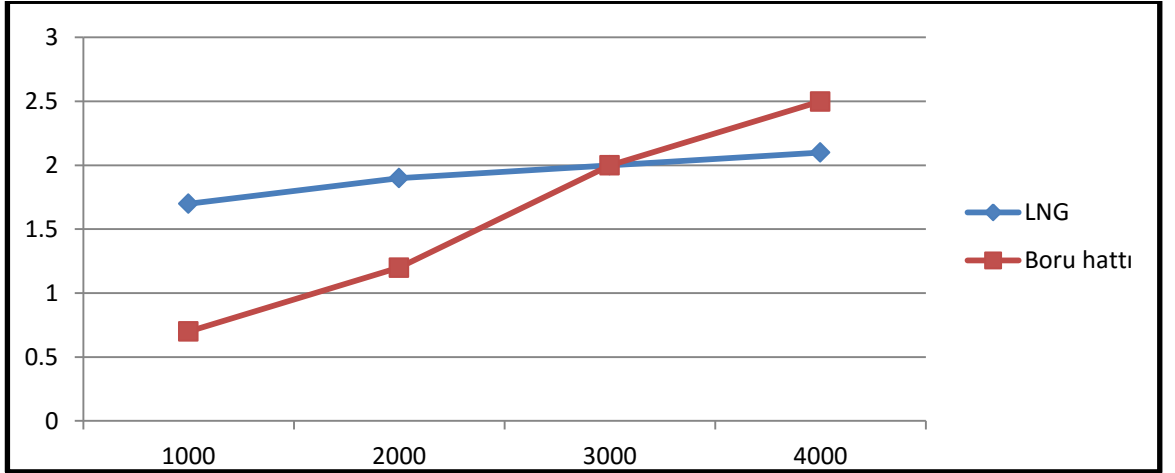
Doğalgaz rezervlerinin doğalgaz talep eden ülkelere coğrafik olarak uzaklığı, doğalgazın sadece boru hatlarıyla taşınması yerine, buna alternatif olarak dünyanın üçte ikisini oluşturan denizlerden faydalanarak LNG'yi su yolları üzerinden gemilerle taşımaya gündeme getirmiştir.

İlk yıllarda LNG'nin gemi taşımacılığıyla iletilmesi göreceli olarak pahalı olması sebebiyle rağbet görmezken, zamanla teknolojik gelişmeler ve sektörde yaşanan gelişmeler sayesinde kurulum ve inşa maliyetlerindeki düşüş LNG'nin gemilerle taşınmasını borularla taşınmasıyla kıyaslanabilecek kadar avantajlı hale getirmiştir (Tablo 5-6).

Tablo 5. LNG gemileri ve boru hatları ile doğalgaz taşımacılığında birim fiyatlar (Atlay, 2013)



Tablo 6. Dünya fosil yakıt arzı (Atlay, 2013)



10 milyar m<sup>3</sup> / yıl kapasiteli Boru hattı - LNG Tanker taşımacılığı. Kırılma noktası 3.000 deniz milidir. Boru hatları 3000 deniz milinden daha uzak mesafelerde LNG tankerleri ile yapılan taşımacılığa göre daha uygun taşıma maliyetine sahiptir.

1.000 km boruhattı için yatırım maliyeti 1-1.5 milyar \$ kadardır (kapasite 15-30 milyar). Bu günkü güncel değerlerle, 1.000 m<sup>3</sup> doğalgazın 100 km mesafeye taşınması için yaklaşık maliyet 10-15 \$ arasındadır. Boru hattı deniz dibine döşendiğinde bu maliyet artmaktadır. Ancak deniz dibi döşemelerinde kullanılan yeni teknolojilerle bu maliyet günden güne azalmaktadır.

Terminallerin tasarımı, inşaatı ve işletilmesi sıkı kurallar çerçevesinde yapılır. Bu işlemler ayrıca çeşitli şirketlerin ve otoritelerin yakın takibi altındadır. Bütün bunlar düşünüldüğü zaman LNG endüstrisi enerji sektöründeki güvenli endüstrilerden birisidir. Özel tanklarda depolandığı sürece LNG'nin patlama tehlikesi yoktur çünkü ortamda oksijen mevcut değildir.

Dünya genelinde, doğalgaz üretici ülkelerin LNG üretiminde sekiz yıllık bir sürede üretimlerini %100'ün üzerinde artış yapacak şekilde yeni projeler üretmeleri (2007 yılında 211,08 milyar metreküp olan üretim, 2015 yılında 571,8 milyar metreküp'e çıkacaktır). Halen üretim ve proje aşamasında olan LNG gemilerinin kapasite toplamı önümüzdeki beş yıl içerisinde %100'e yakın artacaktır. En büyük enerji pazarlarından biri olan Avrupa Birliği'nde halen 14 LNG gazlaştırma tesisi bulunmasına rağmen, inşa halinde 6, planlama aşamasında ise 27 adet olmak üzere toplam 33 adet yeni LNG gazlaştırma tesisinin 10 yıl içinde devreye girmesiyle LNG gazlaştırma kapasitesinin %300'e yakın artması öngörülmektedir.

#### **2.2.4. LNG Depolanması**

LNG, tanklere yüklenmeden önce yaklaşık - 162 °C ye kadar soğutulur. Bu soğutma süreci doğalgaz hacminin 600 kattan fazla azalmasını sağlar.

Kargo tanklarına ilk yüklemeye önce veya kuru havuzdan sonra ilk yapılması gereken yalıtılmış alanlarının neminin alınması ve hava yerine nitrojenle kurutulmasıdır. Bunun gerçekleştirilmesi önce vakum pompaları tank içindeki havayı tahliye eder ve daha sonra nitrojen jeneratöründen nitrojenle tank içi doldurulur.

Doldurma işlemi prosedürü oksijen oranı %2'den az olana kadar ve ortamdaki nem oranı  $-25^{\circ}\text{C}$ 'den daha düşük olana kadar yapılır.

İnertleme esnasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar şöyledir;

- 1) LNG sızıntıları esnasında oluşabilecek yanıcı karışımlardan sakınılmalıdır.
- 2) Bariyerlere doğru olabilecek LNG sızıntılara karşı tedbirli olunmalıdır.
- 3) Yalıtılmış alanlardaki korozyon engellenmelidir.
- 4) Birincil alandan, ikincil alana doğru olabilecek buharlaşmış LNG sızıntıları engellenmelidir.

#### **2.2.4.1. LNG Tesislerinde ve Depolamada Kullanılan Ekipmanlar**

İnertleme çok aşamalı bir süreçtir ve temizleme için birçok kademe ve bölümleri içerir aşağıda bu kademe ve bölümler belirtilmektedir;

- Kargo tankları
- Gaz ısıtıcıları, Sıkıştırma buharlaştırıcısı ve LNG Buharlaştırıcısı
- LD (Low duty) ve HD (High duty) kompresörler
- Püskürtme bağlantısı / Püskürtme pompaları / Püskürtme rayı
- Ana kargo pompaları ve tahliye hatları
- Manifoldlar
- Ana gaz hattı
- Acil durum kargo pompası boslukları (Tek/Çift Cidarlı gemiler için)
- Güverte tankları, güç hatları, güvenlik tahliyesi hatları gibi diğer teçhizatlar
- Makine dairesine bağlantılı gaz yakıt tedarik boruları

Tüm aşamalar ve son basınçlama işlemi tamamlandığında inert gazın verilmesi durdurulur ve IG/kuru hava sistemi kapatılır.



#### 2.2.4.2. LNG taşınması

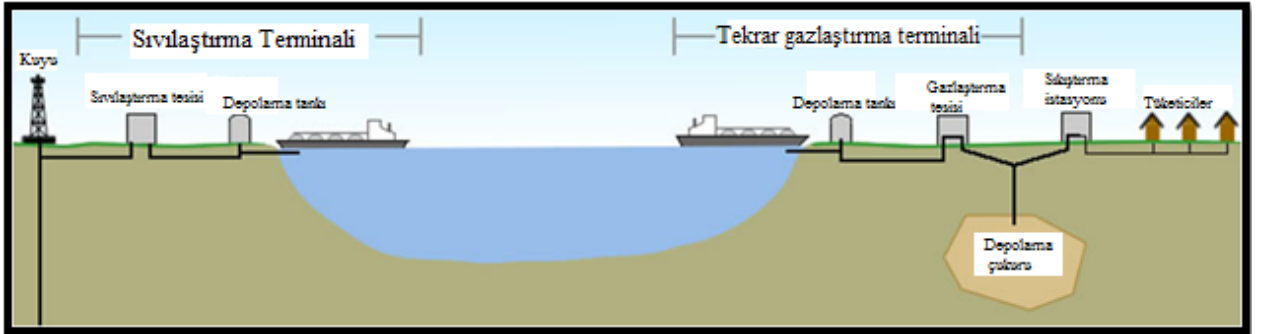
Yılda 225 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz LNG tankerleriyle taşınmaktadır. Doğalgaz pazarında LNG tankerleri ile yapılan taşımacılığın oranı %25-30, boru hatlarında taşınmanın oranı ise %70-75. şeklindedir.

LNG üretim ve tüketim zinciri su basamaklardan oluşmaktadır;

- 1) Doğalgazın üretim safhası
- 2) Doğalgazın tesislerde sıvılaştırılması ve taşıma için uygun halde depolanması
- 3) LNG'nin uzak mesafelere taşınması
- 4) Tekrar doğalgaz haline dönüştürülmesi ve boru hatları ile dağıtılması

LNG taşımacılığının beş ana fazı vardır. Bunlar :

- 1) Gaz sondaj alanından doğalgazın çıkartılması,
- 2) Doğalgazın sıvılaştırılması,
- 3) LNG'nin denizaşırı taşınımı,
- 4) LNG'nin gazlaştırılması,ve
- 5) Son kullanıcıya boru hatlarıyla ulaştırılmasıdır (Şekil 13).



Şekil 13. LNG taşımacılığının ana fazları

LNG tankerlerini yüksek teknoloji ve standartlara sahip dev termoslara benzetebiliriz. Bu tür tankerlerin tankları iç içe geçmiş iki adet tanktan oluşmaktadır yani çift çidarlıdır. İç içe geçen bu tanklar paslanmaz çelikten imal edilir ve birleşim noktalarındaki kaynaklar özel teknolojilerle yapılır ve her kaynak röntgen filmi çekilerek kontrol edilir. Kontrolenden geçen

tanklardan içte kalacak olan tanka süper izolasyon uygulaması yapılarak dış tankla içi içe geçirilir. Dıştaki tankın da kapatılmasından sonra iki tank arasında kalan boşluk vakumlanarak çok düşük basınçlara inilir. Bu sayede maksimum izolasyon sağlanmış olur. Yani içerideki -162°C lik sıvı ile dışarıdaki ortam sıcaklığında bulunan hava arasında ısı transferi göz ardı edilebilecek rakamlara iner. Ve böylece uzun mesafeler boyunca LNG'nin nakliyesi mümkün olur. LNG treylerlerinin taşıma sırasındaki basınçları 5 bar civarındadır. LPG'deki basınç 25 bar civarında olduğu düşünüldüğünde LNG için bu değer çok düşüktür. Bu tür tankerler özel yapım tankerler olduğu için yapımı 4-6 ay arası sürmektedir.

Bu tür tankerlerin yapımı sırasında ADR standartlarına ve Avrupa Birliği Tasarım standartlarına uyulması zorunludur. Her bir tanker EN normlarına göre tasarlanarak tank imalatında yapılan tüm işlemler ve tüm testler belgelenecek tanker özlük dosyası oluşturulur ve kullanıcıya verilir. LNG İletim Lisansı olmayan tüzel kişiler hiçbir şekilde LNG taşıması yapamazlar. LNG havadan hafif olduğu için herhangi bir kaza anında hızla buharlaşarak ortamdan uzaklaşır. Açık havada yaşanacak kazalarda LNG, LPG'ye oranla daha az tehlikeli bir yakıttır.

#### **2.2.4.3. LNG İkmali**

LNG Kreyojenik şartlarda depo edilir ve iletilir. LNG depo ve iletim tesisleri mutlak suretle Kreyojenik şartlara uygun olmalıdır. Depolama basınçları 0 ila 5 bar arasındadır. LNG tesisatlarından doğalgaz basınç düşürme noktalarına kadar 3 ila 4 bar arasında gaz temin edilir. Basınçlandırma buharlaştırıcılar tarafından yapılır. Tankların tamamında emniyet sistemleri vardır. Basınçlar regülatör ve ekonomizer yardımıyla kontrol edilirler.

### **2.3. Tanker Operatörleri Talimatnamesi**

500 grostondan büyük uluslararası gemiler IMO düzenlemeleri çerçevesinde SOLAS la zorunlu kılınan ISM gerekliliklerini yerine getirmelidir. Bu Emniyet Yönetim Sistemi yaklaşımı emniyet ve çevre konularında, işletme talimatlarının geliştirilmesi, eğitim yeterliklerinin sınanması, periyodik denetlemeler ve bunlara uygunluk konularında

sorumluluklar veren bir yaklaşımdır. Bu sistem yaklaşımı acil durumlar meydana geldiğinde (LNG sızıntısı, yangın v.b) müdahale için hazır olmayı işaret eder. Acil durumların önlenmesi ve oluşması sonrasında yapılacak tüm önlemler ve eylemler bir lng gemisi için çok büyük ölçüde önem taşımakta olup EYS gemi ve kara tarafı mükemmel derecede uygulanıyor olmalıdır.

### **2.3.1. LNG'nin Taşınmasında Uyulması Gereken Genel Güvenlik Kuralları**

Kargo transferi başlamadan önce, gemi ve sahil tarafından inertleme ve pörç işlemlerinin güvenli bir şekilde yapıldığından emin olunmalıdır.

Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (IMO) Denizcilik Güvenlik Komitesi'nin belirlediği liman alanlarında tehlikeli maddelerin emniyetli taşınması, elleçlenmesi ve depolanması ile ilgili tavsiyeler uygulanmalıdır.

Operasyonun emniyetli bir şekilde yapılabilmesi için terminal ve gemi kendilerine ait kontrol listelerini uygun şekilde yapmalıdır. Listedeki her bir madde işaretlenmeden önce doğrulanmış olması gerekir.

Yükleme tahliye operasyonu esnasında yapılan kontrol unsurları aşağıdaki gibidir:

- Gemi güvenli bir şekilde yanaştı mı?
- Acil durum çekme bağlantısı yerinde mi?
- Gemi/liman iletişim sistemi iyi durumda mı?
- Kargo hortum ve kolları düzgün bir şekilde donatıldı mı?
- Frengi delikleri kapatıldı mı, sızıntı tavaları yerinde mi?
- Sigara kullanımı ile ilgili kurallar gözden geçirildi mi?
- Mutfak ve diğer pişirme ekipmanları ile ilgili kurallar gözden geçirildi mi?
- Açık yangınları önlemek için gereklilikler takip edildi mi?
- Acil durumlar için sahil ve gemi tarafında yeterli personel mevcut mu?
- Su sprey sistemi kullanıma hazır mı?
- Yeniden sıvılaştırma ve kaynamayı kontrol eden ekipmanları iyi durumda mı?

- Gaz detektör sistemi iyi durumda mı?
- Kargo sistemi göstergeleri ve alarmları iyi durumda mı?
- Rüzgâr hızı ve dalga yüksekliği terminalin standartları içerisinde mi?
- Geminin etrafında denizde herhangi bir anormal durum var mı?
- Manifold ve hatlarda herhangi bir sızıntı olup olmadığı kontrol edildi mi?
- Gemi usturmaçaları iyi durumda mı?
- Kargo elleçleme ekipmanları, kargo pompaları, kompresörler çalışır durumda mı?
- Yükleme/boşaltma oranı normal mi?
- Kargo tankı basıncı normal mi?
- Sistem üzerinde herhangi bir alarm görüldü mü?
- Bütün yangın kapıları kapalı mı?
- Tüp boru hatlarının kilitli olup olmadığı kontrol edildi mi?
- Dairesel boşluklara herhangi bir gaz sızıntısının olup olmadığı kontrol edildi mi?

### 2.3.2. LNG Mevzuat Bilgisi

4646 sayılı ve 18.04.2001 Doğalgaz Piyasası Kanunu, doğalgaz piyasasını düzenleyen temel kanundur. 4918 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanuna Bir Geçici Madde Eklenmesi Hakkında Kanun, 5367 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 5669 sayılı , 5784 sayılı ve 6111 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun'larla 2011 yılında son halini almıştır. Kanunun Birinci Kısım Birinci Bölümü'nde 'Amaç, Kapsam, Tanımlar ve Yetki' açıklanmış, bu bölümde LNG ile ilgili tanımlamalara da yer verilmiştir. Birinci Kısımın İkinci Bölümü'nde 'Doğalgaz Piyasası Faaliyetleri, Yapım ve Hizmet Faaliyetleri, Lisans ve Sertifikaların Genel Esasları' başlığı altında açıklamalar yapılmıştır. Birinci Kısım Üçüncü Bölüm 'Rekabetin Korunması ve Geliştirilmesi, Bilgi Verme, Hesap Ayrışımı, Serbest Tüketicinin Belirlenmesi ve Sisteme Girişte İstisnai Haller' hususlarında düzenlemelere yer vermektedir. Kanunun İkinci Kısım Birinci Bölümü 'Yaptırımlar ve Yaptırımların Uygulanmasındaki Usul, Ön Araştırma, Soruşturma ve Dava Hakkı ile Tarifeler'e yer vererek ihlaller halinde izlenecek yolu çizmiş, usul hukuku açısından takip edilecek prosedürü belirtmiştir. Kanunda son olarak İkinci Kısım

İkinci Bölüm'de 'Diğer Hükümler, Değiştirilen, Kaldırılan ve Uygulanmayacak Hükümler' başlığıyla çeşitli hükümlere yer verilmiştir.

Konula ilgili detaylı düzenlemeler daha çok yönetmeliklerle ve tebliğlerle yapılmış olup, bu yönetmelikler şunlardır;

- Aynı Yerde Doğalgaz Depolama Faaliyetinde Bulunmak Üzere Lisans Başvurusunda Bulunan Tüzel Kişilerin Seçimi Hakkında Yönetmelik
- Dağıtım ve Müşteri Hizmetleri Yönetmeliği
- Denetimler ve Ön Araştırmalar Yönetmeliği
- İç Tesisat Yönetmeliği
- İletim Şebekesi İşleyiş Yönetmeliği
- Lisans Yönetmeliği
- Sertifika Yönetmeliği
- Sıvılaştırılmış Doğalgaz Depolama Tesisi Temel Kullanım Usul ve Esaslarının Belirlenmesine Dair Yönetmelik
- Tarifeler Yönetmeliği
- Tesisler Yönetmeliği
- Yer Altı Doğalgaz Depolama Tesisi Temel Kullanım Usul Ve Esaslarına Dair Yönetmelik

#### **Doğalgaz piyasası tebliğleri;**

- Doğalgaz İletim Şebekelerine Yapılacak Bağlantılara İlişkin Usul Ve Esasların Yürürlükten Kaldırılmasına İlişkin Usul Ve Esaslar
- Doğalgaz Kanunda Değişiklik ve Uygulanacak Para Cezaları Tebliği
- Doğalgazın Faturalandırmaya Esas Satış Miktarının Tespiti ve Faturalandırılmasına İlişkin Esaslar Hakkında Tebliğ
- Kaçak veya Usulsüz Doğalgaz Kullanımı Durumunda Uygulanacak Usul ve Esaslar
- Muhasebe Uygulama ve Mali Raporlama Genel Tebliği
- Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) İletim Tebliği

### **III. DÜNYA VE TÜRKİYE'DE DOĞALGAZ VE ENERJİ PİYASALARI**

#### **3.1. Genel Bilgiler**

Yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüzdeki ciddi artışına rağmen, Worldwatch Enstitüsü'nün raporuna göre dünya genelinde ana enerji kaynağı konumundaki petrol, doğalgaz, kömür gibi geleneksel yakıtlar 2012 yılında dünya enerji tüketiminin %87'sini oluşturmuştur (Kitasei ve Adkins, 2013).

Yüksek karbondioksit atımına rağmen Hindistan, Çin, Endonezya gibi gelişmekte olan ülkelerde bol miktarda rezervi bulunan kömür, güç üretimindeki ekonomisi sebebiyle, nüfus yoğunluğu oldukça fazla olan bu ülkelerde enerji tüketiminin büyük kısmını üstlenmektedir. Petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki dalgalanmalar Avrupa devletlerindeki kömür kullanımını arttırırken, kömür tüketiminde dünya piyasasının yarısından fazlasına sahip olan Çin kömür tüketiminde en büyük pay sahibidir. Çin'in yıllık kömür tüketimi %6.1'lik artış gösterirken, %9.9'luk bir kullanım artışıyla Hindistan kömürü en çok kullanan ülkeler sıralamasında Çin'in ardında gelmektedir. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerinde kömür kullanımı da %4.2 oranında artış göstermiştir. %4.4'lük artışla küresel çapta kullanımı en hızlı çoğalan yakıt kömürdür. Uluslararası Enerji Ajansı, kömürdeki bu hızlı yaygınlaşmayı 2017 yılında petrolün yerini alarak en önemli enerji kaynağına dönüşeceği şeklinde yorumlamaktadır.

Oldukça az rezervi bulunan petrol, değerinin oldukça yüksek olmasına karşılık petrokimya ve taşımacılık sektörlerinde başı çekmektedir, bu durumun gelecek 30yıl daha devam edeceği tahmin edilmektedir. Çin, Hindistan ve Ortadoğu'daki ulaşım sektörlerindeki tüketimin artması, yükselen piyasa ekonomilerinde petrol tüketiminin artmasına ve dolayısıyla global petrol kullanımının istikrarlı şekilde artmasına sebep olmaktadır.

Her yıl enerji ihtiyacının %4- %5 artışına karşılık, bu ihtiyacın büyük bölümünü karşılamakta olan fosil yakıt rezervleri büyük bir hızla azalmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7 : Dünya'nın Fosil Enerji Projeksiyonu (Yıl bazında kalan rezerv) (Türkyılmaz, 2010).

<b>Bölge</b>	<b>Petrol</b>	<b>Doğalgaz</b>	<b>Kömür</b>
Kuzey Amerika	14	11	239
Orta ve Güney Amerika	38	66	474
Avrupa	8	18	161
Eski SSCB Ülkeleri	24	82	>500
Ortadoğu	87	>100	175
Afrika	28	98	268
Asya ve Okyanusya	16	40	164
<b>Kalan Toplam Rezerv (Yıl)</b>	<b>41</b>	<b>62</b>	<b>230</b>

### 3.1.1. Dünya Enerji Tüketiminde Doğalgazın Yeri

2030 yılına kadar doğalgazın, dünyada tüketimi en hızlı artış gösteren fosil yakıt olacağı tahmin edilmektedir. Doğalgaz üretiminin Avrupa haricindeki bütün bölgelerde artması beklenmektedir.

Asya dünyanın en hızlı doğalgaz tüketim ve üretim artış hızına sahip bölgesi konumunda olup, bu bölgedeki tüketim artışında %56'lık bir oranla Çin en yüksek paya sahiptir.

Orta Doğu ise dünyada doğalgaz üretim ve tüketim artış hızı sıralamasında ikinci sırada yer almaktadır. Bu bölgenin dünya doğalgaz tüketiminde 1990 yılındaki %5'lik ve 2010 yılındaki %12'lik payının, 2030 yılında %17'lere çıkması, üretiminde ise 2009 yılında %15 olan payının ise 2030 yılında %19'a çıkması beklenmektedir.

Kuzey Amerika'da doğalgaz üretim artışı devam etmesine rağmen, diğer bölgelerin artış oranı olarak gerisinde kalmakta, üretimde ise dünya toplamında 2010 yılındaki %26'lık payının 2030 yılına kadar %19'lara düşmesi beklenmektedir.

Afrika'daki üretim ise ihracat talebini karşılayacak şekilde ciddi bir artış göstermektedir. OECD üyesi olmayan ülkeler, toplam tüketimde %80'lik bir paya sahiptir. Doğalgaz talep artışı, en hızlı şekilde OECD ülkesi olmayan Asya ülkelerinde ve Orta Doğu'da görülmektedir.

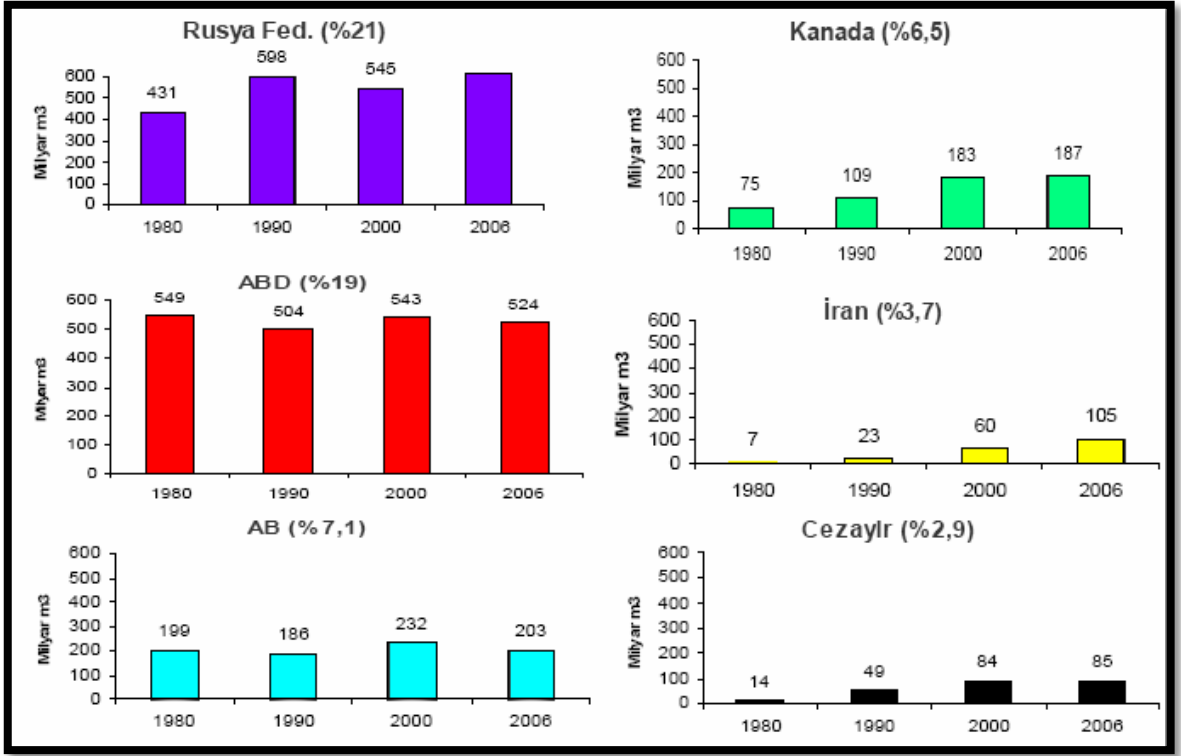
2010 yılı itibariyle en büyük doğalgaz rezervine sahip ülke olan Rusya, dünya doğalgaz rezerv miktarının yaklaşık 1/4'üne sahip olup, Rusya, İran ve Katar'ın sahip olduğu toplam rezerv miktarı dünya rezervlerinin yarısından fazlasına karşılık gelmektedir. Orta Doğu bölgesi ile Avrupa-Avrasya bölgesinin rezervleri toplamı, dünya doğalgaz rezervinin %75'ini oluşturmaktadır. Orta Doğu bölgesinde İran ve Katar, Avrupa-Avrasya bölgesinde ise Rusya bu bölgelerin en büyük rezervine sahip ülkelerdir. İran ve Katar'ın sahip olduğu toplam rezerv miktarı Orta Doğu bölgesi toplamının yaklaşık %72'sini oluşturmaktadır.

AB rezerv miktarının yaklaşık olarak yarısı Hollanda'nın rezervlerinden oluşmaktadır. İngiltere'nin bugünkü üretim miktarıyla devam etmesi durumunda sadece 4,5 yıllık rezervi kaldığı öngörülmektedir. AB'ye üye olmayan Norveç ise AB toplam rezervlerine yakın bir rezerve sahiptir.

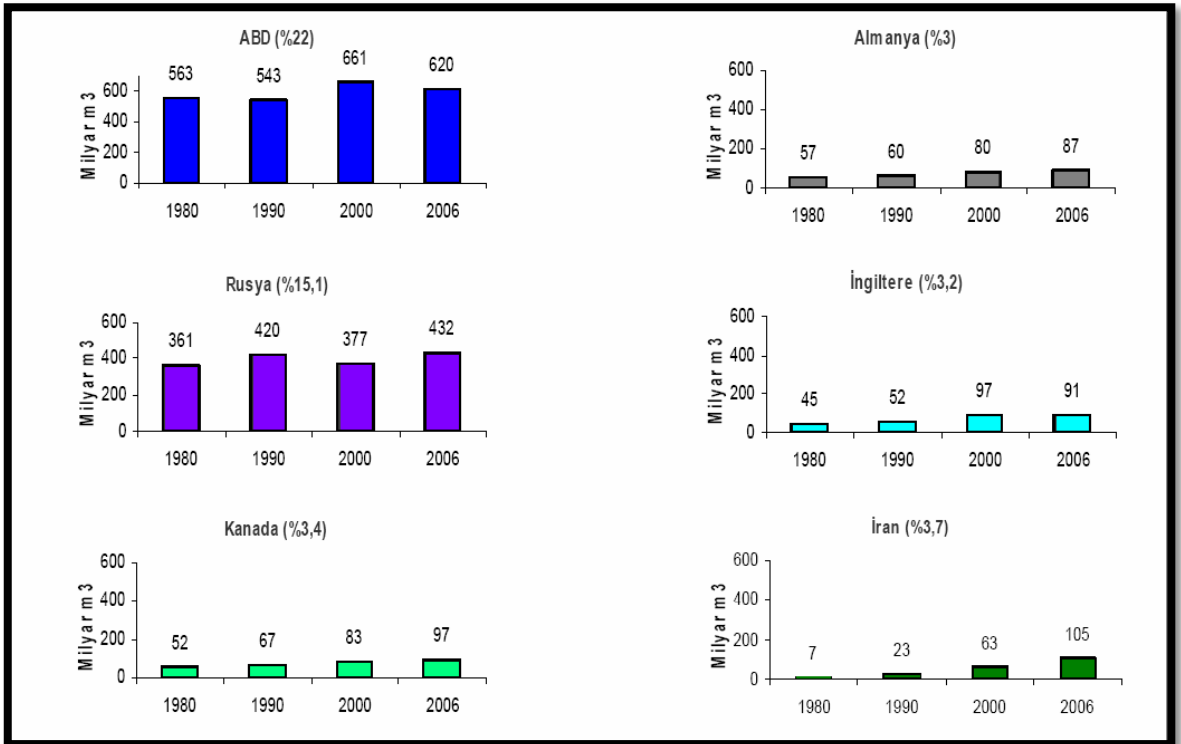
2009 yılındaki kriz sonrasında 2010 yılında dünya doğalgaz üretimi %7,3 oranında artmıştır. Dünya doğalgaz üretiminde ABD, en yüksek paya sahip olmasına karşın 20 yıldan az rezerv ömrünün kaldığı öngörülmektedir. Fakat bu rezervin konvansiyonel yöntemlerle elde edilen rezerv olduğu da bilinmelidir. Ancak, ABD'de son 10 yıldan bu yana ekonomik üretime başlanan konvansiyonel olmayan doğalgaz kaynaklarının, rezerv ömrünü 200 yıla kadar uzatacağı öngörülmektedir.

İran, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Nijerya ve Türkmenistan'ın mevcut üretim miktarlarıyla devam etmeleri halinde 100 yılın üzerinde bir rezervleri mevcuttur. Dünya doğalgaz üretiminin yaklaşık %40'ı Rusya ve ABD tarafından gerçekleştirilmektedir (Şekil 14, 15, 16).

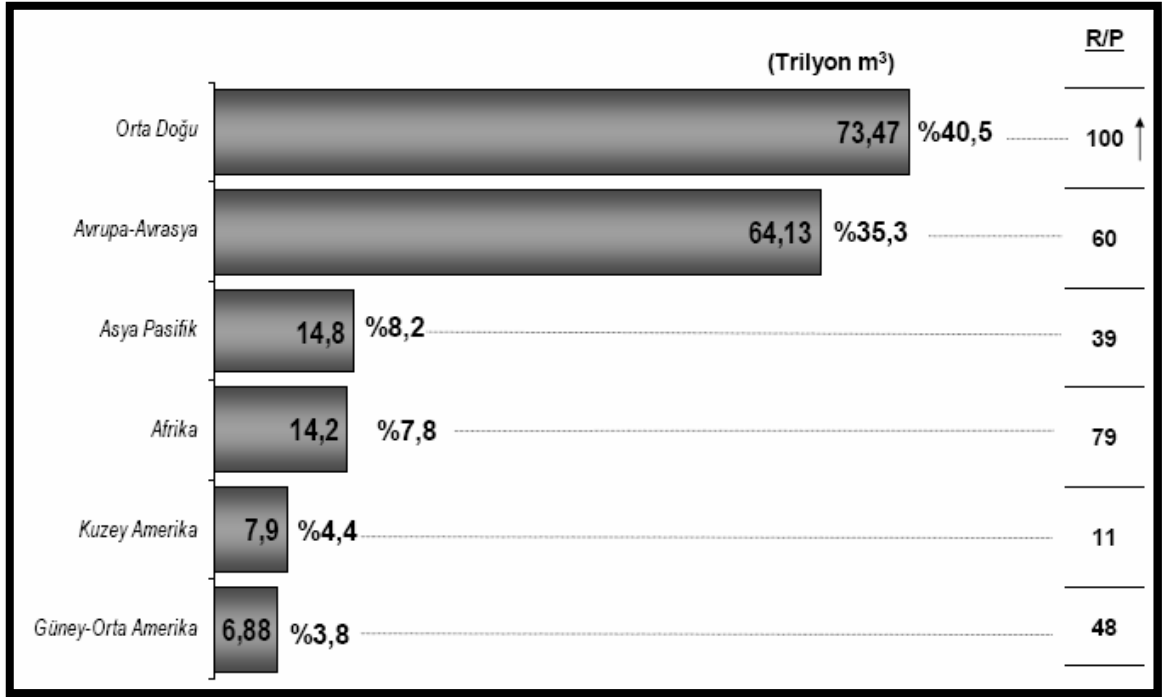




Şekil 14. Dünya doğalgaz üretiminde ilk altı ülke (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, EPDK, 2014)



Şekil 15. Doğalgaz tüketiminde ilk altı ülke (EPDK, 2014)

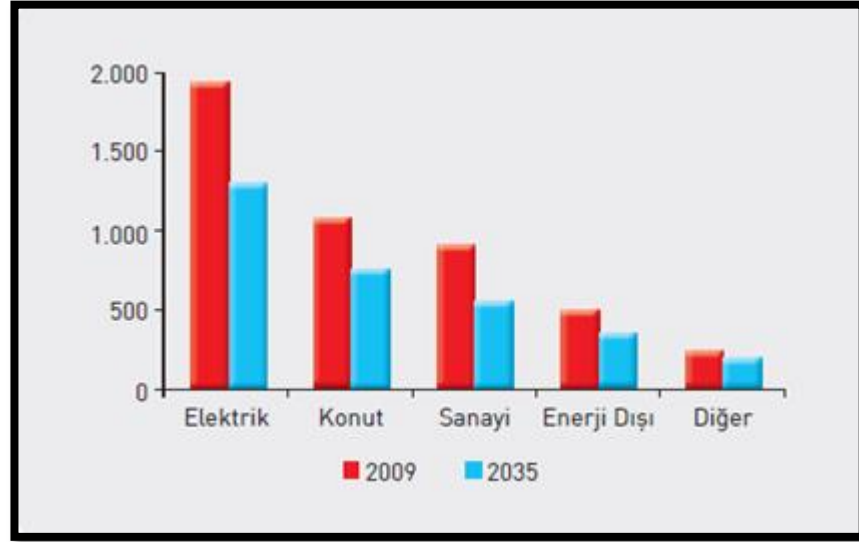


Şekil 16. Dünya doğalgaz rezervleri ve üretimdeki rezerv oranı (EPDK, 2014)

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın 2011 yılındaki belirlemelerini içeren yeni politikalar senaryosu çerçevesinde; dünya doğalgaz talebinin yıllık %1,7'lik artış hızı ile 2035'te yaklaşık 4 trilyon m<sup>3</sup>'e yükselmesi, dünya doğalgaz talebinin dünya kömür talebi ile başa baş seviyeye gelmesi beklenmektedir. IEA'nın 2011 belirlemelerine göre Çin'in doğalgaz tüketim talebi, 2010 yılındaki 110 milyar m<sup>3</sup> seviyesinden 2035 yılında 500 milyar m<sup>3</sup> üzerine çıkacaktır. Diğer taraftan, IEA'nın 2011 belirlemeleri ışığında elektriğin dünya doğalgaz tüketimindeki payının yılda %1,8 hızla artarak tüketimin büyük kısmını oluşturması beklenmektedir. IEA'nın 2011 belirlemeleri ışığında 2035 yılında dünyanın en büyük doğalgaz üreticisinin yılda 860 milyar m<sup>3</sup> ile Rusya olacağı, yılda 290 milyar m<sup>3</sup> ile Çin'in yükselen bir doğalgaz üreticisi olacağı, Orta Doğu ve Afrika üretiminin de artacağını belirtilmiştir. 2035 yılında Avrupa'nın doğalgaz talebinin 540 milyar m<sup>3</sup> seviyesine ulaşarak en büyük doğalgaz ithalatçısı ülke konumunu koruyacağı, ancak Çin'in ise doğalgaz talebi en hızlı artan pazar olacağı, Kuzey Amerika'nın doğalgaz arz-talebinin ise dengede görüldüğü ifade edilmiştir.

Doğalgaz dünyada çoğunlukla elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Bunu sanayi ve konut sektörlerine ait tüketimler takip etmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Sektörlere göre doğalgaz talep dağılımı (IEA 2009)

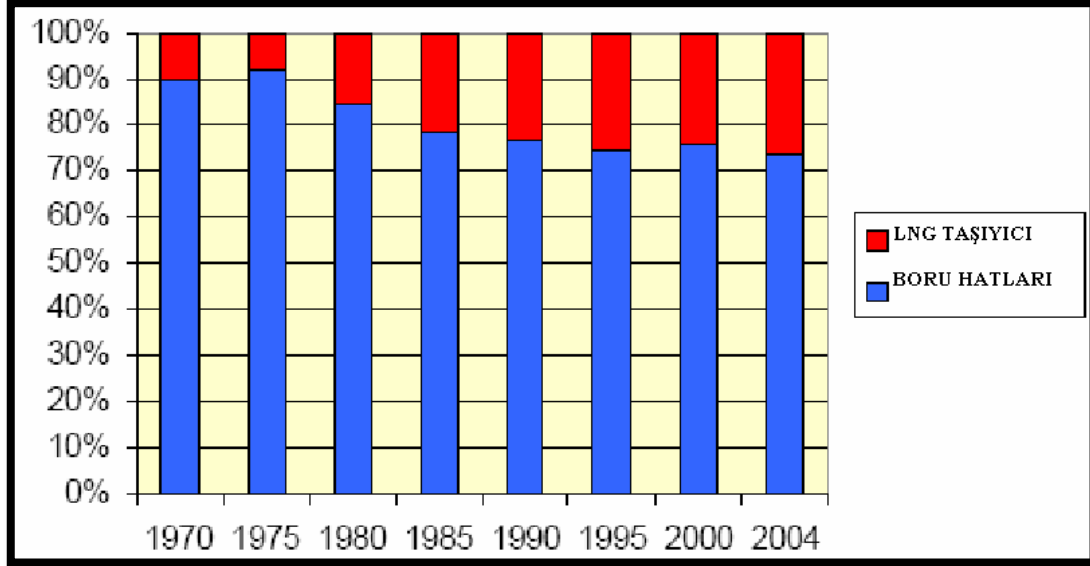


Doğal gaza karşı artan talepler doğrultusunda enerji sektöründe hızla gelişen LNG, 1959 yılından beri özel olarak dizayn edilmiş gemilerle deniz yollarında taşınmaktadır. Emniyetli taşıma sisteminin en önemli bağlantıları olan LNG gemilerinin sayıları her geçen artmaktadır.

LNG ihraç eden ülkeler 1990'lara gelindiğinde Afrika'da Cezayir ve Libya, Ortadoğu'da Katar ve Abu Dabi, Asya Pasifik'te Brunei, Endonezya, Malezya ve Avustralya olmak üzere üç ana bölgeye ayrılmaktalardı. Bu bölgelere zamanla Umman, Trinidad ve Nijerya'nın katılmasıyla LNG ihraç eden bölgelerin çeşitliliği artmıştır.

Mart 2008 itibariyle dünya ithalat kapasitesi yıllık 404 Milyon Ton iken, yeni yapılacak tesisler ile ithalat kapasitesinin yıllık 1 Trilyon Ton'a ulaşması beklenmektedir. Dünyada LNG ithalatı yapan ülkeler: Türkiye, ABD, Meksika, Brezilya, Arjantin, İspanya, Portekiz, Hindistan, Japonya, Kore, Çin'dir. İthalat için tesis yaptırmakta olan ülkeler ise Şili, Kanada, Dubai, Hollanda, Tayland'dır (Tablo 9).

Tablo 9. Dünya doğalgaz taşımacılığının yıllara göre durumu ve LNG taşımacılığı artış trendi (IEA 2009)



2010'lara gelindiğinde Rusya'nın, ABD'nin ve Katar'ın üretim kapasitelerini arttırmalarıyla LNG üretimi bir önceki yıla göre %3.1'lik bir artışla 2011 yılında 3.276 milyar metreküp olarak kaydedilmiştir. 2010 yılı ekim ayı itibariyle 18 ülkede 56 terminalden LNG ihracatı yapılırken Avustralya, İran, Papua Yeni Gine, Kanada ve Brezilya'da da LNG terminalleri projeleri yürütülmektedir. Yine 2010 Ekim ayı itibariyle 20 ülkede toplam 90 terminalde LNG ithal edilmekteydi. Dünyada LNG üretimi yapan ülkelere bakıldığında, Cezayir, Trinidad Tobago, Katar, Umman, Mısır, Norveç, Rusya, Malezya, Avustralya yer alır. Hali hazırda üretim için tesis inşaa ettiren ülkeler ise Peru, Angola ve Yemen'dir. Yıllık LNG üretimi değerlerine bakıldığında 2010 yılında Katar'ın 69,7 Milyon MT olarak başı çektiği görülmektedir. Katar'da yürütülen gaz üretim projeleriyle, Batı Asya üretiminin Asya Pasifik üretimini geçmesi beklenmektedir. Bu projelerle en çok sevkiyat ABD, Çin ve Dubai'ye gerçekleşmiştir.

2011 yılında dünya LNG taşımaları bir önceki yıla göre Katar'ın sektördeki derin etkisiyle (üretimde %34,8 artış) %10,1 oranında artış göstermiştir. 2011 yılında toplam taşıma 330,8 milyar metre küpü bulmuştur.



üzerindeki sayılar, 2011 yılında o hat üzerinden aktarılan doğalgazın miktarını göstermektedir. Doğalgazın çıktığı alanlar yuvarlak içine alınmış olup, varış noktaları okla gösterilmiştir.

### 3.1.2. Türkiye Enerji Perspektifinde Doğalgazın Yeri

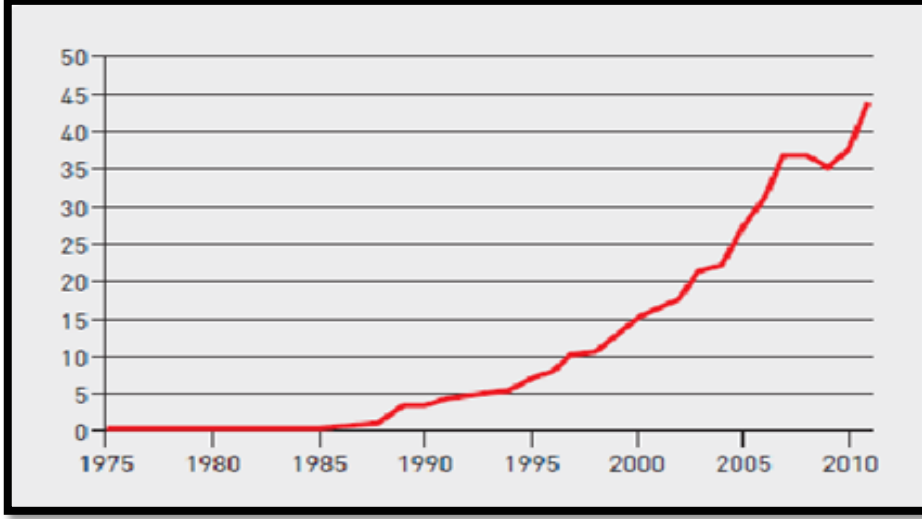
Türkiye’de doğalgaz kullanımı, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından 1970 yılında Hamitabat ve Kumrular doğalgaz sahalarında keşfedilen doğalgazın 1976 yılında Pınarhisar Çimento fabrikasında kullanılmasıyla başlamıştır. Nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak artan enerji ihtiyacının karşılanmasında alternatif bir enerji kaynağı olarak doğalgazın payını artırmak ve bazı şehirlerde gittikçe yoğunlaşan hava kirliliğine bir çözüm bulmak amacıyla 18.09.1984 tarihinde Türkiye ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) arasında doğalgaz sevkiyatına ilişkin olarak imzalanan anlaşmanın ardından, Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ) ile SSCB’nin doğalgaz ticareti konusunda yetkili kuruluşu SOYUZGAZ EXPORT arasında 14.02.1986 tarihinde 25 yıl süreli ve plato değeri yıllık 6 milyar Cm<sup>3</sup> olan bir doğalgaz alım-satım anlaşması imzalanmıştır. SSCB ile yapılan ilk alım anlaşmasını, artan doğalgaz ihtiyacının karşılanması amacıyla yapılan diğer alım anlaşmaları izlemiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Doğalgaz alım sözleşmeleri ( BP, 2012)

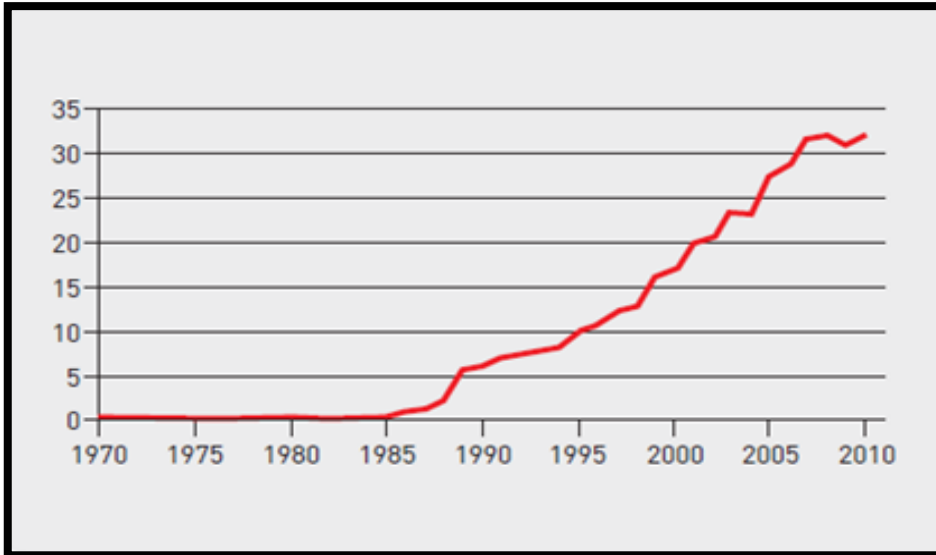
Sözleşme	Miktar *	Sözleşme Tarihi	Süre (yıl)	Gaz Teslimatına Başlanan Yıl
Rusya Federasyonu (Batı Hattı) **	6	14.02.1986	25	1987
Cezayir (LNG)	4	14.04.1988	20	1984
Nijerya (LNG)	1,2	09.11.1995	22	1999
İran	10	08.08.1996		2001
Rusya Federasyonu (Mavi Akım)	16	15.12.1997	25	2003
Rusya Federasyonu (Batı Hattı)	8****	18.02.1998	23	1998
Türkmenistan	16	21.05.1999	30	
Azerbaycan	6,6	12.03.2011	15	2007
* Plato değerini belirtmektedir (milyar cm <sup>3</sup> /yıl).				
** Anlaşma 31.12.2011 tarihiyle sona ermiştir.				

Üretimin başladığı 1976 yılından ithalatın başladığı 1987 yılına değin toplamda yaklaşık 747 milyon m<sup>3</sup>'lük sınırlı bir üretim ve tüketim miktarı elde edilmiştir (Tablo 11, 12, 13).

Tablo 11. 1975-2011 arası Türkiye doğalgaz tüketimi (EPDK, 2011)



Tablo 12. 1975-2011 arası Türkiye doğalgaz tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı (EPDK, 2011)



Tablo 13. 1975-2010 Yılları Türkiye Toplam Enerji Tüketiminde Kaynakların Payları (%) (EPDK, 2011)

	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Doğalgaz	0	0,1	0,2	5,9	9,9	17,1	27,3	31,9
Petrol	51,7	50,3	46	45,1	46	40,1	35,2	26,7
Kömür	21,5	22,1	21,4	30,9	27,2	30	26,4	30,6
Hidroelektrik	1,9	3,1	2,6	3,8	4,8	3,3	3,7	4,1
Diğer	24,9	24,4	29,8	14,3	12,1	9,5	7,4	6,7

Türkiye doğalgaz sektörüne ilişkin hukuki süreç, 350 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK)'nin 1988 yılında yürürlüğe girmesiyle başlamıştır. Bu KHK ile 7/7871 sayılı Kararnameye istinaden 15.08.1974 tarihinde TPAO'nun bağlı ortaklığı olarak boru hatları ile petrol taşımacılığı faaliyeti yapmak üzere kurulmuş olan BOTAŞ3, doğalgazın ithali alanında yetkilendirilen tek kuruluş olarak belirlenmiştir. 02.01.1990 tarih ve 397 sayılı Doğalgazın Kullanımı Hakkında KHK ile 350 sayılı KHK yürürlükten kaldırılmış ve doğalgazın (sıvılaştırılmış hali dahil) ithali, satış fiyatının tespiti ve ülke içinde dağıtım yetkisi BOTAŞ'a verilmiştir.

02.05.2001 tarih ve 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu'nun (Kanun) ilgili maddesi gereği 397 sayılı KHK'nin yürürlükten kaldırılmasına kadarki dönem; ithalat, toptan satış, iletim ve ayrıca Bursa ve Eskişehir'deki şehir içi doğalgaz dağıtım faaliyetlerinin BOTAŞ tarafından yürütüldüğü bir dönemdir. Ankara, İstanbul, İzmit ve Adapazarı şehirlerindeki doğalgaz dağıtımını ise belediye şirketi niteliğindeki EGO (Ankara), İGDAŞ (İstanbul), İZGAZ (İzmit) ve AGDAŞ (Adapazarı) tarafından yürütülmüştür. AB kriterlerine uyum ve küresel ekonomiyle bütünleşme sürecinin gereği olarak yürürlüğe giren Kanun; alternative enerji kaynakları karşısında gittikçe daha cazip hale gelmeye başlayan doğalgazın kullanımının Türkiye'nin tamamında yaygınlaştırılması, kaliteli, sürekli ve ucuz bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için doğalgaz piyasasının düzenlenmesi ve rekabete açılacak şekilde yeniden yapılandırılması sürecini başlatmıştır. Bu çerçevede Kanun'la, bir kamu kuruluşu olan BOTAŞ'ın piyasada tekel konumunda olduğu bir yapıdan, piyasada rekabetçi unsurlara sahip olan faaliyetlerin serbestleştirileceği, rekabetçi unsurlara sahip olmayan alanlarda



düzenleme ve denetimin sağlanacağı bir yapıya doğru geçiş amaçlanmıştır. Öte yandan, 03.03.2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile kurulmuş olan Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumunun görev alanına, 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile doğalgaz piyasasının düzenlenmesi ve denetlenmesi görevleri de eklenerek Kurumun adı Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu olarak değiştirilmiştir.

1970'lerde kullanımına başlanan ve enerji talebindeki artışa paralel olarak sahip olduğu avantajlar nedeniyle kullanım oranı ve alanları gittikçe artan doğalgazın, mevcut ve potansiyel kullanımının karşılanmasında yurt içi rezerv ve üretim miktarlarının oldukça sınırlı düzeylerde kalması, Türkiye için doğalgaz ithalatını zorunlu hale getirmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. 2005-2011 Yılları Doğalgaz İthalat Miktarları (milyon m3) (EPDK, 2011)

Yıl	Rusya	İran	Azerbaycan	Cezayir	Nijerya	Spot LNG	Toplam
2005	17.524	4.248	0	3.786	1.013	0	26.571
2006	19.316	5.594	0	4.132	1.100	79	30.221
2007	22.762	6.054	1.258	4.205	1.396	167	35.842
2008	23.159	4.113	4.580	4.148	1.017	333	37.350
2009	19.473	5.252	4.960	4.487	903	781	35.856
2010	17.576	7.765	4.521	3.906	1.189	3.079	38.036
2010	25.406	8.190	3.806	4.156	1.248	1.069	43.874

Ülkemizin, doğalgazda önemli ölçüde ithalata ve ithalatta da büyük ölçüde Rusya'ya bağımlılığı söz konusudur.

Rusya'yla 1986 yılında imzalanan yıllık 6 milyar m3 (plato) miktarındaki ilk alım anlaşmasının ardından, artan tüketim miktarının karşılanabilmesi amacıyla imzalanan diğer alım anlaşmaları kapsamında sırasıyla Rusya (İlave Batı Hattı), İran ve Rusya (Mavi Akım Hattı)'dan doğalgaz alımına devam edilmiştir. 12.03.2001 tarihinde imzalanan alım anlaşması kapsamında 2007 yılından itibaren Azerbaycan'dan da doğalgaz alımına başlanmıştır. Böylece mevcut durum itibarıyla Türkiye, 1999 yılında imzalanmakla birlikte henüz devreye

girmediğ için toplama dahil edilmeyen Türkmenistan anlaşması hariç olmak üzere, 3 farklı ülkeden uzun dönemli doğalgaz alım anlaşmaları kapsamında boru hatlarıyla doğalgaz ithalatı gerçekleştirmektedir.

Arz kaynaklarının çeşitlendirilerek arz güvenliğinin ve tedarikte esnekliğin artırılması amacıyla BOTAŞ tarafından, 1988 yılında imzalanan alım anlaşması kapsamında 1994 yılından itibaren Cezayir'den, 1995 yılında imzalanan alım anlaşması kapsamında ise 1999 yılından itibaren Nijerya'dan LNG alımına başlanmıştır.

2006 yılında Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan doğalgaz krizi sonrasında Batı Hattından gelen doğalgazın azalması, İran'ın teknik sorunlar ve i tüketimini karşılayamadığı gerekçeleriyle ihraç ettiği doğalgazı kış aylarında kesmesi, yeterli depolama kapasitesine sahip olmayan Türkiye'nin boru hatlarından gelen doğalgazda arz sıkıntısı yaşamasına neden olmuştur. Tedarikçi ve transit ülkelerden kaynaklanan nedenler ve teknik nedenlerle özellikle kış aylarında günlük gaz sözleşme değerlerinin altında doğalgaz arzının gerekleştiiği ve dolayısıyla günlük arz-talep dengesinin sağlanması sıkıntılarının yaşandığı durumlarla karşı karşıya kalınmıştır. Diğer taraftan, 09.07.2008 tarihli ve 5784 sayılı 'Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun' ile LNG ithalatı, BOTAŞ ve diğer piyasa katılımcıları için serbest bırakılmış ve daha önce Kanun ile düzenlenmemiş olan ithalat (spot LNG) faaliyeti düzenleme altına alınmıştır. Ayrıca, alınacak tek bir ithalat (spot LNG) lisansı kapsamında birden fazla ülkeden ithalat yapılabilmesinin n açılmıştır. Cezayir ve Nijerya'dan uzun dönemli sözleşmelerle alınan LNG ile spot piyasadan alınan LNG'nin depolanması, gazlaştırılması ve iletim hattına gönderilmesinde kullanılmakta olan iki adet LNG terminali bulunmaktadır. Bunlardan biri, yapımına Cezayir ile yapılan anlaşma sonrasında başlanmış olan ve 1994 yılında işletmeye alınan BOTAŞ mülkiyet ve işletmesindeki Marmara Ereğlisi LNG Terminali, diğeri de Ege Gaz A.Ş. tarafından 2001 yılında Aliağa'da kurulan ve 2006 yılında kullanılmaya başlanan Ege Gaz A.Ş. LNG Terminalidir.

2008 yılından bu yana gerek spot gerekse de uzun dönemli sözleşmelerle gerçekleşen LNG ithalatının durumuna bakıldığında; 2008 yılında ulusal doğalgaz tüketiminin

%14,9'unun LNG ile karşılanmakta olduğu, bu oranın 2009'da %17,2'ye, 2010'da %21,5'e yükseldiği görülmüştür. Ancak 2011 yılında ulusal doğalgaz tüketiminin LNG ile karşılanmakta olan oranı %14,8'e düşmüştür.

2011 yılında dünyada LNG talebinde artış gözlenmiştir. Özellikle Japonya'da meydana gelen deprem ve tsunamiye bağlı olarak ortaya çıkan nükleer enerji kayıplarının LNG ile karşılanması, ayrıca Çin ve Hindistan'daki ekonomik büyümeye bağlı olarak LNG taleplerinin artması gibi nedenler LNG talebinde ve dolayısıyla LNG fiyatlarında artışa neden olmuştur. Öte yandan Japonya'daki depremler sonrasında meydana gelen nükleer sızıntı ile özellikle Uzakdoğu'da denize radyasyonlu su sızması neticesinde LNG tankerlerinin sigorta primlerinin ve kiralarının artması da LNG maliyetlerini dolayısıyla da LNG fiyatlarını artırmıştır. Bahsedilen hususların, ülkemizde gerçekleştirilen LNG ithalatında düşüşe sebep olduğu değerlendirilmektedir.

Ülkemizin toplam doğalgaz arzının %1,7'si Türkiye'de üretilen doğalgaz ile geri kalan %98,3'lük kısmı da yurtdışından ithalat lisansı sahibi şirketler tarafından değişik kaynaklardan gerçekleştirilen ithalat yolu ile karşılanmaktadır. (kaynak: Doğalgaz Piyasası Dairesi Başkanlığı 2011 sektör raporundan derlenmiştir)

Ayrıca zaman zaman Türkiye, sert geçen kış koşullarında artan doğalgaz talebini karşılamak için uzun vadeli uluslararası taşıma sözleşmelerinin dışında diğer ülkelerden ve spot piyasadan da alım yapmaktadır. “ Katar'a sipariş verilenlere ek olarak spot piyasadan ilave LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) taşıyıcı tankerleri yoluyla doğalgaz alıyor. Enerji Bakanı Taner Yıldız, geçtiğimiz günlerde Katar'dan beş kargo LNG sipariş edildiğini açıklamıştı. Kargolardan birinin Türkiye'ye ulaştığı, diğerinin de 25 Aralık 2013'te geleceği kaydedildi. Bir işlemci, “Ocak-şubat ayları için BOTAŞ şu ana kadar herhangi bir sipariş vermedi ama bu aylarda ihaleye çıkacaklarını ifade ettiler.” dedi. Geçen haftalarda havaların soğuk olması doğalgaz talebini günlük 197 milyon metreküp gibi Türkiye tarihinin en yüksek seviyelerine kadar çıkarırken, bazı santrallerde ikincil yakıtlara geçilmişti. Türkiye'de sistem en fazla günlük 207 milyon metreküplük kapasiteyi taşıyabiliyor. Bu gelişmelere paralel olarak elektrik fiyatları geçen hafta serbest piyasada kilovatsaat başına 1,5-2 TL'ye kadar çıkmıştı.

Yetkililer, havaların yumuşamasıyla doğalgaz talebinin şu anda günlük 160 milyon metreküpe kadar düştüğünü söyledi. “En geç hafta sonuna kadar havaların biraz daha yumuşamasıyla talebin önemli ölçüde düşmesi ve tedbirlerin kalkarak sistemin tamamen normale dönmesini bekliyoruz.” diyen bir yetkili, alınan spot LNG’lerin de sistemi önemli ölçüde desteklediğini belirtti.

Türkiye, bu yılki (2013) doğalgaz tüketiminin 46-47 milyar metreküp, gelecek yıl (2014) ise 50-52 milyar metreküp olacağını tahmin ediyor. Türkiye halen Rusya, İran ve Azerbaycan’dan doğalgaz, Cezayir ve Nijerya’dan LNG ithal ediyor.” Ülkemiz enerji ve doğalgazda dışa bağımlı durumunun kısa ve orta vadede değiştirilebilmesi zor görünmektedir. Bu noktada küresel siyaset ve ekonomik piyasaların değişkenliği göz önüne alındığında enerji temininde kaynak farklılığı ve çeşitliliği sağlanmalıdır. Böylelikle hem enerji açığı kapatılabilir hem de büyümenin sürdürülebilir ve uygun maliyetli gerçekleştirilmesi sağlanabilir. Bu hususa ilişkin ulusal medyada En Yetkili otorite olan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığında basın açıklamaları yapılmaktadır. Bunlardan en güncellerinden biri aşağıdaki gibidir;

“Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız “Türkiye’nin LNG’si olan farklı ülkelerle çalışması lazım. Bunlardan biri ABD’dir. ABD 2016-2017 yılına kadar kapıyı açar ise bizim için yeni bir kaynak haline gelir” diyor. Bu haber medyaya “ABD’den 6.5 milyar m<sup>3</sup> gaz ithal edeceğiz” başlığı ile yansıdı. Ortada henüz ABD gazı yok. Ama bizim sıvı gaz ihtiyacımız var. ABD’den önce nereden bulursak bulalım ithal etmek zorundayız. ABD’nin yeni bir kaynak haline gelmesinin arkasında kaya gazı üretimi var. ABD’nin kaya gazı üretimindeki artış sonucu gaz ihracatçısı haline gelmesi bekleniyor.

Boru hatlarından gelen gazın sınırlı olması nedeniyle artan talebi sıvı gaz ithal ederek karşılıyoruz. Şimdilerde potansiyel kaynak Katar. Fakat sıvılaştırılmış gaz ithalatında en önemli sorun bizim terminal kapasitemizin sınırlı olması başta. Bunun yanı sıra ilk yatırım maliyetleri oldukça külfetlidir. Yılda yaklaşık 44 milyar m<sup>3</sup> doğalgaz tüketimimiz var. Bunun bir bölümü gaz olarak boru hatlarıyla ülkemize getiriliyor. Rusya’dan yılda 25.5 milyar m<sup>3</sup> (% 58), İran’dan 8.2 milyar m<sup>3</sup> (% 19) ve Azerbaycan’dan 3.8 milyar m<sup>3</sup> (% 9) olmak üzere

toplam 37.5 milyar m<sup>3</sup> dolayındaki (% 86) gaz boru ile geliyor. Tankerlerle sıvı halinde Cezayir'den 4.1 milyar m<sup>3</sup> (%9), Nijerya'dan 1.2 milyar m<sup>3</sup> (%3), spot piyasadan 1 milyar m<sup>3</sup> (%1) olmak üzere toplam 6.3 milyar m<sup>3</sup> (%14) gazı ise sıvı olarak ülkeye getiriyoruz.

Doğalgazın kısaltılmış ismi (LNG) -Liquid Natural Gaz-dır. Bildiğimiz doğalgaz 163 santigrat derecede soğutulunca 600 defa küçülüyor ve sıvı hale geliyor. Tankerlerle (-163 derecede) taşınıyor. Terminallerde gaz sıvı olarak depolanıyor. Daha sonra -deniz suyu ile ısıtılınca- 600 defa büyüyor, gaz haline getiriliyor. BOTAS'ın Marmara Ereğlisi'ndeki LNG tesisinin, 255 bin ton depolama ile yılda 5 milyar metreküp gaz üretim kapasitesi var. İzmir'de Aliğa Rafinerisi yanında özel sektöre ait gazlaştırma tesisinin kapasitesi ise 280 bin m<sup>3</sup> depolayabilen ve yılda 10 milyar metreküp doğalgazı ulusal boru hattına taşıyabilecek durumdadır.

Cezayir ve Nijerya'dan gemilerle getirilen, spot piyasadan satın alınan sıvı gaz, bu iki LNG terminalinde gaza dönüştürülerek doğalgaz boru hattına basılıyor. Bir gemi 60 bin ton LNG taşıyor. 60 bin ton LNG ısıtılınca 100 milyon metreküp doğalgaz ortaya çıkıyor. LNG'nin iki önemli özelliği var:

- (1) Burada belli ülkelere boru hattı ile bağımlılık söz konusu değil. Dünyanın değişik ülkelerinden likit olarak gaz satın almak mümkün.
- (2) Burada fiyat avantajı var. Avrupa'da doğalgaz fiyatı petrol fiyatına endeksli. ABD'de talebe endeksli. LNG fiyatları da talebe göre değişiyor ama genelde doğalgaz fiyatlarının altında. LNG'de pazarlık şansı yüksek. Ancak daha çok LNG ithal edebilmek için, yeni terminallere ve depolara ihtiyacımız söz konusu.

#### **IV. LNG TANKERLERİ VE LNG TAŞIMACILIĞINA İLİŞKİN DÜZENLEMELER, STANDARTLAR VE DENİZ GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ KURALLAR**

##### **4.1. Deniz Taşımacılığında LNG Tanker Gemisi Türleri ve Özellikleri**

Modern standartlarda üç çeşit kargo taşıma alanı standardizasyonundan bahsedilebilir. Bunlar:

- Membran dizayn
- Küresel dizayn
- Yapısal prizmatik dizayn

##### **4.2. Genel Kurallar**

###### **4.2.1. Düzenlemeler, Standartlar ve Deniz Güvenliği İle İlgili Kurallar**

Gemi işletmeciliği dünyada belki de en uluslararası endüstridir. Denizde güvenliği temin etmenin en iyi yolu bütün gemi işletmeciliği yapan ülkelerin kabul ettiği uluslararası düzenlemelerin geliştirilmesidir. IMO bir Birleşmiş Milletler kuruluşu olup, gemi işletmeciliğinin güvenliğini ve emniyetini sağlamak amacıyla uluslararası anlaşmalar (konvansiyon adı verilir) yapmak ve yapılan anlaşmaları yenilemekten sorumludur. IMO üyesi 163 ülke vardır ve bu ülkeler IMO'nun yayınlamış olduğu konvansiyon ve düzenlemeleri uygulamaktan sorumludur. IMO bugüne kadar 40 konvansiyon ve protokol yayınlamıştır. Bunların arasında Yük Olarak Sınıvlandırılmış Gaz Taşıyan Gemilerin İnşası ve Donatılmasına Dair Uluslararası Kurallar (IMO Gas Code) ve Denizde Tehlikeli Yük Taşıma Uluslararası Kuralları bulunmaktadır. LNG gemilerinin ve işletmelerinin güvenliği ile ilgili olarak 2003 yılında, 1974 Denizde Can Güvenliği Uluslararası Konvansiyonu'nun (SOLAS) eki olarak Uluslararası Gemi ve Liman Güvenliği (ISPS) Kuralları yayımlandı.

ISPS Code gemilerin ve limanların terörist saldırılara karşı korunması amacıyla geliştirilmiş ilk uluslararası standartları oluşturmaktadır. Temmuz 2004 tarihinde yürürlüğe girmesiyle, tüm ülkeler liman ve gemi güvenlik planlarını oluşturmaya başlamışlardır.

Kurallar bütün gemi ve terminal sahiplerine belli başlı zorunluluklar getirmiştir. Bu zorunluluklar aşağıda olduğu gibidir;

#### **4.2.1.1. Gemilerin zorunlulukları;**

- Otomatik Tanımlama Sisteminin (AIS) bulunma zorunluluğu
- IMO gemi tanımlama numarasının görünür yere asılması
- Bir gemi güvenlik ikaz sisteminin olması
- Bir gemi güvenlik subayının görevlendirilmesi, ve
- Bir gemi güvenlik planının oluşturulması ve uygulanması.

#### **4.2.1.2. Gemi İşleten Kuruluşların Zorunlulukları**

- Bir şirket güvenlik subayının tayin edilmesi,
- Bir gemi güvenlik ihtiyaçlarının belirlenmesi,
- Güvenlik tatbikatları ve eğitimlerinin yapıldığının kontrolünü yapmak,
- Uygun kaynaklar oluşturmak.

#### **4.2.1.3. Limanlardaki Zorunluluklar;**

- Liman tesislerinin güvenlik ihtiyaçlarının belirlenmesi,
- Liman güvenlik planının geliştirilmesi, ve
- Bir liman tesisleri güvenlik subayı tefrik edilmesi.

## **V. LNG TANKER KAZALARINDAN DOĞABİLECEK RİSKLERİN TANIMLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **5.1. İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında Kaza İstatistikleri**

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucu İstanbul Boğazı'nda meydana gelen gemi kazalarının en çok çatma kazaları olduğu bunları oturma kazalarının izlediği, Çanakkale Boğazı'nda ise en çok oturma kazalarının yaşandığı ve bunları çatışma kazalarının izlediği gözlemlenmiştir. İstanbul Boğazı'nda kaza yapan gemilerin %62'ye yakın oranda dolu olması, dolu gemilerin manevra kondisyonundaki yetersizliklerden ve manevra sınırlılığında kaynaklandığını düşündürmektedir. Kaza yapan yüklü gemilerin %40'ının tehlikeli yük taşıyıcısı olması özellikle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Çanakkale Boğazı'nda kaza yapan gemilerde doluluk oranı %45 civarındadır ve bu oran Çanakkale Boğazı'nda manevra kabiliyetini azaltan unsurların daha az olması ile açıklanmaktadır. Kaza yapan yüklü gemiler %80 oranında tehlikeli yük taşıyıcısıdır. Boğazlarımızda yaşanacak tehlikeli yük taşıyıcısı bir gemi kazasının sonuçları geri dönülemez biçimde ağır bir yıkıma sebep olmaya gebedir.

Yüklü bir lng gemisi üzerinde büyük miktarda enerji depo eder ve bu enerji ani bir veya birden çok patlama ile açığa çıktığında yakın çevredeki insanlar ve tüm canlılar için ölümcül, maddi varlıklar içinse yıkımsal derecede zarar verici olabilecektir. Bu konuda yapılmış en detaylı bilimsel araştırma Amerika Birleşik Devletleri Sandia National Laboratory tarafından yapılmış olup ana hatları ve önemli detaylarına aşağıdaki üzere değinmek faydalı olacaktır.

### **5.2. Amerika B. Devletleri / Sandia Ulusal Labratuarı Raporları'na Genel Bakış**

Sandia Ulusal Laboratuvarları Amerika Birleşik Devletlerinde 1949 yılında kurulmuş olan, kökleri 2. dünya savaşı sırasında savuma ve savaş stratejileri geliştirmeye dayanan, ana misyonu A.B.D'nin ulusal savunmasına yardımcı olmak üzere ar-ge yapan bir devlet



kurumudur. 1949'dan beri ülkedeki savaş teknolojileri ile nükleer silahların üretimi, geliştirilmesi, ulusal sürdürülebilir enerji temin teknolojileri bu kurumun gözetiminde gerçekleştirilmekte olup yıllık araştırma bütçesi milyar dolarlar olan ülke içinde son derece yüksek prestiji olan bir kurumdur.

LNG terminallerinin depolarından ve tesislerinden toprağa potansiyel döküntü için standart ve sistematik güvenlik analizleri var iken bunlara eşdeğer olarak LNG'nin suya dökülmesi durumunda sonuçlara yönelik sistematik güvenlik analizleri bulunmamaktadır. Güvenlik için farkındalığın artması ve enerji hususunda güvence için bu büyüyen endüstrinin aktivitelerine toplumun ilgisi çekilmelidir. Sandia Raporu bugüne kadar yapılmış olan LNG döküntüsü çalışmalarının varsayımlar, eldeki bilgiler, modeller ve deneysel verilerin tenkididir. Bu analiz ve eleştirilere dayanarak, Sandia Raporu, modellerin uygunluğu rehberliğinde LNG'nin suya dökülmesi varsayımları doğrultusunda toplum güvenliğine hitap eden risk yöneticiliği ve buna bağlı özellikleri belirlemeyi sağlamayı amaçlar. Sandia Raporu, ABD Enerji Departmanı tarafından 2004 yılında hazırlanmıştır.

### **5.2.1. LNG döküntüsünün olası sonuçları**

LNG tankerinden sızan LNG döküntüsü, deniz suyuyla arasındaki yoğunluk ve sıcaklık farkları sonucu dağılmayarak deniz yüzeyinde bir havuz oluşturacaktır. Havuzda çıkacak olan yangın, petrol ve ürünleri yangınlarından çok daha hızlı tutuşan, çok daha yüksek ısı veren yapıdadır. Havuz yangını tüm LNG yanıp tükenene kadar söndürülemez. LNG havuz yangınları yüksek derecede sıcaktır, yarattığı termal radyasyon yakın çevresinde ciddi maddi hasara sebep olacaktır.  $-162^{\circ}\text{C}$  soğukluktaki LNG ile temas edildiğinde insanlar ve kullanılan ekipman üzerinde zarar verici etkileri çok büyüktür. LNG katı cisimler üzerinde aşındırıcı etkiye sahiptir ve büyük bir çelik sac plakasını cam parçaları gibi kırabilir. Açığa çıkan termal radyasyon sonucu ölümlere ve ciddi yaralanmalara yol açabilir. LNG gaz bulutu zehirli değildir ancak solunabilir atmosferin yerini aldığı havada yeterli oksijen kalmadığından boğulmalara sebep olur. Bu gaz bulutları ısıları arttıkça bölgesel olarak taşınır ve karadaki insanlar üzerinde de etkili olabilir (Şekil 18).

LNG sızıntısı alevlenerek bir yangın çıkarmaz ise doğalgaz buharlaşarak bir gaz bulutu oluşturacaktır. Gaz bulutu sızıntının olduğu alandan 3.6 km kadar uzağa taşınabilir. Gaz bulutu alevlendirici bir unsurla karşılaştığında aniden parlamaya hazırdır. İstanbul'un günlük uçuş sefer sayısı 900'ü bulan yoğun hava trafiği gaz bulutunu alevlendirici unsur olma potansiyeline fazlasıyla haizdir. LNG tankeri kaynaklı oluşacak sızıntı İstanbul üzerindeki hava trafiğini askıya alıracak nitelikte tehlikeler doğurabilir.

LNG döküntüsü alevlendiğinde oluşan termal radyasyon seviyesi döküntü miktarına bağlı olarak çok yüksek gerçekleşebilir.

- 37.5 kW/m<sup>2</sup>'lük radyasyon seviyesinde etki anlık olarak yaşanır. Çevredekilerin kaçmak için vakti olmaz. Çelik eğilir ve yumuşar, varlıklar yok olur. Ani ölümler yaşanır.
- 12 kW/m<sup>2</sup>'lük radyasyon seviyesinde çevredekilerin birinci derece yanıktan korunmak için 11 saniye süreleri vardır. 11 saniye içinde tahliyesi tamamlanamayan canlılar birinci derece yanığa maruz kalacaklardır.
- 5 kW/m<sup>2</sup> lik radyasyon seviyesinde çevredekilerin ikinci derece yanığa maruz kalmadan önce kaçabilmeleri için 40 saniye süreleri vardır.

Tüm yangın adam ve itfaiyeci kıyafetleri en fazla 6.2 kW/m<sup>2</sup> termal radyasyon seviyeli ısıya dayanıklıdır. Bu seviyenin üzerindeki radyasyon için koruma kıyafetleri içerisinde dahi güvende olmak imkânsızdır.

Eğer LNG döküntüsü deniz suyuyla temas ederse, döküntü aniden ısınır ve gazlaşır. Bu durum alevsiz patlamalara (RPT) sebep olur. Hızlı faz değişimi, çok soğuk sıvılar ile sıcak sıvıların karşılaştığı durumlarda oluşur. Yaklaşık 200 °C 'lik bir süper ısı değişimi oluşur. Bu değişim esnasında kendiliğinden kaynaklı soğuk sıvıda ani ve büyük patlamalar oluşur (Tablo 15).

Tablo 15. Sandia Raporu senaryo değerlendirmesi (İTÜ, 2007).

<b>SENARYO DEğERLENDİRİLMESİ</b>	<b>MUHETEMEL ETKİNİN TEHLİKELERİ</b>
<b>Başlangıç Koşullarının Belirlenmesi</b>	
Delik boyutu ve yeri	Yüksek
Tutuşma potansiyeli	Yüksek
<b>Sınır Koşullarının Belirlenmesi</b>	
Rüzgar / atmosfer koşulları	Yüksek
Konum topografisi	Yüksek
Havuz yüzeyi ve özellikleri	Yüksek
Yakındaki yapılar	Orta
<b>Varsayım Modelleri ve Özellikleri</b>	
Yakıt döküntüsü	Orta
Basit delik	Orta
Çalkantı karışımının geliştirilmiş buharlaşması	Orta – Yüksek
Alan modeli: Engelsiz yüzey	Yüksek
Alan modeli: Yakıt birleşimi	Orta – Düşük
Alan modeli: Atmosferik koşullar	Yüksek
Alan modeli: RPT	Orta
<b>Yayılma</b>	
Yoğun gaz	Yüksek
Suyun altına – üstüne salınması ve karşılaştırılması	Yüksek
Atmosferik koşullar	Yüksek
Zemin / Engel	Yüksek
<b>Tutuşma</b>	
Yakıt birleşimi	Yüksek
Vakanın tutuşma zamanı	Yüksek
<b>Yangın</b>	
Yanma hızı	Orta - Yüksek

<i>Tablo 15. Devamı</i>	
Yüzeyde salım gücü	Yüksek
Yüksek derecede alev şekli	Yüksek
Engel	Yüksek
Atmosfer koşulları	Yüksek

### 5.2.1.1. Çatışma /Çatma Durumunda Oluşabilecek Riskler

Amerikan Sandia Laboratuvarları'nın yüksek hızda yapılan bir çatışma kazası sonucunda yaşanacak hasar hakkında araştırmaları bulunmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre yaşanacak kaza sonrasında gemi bünyesinde bir hasar oluşacak ve küçük çaplı yangınlar çıkacaktır. LNG kargo tankında açılan yarıktan küçük ve orta çaplı LNG döküntüsüyle karşılaşılacaktır. Bu durum sonucu halk emniyetine 250 metre yarıçapında bir çember alanında yüksek oranda, 250m-750m aralığındaki yarıçapta orta derecede ve 750 metrenin ilerisinde hafif derecede etkileri gözlenecektir.

Her bir LNG kargo tankındaki yarıktan dökülecek döküntünün miktarı yaklaşık 12,500 m<sup>3</sup> tür. Buhar 3614 metre yüksekliğe kadar yayılabilecektir.

- Kırmızı Bölge: 250 m çapındaki bölge kırmızı bölge (zone 1) olarak adlandırılmaktadır. Yaşam ve mal varlıkları kaybının en yüksek olduğu alandır. 32.250 kcal ısı/m<sup>2</sup> açığa çıkacaktır. Radyasyon seviyesi 37.5 kW/m<sup>2</sup>' dir. Çember içindeki insanlar için kaçma vakti yoktur. Çünkü etkiler anlık olarak yaşanır.
- Sarı Bölge: Çapı 250m -750 m aralığındaki alan sarı bölge (zone 2) olarak adlandırılır. Tehlike azalmış olabilir ancak hala çok sayıda can kaybı ve yangın sonucu gerçekleşecek kayıp yaşanacaktır. Açığa çıkan ısı 4.300 kcal/m<sup>2</sup>'dir. Radyasyon seviyesi 5 kW/m<sup>2</sup>' dir. 11 saniye içinde çember içindeki insanlarda birinci derece yanıklar oluşacaktır. Etkilerden kaçabilmek için tahliye süresi sadece 11 saniyedir. Patlama sonrası ısı 13 saniye içinde acı verici boyutlara ulaşır (Tablo 16).

- Bilindiği üzere olimpiyat Őampiyonu ve dŐnyanın 100m koŐu rekorunu elinde tutan Jamaikalı atlet Usain Bolt 100 metreyi 9.578 saniyede koŐmaktadır. TŐm Şartlar laboratuvar Őartlarında olumlu hale getirilse bile bir insanın lŐm cŐl kaza bölgesini terk etmesine yetecek zaman yoktur.

Buharın dağılma tehlikesi değeri bu analizlerde, yerden 10m yŐksekte farz olunan rŐzgār hızı 2.33 m/s olarak kabul edilmiştir.

*Açığa ıkan Enerjinin Atom Bombasıyla Karşılaştırılması:*

- **1 Megaton Atom Bombasının Enerjisi:** 1 Megaton= 4 Katrilyon Joule
- **200.000 m<sup>3</sup> LNG Tankerinin Enerjisi:**

1 m<sup>3</sup> Doğalgaz = 9.000 kcal

200.000 x 600 x 9000= 1 Trilyon kcal

1 Trilyon x 4.18= 4.18 Trilyon kjoule

4.18 x 1.000= 4.18 Katrilyon Joule

200.000 m<sup>3</sup> LNG= 4.18 Katrilyon Joule



Şekil 18. LNG Tankeri

Tablo 16. LNG döküntüsüyle ilgili çalışmalar (SHELL, 2013)

LNG Döküntüsü Çalışmaları	Termal Radyasyon Mesafesi (m)	Termal Radyasyon (kW/m <sup>2</sup> )
Lehr Çalışması	500	5 ile 7
Fay Çalışması	930	25
Quest Çalışması	226	22
Vallejo Çalışması	563	30
ABS Çalışması	600	37.5
DNV çalışması	289	37.5
Szczecin Denizcilik Üniv.	390	37.5

Bütün çalışmaların ortak sonucu olarak 226m ve 930 metre aralığında hayat sürdürülebilirliğini yitirir, bütün mal varlığı değerleri yitirilir.

#### 5.2.1.2. Terörist Saldırı Durumunda Oluşabilecek Riskler

Terörist eylemler, barındırdığı muazzam enerji sebebiyle bir LNG tesisini ve yahut LNG yüklü bir gemiyi hedef alacak olursa, patlama ve yangın riski bulunmaktadır. Yakıt yüklü bir uçağın LNG tesisine çarpması örneğinde, uçakta bulunan yakıt nedeniyle önce büyük bir patlama yaşanacak, ardından geniş çaplı bir yangın çıkacaktır (Şekil 19).



Şekil 19. LNG tankerlerine sivil havacılık kanalıyla yapılabilecek terörist saldırılar

Gemiye saldırılması ve kasıtlı olarak tankın hasarlanması durumunda tanktaki hasarın büyüklüğüne göre sızıntının büyüklüğü orta ya da büyük ölçekli olarak değişecektir. Sızıntı büyüklüğünün orta ya da büyük ölçekli olması hallerinin ikisinde de gemi bünyesinde hasar ve büyük yangınlar oluşacaktır. Kasten tank hasarlanması sonucu LNG salınımı çok yüksek ölçülerde olursa gaz bulutları büyük hacimlere yayılarak patlama riski oluşturacaktır. 500 m yarıçaplı alanda halk emniyetine potansiyel etkileri çok ciddi oranlardadır. Orta ölçekli sızıntılarda etkilerin ikinci seviyeye düşmesi ancak 1600 metrede olurken, büyük ölçekli sızıntılarda ancak 2000 metre çapında ikinci seviyeye inmektedir. Etkilerin üçüncü seviyeye inmesi orta ölçekli döküntülerde 1600 metre yarıçaplı alanın dışından başlarken, büyük ölçekli döküntülerde 2000 metrelik yarıçapa sahip alanın dışından başlamaktadır.

#### ioMosaic Kuruluşu Raporu:

*Terörist saldırının 200.000 m<sup>3</sup> lik tankere gerçekleşmesi sonucu tehlike etkisi:*

Yaşanacak en kötü senaryoda 3 ya da 4 tanktaki hasar sonucu, 1m çaplı delikten bir saatte yaklaşık olarak 150.000 m<sup>3</sup> LNG sızıntısı ve LNG havuzu yangını oluşacaktır. Kırmızı Bölge (2.750 m): Alevlerin yüksekliği 200metreyi bulmaktadır. Termal radyasyon 220 kW/m<sup>2</sup> lere yükselir. Bu değer insanlar için öldürücü düzeydedir. Çok sayıda hayat kaybı yaşanır. Mülkiyet değerleri tamamen zarar görür.

Sandia Raporu içeriğini oluşturan farklı yaklaşımlara dayalı araştırmaların bilimsel sonuçlarını bütünsel değerlendirmek gerekirse; çatma/ çatışma ve karaya oturma senaryoları ile uyumluluk gösteren tek tankta oluşacak yarıktan sızan lng ve beraberinde getireceği riskler dahi İstanbul Boğazı çevresindeki yüksek nüfus yoğunluklu alanlarda ve bu alanda yaşayan diğer canlılar üzerinde yüksek ölüm riski oluşturmaktadır.

Diğer taraftan terörist saldırı ve sabotaj senaryolarıyla uyumluluk gösteren birden çok tankta oluşacak yarıktan sızan lng ve beraberinde getireceği riskler ise İstanbul Boğazı çevresinden daha iç bölgelere yayılan ve tankerin mevkiinden yaklaşık 3 km çapta çevresel

bir alana yayılacak şekilde taşınmaz varlıklar üzerinde ağır maddi hasarlara ve tüm canlılar üzerinde büyük ölçekte yaşam kaybına ve ağır yaralanmalara sebep olacaktır.



## VI. İSTANBUL BOĞAZI'NDA Q-MAX LNG TANKER KAZALARI İÇİN RİSK ANALİZİ VE ALANLARIN TESPİTİ

### 6.1. Genel Yaklaşım

İstanbul Boğazında LNG sızıntısı sonucu oluşacak riskleri ve olası hasar değerlendirmeleri belirlenirken; denizel bölgenin, kıyıların, kıtalararası trafiğin dinamikleri ve mega şehir İstanbul'un kendine özgü özelliklerini göz önünde bulundurmamız zorundayız. Bu çerçevede düşünülerek pek çok ana etken ve tali etken belirlenebilir. Biz bu çalışmada sadece aşağıda sıralayacağımız 7 adet ana etkiyi inceleyeceğiz. Bunlar sırasıyla;

- Coğrafik şartlara göre riskli alanlar
- Meteorolojik ve Oşinografik şartlara göre riskli alanlar
- Kıyusal nüfus yoğunluğu riskli alanlar
- Kıyusal yerleşimin özelliklerine göre riskli alanlar
- Asma geçiş köprülerine göre riskli alanlar
- Yerel deniz trafiğine göre riskli alanlar
- Bölgesel hava trafiğine göre riskli alanlar

şeklinde olacaktır.

Diğer taraftan olası bir LNG Tanker yük sızıntısının en önemli unsuru olan gemi tarafı büyük önem arz etmektedir. Bu alanda ise günümüze dek İstanbul Boğazından geçmiş bir Q-max tanker örneği olmaması bizi benzeşim yöntemini kullanmaya yöneltmektedir. İstanbul Boğazı'ndan geçecek bir Q-max tankerin genel boyutlarını ( Boy:345m En:53,5m ) ve olabildiğince manevra kabiliyetleri göz önüne almak durumundayız. Ancak, bu noktada genel yaklaşımımız İstanbul Boğazından geçen en büyük gemi olan "Agip Lazio" tankerin boyutlarının bir Q-max tankere olan neredeyse birebire yakın boyutlarıdır. Bu boyutlardaki gemilerin her şart ve koşulda İstanbul Boğazından geçmesi elbette mümkün olmamasına rağmen uygun meteorolojik ve oşinografik şartlar altında tüm emniyet önlemleri ve riskler alınarak geminin geçebileceği varsayımına dayalı bir değerlendirme yapılması yoluna gidilecektir. Şöyle ki fiziki boyut anlamında bir benzerlik taşıdığı düşünüldüğünde,

20/05/1990 tarihinde Agip Lazio: İtalyan Bayraklı, Tanker, Boy: 349 Metre, Genişlik: 52 metre, GT: 127070, Boş olarak Marmara Denizi-Karadeniz yönünde kılavuz kaptan olarak İstanbul Boğazından geçmiştir. Aynı tanker Rusya'dan yüklediği 218 Bin Ton ham petrol ile 25/05/1990 tarihinde Karadeniz-Marmara Denizi yönünde İstanbul Boğaz geçişini tamamlamıştır.

Diğer taraftan İstanbul Boğazında seyir emniyetini arttırmak üzere kurulan ve hizmetlerini geliştirerek devam eden gemi trafik hizmetlerinin kontrolündeki sektör alanları bazında risk değerlendirmesi yapılacaktır. Bu kapsamda güneyden kuzeye sırasıyla sektör Kadıköy-Kandilli-Türkeli kapsamındaki deniz alanları ve çevrelerindeki kıyısal alanlar risk değerlemesine tabi tutulacaktır.

### **6.1.1. Coğrafik Şartlara Göre Riskli Alanlar**

İstanbul Boğazı gerek güney gerekse kuzey yaklaşımından girilsin bir süre sonra keskin dönüşler yapmanızı gerektirecek şekilde zikzaklardan oluşan bir coğrafya ve kıyı topografyasına sahiptir. Bu dönüşlerden en büyüğü Yeniköy dönüşü olup yaklaşık 80 derecelik bir dönüş yapılmasını gerektirir. Ancak bu dönüşün dışında boğaz içerisinde 11 civarında daha küçük açılı ama dar ve yoğun trafiği olan bir boğaz içinde yapıldığı için önemi yadsınamaz rota değişiklikleri yapılmak zorundadır.

Kuzey-Güney yönlü boğaz geçişlerinde Yeniköy dönüşü esnasında insan faktörü kaynaklı kazaların dışında özellikle uzun süren kuvvetli lodos fırtınası ile günler geçtikçe Yeniköy önlerine kadar ulaşan kuzey yönlü yüzey akıntısı ve sular ile gemilerin İstinye-Tokmak Burnu arasına savrulurken karaya oturma riskleri oldukça yüksektir. Bu nedenle özellikle bu durum bölgeden çok geçen kaptanlar için bile büyük tehlikeler oluşturmaktadır. Zaman zaman kılavuz kaptanlar dahi Yeniköy dönüşünde zorlayıcı akıntılarla karşılaştıklarını rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Kandilli – Bebek arasının boğazın iki yakası arasındaki en dar yeri olması ve gemilerin trafik ayırım düzeni içerisinde emniyetle seyretmesi gereken alanın daralması bu alanı riskli hale getirmektedir. Özellikle düşük sürat yapan gemilerle güney kuzey yönlü geçişlerde güçlü güney yönlü yüzey akıntısını yenemeyen gemiler iskele

tarafından dönüş yapmak zorunda kalıp karşı yakada Bebek koyuna girmekte, bazen karaya oturmakta bazen de yatlara ve özel teknelere çatarak zarar vermektedirler.

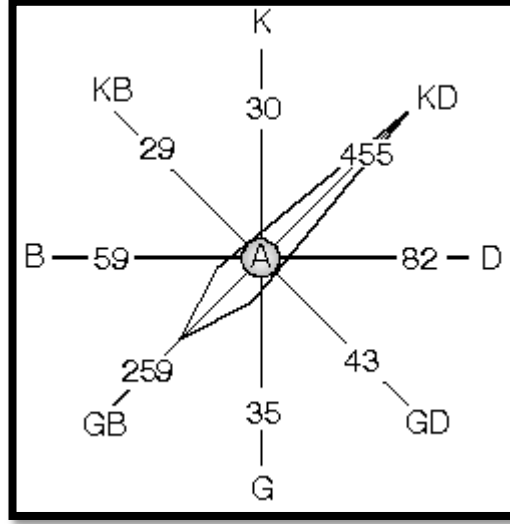
Sektör Kadıköy denizalanı İstanbul Boğazının güney yaklaşımını ve girişini içinde barındırır. Özellikle boğaza girişte batıda Ahırkapı sığılığı ve doğuda hemen Üsküdar önlerine gelmeden Salacak sığılığı seyir tehlikesi oluşturmaktadır. Girişten hemen sonra Üsküdar önlerinde 50 derecelik keskin sancaklı dönüşte güneyli akıntının en kuvvetlendiği Haydarpaşa mendirek açıklarından kuzeye yükselen gemileri zorlayan diğer bir kaza riski faktörüdür.

Yukarıda seyir zorlukları anlatılan risk alanları içinde; boğazdaki en geniş açılı ve uzun rota değişikliği olduğu için Yeniköy dönüşü ve Kandilli-Bebek arası suyolunun darlık ve emniyetle seyredilebilir alanının küçülmesi ile Sektör Kandilli en riskli deniz alanı olarak tanımlanabilir. Ardından risk kategorisinde önce Sektör Kadıköy'ü ve daha sonra Sektör Türkeli'ni riskli alanlar olarak belirleyebiliriz.

### **6.1.2. Meteorolojik ve Oşinografik Şartlara Göre Riskli Alanlar**

İstanbul Boğazı bölgesinde deniz çevresini etkileyecek meteorolojik faktörlerden bahsederken bölgedeki hâkim rüzgarlar ve etkileri ile görüş düşüklüğü nedeniyle yaşanan seyir elverişsizlik konularına değinilecektir. Ayrıca, İstanbul Boğazı bölgesinde deniz çevresini etkileyecek oşinografik faktörlerden bahsederken yüzey ve dip akıntılarının oluşturduğu seyir güçlüğüne değinilecektir.

İstanbul Boğazı ve çevresi genel olarak Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Bölgede hâkim rüzgâr Kuzey, Kuzeydoğu yönünden esmektedir. İstanbul için hakim rüzgar yönü Kuzeyli olmakla beraber, yıl içinde hava koşullarına ve mevsimlere bağlı olarak rüzgar yönünde değişiklikler olmaktadır (Kış aylarında kuzeydoğu, Mart'ta Batı-Güneybatı, Nisan ve Mayıs aylarında Kuzeybatı ve Kuzey, Yaz aylarında Kuzey ve Kuzeybatı, Sonbaharda ise Güneybatı ve Kuzeybatılı rüzgarlar hakimdir)(Şekil 20).



Şekil 20. İstanbul'da hakim rüzgar rejimini gösteren rüzgar gülü (İLB, 2010)

Sonuç olarak İstanbul Boğazında baskın olarak poyraz ve lodos rüzgârları hakimiyeti bulunmaktadır. Kuvvetli poyraz fırtınası kuzeyden soğuk ve kuru havayı taşırken Karadeniz ile Marmara denizi arasındaki seviye farkı nedeniyle zaten güney yönde akan yüzeydeki deniz sularını daha da güçlendirerek kuvveti zaman zaman 7-8 knots'ı bulan güçlü yüzey akıntısının oluşmasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan Kuvvetli ve uzun süreli lodos fırtınası güneyden sıcak ve nemli/yağışlı havayı taşırken Karadeniz ile Marmara denizi arasındaki seviye farkı nedeniyle güney yönde akan yüzeydeki deniz sularının kuvvetini azaltarak akıntının yönünü kuzeye çevirir. Öyle ki bu ters yönlü yüzey akıntısının 5-6 knots hızıyla kuzeyde kavaklar bölgesine kadar çıktığı bilinmektedir. Bahse konu yüzey akıntısının yön değiştirmesi esnasında boğaz içinde özellikle suyun kıyılara çarptığı alanlarda "orkoz" akıntısı adı verilen güçlü girdaplar ve burgaçlar oluşmaktadır. Öyle ki bu girdaplara giren gemilerin bir buz pistine girmişcesine seyir esnasında dümen komutlarına yeterli cevap vermedikleri ve çeşitli kazaların oluştuğu bilinmektedir.

İstanbul Boğazı, Tuna, Dinyeper ve Don gibi üç büyük akarsu ve sayısız küçük suyla beslenen Karadeniz'in sularının tek çıkış yoludur ve Karadeniz'den Marmara Denizi'ne boğaz aracılığıyla akan su miktarı yıllık 660 milyar metreküptür.

Karadeniz su seviyesi genel olarak Marmara Denizi su seviyesinden yüksek olarak kabul edilir. Söz konusu seviye farkı mevsimden mevsime farklar gösterir. İstanbul Boğazı, Karadeniz'den alçak, Marmara Denizi'nden yüksek bir konumda yer alır. Düzey farklılığı Boğaz'ın başlangıç noktası ile bitiş noktası arasında toplamda 40 cm'yi bulması mümkündür. Son buzul çağından bu yana TBS' de oluşan tabakalı akım şartları değişmemiştir. Üst tabakadan Karadeniz' in az yoğunluklu suları Marmara Denizi' ne ve oradan Ege Denizi' ne Çanakkale Boğazı aracılığı ile taşınır iken aynı zamanda Akdeniz' in yüksek tuzluluğa ve bağılısı yüksek yoğunluklu sularını alt tabakadan TBS üzerinden Karadeniz' e taşınır. Karadeniz'den Marmara Denizi'ne sürekli bir yüzey akıntısı vardır. Yüzey akıntıları, Boğaz'ın orta kesimlerinde en şiddetli duruma gelirler. Akıntı kuvveti özellikle Kandilli açıklarından başlayarak güneye doğru saatte 5 kilometreyi bulan bir hızla güçlü bir biçimde devam eder. Yüzey akıntıları en kuvvetli hâllerini Karadeniz üzerinden gelen kuzey rüzgârlarının estiği dönemlerde alır. Olağan koşullarda 3-4 knot olan akıntı hızı, rüzgârlar ile beslendiğinde 7 knota kadar çıkar ve akış hızı hemen hemen bir nehir hızına ulaşır.

Marmara Denizi'nin suyunun Karadeniz'in suyundan neredeyse iki kat daha tuzlu olmasından dolayı bu iki denizin arasında büyük bir yoğunluk farkı bulunur. Daha tuzlu olan Marmara suyunun özgül ağırlığı Karadeniz ve Boğaz sularından daha fazladır. Bu nedenle bu iki su kütlelerini bağlayan Boğaz'da dip akıntıları oluşur. Bu akıntı türü Boğaz'ın 15-20 metre derinliğinden başlayarak derinliğin el verdiği ölçüde 45 metreye dek inebilmektedir. Boğaz'da kimi zaman da ana akıntının yolu üstünde bulunan koy ve burunların kıvrımlarına giren suyun, kıyıdaki kıvrımları izleyerek ters yönde akmasıyla da anafolar oluşur. Bu anafoların ana yüzey akıntısına tekrar karıştığı noktalarda girdaplar görülür. Bu eğimler denizciler arasında "ayna" olarak da adlandırılır. Oluşan anafoların büyüklüğü ve şiddeti, ana akıntının günlük şiddetine doğru orantılı olarak artar. Boğaz'ın ters akıntılarının yönü, büyüklüğü ve şiddeti hava koşullarıyla, özellikle de rüzgârlarla bağlantılıdır. Esen rüzgâr kible ya da lodossa anafor akıntısının eni 1 gomina kadar daralır.

Güneyden esen rüzgârların çok kuvvetli olduğu zamanlarda, ana akıntı Boğaz'ın tamamını kaplayarak kuzeye yönelir. Üsküdar'ın kuzeyindeki koyda ters akıntı dar bir çizgide kuzeydoğu yönünde akar. Lodos esmesi hâlinde Boğaz'ın orta kesimlerine kadar ilerleyebilir.

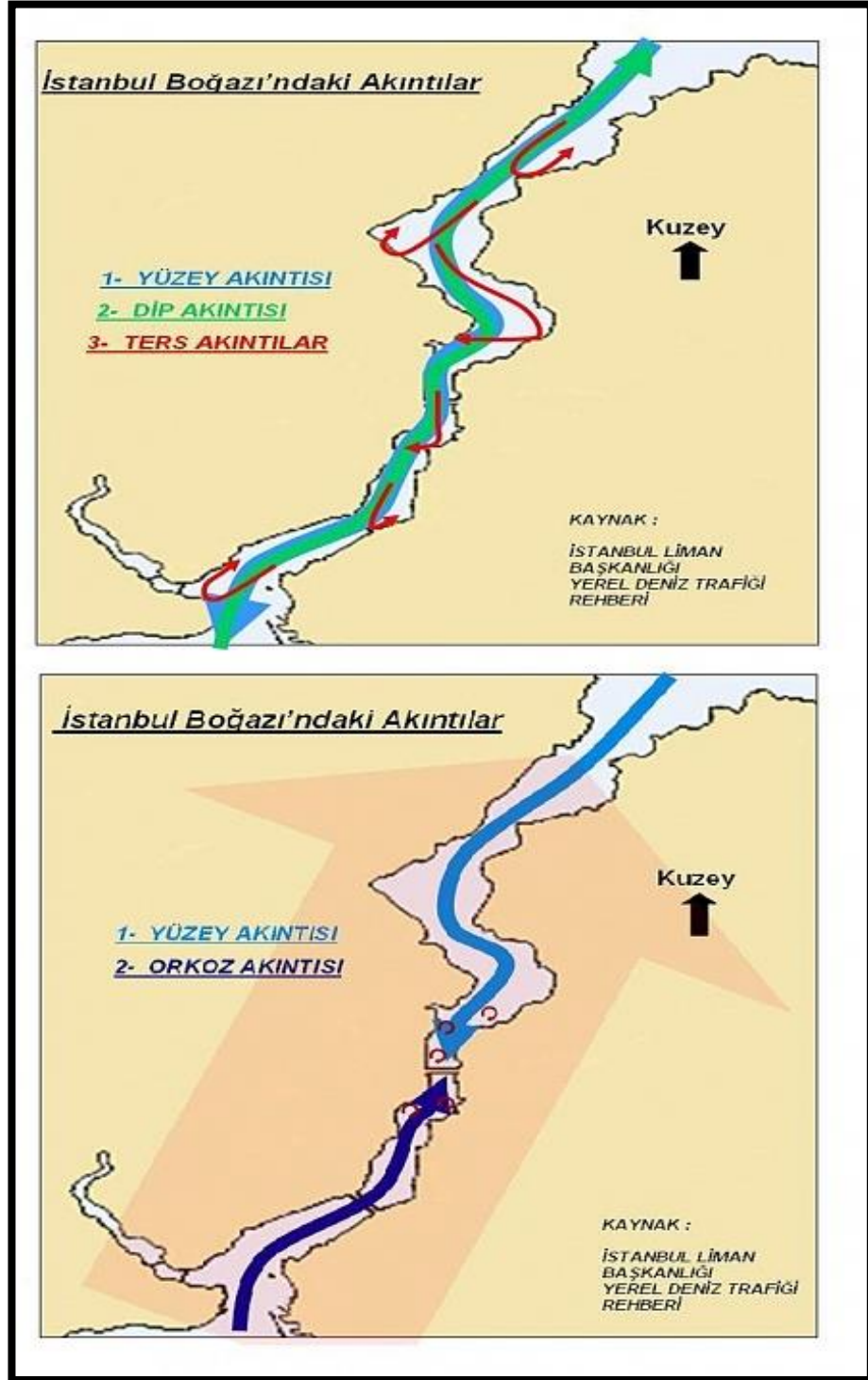
Beylerbeyi semtinin kuzeydoğusunda bulunan koyda, Vaniköy'deki koyda, Anadoluhisarı'nda ve İstinye ile Bebek koylarının dış bölümlerinde kısa ters akıntılar vardır.

Büyükdere Koyu'nda, 0.5 mil hızında bir ters akıntı kıyı şeridini izleyerek poyraz yönünde Mesar Burnu'na dek çıkar. Bu burunun kuzeydoğusunda ise başka bir ters akıntı girdap oluşturarak Tellitabya'ya ulaşır. Garipçe Burnu ile Rumeli Burnu arasında yer alan koylarda kuzey yönlü küçük çaplı ters akıntılar vardır.

Selvi Burnu'nun güneydoğusunda bulunan koyda ve İncirköy ile Beykoz limanlarının içinde bulunduğu Paşabahçe Koyu'nda, kıyıdan açıklara doğru, büyüklüğü 4 gominaya kadar çıkabilen büyük anaför akıntıları vardır. Boğazda ters akıntı bulunan diğer noktalar Fil Burnu'nun iki yakası, Keçilik Koyu, Poyraz Burnu, Umuryeri Koyu'nun güney kesimleridir.

İstanbul Boğazı'na özgü, güçlü akıntılardan biri de orkozdur. Orkozlar, başta lodos olmak üzere güneyden kuvvetli rüzgârların Marmara'nın sularını kuzeye yığmasından ötürü oluşur. Bu zamanlarda Boğaz'ın Marmara girişinde sular yarım metreye kadar yükselir. Bu olağandışı yükselme Boğaz'ın akıntı rejimini de değiştirir ve yüzeyde orkoz adı verilen ters akıntılar oluşur. Bu akıntının hızı zaman zaman 6-7 knota kadar çıkar ve Karadeniz'den Marmara'ya olan yüzey akıntısının hızına erişir. Orkozlar, yıl içinde birkaç kez görülür ve şehir hatları vapurlarının seferlerini iptal ettirecek kadar kuvvetli olabilirler.

İstanbul Boğazı'nda oluşan üst akıntılar orkoz ve kuvvetli rüzgârların neden olduğu ters akıntılar dışında genelde kuzeyden güneye doğrudur. Boğaz'ın keskin dönüşler gerektiren kıvrımlı yapısı da bu akıntılara eklenince gemiler için İstanbul Boğazı en zorlu rotalardan biri hâline gelir. Manevra yaparken Boğaz'ın karşı trafik şeridinde savrulmak, arkadan gemiyi iten güçlü akıntı nedeniyle hızını alamayıp karaya oturmak Boğaz'daki en yaygın kazalardandır. İstanbul Boğazı'nda kazaya uğrayan gemilerin çoğunlukla Karadeniz yönünden gelenler olmasının nedeni işte bu akıntılardır. Akıntılara karşı zamanında ve yerinde müdahalede bulunulmaması durumunda yer yer kıyıda bile derinliği 10 metre olabilen Boğaz'da gemilerin evlerin içlerine kadar girerek karaya oturması olayları yaşanmaktadır (Şekil 21).



Şekil 21. İstanbul Boğazı'nın genel akıntı haritası (İLB, 2010)

Özellikle kış süresince uzun süren poyraz fırtınaları güney yönlü yüzey akıntılarını güçlendirir. Boğazın güney çıkışı Haydarpaşa Mendirek açıklarında hızı 8 knots'a ulaşan güney yönlü güçlü bir akıntı oluşturabilmektedir.

Sonuç olarak İstanbul Boğazında meteorolojik ve oşinografik şartların en etkin olduğu alan sektör Kandilli olarak bildiğimiz alan olup ardından sektör Kadıköy ve sektör Türkeli sırasıyla riskli bölgeleri oluşturmaktadır.

### **6.1.3. Kıyusal Nüfus Yoğunluğu Riskli Alanlar**

İstanbul Boğazının kıyusal nüfus yoğunluğu dağılımını anlamak için genelden özele doğru nüfusu ve insanların bölgelere göre dağılımını incelemek faydalı olacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki tüm dünya genelinde kıyı şeritleri şehir kurmak ve yerleşmek için bir cazibe merkezi olmuş ve daima tercih edilmiştir. Bu İstanbul için de yüzyıllar boyunca geçerli olagelmıştır. Bunun yansira içinden boğaz vasıtalıyla deniz geçen tek şehri İstanbul' dur.

İstanbul, sadece ülkemiz için değil asahip olduğu pekçok tarihi ve sosyo ekonomik özellikleri ile Dünya' nın sayılı metropollerinden biridir. Şehir, iktisadi büyüklük açısından dünyada 34., nüfus açısından belediye sınırları göz önüne alınarak yapılan sıralamaya göre Avrupa'da birinci sırada yer almaktadır. İstanbul kıtalararası bir şehir olup, Avrupa'daki bölümüne Avrupa Yakası veya Rumeli Yakası, Asya'daki bölümüne ise Anadolu Yakası veya Asya Yakası denir. Tarihte ilk olarak üç tarafı Marmara Denizi, Boğaziçi ve Haliç'in sardığı bir yarım ada üzerinde kurulan İstanbul'un batıdaki sınırını İstanbul Surları oluşturmaktaydı. Gelişme ve büyüme sürecinde surların her seferinde daha batıya ilerletilerek inşa edilmesiyle 4 defa genişletilen şehrin 39 ilçesi vardır. Sınırları içerisinde ise büyükşehir belediyesi ile birlikte toplam 40 belediye bulunmaktadır. Genel olarak nüfus dağılımı incelendiğinde doğu-batı ekseninde nüfusun Asya / Anadolu yakasında, kuzey-güney ekseninde ise kuzeyin daha ormanlık ve yerleşime açılmamış olması nedeniyle güney kesiminde nüfusun yoğunlaştığı gözlenmektedir (Tablo 17).



Tablo 17 : İstanbul ve İlçelerinin 2012 Nüfus sayımı sonuçlarına göre dağılımı (TİKB, 2013)

İSTANBUL İLİ SINIRLARI DAHİLİNDE 5747 SAYILI KANUN KAPSAMINDA OLUŞTURULAN 39 İLÇEYE AİT ALAN VE NÜFUS BİLGİLERİ							
<u>TOPLAM ALAN</u> 5.461 km <sup>2</sup>		<u>NÜFUSU</u> 13.854.737		<u>KARA ALANI</u> 5.343 km <sup>2</sup>		<u>GÖL, BARAJ VE BENT ALANI</u> 117 km <sup>2</sup>	
	İLÇE	KARA ALANI	*NÜFUS		İLÇE	KARA ALANI	*NÜFUS
	Avrupa Yakası	3.474,35	8.963.429		Anadolu Yakası	1.868,87	4.891.308
1	Arnavutköy	506,55	206.299	1	Adalar	11,05	14.552
2	Avcılar	42,01	395.274	2	Ataşehir	25,20	395.758
3	Bağcılar	22,36	749.024	3	Beykoz	310,36	246.352
4	Bahçelievler	16,62	600.162	4	Çekmeköy	148,16	193.182
5	Bakırköy	29,64	221.336	5	Kadıköy	25,09	521.005
6	Başakşehir	104,30	316.176	6	Kartal	38,54	443.293
7	Bayrampaşa	9,61	269.774	7	Maltepe	52,97	460.955
8	Beşiktaş	18,01	186.067	8	Pendik	179,99	625.797
9	Beylikdüzü	37,78	229.114	9	Sultanbeyli	29,10	302.388
10	Beyoğlu	8,91	246.152	10	Sancaktepe	62,42	278.998
11	Büyükçekmece	157,72	201.077	11	Şile	781,72	30.218
12	Çatalca	1.040,38	63.467	12	Ümraniye	45,31	645.237
13	Esenler	18,43	458.694	13	Üsküdar	35,33	535.916
14	Esenyurt	43,13	553.369	14	Tuzla	123,63	197.657
15	Eyüp	228,42	356.512				
16	Fatih	15,59	428.857				
17	Gaziosmanpaşa	11,76	488.258				
18	Güngören	7,21	307.573		İlçe Sayısı		39
19	Kağıthane	14,87	421.356		Mahalle Sayısı		783
20	Küçükçekmece	37,54	721.910		Köy Sayısı		151
21	Sarıyer	151,30	289.959				
22	Silivri	869,52	150.183				
23	Sultangazi	36,30	492.212				
24	Şişli	34,80	318.217				

İstanbul Boğazı boyunca kıyı alanlarındaki ilçelerin dağılımları kuzey- güney aksında incelendiğinde Avrupa yakasında sırasıyla Sarıyer-Beşiktaş ve Fatih, Asya yakasında ise Beykoz-Üsküdar ve Kadıköy ilçeleri bulunmaktadır. Sırasıyla bu ilçeler ve km<sup>2</sup> başına insan dağılımları aşağıdaki gibidir (Tablo 18);

Tablo 18. Km<sup>2</sup> başına insan dağılımları

AVRUPA YAKASI (TİKB, 2013)

<u>İLÇE</u>	<u>NÜFUS</u>	<u>YÜZÖLÇÜMÜ</u>	<u>KM<sup>2</sup>/İNSAN</u>
Sarıyer	289.959	151,30	1916,45
Beşiktaş	186.067	18.01	10331,31
Fatih	428.867	15,59	27509,10

ASYA YAKASI

<u>İLÇE</u>	<u>NÜFUS</u>	<u>YÜZÖLÇÜMÜ</u>	<u>KM<sup>2</sup>/İNSAN</u>
Beykoz	246.352	310,36	793,76
Üsküdar	535.916	35,33	15168,86
Kadıköy	521.005	25,09	20765,44

Yukarıda incelenen tüm veriler ışığında nüfus yoğunluğunun İstanbul Boğazının orta ve güney kesiminde arttığından ve bu alanlarda gerçekleşecek bir kaza ve büyük çaplı sızıntı sonrasında km<sup>2</sup> başına 12.500 kişinin vefat, hayati risk, ağır yaralanmalar ve yanıklar ile karşılaşması muhtemeldir. Bu hasar rakamları sızıntının büyüklüğüne, sahile yakınlığına ve yakın sahildeki yapıların ve anlık insan dağılımına göre artış gösterebilecektir.

Çalışmanın inceleme ölçeğinde kıyısal alanların yerleşimi kapsamında incelendiğinde ise sırasıyla Sektör Kandilli- Sektör Kadıköy ve Sektör Türkeli alanlarının en riskli bölgeler olacağı sonucuna ulaşabiliriz.

#### 6.1.4. Kıyasal Yerleşimin Özelliklerine Göre Riskli Alanlar

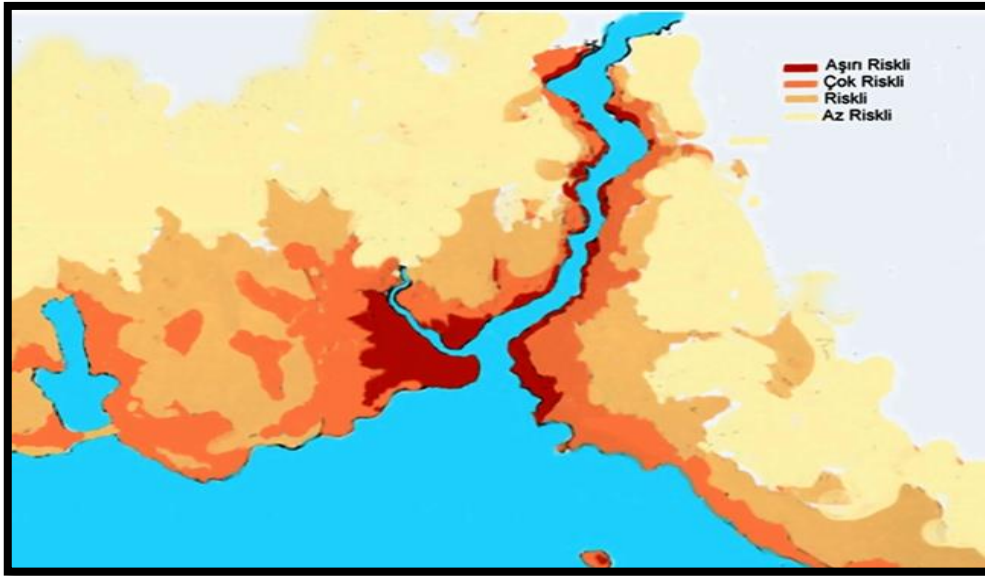
İstanbul Boğazının kıyılarındaki yerleşim alanları zaman içinde gerek nüfus yapısı ile gerekse sahip olduğu diğer özellikler ile gün geçtikçe gelişmektedir. Tarihsel özelliği bünyesinden barındıran çok sayıda yapı boğaz kıyısında inşaa edilmiştir (Saraylar, camiiler, köşkler, vb.). Geleneksel Türk mimarisinin önemli unsurları olan söz konusu binalarda ahşap malzeme oldukça yoğun olarak kullanılmıştır. Olası bir LNG tanker kazası sızıntısı sonucu oluşacak patlama ve termal radyasyon bu yapıları kolaylıkla tutuşturabilir ve büyük yangın riskleri oluşturabilir. Bu durumda oluşacak maddi hasarı da önceden boyutlandırmak çok zordur nitekim bazıları değer biçilemez değerdedir. Bunlardan bazılarını hatırlamak gerekirse Dolmabahçe ve Beylerbeyi Sarayları, Küçüksu ve Beykoz Kasrı, Ortaköy Büyük Meciye , Kabataş Kılıç Ali Paşa Cami, Hasip Paşa Yalısı, Muhsinizade Yalısı, Ahmet Fethi Paşa Yalısı, Tophane Müşiri Zeki Paşa Yalısı, Kıbrıslı Yalısı, Tahsin Bey Yalısı, Kont Ostrorog Yalısı, Şehzade Burhaneddin Efendi Yalısı, Zarif Mustafa Paşa Yalısı ve Nuri Paşa Yalısı sadece sayıca küçük bir kısmını ifade eder (Şekil 22).



Şekil 22. Dolmabahçe Sarayı'nın denizden görünümü

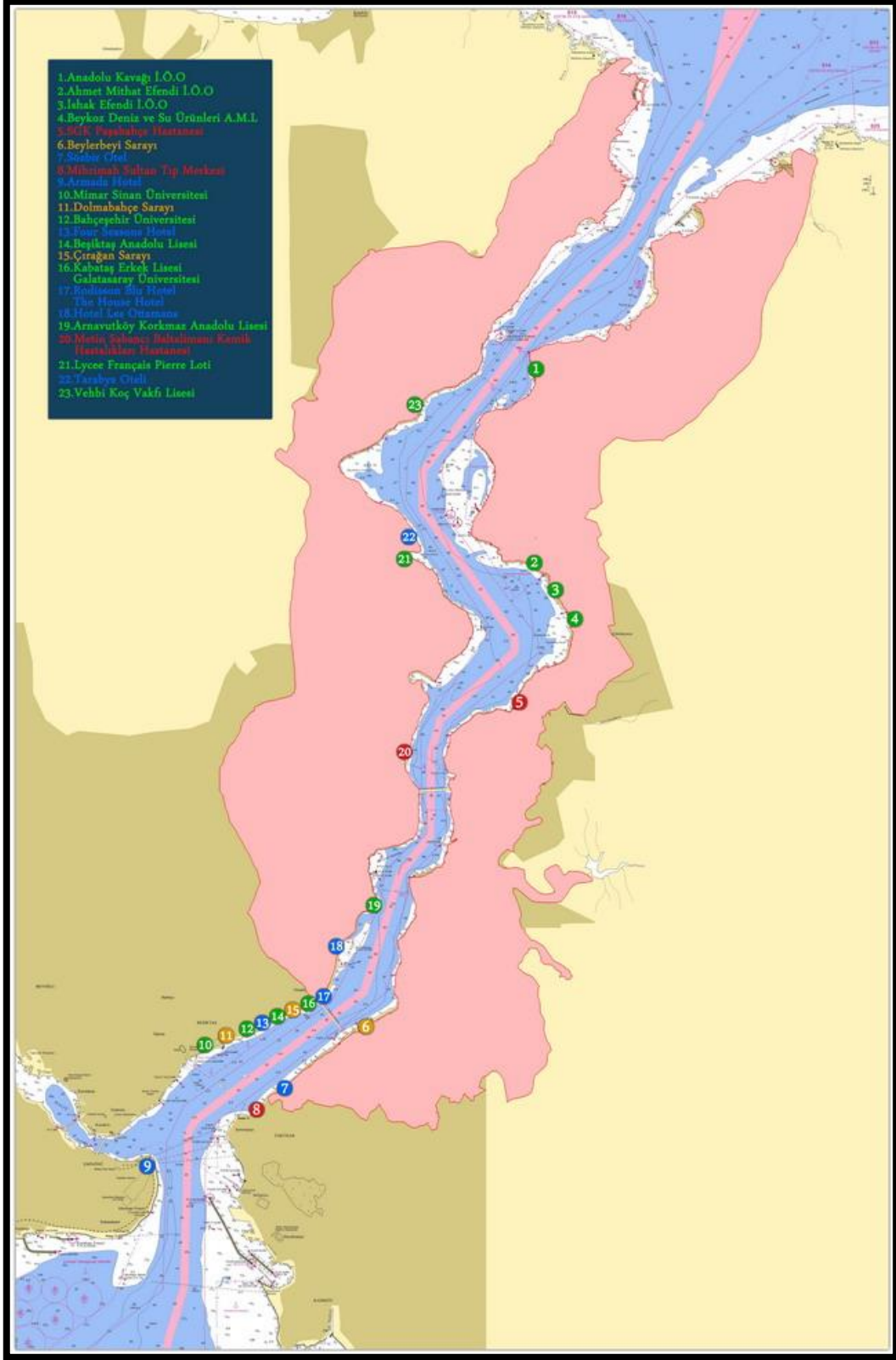
Yalı, İstanbul Boğazı'nın iki yakasına dağılmış, denize sıfır, genelde iki, bazen de üç katlı olabilen konutlara verilen genel adıdır. Osmanlı döneminde kıyılara inşa edilmeye başlanan yalılar, Boğaziçi mimarisinin en seçkin örneklerinden olmuş ve yıllar boyunca İstanbul Boğazı ile özdeşleştirilmiştir. Yüzyıllar boyunca İstanbul Boğazı'nın iki yakasında yapılan yalılardan günümüze ulaşanların sayısı yaklaşık 360'tır. Hemen hemen tamamı koruma altında olan söz konusu yapılar geleneksel Türk mimarisinin ve Osmanlı esnetik zarafetinin sembolleri olarak kabul görmektedir.

Yalıların en büyük özelliği denize sıfır konutlar olmaları olsa da, zaman içinde kimi yalılar gerek konut sahiplerince mekân kazanmak için önleri toprak doldurularak, gerekse kıyı şeridine yol yapmak için belediye tarafından geri plana alınarak denizden kısmen uzaklaşmıştır. Günümüzde büyük çoğunluğu hâlen eski hâllerini koruyan yalılar, hem İstanbul şehrinin, hem de Türkiye'nin en pahalı taşınmazları arasında yer alırlar. Boğaziçi yalılarının değerleri en yüksek olanları arasında Hasip Paşa Yalısı, Muhsinzade Yalısı, Ahmet Fethi Paşa Yalısı, Tophane Müşiri Zeki Paşa Yalısı, Kıbrıslı Yalısı, Tahsin Bey Yalısı, Kont Ostrorog Yalısı, Şehzade Burhaneddin Efendi Yalısı, Zarif Mustafa Paşa Yalısı ve Nuri Paşa Yalısı vardır. Mevcut 360 Boğaziçi yalısının maddi değerleri değişken olmakla beraber en gözde 10 yalının yaklaşık maddi bedelleri ve kısa bilgileri aşağıdaki gibidir (Şekil 23).



Şekil 23. İstanbul'un yangın risk haritası (TÜYAK, 2011)

Diğer taraftan İstanbul Boğazı ve kıyıları yüzyıllarca yıldır pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış eski yapılarla dolu olduğundan ve bu yapıların genellikle ahşap ve kolay yanabilir malzemelerden yapılmış olması başka bir risk unsurudur. Aşağıdaki harita bu anlamda hazırlanmış bir risk haritası olup kıyılarımızda oluşacak bir LNG tanker sızıntısı ve sonrası oluşacak termal radyasyonun etkileyerek büyük zarar vereceği alanları incelemek mümkündür (Şekil 24).



Şekil 24. İstanbul Boğazında kıyısıl yerleşimin nüfus yoğunluğu esaslı riskli alanlar haritası

Bu bölümde açıklanmaya çalışılan İstanbul Boğazında kıyısal yerleşimin özelliklerine göre riskli alanlar konusu için belli başlı ( okul, hastane, otel vb gibi ) risk gruplarına göre hazırlanmış genel bir risk haritası aşağıdaki şekildedir. Bu şekilde pembe renkle belirlenmiş alanlar Boğaziçi İmar Ön görünüm alanıdır. Bu alan; İstanbul Boğazı'nda Beşiktaş, Sarıyer, Beykoz ve Üsküdar ilçelerini kapsayan bölgedir. Boğaziçi Ön Görünüm Bölgesi; Avrupa yakasında, Ortaköy Camii'nden Rumelifeneri'ne; Anadolu yakasında Fethipaşa Korusu'ndan Anadolu Feneri'ne uzanır. Bölge, yapılaşmaya karşı Boğaziçi Kanunu, İmar Kanunu ve Gecekondü Kanunu ile korunmaktadır.

Sonuç olarak, İstanbul Boğazında kıyısal yerleşimin özelliklerine göre riskli alanlar belirlendiğinde en riskli alan sektör Kadıköy olarak bildiğimiz alan olup ardından sektör Kandilli ve sektör Türkeli sırasıyla diğer riskli bölgeleri oluşturmaktadır.

#### **6.1.5. Asma Geçiş Köprülerine Göre Riskli Alanlar**

Asma köprüler, dünya genelinde geniş açıklıkların aşılmasında en çok tercih edilen köprü tipidir. Asma köprüler geniş açıklıkların aşılmasını sağlayabilirler; ama ciddi bir sakıncaları vardır. Çok esnekler ve trafik yükü (özellikle yükün açıklığı bir uçtan dörtte bir uzaklığa etkilediği durumlarda) büyük bir çökmeye yol açabilir. Kısacası köprünün belirli bir alanına etki edecek itme yada çekme şeklindeki bir kuvvet vektörü köprü ve üzerindeki yaşamlar için hayati riskler taşır.

İstanbul Boğazındaki köprülerin yakınlarında oluşabilecek bir LNG tanker kazası ve sonrasında oluşacak büyük çaplı bir sızıntı ile oluşacak patlama ve yangınlar bu asma köprüler ve üzerindeki varlıklar ile insanlar üzerinde büyük zararlar oluşturabilir. Köprü üzerinde kaza esnasında bulunan insanların; vefat, hayati risk, ağır yaralanmalar ve yanıklar ile karşılaşması muhtemeldir. Bu hasar rakamları sızıntının büyüklüğüne, köprüye yakınlığına ve köprünün üstündeki anlık insan dağılımına göre artış gösterebilecektir.

İstanbul Boğazı üzerinde halen faal iki adet asma köprü bulunmaktadır. Bunlar Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet köprüsüdür. İstanbul Boğazında 2015 yılı sonunda tamamlanması planlanan ve inşası hızla devam eden Yavuz Sultan Selim köprüsü adında

üçüncü bir asma köprü daha bulunmaktadır. Bu köprüler hakkında detaylı bilgileri incelemek zararın boyutları hakkında tahminde bulunmamıza yardımcı olacaktır.

Boğaziçi Köprüsü, (Birinci Köprü olarak da bilinir) Karadeniz ile Marmara Denizi'ni birbirine bağlayan İstanbul Boğazı üzerinde yer alan iki asma köprüden biridir. Köprü'nün ayakları Avrupa Yakası'nda Ortaköy, Anadolu Yakası'nda Beylerbeyi semtlerindedir. Avrupa ve Asya ile sabit bağlantı olarak Türkiye ulaşım ağının çok önemli bir halkasını oluşturan köprüde, o dönemden bugüne trafik artışı beklenenin çok üstünde gerçekleşti. Köprü'nün ilk hizmete açıldığı yıl günlük ortalama araç geçişi 32 bin iken 1987'de bu sayı 130 bine, 2004 yılında ise 180 bine çıktı. 1991 yılında otobüsler hariç ağır tonajlı (4 ton ve üstü) araçların köprüden geçişleri yasaklandı. Boğaziçi Köprüsü 1978'den beri yaya trafiğine kapalıdır. İstanbul Boğazı üzerine yapılan ilk köprü olmasına atfen halk arasında Birinci Köprü olarak da adlandırılan Boğaziçi Köprüsü, sonra yapılan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve deniz ulaşımındaki taşıtlar ile birlikte kentin iki yakası arasında ulaşımı sağlar. 20 Şubat 1970 tarihinde yapımına başlanan köprü, 30 Ekim 1973 tarihinde saat 12.00'de, Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 50. yıldönümü şerefine devlet töreniyle hizmete açıldı. Yapımı tamamlandığında dünyanın en uzun dördüncü asma köprüsüyken, 2012 yılı itibarıyla yirmi birinci sırada bulunmaktadır.

Fatih Sultan Mehmet Köprüsü, (İkinci Köprü olarak da bilinir) İstanbul'da Kavacık ile Hisar üstü arasında, Asya ile Avrupa'yı Boğaziçi Köprüsü'nden sonra ikinci kez bağlayan asma köprü. Yapımına 4 Ocak 1986'da başlanılan ve ankraj blokları arasındaki uzunluğu 1.510 m, orta açıklığı 1.090 m, genişliği 39,4 m, denizden yüksekliği 64 m'dir. İnşaata 4 Ocak 1986 tarihinde başlanılmış ve halen dünyanın en büyük çelik asma köprüleri içinde 14. sırada yer alan bu büyük proje 3 Temmuz 1988 tarihinde tamamlanmıştır. Köprü'nün proje hizmetleri İngiliz Freeman, Fox ve Partners firması ve BOTEK Boğaziçi Teknik Müşavirlik A.Ş. firması tarafından yerine getirilmiş, inşaatını ise Türkiye'den STFA, Japon Ishikawajima Harima Heavy Industries Co. Ltd., Mitsubishi Heavy Industries Ltd. ve Nippon Kokan K. K. adlı şirketlerin oluşturduğu konsorsiyum 125 milyon dolar karşılığında üstlenmiştir. Fatih Sultan Mehmet Köprüsü projesinin temel özellikleri, taşıyıcı kule temellerinin boğazın iki yakasındaki yamaçlara oturması, kulelerin tabliye mesnet düzeyinden başlaması ve



tabliyesinin Boğaziçi Köprüsü'ndeki gibi ortotropik, berkitmeli panellerden oluşan aerodinamik enkesitli kapalı kutu biçiminde olmasıdır. Boğaziçi Köprüsü'nden farklı olarak bu köprünün askı kabloları dikey olarak düzenlenmiştir. Bu kablolar çiftli tertiplenmiş olup gerektiğinde bu kablolardan biri kolayca değiştirilebilecektir.

Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün kule temelleri 14 m x 18 m boyutunda ve ortalama 6 m yüksekliğindedir. Ama zemin durumuna göre yer yer kademeli olarak proje kotundan 20 m daha derine inilmiştir. Temellerin üzerinde yükseliği 14 m'ye varan betonarme kaideler yer almakta ve çelik kuleler bu kaidelerin içine 5 m kadar ankre edilmiş bulunmaktadır.

Köprünün ana bloklarına mesnet oluşturan bu kulelerin yüksekliği, temel betonu üst kotundan başlamak üzere 102,1 m'dir. Kuleler yüksek mukavemetli berkitmeli çelik panellerin birbirine bulonlanarak birleştirilmesiyle 8 kademe halinde monte edilmiştir. Boyutları tabanda 5 dm x 4 m, tepede ise 3 m x 4 m'dir. Düşey kuleler birbirlerine ikişer adet yatay kirişle bağlanmış olup, her birinin içinde bakım hizmetleri için bir asansör yerleştirilmiştir.

Taşıyıcı ana kablolar, her kulenin tepesinde yer alan kablo semeri üzerinden geçmektedir. Bunlar git-gel çekim yöntemi ile yapılmış, her seferinden ve bir doğrultuda 4 tel taşıyan kasağın 4 m/sn gibi çok yüksek bir hızda çalışması sağlanmıştır. Her ana kablo bir ankraj bloğundan öbürüne uzanan 32 tane büklüm grubundan, ayrıca tepedeki semerlerle ankraj blokları arasında yer alan 4 tane ek gergi bükümünden oluşmaktadır. Her bir bükümde 504 tane, ek bükümlerde ise 288 ve 264 tane çelik tel vardır. Galvanizli yüksek mukavemetli çelikten olan tellerin çapı 5,38 mm'dir. Kutu kesitli tabliye 33,80 m genişliğinde ve 3 m yüksekliğinde olup her iki yanında konsol olarak dışa taşan 2,80 m eninde birer yaya yolu bulunmaktadır. Dört gidiş dörtte geliş olmak üzere toplam sekiz şeritli tabliyenin aerodinamik biçimi rüzgar yükünü azaltmaktadır. Tabliye 62 üniteden oluşmaktadır. Çeşitli uzunluktaki bu üniteler birbirine kaynakla birleştirmiştir. Ağırlıkları 115-230 ton arasında değişen tabliye üniteleri, denizden palangalar ile yukarı çekilerek yerlerine yerleştirilmiştir. Köprü, 3 Temmuz 1988'de zamanın başbakanı Turgut Özal tarafından hizmete açılmıştır. Fatih Sultan

Mehmet Köprüsü, Edirne-Ankara arasındaki Trans European Motorway (TEM) in bir parçasıdır.

Yavuz Sultan Selim Köprüsü ya da Üçüncü Boğaz Köprüsü, İstanbul Boğazı'nın Karadeniz'e bakan kuzey tarafında yapımına başlanan üçüncü köprüdür. Köprü güzergahı, Avrupa Yakasında Sarıyer'in Garipçe köyü ile Anadolu Yakasında Beykoz'un Poyrazköy semtinde yer almaktadır. Yapımı tamamlandığında, 59 metre genişliği ile dünyanın en geniş, 1408 metrelik ana açıklığı ile üzerinde raylı sistem bulunan en uzun asma köprüsü ve 320 metreyi aşan yüksekliği ile dünyanın en yüksek kuleye sahip asma köprüsü olacaktır.

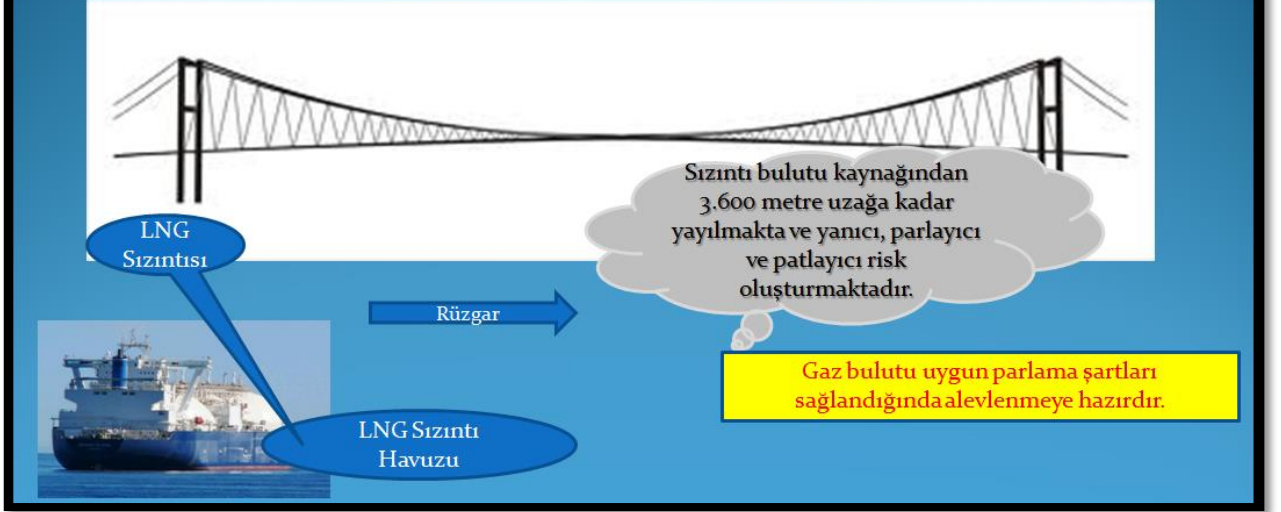
Sonuç olarak, Asya ve Avrupa arasındaki karayolu taşımacılığının yükünü çeken her iki köprüden günde 250 bin otomobil eşdeğerinde araç geçmesi gerekirken, bu miktar 600 bini bulmakta ve köprüler 2,5 kat kapasiteyle çalışmaktadır. Bu durum şehir için bir üçüncü köprü inşası durumunu ortaya çıkarmıştır.

İstanbul Boğazında biri inşası hızla devam eden ve çok yakın gelecekte inşası tamamlanacak, iki adedi faal üç adet asma köprü bulunmakta olup bu köprüler altlarında deniz seviyesinden 64 metre açıklık bırakacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Bu sayede İstanbul Boğazında deniz yolu ile yapılan uluslar arası deniz ticareti normal şartlarda 24 saat kesintiye uğratmadan devam eder. Ne var ki, Sandia Ulusal Laboratuvarında LNG sızıntıları sonucu oluşacak gaz bulutu kaynağından 3.600 metre uzağa kadar yayılabilmekte ve yanıcı, parlayıcı ve patlayıcılığını ve beraberinde getirdiği tüm riskleri uzak noktalara taşıyabilmektedir (Şekil 25).

## LNG SIZINTISININ MUHTEMEL RİSKLERİ

### ➤Asma köprüler üzerinde oluşacak potansiyel riskler:

➤İstanbul Boğazı üzerinde ikisi faal biri inşa halinde üç adet asma köprü vardır. Mevcut köprülerden günde yaklaşık 600.000 araç geçmektedir.



Şekil 25. LNG sızıntısının İstanbul Boğazındaki asma köprüler üzerindeki riskleri

Tüm bu riskleri önlemek üzere A.B.D Federal Düzenlemeler Kodu / 33 CFR 165.110 – (Safety and Security Zone; Liquefied Natural Gas Carrier Transits and Anchorage Operations, Boston, Massachusetts.) LNG tankerlerinin geçişlerinde bir emniyet bölgesi oluşturulmasına karar verilmiştir. Federal düzenlemeye göre üzerinde yol bulunan bir LNG tankerinin önünde 2 deniz mili arkasında bir deniz mili ve yanlarında çeyrek deniz mili genişliğinde emniyet alanı oluşturmak gerekmekte ve bu alana hiçbir süratle riskli bir şeyin girmemesini temin etmek üzere askeri ve sivil güçlerden koruyucu botlar bulundurulmalıdır. Bu emniyet kuralından hareketle en az 3 millik bir emniyet koridoru düşünülürse azami geçiş hızı 10 knots/saat olan İstanbul Boğazında 20 dakikalık bir süre her köprünün altından geçişte köprü araç trafiği durdurulmalıdır. Bu duraksamalar İstanbul trafiği üzerinde ve günlük hayat üzerinde olumsuz etkiler oluşturacaktır. Ancak ticaret hareketleri ( Tırlar, kamyonlar, otobüsler ve minibüsler vb. gibi ) ve acil durum trafiği ( Ambulanslar, İtfaiye araçları vb.) üzerinde de olumsuz etkileri olacaktır. Sadece akan bir trafiğin durmasının sağlanması ve tekrar nominal trafik hızına ulaşılması bile ekstra gecikmelere sebep olacaktır. Tüm bu zaman

ve maddi kayıpların hesaplanması bile çok fonksiyonlu karmaşık problemlerin çözümlenmesini gerektirir ki biz bu detaylara burada değinmeyeceğiz.

Sonuç olarak, İstanbul Boğazında asma köprülerin konumlarına göre riskli alanlar belirlendiğinde en riskli alan her iki asma köprüyü sınırlarında bulunduran sektör Kandilli olarak bildiğimiz alan olup ardından sektör Kadıköy ve sektör Türkeli sırasıyla diğer riskli bölgeleri oluşturmaktadır.

#### **6.1.6. Yerel Deniz Trafikine Göre Riskli Alanlar**

Türk Boğazları; 17 deniz mili uzunluğunda İstanbul Boğazı, 110 deniz mili uzunluğunda Marmara Denizi ve 37 deniz mili uzunluğunda Çanakkale Boğazı'ndan oluşan toplam 164 deniz mili uzunluğunda, gemilerin geçiş yaptığı su yoludur. Bu su yolunun alternatifi yoktur ve tüm ülkeler, özellikle Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin ekonomileri için çok önemlidir.

Türk Boğazları seyir emniyeti ve deniz güvenliği açısından özel önemi haiz olmasının yanı sıra, coğrafi, oşinografik ve meteorolojik özellikleri ile de emniyetli seyri kısıtlayıcı unsurları barındırmaktadır. İstanbul Boğazı'ndan yaklaşık 27-28 adedi tehlikeli yük taşıyan olmak üzere her gün yaklaşık 150 gemi geçiş yapmakta olup, yaklaşık 2 milyon insanın taşındığı 2500 adet yerel deniz trafiği hareketi ile İstanbul Boğazı dünyadaki en dar ve gemiler için çok riskli bir su yoludur. Benzer özelliklere sahip ve dünyadaki en dar ve kavisli suyollarından biri olan Çanakkale Boğazı'ndan da yaklaşık 25-26 adedi tehlikeli yük taşıyan olmak üzere her gün yaklaşık 130 gemi geçiş yapmakta olup, boğazın belirli bölgelerinde yoğunlaşan yerel deniz trafiği boğazdaki seyir emniyeti ve deniz güvenliğini önemli ölçüde etkilemektedir.

İstanbul Boğazı'nda deniz trafiği yoğunluğunun çok yüksek olması, geçen gemilerin boylarında ve tonajlarındaki artış, tehlikeli yük taşıyan gemi geçişlerinde görülen artış, karmaşık ve zor trafik yapısı, deniz kazalarındaki artış, olumsuz hava, deniz, akıntı ve iklim şartları, çevre koşulları ve mahalli tehlikeler, ulusal ve uluslararası gelişmeler ile bölgedeki diğer denizcilik faaliyetleri göz önüne alındığında, İstanbul Liman Başkanlığı İdari sınırları

içerisinde yolcu ve yük taşımacılığı yapan yerel deniz trafiğinin denetlenmesi ve düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte İstanbul Boğazı, dünyada deniz trafiğine açık 264 boğaz arasında, tarihi kültürü ve güzellikleri barındırması açısından dünyada bir eşi ve benzeri olmayan özelliklere sahiptir.

İstanbul Boğazı'nın en dar yeri 700 metre, en geniş yeri 1500 metredir ve 12 keskin dönüşe sahiptir. Boğazın dört noktasında 45 derecelik, Yeniköy'de ise 80 derecelik rota değişikliği yapılması gerekmektedir. İstanbul Boğazı'nda ortalama derinlik 35 metre olup, Sarayburnu, Kızkulesi, Umuryeri, Yeniköy, Büyük Liman Bankları, Salacak, Kandilli ve Arnavutköy Burnu gibi sığıkların, kayalıkların ve bankların bulunduğu bölgeler mevcuttur.

İstanbul Boğazı özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yoğun sis, kış aylarında ise yağmur, kar ve kuvvetli kuzey rüzgarlarının etkisindedir. Özellikle kış aylarında boğazdaki akıntı hızının 6-8 deniz miline çıkması ve yer yer kuvvetli orkoz akıntıları oluşması İstanbul Boğazı'nda deniz trafiğini olumsuz olarak etkilemektedir.

Fiziksel, oşinografik ve meteorolojik olarak emniyetli seyri kısıtlayıcı unsurların yanında, İstanbul Boğazı Panama Kanalı'nın dört katı, Süveyş Kanalı'nın üç katı yoğunluğunda deniz trafiğine sahiptir. Gemi inşa teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak büyüyen gemi boyutları ve bölgenin ticaret hacminin büyümesi ile doğru orantılı olarak artan Türk Boğazları'ndan geçen gemi sayısı, deniz trafiği ile ilgili tedbirlerin alınmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Montreux sözleşmesinin imzalandığı 1936 yılında, yılda ortalama 4500 gemi geçmekte iken günümüzde İstanbul Boğazı'ndan yılda ortalama 55000 gemi geçiş yapmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucu, LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) taşıyan bir tankerin İstanbul Boğazı'nda taşıdığı tüm enerjinin tek seferde boşalması şekliyle patlaması halinde 11 şiddetinde bir depreme eşdeğer etki kuvveti yaratacağı ve yaklaşık 50 km çapında bir alanda etkisi azalarak da olsa etkili olacağı ifade edilmektedir. 1999 yılında meydana gelen Marmara depreminin 7.4 şiddetinde olduğu göz önüne alındığında böyle bir patlamanın vahameti daha iyi anlaşılmaktadır.

Türk Boğazları'nda gemilerin emniyetle geçişlerini sağlamak ve kaza riskini en aza indirmek amacıyla hazırlanan “Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü” 1994 yılında yürürlüğe konmuş, 1998 yılında yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenlemeyle birlikte Türk Boğazları için hazırlanan ve IMO tarafından kabul edilen Trafik Ayırım Düzeni uygulamaya başlanmıştır. Bu uygulamayla birlikte Türk Boğazları'ndaki kaza sayılarında ciddi bir düşüş gözlemlenmiştir.

TBGTH, 30.12.2003 tarihinde aktif olarak hizmet vermeye başlamıştır. Bu tarihten itibaren Türk Boğazları'ndan geçen “Aktif Katılımcı” gemilere “Trafik Organizasyon Hizmeti”, Seyir Yardım Hizmeti” ve “Bilgi Hizmeti” vermek suretiyle Türk Boğazlarında seyir, can, mal ve çevre emniyetini arttırmak amacıyla görev yapmaktadır. Buna paralel olarak İstanbul Liman Başkanlığı İdari sınırları içerisinde seyir yapan yerel deniz trafiğinin denetimi ve düzenlenmesi ile yerel deniz trafiğinde yer alan deniz araçlarını kullananların mevzuat ve uygulamalara ilişkin eğitilmeleri Türk Boğazları'nda seyir emniyetinin ve deniz güvenliğinin artırılması açısından kaçınılmazdır.

İstanbul Boğazı'nda yoğun bir yerel deniz trafiği mevcuttur. Her ne kadar ülkemizde deniz yolu özellikle kara yoluna nazaran oldukça az kullanılıyor olsa da İstanbul'un kalabalık nüfusu, iş ve oturma yerlerinin şehrin farklı yakalarında olması nedeniyle deniz yolu insanlarımızın yoğun kullanımındadır.

Halen İstanbul Boğazı'nda tarifeli ve tarifersiz seferler yapan, deniz otobüsleri, yük ve yolcu taşıyan feribotlar, şehir hatları vapurları, yolcu motorları, gezi tekneleri, balıkçı tekneleri, acente motorları, kamuya ait botlar, römorkörler, sivil toplum örgütlerine ait tekneler, su altı ve sörvey çalışması yapan tekneler önemli bir yerel trafiğe neden olmaktadır. Bu yoğun yerel deniz trafiğinin TAD içerisinde oluşturduğu düzensiz ve karmaşık seyir yapısı, boğazdan geçen transit gemilerin emniyetli seyrini zaman zaman etkilemektedir.

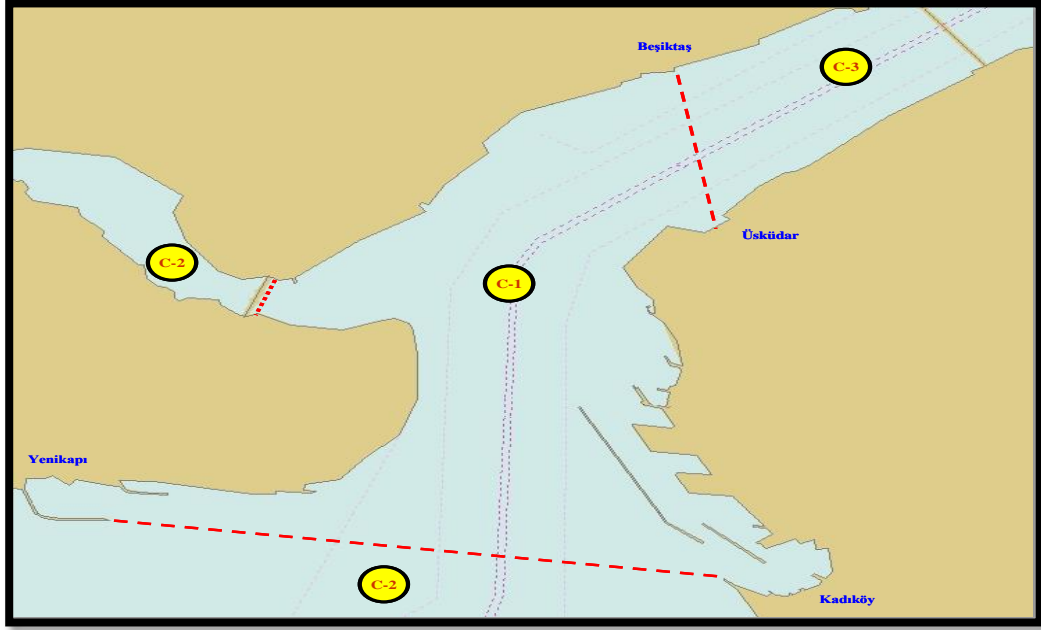
Mevcut sefer tarifelerine göre “Yerel Trafik Rehberi”nde belirtilen saha içerisinde tarifeli sefer yapan deniz otobüsleri, feribotlar, şehir hatları vapurları, yolcu motorları yaklaşık olarak 2025 sefer yapmaktadır. Bunun dışında gezi tekneleri, balıkçı tekneleri, acente

motorları, kamuya ait botlar, römorkörler, sivil toplum örgütlerine ait tekneler, su altı ve sörvey çalışması yapan tekneler gibi tarifersiz sefer yapan teknelerin de yaklaşık olarak günde 500'ün üzerinde sefer yaptığı göz önüne alınırsa İstanbul Boğazı'nda ortalama 2500'ün üzerinde bir yerel trafik hareketinden bahsedebiliriz.

İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafik Rehberindeki belirtilen seyir alanları göz önünde bulundurularak aşağıdaki 3 bölgede incelenmiştir. Bu bölgeleri açıklamak gerekirse; C-1 Bölgesi; İstanbul Boğazı'nda yerel trafiğin en yoğun olduğu, güneyde Kadıköy-Yenikapı, kuzeyde ise Üsküdar-Beşiktaş sınırları arasında kalan (Haliç içi seferler hariç) bölge olup bu bölgeden diğer bölgelere karşılıklı yapılan seferleri içermektedir. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; Kadıköy, Haydarpaşa, Yenikapı, Sirkeci, Eminönü, Karaköy, Kabataş, Beşiktaş ve Üsküdar iskeleleridir.

C-2 Bölgesi; C-1 Bölgesinin güneyinde kalan (Haliç içi seferler bu bölgeye dâhil edilmiştir) Transit trafiği çok fazla etkilemeyen, “Yerel Trafik Rehberi”nde belirtildiği gibi İstanbul Liman Başkanlığı idari sınırları içerisinde kalan ve bu bölge içerisinde Marmara içerisinde olup, Bölge dışarısında kalan iskelelere yapılan seferler bu gruptadır. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; Bostancı, Kartal, Pendik, Yalova, Adalar, Bakırköy, Avcılar, Sarayburnu, Avşa-Marmara Adaları, Yenikapı, Armutlu, Bandırma ve Haliç içerisinde bulunan iskelelerdir.

C-3 Bölgesi; C-1 Bölgesinin kuzeyinde kalan iskeleler arasında yapılan seferler bu bölgededir. Bu bölgede sefer yapılan iskeleler; A.kavağı, R.kavağı, Sarıyer, Büyükdere, Yeniköy, İstinye, Beykoz, Paşabahçe, A.hisarı, Bebek, Ortaköy, Çubuklu, Kanlıca, Kandilli, Arnavutköy, Emirgan, Çengelköy, Beylerbeyi, Kuzguncuk iskeleleridir (Şekil 26).



Şekil 26. Yerel Trafik Bölgeleri (İLB, 2010)

#### Yerel Deniz Trafiğini Kullanan Gemilerin Uyması Gereken Kurallar

1. Yerel deniz trafiği kapsamındaki gemiler, İdare tarafından kendileri için belirlenmiş kurallar ve kendilerine ilişkin ulusal/uluslararası mevzuat ile bu Rehberde belirtilen diğer kurallara uymak zorundadırlar.
2. Yerel deniz trafiği kapsamındaki gemilerin kaptanları kendilerine düzenlenecek eğitimleri başarıyla tamamlayarak, İstanbul Liman Başkanlığı tarafından verilecek “İstanbul Boğazı Yerel Deniz Trafiği Eğitim Sertifikası” almak zorundadırlar. Yerel deniz trafiği kapsamındaki gemilerde sertifikası olmayan kaptan çalıştıran işletmelere, kooperatiflere kulüplere, derneklere, odalara İstanbul Liman Başkanlığı tarafından mevzuatın öngördüğü cezalar uygulanır.
3. Yerel deniz trafiği kapsamındaki gemiler içinde buldukları TBGTH Sektör kanalını ve kendilerine tahsis edilen kanalı sürekli dinleyecekler, sektör kanalını amacı dışında kesinlikle kullanmayacaklar ve İGTHM tarafından verilen talimatlara uyacaklardır. Kendileri arasındaki haberleşmeyi kendilerine tahsis edilmiş VHF kanalı üzerinden yapacaklardır.



4. İstanbul Limanı İdari sınırları içerisinde seyrederken mümkün olduğunca Trafik Ayırım Düzeni dışında sahile yakın deniz alanlarını kullanacaklardır. Trafik Ayırım Düzeni içerisinde seyretmek zorunda olan gemiler uygun trafik şeridinde, o şeridin genel trafik akım yönünde dış sınıra yakın olarak ve geçiş yapan gemilere çapariz vermeden ilerleyecektir. Karşıdan karşıya geçerken Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü (COLREG) 10 uncu kurala uygun olarak Trafik Ayırım Düzeni içerisinde dik açığa en yakın bir açıyla ve en kısa yoldan geçecekler, geçiş esnasında boğaz geçişi yapan gemilere çapariz vermeyeceklerdir.
5. İstanbul Liman Başkanlığı İdari Sınırları içinde bulunan, yolcu indirme-bindirme amaçlı kullanılan iskelelerde ve/veya bu iskeleler arasında kalan rotalarda görüş mesafesi Altıncı Bölüm Madde 21’de belirtildiği şekilde olması durumunda; yerel deniz trafiğinde faaliyet gösteren tüm gemi kaptanları seferlerini iptal edecek ve işletmelerine/donatanlarına, Liman Başkanlığına ve İGTHM’ye bilgi vereceklerdir.
6. Trafik Ayırım Düzeni içerisinde durmak ya da demirlemek yasaktır. Mücbir hallerde demirlemek/durmak zorunda kalan gemi durumunu ivedilikle ilgili VHF kanalından İGTHM’ne bilgi verecektir.
7. Zorunlu kalmadıkça Boğaz geçişi yapan gemilerin pruvalarından geçmeyecekler; zorunluluk hallerinde İGTHM’ye bilgi vererek transit geçiş yapan geminin pruvasından en az 5 gomina açık geçecekler, karşıdan karşıya geçişler mümkün mertebe geçen geminin pupasından yapılacak ve boğaz geçişi yapan gemilerin bordalarına ve pupalarına, 0.5 gominadan fazla yaklaşmayacaklardır.
8. Yerel deniz trafiğinde kullanılan ahşap gemiler ile zaman zaman yerel deniz trafiğinin yoğun olduğu bölgelere girip çıkan tekne, gezi teknesi, balıkçı teknesi vb. deniz vasıtaları radar reflektörü taşımak suretiyle seyir emniyetine katkı sağlayacaklardır.
9. Trafik Ayırım Düzeni içerisinde balıkçılık dâhil hiç bir faaliyette bulunmayacaklardır. TAD içinde yelkenle, kürekle seyretmek ve yüzmek yasaktır. Ancak sportif amaçlı

yelken, kürek ve yüzme yarışları ile gösteri ve merasim geçişleri İdare'nin iznine ve yapılacak düzenlemeye tabidir.

10. Haliç'teki köprülerin açık bulunduğu zamanlarda, Sirkeci'yle Karaköy rıhtımları ve Galata ve Unkapanı köprüleri arasında kalan alanda deniz araçları karşıdan karşıya geçmeyeceklerdir.
11. Köprüler kapalı iken, köprü altından geçecek yerel trafiği kullanan gemiler, gece üstünde yeşil ışık yanan, gündüz ise üstünde yeşil plaka bulunan taraftan geçeceklerdir.
12. İstanbul Limanı İdari sınırlarında yerel deniz trafiğini kullanan gemiler herhangi bir deniz kirliliğine sebebiyet vermeyecek ve verenleri gördüğünde İGTHM'ye, Liman Başkanlığına ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Ve Kontrol Daire Başkanlığı'na rapor edeceklerdir.
13. Yerel deniz trafiğini kullanan gemiler İstanbul Boğazı içinde ve Haliç'te çevreyi rahatsız edecek gürültü seviyesinden (85 desibel) kaçınacaklardır. Zorunlu olmadıkça düdük çalınmayacak, ses şiddeti 85 desibelin üzerinde müzik yayını yapılmayacaktır.
14. Yerel deniz trafiğini kullanan gemilerin İstanbul Boğazı'nda her iki Boğaz köprüsünün ayaklarına 50 metreden fazla yaklaşmaları yasaktır.
15. İstanbul Limanı idari sınırları içerisinde yerel deniz trafiği kapsamında yolcu taşıyan gemiler ile yük taşımayan yük gemilerinin Liman Başkanlığı'ndan yola elverişlilik belgesi almasına gerek yoktur. Bununla birlikte tarifeli sefer yapan yolcu gemileri her personel değişiminde personel listesini Liman Başkanlığı'na bildirmek zorundadırlar.
16. Acente motorları gemilerle olan temaslarını Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü'nde belirtilen bölgelerde ve sürelerde yapacaklardır.

17. Deniz kazasına sebebiyet veren ya da kaza veya arıza gibi nedenlerle seyirleri kesintiye uğrayan gemiler durumu derhal İGTHM'ye bildirecek ve talimat isteyeceklerdir.
18. Şamandıra atan, kablo döşeyen, toplayan, dalgıçlık ve benzeri işlerle uğraşan araçların ve çalışmakta olan yüzer vinçlerin yakınından geçen yerel deniz trafiğini kullanan gemiler, bu araçların işlerine engel olmayacak biçimde ve zarar vermeyecek hızda seyretmek zorundadırlar.
19. İstanbul Boğazı'ndan uğraklı veya uğraksız geçen gemilere yakıt ikmali yapacak olan yağ, yakıt tankerleri ve atık alım gemileri, ikmallerini, tehlikeli yük taşıyan gemiler için belirlenmiş demir bölgesinde yapacaklardır. Herhangi bir yakıt veya atık sızıntısı veya dökülmesi durumunda gerekli önlemlerin alınabilmesi için durumu derhal İGTHM'ye rapor edeceklerdir. Atık alım veya bunker işlemleri bitişinden sonra İGTHM'ye bilgi verilecektir.
20. Karaköy Salıpzarı Limanına yanaşan yolcu gemilerine yağ, yakıt, su ikmali yapacak veya benzer amaçla hizmet verecek yerel deniz trafiği kapsamındaki gemiler, öncelikle İstanbul Liman Başkanlığı'ndan izin alacaklar ve alınan izinle birlikte T.D.İ. Liman İşletmesi'ne bilgi vereceklerdir. Bu gemiler Liman Güvenlik El Kitabında bahsedilen usullere uyacaklardır.
21. Rıhtım ve iskelelere bağlı ve demirde bulunan gemilerde acil durumlar için yeteri kadar personel gemide sürekli bulundurulacak ve İGTHM Sektör kanalı dinlenecektir.
22. Hiçbir suretle şamandıra, fener v.b. seyir yardımcılarında tekne ve gemilerini bağlamayacaklar ve bunlara fazla yaklaşmayacaklardır.
23. Vardiya tutan personelin, vardiya esnasında kanındaki alkol oranı 0,5 promili geçmeyecektir.

24. Yolcu ve yük taşımacılığı yapan feribotlar, şehir hatları gemileri, deniz otobüsleri, düzenli sefer yapan yolcu tekneleri, gezi tekneleri ve kamuya ait botların mürettebatları görevlerini ifa ettikleri sürece “Denizcilere Mahsus Kıyafet Yönetmeliği”ne uygun olarak giyineceklerdir.
25. Yerel deniz trafiğini kullanan gemiler gerek kendi gemileri gerekse yanaştıkları yerlerin emniyeti açısından bordalarında usturmağa bulunduracaklardır. Ayrıca, yolcuların gemilere binışı ve gemilerden inişleri için kullanılan iskeleler yolcuların denize düşmesini engelleyici şekilde donatılmış olacaktır. Taşınan araçların gemi bünyesine bağlanması gemi kaptanının sorumluluğunda ve yükümlülüğündedir.
26. Yolcu ve yük taşımacılığı yapan feribotlar, acil durumlar için taşıdıkları araçların önlerinde ve yanlarında emniyetli açıklık (en az 50 cm) bırakacaklardır. Ayrıca yolcuların yolcu salonlarına rahat ve kolay ulaşımını sağlayıcı geminin her iki tarafında baştan ve kıçtan yolcu taşıma kapasitesine uygun kaymaz yürüme koridoru/platformu bulunacaktır. Yolcuların giriş-çıkışları için ayrılmış yürüme yollarına kesinlikle araç park edilmeyecektir. Can, mal emniyeti ve liman güvenliği açısından İstanbul Boğazı iki kıyısı arasında çalışan feribotların baş ve kıç taraflarında yolcu ve araçların emniyetli iniş binişini sağlayıcı düzenleme olacaktır.
27. Yerel deniz trafiği kapsamında olan gemiler uygun ve görülür bir yerde Türk Bayrağı taşıyacaklardır. Çekilen bayrağın boyutları gemi boyutları ile orantılı olacak. Boyu 24 metreden büyük gemilerin çekeceği bayrağın eni en az 75 cm olacak.
28. Gemiler çevreye zarar verici dalgalar yaratmayacak bir hızla seyredeceklerdir.
29. Gemiler katı ve sıvı atıklarını (Sintine suyu, Slaç, Çöp vb.) İdarece yetkilendirilmiş Kıyı Tesislerine vereceklerdir.

30. Yerel deniz trafiği kapsamında olan ve yolcu taşıyan tüm gemilerde tütün ve tütün ürünlerinin tüketilmesi yasaktır. (Konu ile ilgili uyarı levhaları ve anons sistemi olacaktır.)
31. Yerel Deniz Trafiği kapsamında çalışan gemilerde taşınan yolcu, yük ve araçların kayıt altına alınmasına ilişkin sistematik yöntemler belirlenerek, istenildiğinde gemi ilgililerince sıcak istatistikler ilgili kurumlara sunulacaktır. Taşınan yolculara ait “ferdi kaza sigortası”, “3. şahıslara karşı mali sorumluluk sigortası” veya “P&I sigorta poliçesi” inden biri gemide mevcut olacak. Tehlikeli madde taşıyan gemiler “Tehlikeli madde taşıma sigortası” na sahip olacaktır.
32. Gemiler meyilli olarak iskele/rıhtımdan kalkamaz. Limanlarda gemilerin yanaşıp kalkmasına, limanda barınmasına ilişkin her türlü düzenlemelere yönelik tedbirler Liman Başkanınca liman ilgililerinden istenir.

İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi / Madde 47’de Yerel Trafik Kapsamında Tehlikeli Yük (LNG-LPG vb.) Taşıyan Gemiler için;

“İstanbul Boğazında deniz yolu ile yapılan tehlikeli yük taşımacılığı, İstanbul Bölge Müdürlüğü’nün vereceği özel izin ile yapılır. Bu taşımacılığı yapan gemiler kalkış öncesi taşıdığı araç sayısını İGTHM’ ne sektör kanalından rapor edecek, ayrıca Liman Başkanlığı’na gemi personel listesini, araç sayısını, araç plakasını ve şoför ismini verecektir. Liman Başkanlığınca kıyıda ve gemide alınacak ilave tedbirlere uyacaklardır. Kıyı tesislerinde ilgili yönetmelik kapsamında gerekli düzenlemeler liman tesisi ilgililerince alınır.” denilmektedir.

İstanbul Boğazında seyir emniyetinin artırılması için İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi 04.05.2007 tarih ve 14206 sayılı Baka Olur' u ile yürürlüğe girmiştir. Bu rehberin içerdiği kurallar bütünü her ne kadar yürürlükte olsa da riskleri sifira indirmek mümkün olamamaktadır. Yerel deniz trafiğinde kapasiteleri 300 ile 2100 yolcu arasında yolcu taşıyan vapurlar ve motorlar bulunmaktadır. Üstelik trafiğin yoğun olduğu sabah ve akşam saatlerinde aynı bölgede çok sayıda motor ve vapur seyir yapmakta ve denizde çatışma riski

artmaktadır. Olası bir LNG tanker kazasında oluşacak sızıntı ve sonrasındaki patlama ve yangın civardaki tüm yerel deniz trafiği ve bu araçlardaki binlerce insanın risk altında kalması sonucunu doğuracaktır. Bu risk alanı içerisindeki insanların vefat, hayati risk, ağır yaralanmalar ve yanıklar ile karşılaşması muhtemeldir. Bu hasar rakamları sızıntının büyüklüğüne, alandaki yerel trafik yoğunluğuna ve kaza alanına yakın bölgedeki anlık insan dağılımına göre artış gösterebilecektir.

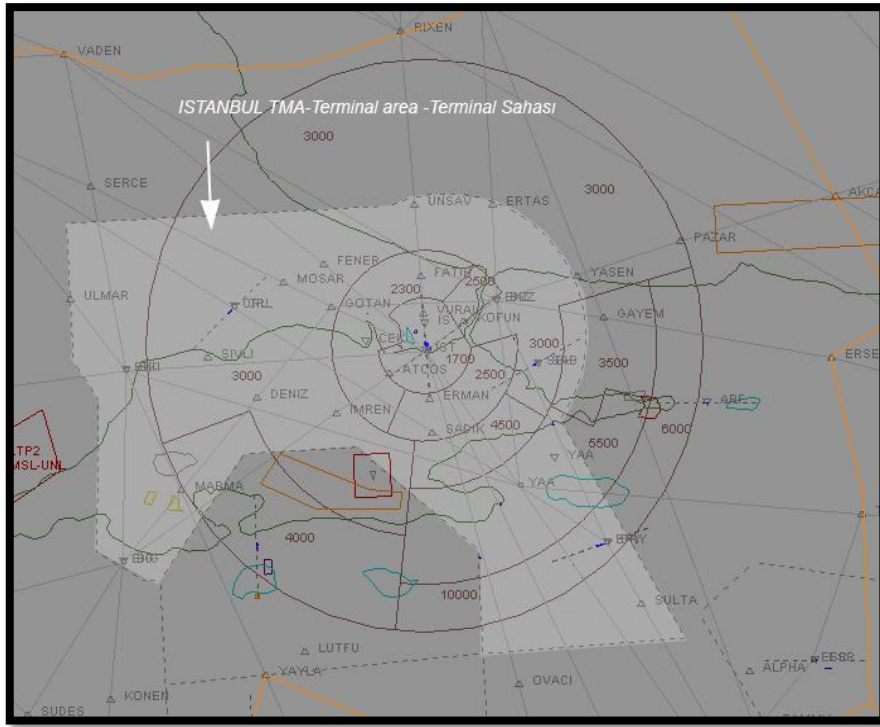
Sonuç olarak, İstanbul Boğazında yerel deniz trafiğine göre riskli alanlar belirlendiğinde en riskli alan yoğun yerel deniz trafiğini barındıran C-1, C-2 ve C-3 bölgelerini içinde bulunduran sektör Kadıköy olarak bildiğimiz alan olup ardından sektör Kandilli ve sektör Türkeli sırasıyla diğer riskli bölgeleri oluşturmaktadır.

#### **6.1.7. Bölgesel Hava Trafikine Göre Riskli Alanlar**

İstanbul Boğazında her 3 dakikada bir gökyüzüne baktığımızda mutlaka bir uçak görmemiz mümkündür. Bunun sebebi hemen İstanbul Boğazı güney girişinin batısında yer alan Atatürk Uluslararası Havalimanıdır. Coğrafi koordinatları 40°58'34"N, 28°48'50"E şeklindedir. İstanbul'un en büyük ilçelerinden Bakırköy sınırları içerisinde yer alan havalimanı arazisi güneyde Marmara Denizi, kuzeyde ise D-100 karayoluyla sınırlanmıştır. Atatürk Havalimanı (IATA: IST, ICAO: LTBA) veya eski adıyla Yeşilköy Havaalanı, İstanbul'un Avrupa Yakası'nda bulunan uluslararası havalimanı. 1900'lerin başında Türkiye'de ilk hava ulaşımının başlatıldığı yer olan Atatürk Havalimanı, 1953 yılında uluslararası hava trafiğine açılmıştır. 29 Temmuz 1985 tarihinde adı, Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk'ün soyadı verilerek, Atatürk Uluslararası Havalimanı olarak değiştirilmiştir.

2012 yılı istatistiklerine göre dünyanın 20. en yoğun yolcu trafiğinin olduğu havalimanıdır. Türkiye'deki istatistiklerine göre ise toplam yolcu trafiği bakımından birinci havalimanıdır. Günlük ortalama 1100 uçağın kullandığı havalimanı, Avrupa'nın en önemli transit yolcu havalimanları arasında bulunmaktadır.

İstanbul Atatürk Havalimanı bölgedeki hâkim rüzgârlar olan lodos ve poyrazın durumuna göre iniş ve kalkış pistlerinin gün içinde bile iki kez değişim yaşadığı bir pozisyonudur. Uçaklar için genel yaklaşım poyraz rüzgârlı havalarda Marmara denizi yönünden kuzeye doğru yapılarak karada piste iniş şeklinde olmaktadır. Ancak özellikle lodoslu havalarda yaklaşma kuzeyden güneye İstanbul Boğazı üzerinden paralel bir güneyli rota izlenerek hava alanı pistine inme şeklinde gerçekleşmektedir. Diğer taraftan poyrazlı rüzgârlarda kalkışlar yine kuzey yönüne doğru yapılmakta havalanan uçak bir miktar kuzeye yükseldikten sonra batı veya doğuya doğru nihai rotalarına yönelmektedirler. Lodoslu rüzgârlarda ise kalkışlar güney yönüne doğru yapılmakta havalanan uçak bir miktar güneye yükseldikten sonra batı veya doğuya doğru nihai rotalarına yönelmektedirler (Şekil 27-28).

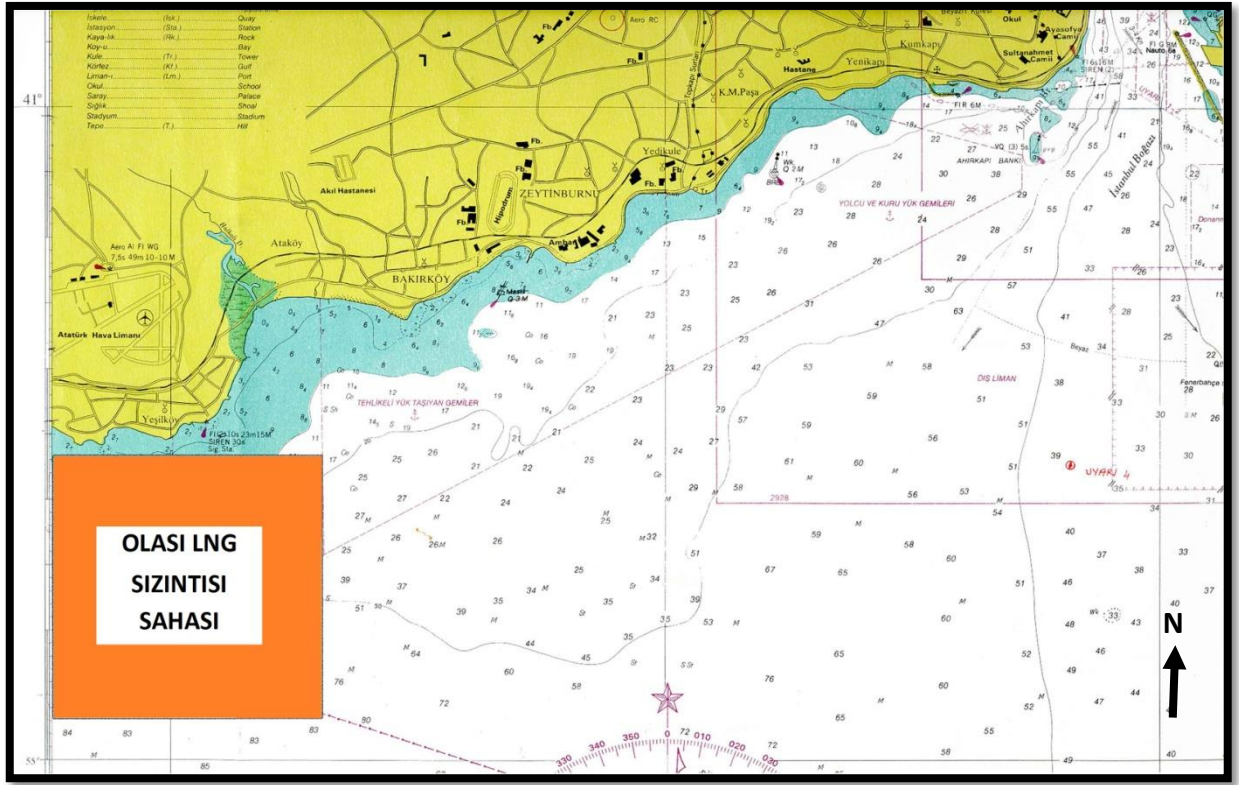


Şekil 27. İstanbul Atatürk hava alanı yaklaşma alanları ve uçuş yükseklikleri haritaları (LTBA, 2014)





Bu noktada uçakların meteorolojik şartlar çerçevesinde değişebilen iniş ve kalkış yönleri dikkate alındığında özellikle iki kesişim alanı izlenmektedir. Bunlardan birincisi İstanbul Atatürk Havaalanına kuzeyli ve poyrazlı rüzgarlarda güneyden iniş için kuzey yönüne yaklaşan uçakların 1500 feet irtifanın altına inerek yaklaşık 300-400 metre yüksekliklerle inişe geçtikleri alanın İstanbul limanı tehlikeli yükler demir sahasına ( C bölgesi olarak bilinen demir yeri ) olan yakınlığıdır. Bu alanda 3.600 metrelik LNG sızıntısı genel yayılım alanının 2 deniz miline denk geldiği düşünüldüğünde iki deniz millik bir alan içerisinde alçak irtifa uçan uçağın yangın ve sonucunda diğer tüm risklere açık olacağı dikkate alınmalıdır (Şekil 29).



Şekil 29. İstanbul Atatürk havaalanı güneyindeki LNG sızıntısına hassas alanlar

Bu alan için dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta sıcak yaz günlerinde demirde beklemek zorunda kalacak bir LNG tankerinin tank içindeki gaz atmosferini ve ısısını sabit tutulamayarak ısının yükselmesi durumunda atmosfere basınç düşürme amaçlı gaz salmak

zorunda kalmasıdır. Bu durum bile bir çatma, çatışma yada terörist saldırısına gerek kalmaksızın oluşabilecek büyük bir risk olarak tanımlanabilir.

Diğer taraftan İstanbul Atatürk havaalanını kullanan uçakların meteorolojik şartlar çerçevesinde değişebilen iniş ve kalkış yönleri dikkate alındığında ikinci önemli kesişim alanı İstanbul Atatürk hava alanından kuzey yönüne havalanan uçakların kalkıştan bir süre sonra gidecekleri doğu yönündeki ana rotalarına dönmek üzere kullandıkları güzergahtır. Bu rota, İstanbul Boğazı içerisinde ikinci köprünün hemen kuzeyinden Avrupa yakasından Asya yakasına doğru Beykoz ilçesi üzerine doğru uzanan doğulu havayolu rotasıdır (Şekil 30).



Şekil 30. Fatih Sultan Mehmet köprüsü kuzeyi ile Beykoz arasında kalan LNG sızıntısına hassas alanlar

Yukarıda bahsedilen alan İstanbul Boğazının en zorlu dönüşü olan yaklaşık 80 derecelik Yeniköy dönüşünün yapıldığı alanla aynı sahayı kapsar. Kısacası bu alan geçmişten günümüze zaten deniz kazalarına hassas bir alandır ve ortalama her 5-10 dakikada bir bu

alandan uçak geçişi olur. Bu alanda uçaklar genellikle 1700 feet'lik irtifa ile yaklaşık 500-600 metre yüksekten uçuşlarını devam ettirmektedirler (Şekil 31).



Şekil 31. LNG taşımacılığının riskleri

Böylesine risklere hassas bir alanlarda oluşacak hava yolu uçak kazaları çok sayıda insanın hayatını kaybetmesiyle sonuçlanacaktır. Bu anlamda sızıntının hava alanına yakın bölgede olması hava alanının uzun bir süre hava trafiğine kapanmasına sebep olacaktır. Bu arada tüm direk ve bağlantılı uçuşlar gecikecek ve iptal edilebileceklerdir. Bunun doğuracağı maddi hasarlar bile hesaplanması zor ve uzun bir problemler çözümü gerektirmektedir. Bu çalışmada bu kadar detaylı hesaplamalara girilmeyecektir.

Sonuç olarak, İstanbul Boğazında çevresel hava trafiğine göre riskli alanlar belirlendiğinde en riskli alan İstanbul Atatürk Havaalanı yaklaşma alanındaki çok sayıda uçak trafiğine ve piste en yakın yayılım noktalarını ve tehlikeli yük taşıyan gemiler demirleme alanını içerisinde barındıran Sektör Kadıköy deniz alanıdır. Ardından Fatih Sultan

Mehmet köprüsü kuzeyi ile Beykoz arasında kalan koridorda doğu hava rotalı uçakların geçiş alanını içerisinde barındıran sektör Kandilli ve son olarak sektör Türkeli sırasıyla diğer riskli bölgeleri oluşturmaktadır.

#### **6.1.8. Olağanüstü Durumlar ve Risk Yönetimi**

Türk Boğazları bölgesindeki kötü hava şartları, çeşitli nedenlerle deniz trafiğinin geçici olarak yoğunlaşması, demir yerlerinde gemilerin aşırı birikmesi (özellikle yüklü Tehlikeli Yük Taşıyan gemiler) nedeniyle olası kaza veya sabotaj gibi beklenmedik olayların oluşmaması/tehlike yaratabilecek risklerin bertaraf edilmesi için TBGTH, seyir, can, mal ve çevre emniyetini arttırmak amacıyla Liman Başkanlığının bilgisi dahilinde gerekli gördüğü her türlü tedbirleri alabilir.

Deniz trafiğinin kontrol edildiği iki ana mevzuat incelendiğinde 1998 yılında Türk Boğazlarında risk kategorisinin üç temel algı üzerine kurulmuş olduğu görülecektir.

Bunlar;

- Trafik ayırım şeridi içinde seyretme güçlüğü olan gemiler,
- Büyük gemiler ve
- Derin su çekimli gemilerdir.

Bir başka deyişle geminin boyutları göz önüne alınarak geminin teknesi/gövdesi odaklı bir yaklaşım ve risk algısı oluşturulmuştur. Bu boyut odaklı algının dışında tüzükte tehlikeli yük taşıyan gemiler tabiri kullanılmaktadır ama tüm tehlikeli yüklere genel bakış açısıyla tek bir yaklaşım gösterilmektedir. Boyut odaklı söz konusu algının oluşmasında İstanbul Boğazının en dar yeri, olası meteorolojik ve oşinografik dış etkenler, trafik ayırım düzeninin değişkenlik gösteren trafik hatları genişliklerinin incelenmesi, rota değişim miktarları ve açıları ile geçiş yapacak olası gemi boyutlarının incelenmesinin büyük rolü olmuştur.

Zaman içerisinde yayınlanan ve beraberinde revizyonlar getiren Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü Uygulama Talimatları ile önceleri 1974/78 SOLAS içerisinde tehlikeli yük taşıyan gemilere ilişkin zorunluluklardan yalnızca bölüm ve kurallar şeklinde bahsedilirken, 2008 yılında müstakil bir kod olarak denizcilik mevzuatları içerisinde yerini alan IMDG ( Uluslararası Denizde Taşınan Tehlikeli Yükler ) ile özellikle tehlikeli yüklerin sınıflandırılması kolaylaşmıştır. Halen güncel uygulama talimatında “Türk Boğazlarında IMO'nun IMDG Kodu sınıf 3 ( Parlayıcı sıvılar ) yükleri taşıyan tankerler ile IMO'nun IMDG Kodu kurallarına göre 1 - 2 - 5.1 - 5.2 - 6.2 - 7 ( sırasıyla; patlayıcılar, gazlar, oksitleyen maddeler, organik peroksitler, enfeksiyonlu maddeler ve radyoaktif materyaller ) sınıflarında tanımlanan yükleri taşıyan veya tehlikeli gazlardan arındırılmamış tüm gemileri” şeklinde sınırlayıcı risk kategorisi belirlenmiştir.

Türk boğazlarından geçecek tehlikeli yük taşıyan gemilerin geçiş planlanmaları halen yukarıda bahsi geçen 7 tehlikeli yük kategorinde kargo taşıyan gemilerin boyları ve draftları baz alınarak gerçekleştirilmektedir.

Örnek olarak; İstanbul Boğazından boyu 200-249 metre olan bir ham petrol tankeri ( yaklaşık 120.000 m<sup>3</sup> kapasiteli / yaklaşık 100.000 mt üzerinde petrol yükü taşıyabilen ) Rusya'nın Novorossiysk limanından yüklediği ham petrol ile tamamen tankları dolu olarak hiçbir ilave önlem olmaksızın gün ışığına emanet geçiş yapabilmekte, Ham petrol tankerinin boyu 199 metre (yaklaşık 80.000 m<sup>3</sup> kapasiteli / yaklaşık 55.000 mt üzerinde petrol yükü taşıyabilen) olduğunda ise gündüz geçiş şartı ortadan kalkmakta ve gecenin karanlığında daha fazla riskli bir ortamda seyrini gerçekleştirebilmektedir. Tanker boyu 250-299 metre ve tam dolu ise (yaklaşık 165.000 m<sup>3</sup> kapasiteli / yaklaşık 150.000 mt üzerinde petrol yükü taşıyabilen) yalnızca bir pasif eskort römorkörü ile geçişini gerçekleştirmektedir ki burada mevzuatın yaptırım gücü “şiddetle tavsiye” olan ifadesinden ibaret olan hükmü, zamanla genel uygulama pratiğine dönüşmüştür. Çanakkale Boğazından geçen sıvılaştırılmış doğalgaz tankerlerinin geçişleri incelendiğinde yalnızca gündüz periyodunda yeterli çeki gücü şartını karşılamak üzere iki veya üç römorkör eşliğinde geçişleri sağlanmaktadır.

Bakış açımızın geminin boyutlarından çıkartılıp tankerin taşıdığı tehlikeli yükün ihtiva ettiği, içerdiği enerji miktarına çevrilirse ortak bir birim olan BTU ya da Btu (British thermal unit) referans olarak kullanılabilir. BTU; bir libre (453,6 gr) suyun sıcaklığını 63° F'den (17.2222 °C) 64 °F'ye (17.7778 °C) çıkartmak için gerekli olan enerji miktarıdır (Bu tanım, sıcaklık değişimlerinin 1 atmosferlik basınç altında ölçümleri şartında geçerlidir).

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal}$$

$$1 \text{ BTU} = 1055,07 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ BTU} = 0.000293 \text{ kwh} = 0,293 \text{ Wh}$$

$$1 \text{ MMBTU veya } 1 \text{ mmBtu} = 1.000.000 \text{ BTU}$$

1 m<sup>3</sup> doğalgaz = 35,300 BTU iken doğalgaz sıvılaştırıldığında soğutularak hacimce 609 kere sıkıştırılmakta ve tekrar gazlaştırıldığında hacimce tekrar büyük miktarlara dönüştürülmektedir.

Aşağıdaki örnek hesaplama ile Q-max LNG Tankeri ile Suez-max ham petrol tankerlerinin taşıdıkları enerjileri karşılaştırılmak suretiyle boğaz geçiş şartlarını tekrar gözden geçirme fırsatı yakalanabilecektir.

#### ÖRNEK HESAPLAMA-1:

165.000 DWT bir Suez-max ham petrol tankeri doluyken yaklaşık 7.012.500 MMBTU yada 7 triyon BTU enerji taşır iken, 266.000 m<sup>3</sup> taşıma kapasiteli bir Q-max LNG tankeri ise yaklaşık 161.994.000 m<sup>3</sup> doğalgaz taşımaktadır. Sıvılaştırılırken 609 kat sıkıştırılan Doğalgaz, LNG formunda 609x266,000 = 161.994.000 m<sup>3</sup> doğalgaz ihtiva etmekte, bu miktar ise yaklaşık 5.945.180 MMBTU yada 6 trilyon BTU değere tekabül etmektedir. Bu hesaplamalardan anlaşılacağı üzere Suez-max bir yüklü tanker taşıdığı enerji açısından Q-max LNG tankerinden bile daha fazla enerji ihtiva ederken, Çanakkale boğazından geçen LNG tankerleri Q-max bir LNG tankerinden daha az enerji değerine sahip tehlikeli yük taşımalarına rağmen geçişleri toplam 150 ton çeki gücündeki refakat römorkörü bulundurma şartı ile gerçekleşebilir iken, 249 metre uzunluğunda tam dolu bir tanker ise İstanbul Boğazından gündüz geçmek şartı ile ilave hiçbir emniyet önlemine tabi olmadan

geçebilmektedir. Bu örneklerden anlaşılacağı üzere geçiş yapan geminin boyutlarının referans alınarak deniz trafik planlaması yapmak ve geçiş seyir emniyetini arttırmak çelişki oluşturmaktadır. Türk Boğazlarında deniz trafik planlamasında tehlikeli yükler için taşınan enerji odaklı yada gemi boyutlarının yanında birleşik olarak gemi boyutları ve taşınan enerji miktarları odaklı yeni bir yaklaşım ve formül inşa edilmesi gerektiği aşikardır.

Tehlikeli yüklerin geçişlerine yönelik enerji odaklı yeni bir yaklaşım geliştirildiği takdirde yüksek miktarda kömür taşıyan büyük dökme yük gemilerinin taşıdıkları yükün ihtiva ettiği enerji miktarına oranla ilave geçiş şartlarına tabi tutulabileceklerdir.

Aşağıdaki örnek hesaplama 175.000 Dwt kapasiteli Capesize bir dökme kuru yük gemisinin taşıdığı kömürün enerji miktarı değerlendirildiğinde Türk boğazlarından geçiş şartlarını tekrar gözden geçirme fırsatı yakalanabilecektir.

#### ÖRNEK HESAPLAMA-2:

İstanbul Boğazında halen 299 metre boyunda kömür yüklü bir capesize dökme kuru yük gemisi, 250-299 metre tankerlere uygulanan ve ilave geçiş şartı olarak gerçekleşen eskort römorkörü şartına tabi değildir. Yaklaşık 175.000 Dwt kapasiteli bir capsize dökme kuru yük gemisi 1 metrik ton = 22.877.388 Btu hesabından  $175.000 \times 22.877.388 = 4.003.542.900.00$  BTU yada 4 trilyon BTU enerji ihtiva ediyor ve hiçbir özel geçiş şartına tabi olmadan İstanbul Boğazından geçiş yapmaktadır

Yukarıda verilen örnek hesaplamalardan anlaşılacağı üzere Türk boğazlarında LNG tankeri geçişleri ve bağlı riskleri; oldukça büyük miktarda enerjinin tek parlama ve patlama ile bir anda ortaya çıkabilmesi sonucunda yıkıcı ve tahrip gücü yüksek bir zarara sebep olmasından dolayı ham petrol veya kömürden kat ve kat yüksektir.

Ne var ki, ham petrolün ve kömürün de sebep olacağı çevre kirliliği milyarlarca dolarlık geri döndürülemez karasal ve denizel çevre zararlarına sebep olabilir. Öyle ki bu zararlar bölgeselden küresele uzanan ekonomik ve çevresel zararlara sebep olabilir. Bu

zararlar kısa vadeli akut etki gösterecekleri gibi on yıllar süren uzun vadeli kronik çevresel zararlarda verebilirler. Bu noktada Türk boğazlarında tehlikeli yük taşıyan gemilere yönelik bu gemilerin taşıdığı enerji miktarlarını göz önünde bulunduran yeni bir gemi trafik planlaması ve geçiş şartları düzenlemesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, bir riskin oluşması riski oluşturan birleştirici unsurların ortadan kalkmasıyla çözümlenebilir ise eğer İstanbul Boğazından Q-max LNG tankeri geçişi gerçekleşmemesi, olası bir LNG tanker kazası olmayacaktır. Diğer bir çözüm ise uluslar arası doğalgaz ticaretinin yapılması engellenemez bir gerçek ise bunun hangi yoldan yapılacağı seçiminde denizyolu taşımacılığına alternatif modeller üzerinde çalışılmasıdır. Bu noktada tek alternatif boru hatları yoluyla doğalgazın Karadeniz’de tesis edilecek bir deniz Terminaline ulaştırılması ile gemi moduna geçişi sağlanabilecektir. Bu noktadan sonra Karadeniz sahilleri arasında elbette LNG tanker taşımacılığı yapılarak Karadeniz’e kıyısı olan ülkelerin ihtiyacı olan doğalgazı deniz yoluyla temin ve takviye edilebilecektir.

Bilindiği gibi, Türkiye’nin coğrafi konumu Avrupa, Avrasya ve Orta Doğu’ya yakınlığı nedeniyle jeostratejik ve jeopolitik önem arz ettiği için, uluslararası ulaşım ve taşımacılık faaliyetlerinde Türkiye’nin mevcut bölgesel avantajını kullanmasını sağlamaktadır. Özellikle enerji talep eden ülkeler pazarı için ülkemizin transit ve/veya terminal ülke olması tanımlamalarının açıklanması, hedefin belirlenmesini kolaylaştıracaktır.

Enerji taşımacılığında transit ülke; enerji rezervine sahip tedarikçi ülkelere gelen hammaddenin ülke topraklarından veya kıta sahanlığından boru hatları ile geçiş bedelinin ödenmesi karşılığında enerji tüketici ülkelere ulaşmasını sağlayan ve hatların geçiş noktalarını bünyesinde bulunduran ülke yada ülkelerdir.

Enerji taşımacılığında terminal ülke ise; enerji rezervine sahip tedarikçi ülkelere gelen hammaddenin ülke topraklarından veya kıta sahanlığından boru hatları ile geçerken enerji hammaddelerini tüketici ülkelere ulaştıracak hatların çıkış noktalarını bünyesinde bulunduran ülke yada ülkeler anlamındadır. Tanımlamalardan kolayca anlaşılacağı üzere



hedefte terminal ülke olmaya çalışırken, coğrafi konumun sağladığı transit ülke olma avantajının korunarak kullanılması stratejik ve ekonomik güç sağlayacaktır.

Tarihten günümüze devam eden süreçte, değişen dönemlerde mübadele aracı (Ortaçağda baharat iken , sanayi devrimi ile petrol ve hidrokarbon rezervleri) olan ve ticaretin dayandırıldığı temel öge olarak günümüzde hidrokarbon faktörü, devletler için de güç ögesi olmakta, enerji kaynaklarının bulunduğu bölgeler ve ulaşım yolları kontrol edilmeye çalışılmaktadır. Petrol ve doğalgaz rezervlerinin ancak 50-70 yıl daha ihtiyaçları karşılayabileceği değerlendirildiğinde, enerjinin öneminin her geçen zaman daha da artacağı ve 21. yüzyılın bir enerji yüzyılı olacağı açıktır. Dolayısıyla bu yüzyılda da güçlü olmak isteyen devletler enerji kaynaklarının bulunduğu bölgeleri ve ulaşım yollarını kontrol etmeye çalışacaklardır.

Dünya ispatlanmış petrol rezervlerinin %56'sının Ortadoğu'da, %7'sinin Hazar Havzası ve kuzeyinde doğalgaz rezervlerinin ise %32'sinin Ortadoğu'da, %25'inin Hazar havzası ve kuzeyinde bulunduğu dikkate alındığında, dünya enerji kaynaklarının büyük bir bölümünün bulunduğu Ortadoğu, Hazar havzası ve kuzeyi "kalpgâh" olarak adlandırılabilir.

Petrol ve doğalgaz'ın kalpgâhtan tüketim bölgelerine çıkış yaptığı yolların başlangıcı Batı'da Beyaz Rusya, Ukrayna ve Türkiye; doğuda Özbekistan, Afganistan ve Pakistan'dır. Bu ülkeler kenar kuşak ülkeleri ve yakın civarın kapısıdır. Ayrıca Baltık Denizi; Karadeniz, İstanbul ve Çanakkale boğazları; Doğu Akdeniz, Kızıldeniz, Aden Boğazı ve Süveyş kanalı; Basra Körfezi ve Hürmüz boğazı deniz çıkış yollarıdır.

Petrolün ve doğalgazın %48'inin OECD ülkelerinde, bunun da %35'inin Avrupa'da tüketildiği göz önüne alındığında Batıya açılan yolların önemi ortaya çıkmaktadır. Baltık Denizi, Beyaz Rusya ve Ukrayna çıkış kapılarının Rusya tarafından kontrol ediliyor olması Türkiye'nin ve Doğu Akdeniz'in çıkış yolu olarak önemini arttırmaktadır.

Türkiye jeopolitik konumuna uygun olarak tarihi ipek yolunun canlandırılması için otoyol ve demir yolu projeleri geliştirmeye çalışmaktadır. Bölgesel bir güç, küresel bir aktör

olan Türkiye mevcut konumunu daha da güçlendirmek ve bu konumuna süreklilik kazandırmak amacıyla boru hatları ulaşımına ağırlık vermek mecburiyetindedir. Özellikle büyük petrol ve doğalgaz rezervlerinin Türkiye'nin doğu ve güneyinde, büyük tüketicilerin ise batı ve kuzeybatısında yer alması Türkiye'ye taşıdığı güzergah konumundan dolayı, önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bölgeye gelecek ve üretilecek enerji ürünlerinin tüketici ülkelere taşınmasından daha fazla pay almak için deniz tanker filosunun geliştirilmesi faydalı olacaktır. İntermodel taşımacılık bağlamında denizyolları ve boru hatları ulaşım yeteneklerini geliştiren, bu yetenekleri hızlı ve etkin iletişim hizmetleri ile destekleyen Türkiye, ulaşım koridoru olma avantajını üretim üsleri ve terminalleriyle sinerji sağlayabilecek şekilde bir araya getirdiği takdirde merkez bir ülke ve küresel bir güç haline dönüşebilir.

## VII. TARTIŞMA VE SONUÇ

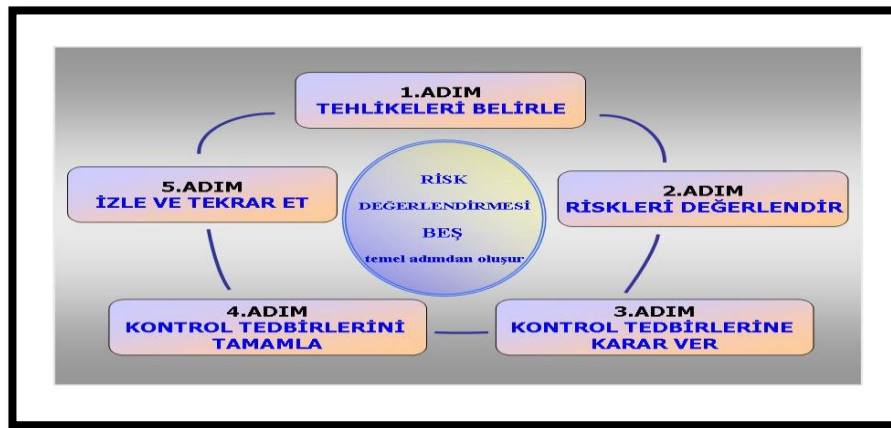
Enerji taşımacılığı modları arasındaki karşılaştırmalı maliyet analizleri incelendiğinde, taşımacılık alanında yeni teknolojiler ve bağılısı AR-GE sonuçlarında yakın gelecekte büyük bir değişiklik olmaz ise, deniz yolu ile yapılan enerji taşımacılığı gelecekte tercih edilmeye devam edecektir. Hatta politik ve uluslararası menfaatleri gereğince enerji temininde arz çeşitliliği ve kaynak alternatiflerine yönelen tüketici ülkeler deniz yolu taşımacılığının getireceği çoklu seçenekler ile her zaman daha fazla ilgileneceklerdir. Bu anlamda doğalgaz ticaretinde mevcut boru hatları; politik ve uluslararası krizlerde, soğuk ve sıcak savaş zamanlarında sıkıntılıların yaşanması sonucu doğalgaz arz ve temininde sürdürülebilirliği tartışılır hale de gelebileceklerdir.

Bu anlamda Karadeniz çanağında yer alan ülkeler kendi münhasır ekonomik alanlarındaki deniz kıyılarına arz ve taleplerine göre doğalgaz sıvılaştırma ve gazlaştırma üniteleri kurarak enerji arz ve temininde fırsat çeşitliliği elde etmeye çalışacaklardır. Bu amaçlarına ulaşmak için kullanacakları maliyet fayda analizi gereğince en ekonomik geçiş yolu İstanbul Boğazıdır. Ekonomik gerekçeler hesaba katılmaz sadece siyasi gerekler doğrultusunda geliştirilecek tek alternatif boru hatları yoluyla doğalgazın Karadeniz ile Ege denizi arasında transferine imkân sağlayan boru hatlarının kurulmasıdır. Bu noktadan sonra Karadeniz sahilleri arasında elbette LNG tanker taşımacılığı yapılarak Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler ihtiyacı olan doğalgazı deniz yoluyla temin edebilirler. Bu noktada ülkemiz üzerinden doğrudan Trakya' nın Ege Denizi ve Karadeniz arasında kurulabilecek böyle bir boru hattı hem ekonomik olacaktır hemde bölgenin enerji çeşitliliğini sağlayabilecektir. Diğer alternatif güzergâh ise Yunanistan ve Bulgaristan üzerinden olması muhtemel olmakla birlikte söz konusu güzergâhın ekonomik olmayacağı aşikârdır. Ancak her iki ülkenin AB üyesi olması söz konusu güzergâhın AB tarafından desteklenmesini getirebilir. Ancak Karadeniz' e ulaşacak böyle bir boru hattına gerek AB' nin gerekse Türkiye' nin enerji sağlayıcılığında ilk sırada yer alan Rusya' nın tavrı belirleyici olacaktır. Bunun yanı sıra Rusya' nın Ukrayna ve kırım krizlerinde doğalgazı bir manivela olarak kullanmayacağını deklare etmesine rağmen masada her zaman bulunacak demoklesin kılıcı gibi durmaktadır.

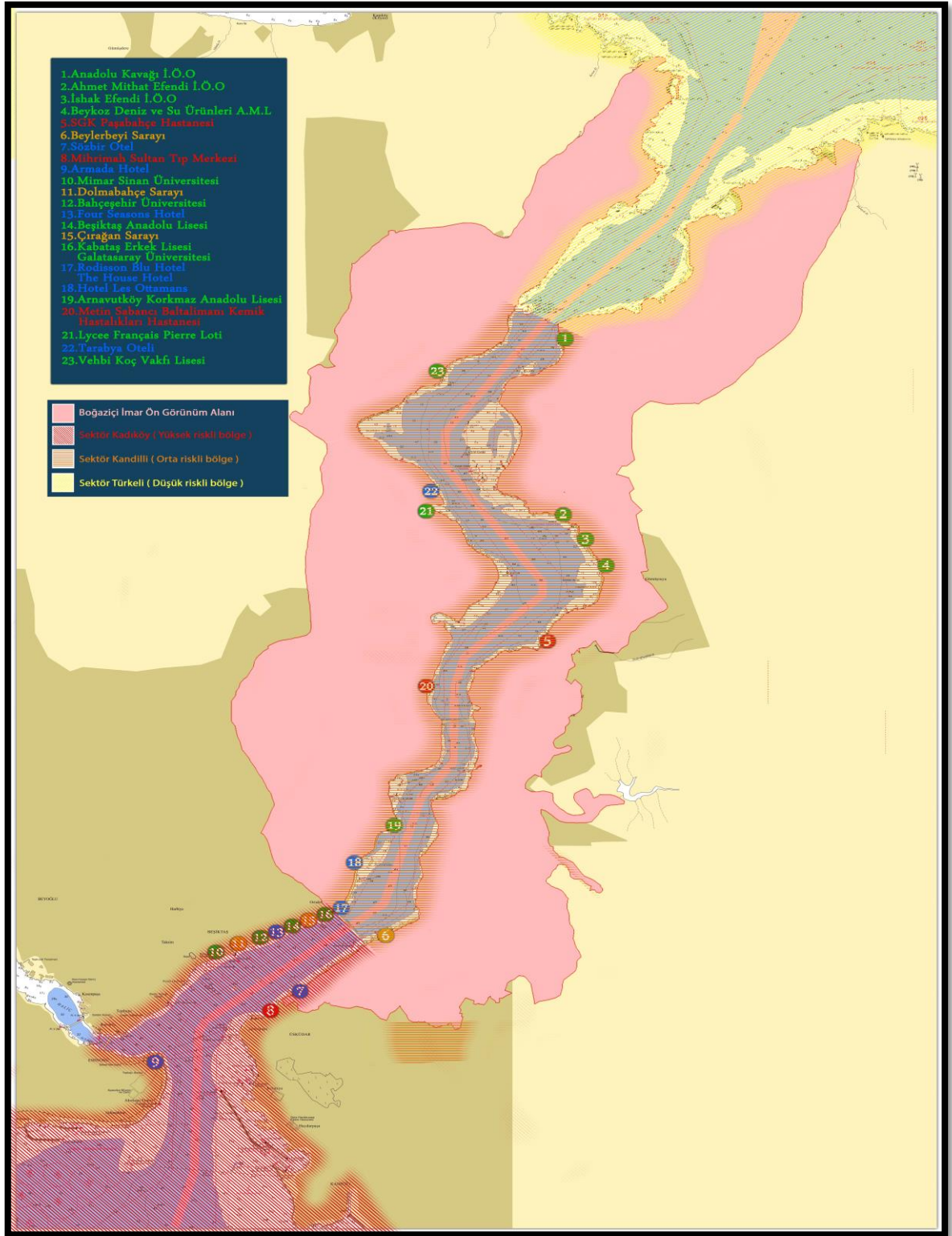
Çalışmanın özellikle 6. Bölümünde ele alınan risk tanımlamaları ve analizleri ile İstanbul Boğazı üç temel deniz alanına bölünmüş ve riskler her bir deniz alanı ve risk faktörü için tek tek analiz edilmiştir. Bu analiz neticesinde, İstanbul Boğazı yedi adet farklı risk kriterine göre üç aşamalı ölçeklendirilmiş; belirlenen deniz alanları düşük, orta ve yüksek riskli olarak risk kategorilerine ayrılmıştır. Yapılan bu incelemelerden sonra mevcut risk değerlendirme ölçeğine göre en yüksek riskli deniz alanı SEKTÖR KANDİLLİ ardından SEKTÖR KADIKÖY ve son olarak SEKTÖR TÜRKEL, şeklinde oluşmuştur. Elbette bu İstanbul Boğazında LNG tankeri kazası riskinin göreceli değerlendirmesi çalışmasıdır yoksa Sektör Türkeli deniz alanında risk sıfır değildir. Göreceli az olan risk gerçekleştiğinde bu bölgedeki insanlar, canlılar ve doğal hayat üzerinde de elbette yaşamsal ve yıkıcı etkileri olacaktır. Bir riskin problem olarak tanımlanması ve riskin kategorilere göre değerlendirilmesi riskin kontrol altına alınmasını veya minimize edilmesini sağlamak için yeterli değildir (Tablo 19) (Şekil 32-36).

Tablo 19. İstanbul Boğazı deniz alanlarında risk değerlendirme tablosu

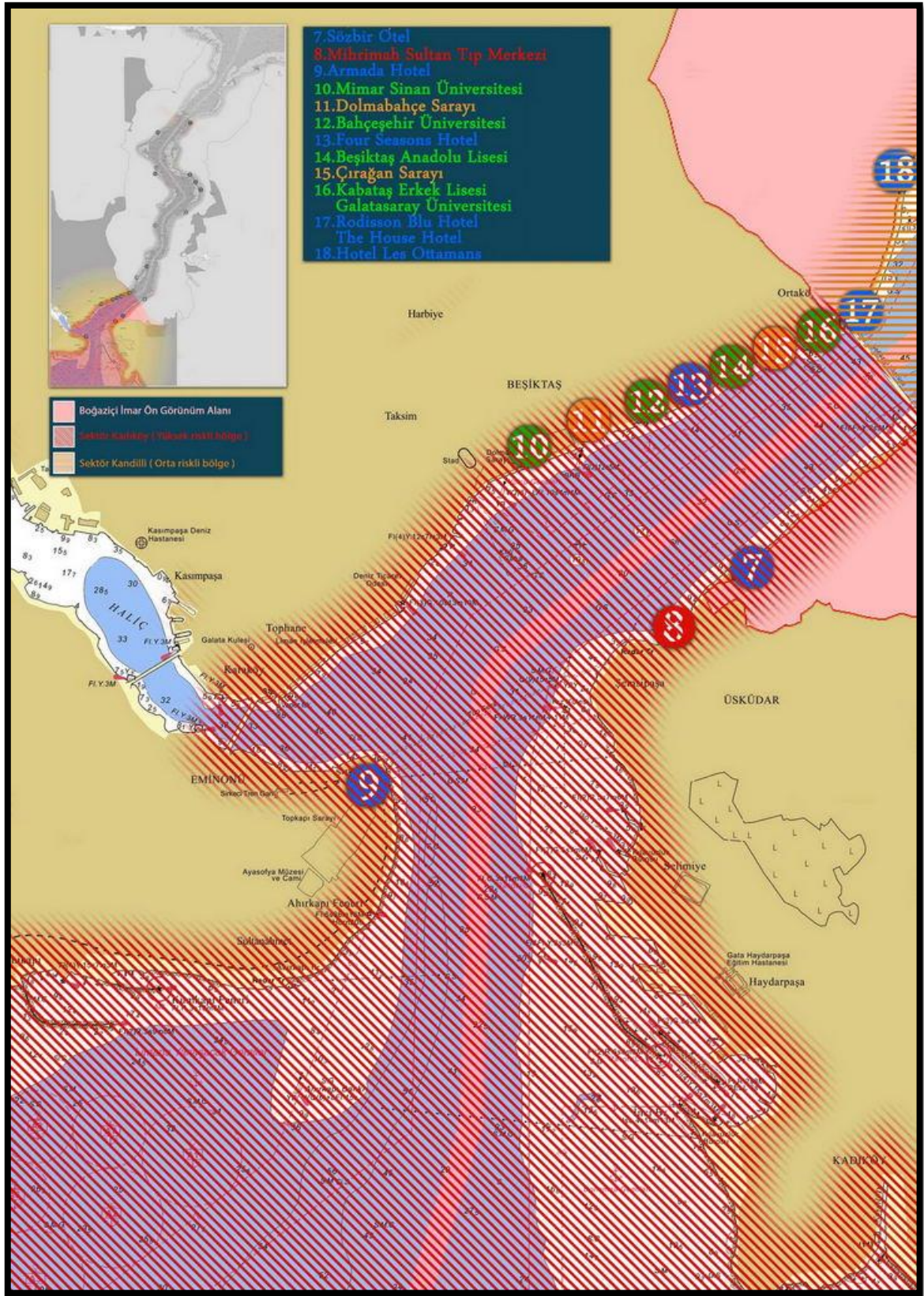
İSTANBUL BOĞAZINDA RİSK KATEGORİLERİ	DÜŞÜK RİSKLİ	ORTA RİSKLİ	YÜKSEK RİSKLİ
Coğrafik şartlar	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KADIKÖY	SEKTÖR KANDİLLİ
Meteorolojik ve Oşinografik şartlar	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KADIKÖY	SEKTÖR KANDİLLİ
Kıyasal nüfus yoğunluğu	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KADIKÖY	SEKTÖR KANDİLLİ
Kıyasal yerleşimin özellikleri	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KANDİLLİ	SEKTÖR KADIKÖY
Asma geçiş köprüleri	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KADIKÖY	SEKTÖR KANDİLLİ
Yerel deniz trafiği	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KANDİLLİ	SEKTÖR KADIKÖY
Bölgesel hava trafiği	SEKTÖR TÜRKEKİ	SEKTÖR KANDİLLİ	SEKTÖR KADIKÖY



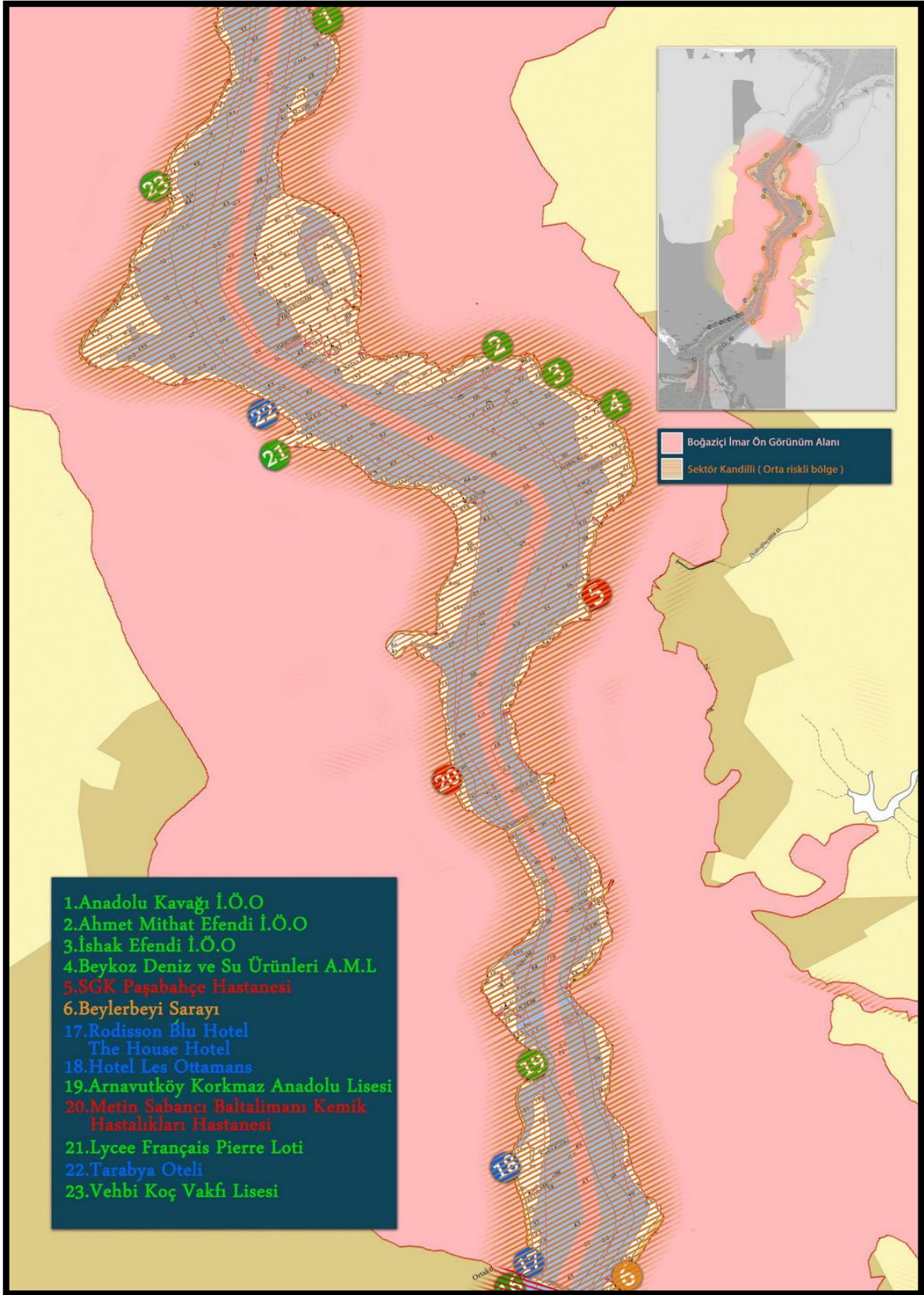
Şekil 32. Risk değerlendirme döngüsü



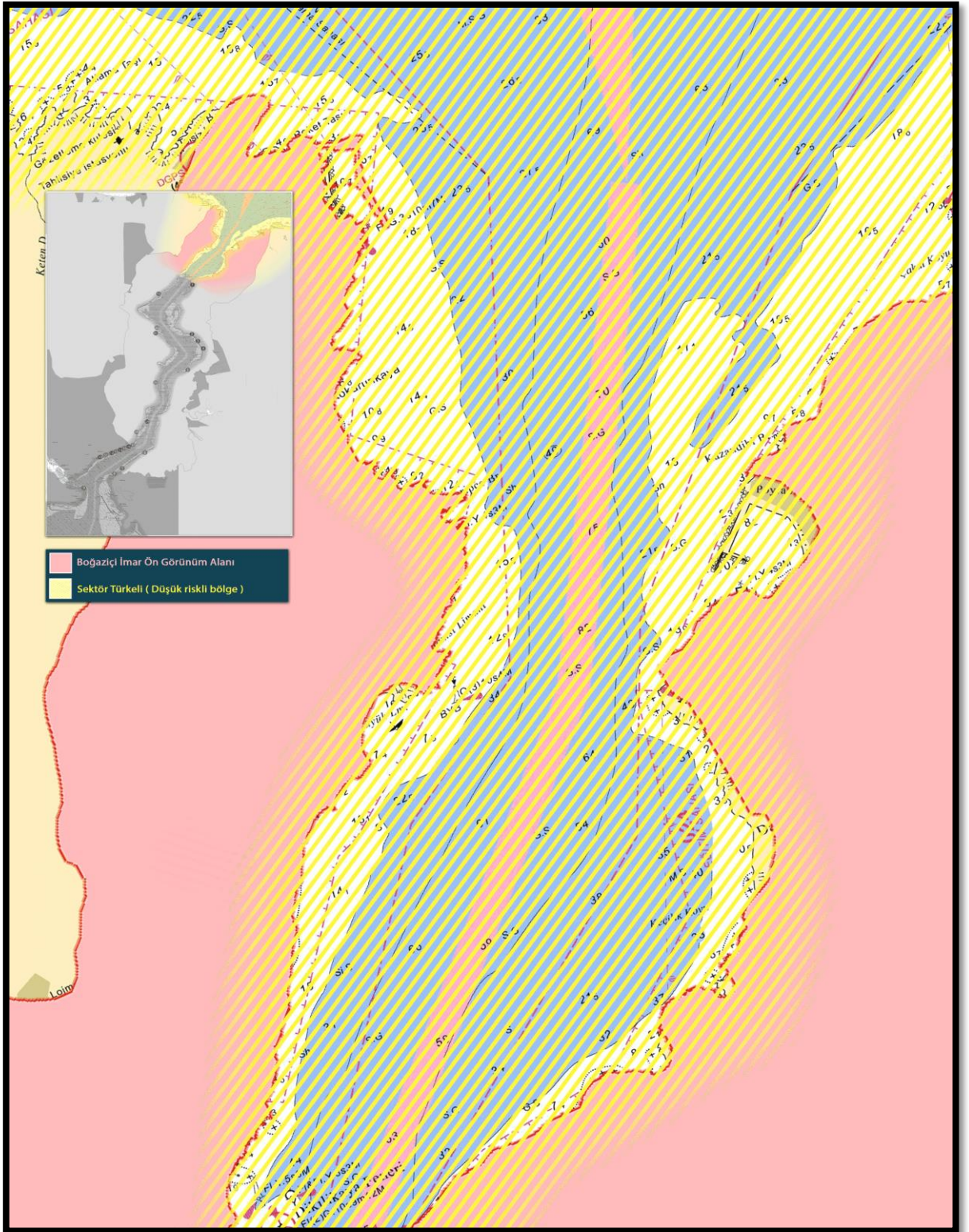
Şekil 33. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi Bütünleşik Haritası



Şekil 34. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Kadıköy



Şekil 35. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Kandilli



Şekil 36. İstanbul Boğazında Q-Max Lng Tanker Kazalarının Risk Analizi / Sektör Türkeli



İstanbul Boğazında oluşabilecek bir Q-Max LNG kazası son derece yok edici, yıkıcı ve tahrip edici olacağından; Karadeniz çanağındaki ülkelerin ihtiyacı olan milyarlarca metreküp doğalgazın devasa LNG tankerleriyle her 3-5 günde bir şimdilik 17 milyon insanın yaşadığı İstanbul şehrinin kalbinden geçerek gitmesi çok ciddi riskleri barındırmaktadır. Sonuç olarak, bir riskin oluşması riski oluşturan birleştirici unsurların ortadan kalkmasıyla çözümlenebilir ise eğer İstanbul Boğazından hiç Q-Max LNG tankeri geçişi gerçekleşmezse olası bir LNG tanker kazası ve sızıntı olmayacaktır. Diğer bir çözüm ise uluslararası doğalgaz ticaretinin yapılması engellenemez bir gerçek ise bunun hangi yoldan yapılacağı seçiminde denizyolu taşımacılığına alternatif modeller üzerinde çalışılmasıdır.

Türkiye'nin coğrafi konumunun Avrupa, Avrasya ve Orta Doğu'ya yakınlığı nedeniyle jeostratejik ve jeopolitik önem arz ettiği herkesin malumudur. Üstelik Türkiye, ispatlanmış Doğalgaz ve Petrol üretici ülkeler ile tüketici ülkeler arasında köprü olduğu kadar gelişmekte olan bir ülke olarakta enerji açlığı çeken bir konumdadır. Bu konum her türlü uluslararası ulaşım ve taşımacılık faaliyeti için Türkiye'nin mevcut bölgesel avantajını kullanmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Özellikle enerji talep eden ülkeler pazarı için ülkemizin transit ve/veya terminal ülke olması tanımlamalarını açıklamamız hedefimizi belirlememizi kolaylaştıracaktır. Enerji taşımacılığında transit ülke; enerji rezervine sahip tedarikçi ülkelere gelen hammaddenin ülke topraklarından veya kıta sahanlığından boru hatları ile geçiş bedelinin ödenmesi karşılığında enerji tüketici ülkelere ulaşmasını sağlayan ve hatların geçiş noktalarını bünyesinde bulunduran ülke ya da ülkelerdir.

Enerji taşımacılığında terminal ülke ise; enerji rezervine sahip tedarikçi ülkelere gelen hammaddenin ülke topraklarından veya kıta sahanlığından boru hatları ile geçerken enerji hammaddelerini tüketici ülkelere ulaştıracak hatların çıkış noktalarını bünyesinde bulunduran ülke ya da ülkeler anlamındadır. Tanımlamalardan kolayca anlaşılacağı üzere hedefte terminal ülke olmaya çalışırken, coğrafi konumun sağladığı transit ülke olma avantajının korunarak kullanılması gerekmektedir.

Tarih boyunca olduğu gibi günümüzde de söz sahibi ve yönlendirici olmak isteyen devletler enerji kaynaklarının bulunduğu bölgeleri ve ulaşım yollarını kontrol etmeye

çalışmaktadırlar. Petrol ve doğalgaz rezervlerinin ancak 50-70 yıl daha ihtiyaçları karşılayabileceği değerlendirildiğinde, enerjinin öneminin her geçen zaman daha da artacağı ve 21. yüzyılın bir enerji yüzyılı olacağı açıktır. Dolayısıyla bu yüzyılda da güçlü olmak isteyen devletler enerji kaynaklarının bulunduğu bölgeleri ve ulaşım yollarını kontrol etmeye çalışacaklardır.

Dünya ispatlanmış petrol rezervlerinin %56'sının Ortadoğu'da, %7'sinin Hazar Havzası ve kuzeyinde doğalgaz rezervlerinin ise %32'sinin Ortadoğu'da, %25'inin Hazar havzası ve kuzeyinde bulunduğu dikkate alındığında, dünya enerji kaynaklarının büyük bir bölümünün bulunduğu Ortadoğu, Hazar havzası ve kuzeyi "kalpgah" olarak adlandırılabilir. Ünlü İngiliz coğrafyacısı H.J. Mackinder 1902 ev 1904 yılında yayınladığı ve uzun yıllar İngiliz stratejileri için belirleyici olan eserlerinde "Kim Doğu Avrupa'ya hükmederse Kalpgah'a hâkim olur, kim Kalpgah'a hâkim olursa dünya adasına hükmeder, kim dünya adasına hükmederse dünyaya hâkim olur." tezini savunmuştur. Günümüz şartları 20yy. ile kıyaslanması pek mümkün olmamakla birlikte "enerji" parametresi dünya güç dengesinde her zaman belirleyici olacaktır.

Petrol ve doğalgaz'ın kalpgahtan tüketim bölgelerine çıkış yaptığı yolların başlangıcı Batı'da Beyaz Rusya, Ukrayna ve Türkiye; doğuda Özbekistan, Afganistan ve Pakistan'dır. Bu ülkeler kenar kuşak ülkeleri ve yakın civarın kapısıdır. Ayrıca Baltık Denizi; Karadeniz, İstanbul ve Çanakkale boğazları; Doğu Akdeniz, Kızıldeniz, Aden Boğazı ve Süveyş kanalı; Basra Körfezi ve Hürmüz boğazı deniz çıkış yollarıdır.

Petrolün ve doğalgazın %48'inin OECD ülkelerinde, bunun da %35'inin Avrupa'da tüketildiği göz önüne alındığında Batıya açılan yolların önemi ortaya çıkmaktadır. Baltık Denizi, Beyaz Rusya ve Ukrayna çıkış kapılarının Rusya tarafından kontrol ediliyor olması Türkiye'nin ve Doğu Akdeniz'in çıkış yolu olarak önemini arttırmaktadır.

Türkiye jeopolitik konumuna uygun olarak tarihi ipek yolunun canlandırılması için otoyol ve demir yolu projeleri geliştirmeye çalışmaktadır. Bölgesel bir güç, küresel bir aktör olan Türkiye mevcut konumunu daha da güçlendirmek ve bu konumuna süreklilik

kazandırmak maksadıyla boru hatları ulaşımına ağırlık vermek mecburiyetindedir. Özellikle büyük petrol ve doğalgaz rezervlerinin Türkiye'nin doğu ve güneyinde, büyük tüketicilerin ise batı ve kuzeybatısında yer alması Türkiye'ye önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bölgeye gelecek ve üretilecek enerji ürünlerinin tüketici ülkelere taşınmasından daha fazla pay almak için deniz tanker filosunun geliştirilmesi faydalı olacaktır. Denizyolları ve boru hatları ulaşım yeteneklerini geliştiren, bu yetenekleri hızlı ve etkin iletişim hizmetleri ile destekleyen Türkiye, ulaşım koridoru olma avantajını üretim üsleri ve terminalleriyle sinerji sağlayabilecek şekilde bir araya getirebilirse işte o zaman merkez bir ülke ve küresel bir güç haline dönüşebilir.

Mevcut durumda Türk Boğazlar Sistemi için ortaya konulmuş hukuki çerçeve, gerek geçiş yapan yanıcı, parlayıcı, patlayıcı ve kirletici ürün taşıyan gemi sayıları, gerek potansiyel trafik ve ilave riskler; Ülkemizi, önemli bir ekonomik getirisi olmayan ancak başka ülkelerin ticari faaliyetleri için risk yüklenicisi konumunda bulundurmaktadır.

Ülkemizin, Türk Boğazlarındaki politikasında yer alacak bazı parametrelere esas teşkil eden en güçlü dayanak; şüphesiz, hukuksal olarak hiçbir Uluslar arası Antlaşmanın, Taraf Ülke insanlarına ait "Yaşama Hakkı" üstünde bir işlem tesis etme hakkı bulunmamasıdır. Bu bağlamda, İstanbul'un Türkiye'nin nüfus yoğunluğu ve ekseriyetine sahip en büyük şehri olması, yerleşik nüfusun Boğaziçi kıyısındaki yoğunluğu, her LNG Tankeri geçişinde İstanbul Boğazı deniz trafiğini her türlü geçişe en az 2 saat süreyle kapatma zorunluluğu, bu zorunluluğun deniz, kara ve hava trafiğine yansımaları ve ilave maliyet bedeli, Boğaziçi etrafında yerleşik tarihi dokuya verilecek olası bir zararın telafisi imkânsız sonuçları diğer parametrelerdir. Türk Boğazlar Sisteminin günümüzdeki ve gelecekteki yoğunluğu LNG geçişlerini; yapısı gereği taşıdığı riskler, yaşam hakkı başta olmak üzere tarihi ve doğal özelliklerin korunması ve ileri kuşaklara kullanılabilir şekilde aktarılması gibi evrensel unsurlar ile sınırlanmaktadır. Türk Boğazlar Sisteminin mevcut kapasitesinin sınırlarını artırmak ancak yeni kanalların açılması ile mümkün olabilir. Söz konusu kanalların mevcudiyeti aynı zamanda ülkemiz üzerinden geçecek gerek petrol gerekse doğalgaz boru hatları için ne yazık ki olumsuz etki yaratacaktır.

Bütün bunlar ve diğer etkenler bir araya geldiğinde Boğaz geçişlerinde fayda- maliyet-risk bağlamında boğazlardan yapılan geçişin Montreux Antlaşmasının imzalandığı tarihteki trafikten 10 kat daha yoğun bir duruma geldiği, gelişen teknolojinin gemilere daha yüksek kapasiteli taşıma imkanı sağlamasına karşın kazaların daha tahripkar ve yıkıcı olması sonucunu doğurduğu bir realitedir. Deniz taşımacılığına alternatif olarak yine teknolojik gelişmelerin sonucu olarak sonradan ortaya çıkan boru hattı taşımacılığının risk, maliyet ve ekonomik getiri açısından daha olumlu sonuçları olacağı göz ardı edilmemelidir.

Bu nedenlerle sonuç olarak, tehlikeli yüklerde denizyolu taşımacılığında alınacak yükün, boru hattı ile sevk edilmesi için geliştirilecek projelerin riskleri bertaraf ederek, fayda getireceği mülahaza edilmektedir. Mücbir sebepler, vazgeçilemez veya zaruri nedenlerle İstanbul Boğazından LNG gemisi geçmek durumunda kalırsa; mevcut mevzuatın, tehlikeli yük taşıyan geminin boyutlarından ziyade taşıdığı tehlikeli yüke ve yükün ihtiva ettiği enerjinin yaratacağı yanıcı, parlayıcı, patlayıcı ve kirletici risklere odaklı, bilimsel veri ve modellere dayanan yeni bir gemi planlama ve emniyetli geçiş prosedürü üretilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- AASENG, N. (2000): Business Builders in Oil. The Oliver Press, Inc. ISBN: 1-881508-56-0. 104.s.
- AKDEMİR, İ.O. ve KUŞÇU, V. (2012): Küresel Enerji Eksenleri Ve Türkiye'nin Coğrafi Konumu. Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 26, s. 82-107.
- AKDOĞAN, Ö. (2008): Rusya'nın Enerji Politikasının Avrupa Birliği Enerji Güvenliğine Etkisi. Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Bölümü, Y.L. Tezi, 134s.
- ARTÜZ, M.L. (2007): Bilimsel Açıdan Marmara Denizi, Türkiye Barolar Birliği Yayınları: 119, 290s.
- ATLAY, K. (2013): LNG Piyasası. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Dış Ticaret Genel Müdürlüğü Sektör Raporu, 31s.
- BP (2012): Statistical Review of World Energy Report, 45s.
- CURT, B. (2004). Marine Transportation of LNG. The INTERTANKO Safety, Technical and Environmental Committee meeting, 26-27 Mart 2004, Dubai.
- ÇALIŞMA ve SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI (2011): Yeraltı Maden Ocaklarında Havalandırma ve Havalandırmanın Patlamalara Etkileri 49s.
- DEMİR, F. (2010): Enerji Oyunu. İstanbul. Ayrım Yayınları, 105s. ISBN: 6055484002
- EPDK ( T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu). (2011): 2011 Yılı Sektör Raporu, 85s.
- EPDK ( T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu). (2014): 2014 Yılı Sektör Raporu, 88s.
- GAZİOĞLU, C. (2011): "Marmara Denizi Tabanının ve Yakın Çevresinin Yüzey oluşumlarının Çok Yönlü Araştırılması (Jeomatik)", İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Denizel Çevre Anabilim Dalı-Kıyı Mühendisliği Bilim Dalı Doktora Tezi.

INTERNETIONAL ENERGY AGENCY (2009): Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2009 Review, Paris, 2010.

İLİB (İSTANBUL LİMAN BAŞKANLIĞI (2010): Yerel Deniz Trafiki Rehberi, 31s.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ (2007): Türkiye’ de Enerji ve Geleceği. İTÜ Görüşü, Rapor,172s.

KİTASEİ, S. ve ADKİNS, C. (2013). What is the Role of LNG in the Caribbean’s Low Carbon Development?” Worldwatch Institute Report.

KORNHAUSER, A.L. ve CLARK, W.A. (1995): Quantitative forecast of vessel casualties resulting from additional oil tanker traffic through the Bosphorus, ALK Associates Inc. Report, September, Princeton, NJ.

LTBA (Atatürk Havalimanı Trafik Kontrolü) (2014): İstanbul Hava Alanları Yaklaşma Haritaları

MANAHAN, S. (2010): Environmental Chemistry, 9th edition. CRC press. ISBN 978-1-4200-5920-5.

OTAY, E. N. ve ÖZKAN, Ş. (2005): İstanbul Boğazı Risk Haritası, İMO Kıyı Mühendisliği Konferansı, Bodrum-Muğla.

SHELL (2013): Royal Dutch Shell Sustainability Report, 15s.

SHODB (2005a): Türk Boğazları Sistemi seyir haritası

SHODB (2005b) İstanbul Boğazı seyir haritası

SHODB, (2005c) Çanakkale Boğazı seyir haritası

SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, (2007): Oil and Natural Gas ISBN:978-0-7566-3879, 72s

TERZİ, H. (2007): Türk Boğazları Tarihi Işığında Karadeniz'deki Mevcut Durum. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü. Yüksek lisans Tezi. İstanbul.

TİKB (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı): (2013): : İstanbul ve İlçelerinin 2012 Nüfus sayımı sonuçlarına göre dağılımı.

TOZAR, B. (2008) : Türk Boğazlarında Tehlikeli Yük Taşıyan Gemi Trafiği ve Denizel Çevrenin Korunma Önlemlerinin İncelenmesi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü. Doktora Tezi. İstanbul.

TURAN, G. Ve DİNÇ, A. (2015): Bolşevik Esaretinden Enerji İmparatorluğuna Türkmen İktisat tarihi, ISBN: 978 – 605 – 344 – 231 – 8 236s.

TÜRKYILMAZ, O. (2010): Türkiye ve Dünya' nın Enerji Profili, 70s.

TÜYAK (Türkiye Yangından Korunma Vakfı ile Yangından Korunma Derneği ) (2011): Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi. 13 Ekim 2011.

YILDIZ, D. (2013): Yeni Enerji Jeopolitiği, Toprak Su Enerji Grubu Rapor No:14, 35s.

### **İnternet Adresleri**

AKBEY, U. (2012): “Hazar Havzasında “Büyük Enerji Oyunu” II. <http://ife.org.tr/hazar-havzasinda-buyuk-enerji-oyunu-ii/>  
**Erişim tarihi 06.01.2014**

[http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/2b98322c4d24945\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/2b98322c4d24945_ek.pdf)  
**Erişim tarihi 09.03.2014**

[http://www.ttb.org.tr/mevzuat/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49:vre-kanunu&Itemid=28,](http://www.ttb.org.tr/mevzuat/index.php?option=com_content&view=article&id=49:vre-kanunu&Itemid=28)  
**Erişim Tarihi 10.10.2013**

<https://www.afad.gov.tr/TR/Index.aspx>: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı,  
**Erişim Tarihi 05.01.2014**

[http://www.mcsint.com.tr/kopuk\\_urunleri.pdf](http://www.mcsint.com.tr/kopuk_urunleri.pdf)  
**Erişim Tarihi: 05.05.2014**

<http://www.harbourair.com/the-experience/faq/>,  
**Erişim Tarihi 03.02.2013**

<http://vhfc.ca/summary-findings-of-independent-safety-review/>,  
**Erişim Tarihi 03.08.2013**

<http://www.ledcor.com/our-projects/transportation/aviation/vancouver-harbour-flight-centre>,  
**Erişim Tarihi 05.04.2014**

<https://lh3.googleusercontent.com/-FXdwdI-Tlm0/UcFUCD9OO4I/AAAAAAAAABRs/b3Yg7rxtZxI/w506-h750/maxresdefault.jpg>,  
**Erişim Tarihi 10.11.2013**

<http://www.investnanaimo.com/cms.asp?wpID=54>,  
**Erişim Tarihi 07.01.2014**

<http://www.trkl.in/FDR/fdr.html>,  
**Erişim Tarihi 20.11.2013**

<https://www.conklindd.com/>,  
**Erişim Tarihi 01.05.2014**

<http://www.evac.org/alpha.htm>,  
**Erişim Tarihi 10.01.2014**

[http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma\\_plani.pdf](http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/10-kalkinma_plani.pdf),  
**Erişim Tarihi 02.15.2013**

<http://www.usace.army.mil/>,  
**Erişim Tarihi 05.17.2013**

<http://www.nps.gov/glca/parknews/zebramusell.htm>,  
**Erişim Tarihi 25.12.2013**

<http://web.shgm.gov.tr/doc5/sht-den.pdf> :,  
**Erişim Tarihi 08.04.2013**



## ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	:30/12/1977
Doğum Yeri	:Üsküdar / İSTANBUL
Lise	:Üsküdar Burhan Felek Lisesi
Ön Lisans	:1995-1997 İ.T.Ü Meslek Yüksekokulu Denizcilik Bölümü / Güverte
Lisans	:1997-2000 İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi / Dnz. Ulaştırma ve İşletme Müh.
Çalıştığı Kurumlar	:1997, Aygaz LPG Tanker Dnz. Taşımacılığı A.Ş 1999, Beşiktaş Grup Tanker Taşımacılığı A.Ş 2000, Teekay Shipping Tanker Inc. / Canada 2002, Güngen Denizcilik Tanker Taşımacılığı A.Ş 2004, Ditaş Tanker Taşımacılığı A.Ş 2006- Devam ediyor, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü