

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT KÖRFEZİ DENİZ TRAFİĞİNİN IWRAP MODEL KULLANILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onural Alper ŞAHİN

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

ARALIK 2015

Açıklamalı [z1]: Lütfen tez yazımına başlamadan önce kılavuzu dikkatlice okuyun. Yazım ile ilgili ayrıntılar kılavuzda mevcuttur. Bu şablon, tez yazımınızı kolaylaştırmak ve örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Şablonda tüm ayrıntılar mevcut değildir.

Açıklamalı [z2]: İdaki açıklamalarda beyaz cilt ile savunmadan önce teslim edilen tezler kastedilmektedir.
Mavi cilt yüksek lisans savunmasından başarılı olanların teslim ettiği tezin kapak rengidir.
Siyah cilt ise doktora savunmasından başarılı olanların teslim ettiği tezin kapak rengidir.

Açıklamalı [z3]: DİŞ KAPAKTIR.
Beyaz ve mavi(YL)-siyah(DR) ciltte bulunur.

Açıklamalı [z4]: 3 satırdan fazla tez başlıkları kabul edilmez. Özel bir durum mevcut ise enstitünüz ile iletişime geçiniz.

Açıklamalı [z5]: Sadece Ad SOYAD yazılmalıdır. Unvan yazılmamalıdır.

Açıklamalı [z6]: Sözcüklerin ilk harfleri büyük, diğer harfler küçük yazılır.

Açıklamalı [z7]: Danışman bilgisi, beyaz kapaklı tezde ilk sayfada var. **Mavi(YL) ve siyah(DR) ciltte yok.**

Açıklamalı [z8]: Beyaz ciltte savunma tarihi belli olmadığı için boş bırakılır.
Mavi ve siyah ciltte ise tezin **savunulduğu** ay, yıl yazılır.

Açıklamalı [z9]: Savunmadan düzeltme alan tezlerde, düzeltilmiş tezlerini savundukları ay, yıl yazılır.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Açıklamalı [z10]: Bu sayfa **İÇ KAPAKTIR**. Beyaz, mavi ve siyah ciltte bulunur.

**İZMİT KÖRFEZİ DENİZ TRAFİĞİNİN
IWRAP MODEL KULLANILARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Onural Alper ŞAHİN
512131040**

Açıklamalı [z11]: Sadece Ad SOYAD yazılmalıdır. Unvan yazılmamalıdır.

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Cemil YURTÖREN

Açıklamalı [z12]: Eş danışman yok ise eş danışman satırı silinir.

ARALIK 2015

Açıklamalı [z13]: Beyaz ciltte savunma tarihi belli olmadığı için boş bırakılır.
Mavi ve siyah ciltte ise tezin **savunulduğu** ay, yıl yazılır.

Açıklamalı [z14]: Savunmadan düzeltme alan tezlerde, düzeltilmiş tezlerini savundukları ay, yıl yazılır.

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 512131040 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Onural Alper ŞAHİN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “İZMİT KÖRFEZİ DENİZ TRAFİĞİNİN IWRAP MODEL KULLANILARAK İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Adı SOYADI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Adı SOYADI**
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Adı SOYADI
Boğaziçi Üniversitesi

Prof. Dr. Adı SOYADI
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Teslim Tarihi : 17 Aralık 2014
Savunma Tarihi : 21 Ocak 2015

Açıklamalı [z15]: Yüksek Lisans veya Doktora sözcüklerinden uygun olan bırakılır diğeri silinir.
Adı SOYADI yerine öğrenci adı soyadı yazılır.
“TEZ BAŞLIĞI” kısmına tırnak içinde tezin başlığı yazılır.
Yazılar koyu yazılmaz.

Açıklamalı [itü16]: Tez danışmanı İTÜ içerisinden olmalıdır.
Eğer danışman daha sonra İTÜ den ayrıldıysa da danışman adresi İTÜ yazılmalıdır.

Açıklamalı [z17]: Danışman ad(lar)ı jüri üyeleri kısmına tekrar yazılmaz.

Açıklamalı [z18]: Savunma jüri üyeleri beyaz cilt teslimin henüz belli olmadığı için beyaz ciltte yazılmaz..

Açıklamalı [z19]: “Teslim Tarihi” beyaz cildin bölüme ya da ilgili birime verildiği tarihtir.
Düzeltilme alan tezler için bu tarih düzeltilmiş beyaz cildin bölüme ya da ilgili birime verildiği tarihtir.

Açıklamalı [z20]: Savunma Tarihi: Tezin savunulduğu tarihtir.

Açıklamalı [z21]: Düzeltilme alan tezler için bu tarih düzeltilmiş tezin savunulduğu tarihtir.

Açıklamalı [z22]: Sayfa numarası iç kapaktan itibaren saymaya başladığı için Onay Sayfası Türkçe tezlerde “iii” numaralı sayfaya, İngilizce tezlerde ise “v” numaralı sayfaya denk gelir.

Tüm sevdiklerime,

Açıklamalı [z23]: Kenar boşlukları, “Sayfa yapısı” bölümündeki ayarlar üzerinden “Karşılıklı Kenar Boşlukları” olarak ayarlanır. Alt, üst ve dış kenar boşlukları 2,5 cm olarak, iç kenar boşluğu ise 4 cm olarak ayarlanır. Değişiklikler tüm belgeye uygulanır.

ÖNSÖZ

Dünya ve aynı zamanda ülkemiz ticaretinde en önemli unsur olan denizyolu taşımacılığı, çok farklı türde riskleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu risklerin belirlenmesi ve etkin önlemler alınması ile, can ve mal kaybının en aza indirilmesi ve aynı zamanda çevresel felaketlerin önüne geçilmesi çok önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli bir su yolu olan ve doğal liman konumundaki İzmit Körfezi'nde deniz ulaştırması ile ilgili risklerin temelini oluşturan çatışma ve karaya oturma frekansları ile bu kazaların gerçekleşmesi muhtemel bölgelerin, IALA'nın tavsiye ettiği ve IMO tarafından kabul edilmiş nicel bir deniz trafiği analiz metodu olan IWRAP model kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yüksek Lisans öğrenimimde beni bu alanda çalışmaya yönlendirerek ufku genişletmesini sağlayan ve bu çalışmamın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren, tez çalışmam boyunca yol gösteren ve teşvik eden danışman hocam Yard. Doç. Dr. Cemil YURTÖREN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen ve ihtiyaç duyduğum her an yanımda olarak bana bilimsel danışmanlık veren çok değerli hocam Doç. Dr. Yusuf Volkan AYDOĞDU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, beni bugünlere getiren aileme ve her türlü zorlukta yanımda olan ve beni destekleyen nişanlıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Aralık 2015

Onural Alper ŞAHİN

(Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisi)

Açıklamalı [z24]: Tarih ve yazar isminin aynı hizada olması gerekir.

Açıklamalı [z25]: Bir sonraki “İçindekiler” bölümünün tek numaralı sayfaya denk gelmesi için çift numaralı olan bu sayfayı boş bıraktık.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Araştırması	2
2. İZMİT KÖRFEZİ GENEL TANITIMI	5
2.1 İzmit Körfezi Boyutları	5
2.2 İzmit Körfezi Dip Yapısı.....	5
2.3 İzmit Körfezi Sıcaklık	6
2.4 İzmit Körfezi Rüzgarlar.....	6
2.5 İzmit Körfezi Akıntı Durumu	7
2.6 İzmit Körfezi Sis ve Kısıtlı Görüş Şartları	8
3.İZMİT KÖRFEZİNDE DENİZ TRAFİĞİNİ OLUŞTURAN ETKENLERİN İNCELENMESİ	9
3.1 İzmit Körfezi Liman Tesisleri	9
3.1.1 Aktaş dış tic. a.ş	10
3.1.2 Koruma klor alkali sanayi ürünleri ve ticaret a.ş	11
3.1.3 Petrol ofisi a.ş.....	11
3.1.4 Shell & turcas petrol a.ş derince tesisat müdürlüğü.....	12
3.1.5 TCDD derince liman işletmesi müdürlüğü	13
3.1.6 İGSAŞ – istanbul gübre fabrikaları sanayi a.ş	14
3.1.7 Tüpraş izmit rafinerisi limanı.....	15
3.1.8 Rota liman hizmetleri sanayi a.ş	16
3.1.9 Turkuaz – izgin liman işletmesi	16
3.1.10 Gübre fabrikaları a.ş yarımca liman tesisi	17
3.1.11 Marmara transport gemi inşaa sanayi a.ş	17
3.1.12 Evyap deniz işletmeciliği	18
3.1.13 Nuh çimento sanayi a.ş	19
3.1.14 Diler demir çelik endüstri a.ş	19
3.1.15 Kroman demir çelik a.ş	20
3.1.16 Karayolları tavaşancıl asfalt tesisleri	21
3.1.17 Samsun akaryakıt depolama (total oil) iskelesi.....	22
3.1.18 İstanbul demir çelik (efesan port) iskelesi	22
3.1.19 Yılport konteyner terminali ve liman işletmesi a.ş	23
3.1.20 Çolakoğlu metalurji a.ş	23
3.1.21 Solventaş teknik depolama a.ş	24
3.1.22 Poliport kimya sanayi ve ticaret a.ş	25
3.1.23 Altıntel liman ve terminal işletmeleri a.ş	26
3.1.24 Çayirova cam sanayi a.ş	26
3.1.25 Aslan çimento a.ş	27

Açıklamalı [z26]:

- İÇİNDEKİLER hazırlanırken 1 satır boşluk bırakılır.
- Sayfa yazısı sağa dayalı olur.
- 1. derece başlıklar (önsöz, içindekiler, listeler..., kaynaklar, tezin bölümleri) koyu yazılır, 2., 3., 4. derece başlıklar koyu olmaz.
- 5. derece başlıklar içindekilerde verilmez.
- Metin içindeki başlıkların stilleri “BAŞLIK1”, “BAŞLIK2” gibi ayarlandıktan sonra içindekiler listesi otomatik olarak oluşturulmuştur.

Açıklamalı [z27]: Sayfa yazısının altı çizilidir ve sayfa numaraları bu yazının altında hizalanır.

3.1.26 Ford otomotiv sanayi a.ş	27
3.1.27 Limaş liman işletmesi a.ş	28
3.1.28 Autoport liman işletmeleri a.ş	29
3.1.29 Aygaz a.ş (platform).....	29
3.1.30 Habaş petrol ürünleri sanayi ticaret a.ş (platform).....	30
3.1.31 Milangaz lpg dağıtım ticaret ve sanayi a.ş	30
3.1.32 Op-ay akaryakıt ve ticaret a.ş	31
3.1.33 Petline petrol ürünleri ticaret a.ş (platform).....	31
3.1.34 Belde liman işletmeleri ve depoculuk a.ş	31
3.2 İzmit Körfezi Tersaneler.....	32
3.3 İzmit Körfezi Balıkçı Barınakları	32
3.4 İzmit Körfezi Marinalar.....	33
3.5 İzmit Körfezi Trafik Ayrım Düzeni ve Demirleme Sahaları.....	33
3.6 İzmit Körfezi İstatistik Veriler	34
3.3 İzmit Körfezi Balıkçı Barınakları	34
4. DENİZ TRAFİĞİNİN ANALİZİNDE KULLANILAN RİSK	
DEĞERLENDİRME MODELLERİ.....	37
4.1 Risk Analiz Modelleri	37
4.1.1 Pedersen model	37
4.1.2 Fowler & sørgård model	40
4.1.3 Macduff model	41
4.2 Karaya Oturma Frekansı Modelleri.....	42
4.2.1 Pedersen model	42
4.2.2 Simonsen model	44
4.2.3 Cowi model	45
4.2.3.1 Yanlış seyirden kaynaklı karaya oturma	45
4.2.3.2 Dönüşü kaçırmaktan kaynaklı karaya oturma.....	46
5. İZMİT KÖRFEZİ UYGULAMALARI	49
5.1 Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi (PAWSA)	49
5.2 Environmental Stress (ES) Model ve İzmit Körfezi Uygulaması	58
6. İALA WATERWAYS RİSK ASSESSMENT PROGRAM	63
6.1 IWRAP'ın Oluşumu	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.3
6.2 IWRAP'da Hesaplanan Kaza Türleri	64
6.3 Causation Factor	68
7. İZMİT KÖRFEZİ IWRAP UYGULAMASI VE SONUÇLARI	71
7.1 Çalışma Alanı	71
7.2 İzmit Körfezi Deniz Trafikinin Araştırılması.....	71
7.3 IWRAP Süreci	73
8. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	81
KAYNAKLAR.....	813
ÖZGEÇMİŞ.....	817

KISALTMALAR

Açıklamalı [z28]: Kısaltmalar yok ise bu bölüm çıkarılır.

BBN	: Bayesian Belief Network
IALA	: International Association of Lighthouse Authorities
PAWSA	: Ports and Waterways Safety Assessment
IWRAP	: IALA Waterways Risk Assessment Program
IMO	: International Maritime Organization
LPG	: Liquid Petroleum Gas
VTs	: Vessel Traffic Service
FSA	: Formal Safety Assessment
ES	: Environmental Stress
GPS	: Global Positioning System
AIS	: Automatic Identification System
EU	: European Union
GTH	: Gemi Trafik Hizmetleri
DWT	: Dead Weight Tonnage
TTC	: Time To Collision
ESS	: Environmental Stress Ship
ESL	: Environmental Stress Land

SEMBOLLER

Açıklamalı [itü29]: Semboller yok ise bu bölüm çıkarılır.

$V_i^{(1)}$	: 1 Numaralı suyolunda bulunan i gemisinin hızı
$V_j^{(2)}$	: 2 Numaralı suyolunda bulunan j gemisinin hızı
$L_i^{(1)}$	: 1. Suyolunda bulunan i gemisinin uzunluğu IWRAP
$L_j^{(2)}$	: 2. Suyolunda bulunan j gemisinin uzunluğu
B	: Gemilerin genişliğini göstermektedir
$Q_j^{(2)}$	: 2. Suyolunda bulunan ve j grubuna ait gemilerin Δt süresindeki hareketleri
$f_j^{(2)}(z_j)$	: 2. Suyolunda bulunan ve j grubuna ait gemilerin bu suyolundaki trafik dağılımları
z_j	: 2. Suyolunun merkezine olan uzaklığı belirtmektedir.
p_c	: Açık görüş şartlarının mevcut olma ihtimalini
p_f	: Kısıtlı görüş şartlarının mevcut olma ihtimalini
$P_{co,c}$	: Açık görüş şartlarında uygulanacak olan causation factor'ü
$P_{co,f}$	: Kısıtlı görüş şartlarında uygulanacak olan causation factor'ü temsil etmektedir.
i	: Gemi türü, DWT tonaj veya uzunluklarına göre ayrılmış gemi tiplerine ait gemilerin sayısı
P_{ci}	: i sınıfına ait geminin "causation factor"ü veya seyir rotası üzerindeki bir topuktan kaçınmak için gerekli önleyici manevranın yapılamaması
Q_i	: Dikkate alınan suyolundaki i sınıfına ait gemilerin yıllık hareket sayısı
L	: Çalışılan bölgenin, gemi trafiğine dik olan toplam genişliği
Z	: Rotaya dik olan koordinat
$f_i(z)$	: Suyolundaki gemi trafiğinin dağılımı
B_i	: Bir sıklıkta önleyici manevra yapamayarak karaya oturan gemi için 1, sığ bölgeyi güvenli bir şekilde geçen gemi için 0 olarak alınan karaya oturma fonksiyonu
P_0	: Geminin pozisyon kontrolünün unutulması yapılmaması
d	: Geminin suyolunda bulunduğu konuma göre değişen ve suyolu kıvrımı ile sıklık arasındaki mesafe.

ÇİZELGE LİSTESİ

Açıklamalı [z30]: ÇİZELGE LİSTESİ
hazırlanırken 1 satır boşluk bırakılır.

Sayfa

Çizelge 3.1 : İzmit Körfezi Liman Tesisleri	10
Çizelge 3.2 : Yıllara Göre Kocaeli limanlarına Uğrayan Gemi Adetleri	34
Çizelge 3.3 : İzmit Körfezi Yıllara Göre Yük Elleçleme İstatistikleri.....	35
Çizelge 3.4 : İzmit Körfezi Kaza İstatistikleri.	35
Çizelge 5.1 : İzmit Körfezi PAWSA Risk Modeli.....	50
Çizelge 5.2 : ES Değerlerinin Sınıflandırılması.....	59
Çizelge 7.1 : İzmit Körfezi Yıllık Gemi Sayısı.	70
Çizelge 7.2 : IWRAP Senaryo 10 Sonuçları.....	73
Çizelge 7.3 : IWRAP Senaryo 20 Sonuçları.....	73
Çizelge 7.4 : Farklı Leg Dağılımları ile Oluşturulan 30 Senaryonun Sonuçları.	74
Çizelge 7.5 : 30 Farklı Senaryo Sonucunda Elde Edilen Ortalama Değerler.....	75
Çizelge 7.6 : Senaryo 31 Sonuçları.....	76
Çizelge 7.7 : Eskihisar - Topçular Tüm Senaryo Sonuçları.	76
Çizelge 7.8 : IWRAP Senaryo 10 Gemi Türlerine Göre Kaza Oranları	77
Çizelge 7.9 : IWRAP Senaryo 20 Gemi Türlerine Göre Kaza Oranları.....	77

Açıklamalı [z31]: Bir satırı aşan isimlerde satırların burada olduğu gibi aynı hizadan başlamalıdır.

ŞEKİL LİSTESİ

Açıklamalı [z32]: ŞEKİL LİSTESİ
hazırlanırken 1 satır boşluk bırakılır.

Sayfa

Şekil 2.1 : İzmit Körfezi Boyutları (www.izmitdenizcilik.gov.tr).	5
Şekil 2.2 : Yıllık Rüzgar Yönü Dağılımı.	6
Şekil 2.3 : Yıllık Rüzgar Hızı Dağılımı.	7
Şekil 2.4 : Aylara Göre Ortalama Sisli Günler Sayısı.	8
Şekil 3.1 : İzmit Körfezi'nde Bulunan Limanların Dağılımı (Kocaeli, 2011).	9
Şekil 3.2 : Aktaş Liman Tesisi.	10
Şekil 3.3 : Korumalı Klor Alkali Liman Tesisi.	11
Şekil 3.4 : Petrol Ofisi Liman Tesisi.	12
Şekil 3.5 : Shell & turcas petrol a.ş. der.nce tesisat müdürlüğü.	13
Şekil 3.6 : 3.1.5 TCDD Derince Liman Tesisi.	13
Şekil 3.7 : İGSAŞ Taş İskele.	14
Şekil 3.8 : İGSAŞ Ana İskele.	15
Şekil 3.9 : Tüpraş İzmit Rafinerisi Limanı.	15
Şekil 3.10 : Rota Limanı.	16
Şekil 3.11 : Gübre Fabrikaları T.A.Ş Yarımca Tesisleri.	17
Şekil 3.12 : Marmara Transport Gemi İnşaa Sanayi A.Ş.	18
Şekil 3.13 : Evyap Deniz İşletmeciliği Lojistik Ve İnşaat A.Ş.	18
Şekil 3.14 : Nuh Çimento Liman Tesisi.	19
Şekil 3.15 : Diler Demir Çelik Endüstri Ticaret A.Ş.	20
Şekil 3.16 : Kroman Demir Çelik A.Ş.	21
Şekil 3.17 : Karayolları Tavşancıl Asfalt Tesisleri.	21
Şekil 3.18 : İstanbul Demir Çelik Fabrikaları A. Ş. (EFESANPORT).	22
Şekil 3.19 : Yılport Konteyner Terminali ve Liman İşletmesi.	23
Şekil 3.20 : Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Limanı.	24
Şekil 3.21 : Solventaş Teknik Depolama A.Ş.	25
Şekil 3.22 : Poliport Kimya Sanayi A.Ş.	25
Şekil 3.23 : Altıntel Liman ve Terminal İşletmeleri A.Ş.	26
Şekil 3.24 : Aslan Çimento A.Ş.	27
Şekil 3.25 : Ford Otomotiv San. A.Ş. Liman Tesisi.	28
Şekil 3.26 : Limaş Liman İşletmesi A.Ş.	28
Şekil 3.27 : Autoport Liman İşletmeleri A.Ş.	29
Şekil 3.28 : Habaş Petrol Ürünleri Sanayi Tic. A. Ş. (Platform)	30
Şekil 3.29 : OP-AY Akaryakıt Platformu.	31
Şekil 3.30 : İzmit Körfezi'nde Bulunan Tersaneler ve Bölgesel Dağılımları.	32
Şekil 3.31 : İzmit Körfezi Balıkçı Kooperatifleri ve Dernekleri.	32
Şekil 3.32 : İzmit Körfezi Trafik Ayrım Düzenleri ve Demirleme Sahaları.	33
Şekil 3.33 : Planlanan GTH Sektör Alanları.	34
Şekil 4.1 : Kesişen Bir Suyolundaki Gemilerin Birbirlerine Göre Hızları 377	377
Şekil 4.2 : Geometrik Çatışma Mesafesi (Geometrical Collision Diameter).	38
Şekil 4.3 : Suyolunda Bulunan Gemilerin Dağılımları.	40
Şekil 4.4 : Suyolu Kıvrımı ve Sıklık Bölgesi.	42

Açıklamalı [z33]: Bir satırı aşan isimlerde satırların burada olduğu gibi aynı hizadan başlamalıdır.

İZMİT KÖRFEZİ DENİZ TRAFİĞİNİN IWRAP MODEL KULLANILARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Açıklamalı [z34]: "ÖZET" başlığı sayfa ortalanarak yazılır.

Barındırdığı genel ve kendine has riskler ile denizyolu taşımacılığı, dünya ticaretinde çok önemli bir unsur olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz ticaretine konu olan mal ve ürünlerin %87,6 sının deniz yolu ile taşındığı da göz önünde bulundurulduğunda, denizyolu taşımacılığının önemi çok daha net olarak anlaşılabacaktır.

Denizyolu taşımacılığındaki risk unsurlarının belirlenmesi ve bunlara karşı etkin önlemler alınması ile can ve mal kaybını en aza indirmek ve oluşabilecek muhtemel çevre felaketlerini önlemek, denizcilikte risk analizinin gerekliliğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Denizcilikte, çok çeşitli alanlarda risk analizleri yapılmakla birlikte, deniz trafiğinin ve çevre şartlarının bir bütün olarak meydana getirdiği çatışma ve karaya oturma kazaları, temel risk unsurları olarak ilk sıralarda gelmektedir. Deniz trafiğinin barındırdığı bu risklerin belirlenmesi için çeşitli risk analiz metodları ortaya konmuştur.

Deniz trafiğinin risk analizinin yapılabilmesi ve riskli bölgelerin belirlenebilmesi amacı ile 2004 yılında, International Association of Lighthouse Authorities (IALA) tarafından oluşturularak IMO'ya sunulan ve IMO tarafından da kabul edilen nicel bir deniz trafiği risk değerlendirme metodu olan IALA Waterways Risk Assessment Program (IWRAP) tanıtılmıştır. İlk sürümü IWRAP Mk1 adı ile oluşturulan bu sistemin, gerçekte olandan çok daha yüksek kaza oranları vermesi tatminkar bulunmamış ve 2008 yılında program güncellenerek IWRAP Mk2 adı ile yeniden oluşturulmuştur. IWRAP Mk2, seyir yardımcıları gibi kaza oranlarını doğrudan azaltabilecek sistemleri de göz önünde bulundurabilen ve tatminkar sonuçlar verebilen bir program haline gelmiştir.

Su yollarının risk analizlerinin yapılması amacına yönelik IMO'nun kabul ettiği 2 metoddan biri olan IWRAP, diğer metod olan ve nitel özellikteki Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA) model ile birlikte birbirini tamamlayıcı özelliktedir. PAWSA çalıştay, 2014 yılı içerisinde, uzman katılımcılar ile birlikte İzmit Körfezi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalıştay sonunda elde edilen sonuçların geçerliliğinin tekrar değerlendirilmesi ve Türkiye için taşıdığı büyük öneme rağmen, deniz trafiği konusunda çok sınırlı çalışma bulunan İzmit Körfezi üzerinde nicel bir metod olan IWRAP ile çalışma yapılması, bir zaruriyet olarak görünmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli bir su yolu olan ve doğal liman konumundaki İzmit Körfezi'nde deniz ulaştırması ile ilgili risklerin temelini oluşturan çatışma ve karaya oturma frekansları ile bu kazaların gerçekleşmesi muhtemel bölgelerin, IALA'nın tavsiye ettiği ve IMO tarafından kabul edilmiş nicel bir deniz trafiği analiz metodu olan IWRAP model kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, İzmit Körfezi'nin sahip olduğu boyutlar, dip yapısı, sıcaklık, rüzgarlar, akıntı, sis ve kısıtlı görüş şartları gibi genel özellikler incelenmiş, sonrasında ise deniz trafiğini meydana getiren, liman, tersane, marina ve balıkçı barınakları ile tarifeli yolcu taşımacılığı gibi ana etkenler ortaya konulmuştur.

Deniz trafiğinde uygulanan risk değerlendirme metodlarına genel bir bakışdan sonra İzmit Körfezi’nde bu güne kadar uygulanmış modellere ve bu çalışmaların sonuçlarına değinilmiştir.

Bu çalışmada tercih edilen metod olan IWRAP model detaylı olarak anlatılmış ve modelin İzmit Körfezi uygulama süreci ile elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

MARITIME TRAFFIC ANALYSIS OF THE IZMIT BAY BY IWRAP MODEL

SUMMARY

Açıklamalı [z35]: "SUMMARY" başlığı sayfa ortalanarak yazılır.

At present, a very large part of world trade is carried by maritime transportation. Hereby the commercial maritime transportation and ports consequently gained importance. According to statistical data, 87,6% percent of Turkey's foreign trade is carried by maritime transportation. In 2010, the total cargo handled in Turkish ports was about 115 million tonnes with an increase of 83% compared to 2003 and significant amount of the total cargo handled was import – export goods. Moreover, Total amount of container transportation has increased up to 144% between 2004 and 2013 while the total amount in 2004 was 34.598.747 Tons and 84.656.192 Tons in 2013.

Izmit Bay has a significant potential in terms of logistics sector due to its geographical position and the city Kocaeli is the leading industrial centre in Turkey. The bay is geographically located between Istanbul and Kocaeli, it is also the east part of the Marmara Sea. The city of Kocaeli has a fairly significant role in Turkey's export and import because of the large hinterland in east and west directions which covers Kocaeli, Adapazarı and Istanbul. It is comprising various types of industries such as petroleum industry, automotive industry, clothing industry, pharmaceutical industry, chemical industry, cement industry, food industry and iron – steel industries etc.

According to statistical data in 2013, 61 million tons of various types of cargo had been handled within 40 port facilities in Izmit Bay which corresponds %15,86 of total cargo handled in Turkish ports according to statistics of Turkish Chamber of Shipping, thus there is a significant amount of maritime traffic activities in Izmit Bay. Together with those statistics, Izmit Bay is the 11th largest port in EU with respect to EUROSTAT in 2011.

In Izmit Bay, various types of cargo handled such as LPG, chemical tanker, container and the bay contains 50 ship yards, 8 fishing vessel shelter and 6 marina. Each year more than 10 thousand ships call the bay and 180 thousand ship movement with dense crossing local traffic creates high risk in terms of navigational safety. In this study, meteorological and oceanographic information of Izmit Bay has been given in the first chapter then statistical information and detailed overview of commercial structures affecting the maritime trade in Izmit Bay has been given in the second chapter.

In general, marine accident probability models are based on the work of Fujii et al.(1974) and Macduff (1974).

They described the accident frequency as: $F = N_a \times P_c$ where F = Frequency, N_a = Accident Candidates, P_c = Causation Factor. Accident Candidates are the ships which are on an accident course in the vicinity of a ground or another vessel. In other words, accident numbers would be N_a if no evasive manoeuvres were made to avoid the accident. Causation factor is the probability of failing to take evasive action while being on an accident course. Today, most of the marine accident probability models are developed in accordance with this basic principle.

Although there are several models for calculating marine accident probabilities, the striking models in this area are Formal Safety Assessment (FSA), IALA Waterways Risk Assessment Program (IWRAP), Environmental Stress Model (ES Model), Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA), Pedersen's Model, Model of Fowler and Sjørgård, Macduff's Model and COWI's Model. In fourth chapter, detailed information about those models has been given.

In fifth chapter, PAWSA and ES models which are applied to Izmit Bay in former studies have been discussed and the results were evaluated. According to Izmit Bay 2014 Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA) study which is an IMO approved qualitative risk assessment model, the area between Eskişehir – Topcular line is the most risky area in terms of collisions because the crossing of dense local traffic and inbound – outbound traffic. Furthermore, the bottleneck areas such as Diliskelesi – Altınova and Derince – Golcuk are the most risky areas because of the narrowing waterway.

Coming to the Environmental Stress (ES) model and its results, the model contains both mathematical equations and qualitative analyses of seafarers. Thus, ES model combines both qualitative and quantitative facts in one unique model. The study was conducted with 1210 ships and 564310 ship movement data of these ships collected from AIS. According to results of ES model, the entrance of Izmit Bay beginning from a one mile distance from Darıca and Eskişehir – Topcular lines are the most risky areas due to the dense local traffic. Dilovası area has been found the third risky area due to the narrowing waterway caused by the Korfaz Bridge construction.

IWRAP is a quantitative safety assessment model which enables user to conceive yearly collision and grounding frequencies, risky areas and the risk distribution in terms of ship types in a selected waterway. IWRAP software is recommended by International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) and approved by IMO. While calculating these, IWRAP uses mathematical equations and Bayesian Belief Network (BBN). IWRAP calculates Crossing collisions, Head on collisions, Bending – Merging collisions and Overtaking collisions. To calculate Causation Factor, IWRAP uses Bayesian Belief Network rather than Scenario Approach because the Scenario Approach is based on past accident statistics and this is not always possible to have those statistics in all specific waterway. In sixth chapter, the IWRAP model is described in details.

According to Izmit Bay IWRAP results, yearly collision frequency was found 0.3 and grounding as 1.937 which are about to coincide in statistical data. The most risky area is found as Eskişehir – Topcular line where is exposed to crossings of dense local traffic and inbound – outbound traffics. Yearly collision frequency in this specific area was found 0.171 and total groundings were 1.693. The results of this research has coincide with the results found in 2014 Izmit Bay Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA) model workshop which was utilized for identifying Vessel Traffic Service (VTS) control areas and also Environmental Stress (ES) model study.

In this study, IWRAP model has been utilized 30 times with different leg distributions to find the true IWRAP results. In Izmit Bay area, IWRAP repeats itself and give same results after 30 different leg distributions. In seventh chapter, detailed information about the application process of IWRAP to Izmit Bay and the obtained results are shown.

In the last chapter, general overview of the study has been given, results obtained from IWRAP were analysed and compared with the results of former PAWSA and ES model studies in Izmit Bay.

1. Giriş

İzmit Körfezi, gerek coğrafi konumu gerekse Türkiye'nin en önemli sanayi şehri olması itibari ile lojistik sektöründe çok önemli bir potansiyele sahiptir. Körfez, coğrafi konum olarak İstanbul ve Kocaeli şehirleri arasında bulunmakta olup Marmara denizinin doğusunu oluşturmaktadır. Körfezde petrol, otomotiv, giyim, ilaç, kimyasal, çimento ve çelik sanayi gibi çeşitli endüstrileri bulunmaktadır (Bayraktutan & Özbilgin, 2013) ve bu sebeple körfez, birçok farklı türde ve boyutta gemi tiplerinin uğrak noktası konumundadır.

Günümüzde, Türkiye ticaretinin %87,6 sı denizyolu ile taşınmaktadır. 2010 yılında Türk limanlarında elleçlenen toplam kargo 115 milyon ton iken bu rakam, 2003 yılındaki toplam miktara göre %83 lük bir artış göstermiştir. Ayrıca, Türk limanlarında elleçlenen toplam konteyner miktarı 2003 yılı itibari ile 2.5 milyon TEU iken 2010 yılında %128 lik bir artış ile 5.7 milyon TEU ya yükselmiştir (Oral, 2011). Barındırdığı yaklaşık 40 liman işletme tesisi ve 2013 yılı verilerine göre elleçlenen 62 milyon ton kargo ile İzmit Körfezi, Türkiye'nin bu istatistiklerinde oldukça önemli bir paya sahiptir.

Türkiye ticaretinde böyle büyük bir öneme sahip olan ve aynı zamanda çok çeşitli yüklerin elleçlendiği İzmit Körfezi'nde, yerel trafik ile birlikte, değişik türlerde ve farklı boyutlarda birçok geminin dahil olduğu yoğun bir gemi trafiği bulunmaktadır. Bu yoğun trafiğin analizi ve riskli bölgelerin tespiti, can ve mal kayıplarının yanısıra çevresel felaketlerin de önüne geçebilmek için bir zaruriyet olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde, İzmit Körfezi'nin boyut, dip yapısı, sıcaklık, rüzgarlar ve akıntı durumu gibi meteorolojik ve oşinografik bilgileri verilecek ve körfezin genel tanıtımı yapılacaktır. İkinci kısımda, körfezdeki liman tesisleri, tersaneler, balıkçı barınakları, tarifeli yolcu seferleri ve marinalar ile körfezdeki deniz trafiğini etkileyen seyir yardımcıları, trafik ayırım düzenleri gibi diğer unsurların tümüne değinilecektir.

Üçüncü kısımda, deniz trafiğinde risk analizi yapabilmek için geliştirilmiş olan Formal Safety Assessment (FSA), Iala Waterways Risk Assessment Program (IWRAP),

Açıklamalı [z36]: Tüm birinci dereceden başlıklar (ithaf, önsöz, içindekiler, kısaltmalar, semboller, çizelge listesi, şekil listesi, özetler, tez bölümleri, kaynaklar, ekler, özgeçmiş) tek numaralı sayfadan başlar.

Açıklamalı [z37]: 1. derece başlıkların tüm harfleri büyük ve koyu yazılır.

Açıklamalı [z38]: 1. derece başlıklardan önce 72, sonra 18 punto aralık bırakılır (Şablonda bu ayarlar yapılmıştır).

Environmental Stress Model (ES Model), Ports and Waterways Safety Assessment (PAWSA), Pedersen's Model, Model of Fowler and S rg rd, Macduff's Model ve COWI's Model gibi modeller genel hatları ile ele alınacaktır.

 zmit Körfezi deniz trafiğinin risk değerlendirmesi için bugüne kadar yapılmış iki önemli çalışma olan,  zmit Körfezi PAWSA  alıştayı ve  zmit Körfezi ES model uygulamalarının uygulama süreçleri ve elde edilen sonuçlar dördüncü kısımda ele alınacaktır.

Beşinci kısımda, bu çalışmanın temelini oluşturan, IMO'nun nicel bir model olarak kabul ettiği ve su yollarının risk analizlerinin yapılmasını sağlayan IALA Waterways Risk Assessment Program (IWRAP), oluşturulma tarihçesi ve yapabildikleri dahil olmak üzere detaylı bir şekilde incelenecektir.

IWRAP modelin  zmit Körfezi'ne uygulanma süreci, adımları ve elde edilen sonuçlar altıncı kısımda detayları ile ele alınacaktır.

Yedinci ve son bölümde ise çalışmanın genel olarak değerlendirmesi yapılacak ve bu çalışmanın sonuçlarının  zmit Körfezi'nde daha önce yapılan PAWSA ve ES model uygulamaları ile olan benzerliği ortaya konacaktır.

1.1 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, Türkiye için çok önemli bir su yolu olan ve aynı zamanda deniz ticaretimizin merkezi konumunda bulunan  zmit Körfezi'nde, yoğun deniz trafiğinin oluşturduğu riskleri ve ayrıca bu risklerin yoğunlaştığı bölgeleri, Uluslararası Seyir Yardımcıları ve Fener Otoriteleri Birliği (IALA) nin oluşturduğu ve IMO tarafından da nicel bir deniz trafik analiz metodu olarak kabul edilmiş olup tavsiye edilen bir model olan IWRAP model vasıtası ile tespit ederek, gelecekte yapılması muhtemel çalışmalara bir ışık tutmaktır.

1.2 Literatür Araştırması

 zmit körfezi ile ilgili literatür taramasında, özellikle Gölcük depremi ve  zmit Körfezi'nde  evre kirliliği ile alakalı birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Örneğin Reilinger ve diğerleri (1999), yaptığı  alışamada, GPS ve Elastik Yarım Uzay Modeli kullanarak çok sonrası sismik aktivite kaynaklı yer hareketlerini önceden tahmin etmeye çalışmıştır (Reilinger, ve diğerleri, 2000).

Açıklamalı [z39]: 2. derece başlıklarda her sözcüğün ilk harfi büyük ve tüm sözcükler koyu yazılır.

Barka (1999) yaptığı çalışmada, Gölçük depreminin karakteristiklerini ve arkaplanını anlamaya ve deprem sonrası yer hareketlerini tahmin etmeye çalışmıştır (Barka, 1999). Değer ve diğerleri (2014), Yer hareketleri ile bunların etkilerini incelemiş ve yer kabuğunun incelen kısımlarını tespit etmişlerdir (Ozbakır, Ozeren, Ergintav, & Karabulut, 2014). Diğer taraftan Pekey ve diğerleri (2004), İzmit Körfezi'nde ekolojik risk değerlendirmesi üzerine bir çalışma yapmıştır (Pekey, Karataş, Ayberk, Tolun, & Bakoğlu, 2004). İzmit Körfezi'nde, Gölçük depremi ve körfezin ekolojik yapısı üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen körfezdeki deniz trafiğini inceleyen ve bu trafiğin risk değerlendirmesinin yapıldığı iki çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan ilki, Körfezdeki deniz trafiğini Automatic Identification System (AIS) datalarından faydalanan ve bu dataları Environmental Stress (ES) model vasıtası ile inceleyen Yurtören ve diğerlerinin (2014) yaptığı çalışmadır (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014). Bu konudaki diğer çalışma ise, İzmit Körfezi'ndeki deniz trafiğinin incelendiği, riskli bölgelerin tespit edildiği ve alınan güvenlik tedbirlerinin geçerliliğinin sorgulanarak yeni tedbirlerin neler olabileceğinin tartışıldığı 2014 yılında gerçekleştirilen İzmit Körfezi PAWSA Çalışması'dır ancak çalışmada elde edilen bulguların raporu hazır olmakla birlikte henüz yayınlanmamıştır. İzmit Körfezi'ndeki deniz trafiğinin incelendiği çalışmalar bunlar ile sınırlı olmasına karşın dünyada, deniz trafiğinin ve bu trafiğin oluşturduğu risklerin incelendiği bir çok model bulunmaktadır. Quan-gen ve diğerleri (2005), Formal Safety Assessment (FSA) kullanarak yaptıkları çalışmalarında, gemilerdeki insan kaynaklı hataların, FSA'nın seyir simülasyonlarına entegre edilerek azaltılabileceğini savunmaktadır (Quan-gen, Zai-li, Shen-ping, & Jin, 2005). Bununla beraber, Di ve diğerleri (2011) Çin'in en büyük ve dünyanın en yoğun iç su yolu kabul edilen Yangtze nehrinde, FSA ve Bayesian Belief Network (BBN) kullanarak yaptıkları çalışmalarında, Yangtze nehrindeki seyir güvenliğinin artırılmasını hedeflemişlerdir (Di, Xinpeng, Zaili, & Jin, 2011). Mokhtari ve diğerleri (2007), yaptıkları çalışmada Automatic Identification System (AIS) in, seyir emniyetine katkıları ve etkilerini incelemiş, aynı zamanda AIS'in doğurabileceği problemler ele alınmıştır (Mokhtari, Wall, Brooks, & Wang, 2007). Kumandan Brian J. Tetreault (USA Coast Guard) yaptığı çalışmada, AIS gözlemi vasıtası ile Maritime Domain Awareness (MDA) ın artırılması sureti ile denizde güvenliğin artırılmasını hedeflemiştir (Tetreault, 2005). Schwehr ve McGillivray, Yağ kirliliklerinin takip edilmesi ve çevre kirliliklerinin gözlenmesinde AIS'in katkısı analiz etmişlerdir (Schwehr & McGillivray, 2007). Bunlarla birlikte,

Harre (2000) AIS sistemi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, AIS sisteminin operasyonel ve teknik açıdan genel oluşumunu tanımlamış, standart ve genişletilmiş uygulamalar ile sistemin potansiyeline değinmiştir (Harre, 2000). Perez ve diğerleri, Texas sularında seyreden gemilerin emisyon tahminlerinin AIS vasıtası ile yapılması konusunda bir çalışma yapmıştır (Perez, Chang, Billings, & Kosub, 2009). Bahsi geçen çalışmalar ve daha birçok çalışmada kullanılmış olan AIS, günümüzde deniz trafiğinin analizinde en çok faydalanan sistemdir. Fujii ve diğerleri ile MacDuff, günümüzde deniz trafiğinin risk değerlendirmesinde kullanılan temel yaklaşımı belirlemişlerdir. Çatışma frekansını, Geometrik olarak çatışma rotasında bulunan gemiler ile bu gemilerin çatışmayı önleyici manevrayı yapamama olasılığının (causation factor) birleşimi olarak ele almış ve bu ifadeyi formülize etmişlerdir (Fujii, Yamanouchi, & Mizuki, 1974) (MacDuff, 1974). Oluşturulan bu temel formüle dayalı olarak yapılan çalışmalardan birinde ise Friis Hensen (2008), NG nin yani “Geometrik olarak çatışma rotasında bulunan gemiler” belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmış, gemilerin çatışma türlerini “crossing, bending, merging, head-on ve overtaking” olarak beşe ayırmış ve herbir karşılaşma türü için NG yi hesaplamıştır (Friis-Hensen, 2008). Kujala ve diğerleri (2009) Finlandiya Körfezi’ndeki yıllık kaza sayılarını, gemi tiplerinin bu kazalara iştirak oranlarını ve tehlikeli bölgeleri belirlemek amacıyla bir çalışma yapmış ve bölgedeki en yüksek kaza türünün yılda 11 kere ile karaya oturma olduğunu, çatışma riskinin en yoğun olduğu bölgenin ise yoğun yolcu gemisi trafiği dolayısı ile Helsinki ve Tallin bölgeleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Kujala, Hanninen, Arola, & Ylitalo, 2009). Pedersen (1995) gemilerin karaya oturma ve çatışma koşullarını belirlemek üzere yaptığı çalışmada, Pc (Causation Factor) nin, bir çok farklı bölgedeki kaza istatistiklerinin toplanarak, analizi yapılacak bölgeye uyarlanması mümkün olduğunu öne sürmüştür (Pedersen, 1995). Bununla beraber, PC nin belirlenmesi için diğer yöntemler ise Bayesian Belief Network (BBN) veya Hata Ağacı Analizi’dir. Bu yöntemlerde asıl hedef, kritik durumun öncesinde veya kritik durumun oluştuğu anda yapılması muhtemel hataların olasılıklarını belirleyerek kazanın gerçekleşme olasılığının tespitidir (Trucco, Cagno, Ruggeri, & Grande, 2008). Kim ve diğerleri (2011) tarafından Mokpo suyu üzerinde, bölgedeki deniz trafiğinin oluşturduğu risklerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, istatistiki kaza verilerinden elde edilen ve 5 yıllık ortalama PC değeri 6.4×10^{-5} olarak bulunmuştur (Kim, Park, & Jeong, 2011).

2. İZMİT KÖRFEZİ GENEL TANITIMI

İçlerinde petrol ve petrol ürünlerinin de elleçlendiği yaklaşık 40 liman işletme tesisi ile birlikte düzenli yolcu taşıma ve feribot hatları, tersane ve yat çekek yerleri, yolcu iskeleleri, balıkçı barınakları, marinalar, yelken ve su sporları kulüplerinin de yer aldığı İzmit Körfezi'nde bu sebep ile yoğun bir deniz trafiği ve yolcu taşımacılığı eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. 2013 yılı verilerine göre yıllık yaklaşık olarak 62 milyon ton yükün elleçlendiği İzmit Körfezi'nde yılda 30 milyon insan ve yaklaşık 4 milyon araç deniz yoluyla taşınmaktadır (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).

2.1 İzmit Körfezi Boyutları



Şekil 2.1 : İzmit Körfezi Boyutları (www.izmitdenizcilik.gov.tr).

2.2 İzmit Körfezi Dip Yapısı

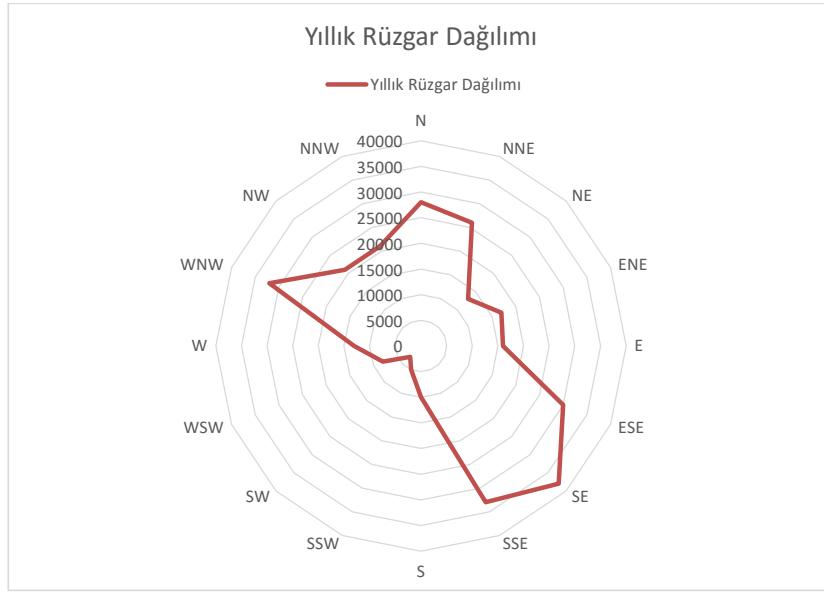
İzmit Körfezi kıyıları 1-4,,km arasında değişen sahil düzlükleriyle çevrilidir. Sahil düzlüklerinin yükseltileri, kuzey ve güneye gidildikçe artar. Körfezin Marmara Denizi'nden İzmit'e kadar uzanan kıyıları genel olarak yüksek kıyılardır. Bununla birlikte dar alanlarda toplanan yamaç molozuyla alçak kıyılar oluşmuştur. Körfezin güney şeridi ise batıda Sarısu Deresi, Kılıç Dere ve Çay Dere, ortada Yalak Dere,

doğuda Kavaklı Deresi, Hisar Dere ve Batak Derenin oluşturduğu deltalarla çevrilidir. Deltalar, Körfezin içine kamalar şeklinde ilerler. Genel olarak Körfezin orta ve doğukısımlarında çamur türü materyal daha yaygınken, batı kısmı silt boyu materyalce daha zengindir. 30 m'lik su derinliğine kadar olan kesimde iri taneli malzeme daha yoğun olup, derinlere doğru ise daha ince taneli malzemenin oranı yükselmektedir (İzmit Körfezi'nin Batimetrisi ve Dip Sediment Dağılımı, 2005).

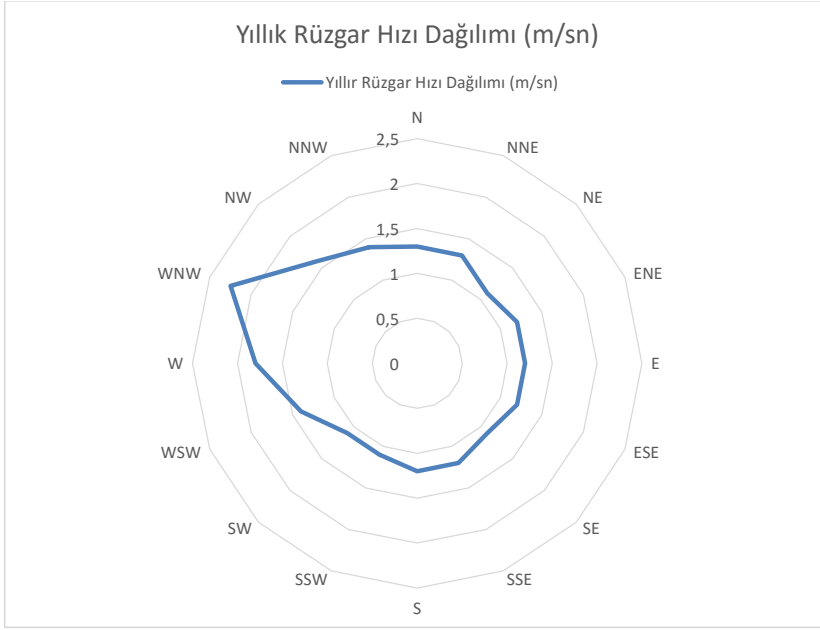
2.3 İzmit Körfezi Sıcaklık

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan istatistiklere göre 1954-2013 yılları arasında Kocaeli'nde ölçülen en yüksek sıcaklık 44.1 °C, en düşük sıcaklık ise -9,7 °C 'dir. Yalova'da ise 1954-2013 yılları arasında ölçülen en yüksek sıcaklık 45.4 °C, en düşük sıcaklık ise -11 °C'dir (<http://www.mgm.gov.tr/>, 2014).

2.4 İzmit Körfezi Rüzgarlar



Şekil 2.2 : Yıllık Rüzgar Yönü Dağılımı.



Şekil 2.3 : Yıllık Rüzgar Hızı Dağılımı.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan verilere göre İzmit Körfezi'ndeki rüzgar bilgileri (<http://www.mgm.gov.tr/>, 2014):

- Maksimum Rüzgarın Yönü : WNW
- Maksimum Rüzgar Hızı : 33,6 m/s
- Yıllık Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı : 8,4
- Yıllık Ortalama Kuvvette Rüzgarlı Gün Sayısı : 3,58

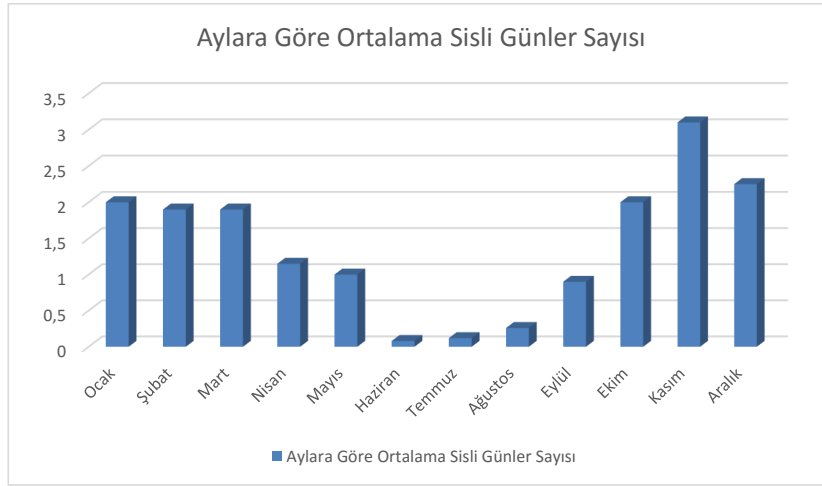
2.5 İzmit Körfezi Akıntı Durumu

İzmit Körfezi'nde halihazırda akıntı değerlerinin ölçülebileceği herhangi bir sabit sistem bulunmamaktadır. Bölgede görev yapan kılavuz kaptanların bilgi ve tecrübelerine göre İzmit Körfezinde gemilerin seyrine engel teşkil edecek sabit, belirgin bir akıntının olmadığı ancak, mevsimsel ve rüzgar durumuna bağlı olarak yüzeysel akıntıların bulunduğu belirtilmiştir. Akıntı, özellikle bazı liman tesislerinin önünde lokal olarak gemilerin manevralarında etkili olabilmektedir. Marmara Denizi'nin doğusunda, en yüksek gelgit aralığı 4 cm'den azdır.

Bu nedenle Körfezde gelgitden kaynaklanan akıntı bulunmamaktadır. İzmit Körfezi'ndeki akıntılar temel olarak rüzgar kaynaklı olup, yüzey akıntıları Körfezin güney kıyılarında Doğu yönlü, kuzey kıyılarında Batı yönlüdür.

2.6 İzmit Körfezi Sis ve Kısıtlı Görüş Şartları

Kocaeli Meteoroloji İstasyonundan alınan verilere göre İzmit Körfezi'nde yıllık ortalama sisli gün sayısı 17,1 dir. Aşağıdaki şekil, aylara göre ortalama sisli gün sayılarını göstermektedir. En yoğun sis Kasım ve Aralık aylarında gözlenmektedir (<http://www.mgm.gov.tr/>, 2014).

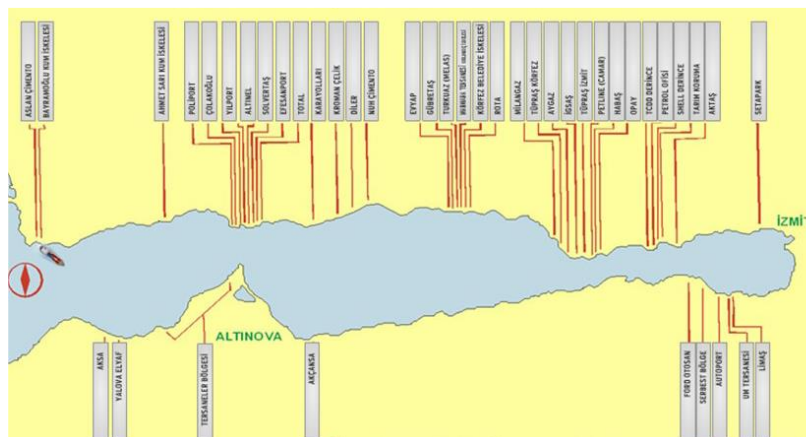


Şekil 2.4 : Aylara Göre Ortalama Sisli Günler Sayısı.

3. İZMİR KÖRFEZİ'NDE DENİZ TRAFİĞİNİ OLUŞTURAN ETKENLERİN İNCELENMESİ

Bu kısımda, İzmit Körfezi'nde, deniz trafiğini oluşturan başlıca unsurlar olan, Limanlar, Tersaneler, Balıkçı barınakları ve Marinalar incelenecektir. Ayrıca, yine deniz trafiğini belirleyici unsurlar olan trafik ayırım düzenleri, demirleme sahaları, yasak sahalar, güvenlik bölgeleri, deniz dibi kablo ve boru hatları ile seyir yardımcılarını hakkında genel bilgiler verilerek körfeze ait istatistiki verilere değinilecektir.

3.1 İzmit Körfezi Liman Tesisleri



Şekil 3.1 : İzmit Körfezi’nde Bulunan Limanların Dağılımı (Kocaeli, 2011)

Çizelge 3.1 : İzmit Körfezi Liman Tesisleri.

SIVI YÜK			KURU YÜK	KONTEYNER	RO-RO
LPG/LNG	PETROL VE ÜRÜNLERİ	KİMYASAL	GENEL KARGO VE DÖKME KURU YÜK		
AYGAZ	YILPORT	AKSA	YILPORT	LİMAŞ	EFESANPORT
MİLANGAZ	SOLVENTAŞ	SOLVENTAŞ	LİMAŞ	EVYAP	FORD OTOSAN
HABAŞ	TCDD DERİNCE	LİMAŞ	AKÇANSA	TCDD DERİNCE	TCDD DERİNCE
	PETLİNE	ALTINTEL	AUTOPORT	YILPORT	AUTOPORT
	KARAYOLLARI	MARMARA TRANSPORT	EFESANPORT		EVYAP
	PETROL OFİSİ	KLOR ALKALİ	GÜBRETAŞ		
	OPAY	POLİPORT	ALTINTEL		
	ALTINTEL	EVYAP	KROMAN		
	SHELL	GÜBRETAŞ	ÇOLAKOĞLU		
	TOTAL	AKTAŞ	DİLER		
	TURKUAZ		POLİPORT		
	TÜPRAŞ		NUH ÇİMENTO		
			ROTA		
			ASLAN ÇİMENTO		
			TCDD DERİNCE		

3.1.1 Aktaş dış tic. a.ş

İzmit İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tesiste kimyasal madde depolama faaliyetleri yapılmakta olup, tesise ait iskelede sıvı yükler elleçlenmektedir. Tesis, 3. şahıslara hizmet vermektedir fakat 3. şahıs taleplerinin %20'si karşılanabilmektedir. İskele boyunun kısa ve derinliğinin yetersiz olması sebebiyle büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. İskele, yılda 180 gün hizmet verebilmektedir.



Şekil 3.2 : Aktaş Liman Tesisleri.

3.1.2 Koruma klor alkali sanayi ürünleri ve ticaret a.ş

Derince İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, sıvı yük, kuru yük ve genel kargo yükleri elleçlenmektedir. Tesis 3. şahıslara hizmet vermekte olup bu taleplerin %15'ini karşılayabilmektedir. İskele boyunun kısa ve derinliğinin yetersiz olması sebebiyle, büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. İskele, yılda 220 gün hizmet vermektedir.



Şekil 3.3 : Korumalı Klor Alkali Liman Tesis.

3.1.3 Petrol ofisi a.ş liman tesisi

Petrol Ofisi A.Ş. Derince Terminali; Kocaeli ili, Derince ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup, terminale karayolu ve demiryolu ile ulaşım imkanı bulunmaktadır, terminalde, kara tankerlerine ve vagonlar vasıtası ile demiryoluna da yönelik olarak dolum hizmetleri verilmektedir. Petrol Ofisi A.Ş. Derince Terminali, 1948 yılında faaliyete geçmiş olup 2001 yılında özelleşmiştir. 2006 yılında gerçekleştirilen 160.000 m³ kapasiteli ilave depo yatırımıyla, toplam depolama kapasitesi 250.000 m³'ü bulmuştur. Terminalin yüz ölçümü yaklaşık olarak 413.000 m² dir. Herhangi özel bir sebepten dolayı ülke içinde yaşanabilecek akaryakıt sıkıntısı olasılığına karşı, Petrol Ofisi A.Ş. Derince Terminali, ithal ya da yurt içinden aktarımlar yolu ile muhtemel sıkıntıyı hafifletme imkânları nedeniyle, sahip olduğu deniz terminali ile ülkemiz için stratejik bir öneme sahiptir. Deniz terminalinde Akaryakıt ve Madeni yağ tankerleri elleçlenmektedir. İskelenin yaklaşık kapasitesi yıllık 500 gemidir (Kocaeli Liman Başkanlığı, 2014). Tesiste sıvı yük elleçlemesi yapılmaktadır. Tesis 3. şahıslara hizmet vermemektedir ancak 3. şahıslara hizmet verilmesi planlanmaktadır. Demiryolu bağlantısı bulunan bir tesis olup İskele boyunun kısa ve derinliğinin yetersiz olması

nedeniyle büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. Bu nedenle tesisin iskele kapasitesinin artırılması gündemdedir. Ayrıca, ana karayoluna çıkış ile ilgili sorunlar yaşandığı belirtilmektedir. İskele, yılda 250 gün çalışmaktadır (Kocaeli, 2011).



Şekil 3.4 : Petrol Ofisi Liman Tesis.

3.1.4 Shell & turcas petrol a.ş derince tesisat müdürlüğü

Derince İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tesiste sıvı yük elleçlemesi yapılmaktadır. Tesis, Akdeniz'deki en büyük madeni yağ tesisi ve bölgedeki tek gres yağı üretim tesisidir. Avrupa'ya ihraç edilen gres yağının %50 sini tek başına karşılamaktadır ve 44 ayrı ülkeye gres yağı ihraç edilmektedir (Shell, 2015). Tesis 3. şahıslara hizmet vermekte olup, iskele boyunun kısa ve derinliğinin yetersiz olması nedeniyle büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. Tesisin iskele kapasitesini büyütme ile ilgili herhangi bir talebi bulunmamaktadır. Ayrıca, ana karayoluna çıkış ile ilgili sorunlar yaşandığı belirtilmektedir. İskele, yılda 250 gün hizmet vermektedir (T.C. Kocaeli Valiliği Alt Komisyon Raporu, 2012).



Şekil 3.5 : Shell & turcas petrol a.ş. der.ince tesisat müdürlüğü.

3.1.5 TCDD derince liman işletmesi müdürlüğü

Derince İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste sıvı yük, kuru yük, konteyner ve genel kargo yükleri elleçlenmektedir. Tesis 3. şahıslara hizmet vermektedir. Ancak, stoklama kapasitesinin yetersizliği ve derinliğinin yeterli olmaması nedeniyle büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. Tesiste, ileri-ki zamanlarda konteyner elleçlenmesi için kapasite arttırımı düşünülmektedir. Rıhtım yılda 280 gün kullanılmaktadır.



Şekil 3.6 : 3.1.5 TCDD Derince Liman Tesisi.

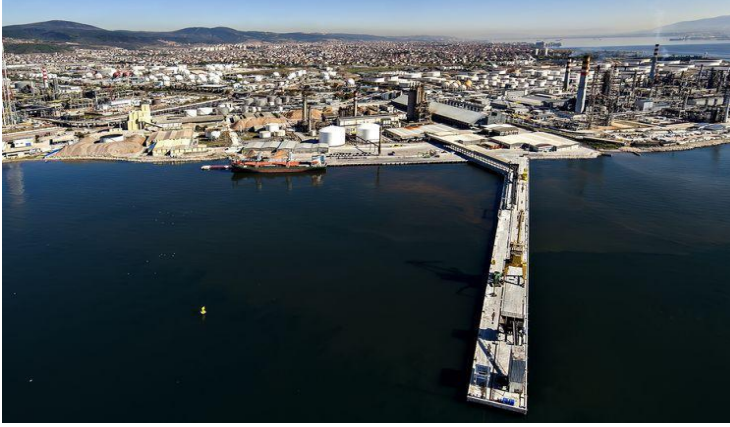
3.1.6 İGSAŞ – istanbul gübre fabrikaları sanayi a.ş

Körfez İlçesi sınırları içerisinde bulunmakta olan tesiste sıvı yük ve kuru yük elleçlemesi yapılmaktadır. Tesis 3. Şahıslara hizmet vermektedir ancak, stoklama kapasitesi, iskele boyunun kısa ve derinliğinin yeterli olmaması sebebi ile büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır (Kocaeli, 2011). Tesisin, iskele kapasitesini büyütme ile ilgili bir talebi bulunmamaktadır. İskele, yıl içerisinde 320 gün kullanılmaktadır.

Liman koordinatları 40°45' N - 29°45' E dir. Toplam 20.953 m² alanda kurulu ve 2.500.000 M/Ton yük elleçleme kapasitesi bulunan limana 70.000 DWT'lik gemiler yanaşabilmektedir. 7 adet rıhtımdan oluşan liman, Ana İskele ve Taş İskele olarak 2 kısımdan oluşmaktadır (İGSAŞ, 2015).



Şekil 3.7 : İGSAŞ Taş İskele.



Şekil 3.8 : İGSAŞ Ana İskele.

3.1.7 Tüpraş izmit rafinerisi limanı

Körfez İlçesi sınırları içerisinde bulunmakta olan tesiste sıvı yük elleçlenmektedir. Tesisi 3. şahıslara hizmet vermektedir ancak, stoklama kapasitesi, iskele boyunun kısa ve derinliğinin yetersiz olması sebebiyle, büyük tonajlı gemiler limana yanaşamamaktadır. Tesisin iskele kapasitesini büyütme ile ilgili bir talebi bulunmamaktadır. İskele, tüm yıl boyunca 365 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011).



Şekil 3.9 : Tüpraş İzmit Rafinerisi Limanı.

Tesis, askeri ve sivil amaçlı tüketilen akaryakıt ürünlerini petrol rafinaj teknikleri kullanarak üretmektedir ve kullandığı ham petrolü yurt dışından ithal etmektedir.

3.1.8 Rota liman hizmetleri sanayi A.Ş.

Körfez İlçesi sınırları içerisinde yer alan tesiste, kuru yük ve genel kargo elleçlenmektedir. Tesis 3. şahıslara hizmet vermektedir. Tesisin, iskele kapasitesini büyütme ile ilgili bir talebi bulunmamaktadır. Liman Tesisi yılda toplam 350 gün kullanılmaktadır. Liman koordinatları 40°46'16" N - 29°43'23" E Mevkisinde bulunmaktadır. 66.000 m2 lik liman sahası bulunmakta olup gemiler için ayrılan yanaşma rıhtımının uzunluğu 880 m dir (Turklim, 2015).



Şekil 3.10 : Rota Limanı.

3.1.9 Turkuaz – izgin liman işletmesi

Körfez İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Tesiste sadece sıvı yük elleçlenmesi yapılmaktadır. Tesis 3. şahıslara hizmet vermekle birlikte iskelenin kapasitesinin yetersizliği sebebiyle ayda 5 adet gemi yanaştırılabilmektedir. Tesisin, iskele kapasitesini büyütme talebi bulunmakta olup büyütüldükten sonra kapasite kullanımının %80' e çıkartılacağı belirtilmektedir. Tesiste 3 adet 5000 m3'lük melas tankı bulunmakta ancak kullanılmamaktadır. İskele yılda 120 gün süresince kullanılmaktadır. Tesiste, sıvı kimyasal ve akaryakıt elleçlemesi operasyonları faaliyetleri yapılmaktadır. Elleçlenen yük, boru hatları vasıtası ile 400 metre mesafede bulunan Toplam 74,000 M3 (60,000 M3 turkuaz, 14,000 M3 İzgin) depolama tesislerinde depolama faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

3.1.10 Gübre fabrikaları a.ş. yarımca tesisleri

Körfez İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, sıvı yük ve kuru yük elleçlenmesi yapılmaktadır. Tesis, 3.şahıslara hizmet vermekte olup iskelenin kapasitesinin müsait olmaması ve iskele uzunluğunun yetersiz olması sebepleri ile talep, tam olarak karşılanamamaktadır. İskele uzunluğunun 101 m'den 550 m'ye çıkarılması talebi ile İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ve Milli Emlak Müdürlüğü'ne başvuru yapıldığı bildirilmiştir. İskele, yılda 260 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). 2011 yılında yapılan ihale ile, yıllık 200.000-ton olan üretim kapasitesinin, 500.000 ton/yıl a çıkarılması hedeflenmektedir (Gubretaş, 2015).



Şekil 3.11 : Gübre Fabrikaları T.A.Ş Yarımca Tesisleri.

3.1.11 Marmara transport gemi inşaa sanayi a.ş.

Körfez ilçesinde bulunan tesiste depolama sahası mevcut değildir. Tesis, tersane olarak kullanılmakta ve boru hattı ile ana gıda, Prista oil ve İzgin Depolama firmalarına sıvı yük elleçlemesi yapmaktadır. Tesis 3.şahıslara hizmet vermekte olup iskele yılda 60 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Tesis, 1962 yılında İzmit, Körfezi, Yarımca bölgesinde kurulmuştur. En fazla 15.000 DWT kapasiteli gemilerin inşaatı yapılabilmektedir (Günay, 2002).



Şekil 3.12 : Marmara Transport Gemi İnşaa Sanayi A.Ş.

3.1.12 Evyap deniz işletmeciliği lojistik ve inşaat a.ş

Körfez İlçesine bağlı Kirazlıyalı beldesinde bulunmaktadır. Tesiste, ro-ro, konteyner, genel kargo, dökme yük ve kimyasal madde elleçlenmesi yapılmaktadır. Tesis, 3. şahıslara hizmet vermekte olup rıhtım, yılda 255 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Liman koordinatları 40°46'15" N - 29°42'24"E dir. 265.000 m2 liman sahası bulunmaktadır (Türklım, 2015).



Şekil 3.13 : Evyap Deniz İşletmeciliği Lojistik Ve İnşaat A.Ş.

3.1.13 Nuh çimento sanayi a.ş

Körfez İlçesi Hereke Akyar bölgesinde bulunan tesiste, çimento, kilinker, kömür, tomruk, kereste ve diğer genel kargo yüklerin elleçlemesi yapılmaktadır. Tesise ait iskelede, kuru yük elleçlemesi yapılmaktadır. Liman tesisi kendi ihtiyaçlarını öncelikli tutmakla beraber 3.şahıslara da hizmet vermektedir. Liman kapasitesi, daha çok şirketin kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile kullanılmaktadır. İskele, yılda toplam 250 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Limandaki rıhtım uzunluğu 595 m dir ve en fazla 80.000 dwt kapasiteli gemilerin yanaşmasına müsaade etmektedir. Depolama alanı 57.000 m2 dir. Liman, 40 46,5 Kuzey - 029 36,5 Doğu koordinatlarında bulunmaktadır (Nuh Çimento, 2015).



Şekil 3.14 : Nuh Çimento Liman Tesisi.

3.1.14 Diler demir çelik endüstri ticaret a.ş

Körfez İlçesi Hereke beldesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, kuru yük ve genel kargo (hurda demir ve kömür) yükleri elleçlenmektedir. Tesis, 3.şahıslara hizmet vermekte olup, rıhtım draftının düşük olması nedeniyle büyük tonajlı gemiler yanaşamamaktadır. Rıhtım, yılda 365 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Limana aynı anda iki adet 70.000 dwt lik kuru yük gemisi veya her biri 10.000 dwt lik altı adet dökme yük gemisi yanaşabilmektedir.

Liman mevkisi, 40 46.8 N - 29 35.8 E dir. Limanda 7 adet iskele olup bunlardan 3 tanesi 380 metre, 2 tanesi 296 metre ve diğerleri ise sırasıyla 175 ve 114 metredir. Limandaki en yüksek su derinliği 13 metredir (Diler Demir Çelik, 2015).



Şekil 3.15 : Diler Demir Çelik Endüstri Ticaret A.Ş.

3.1.15 Kroman demir çelik a.ş

Dilovası İlçesi Tavşancıl beldesinde bulunan tesiste, kuru yük ve genel kargo(hurda demir) elleçlemesi yapılmaktadır. Rıhtım tesisi, kendi ihtiyaçları öncelikli olmak üzere 3. şahıslara da hizmet vermektedir, ancak rıhtım kapasitesi yeterli olmadığı için 3. şahısların talepleri tam olarak karşılanamamaktadır. Limanın büyütülmesi ile ilgili proje çalışmaları devam etmektedir. Rıhtım, yılda 365 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). 29.000 m2 depolama alanı ve 16.000 m2 gümrüklü alanı ile limanda, yılda 3.000.000 ton yük elleçlenmektedir. İskele uzunluğu 420 metre olup derinlik 13 metredir (portofkocaeli, 2015).



Şekil 3.16 : Kroman Demir Çelik A.Ş.

3.1.16 Karayolları tavşancıl asfalt tesisleri

Dilovası İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, asfalt elleçlenmektedir. Stratejik öneminden dolayı Karayolları'nın ihtiyacına göre kullanılmaktadır. Liman koordinatları 40°46'1"N - 29°34'19"E dir. Gemi, vagon ve kara naklieleri ile bitüm stoklaması yapılmaktadır ve stoklanan bitüm, Asfalt Şube Müdürlüğü'nün dağıtım programına göre ihtiyacı olan bölgelere sevk edilmektedir (Kocaeli, 2011) (KGM, 2015).



Şekil 3.17 : Karayolları Tavşancıl Asfalt Tesisleri.

3.1.17 Samsun akaryakıt depolama a.ş (total oil) iskelesi

Dilovası İlçesi bulunan tesiste dökme sıvı yük (akaryakıt) elleçlemesi yapılmaktadır. 3. şahıslara hizmet veren liman, yılda 200 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Limanın depolama kapasitesi 98.868 m3 dür (Aksoy, 2008).

3.1.18 İstanbul demir çelik fabrikaları a.ş (efesanport)

Dilovası İlçesi bulunan tesiste, dökme kuru yük, genel kargo ve asfalt yükleri elleçlenmektedir. Tesis 3. şahıslara hizmet vermektedir. Limanın boşaltma kapasitesi yetersiz olduğundan talepler tam olarak karşılanamamaktadır. Rıhtım, yılda 250 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Yüklere göre elleçleme kapasiteleri (Efesanport, 2015):

Kırkambar yükler: 2.000.000 m-ton/yıl

Dökme kuru yük: 750.000 m-ton/yıl

Asfalt: 200.000 m-ton/yıl

Proje yükü: 50.000 m-ton/yıl dır.

Depolama kapasiteleri ise:

Dökme yük: 65.000 m-ton/yıl

Kırkambar yük: 100.000 m-ton/yıl

Proje yükü: 10.000 m-ton/yıl dır.



Şekil 3.18 : İstanbul Demir Çelik Fabrikaları A. Ş. (EFESANPORT).

3.1.19 Yılport konteyner terminali ve liman işletmesi a.ş.

Dilovası İlçesi bulunana tesiste genel kargo, sıvı yük ve konteyner yüklerinin elleçlemesi ve depolaması yapılmaktadır. Liman, 3. şahıslara hizmet vermemektedir. Liman, yılda 365 gün süresince kullanılmaktadır. İskele kapasitesi yetersizliği nedeniyle 3. şahıslardan gelen talepler karşılanamamaktadır (Kocaeli, 2011). İnşa sürecindeki rıhtım tamamlandığında, konteyner elleçleme kapasitesi 1.000.000 TEU'ya çıkacaktır. Limanın halihazırdaki konteyner elleçleme kapasitesi, 450.000 teu/yıl dır. Genel kargo elleçleme kapasitesi, 2.000.000 ton/yıl dır. Sıvı yük elleçleme kapasitesi ise 650.000 ton/yıl dır. Limanın toplam sahası 206.000 m2 olup, 199,311 m2 lik depolama sahası mevcuttur. Toplam Rıhtım uzunluğu 1065 metre olan liman, 16 metrelik derinliği ile en büyük konteyner gemilerini alabilmektedir (Kocaeli Limanları, 2015).

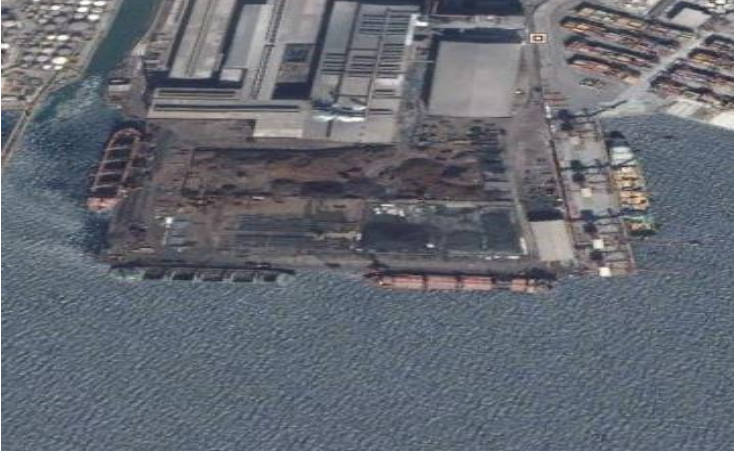


Şekil 3.19 : Yılport Konteyner Terminali ve Liman İşletmesi.

3.1.20 Çolakoğlu metalurji a.ş

Dilovası İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, demir - çelik üretimi yapılmaktadır. Tesise ait iskelede dökme kuru yük elleçlenmesi yapılmaktadır. Tesis 3. şahıslara hizmet verilmekte fakat 3. şahısların talepleri karşılanamamaktadır. İskele, yılda 360 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Toplam liman sahası, 24840 m2 dir. Toplam 2 adet iskele mevcuttur ve iskelelerin toplam uzunluğu 690 metredir. Liman derinliği 22 metre olup, yıllık toplam gemi uğrak kapasitesi 500 dür.

Limanda elleçlenen yükler, Hurda, Demir Mamulleri ve Yarı mamuller, Kömür dür ve limanın yıllık elleçleme kapasitesi 4.000.000 ton dur (Kocaeli Liman Başkanlığı, 2015).



Şekil 3.20 : Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Limanı.

3.1.21 Solventaş teknik depolama a.ş

Dilovası İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, kimyasal madde depolama faaliyetleri yapılmaktadır. Tesiste, dökme sıvı, varilli ve paketli kimyasallar ile petrol ürünleri depolanmaktadır. Bu özellikleri ile tesis, A Tipi Genel Gümrük Antrepodu'dur. Tesise ait iskelede, sıvı yük elleçlenmesi yapılmakta olup, tesis 3.şahıslara hizmet vermektedir. 3. şahıs taleplerinin tamamı karşılanmaktadır. İskele, yılda 365 gün süresince kullanılmaktadır. Depolama kapasitesi 280.000 m³ olan tesiste 196 adet tank bulunmaktadır. Limanda toplam 2 adet iskele olup iskele uzunlukları 270 m ve 235 m dir. İskele derinliği 11 m dir ve yıllık gemi kapasitesi 1000 gemi/yıl dır (Solventas, 2015) (Kocaeli, 2011).



Şekil 3.21 : Solventaş Teknik Depolama A.Ş.

3.1.22 Poliport kimya sanayi ve ticaret a.ş.

Dilovası İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, sıvı kimyasal maddelerin ve akaryakıt ürünlerinin depolanması faaliyetleri yapılmaktadır. Tesise ait iskelede, dökme kuru yükler ve sıvı yükler elleçlenmektedir. Tesis, 3. Şahıslara da hizmet vermektedir fakat sıvı yük ile ilgili olarak, stok tanklarının kapasitelerinin %95 i dolu olduğundan 3. şahısların yeni talepleri karşılanamaktadır. İskele, yılda 355 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Limanın yıllık kuru yük elleçleme kapasitesi 4.500.000 ton dur. Kuru yük için ayrılmış 2 iskelenin boyları 250 ve 450 metredir. Sıvı yük depolama kapasitesi 194.000 m³ dür. Açık ve kapalı olarak 25.000 m² lik toplam antrepo alanı ile depolama ve loistik hizmetleri sunulmaktadır (Poliport, 2015).



Şekil 3.22 : Poliport Kimya Sanayi A.Ş.

3.1.23 Altıntel liman ve terminal işletmeleri a.ş

Dilovası İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste petrol ve petrol türevi kimyasalların depolanma faaliyetleri yapılmaktadır. Tesise ait iskelede sıvı ve dökme kuru yük elleçlenmesi yapılmaktadır. Tesis, 3. şahıslara hizmet vermekle beraber, sıvı yük için iskelenin kapasitesinin yeterli olduğu, fakat stoklama kapasitesinin yetersiz olduğu bildirilmiştir. İskele, yılda boyunca toplam 180 gün hizmet vermektedir (Kocaeli, 2011). 250 metrelik iskele uzunluğu bulunan tesisin, sıvı kimyasal hammadde ve petrol ürünleri depolama kapasitesi toplam 56.000 m³ olup ek olarak 3.000 m³ su depolama kapasitesi mevcuttur. Tesiste bulunan 53 adet tank, 300 m³ ile 1560 m³ arasında değişen boyutlara sahiptir. Diğer taraftan işletme, Gebze Gümrük Müdürlüğü denetiminde olan liman sahasında yaklaşık 3,5 dönüm açık antrepo, tesis içinde yaklaşık ise 200 m² alana sahip kapalı antreposu ile üçüncü şahıslara hizmet verebilmektedir. (Altıntel, 2015)



Şekil 3.23 : Altıntel Liman ve Terminal İşletmeleri A.Ş.

3.1.24 Çayırova cam sanayi a.ş

Gebze sınırları içerisinde bulunan tesiste, cam ve kum depolama faaliyetleri yapılmaktadır. Tesise ait iskelede, dökme kuru yük elleçlemesi yapılmaktadır. Tesis, 3. şahıslara hizmet vermemekte olup, kapasitesini tamamen kendi ihtiyaçları doğrultusunda tahsis etmektedir. İskele, yılda 165 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011).

3.1.25 Aslan çimento a.ş

Darıca İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste çimento üretimi yapılmaktadır. Tesise ait iskelede dökme kuru yük elleçlenmektedir. 3. şahıslara hizmet vermemektedir. İskele, yılda 300 gün kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Tesisin, Klinker kapasitesi 1.25 milyon Ton/yıl, çimento kapasitesi 2 milyon Ton/yıl seviyesindedir (Aslan, 2014).



Şekil 3.24 : Aslan Çimento A.Ş.

3.1.26 Ford otomotiv sanayi a.ş.

Gölcük ilçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste otomobil üretimi yapılmaktadır. Tesise ait olan iskelede, araç elleçlemesi yapılmaktadır. Tesis, 3. Şahıslara hizmet vermemekte olup limanı sadece kendi ihtiyaçları doğrultusunda kullanmaktadır. Talep gelmesi durumunda, 3. şahıslara da hizmet verilebileceği deklere edilmiştir. İskele, yılda 275 gün süresince hizmet vermektedir (Kocaeli, 2011). Liman koordinatları 40° 43'N, 29°51'E dir. 310.000 m2 liman sahası alanı içerisinde yer alan limanın, 320 metre uzunluğunda bir rıhtımı mevcuttur ve derinlik 20 m dir (Turklim, 2015).



Şekil 3.25 : Ford Otomotiv San. A.Ş. Liman Tesisi.

3.1.27 Limaş liman işletmesi a.ş

Başiskele İlçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste kimyasal madde ve konteyner depolama faaliyetleri yapılmaktadır. Tesise ait iskelede sıvı kimyasal ve genel kargo yükleri elleçlenmektedir. Tesis 3. şahıslara hizmet vermekte olup 3. şahıs taleplerinin karşılanamadığı bildirilmiştir. İskele, yılda 270 gün süresince kullanılmaktadır. Limanın yıllık konteyner elleçleme kapasitesi 200.000 TEU/YIL dır. Limanın toplam sahip olduğu 45 adet tank, 380 m³ ile 4180 m³ arasında depolama kapasitesine sahiptir ve toplam kapasitesi, 126.000 m³ tür (Kocaeli, 2011) (Limaş, 2015).



Şekil 3.26 : Limaş Liman İşletmesi A.Ş.

3.1.28 Autoport liman işletmeleri a.ş

Başiskele ilçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, otomobil ve konteyner depolama faaliyetleri yapılmaktadır. Tesise ait olan iskelede, konteyner, genel kargo ve araç elleçlenmesi faaliyetleri yapılmaktadır. Tesis, 3. Şahıslara hizmet vermektedir ve mevcut şartlarda, 3. Şahıs taleplerinin karşılandığı rapor edilmiştir. İskele, yılda 250 gün süresince hizmet vermektedir (Kocaeli, 2011). 150.000 m² alan üzerine Kurulu olan terminalde, 5000 araçlık bir depolama kapasitesi mevcuttur. Mevcut Olan 2 rıhtım ile, yıllık araç elleçleme kapasitesi 400.000 dir. Rıhtım uzunlukları, 328'er metredir ve derinlikler 12.5 m ve 19 m dir. Liman koordinatları, 40° 43' N 29° 52' E dir (Autoport, 2015).



Şekil 3.27 : Autoport Liman İşletmeleri A.Ş.

3.1.29 Aygaz a.ş (platform)

Körfez ilçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste LPG elleçlenmesi operasyonları ve depolama faaliyetleri yapılmaktadır. İskele, 3. Şahıslara hizmet vermekte olup platform, yılda 166 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Terminal mevkiisi 40° 45' 10" N, 29° 44' 53" E dir. Platform bölgesindeki maksimum derinlik 24-26 m aralığındadır (Northmaritime, 2015).

3.1.30 Habaş petrol ürünleri sanayi ticaret a.ş (platform)

Körfez ilçesinde bulunan tesiste LPG ve Motorin elleçlenmesi ve depolanması operasyonları yapılmaktadır. Tesis, 3. Şahıslara hizmet vermektedir ve yılda 90 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Platform bölgesindeki maksimum derinlik 11.5 metre olup en fazla 170 metre uzunluğa sahip ve 20.000 dwt kapasiteli gemiler yanaşabilmektedir . Liman koordinatları 40° 44' 23,88" N, 29° 47' 4,16" E dir (Habaş, 2015).



Şekil 3.28 : Habaş Petrol Ürünleri Sanayi Tic. A. Ş. (Platform)

3.1.31 Milangaz lpg dağıtım ticaret ve sanayi a.ş

Körfez ilçesi sınırları içerisinde yer alan tesiste LPG yükü elleçlenmesi operasyonları yapılmaktadır. Tesis, yetersiz depolama kapasitesi sebebi ile 3. şahıslara hizmet vermemekte ve liman kapasitesini tamamen kendi ihtiyaçları doğrultusunda kullanmaktadır. Platform, yılda 150 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011) Tesis, en fazla 180 metrelik LPG gemilerinin yanaşmasına müsade etmektedir. Tesis bölgesindeki maksimum su derinliği 18 metredir (Mastership, 2015).

3.1.32 OP-AY akaryakıt ticaret ltd. şti.

Körfez ilçesi sınırları içerisinde yer alan tesiste akaryakıt elleçlenmesi operasyonları yapılmaktadır. Tesis, 3. Şahıslara hizmet vermemekte olup, liman tamamen şirketin kendi ihtiyaçları doğrultusunda kullanılmaktadır. Platform yılda 150 gün süresince hizmet vermektedir (Kocaeli, 2011). İskele, maksimum 120 metre tam boya ve 21 metre maksimum drafta sahip gemilerin yanaşmasına müsaade etmekte olup, yıllık dökme sıvı yük elleçleme kapasitesi 500.000 m3 dür (Kocaeli Valiliği , 2014).



Şekil 3.29 : OP-AY Akaryakıt Platformu.

3.1.33 Petline petrol ürünleri ticaret a.ş (platform)

Körfez ilçesi sınırları içerisinde bulunan tesiste, benzin ve motorin yüklerinin elleçlenmesi yapılmaktadır. Platform, 3. şahıslara hizmet vermemektedir ve yılda 20 gün süresince kullanılmaktadır (Kocaeli, 2011). Tesis, toplam 24 tank ve 21.000 m3 depolama kapasitesine sahiptir ve aynı anda 4 farklı türde yükün elleçlenmesini gerçekleştirebilmektedir. Tesiste bulunan tek platform, en fazla 96 metrelik ve 20.000 dwt'luk gemilerin yanaşmasına müsaade etmekte olup platform bölgesindeki maksimum derinlik 11 metredir (Petline, 2015).

3.1.34 Belde liman işletmeleri ve depoculuk a.ş

Dilovası ilçesi sınırları içerisinde yer alan tesiste nihai olarak 2.400.000 TEU konteyner elleçlenmesi planlanmaktadır. 2011 yılında bitirilmesi planlanan proje, liman bölgesine Körfez Geçiş Köprüsü'nün yapılmaya başlanması ile 4 yıl gecikmeli olarak 2015 yılında tamamlanmıştır. Rıhtımın ilk aşamada 450 metre uzunluğa ve 16.5 metre derinliğe sahip olacağı beyan edilmiştir (Kocaeli, 2011) (Denizhaber, 2015).

3.2 İzmit Körfezi Tersaneler

İzmit Körfezinde, Kocaeli liman sınırları içerisinde 8, Yalova liman sınırları içerisinde ise 24'ü faal olmak üzere toplamda 50 adet tersane bulunmaktadır. Tersaneler en yoğun olarak Altınova beldesinde bulunmaktadır (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).



Şekil 3.30 : İzmit Körfezi'nde Bulunan Tersaneler ve Bölgesel Dağılımları.

3.3 İzmit Körfezi Balıkçı Barınakları

İzmit Körfezinde, 8 Su Ürünleri Kooperatifi ve 8 Balıkçı Derneği bulunmaktadır ve bu kuruluşların bulundukları yerler Şekil. 3.31'de gösterilmiştir. Bu kuruluşlardan bazıları barınak şeklinde, bazıları ise çekek yeri şeklinde olup, balıkçı teknelerine hizmet vermektedirler. İzmit Körfezinde, ortalama 400 adet kayıtlı balıkçı teknesi bulunmaktadır (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).



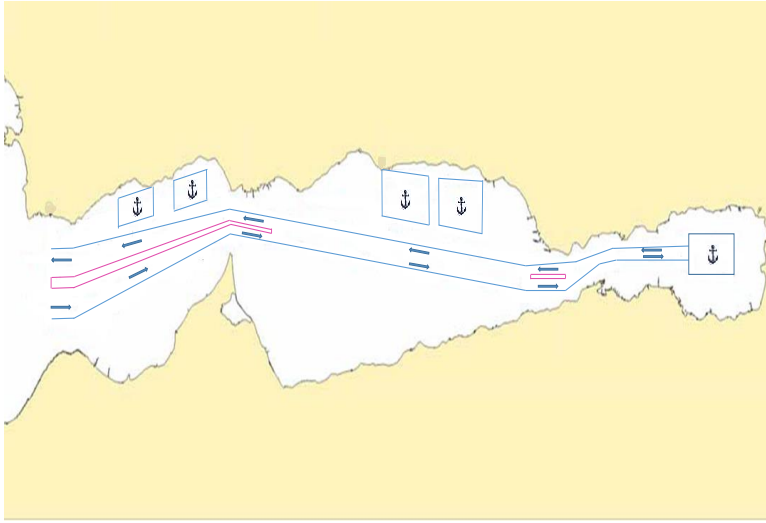
Şekil 3.31 : İzmit Körfezi Balıkçı Kooperatifleri ve Dernekleri.

3.4 İzmit Körfezi Marinalar

İzmit Körfezi'nde faaliyet içerisinde olan 3 marina ve 6 yelken kulübü bulunmaktadır. İzmit Körfezindeki kapasite olarak en büyük marina Karamürsel ilçesinde bulunmakta olup ayrıca İzmit ilçesinde daha küçük çaplı ve Gebze ilçesinde daha çok teknelerin bakım onarım faaliyetlerinin yapıldığı marinalar mevcuttur (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).

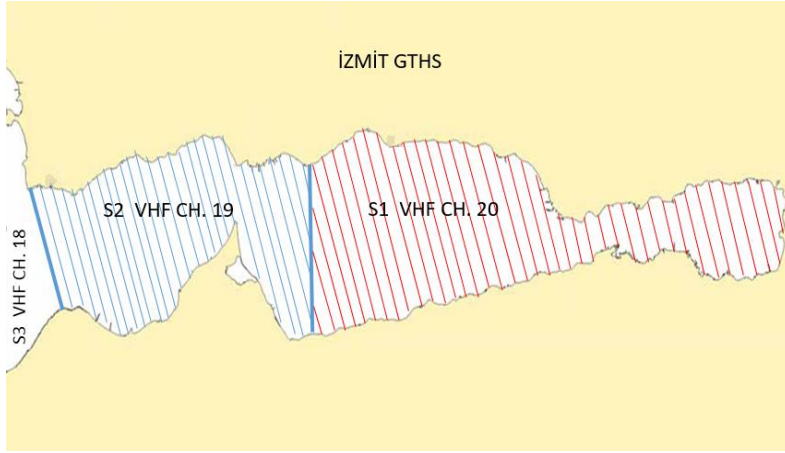
3.5 İzmit Körfezi Trafik Ayrım Düzenleri ve Demirleme Sahaları

İzmit Körfezi'nde ilk defa 10.02.2011 tarihli İzmit Liman Yönetmeliğinde Trafik Ayrım Düzeni (TAD) tanımlanmış olup, halen yürürlükte olan 31.10.2012 tarihli Limanlar Yönetmeliğinde de Trafik Ayrım Düzeni Şekil.3.32'de belirtildiği gibi yer almaktadır. Ayrıca Kocaeli ve Yalova demirleme alanları da yine Şekil 3.32'de gösterilmektedir.



Şekil 3.32 : İzmit Körfezi Trafik Ayrım Düzenleri ve Demirleme Sahaları.

İzmit Körfezi'nde yeni kurulan ve testleri devam eden Gemi Trafik Hizmetleri'nin planlanan sektörleri Şekil 3.3' te gösterilmiştir.



Şekil 3.33 : Planlanan GTH Sektör Alanları.

3.6 İzmit Körfezi İstatistiki Veriler

Yıllara göre İzmit Körfezi’ni ziyaret eden gemi adetleri, Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Yıllara Göre Kocaeli Limanlarına Uğrayan Gemi Adetleri.

Kocaeli Liman Başkanlığı							
Kocaeli Limanlarına Uğrayan Gemilerin Yıllara Göre Dağılımı							
Yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Toplam Gemi Adedi	13.237	12.457	11.575	11.133	10.573	10.644	10.627
Tonaj	65.549.347	71.255.528	72.569.838	85.336.704	90.264.641	105.199.747	113.289.070

İzmit Körfezi’ndeki yıllık gemi hareketi sayısı, yerel trafik de hesaba katıldığında yaklaşık 180.000 dir. Bu yüksek miktardaki gemi hareketi, özellikle Kaba burun – Dil burnu ve Zeytin Burnu – Derince – Gölcük gibi bölgelerde yoğun bir deniz trafiği oluşturmaktadır (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014). İzmit Körfezi limanlarında, yıllara göre elleçlenen yük miktarları Çizelge 3.3’ te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : İzmit Körfezi Yıllara Göre Yük Elleçleme İstatistikleri.

YIL	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Yükleme Miktarı	13.097.639	13.485.812	13.721.521	13.521.666	14.208.082	16.363.136	16.903.583
Boşaltma Miktarı	42.919.965	39.674.774	34.905.145	41.049.483	40.792.010	45.095.342	44.515.215
Toplam Elleçlenen Yük	56.017.604	53.160.586	48.626.666	54.571.149	55.000.092	61.458.478	61.418.798

Kocaeli’ndeki liman tesislerine 2013 yılında uğrak yapan gemilerin tonajlarına göre Dağılımları incelendiğinde, yoğunluğun 2,000 ila 15,000 GT arasındaki gemilerde olduğu görülmektedir. Bu tonajdaki gemiler, limanlara uğrayan toplam gemi sayısının %50’sini oluşturmaktadır. İzmit Körfezi’nde geçmiş yıllarda meydana gelen kaza istatistikleri Çizelge 3.4’ te gösterilmiştir (Kocaeli Liman Başkanlığı, 2014).

Çizelge 3.4 : İzmit Körfezi Kaza İstatistikleri.

İzmit Körfezi Kaza İstatistikleri (2009-2013)						
YIL	2009	2010	2011	2012	2013	Toplam
Çatışma	-	1	-	-	1	2
Karaya Oturma	-	2	-	-	-	2
Çatma/Temas	2	2	2	4	4	14
Alabora	-	-	1	1	1	3
Yangın	1	-	-	-	1	2

4. DENİZ TRAFİĞİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN RİSK DEĞERLENDİRME MODELLERİ

Bu kısımda, deniz trafiğinin ve bu trafiğin oluşturduğu risklerin tespit edilmesi amacıyla oluşturulmuş modellere değinilecektir. Ayrıca, gemilerin karaya oturma frekanslarının tespiti amacıyla oluşturulmuş modeller de ele alınacaktır.

4.1 Risk Analiz Modelleri

4.1.1 Pedersen modeli

Pedersen (1995) e göre, kesişen bir suyolundaki iki geminin birbirlerine göre hızları şu şekilde formülize edilir:

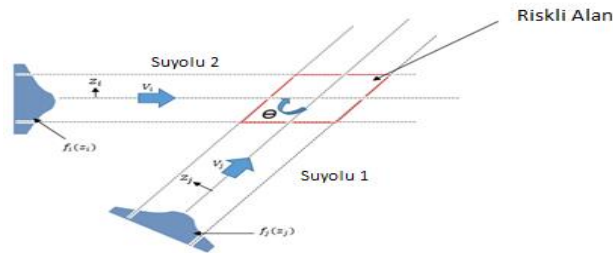
$$V_{ij} = \sqrt{\left(V_i^{(1)}\right)^2 + \left(V_j^{(2)}\right)^2 - 2V_i^{(1)}V_j^{(2)} \cos \theta} \quad (4.1)$$

Bu formülde

$V_i^{(1)}$ 1 Numaralı suyolunda bulunan i gemisinin hızı,

$V_j^{(2)}$ 2 Numaralı suyolunda bulunan j gemisinin hızı,

θ Şekil 4.1'e göre gemilerin rotaları arasındaki açıyı göstermektedir.



Şekil 4.1: Kesişen Bir Suyolundaki Gemilerin Birbirlerine Göre Hızları ve Risk Bölgesi

Gemiler, hızlarına ve türlerine göre gruplandırılarak farklı karakteristiklerdeki gemi grupları belirlenir. Örneğin gruplar arasındaki ortalama gemi süratleri bir gruptan diğerine önemli ölçüde farklılıklar gösterecektir. Farklı türlerdeki gemi gruplarının manevra karakteristikleri de birbirlerinden oldukça farklı olacaktır ve bu sebeple farklı gemi grupları için farklı “causation factor” ler tanımlanmalıdır.

Gemilerin “Geometrik Çatışma Alanı”, Şekil 4.2’de görüldüğü gibi dikdörtgenimsi bir şekildedir ve bu boyutun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır:

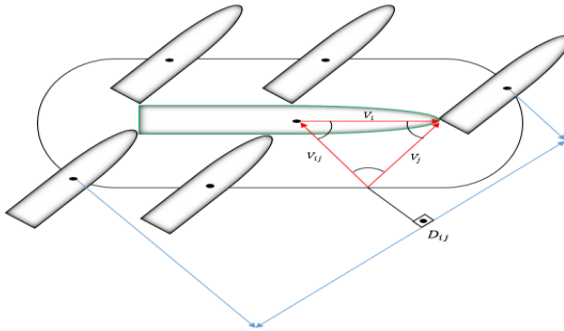
$$D_{ij} = \frac{L_i^{(1)} V_j^{(2)} + L_j^{(2)} V_i^{(1)}}{V_{ij}} \sin \theta + B_j^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \cdot \frac{V_i^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + B_i^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \cdot \frac{V_j^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4.2)$$

Bu formülde

$L_i^{(1)}$ 1. Suyolunda bulunan i gemisinin uzunluğu,

$L_j^{(2)}$ 2. Suyolunda bulunan j gemisinin uzunluğu,

B Gemilerin genişliğini göstermektedir.



Şekil 4.2: Geometrik Çatışma Mesafesi (Geometrical Collision Diameter).

Pedersen (1995), Fujii (1983) nin fikrinden faydalananak, J grubunda bulunan gemilerin, I grubunda bulunan tek bir gemi ile Δt süresi içerisinde çatışma rotası üzerinde bulunma durumu şu şekilde formülize edilmiştir:

$$\frac{Q_j^{(2)}}{V_j^{(2)}} f_j^{(2)}(z_j) D_{ij} V_{ij} dz_i \Delta t \quad (4.3)$$

Bu formülde

$Q_j^{(2)}$ 2. Suyolunda bulunan ve j grubuna ait gemilerin Δt süresi içerisindeki hareketleri
 $f_j^{(2)}(z_j)$ 2. Suyolunda bulunan ve j grubuna ait gemilerin bu su yolundaki trafik dağılımını,

z_j 2. Suyolunun merkezine olan uzaklığı belirtmektedir.

Eğer su yolundaki trafik dağılımını tanımlamak için normal dağılım kullanılacak ise aşağıdaki formül kullanılır,

$$f_j^{(2)}(z_j) = \frac{1}{\sigma_j^{(2)} \sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(z_j - \mu_j^{(2)})^2}{2(\sigma_j^{(2)})^2}\right) \quad (4.4)$$

Bu formülde

$\mu_j^{(2)}$ z_j nin ortalama değerini,

$\sigma_j^{(2)}$ z_j den olan standart sapmadır.

Bir su yolundaki kaza frekanslarının hesaplanabilmesi için, trafik dağılımını tanımlamada sık kullanılan diğer bir yöntem ise homojen dağılımdır (Ang & Tang, 1975).

$$f_j^{(2)}(z_j) = \begin{cases} b-a, & a \leq z_j \leq b \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases} \quad (4.5)$$

Bu formülde,

a Alt sınırı,

b Üst sınırı belirtmektedir.

Çoğu kez ise, bir su yolundaki trafik dağılımını tanımlamak için homojen ve normal dağılımın bir kombinasyonu kullanılır.

Pedersen (1995) modeline göre, bir su yolundaki i grubuna ait gemilerin sayısı,

$$\frac{Q_i^{(1)}}{V_i^{(1)}} f_i^{(1)}(z_i) dz_i \quad (4.6)$$

formülüne göre belirlenir. Çatışma rotasında bulunan gemiler (N_a) ise 3 ve 6. Formüllerin birbirleri ile çarpılması ve eğer varsa her bir su yolundaki farklı gemi tiplerinin bu çarpıma eklenmesi ile elde edilir.

$$N_a = \sum_i \sum_j \int_{\Omega(z_i, z_j)} \frac{Q_i^{(1)} \cdot Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} \cdot V_j^{(2)}} \cdot f_i^{(1)}(z_i) f_j^{(2)}(z_j) V_{ij} D_{ij} dA \Delta t \quad (4.7)$$

Çatışma frekansının tespiti için ise, çatışma rotasında bulunan gemi sayısının (N_a), uygun bir causation factor ile çarpılması gerekmektedir.

Paralel bir su yolunda (7) numaralı denklem şu şekilde hesaplanacaktır,

$$N_a = \frac{\sqrt{\pi}}{2} L_w \sum_i \sum_j \frac{Q_i^{(1)} \cdot Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} \cdot V_j^{(2)}} \cdot (V_i^{(1)} + V_j^{(2)}) \cdot (B_i^{(1)} + B_j^{(2)}) \cdot \frac{1}{\sigma_1} \exp(-\mu^2 / 4\sigma_1^2) \Delta t \quad (4.8)$$

Bu denklemde μ , birbirlerine zıt yönde hareket eden gemilerin ortalama konumları arasındaki dikey uzaklıktır.



Şekil 4.3: Suyolunda Bulunan Gemilerin Dağılımları.

4.1.2 Fowler ve Sörgård modeli

Fowler ve Sörgård (2000), kritik durumların (nco) frekansının hesaplanmasında, trafik hareketlerinin birbirinden tamamen bağımsız olduğunu farzetmişlerdir. Birbirine aykırı geçiş yapan iki teknenin aralarındaki mesafe 0.5 mil olduğunda, kritik durum oluşmuş demektir. Gemilerin karşılaşma frekansları, bölgedeki tüm gemi rotalarının ikili olarak karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Bununla birlikte, Fowler ve Sörgård (2000), kritik durumların oluşmasına ilişkin herhangi bir hesaplama yöntemi ortaya koymamıştır. Modele göre, karşılaşma frekanslarının, her bir karşılaşmada

meydana gelen çatışma ihtimali (p_{co}) ile çarpılmasıyla, toplam kaza sayısı (f_{co}) tespit edilecektir. Hesaplamalar tüm gemi tiplerine veya belirli gemi tiplerine uyarlanabilir. Böylelikle çatışma frekansı (f_{co}) şu şekilde hesaplanacaktır,

$$f_{co} = n_{co} (p_c P_{co,c} + p_f P_{co,f}) \quad (4.9)$$

Bu formülde,

p_c Açık görüş şartlarının mevcut olma ihtimalini,

p_f Kısıtlı görüş şartlarının mevcut olma ihtimalini,

$P_{co,c}$ Açık görüş şartlarında uygulanacak olan causation factor'ü,

$P_{co,f}$ Kısıtlı görüş şartlarında uygulanacak olan causation factor'ü temsil etmektedir.

4.1.3 Macduff modeli

Macduff (1974), kendi modelini, moleküler çarpışma teorisi üstüne inşa etmiştir. Benzer rotalar üzerinde, benzer yönlere giden gemiler, homojen bir grup olarak ele alınmış, aynı hız ile seyrettikleri ve benzer boyutlara sahip oldukları farzedilmiştir. Macduff, gemilerin rotasına θ açısı yapacak şekilde yaklaşmakta olan bir gemi tasarlamıştır. Moleküler teoriden esinlenerek, diğer gemilerin rotasına aykırı geçiş yapacak olan geminin, diğer gemilerden herhangi birine çarpmadan gidebileceği ortalama mesafeyi tanımlamıştır. Bu fikre göre geometrik olarak çatışma ihtimali,

$$P_c = \frac{XL}{D^2} \frac{\sin(\theta/2)}{925} \quad (4.10)$$

Formülü ile belirlenecektir. Bu formülde,

D Gemiler arasındaki ortalama uzaklığı (mil cinsinden),

X Diğer gemiler ile aykırı geçiş yapacak geminin gidebileceği mesafenin uzunluğunu (mil cinsinden)

L Ortalama gemi boyunu simgelemektedir.

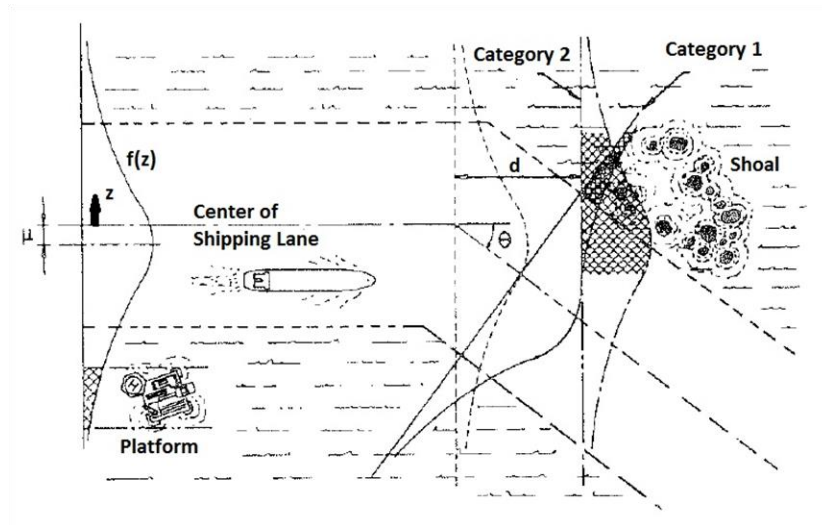
Macduff modeli, aykırı geçiş durumunda oluşabilecek çatışma ihtimalleri haricinde herhangi bir çatışma türünü hesaplamamaktadır.

4.2 Karaya Oturma Frekans Modelleri

4.2.1 Pedersen model

Pedersen (1995)'in, karaya oturma frekansına olan yaklaşımı, çatışma frekansına olan yaklaşımına benzemektedir. Pedersen, karaya oturma sayısını dört kategoride değerlendirmektedir:

1. Bir su yolunda, normal hız ile seyreden gemi, bir sığlığa yakın iken insan hatası, dümen arızası veya makine arızası sebebi ile karaya oturabilir.
2. Bir dönemece giren gemi, yapması gereken manevrayı yaparak dönüşünü gerçekleştirmez ise, önündeki bir sığlıkta karaya oturabilir.
3. Bir sığlık bölgesinde, önleyici manevrayı yapması gereken geminin bu manevrayı yapmaması sonucu karaya oturması.
4. Diğer durumlar. Örnek: sürüklenen gemiler, rotasından çıkmış gemiler vs...



Şekil 4.4: Suyolu Kıvrımı ve Sığlık Bölgesi.

1 ve 2. kategorilere ait karaya oturma ihtimali bulunan gemiler, şekil 4.4'de gösterildiği gibidir. Bu kategoriler için yıllık karaya oturma frekansı için oluşturulmuş formül şu şekildedir:

$$F_{cat. I} = \sum_{ship\ class, i}^n P_{ci} Q_i \int_L f_i(z) B_i dz \quad (4.11)$$

$$F_{cat. II} = \sum_{ship\ class, i}^n P_{ci} Q_i P_0^{(d-a_i)/a_i} \int_L f_i(z) B_i dz \quad (4.12)$$

Bu formülde:

i Gemi türü, DWT tonaj veya uzunluklarına göre ayrılmış gemi tiplerine ait gemilerin sayısı,

P_{ci} *i* sınıfına ait geminin “causation factor”ü veya seyir rotası üzerindeki bir topuktan kaçınmak için gerekli önleyici manevranın yapılamaması,

Q_i Dikkate alınan su yolundaki *i* sınıfına ait gemilerin yıllık hareket sayısı,

L Çalışılan bölgenin, gemi trafiğine dik olan toplam genişliği,

Z Rotaya dik olan koordinat,

f_i(z) Suyolundaki gemi trafiğinin dağılımı,

B_i Bir sıklıkta önleyici manevra yapamayarak karaya oturan gemi için 1, sığ bölgeyi güvenli bir şekilde geçen gemi için 0 olarak alınan karaya oturma fonksiyonu,

P₀ Geminin pozisyon kontrolünün unutulması,

d Geminin su yolunda bulunduğu konuma göre değişen ve su yolu kıvrımı ile sıklık arasındaki mesafe,

a_i Navigasyon yapan kişinin, ortalama mevki kontrolü yapma aralığını belirtmektedir.

Pedersen (1995)’e göre, yukarıdaki iki denklem ile, karaya oturma ihtimali, makul bir düzeyde hesaplanabilmektedir.

4.2.2 Simonsen model

Simonsen modeli (1997), Pedersen modelin biraz daha gelişmiş versiyonu sayılabilir. Pedersen modelde yer alan ve aşağıda görülen yıllık karaya oturma formülü,

$$F_{cat. II} = \sum_{ship\ class, i}^n P_{ci} Q_i P_0^{(d-a_i)/a_i} \int_L f_i(z) B_i dz \quad (4.13)$$

Şu şekilde yeniden oluşturulmuştur,

$$F_{cat II} = \sum_{ship\ class, i} P_{ci} Q_i e^{-d/a_i} \int_L f_i(z) B_i dz \quad (4.14)$$

Formülde,

e^{-d/a_i} bir “bend” alanından bir sığlığa kadar, gemi pozisyonun kontrol edilmesinin unutulma ihtimalini,

i Gemi türü, DWT tonaj veya uzunluklarına göre ayrılmış gemi tiplerine ait gemilerin sayısı,

P_{ci} i sınıfına ait geminin “causation factor”ü veya seyir rotası üzerindeki bir topuktan kaçınmak için gerekli önleyici manevranın yapılamaması,

Q_i Dikkate alınan su yolundaki i sınıfına ait gemilerin yıllık hareket sayısı,

L Çalışılan bölgenin, gemi trafiğine dik olan toplam genişliği,

Z Rotaya dik olan koordinat,

$f_i(z)$ Suyolundaki gemi trafiğinin dağılımı,

B_i Bir sığlıkta önleyici manevra yapamayarak karaya oturan gemi için 1, sığ bölgeyi güvenli bir şekilde geçen gemi için 0 olarak alınan karaya oturma fonksiyonu,

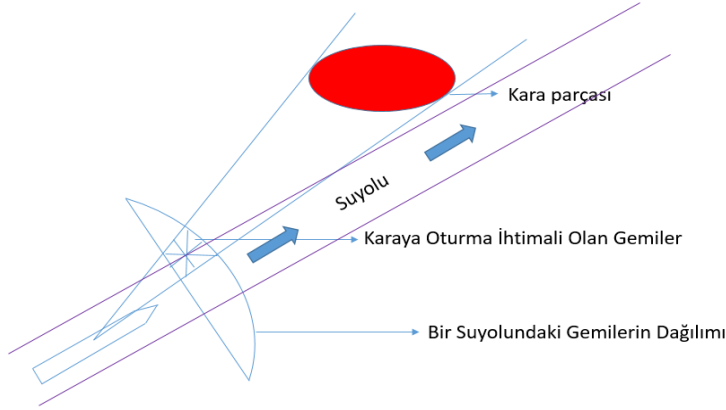
d Geminin su yolunda bulunduğu konuma göre değişen ve su yolu kıvrımı ile sığlık arasındaki mesafe,

a_i Navigasyon yapan kişinin, ortalama mevki kontrolü yapma aralığını belirtmektedir.

4.2.3 COWI model

COWI (2008) karaya oturma türlerini üç grupta ele almaktadır: yanlış seyir yapmaktan kaynaklı karaya oturma, dönüş noktasının kaçırılması sonucu karaya oturma ve sürüklenerek karaya oturma. Bununla birlikte, sürüklenmeden kaynaklı karaya oturma, COWI raporunda yer almamaktadır. Gemiden bakıldığında adalar, gerçek şekillerinden ziyade ufukta bir çizgi gibi görünmektedir. Bu sebeple, deniz üzerinde ve altında bulunan karaları, lineer bir şekilde modellemek gerekmektedir. Bir gemi, yapılan bu lineer projeksiyona göre karaya doğru gitmeye devam ediyorsa, karaya oturacaktır (Ylitalo, 2010).

4.2.3.1 Yanlış seyirden kaynaklı karaya oturma



Şekil 4.5: Belirli Bir Suyolunda Seyreden ve Karaya Oturma İhtimali Bulunan Gemiler.

COWI (2008)'e göre, yanlış seyir yapmaktan kaynaklı karaya oturmalar en fazla, personelin gemi pozisyonunun tamamen farkında olmadığı zor su yollarında gerçekleşir. Suyolu hakkında yetersiz tecrübe, bozuk veya yetersiz seyir ekipmanları ve yetersiz eğitim gibi sebepler, bu karaya oturma türünü doğurabilmektedir. COWI (2008), “geometrical collision candidates” (PG)’nin yani geometrik olarak karaya oturma rotasında bulunan gemilerin incelenmesini önermektedir. Bu gemilerden kasıt, manevra yapmadıkları takdirde, geometrik olarak karaya oturma rotasında olmaları

$$k_{DC} = \frac{x}{d} \quad (4.15)$$

sebebi ile karaya oturacak olan gemilerdir. COWI (2008) düzeltilmiş mesafe faktörünü ortaya koymuştur (calibrated distance factor),

Formülde,

x , nm = 18.522 km ve

d , gözlem noktası ile kara arasındaki mesafe dir.

Çatışma frekansı modellemesindeki gibi, “risk reduction factor” yani pilotaj, yerel deneyim ve güvenlik standartları gibi risk azaltıcı faktörler, modellemede kullanılmıştır. Eğer bu bahsedilen risk azaltıcı etkenlerden biri mevcut ise, karaya oturma frekansı, risk azaltıcı faktör olan $k_{RR} = 0,5$ ile çarpılmalıdır.

COWI (2008)’e göre, yıllık karaya oturma frekansı formülü aşağıdaki gibidir,

$$P_X = NP_G P_C k_{DC} k_{RR} \quad (4.16)$$

Formülde,

N , belirli bir bölgedeki yıllık gemi hareketi sayısı,

P_g , geometrik olarak karaya oturma ihtimali,

P_c , “Causation Factor” yani, karaya oturma rotasında olan bir geminin

karaya oturmayı önleyici manevrayı yapamayarak çatışma ihtimalidir.

4.2.3.2 Dönüşü kaçırmaktan kaynaklanan karaya oturma

Özellikle çok fazla dikkat gerektirmeyen ve seyrin kolay olduğu açık deniz alanlarında bir dönüş kaçırılabilir. Dönüş bölgesinin ilerisinde bir kıyı yada karaya oturulabilecek sıklıkta bir bölge mevcut ise, dönüşü kaçıran gemi karaya oturacaktır. Böyle bir durumdaki karaya oturma frekansının hesaplanması için COWI (2008) şu formülü önermiştir,

$$P_X = NP_{NT} P_G P_C k_{RR} \quad (4.17)$$

Formülde,

P_{NT} , dönüşü kaçıran ve karaya oturana kadar dönüş manevrasını yapmayan gemilerin frekansını belirtmektedir. Formüldeki diğer bileşenler, yanlış seyirden kaynaklanan karaya oturma formülündekiler ile aynıdır ve aynı şekilde hesaplanmaktadır.

P_{NT} nin hesaplanması ise şu şekilde formüle edilmiştir,

$$P_{NT} = e^{-\lambda \frac{x}{V}} \quad (4.18)$$

Formülde,

λ , kontrol frekansı (0.5 - 1 dakika)

x , su yolunda bulunan büküm ve kara arasındaki mesafe,

V , geminin hızıdır.

5. İZMİT KÖRFEZİ UYGULAMALARI

Bu kısımda, İzmit Körfezi'nde bu güne kadar uygulanmış deniz trafiği risk analizi metodları olan PAWSA ve ES model uygulamalarına değinilecektir. Bu modellerin uygulama süreçleri ve elde edilen bulgular ele alınacaktır.

5.1 Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi (PAWSA)

PAWSA süreci, suyollarındaki risk seviyelerinin tespiti için uzman görüşlerinin bir araya getirildiği bir süreçtir. Bu çalışma ayrıca suyollarında bulunan risklerin azaltılması için gerçekleştirilebilecek muhtemel önleyici müdahalelerin etkinliğini de gözden geçirir. Seçilmiş bir grup suyolları kullanıcısı ve konu ile ilgili paydaşlar, önleyici çalışmaların verimliliğini ve risk faktörlerini değerlendirir. Böylece süreç, suyolları uzmanlarının ortak bir çalışması olarak risk azaltıcı etkenleri belirleme görevini de üstlenir.

PAWSA metodu çerçevesinde kavram olarak Amerikan Araç Trafiki Servisleri Ulusal Çalışması'nın bir alt kolu olan Ulusal Diyalog Grubu tarafından geliştirilen bir model benimsenmiş ve bu model, Potomac Management Group, Inc. tarafından sayısallaştırılmıştır. Bu modele göre risk, zaiyat ihtimalleri ve bunların sonuçlarının ortaya koyduğu ürün olarak tanımlanmıştır. Sonuç olarak bu model, suyolları zaiyatlarının sebeplerini ve sonuçlarını kapsayan birçok değişkeni kapsamaktadır.

Sürecin ilk aşaması, katılımcıların risk ölçümü için kullanılacak olan değerlendirme skalalarına veri sağlamasından oluşmaktadır. İkinci aşamada, suyollarındaki temel risk seviyelerini tartışıp, bunları önceden tespit edilmiş olan niteliksel risk tanımlarını baz alarak sayısal değerlendirme skalalarının ikili olarak karşılaştırılması ve bu sayede risk seviyelerinin tespiti yapılır. Üçüncü aşamada, katılımcıların modeldeki altı risk kategorisi içerisinde, kendi uzmanlıklarını ölçmeleri sağlanır. Bu kendini değerlendirme ölçümleri, ilk iki aşamada elde edilen girdilerin ağırlığının ölçülmesinde fayda sağlar. Dördüncü aşamada katılımcılar, halihazırdaki risk azaltıcı faktörleri ve bu faktörlerin hangi seviyede yeterli olduğunu tartışırlar. Bundan sonra katılımcılara, riskin daha da azaltılabilmesi için mevcut uygulamalar ile yeterli

seviyede dengelenemeyen riskler hakkında başka önerilerinin olup olmadığı sorulur. Son olarak ise, önlenemeyen risklere karşı kullanılması muhtemel müdahale yöntemleri ve bu yöntemlerin yeterlilikleri değerlendirilir.

PAWSA süreci, grubun ortak kararlarını açığa çıkarır ve risk azaltma çabalarına odaklanmanın çok etkili bir aracıdır. Ancak değerlendirilen ve dengelendiği düşünülen risklerin yine de ek risk azaltıcı önlemlere ihtiyaç duymaları olasıdır (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).

5.1.1 İzmit körfezi pawsa uygulama süreci

Çalıştay süresince katılımcılar, İzmit Körfezi'ndeki emniyet ile ilgili konuları değerlendirmektedir. Bu niteliksel değerlendirmeler, 5 adet form (kitap) şeklinde birimlere ayrılmış olup bu şekilde organize edilmektedirler. Bu kitaplara verilen cevaplar, sayısallaştırılmak için nümerik hale getirilmekte ve her bir bölüme verilen cevaplar, PAWSA programına bilgisayar ortamında yüklenmektedir. 1. ve 2. Formlar haricindeki bütün formların sonuçları, katılımcılar tarafından bir sonraki forma geçiş amacı ile kullanılmaktadır. Modelde kullanılan 6 risk modeli şu şekildedir:

- 1- **Gemi durumu:** Bir su yolundaki araçların ve personelin kalitesi,
- 2- **Trafik durumu:** Bir su yolundaki deniz aracı sayısı ve birbirleri ile etkileşimleri,
- 3- **Seyir Şartları:** Bir su yolundaki araçların maruz kalacakları rüzgar ve akıntı gibi çevresel faktörler,
- 4- **Suyolu Şartları:** Deniz aracının manerasını hangi kolaylıkta yapacağını belirleyen su yolunun fiziksel özellikleri,
- 5- **Birincil sonuçlar:** Suyolunda yaşanan olaylara bağlı insan kaybının öncelikli etkileri, insan yaralanmaları veya ölümleri, petrol veya zararlı kimyasalların dökülmeleri ve gereken müdahaleler, deniz yolu ulaşımının s ekteye uğraması,
- 6- **Müteakip sonuçlar:** Suyolunda yaşanan olaylar bağlı sonuçların saatler, günler veya yıllar sonrasında ortaya çıkabilecek sonuçları, örnek olarak canlı

türlerinin soylarının tükenmesi, işletmenin kapatılması, bölgede işsizliğin artması, içme sularının kirlenmesi vb... (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014)

Çizelge 5.1 : İzmit Körfezi PAWSA Risk Modeli.

İzmit Körfezi Pawsa Risk Modeli					
Gemi Durumu	Trafik Durumu	Seyir Şartları	Suyolu Şartları	Birincil Sonuçlar	Müteakip Sonuçlar
150m den büyük gemiler	Yerel trafik dışındaki gemi yoğunluğu	Rüzgar	Görünürlüğü kısıtlayan durumlar	Yolcu taşımacılığı	Emniyet ve sağlık
150 m'den küçük gemiler	Yerel trafik yoğunluğu	Akıntı	Suyolu boyutları	Petrol taşımacılığı	Çevresel etkiler
Yağ/yakıt/su barçları	Trafik karışıklığı	Kısıtlı görüş	Dip yapısı	Zararlı (kimyasal) madde taşımacılığı	Deniz mahsulleri (balıkçılık)
Yerel trafik	Trafik sıklığı	Seyir engelleri	Yanışma yerleri	Ulaşımın aksamaması	Ekonomik etkiler

5.1.1.1 Gemi durumu

Dünyada, mevcut her suyolunda çalışan veya hizmet veren gemilerin ve deniz araçlarının içerisinde, yüksek risk arz ettiği veya mevcut diğer gemilere göre daha fazla risk oluşturduğu varsayılan gemiler bulunmaktadır. Bu riskli olduğu varsayılan gemiler, gereken emniyet tedbirlerini almamış gemiler olabileceği gibi, liman devleti kontrollerinde kara listede yer alan gemiler, sahibi finansal zorluklar içerisinde olan gemiler, deneyimsiz mürettebatı yada işletmecisi olan gemiler vs. olabilir. Böylelikle farklı kategorilerdeki riskleri sağlıklı bir şekilde tespit ederek değerlendirebilmek için, aşağıda belirtilen hususların herbirinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. *Gemi Durumu* başlığı, dört kategoride incelenecektir,

- **150 Metreden Büyük Gemiler** – Bu tip gemiler, genellikle yüksek su çekimli (draftlı) gemiler olup, zaman zaman yüksek draftları sebebiyle manevraları kısıtlanabilmektedir. Bu tip gemiler çoğunlukla uluslararası ticaret için kullanılan

petrol tankerleri, konteyner, kuru yük, dökme ve büyük yolcu vb. gemileridir.

Tam boyu 150 metreden büyük olan bu gemiler değerlendirilirken, personelinin milliyeti ve yetkinliği, geminin bayrağı ve gemiyi işleten işletme veya sahibi, geminin yaşı, bakım tutum ve hasar durumu, klas kuruluşu, gemiye ait denetleme kayıtları, kaza geçmişi, gemi manevra kabiliyeti vs. hususlar dikkate alınacaktır.

- **150 Metreden Küçük Gemiler** – Boyu 150 metreden küçük olan gemilerdeki personelin milliyeti ve yetkinliği, bu gemilerin bayrağı ve sahibi, geminin yaşı, bakım tutum ve onarım durumu, klas kuruluşu, gemiye ait olan denetleme kayıtları, kaza geçmişi, manevra kabiliyeti, mürettebatın yorgunluğu ile İngilizce iletişimde görülebilen aksaklıklar gibi hususlar dikkate alınacaktır.
- **Yağ / Yakıt / Su Barçları** – Küçük tonajlı bu tankerlerin değerlendirilmesinde, personelin yeterliliği, geminin işleteni veya sahibi, geminin yaşı, bakım-tutum ve onarım durumu, gemi klas kuruluşu, geminin denetleme kayıtları ve kaza geçmişi, geminin manevra kabiliyeti, personelin, gemi ve donanımları hakkındaki bilgisi, mürettebatın yorgunluğu ile varsa İngilizce iletişim problemleri vb. hususlar dikkate alınacaktır.
- **Yerel Trafik** – Bu kısımda, feribotlar, şehir hatları vapurları, deniz otobüsleri, düzenli sefer yapan yolcu gemileri, gemilere yağ, yakıt ve su ikmali yapan tankerler, gezi tekneleri, balıkçılar, acentelere ait motorlar, kamu botları, römorkörler, sivil toplum örgütlerine ait tekneler, su altı - sörvey çalışması yapan tekneler, dip tarama çalışmaları yapan gemiler, kablo ve boru döşeyici gemiler, yüzer vinçler, araştırma gemileri ve benzer nitelikteki gemiler, yerel trafiği oluşturan gemileri olarak tanımlanmaktadır.

5.1.1.2 Trafik durumu

Bir su yolunu kullanan tüm gemiler, deniz araçları ve bunların tümünün kendi aralarındaki etkileşimi sonucunda oluşan trafik yoğunluğu, deniz trafik durumu olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, deniz trafiği, su yolunu kullanan ticari ve ticari olmayan tüm gemilerin miktarıdır.

Genel bir kabul olarak; aynı anda su yolunu kullanan ne kadar çok gemi varsa, kaza ihtimali de o kadar artar risk faktörleri ile doğrudan ilişkili olan trafik durumu ve

yoğunluğu; günün belli saatlerinde, haftanın belli günlerinde, yılın bazı dönemlerde çeşitli şartlara bağlı olarak veya bir denizcilik aktivitesi olup olmamasına göre çeşitlilik gösterebilir. Trafik durumu, aşağıdaki 4 başlık altında incelenmektedir.

Yerel Trafik Dışındaki Ticari Trafik Yoğunluğu

Yerel Trafik Yoğunluğu

Trafik Karışıklığı (Karışımı)

Trafik Sıkışıklığı

5.1.1.3 Seyir şartları

Rüzgar, akıntılar ve hava koşulları gibi su yolunu kullanan gemilerin baş etmek zorunda oldukları

çevresel faktörlerdir.

- ***Rüzgar*** – Geminin emniyetli manevrasını etkileyebilecek kuvvetteki rüzgarlar,
- ***Akıntı*** – Geminin emniyetli manevra yapmasını etkileyebilecek akıntılar,
- ***Kısıtlı Görüş*** – Sis, yağmur, kar yağışı, duman vb. sebeplerle diğer gemilerin ya da referans noktalarının görüşünü kısıtlayan, seyrüseferin emniyetini olumsuz yönde etkileyebilen kısıtlı görüş şartlarının tümü,
- ***Seyir Engelleri*** – Gemilere seyir esnasında zarar verebilecek, emniyetli seyrini ve manevrasını etkileyebilecek olan batıklar, denizde başıboş vaziyette yüzen kütük konteyner, varil, balıkçı ağıları vs. objeler anlamına gelmektedir.

5.1.1.4 Suyolu şartları

Gemilerin manevralarını olumsuz yönde etkileyebilecek su yolunun tüm fiziksel özellikleridir.

Bu fiziksel özellikler, dört ana başlık altında incelenmektedir,

Görünürlüğü Kısıtlayan Durumlar

Suyolu Boyutları

Dip Yapısı

Yanışma Yerleri

5.1.1.5 Birincil sonuçlar

Herhangi bir gemi kazasından sonra ortaya çıkabilecek ilk sonuçlardır. Örneğin; çarpışma veya karaya oturma gibi olayların hemen akabinde ortaya çıkabilecek yangın, patlama, deniz kirliliği ve bölgenin deniz trafiğine kapanması gibi durumlardır yani olayın vuku bulması anı ve hemen sonrasında gerçekleşebilecek olaylar veya sonuçlardır. Dört başlık altında incelenmektedir,

Yolcu Taşımacılığı

Petrol Taşımacılığı

Zararlı (Kimyasal) Madde Taşımacılığı

Ulaşımın Aksaması

5.1.1.6 Müteakip sonuçlar

Gemi kazalarından saatler, günler, haftalar, aylar ve hatta yıllar sonra ortaya çıkabilecek olan uzun vadeli sonuçların tamamıdır. Örneğin; kıyı tesislerinin kapanması, iş kaybı, balıkçılık yapılan bölgelerin yok olması, denizde yaşayan türlerin azalması yada soylarının tükenmesi, geçim şartlarının zorlaşması, su kaynaklarının kirlenmesi bu tip sonuçların içerisinde. Dört başlık altında incelenmektedir,

Emniyet ve Sağlık

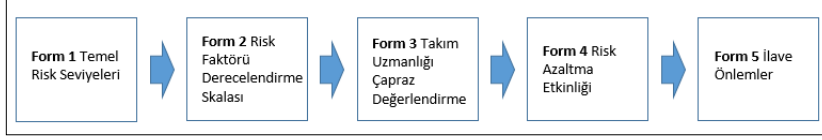
Çevresel Etkiler

Deniz Mahsulleri (Balıkçılık)

Ekonomik Etkiler

5.1.2 Niceliksel değerlendirme

PAWSA değerlendirme süreci, 5 adet “form” denilen adımdan oluşmaktadır.



Şekil 4.6: PAWSA Niceliksel Değerlendirme Süreci.

Form 1- Temel Risk Seviyeleri: Bu formla katılımcılar, İzmit Körfezi’nde riskleri azaltmaya yönelik mevcut herhangi önlemleri dikkate almadan, her bir faktörün risk durumunu ayrı ayrı derecelendirir.

Form 2- Risk Faktörü Derecelendirme Skalası: Her bir risk faktörü için kendi içinde kıyaslamalar yapılarak bir risk derecelendirme skalası oluşturulur. Bu skala, her bir faktörle ilgiliriskler üzerinde etkili olabilecek muhtemel şartların karakteristiklerini belirler.

Form 3- Takım Uzmanlığı Çapraz Değerlendirme: Her bir takımdaki uzmanlık alanını diğer takımlar ile kıyaslayarak ortaya çıkarır. Bu forma ait sonuçlar, her bir takımın diğer formlara yapacakları girdiler için gerekli olan rakamsal ağırlıklarını belirler.

Form 4- Risk Azaltma Etkinliği: Bu form iki amaçla kullanılmaktadır. Katılımcılar daha önceden, halihazırdaki önlemleri dikkate almadan belirledikleri risk seviyelerini, bu kez mevcut önlem ve stratejileri göz önünde bulundurarak tekrar değerlendirir ve derecelendirirler. Daha sonra, her bir risk faktörü için mevcuttaki önlem ve stratejilerin, risk seviyesini uygun şekilde dengeleyip dengelemediğini belirlerler.

Form 5- İlave Önlemler: “Form 4” uygulaması yapıldıktan sonra katılımcılar tarafından belirlenen risk seviyeleri içindeki yüksek riske sahip faktörler için ek önleyici tedbirler önerilir ve bu ek tedbirlerin risk azaltımında ne kadar etkili olabileceği değerlendirilir.

5.1.3 İzmit körfezi PAWSA çalıştay sonuçları

Bu bölümde, İzmit Körfezi PAWSA çalıştayına katılan uzmanlardan alınan sonuca yönelik bilgi, öneri ve uzman yorumları verilmektedir.

Katılımcıların, 5 numaralı formdaki yeni fikirler bölümünde, en fazla (90 kere) “Gemi Trafik Hizmetleri (GTH-VTS)” başlığını kullandıkları tespit edilmiştir. Uzmanların görüşlerinden net olarak görüldüğü üzere İzmit Körfezi’ndeki risklerin azaltılarak su yolu emniyetinin artırılmasına katkı sağlaması açısından, bölgeye GTH kurulması birincil öncelik olarak değerlendirilmiştir. GTH ile birlikte, zorunlu bir Gemi Raporlama Sisteminin (SRS) oluşturulması da diğer bir gereklilik olarak görülmektedir.

Toplam 13 takımdan oluşan katılımcılar tarafından verilen cevaplarda ve uzman yorumlarında öne çıkan ikinci temel başlığın “Eğitim” konusunda olduğu görülmüştür. “Eğitim” önerisi, formlara yaklaşık 40 kere yazılmıştır. Eğitim başlığının, Gemi Personelinin Eğitimi başta olmak üzere; İş Güvenliği ve Çevre Koruma Eğitimi, ISM SMCP ve Haberleşme, AFAD gibi eğitimlerden meydana geldiği tespit edilmiştir. Bazı katılımcılar, bu eğitimlerin yüksek nitelikli ve zorunlu olması gerektiği konusuna dikkat çekmişlerdir. Ayrıca Sahil Personelinin Eğitimi, Yerel Trafik Eğitimi Suyolu Eğitimi ve COLREG Eğitimi ile birlikte 3 kere de yolcuların eğitilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Çalıştay süresinde yaklaşık 30 kere tekrarlanan diğer önemli bir konu ise İzmit Körfezinde paydaşlar arasındaki “Koordinasyon” faktörüdür. Başka bir deyişle, liman tesisleri, liman başkalığı kılavuzluk teşkilatları ve devreye alınmasından sonra GTH başta olmak üzere ilgili diğer kurumlar ve birimler arasındaki koordinasyonun oluşturulması ile etkin ve hızlı bir haberleşmenin oluşturulması önerilmiştir. Bununla birlikte, koordinasyonu sağlayan araçlardan biri olan telsiz haberleşmesiyle ilgili olarak da yerel trafiği meydana getirenteknelere ikinci bir VHF telsiz cihazı konulması ve bu teknelere, her iki telsiz kanalını da (liman içi dahil) dinleme zorunluluğu getirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, VHF haberleşme yoğunluğunu azaltmak ve kanalların birbirlerini baskılamasını önlemek amacıyla, uygun VHF kanallarının tahsis edilmesi ve liman içinde de dinleme yapılması önerilmiştir.

İzmit Körfezi’ni kullanmakta olan tüm gemilerin yenilenmesi ve kondisyonlarının iyileştirilmesi öne çıkmakla birlikte, özellikle yağ, yakıt ve su ikmal tankerlerinin

(barge) kondisyonlarının düşük olduğu özellikle belirtilmiştir. Yakıt ikmalı yapan Barçların yenilenmesi, küçük tonajlı olanlara da ISM uygulaması getirilmesi, Klas'a bağılı olma şartı getirilmesi, denetimlerinin sıklaştırılıp, caydırıcı yaptırımların uygulanması, deniz kirliliğini önleme amacı ile otomatik alarm sistemlerinin kurulması ve IMO - ILO kurallarının hassasiyetle takip edilmesi teklif edilmiştir. Katılımcılar, İzmit Körfezi'nde meteorolojik ve oşinografik şartlar hakkında daha fazla bilgiye sahip olmak istediklerini belirtmişlerdir. Özellikle, Dilovası bölgesindeki akıntıların, gemi manevralarında oldukça etkili olduğunu belirten katılımcılar, bu bölgede rüzgar ve akıntı ölçümü için ve aynı zamanda bu akıntı ve rüzgarların kayıtlarının tutulmasını sağlayacak kayıt istasyonları kurulmasını önermişlerdir. Bu istasyonlardan toplanan bilgilerin analiz edilmesini; kuvvetli rüzgar ve akıntı durumları sebebi ile seyir iptalleri hususunda hassas davranılmasını, gemilerin bu konu hakkında bilgilendirilmesini ve akıntı diyagramları ile akıntı haritalarının hazırlanmasını teklif etmişlerdir.

Suyolunda yapılan en yüksek hız konusuna sınırlama getirilmesi yönünde öneriler olduğu da görölmüştür. Bazı katılımcılar, hız sınırlamasının yalnızca dar bölgelerde uygulanması yönünde görüş bildirmişlerdir. Bunun yanında, seyir emniyetinin artırılması amacıyla dar bölgelerde ve aynı zamanda köprü inşa alanındaki gemilerin karşılaştırılmaması ve bunun kontrolünün yapılması ile ilgili öneriler getirilmiştir. Bölgenin son yıllarda iskele, tesis, tersane vs. yapıların eklenmesi ile hızla büyüdüğu göz önünde bulundurulduğunda, liman tesislerine ait derinlikleri ve dip yapısını gösteren portolonların da acilen güncellenmesi ve mümkünse yeni portolonların hazırlanması önerilmiştir. Bazı yeni kurulmuş olan iskelelerin, haritalarda yer almadığı da özellikle vurgulanmıştır. Suyolundaki Derince – Gölcük kanalı gibi dar alanların genişletilmesi gerektiğı, bir çok katılımcı tarafından dile getirilmiştir.

Suyolundaki sığılıkların ve sualtı kayalarının markalanması, bunların düzenli aralıklarla kontrollerinin yapılması ve bununla birlikte suyolunda daha fazla ve çeşitli seyir yardımcıları (Ör: Racon) kullanılması önerilmiştir. Ayrıca, tersane ışıklarının gece seyrini olumsuz yönde etkilediğı vurgulanmıştır.

İzmit Körfezi'nde hizmet vermekte olan römorkörler için de çeşitli öneriler verilmiştir. Bazı katılımcılar, büyük ve tehlikeli yük taşıyan gemilere refakatçi römorkör verilmesini, manevra esnasında güçlü römorkörler kullanılmasını ve bu römorkörlerde yetkin personellerin çalıştırılmasını önermişlerdir.

Ayrıca, römorkörlerin mevzuata uygunluğu hususuna da dikkat çeken katılımcılar olmuştur.

Ayrıca, elde edilen sonuçlara göre İzmit Körfezi'nde dört tehlikeli bölgenin varlığı katılımcılar tarafından tespit edilmiştir bunlar,

Eskihisar-Topçular hattı, yoğun gemi trafiği ve yerel trafik ile birlikte riskli bölgelerin başında gelmektedir.

İzmit Körfezi'nin en dar bölgesinde mesafe 1 mile kadar düşmekte olup, Kababurun ile Dil Burnu arasındaki bu geçit, körfezde riskli bir geçit alanı meydana getirmektedir.

Ayrıca, Dil Burnu açıklarında su derinliğinin 2,5 metreye kadar indiği görülmektedir.

Suyolunda görülen arabalı vapur trafiği, yoğunluğu bakımından, Hersek Boğazı üzerinden bir köprü inşasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Dolayısı ile bu alanda başlanılan Körfez Geçiş Asma Köprü inşaatı çalışmaları, gerekli tedbirlerin alınmasına karşın suyolunda bir risk oluşturmaktadır.

İnşaatın tamamlanmasından sonra köprünün her iki ayağının da suyolu içerisinde konumlanması nedeni ile kısmi de olsa bir risk oluşturacağı öngörülmektedir. Dilovası bölgesinde, denize içerisine doğru hızla büyüyen birçok liman tesisi yer almaktadır. İnşa edilmekte olan köprü tamamlandığında, liman giriş çıkışlarını çeşitli yönlerden büyük ölçüde kısıtlayacak ve limanların işlevselliğini azaltacaktır. Körfez rafineri bölgesi de riskli kategoride değerlendirilmiştir. Derince - Gölçük hattının da riskli kategoriler arasında yer aldığı belirlenmiştir (İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu, 2014).

5.2 Environmental Stress (ES) Model ve İzmit Körfezi Uygulamaları

Gemilerin konum bilgileri ile gemilere ait dinamik bilgileri günümüzde en gerçekçi olarak sağlayan sistem, Automatic Identification System (AIS) sistemidir. Uluslararası

sularda seyir yapmakta olan 300 GRT üzerindeki tüm gemiler ile uluslararası sularda seyretmeyen 500 GRT üzerindeki tüm gemiler ve tonajlarına bakılmaksızın tüm yolcu gemileri, zorunlu olarak AIS teçhizatını bulundurmak durumundalardır. Gemilerden elde edilen bu AIS verileri, sayısallaştırılmak sureti ile ES modele uyarlanır. ES model uygulaması, her türde geminin farklı seyir rotalarındaki manevra zorluklarını temel alır ve gemi personelinin üzerindeki yükü (stresi) hesaplamak sureti ile risk değerlendirme skalası oluşturur.

5.2.1 Environmental stress model

ES model, Prof. Dr. Inoue ve ekibi tarafından geliştirilmiş bir somut değerlendirme modelidir. Gemi, gemi kullanıcısı ve tüm çevrenin, potansiyel geriliminin, gemi kullanıcısına ne kadar yüklendiğini somut olarak ortaya koyabilen bu model, sonuçların kabul edilebilir veya kabul edilemez oluşlarına hüküm vererek değerlendirme standartlarını belirleyebilmektedir (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014).

ES model, 3 bölümden oluşmaktadır,

- Gemi manevra alanının kısıtlılığından kaynaklı gemi manevra zorluğunun değerlendirilmesi; trafik yoğunluğunun (ESS), gemi adamı üzerinde oluşturduğu gerilimin derecesini sayısal olarak ifade eden bir indeks olup diğer gemiler ile çatışmaya olan süreyi (TTC) temel alır.
- Herhangi bir zamanda, geminin çatışmadan kaçma hareketi sonucu bölgedeki manevra zorluğunun değerlendirilmesi; Topografik kısıtlamaların (ESL) gemi adamı üzerinde oluşturduğu gerilimin – stresin derecesini sayısal olarak ifade eden bir indeks olup sabit cisimler ile çatışmaya kadar olan süre (TTC) temel alınır.
- ESL ve ESS değerlerinin birleşimi ile elde edilen gemi manevra zorluğunun değerlendirilmesi sonucunda elde edilen toplam gemi manevra zorluğu yükünün (ESA) değerlendirilmesi (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014).

Aşağıdaki tabloda, ES değerlerinin sayısal sınıflandırılması görülmektedir,

Çizelge 5.2 : ES Değerlerinin Sınıflandırılması.

Denizcilerin değerlendirmesi	ES Stres Değeri	Kabul Edilebilirlik Durumu	
0 Son Derece Güvenli	0	Önemsiz	Kabul Edilebilir
1 Oldukça Güvenli		Önemsiz	Kabul Edilebilir
2 Biraz Güvenli		Önemsiz	Kabul Edilebilir
3 Ne Güvenli – Ne Tehlikeli (Nötr)	500	Marjinal	Kabul Edilebilir
4 Biraz Tehlikeli	750	Kritik	Kabul Edilemez
5 Oldukça Tehlikeli	900	Katastrofik	Kabul Edilemez
6 Son Derece Tehlikeli	1000	Katastrofik	Kabul Edilemez

Çizelge 5.2 de gösterilen sayısal sınıflandırmalar incelendiğinde, ES değeri 500 ve daha az olduğunda riskler ihmal edilebilir düzeyde iken 500-750 arasındaki değerler marjinal, 750-900 arasındaki değerler kritik ve 900-1000 arası değerler ise katastrofik olarak sınıflandırılmaktadır. Yine tabloda görüldüğü üzere, 750 ve daha fazla olan değerler, “kabul edilemez” olarak belirlenmiştir.

Bu değerlerin elde edilme yöntemi ise, gemi kaptanı ve pilotlara uygulanan ES model anketidir. Anketlerde, çeşitli türde ve boyutta gemiler ile, bir kara parçası ile veya üzerinde yol bulunan tekne ile, muhtemel her yönden farklı süratlerde karşılaşan kişi, her bir durum için üzerinde oluşan stresi 1 ile 7 arasında bir stres derecesi ile sınıflandırır. Elde edilen tüm bu stres değerleri, zaten olabilecek bütün senaryoları kapsadığı için, herhangi bir karşılaşma durumunda kişinin üzerinde oluşan stres aslında daha önceden anket vasıtası ile belirlenmiş olmaktadır. Anket kısmından sonra katılımcılar, aynı karşılaşmaları simülatör ortamında da tekrarlarlar ve stres değerleri ölçülür. Kağıt üzerindeki ve simülatör ortamında elde edilen bu stres değerleri sonucunda bir katsayı elde edilir. ES modelin temelini oluşturan da, her bir gemi-gemi yada gemi-kara karşılaşması sonucunda katılımcılardan elde edilen bu stres değerleri ile ortalama bir stres değeri bulmaktır. İnsanların stres değerleri, bir yazılım haline dönüştürülmüştür ve artık, herhangi bir su yolu, liman bölgesi, kanal vs. için kullanıma hazır hale getirilmiştir.

5.2.2 İzmit körfezi es model uygulama sonuçları

3 günlük AIS verisinin kullanıldığı çalışmada, öncelikle İzmit Körfezi’nin risk haritası çıkarılmıştır. 3 günlük toplam gemi hareketi 1210 dur ve bu gemilere ait 564310 veri mevcuttur. Körfezin günlük ortalama gemi hareketi 400 civarındadır ve gemi

hareketlerinin yoğunluğu körfez haritası üzerinde belirlenmiştir. Bu aşamadan sonraki kısım, yaklaşık 600.000 verinin ES model vasıtası ile risk değerlendirme hesaplarının yapıldığı kısımdır. Bu basamak, 1210 farklı geminin, manevra zorluklarının topyek n olarak değerlendirildiğı sayısal bir yöntemdir.

Elde edilen sonuçlara göre, Darıca bölgesinde yer alan 1 millik bir mesafe aralığı ve Körfez girişi, yerel trafiğin yoğun olduğu Gebze bölgesindeki Eskihisar – Topçular hattı, en riskli bölgeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlara ek olarak, Dilovası bölgesinde yer alan ve yapımı devam etmekte olan köprü ayalarının yer aldığı yaklaşık 1300 metrelik bölüm, en riskli üçüncü bölge olarak tespit edilmiştir.

Bu bölgedeki trafik ayırım düzeni ve köprü çalışması sebebi ile oluşan daralma, trafiğin yoğunlaşmasına sebep olmaktadır (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014).

6. IALA WATERWAYS RISK ASSESSMENT PROGRAM (IWRAP)

Bu kısımda, bu çalışmada kullanılan risk değerlendirme metodu IWRAP detayları ile ele alınacaktır.

6.1 IWRAP'ın Oluşumu

2001 yılında, IALA'dan, tüm su yollarında kullanılacak genel geçer bir risk değerlendirme modeli oluşturması istenir. 2002 yılında Minimum Safe Distance (MSD) uygulaması oluşturulur fakat bu uygulama, herhangi bir su yolundaki gemi kazası yada karaya oturma frekansını verebilecek yeterlikte değildir. Bu gereksinimler doğrultusunda 2004 yılı içerisinde IWRAP Mk1 tamamlanır ve sunulur. Bu model, İstanbul Boğazı, Tampa Körfezi ve St. Lawrence Nehri'nde denenir ancak model ile bulunan kaza frekansları, gerçekte olan kaza sayılarına göre çok yüksek çıkmakta ve gerçeği yansıtmamaktadır. 2008 yılında IALA, BaSSy (GRISK) metodu temeli ile oluşturulan IWRAP Mk2'yi duyurur. IWRAP Mk2, risk azaltıcı faktörleri de göz önünde bulundurabilen bir model olup, tatminkar sonuçlar vermektedir (IALA, 2009).

IWRAP, nicel bir risk değerlendirme modeli olup, kullanıcıya, belirli bir su yolundaki yıllık çatışma ve karaya oturma frekanslarını vermektedir. IWRAP, Uluslararası Fener Otoriteleri Birliği (IALA) tarafından oluşturulmuş ve IMO tarafından onaylanmış nicel risk değerlendirme modelidir.

IWRAP, yıllık karaya oturma ve çatışma frekanslarını hesaplamak için AIS verilerini ve Bayesian Belief Network (BBN) kullanır. Günümüzde, statik çatışma olasılığının değerlendirilmesinde kullanılan temel yaklaşımın temelleri 1970'li yıllarda Fujii ve diğerleri (1974) ile MacDuff (1974) tarafından oluşturulmuştur. Bu araştırmalara göre çatışma ihtimali şu şekilde formülize edilmiştir:

$$N_o = N_G \times P_C \quad (6.1)$$

Bu formülde:

N_o “Çatışma Frekansı”

N_G “Geometrik olarak çatışma rotasında bulunan gemiler”

P_C “Causation Factor” yani, çatışma rotasında olan bir gemini, çatışmayı önleyici Manevrayı yapamayarak çatışma ihtimalidir (Fujii, Yamanouchi, & Mizuki, 1974) (MacDuff, 1974).

6.2 IWRAP’da Hesaplanan Kaza Türleri

Bu kısımda, IWRAP’ın hesapladığı çatışma türleri ve bunların hesaplanmasında kullanılan formüllere değinilecektir.

6.2.1 Crossing collision

Geometrik olarak çatışma rotasında bulunan gemileri ($NG_{crossing}$) belirlemek için şu formül kullanılır (Friis-Hensen, 2008):

$$N_G^{crossing} = \sum_{i,j} \frac{Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} D_{ij} V_{ij} \frac{1}{\sin \theta}$$

for $10^\circ < |\theta| < 170^\circ$

(6.2)

Bu formülde:

$Q_i^{(1)}$ 1 numaralı su yolunda, belirli bir süre zarfında i sınıfına ait gemilerin toplam hareket sayısı,

$Q_j^{(2)}$ 2 numaralı su yolunda, belirli bir süre zarfında j sınıfına ait gemilerin toplam hareket sayısıdır.

1 numaralı su yolundan gelen gemi ile 2 numaralı su yolundaki gemi arasındaki bağıl hız:

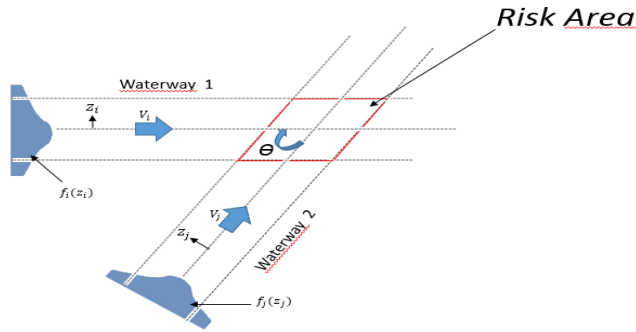
$$V_{ij} = \sqrt{(V_i^{(1)})^2 + (V_j^{(2)})^2 - 2 V_i^{(1)} V_j^{(2)} \cos \theta}$$
(6.3)

Formülü ile bulunur. Bu formülde:

$V_i^{(1)}$ 1 numaralı suyolunda seyreden i sınıfına ait gemi hızı,

$V_j^{(2)}$ 2 numaralı suyolunda seyreden j sınıfına ait gemi hızı,

θ iki suyolu arasındaki açı

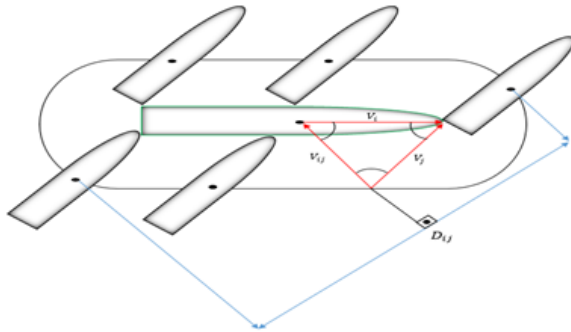


Şekil 6.1 : Kesişen Suyollarındaki Riskli Alan.

D_{ij} geometrik çatışma çapı, şu şekilde formülize edilmiştir:

$$D_{ij} = \frac{L_i^{(1)} V_j^{(2)} + L_j^{(2)} V_i^{(1)}}{V_{ij}} \sin \theta + B_j^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_i^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$+ B_i^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_j^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6.4)$$



Şekil 6.2 : Geometrik Çatışma Çapı.

$L_i^{(1)}$ = 1. Suyolundaki i sınıfına ait gemilerin uzunluğu

$L_j^{(2)}$ = 2. Suyolundaki j sınıfına ait gemilerin uzunluğu

B_i = 1. Suyolundaki i sınıfına ait gemilerin genişliği

B_j = 2. Suyolundaki j sınıfına ait gemilerin genişliğidir.

6.2.2 Head on collision

Gemiler birbirlerini pruvalarında gördüklerinde meydana gelen bu çatışma türünü hesaplamak için öncelikle çatışma ihtimali bulunan gemileri hesaplamak gereklidir. “Çatışma ihtimali bulunan gemiler” terimi, geometrik olarak çatışma rotasında bulunan ve herhangi önleyici bir manevra yapmadıkları takdirde çatışacak olan gemileri ifade etmektedir. Birbirine paralel suyollarında ilerleyen ve çatışma rotasında bulunan gemilerin hesaplanması şu şekildedir:

$$N_G^{head-on} = L_w \sum_{i,j} P_{G_{i,j}}^{head-on} \frac{V_{ij}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} (Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}) \quad (5)$$

(6.5)

Bu formülde,

L_w = Suyolunun uzunluğunu,

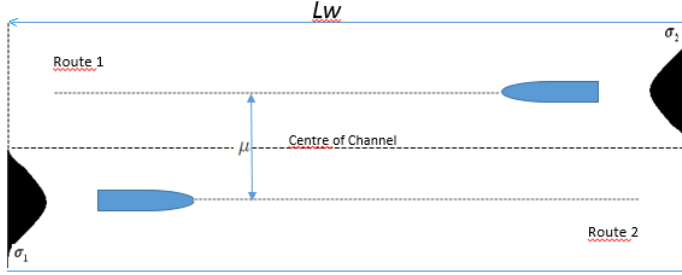
V_i = Birinci suyolunda bulunan ve i sınıfı gemilerin süratleri,

V_j = İkinci suyolunda bulunan ve j sınıfı gemilerin süratleri,

Q_i = 1 numaralı suyolunda, belirli bir süre zarfında i sınıfına ait gemilerin toplam hareket sayısı

Q_j = 2 numaralı suyolunda, belirli bir süre zarfında j sınıfına ait gemilerin toplam hareket sayısı,

$P_{G_{i,j}}$ = Pruva pruvaya gelen iki geminin çatışma ihtimalini temsil etmektedir.



Şekil 6.3 : Paralel Bir Suyolu ve Gemi Dağılımları.

Çatışma rotasında bulunan gemi sayısını hesapladıktan sonra, artık bu gemilerden kaç tanesinin çatışacağıının bulunması gereklidir. Çatışması muhtemel gemi sayısını hesaplamaya yarayan formül ise şu şekildedir:

$$P_{G_{i,j}}^{head-on} = \Phi\left(\frac{B_{ij} - \mu_{ij}}{\sigma_{ij}}\right) - \Phi\left(-\frac{B_{ij} + \mu_{ij}}{\sigma_{ij}}\right) \quad (6.6)$$

Formülde,

ϕ = Standart normal dağılım fonksiyonu,

$P_{G_{i,j}}$ = Pruva pruvaya gelen iki geminin çatışma olasılığı,

$\mu_{ij} = \mu_i + \mu_j$ Suyolunu geçen iki gemi arasındaki ortalama seyir mesafesi,

$\sigma_{ij} = (\sigma_i + \sigma_j)^{1/2}$ Ortak gemi dağılımından olan standart sapma,

$B_{ij} = \frac{B_i + B_j}{2}$ ortalama gemi genişliğini ifade etmektedir.

Paralel suyollarında ve aynı zamanda çatışma rotasında bulunan gemiler tespit edildikten ve daha bu durumda bulunan her bir gemi için çatışma olasılığı hesaplandıktan sonra, bulunan bu iki değer birbiri ile çarpılarak çatışma frekansı bulunur (Friis-Hensen, 2008).

6.2.3 Overtaking collision (yetişen tekne)

Yetişen gemilerin birbirlerine göre bağıl hızlarının hesaplanması şu şekildedir:

$$V_{ij} = V_i^{(1)} - V_j^{(2)} \quad (6.7)$$

Biri diğerine yetişmekte olan iki geminin çatışma olasılığı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$P_{G_{i,j}}(overtaking) = P\left[y_i^{(1)} - y_j^{(1)} < \frac{B_i^{(1)} + B_j^{(1)}}{2}\right] - P\left[y_i^{(1)} - y_j^{(2)} < -\frac{B_i^{(1)} + B_j^{(1)}}{2}\right] \quad (6.8)$$

Biri diğerine yetişmekte olan teknelerden çatışma rotasında bulunanların sayısının hesaplanmasında ise aynen pruva – pruvaya gelen gemilerin hesaplanmasında kullanılan formül kullanılmaktadır.

$$N_G = Lw \sum_{i,j} P_{G_{i,j}}^{head-on} \frac{V_{ij}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} (Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}) \quad (6.9)$$

6.2.4 Merging and bending collision

A merging collision, bir tür crossing collision'dır fakat gemi rotaları 0.5 olasılıkla kesişir. Bending collision ise bir gemi, bir su yolu bükümünde rotasını değiştirmeyerek diğer bir gemi ile çatışma rotasına girmesi ile meydana gelir. Böyle bir çatışmanın meydana gelme olasılığı ise 0.01 dir (Friis-Hensen, 2008).

6.3 Causation Factor

“Causation Factor”, bir olayın gerçekleşme ihtimalini açıklayan terimdir. Gemi kazalarında iki şekilde hesaplanabilmektedir. Bu yöntemlerden ilki, “Senaryo Yaklaşımı” dır. Diğer yöntem ise “sentez” yani “Bayesian Belief Network” kullanarak yapılan hesaplamadır. Senaryo yaklaşımı, geçmişteki kaza verilerinden yola çıkarak, karşılaşılan gemilerin çatışma olasılıklarını belirlemektir. Senaryo yaklaşımının avantajları, basit olması ve buna bağlı olarak güvenilirliğinin yüksek olmasıdır. Sentez yaklaşımında ise, önceden belirlenmiş hataların meydana gelmeleri beklenmektedir. Bu hatalar, kritik bir durumdan önce veya bu durum anında meydana geldikleri takdirde, kazaya sebebiyet verebilecek hatalardır. Bu hataların meydana

gelme olasılıkları, Bayesian Belief Network veya Hata Ağacı Analizi ile belirlenir. (Kujala, Hanninen, Arola, & Ylitalo, 2009).

Causation Factor (P_c), kaza katılımcılarının (accident candidates) sayısı ile çarpılan ve bu sayede deniz kazasının frekansının bulunmasını sağlayan bir katsayıdır. Senaryo yaklaşımında, Causation Factor şu şekilde hesaplanır:

$$P_c = \frac{N_C}{N_T} \quad (6.10)$$

Formülde,

N_C = Seçilen periyotta meydana gelen deniz kazaları sayısı (örn. 5 yıllık)

N_T = Seçilen periyottaki deniz trafiğinin sayısıdır.

Kwang İl Kim ve diğerlerinin Mokpo suyu için yaptığı çalışmada 2006 – 2010 yılları için Causation Factorler sırası ile, 8.4×10^{-5} , 8.1×10^{-5} , 7.1×10^{-5} , 9.3×10^{-5} , 1.7×10^{-5} olarak tespit edilmiştir. Bu periyottaki ortalama ise 6.4×10^{-5} olarak tespit edilmiştir (Kim, Park, & Jeong, 2011). Kocaeli Liman Başkanlığı verilerine göre 2009 – 2013 yılları arasında, İzmit Körfezi'nde toplam 2 tane çatışma kazası meydana gelmiştir. Bu süre içerisindeki gemi hareketi sayısı ise yaklaşık 900.000 dir. Dolayısı ile, 2009-2013 periyodu için Causation Factor hesabı yaptığımızda, $2/900.000 = 2,22 \times 10^{-6}$ sonucunu buluruz.

7. İZMİT KÖRFEZİ IWRAP UYGULAMASI VE SONUÇLARI

Bu kısımda, İzmit Körfezi IWRAP uygulanma süreci ve elde edilen sonuçlara değinilecektir. Gemilerin pozisyonlarına ait veriler AIS verileri olup Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. İzmit Körfezi'ne ait 3 aylık AIS verisi bulunmasına rağmen, alanın, gemi sayısının ve gemi hareketlerinin toplam sayısının fazlalığı sebebi ile 1.3 milyon satır veriyi ihtiva eden 3 günlük AIS verisi kullanılmıştır.

7.1 Çalışma Alanı

İzmit Körfezi, coğrafi olarak İstanbul ve Kocaeli şehirleri arasında yer almaktadır. Körfez, aynı zamanda Marmara Denizi'nin Doğu kısmını oluşturmaktadır.



Şekil 7.1 : İzmit Körfezi.

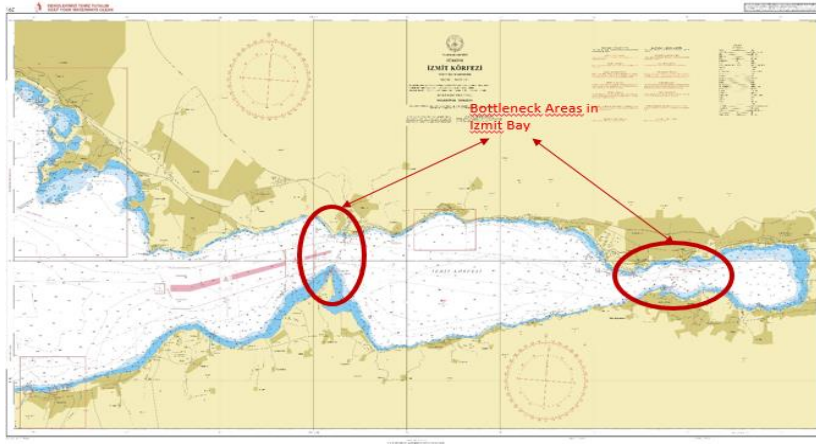
7.2 İzmit Körfezi Deniz Trafığının Araştırılması

İzmit Körfezi'ne uğrayan gemilerin yıllara göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

Çizelge 7.1 : İzmit Körfezi Yıllık Gemi Sayısı (Kocaeli Liman Başkanlığı, 2014)

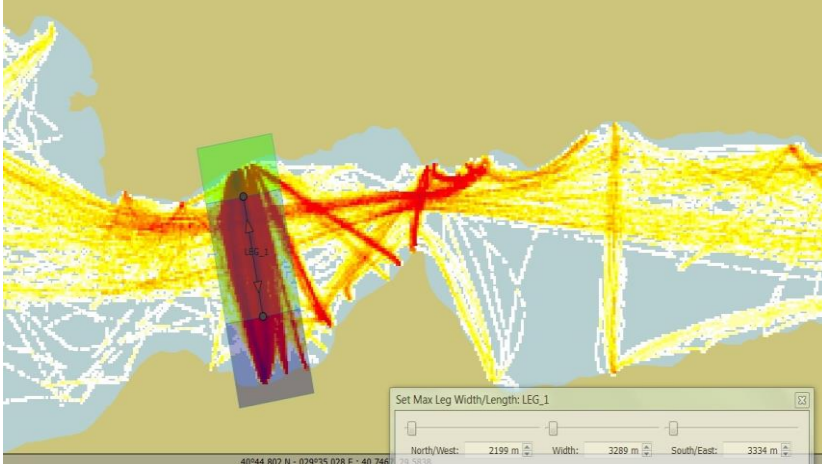
Kocaeli Liman Başkanlığı						
Kocaeli Limanlarına Uğrayan Yıllık Gemi Sayıları						
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
13.237	12.457	11.575	11.133	10.573	10.644	10.627

İzmit Körfezi’ndeki yıllık gemi hareketi sayısı, yerel trafik ile birlikte 180.000 in üzerindedir. Bu büyük trafik akışı, özellikle Kaba burun – Dil burnu ve Zeytin Burnu – Derince – Gölcük gibi daralan bölgelerde, yoğun bir trafik meydana getirir (Yurtören, Aydoğdu, Seta, & Atasoy, 2014).



Şekil 7.2 : İzmit Körfezindeki Dar Alanlar.

İzmit Körfezi’ne ait AIS dataların IWRAP’a eklenmesi ile elde edilen ve trafik yoğunluğunu gösteren “Density Plot” görüntüsü aşağıdaki gibidir. Beyaz çizgilerden kırmızıya gidildikçe yoğunluk artmaktadır.



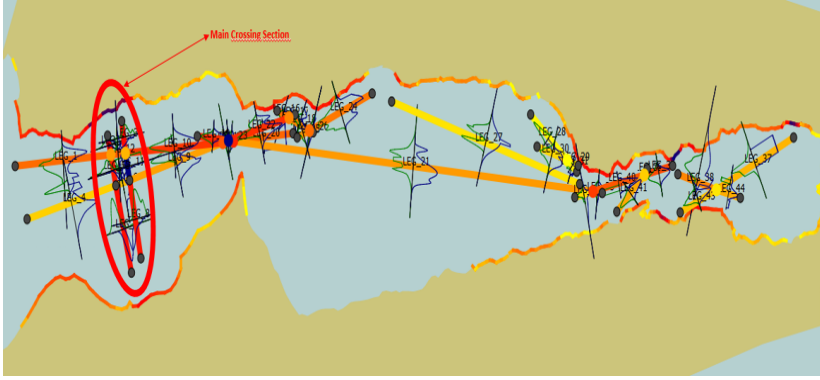
Şekil 7.3 : Density Plot Görünümü.

7.3 IWRAP Süreci

IWRAP programını kullanırken uygulanan adımlar aşağıdaki gibidir:

- 1- AIS verilerinin, IWRAP programının okuyabileceği EXCEL formatına dönüştürülmesi
- 2- Raster haritanın sisteme yüklenmesi ve bu haritanın köşelerinin kalibre edilerek sisteme tanıtılması.
- 3- Eklenen ve köşe kalibrasyonu yapılarak sisteme tanıtılan haritanın, “Area tool” vasıtası ile kara ve deniz alanlarının belirlenmesi.
- 4- AIS dataların sisteme yüklenmesi ve harita üzerinde “Density Plot” un oluşturulması.
- 5- Density Plot üzerinden, “leg” lerin oluşturulması ve oluşturulan leglerin birbirlerine bağlanması.
- 6- Varsa, özel gemi tipleri için “causation reduction factor” un belirlenmesi.
- 7- IWRAP’ın çalıştırılması ve sonuç ekranının görüntülenmesi.

IWRAP uygulama sürecinde, yukarıda belirtilen aşamalar sırası ile uygulanmıştır. Leg oluşturma aşaması, density plot baz alınarak meydana getirildiği için, farklı leg dağılımlarının birbirine yakın ancak farklı sonuçlar vermesi kaçınılmazdır. Bu problemin önüne geçebilmek ve IWRAP ile elde edilebilecek en doğru sonuçları elde etmek amacı ile, aynı veriler ile farklı leg dağılımlarındaki sonuçlar incelenerek bu sonuçların ortalama değerleri alınmıştır. Bu amaçla 30 farklı senaryo oluşturulmuş ve İzmit Körfezi bölgesi için mevcut veriler ile IWRAP programının 30 senaryodan sonra kendisini tekrar ettiği ve aynı sonuçları verdiği gözlenmiştir. Aşağıdaki şekilde, 10. ve 20. senaryodaki leg dağılımları bir örnek teşkil etmesi amacı ile verilmiştir,



Şekil 7.4 : Senaryo 10 ve Leglerin Dağılımı.



Şekil 7.5 : Senaryo 20 ve Leglerin Dağılımı.

Senaryo 10 ve 20 sonrasında elde edilen çatışma ve karaya oturma sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Çizelge 7.2 : IWRAP Senaryo 10 Sonuçları.

	Izmit 10	Unit
Powered Grounding	1,3965	Incidents/Year
Drifting Grounding	0,358	Incidents/Year
Total Groundings	1,754	Incidents/Year
Overtaking	0,0769	Incidents/Year
Head On	0,161	Incidents/Year
Crossing	0,041	Incidents/Year
Merging	0,0088	Incidents/Year
Bend	0,0251	Incidents/Year
Total Collisions	0,313	Incidents/Year

Çizelge 7.3 : IWRAP Senaryo 20 Sonuçları

	Izmit 20	Unit
Powered Grounding	1,893	Incidents/Year
Drifting Grounding	0,371	Incidents/Year
Total Groundings	2,264	Incidents/Year
Overtaking	0,0544	Incidents/Year
Head On	0,149	Incidents/Year
Crossing	0,0374	Incidents/Year
Merging	0,015	Incidents/Year
Bend	0,0036	Incidents/Year
Total Collisions	0,2599	Incidents/Year

Tablolarda görüldüğü üzere, farklı leg dağılımları ile oluşturulmuş senaryolarda elde edilen sonuçlar birbirlerine yakın olsalar dahi, dikkate değer farklılıklar bulunabilmektedir. Örneğin senaryo 10'a göre yıllık toplam çatışma sayısı 0.313 yani neredeyse 3 yılda 1 çatışma kazası iken, senaryo 20'ye göre bu sayı 0.259 yani yaklaşık olarak 4 yıl içerisinde 1 çatışma kazasıdır.

Farklı legler ile oluşturulmuş 30 farklı senaryo ve bu senaryolardan elde edilen sonuçların tablosu aşağıda verilmiştir.

Çizelge 7.4 : Farklı Leg Dağılımları ile Oluşturulan 30 Senaryonun Sonuçları.

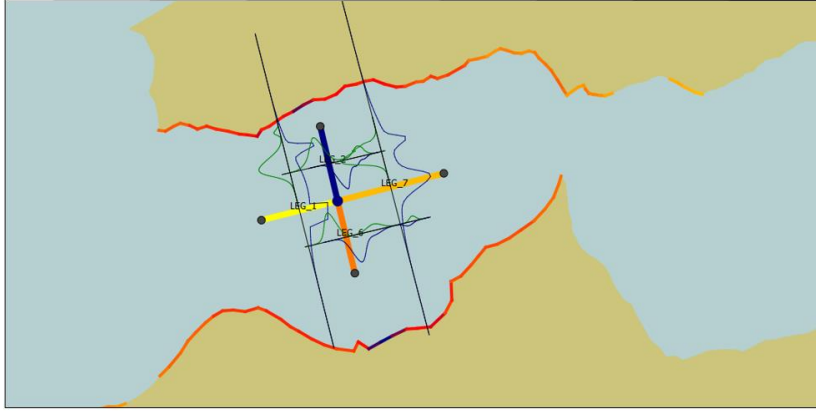
	Scenario Number																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Powered Grounding	1,286	1,413	1,745	1,585	1,519	1,984	1,619	1,427	1,739	1,396	1,562	1,894	1,256	1,764	1,347	1,614	1,473	1,198	1,374	1,893	1,598	1,547	1,657	1,958	2,021	1,252	1,542	1,478	1,638	1,427
Drifting Grounding	0,312	0,462	0,421	0,364	0,343	0,298	0,386	0,302	0,398	0,358	0,385	0,414	0,347	0,462	0,276	0,384	0,265	0,482	0,289	0,371	0,326	0,399	0,344	0,452	0,452	0,305	0,256	0,359	0,366	0,341
Total Groundings	1,598	1,875	2,166	1,949	1,862	2,282	2,005	1,729	2,137	1,754	1,947	2,308	1,603	2,226	1,623	1,998	1,738	1,68	1,663	2,264	1,924	1,946	2,001	2,41	2,473	1,557	1,798	1,837	2,004	1,768
Overtaking	0,067	0,052	0,085	0,053	0,075	0,048	0,085	0,068	0,063	0,077	0,081	0,054	0,058	0,071	0,076	0,049	0,061	0,067	0,048	0,054	0,064	0,086	0,081	0,057	0,054	0,063	0,052	0,028	0,056	0,086
Head On	0,154	0,163	0,148	0,155	0,167	0,163	0,145	0,147	0,136	0,161	0,153	0,128	0,174	0,143	0,138	0,164	0,161	0,149	0,151	0,149	0,121	0,137	0,182	0,166	0,142	0,155	0,157	0,138	0,152	0,175
Crossing	0,038	0,041	0,046	0,038	0,021	0,031	0,028	0,048	0,043	0,041	0,051	0,033	0,022	0,03	0,034	0,028	0,043	0,046	0,039	0,037	0,033	0,040	0,025	0,026	0,036	0,039	0,036	0,039	0,035	0,033
Merging	0,006	0,012	0,018	0,032	0,013	0,020	0,018	0,021	0,013	0,008	0,028	0,022	0,019	0,024	0,031	0,024	0,017	0,019	0,016	0,015	0,022	0,020	0,027	0,016	0,013	0,018	0,022	0,031	0,024	0,026
Bending	0,021	0,018	0,033	0,022	0,043	0,038	0,020	0,012	0,023	0,025	0,032	0,038	0,033	0,029	0,031	0,048	0,037	0,031	0,028	0,0036	0,034	0,022	0,013	0,031	0,029	0,033	0,022	0,024	0,034	0,037
Total Collisions	0,286	0,286	0,33	0,3	0,319	0,3	0,296	0,296	0,278	0,313	0,345	0,275	0,306	0,297	0,31	0,313	0,319	0,312	0,282	0,258	0,274	0,305	0,328	0,296	0,274	0,308	0,27	0,26	0,301	0,357

Toplam 30 senaryo sonucunda elde edilen verilerin derlendiği tablo aşağıda gösterilmiştir:

Çizelge 7.5 : 30 Farklı Senaryo Sonucunda Elde Edilen Ortalama Değerler.

30 Senaryonun Ortalama Değerleri	
Mean Powered Groundings	1,573
Mean Drifting Groundings	0,364
Toplam Karaya Oturma Ortalaması	1,937
Mean Overtaking Collisions	0,0639
Mean Head On Collisions	0,1524
Mean Crossing Collisions	0,036
Mean Merging Collisions	0,0204
Mean Bending Collisions	0,0281
Toplam Çatışma Ortalaması	0,3

30 farklı senaryo sonucunda bulunan değerlerden sonra, en riskli bölge olarak tespit edilen Eskihişar – Topçular bölgesi, yeniden incelenmek istenmiştir ve sadece bu bölgeyi kapsayan farklı leg dağılımlarına sahip 5 ek senaryo gerçekleştirilmiştir. Yapılan 5 senaryo içerisinde bir örnek aşağıda görüldüğü gibidir:



Şekil 7.6 : Eskihişar - Topçular Senaryo 31.

Senaryo 31'e ait sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Çizelge 7.7 : Senaryo 31 Sonuçları.

	Izmit 31	Unit
Powered Grounding	1,665	Incidents/Year
Drifting Grounding	0,069	Incidents/Year
Toplam Karaya Oturma	1,734	Incidents/Year
Overtaking	0,0538	Incidents/Year
Head On	0,108	Incidents/Year
Crossing	0,004	Incidents/Year
Merging	0	Incidents/Year
Bend	0	Incidents/Year
Toplam Çatışma	0,166	Incidents/Year

Eskihisar – Topçular bölgesi için uygulana 5 senaryonun sonuçları ise aşağıdaki gibidir:

Çizelge 7.8 : Eskihisar - Topçular Tüm Senaryo Sonuçları

	Scenario Number				
	31	32	33	34	35
Powered Grounding	1,665	1,548	1,475	1,746	1,697
Drifting Grounding	0,069	0,073	0,056	0,064	0,076
Toplam Karaya Oturma	1,734	1,621	1,531	1,81	1,773
Overtaking	0,0538	0,0474	0,0615	0,0674	0,0463
Head On	0,108	0,097	0,136	0,112	0,101
Crossing	0,004	0,011	0,002	0,005	0,003
Toplam Çatışma	0,166	0,1554	0,1995	0,1844	0,1503

IWRAP, aynı zamanda kazalara karışan gemi tiplerini de göstermektedir. Daha önce bahsedilen senaryolardan 10 ve 20. Senaryoların gemi türleri hakkında bilgisi aşağıdaki Şekil 7.7 ve Şekil 7.8’de görülmektedir:

	oil	products tanker	cal	tar	ine	General cargo ship	cal	Ro-Ro cargo ship	Passenger ship	Fast ferry	Support ship	Fishing ship	Pleasure boat	Other ship	Sum
Crude oil tanker															
Oil products tanker	0,0144844				0,0221617				0,0110158	0,000180912	0,00237491		2,2367e-06	0,000641788	0,0508618
Chemical tanker															
Gas tanker															
Container ship															
General cargo ship	0,0187237				0,0277489				0,00201012	0,00218848	0,00465247			0,000861228	0,0561849
Bulk carrier															
Ro-Ro cargo ship															
Passenger ship	0,00870047				0,0012991				0,134823	0,000421166	0,0343789		0,00115233	0,000501156	0,181179
Fast ferry	8,76798e-05				0,000753524				0,000178199	0,000296328	5,6889e-05			1,3153e-05	0,00138587
Support ship	0,00481893				0,00737124				0,00772257	0,000176485	0,00100491		1,3557e-05	0,00020494	0,0213116
Fishing ship															
Pleasure boat	1,58916e-07								0,000100224		2,76712e-06		1,44968e-07	8,551e-08	0,000103381
Other ship	0,000581748				0,00109855				0,000162219	5,00865e-05	0,000142461		2,69504e-07	7,63259e-05	0,00211166
Sum	0,0473971				0,060433				0,156111	0,00331346	0,0426135		0,00116854	0,00230068	0,313337

Şekil 7.7 : IWRAP Senaryo 10 Gemi Türlerine Göre Kaza Oranları.

	oil	Oil products tanker	cal	tar	ine	General cargo ship	cal	Ro-Ro cargo ship	Passenger ship	Fast ferry	Support ship	Fishing ship	Pleasure boat	Other ship	Sum
Crude oil tanker															
Oil products tanker	0,0214466				0,0240056				0,00100074	0,000102523	0,00369161	2,3216e-05	2,1988e-07	0,00057773	0,0508483
Chemical tanker															
Gas tanker															
Container ship															
General cargo ship	0,0180771				0,02623				0,000808421	0,000510894	0,00323454	1,85322e-05		0,000610195	0,0494897
Bulk carrier															
Ro-Ro cargo ship															
Passenger ship	0,000731044				0,000694012				0,124869	0,000314503	0,0159196		0,000510184	0,0004838	0,141522
Fast ferry	3,19883e-05				0,00032391				0,000135678	0,00025144	3,44458e-05		1,89234e-05	0,000796386	
Support ship	0,00411067				0,00238149				0,00477562	0,000101336	0,00149804	3,55905e-06	2,37693e-05	0,000122869	0,0130174
Fishing ship	3,50152e-05				5,23967e-05				1,78601e-06		9,69866e-06			4,61862e-06	0,000103515
Pleasure boat	2,1988e-07								9,44836e-05		1,01141e-05		3,12962e-07	5,40811e-07	0,000105671
Other ship	0,000540182				0,000911392				0,000288006	4,28627e-05	0,000193799	7,9204e-07	8,15776e-07	4,92575e-05	0,00202711
Sum	0,0449728				0,0543989				0,131973	0,00132356	0,0245919	4,60892e-05	0,000535302	0,00196793	0,25991

Şekil 7.8 : IWRAP Senaryo 20 Gemi Türlerine Göre Kaza Oranları.

Her iki senaryoda da görüldüğü üzere, yolcu taşımacılığı yapan gemilerin kazalara karışma oranları oldukça yüksek görünmektedir ve toplam kaza sayısının %40 - %50 sine karşılık gelmektedir. Bu kazaların en büyük sebebi ise, Eskişehir – Topçular arasında yolcu taşımacılığı yapan yerel trafik hattının yoğun bir şekilde körfez gemi trafiği ile kesişmesidir.

8. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmanın ilk kısmında bir giriş yapılmış ve literatür araştırması verilmiştir. İkinci kısımda, İzmit Körfezi'nin coğrafi özellikleri ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü kısımda, körfezdeki deniz trafiğini oluşturan (liman, tersane, marina vb...) incelenmiş ve istatistiki bilgiler verilmiştir. Dördüncü kısımda, deniz trafiğinin incelenmesinde kullanılan ve birçok modelin temeli olan modeller ve aynı zamanda geçerlilikleri günümüzde kabul gören modeller genel hatları ile incelenmiştir. Beşinci bölümde, İzmit Körfezi'nde bugüne kadar uygulanan iki model PAWSA ve ES model çalışmaları detaylı olarak incelenmiştir. Altıncı bölümde, çalışmanın temelini oluşturan ve IMO nun nicel yöntem olarak kabul ettiği IWRAP model detayları ile incelenmiştir. Yedinci bölümde, IWRAP modelin İzmit Körfezine uyarlanması ve aşamaları incelenmiş, bu süreçte elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur. Elde edilen verilere göre, körfezde gemi trafiği açısından en riskli bölge, Eskihisar – Topçular arasında kalan bölgedir. Körfezdeki yıllık çatışma oranı 0.3 olarak tespit edilmiştir ki ortalama olarak 3 yılda 1 gemi kazasına karşılık gelmektedir. Gerçek hayattaki veriler ile kıyaslandığında bu oran doğru olarak görünmektedir. Karaya oturma frekansı ise 1.937 olarak tespit edilmiş olup bu oran, gerçek veriler ile kıyaslandığında yüksek bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Çatışmaların yaklaşık %50 sinin ve karaya oturma kazalarının yaklaşık %80 inin meydana geldiği bölge Eskihisar – Topçular arasındaki su yolu olarak görülmektedir.

Kaynaklar

- Aksoy . (2008). <http://www.aksoy.com/tr/is-kollari/petrol-enerji/petrol-enerji/petrol/samsun-akaryakit-depolama> adresinden alındı
- Altıntel . (2015). Altıntel limanı: <http://www.altintel.com/tr/icerik/1-99-77-0-tarihce.html> adresinden alındı
- Ang, A., & Tang, W. (1975). *Probability Concepts in Engineering Planning and Design: Volume I - Basic Principles*. USA: John Wiley & Sons.
- Aslan. (2014). Aslan Çimento: <http://www.aslancimento.com.tr/tr/hakkimizda/aslancimento-hakkinda> adresinden alındı
- Autoport. (2015). Autoport: http://www.autoport.com.tr/autoport_hakkinda/tanitim.html adresinden alındı
- Barka, A. (1999, Eylül 17). The 17 August 1999 Izmit Earthquake. *Science*, 1858-1859.
- Bayraktutan, Y., & Özbilgin, M. (2013). *The impact of Ports on International Trade and the Role of Kocaeli Ports for Turkish Economy*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.
- Denizhaber. (2015). Denizhaber: <http://www.denizhaber.com.tr/dilovasi-belde-limanin-alt-yapi-insasi-nihayet-tamamlandi-haber-62723.htm> adresinden alındı
- Di, Z., Xiping, Y., Zaili, Y., & Jin, W. (2011, Haziran 19). APPLICATION OF FORMAL SAFETY ASSESSMENT TO NAVIGATIONAL RISK. *Proceedings of the ASME 2011 30th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*.
- Diler Demir Çelik. (2015). Diler Holding: http://www.dilerhld.com/grup.asp?anagrup_no=5 adresinden alındı
- Efesport. (2015). <http://www.efesport.com/> adresinden alındı
- Friis-Hensen, P. (2008). *Basic Modelling Principles for Prediction of Collision and Grounding Frequencies*. IALA.
- Fujii, Y., Yamanouchi, H., & Mizuki, N. (1974). Some factors affecting the frequency of accidents in marine traffic. *Journal of Navigation*, 239-247.
- Gubretaş. (2015). <http://www.gubretas.com.tr/TR/NEWS/default.asp?fid=392> adresinden alındı
- Günay, D. (2002). *GEMİ İNŞAA SANAYİ SEKTÖR ARAŞTIRMASI*. Ankara: Türkiye Kalkınma Bankası Araştırma Müdürlüğü.
- Habaş. (2015). Habaş: <http://www.habas.com.tr/kuruluslar.aspx?kr=3&sayfa=69> adresinden alındı
- Harre, I. (2000, Eylül). AIS Adding New Quality to VTS Systems. *Journal of Navigation*, 527-539.
- <http://www.mgm.gov.tr/>. (2014, Ocak). TC. Orman ve Su işleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. adresinden alındı
- IALA. (2009, April). [iala-aism.org](http://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/History_of_IWRAP); http://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/History_of_IWRAP adresinden alındı
- İGSAŞ. (2015). İstanbul Gübre Sanayi AŞ: <http://www.igsas.com.tr/tr/default.asp?rsm=10000000000&ANA-SAYFA> adresinden alındı
- (2014). *İzmit Körfezi Limanlar ve Suyolları Emniyet Değerlendirmesi Çalıştay Raporu*. Kocaeli-Yalova Liman Başkanlıkları.

- İzmit Körfezi'nin Batimetrisi ve Dip Sediment Dağılımı. (2005). *Deprem Sempozyumu*. Kocaeli.
- KGM. (2015). <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Bolgeler/Maltepe/Tav%C5%9Fanc%C4%B1%20Asfalt%20Tesis.pdf> adresinden alındı
- Kim, K., Park, G.-K., & Jeong, J. (2011). Analysis of marine accident probability in Mokpo waterways. *Journal of Navigation and Port Research International Edition*(35), 729-733. doi:<http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2011.35.9.729>
- Kocaeli Liman Başkanlığı. (2014). izmitdenizcilik.gov.tr: <http://www.izmitdenizcilik.gov.tr/baskanlik.aspx> adresinden alındı
- Kocaeli Liman Başkanlığı. (2014, 12 16). Kocaeli Liman Başkanlığı: www.kocaeli.gov.tr/kurumlar/kocaeli.gov.tr/keban/limanlar/21.doc adresinden alındı
- Kocaeli Liman Başkanlığı. (2015). <http://www.izmitdenizcilik.gov.tr/limandetay.aspx?id=5> adresinden alındı
- Kocaeli Limanları. (2015). <http://www.portofkocaeli.org/liman/1013/y%C4%B1lport/> adresinden alındı
- Kocaeli Valiliği . (2014, Aralık). Kocaeli Valiliği: www.kocaeli.gov.tr/kurumlar/kocaeli.gov.tr/keban/limanlar/19.doc adresinden alındı
- Kocaeli, V. (2011). *İzmit Körfezi Liman Bölgesi Raporu*. Kocaeli: Kocaeli Valiliği.
- Kujala, P., Hanninen, M., Arola, T., & Ylitalo, J. (tarih yok).
- Kujala, P., Hanninen, M., Arola, T., & Ylitalo, J. (2009). Analysis of the marine traffic safety in the Gulf of Finland. *Reliability Engineering and System Safety*, 1349-1357.
- Limaş. (2015). Limaş: <http://www.limas.com.tr/tr/sayfa/terminaller/6/tank-terminal> adresinden alındı
- Lund, V. (2013). *Continued recovery in volume of goods handled in EU ports Maritime ports freight and passenger statistics 2011*. Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5585764/KS-SF-13-007-EN.PDF/38e9c467-903d-4748-9be7-d874ea7595ff?version=1.0> adresinden alındı
- MacDuff, T. (1974). The Probability of Vessel Collisions. *Ocean Industry*, 144-148.
- Mastership. (2015). Mastership: <http://www.mastership.com/terminals.php?id=10> adresinden alındı
- Mokhtari, A. H., Wall, A., Brooks, P., & Wang, J. (2007). Automatic Identification System. *THE JOURNAL OF NAVIGATION*, 373-389.
- Northmaritime. (2015). Northmaritime: <http://northmaritime.com/ports-info/marma-region/51-aygaz-lpg-terminal-yarimca.html> adresinden alındı
- Nuh Çimento. (2015). <http://www.nuhcimento.com.tr/tr/sayfalar/15/liman-hizmetleri> adresinden alındı
- Oral, E. (2011). *KOCAELİ DENİZ YOLU TAŞIMACILIĞI FİZİBİLİTE RAPORU*. Kocaeli: Kocaeli Sanayi Odası.
- Ozbakır, D. A., Ozeren, S. M., Ergintav, S., & Karabulut, H. (2014). Post-seismic deformation following 1999 Izmit and Duzce earthquakes, Turkey: implications for constraining subcrustal rheology. Vienna.
- Pedersen, P. (1995). Collision and grounding mechanics. (s. 125-157). The Danish Society of Naval Architects and Marine Engineers.

- Pekey, H., Karataş, D., Ayberk, S., Tolun, L., & Bakoğlu, M. (2004, Mayıs). Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 946-953.
- Perez, H. M., Chang, R., Billings, R., & Kosub, T. L. (2009). Automatic Identification Systems (AIS) Data Use in Marine Vessel. Baltimore, Maryland.
- Petline. (2015). Petline: <http://www.petline.com.tr/tr/ikmal-lojistik/dolum-ve-depolama-tesisleri/korfez-tesisi> adresinden alındı
- Poliport. (2015). <http://www.poliport.com/> adresinden alındı
- portofkocaeli. (2015). <http://en.portofkocaeli.org/liman/1018/kroman-liman-tesisleri/> adresinden alındı
- Quan-gen, F., Zai-li, Y., Shen-ping, H., & Jin, W. (2005, Eylül). Formal safety assessment and application of the navigation. *Journal of Marine Science and Application*(4).
- Reilinger, R., Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Lenk, O., Barka, A., . . . Toksöz, M. (2000, Eylül 1). Coseismic and Postseismic Fault Slip for the 17 August 1999, $M = 7.5$, İzmit, Turkey Earthquake. *Science*, 1519-1524.
- Schwehr, K., & McGillivray, P. (2007). Marine Ship Automatic Identification System (AIS) for Enhanced Coastal Security Capabilities: An Oil Spill Tracking Application. *OCEANS 2007*, (s. 1-9). Vancouver, BC.
- Shell. (2015). Shell: <http://www.shell.com.tr/aboutshell/shellandturcas/who-we-are.html> adresinden alındı
- Solventas. (2015). <http://www.solventas.com.tr/solventasa-ilk-bakis.php> adresinden alındı
- (2012). *T.C. Kocaeli Valiliği Alt Komisyon Raporu*. Kocaeli: Kocaeli Valiliği.
- Tetreault, B. J. (2005). Use of the Automatic Identification System (AIS) for Maritime Domain Awareness (MDA). *OCEANS, 2005. Proceedings of MTS/IEEE*, (s. 1590-1594 vol2). Washington, DC.
- Trucco, P., Cagno, E., Ruggeri, F., & Grande, O. (2008). A Bayesian Belief Network modelling of organisational factors in risk. *Reliability Engineering and System Safety*, 823-834.
- Turklim. (2015). Turklim: <http://www.turklim.org/rota-limani-yarimca> adresinden alındı
- Turklim. (2015). Turklim: <http://www.turklim.org/ford-otosan-yenikoy-iskelesi> adresinden alındı
- Türklim - evyapport. (2015). Türklim: <http://www.turklim.org/evyapport> adresinden alındı
- Türklim. (2015). <http://www.turklim.org/evyapport> adresinden alındı
- Yurtören, C., Aydoğdu, V., Seta, H., & Atasoy, C. (2014). İzmit Körfezi Deniz Trafik Akışının Analizi. 1. *Ulusal Gemi Trafik Hizmetleri Kongresi Kongre Kitabı*, (s. 145-150). İstanbul.
- Kujala, P., Hanninen, M., Arola, T., & Ylitalo, J. (2009). Analysis of the marine traffic safety in the Gulf of Finland. *Reliability Engineering and System Safety*, 1349-1357.
- Lund, V. (2013). *Continued recovery in volume of goods handled in EU ports Maritime ports freight and passenger statistics 2011*. Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5585764/KS-SF-13-007-EN.PDF/38e9c467-903d-4748-9be7-d874ea7595ff?version=1.0>

- MacDuff, T. (1974). The Probability of Vessel Collisions. *Ocean Industry*, 144-148.
- Mokhtari, A. H., Wall, A., Brooks, P., & Wang, J. (2007). Automatic Identification System. *THE JOURNAL OF NAVIGATION*, 373-389.
- Oral, E. (2011). *KOCAELİ DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI FİZİBİLİTE RAPORU*. Kocaeli: Kocaeli Sanayi Odası.
- Ozbakır, D. A., Ozeren, S. M., Ergintav, S., & Karabulut, H. (2014). Post-seismic deformation following 1999 Izmit and Duzce earthquakes, Turkey: implications for constraining subcrustal rheology. Vienna.
- Pedersen, P. (1995). Collision and grounding mechanics. (s. 125-157). The Danish Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Pekey, H., Karataş, D., Ayberk, S., Tolun, L., & Bakoğlu, M. (2004, Mayıs). Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 946-953.
- Perez, H. M., Chang, R., Billings, R., & Kosub, T. L. (2009). Automatic Identification Systems (AIS) Data Use in Marine Vessel. Baltimore, Maryland.
- Quan-gen, F., Zai-li, Y., Shen-ping, H., & Jin, W. (2005, Eylül). Formal safety assessment and application of the navigation. *Journal of Marine Science and Application*(4).
- Reilinger, R., Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Lenk, O., Barka, A., . . . Toksöz, M. (2000, Eylül 1). Coseismic and Postseismic Fault Slip for the 17 August 1999, M = 7.5, Izmit, Turkey Earthquake. *Science*, 1519-1524.
- Schwehr, K., & McGillivray, P. (2007). Marine Ship Automatic Identification System (AIS) for Enhanced Coastal Security Capabilities: An Oil Spill Tracking Application. *OCEANS 2007*, (s. 1-9). Vancouver, BC.
- Tetreault, B. J. (2005). Use of the Automatic Identification System (AIS) for Maritime Domain Awareness (MDA). *OCEANS, 2005. Proceedings of MTS/IEEE*, (s. 1590-1594 vol2). Washington, DC.
- Trucco, P., Cagno, E., Ruggeri, F., & Grande, O. (2008). A Bayesian Belief Network modelling of organisational factors in risk. *Reliability Engineering and System Safety*, 823-834.
- Yurtören, C., Aydoğdu, V., Seta, H., & Atasoy, C. (2014). İzmit Körfezi Deniz Trafik Akışının Analizi. *1. Ulusal Gemi Trafik Hizmetleri Kongresi Kongre Kitabı*, (s. 145-150). İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Onural Alper ŞAHİN

Doğum Yeri ve Tarihi: BOLU, 26.10.1986

Adres: Aydınlı Mahallesi Umutlu sokak No:2 Daire 25 Tuzla / İSTANBUL

E-Posta: onuralalper@gmail.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisliği

