

EK-9.A

Genel Risk Analizi Raporu

Genel Risk Analizi Raporu

**Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru
Hattı'nın İnşaat ve İşletme Aşamaları Risk
Değerlendirmesi**



Bu rapor URS Infrastructure &
Environment UK Limited tarafından South Stream Transport B.V. adına hazırlanmıştır.

İçindekiler

1.	Planlanmamış Olaylar	4
1.1	Giriş	4
1.2	Kapsam ve Yaklaşım	4
1.3	Yasal Çerçeve.....	5
1.4	Acil Durumlara Hazırlık ve Müdahale Planı	5
1.5	İnşaat ve İşletme Öncesi Aşaması	6
1.5.1	Olayların Tanımlanması	6
1.6	Çarpışma Risk Değerlendirmesi	8
1.6.1	Çarpışma ve Petrol Dökülmesi Riskleri.....	8
1.6.2	Petrol Dökülmesi Risk Faktörleri.....	9
1.6.3	Çevresel Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler.....	11
1.6.4	Petrol Sızıntısı Etki Azaltma Önlemleri	11
1.6.5	Sosyo-Ekonomik Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler	12
2.	İşletme Aşaması.....	13
2.1	Olayların Tanımlanması	13
2.1.1	Çevresel Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler.....	15
2.1.2	Sosyo-Ekonomik Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler	15
2.2	Hizmetten Çıkarma	16
3.	Çarpışma Risk Değerlendirmesi	17
3.1	Petrol Dökülme Olasılığının Tahmini	17
3.1.1	Bir Proje Gemisinde Oluşan Planlanmamış Olayın Olasılığı	19
3.1.2	Planlanmamış Olaydan Kaynaklanan Petrol Dökülmesi	19
3.1.3	Petrol Dökülme Olasılığının Sıralanması	19
3.1.4	Petrol Dökülmesinin Sonuçlarının Şiddetinin Tahmini	20
3.1.5	Sonuç Şiddeti Düzeylerini Bir Araya Getirerek Genel Düzeyler Üretme	23
3.1.6	Risk Matrisinin Hazırlanması	24
3.1.7	Kontrol Sonuçları ve Çıktıları.....	24
3.1.8	Petrol Dökülme Modellemesi	26

1. Planlanmamış Olaylar

1.1 Giriş

Kazalar gibi planlanmamış olaylar, Projenin normal inşaat ve işletme aşaması faaliyetleri sırasında gerçekleşmesi beklenmeyen olaylardır. Projede olumsuz çevresel, sosyal ve sağlık etkilerine yol açabilecek planlanmamış olaylardan kaçınılması için emniyet ve mühendislik tasarım kriterleri takip edilmektedir. Bununla beraber, Projenin inşaat ve işletme aşamalarından önce tasarım kontrolleri ve etki azaltma önlemlerinin gerektiğinde devreye sokulabilmesi için potansiyel kazalara ilişkin risk analizinin gerçekleştirilmesi önemlidir.

Planlanmamış olaylar, olayın türüne bağlı olarak niteliği ve büyüklüğü değişebilen bir dizi olumsuz etkiye yol açabilir. Bu Ek, Projenin İnşaat ve İşletme Öncesi, İşletmeye Alma ve İşletme Aşamaları sırasında gerçekleşebilecek planlanmamış açık deniz olaylarının potansiyel çevresel ve sosyo-ekonomik risklerinin ve etkilerinin bir değerlendirmesini sunmaktadır.

Bazı durumlarda, planlanmamış olayların Proje süresinde gerçekleşmesi muhtemel olmamakla birlikte, bir planlanmamış olayın sonuçları uzun vadeli akut çevresel zararlara veya can kayıplarına yol açabilecek ölçüde önemli olabilir. Sonuç olarak, planlanmamış olayların yol açtığı risklerin kabul edilebilirlik düzeyi değerlendirilirken, bir planlanmamış olayın gerçekleşme olasılığının ve de bu türden olayların potansiyel sonuçlarının dikkate alınması gerekmektedir.

1.2 Kapsam ve Yaklaşım

Planlanmamış olaylardan etkilenebilecek Proje Etki Alanındaki faaliyetlerin konumları ve alanları da (örneğin, gemicilik güzergahları) dikkate alınmıştır.

Bu bölümde, inşaat faaliyetlerinin niteliği, boru hatlarının işletim gereklilikleri ve Projenin coğrafi konumu göz önüne alındığında Projeye en çok ilgisi olan planlanmamış olaylara odaklanılmıştır. Mümkün olduğu durumlarda, planlanmamış olayların gerçekleşme olasılığına ilişkin bilgiler, sektörel kuruluşların hazırladığı istatistiklerden alınmıştır. Gemi kazalarının sıklığına ilişkin bilgiler, Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği (OGP) ve Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı (EMSA) gibi tanınmış sektörel kuruluşlar tarafından yayınlanmış istatistiklerden alınmıştır.

Potansiyel planlanmamış olayların belirsiz niteliği göz önüne alındığında, bu türden olayların coğrafi konum ve kapsam bakımından potansiyel değişkenliği ve doğrudan alakalı olay istatistiklerinin sınırlı oluşu nedeniyle burada niteliksel bir değerlendirme metodolojisi uygulanmıştır. Bu metodoloji aşağıdaki çalışmaları gerektirmektedir:

- Projenin İnşaat ve İşletme Öncesi, İşletmeye Alma ve İşletme Aşamaları sırasında potansiyel planlanmamış olayların gerçekleşmesine yol açabilecek faaliyetlerin belirlenmesi;
- Mümkünse, bu türden olayların gerçekleşme olasılıklarının belirlenmesi;
- Potansiyel planlanmamış olayların coğrafi kapsamının tanımlanması ve açıklanması;
- Her bir planlanmamış olay için, etkilenme potansiyeline sahip alıcılarla ilgili olarak ortaya çıkabilecek potansiyel etkilerin tanımlanması;

- Her bir planlanmamış olayın gerçekleşme olasılığını düşürmek ve ortaya çıkabilecek etkilerin kalıcı etkisi düzeyini en aza indirmek için uygun risk yönetimi önlemlerinin tanımlanması.

South Stream Transport, planlanmamış olay belirleme sürecine yardımcı olmak amacıyla potansiyel acil durumların neden olacağı riskleri ve ihtiyaç duyulan Acil Durum Müdahale Planlarını ve acil durumlarda uygulanabilecek ilgili prosedürleri belirleyen bir Acil Durum Tehdit Analizi¹ gerçekleştirmiştir. Bu bölümde ele alınan planlanmamış olaylar, Projeye özel bir Acil Durum Tehdit Analizi aracılığıyla belirlenmiştir.

Planlanmamış olayların potansiyel sonuçları belirlenirken, ortaya çıkabilecek etkiler aşağıdaki alıcı kategorileriyle bağlantılı olarak değerlendirilmiştir:

- Çevresel alıcılar ve
- Sosyo-ekonomik alıcılar.

Bu belgede belirtilen planlanmamış olay değerlendirmesini desteklemek amacıyla aşağıdaki ilave değerlendirmeler yapılmıştır:

- *Çarpışma Risk Analizi* (ÇED Raporu Ek 9B) - gemi kazalarının gerçekleşme risklerini ve bu kazaların sonucunda ortaya çıkabilecek potansiyel petrol dökülmelerini ele alır;
- *Petrol Sızıntısı Yayılım Modellemesi* (ÇED Raporu Ek 7C) denizcilik risk değerlendirmesinde tanımlanan planlanmamış bir deniz olayının ardından gerçekleşebilecek çeşitli petrol dökülmesi senaryolarının sonuçlarını ve ilerleyişini araştırmak üzere yürütülmüştür.

1.3 Yasal Çerçeve

Türkiye'deki ilgili mevzuat aşağıda listelenmiştir. Bu mevzuat, kazaların önlenmesi ve ortadan kaldırılmasına yönelik çabaları desteklerde ve acil planların ve yönetim planlarının gerekliliğine resmiyet kazandırır:

- Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun, No. 5312, (Resmi Gazete Tarih: 21 Ekim 2006 ve No: 26326);
- Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (Resmi Gazete Tarih: 18 Ağustos 2010 ve No: 27676) ve
- Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarih: 21 Ekim 2006 ve No: 26326).

1.4 Acil Durumlara Hazırlık ve Müdahale Planı

ÇED Raporu **Bölüm 11 (Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi)**, South Stream Transport'un Proje için, Uluslararası Finans Kurumu'nun (IFC) Çevre, Sağlık ve Emniyet (EHS) Yönergeleri (IFC, 2012) doğrultusunda tam kapsamlı bir Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı hazırlayacağını altını çizmektedir.

¹ Olayların gerçekleşme olasılığını ve sonuçlarını hesaba katarak her bir potansiyel planlanmamış olaya karşılık bir risk oranı içeren bir acil durum risk analizi tablosunun kullanımını içerir

Bu plan, Acil Durum Analizi'nde tanımlanmış maddi planlanmamış olaylar/riskler için müdahale faaliyetlerini tanımlayacaktır. Plan, tüm Proje aşamalarını kapsayacak ve IFC EHS Yönergeleri'nde önerilen aşağıdaki ayrıntıları içerecektir:

- Giriş;
- Amaç ve kapsam;
- Acil durum müdahale yönetim stratejisi;
- Acil durum risk analizi, acil durum müdahale planları ve Yüklenici Acil Durum Müdahale Planlarıyla ilişkilerin tanımlanması;
- Görevler ve sorumluluklar;
- İletişim gereksinimleri;
- Acil durum tatbikat gereksinimleri (teftiş, muayene ve testler dahil) ve
- İnceleme süreçleri.

South Stream Transport'un İnşaat Yüklenicileri, kendi çalışma faaliyetleri, özellikle de Acil Durum Analizi'nde tanımlanan olaylar için kendi Acil Durum Müdahale Planlarını hazırlamakla sorumlu olacaktır. Yüklenicilerin kendi Acil Durum Müdahale Planlarını hazırlarken Uluslararası İyi Sanayi Uygulamaları'nı (GIIP) ve ilgili geçerli sektör standartlarını uygulaması beklenmektedir.

Yüklenicilerin Acil Durum Müdahale Planları, geçerli iş Sözleşmelerinde yer alan bir gereklilik olarak inşaat faaliyetleri başlamadan hazır olacak ve South Stream Transport'un incelemesine ve onayına tabi tutulacaktır. South Stream Transport, yüklenicilerin planlarının South Stream Transport'a ait tam kapsamlı Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı da dahil olmak üzere diğer Proje müdahale planlarıyla bütünleştirilmesini sağlayacaktır.

Türkiye'deki ÇED süreci, inşaat çalışmaları başlamadan önce Acil Durum Müdahale Planlarının ibraz edilmesini gerektirmektedir. South Stream Transport'a ait Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı, amacına uygunluğundan emin olunması için Türkiye'deki ilgili yetkili mercilerle işbirliği içinde hazırlanacaktır.

1.5 İnşaat ve İşletme Öncesi Aşaması

1.5.1 Olayların Tanımlanması

Projenin İnşaat ve İşletme Öncesi Aşamasında, açık denizdeki planlanmamış olaylar, açık deniz inşaat faaliyetlerinin ve bir ya da daha fazla geminin de içinde olduğu açık deniz kazalarının sonucunda ortaya çıkabilir. Tablo 1.1'de, planlanmamış bir olayla sonuçlanabilecek ana faaliyetler, planlanmamış olayın açıklaması ve etkilenebilecek alıcılar listelenmektedir.

Tablo 1.1: Planlanmamış Olayla Sonuçlanma Potansiyeli Taşıyan Deniz Faaliyetleri (İnşaat ve İşletme Öncesi Aşaması)

Faaliyet	Olay	Alıcılar	
		Çevre	Sosyo-ekonomik
Açık deniz inşaat faaliyetleri ve bununla ilişkili olarak gemilerin kullanımı	Deniz kazaları veya petrol dökülmesine yol açan çarpışmalar (yakıt ikmali sırasında olanlar dahil)	✓	✓

Tablo 1.1, İnşaat ve İşletme Öncesi Aşamalarında gemi kazaları ve çarpışma riski bulunduğu işaret etmektedir. Bu olayların, sosyo-ekonomik koşullar ve insan sağlığı ile ilgili alıcılar üzerinde etki yapma potansiyeli vardır. Bu türden gemi kazaları ve çarpışmaları, çevrenin yanı sıra sosyo-ekonomik koşullar ve insan sağlığı ile ilgili alıcılar üzerinde etkileri olabilecek petrol dökülmeleriyle sonuçlanabilir.

Deniz kazaları ve ilgili petrol dökülmeleriyle ilişkili risklerin ve çevre üzerindeki diğer potansiyel etkilerinin tanımlanmasına yardımcı olmak için, gerçekleşmesi en muhtemel olduğu düşünülen denize petrol dökülmelerinin (gemilerin kazayla çarpışması veya yakıt ikmali sırasındaki kazalar nedeniyle) modellenmesini içeren bir Petrol Sızıntı/Döküntü Risk Değerlendirmesi yürütülmüştür. Risk değerlendirmesi, risk yönetimi faaliyetlerine yardımcı olmaktadır. Bu risk değerlendirmesinin ayrıntıları, oluşan kazaların olasılık potansiyelini vurgulayan bu ek içerisinde verilmektedir. Bu ekte ayrıca, çevresel, sosyo-ekonomik alıcılar ve insan alıcılarıyla ilişkili etkileri ve risk yönetim faaliyetlerini değerlendirmek için kullanılan petrol sızıntısı yayılım modellemesinin sonuçları da sunulmuştur.

Bazı planlanmamış olaylar, önemli etkilere yol açmaları beklenmediğinden bu kısımda ele alınan değerlendirmenin dışında tutulmuştur. Değerlendirilmemiş planlanmamış olaylar şunlardır:

- **Karaya Oturma.** Bu gemiler Türkiye'nin kıyıya yakın bölgelerinden geçmeyeceğinden için karaya oturma konusu dikkate alınmamıştır;
- **Yakıt/petrol dışındaki tehlike potansiyeli taşıyan maddelerin dökülmesi ve deşarjı:** Deniz tesisinden /gemilerden kaynaklanan potansiyel olarak tehlikeli kimyasalların nispeten küçük miktarları (gri/siyah atıksu, lağım, çöp, sintine suyu ve yağlı atıksu deşarjları), gemilerin Deniz Kirliliği (MARPOL) Anlaşması, Bükreş Anlaşması ve ulusal düzenlemelere uygun şekilde faaliyet gösterdiğinden emin olunması ile birlikte kolaylıkla yönetilebilir. South Stream Transport adına çalışan tüm yüklenicilerin ve operatörlerin, her gemi için uygun Standart Deniz Kirliliği Acil Müdahale Planları (SMPEP) hazırlaması gerekmektedir. SMPEP'nin etkili bir şekilde uygulanması, bu türden olayların etkilerinin ayrıntılı olarak ele alınmasını gerektirmeyecek ölçüde küçük olmasını sağlar.
- **Planlanmamış boru hattı inşaat olayları:** İnşaat aşamasında, sualtına yerleştirilen boru hattının yerinden oynaması (ve bunun sonucunda bükülmesi) gibi planlanmamış inşaat zorlukları ortaya çıkabilir. Bu türden olaylar inşaatta önemli gecikmeye ve bununla ilişkili maliyete yol açma potansiyeline sahiptir. Bu türden (boru hattı iyileştirme, bertaraf, yeniden döşeme gibi) olayların çevresel etkileri, bu ÇSED raporu içinde belirtilen rutin inşaat faaliyetleriyle ilişkili çevresel etkilere benzer olacaktır. Böyle bir durumda, kurtarma

faaliyetleri Uluslararası İyi Sanayi Uygulamalarına (GIIP) uygun şekilde yürütülecek ve önemli çevresel etki potansiyeli sınırlı olacaktır.

1.6 Çarpışma Risk Değerlendirmesi

1.6.1 Çarpışma ve Petrol Dökülmesi Riskleri

Gemilerin çarpışma olasılığının çok düşük olacağı düşünülmeyle birlikte boru hattı güzergâhının açık deniz kısmı boyunca herhangi bir yerde meydana gelebilir. Böyle bir olayın petrol dökülmesine yol açması olasılığı, gemiye hasar vererek dizel yakıtın denize dökülmesine yol açacak büyüklükte yüksek enerjili bir çarpışma gerektirdiğinden daha da düşüktür.

Bu ek dahilinde aşağıdaki sonuçların elde edildiği çarpışma risk değerlendirmesinin ayrıntıları sunulmuştur:

- Denizde çarpışmanın ardından petrol dökülmesi olasılığının tahmini (mevcut tarihsel bilgilere dayanır) ve bu olasılıkların farklı kategorilere göre sıralanması;
- Gerçekleşebilecek petrol dökülmelerinin potansiyel sonuçlarının tahmini ve bu sonuçların şiddetinin farklı kategorilere göre sıralanması;
- Olasılıklar ve sonuçların şiddetinin risk matrisinin oluşturulması ve
- Çeşitli petrol dökülmesi senaryolarının değerlendirilmesi ve bunların genel risk oranının belirlenmesi.

Potansiyel planlanmamış çarpışma olaylarının değerlendirilmesinin ardından, Tablo 1.2'de ayrıntılı olarak açıklanan petrol dökülmesi senaryoları, çarpışma sonucu ortaya çıkabilecek petrol dökülmesi olayının ayrıntılarıyla birlikte tanımlanmıştır. Çarpışma risk değerlendirmesi bu türden planlanmamış çarpışma olaylarının önemli bir petrol dökülmesi riski oluşturmadığına ve genel risk oranlarının kabul edilebilir düzeyde olduğuna işaret etmektedir.

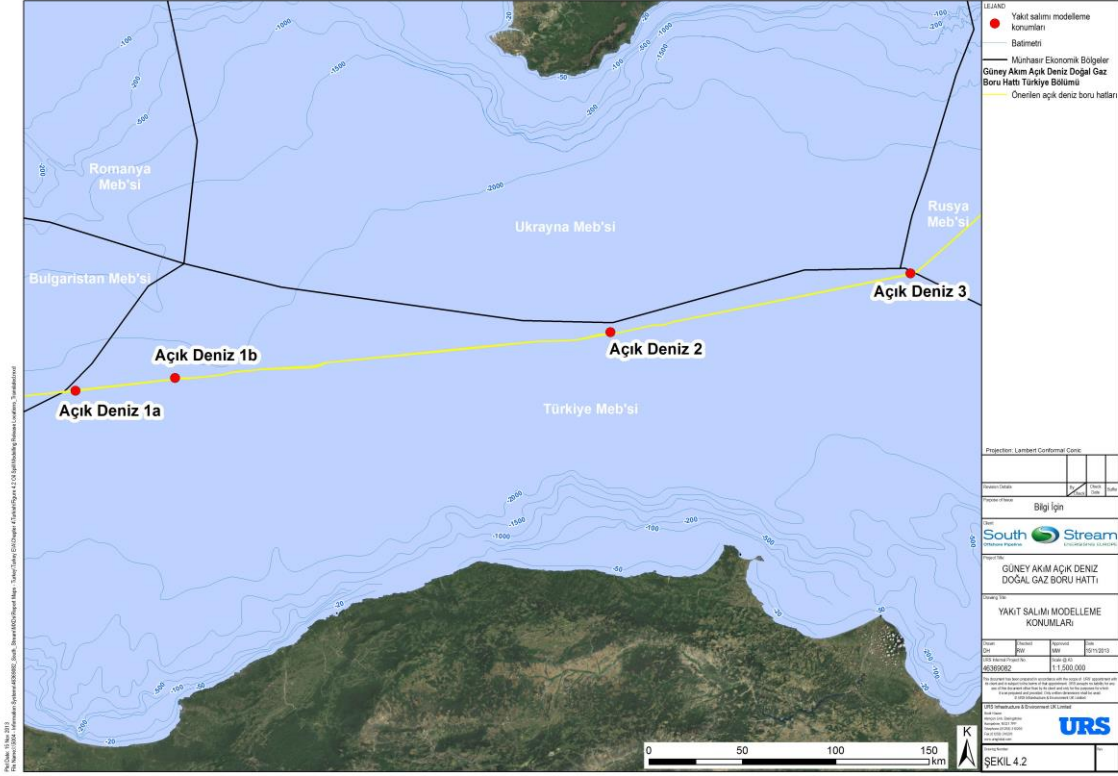
Tablo 1.2: Deniz Kısımında Potansiyel Petrol Dökülmesi Senaryoları

Yer	Faaliyet	Olayın Tanımı	Varsayım
Karadeniz Açıkları	Boru Teslimi	Karaya Oturma	İhtimal dışı
		Boru döşeme gemisinin üçüncü taraf bir gemiyle çarpışması	2.000 m ³ dizel deniz yakıtı (MDO) dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).
		Proje gemisiyle çarpışma	750 m ³ MDO dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).
		Yakıt ikmali	10 m ³ MDO dökülmesi.
		Batma	2.000 m ³ MDO dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).

Yukarıdaki senaryoların ışığında, 2.000 m³ deniz dizel yakıtının (MDO) açık denize dökülmesi için petrol yayılım modellemesi yapılmıştır. Şekil 1.1'de modellenen petrol dökülmesi konumları

gösterilmiştir. Yapılan modelleme ve elde edilen sonuçların ayrıntıları bu ek dahilinde sunulmuştur.

Şekil 1.1: Petrol Dökülme Modellemesi Salım Konumları



1.6.2 Petrol Dökülmesi Risk Faktörleri

Bir petrol dökülmesinin sonuçlarının şiddeti, (a) dökülen petrolün türü, (b) dökülen petrolün miktarı ve, muhtemelen en önemlisi, (c) petrol dökülmesinin petrole karşı hassas kaynaklara yakınlığı dahil olmak üzere çeşitli etkenlere bağlıdır. Bu konular aşağıdaki kısımlarda dikkate alınmıştır.

a) Dökülen Petrolün Türü

Gemiler tipik olarak aşağıdaki akaryakıt türlerini kullanır:

- Deniz gaz yağı (MGO): Petrolün damıtılarak rafine edilmesiyle elde edilir. Bu yakıt, teknelerin ve daha küçük gemilerin küçük dizel motorlarında kullanılır ve jeneratörler ve kompresörler gibi yardımcı ekipmanla da kullanılabilir;
- Deniz dizel yakıtı (MDO): Az miktarda siyah rafineri besleme stoku içerebilen ağır gaz yağı karışımıdır. Bu yakıt, daha küçük gemilerin orta hızlı dizel motorlarında yakıt olarak kullanılır ve jeneratörler ve kompresörler gibi yardımcı ekipmanla da kullanılabilir;
- Karma fuel oil (IFO): Gaz yağının ve ham petrolün damıtılmasından artakalan ürünlerin çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir. Bunun içinde, neredeyse tamamı tortulardan

oluşan IFO-380 veya Ağır Fuel Oil de (HFO) bulunmaktadır. HFO, birçok büyük gemide kullanılan yavaş hızlı kroshead dizel motorlarında kullanılır ve saklanırken ve kullanılırken ısıtılması ve saflaştırılması gerekir.

Yakıtlar, tankerlerden dökülen petrolün giderilmesine yönelik bir kuruluş olan Yağ Kirliliğinin Verdiği Zararların Telafisi İçin Uluslararası Fon tarafından, 'kalıcı' yakıtlar ve 'kalıcı olmayan' yakıtlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır:

- Kalıcı yakıtlar arasında birçok ham yakıt ve HFO bulunmaktadır. Bunlar denize döküldüğünde hava şartlarının etkisiyle yüksek viskoziteli yakıt içinde su emülsiyonları oluştururlar. Deniz yüzeyinde oldukça kalıcıdır ve kıyıya sürüklendiklerinde sahil şeridini kirletirler.
- Kalıcı olmayan yakıtlar, asıl olarak benzin ve dizel yakıt gibi damıtılmış yakıtlardır. Açık denize döküldüklerinde, bir dereceye kadar buharlaşır ve dalgaların etkisiyle yayılıp dağılırlar. MGO ve MDO, kalıcı olmayan olarak sınıflandırılmıştır.

Yukarıda belirtilenler göz önünde bulundurularak, tüm Proje gemileri genel olarak 'gemi dizel yakıtı' (çoğu ham petrol türü ve Ağır Fuel Oil (HFO) gibi kalıcı petroller yerine) olarak adlandırılan ve ISO-8217:2010 Deniz Damıtılmış Yakıt Sınıfları DMA, DMB veya DMZ standartlarına uygun MGO veya MDO yakıtları kullanacaktır. Bu bağlamda, Petrol sızıntısı yayılım modellemesinde, yalnızca deniz dizel yakıtı içeren petrol dökülme senaryoları dikkate alınacaktır.

b) *Dökülen Petrolün Miktarı*

Bir olayda dökülen petrolün miktarı, etkilenme potansiyeli taşıyan alanı etkiler.

c) *Petrol Dökülmesinin Petrole Karşı Hassas Kaynaklara Yakınlığı*

Açık denizdeki petrol dökülmelerinin, sahil şeritlerine ulaşma kapasitelerini azaltan rüzgar, dalga ve akıntı etkileri tarafından yayıldığı ve dağıldığı gözlenmiştir. Sahil şeritleri boyunca dağınık katran topakları bulunabilir; küçük veya büyük geçmişteki ham petrol ve HFO dökülmelerine kanıt oluşturan bu katran topakları, tank yıkama gibi işletimsel faaliyetlerin veya daha büyük petrol dökülmelerine yol açan kazaların sonucu olabilir.

Dökülen petrolün sahil şeridini etkileyebileceği veya dalganın etkisiyle sığ sulara doğal şekilde yayılabileceği durumu kıyıya yakın sulardaki petrol dökülmelerinde, ekolojik etkiler tipik olarak daha ciddidir. Farklı canlıların, dökülen petrollerin toksik ve fiziksel etkilerine karşı hassasiyetleri farklıdır. Çamur düzlükleri ve tuzlu su bataklıkları gibi özellikle hassas sahil oluşumlarına yakın bir yerde gerçekleşen (Türkiye kısmında olmayacaktır), nispeten az miktardaki petrol dökülmeleri, bu tür hassas yerlerden uzakta gerçekleşen daha büyük petrol dökülmelerine göre daha büyük ekolojik hasara yol açabilir. Sığ sulara dalgaların etkisiyle doğal olarak yayılan petrol sızıntısı, balık yavrusu üreme alanları gibi habitatlar üzerinde olumsuz etkiye bulunabilir.

Petrol dökülmeleriyle ilişkili olarak ekolojik kaygılara neden olan önemli alanlar şunlardır:

- Açık denizdeki deniz memelileri, plankton ve balıklar gibi su sütunundaki canlılar üzerinde, petrolün içindeki potansiyel toksik bileşenlerin neden olduğu etkiler;
- Deniz yüzeyindeki su kuşları üzerinde, deniz kuşlarının tüylerine bulaşıp yalıtım kaybına ve bunun sonucunda hipotermiye neden olan petrolden kaynaklanan etkiler;

- Dökülen petrolün kıyıya sürüklenmesi halinde, petrol emülsiyonunun fiziksel niteliğine bağlı olarak küçük canlıların boğulmasına yol açan kıyı habitatları (kuş popülasyonları dahil) üzerindeki etkiler.

1.6.3 Çevresel Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler

Projenin deniz tabanı habitatı oldukça homojen ve çamurludur. Karadeniz abisal düzlüğünün açık deniz derin su tabanı hakkındaki çok fazla bilgi bulunmamakla birlikte, bu bölge meio-fauna ve makro-faunanın bulunmadığı bir alandır. Proje Alanında plankton ve balık türlerinin varlığı bilinmektedir, ancak bu türler çok az sayılarda kaydedilmiştir ve Karadeniz'in merkezi kısımlarında balıkçılık alanları bulunmamaktadır. Hamsi göç yolu Proje Alanından geçmektedir ve mevsimsel göç döneminde Proje Alanındaki balık sayısı daha fazladır. Özellikle hamsinin mevsimsel göç dönemlerinde, Proje Alanında deniz kuşları düşük sayılarda bulunmaktadır. Muttur ve tırtak gibi deniz memelilerinin de Proje Alanında bulunduğu bilinmektedir.

1.6.4 Petrol Sızıntısı Etki Azaltma Önlemleri

Yukarıdakilerin ışığında, Proje Alanında petrol dökülmesinin önemli olumsuz etkileri olabilir ve kapsamlı iyileştirme önlemleri gerektirebilir. Bu nedenle, petrol sızıntısı olasılığını en aza indirmek ve etkilenme potansiyeli taşıyan deniz habitatları ve ilişkili türler üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirebilecek önlemler almak Projenin kilit hedeflerinden biridir. Uygulanacak etki azaltma önlemleri arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- Proje dahilindeki tüm gemiler MGO veya MDO kullanacak ve böylece kazayla yakıt dökülmesinin olumsuz etkileri daha ağır yakıtlar içeren dökülmelere göre daha düşük olacaktır;
- South Stream Transport adına çalışan tüm yüklenicilerin ve gemi operatörlerinin, Petrol Sızıntısı Önleme ve Müdahale Planları hazırlayıp uygulaması gerekecektir. South Stream Transport, yüklenicinin Petrol Sızıntısı Önleme ve Müdahale Planlarının Karadeniz Acil Durum Planı ile (Ref. 2) aynı doğrultuda olmasını sağlayacaktır. Petrol Sızıntı Önleme ve Müdahale Planları, özellikle Tablo 1.2'de açıklanan potansiyel petrol sızıntısı olaylarının önlenmesini hedefleyecektir;
- South Stream Transport adına çalışan tüm yüklenicilerin ve operatörlerin, petrol dökülmesi önleme ve müdahale konusunda MARPOL düzenlemeleriyle uyumlu çalışması ve her gemi için uygun Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları (SOPEP) ve SMPEP hazırlaması gerekmektedir (Ref. 3; Ref. 4). Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları, dışarıdan müdahale gerektirmeyen dökülmelere müdahale etmek için her gemide bulunması gereken kontrol ve müdahale önlemlerini belirleyecektir;
- Tüm gemi mürettebatı, boru hatlarının inşaatı sırasında gereken görevleri yapabilmek için uygun eğitim, ehliyet ruhsat sertifikalara sahip olmalıdır.

Bu önlemler, petrol dökülmesinin olasılığını en aza indirecek ve dökülme halinde deniz habitatları üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri azaltacaktır.

1.6.5 Sosyo-Ekonomik Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler

Plaj Kullanıcıları ve Turizm

Ek 7'de belirtilen etki azaltma önlemleri, hem öncelikle petrol dökülmesi riskini, hem de dökülme halinde oluşabilecek olumsuz etkilerin riskini en aza indirir. Buna ek olarak petrol sızıntısı yayılım modellemesinin sonuçları, Türkiye suları boyunca açık deniz (denizaltı) doğalgaz boru hatlarının inşaatı sırasında oluşabilecek en olası petrol dökülme senaryolarının Türkiye kıyı şeridi boyunca plaj kullanıcıları veya turizm üzerinde önemli bir etkisi olmayacağına işaret etmektedir.

Balıkçılık Alanları

Karadeniz'in orta bölümünde önemli balıkçılık alanları bulunmamaktadır. Türkiye hamsi balıkçılığı, Karadeniz'in Türkiye sularındaki toplam avın %90'ından fazlasını oluşturduğundan, Türk balıkçıları için önemlidir. Ancak, Karadeniz'deki Türk balıkçılık filosu yoğunlukla sınırlı erişimi olan küçük gemilerden oluşmaktadır; balıkçılık faaliyetleri Türkiye kıyılarına nispeten yakın alanlarda yürütülmekte ve Proje Alanına 100 km'den fazla yaklaşmamaktadır. Karadeniz'de mevcut balık türlerinin sayısı, su derinliğiyle birlikte büyük bir düşüş sergilemektedir ve yaklaşık 150 m derinlikte su anoksik hale gelmektedir. Planktonun düşük sayıları ve üretkenliği Karadeniz'in daha derin açık deniz sularında canlıların dağılımını daha da kısıtlamaktadır. Proje Alanındaki balık türlerinin yoğunluğu pelajiktir ve bunların en önemlileri (balıkçılık kaynağı olarak) hamsi, Çapa, Karadeniz istavriti ve palamuttur.

Petrol sızıntıları, aşağıdaki kısımlarda açıklandığı gibi balıkçılık kaynaklarını çeşitli şekillerde etkileme potansiyeline sahiptir.

Balıklara olan Etkiler

Jüvenil aşamalarındaki balıkların su sütunundaki görece düşük petrol konsantrasyonlarına karşı duyarlılığına rağmen, serbest yüzen yetişkin balıklar ve ticari açıdan önemli türlerin yabani stokları su sütununda petrolü tespit ettikten sonra buradan uzağa doğru yüzmeye eğilimlidir ve bir sızıntının yabani stoklarda önemli ölümlere yol açması olasılığı düşüktür. Jüvenil balıklar ve yumurtalar genel olarak petrol kirliliğine karşı yetişkinlere nazaran önemli ölçüde daha duyarlıdır ve petrol sızıntıları yerel ölçekte ölümlere neden olabilir. Bir dökülmenin ardından, etkilenmemiş balıkların üreme başarısı ve etkilenmemiş alanlardan yumurtaların, jüvenillerin ve yetişkinlerin akın etmesi stok sayılarının eski düzeylerine ulaşmasını sağlar. Birçok deniz türünün oldukça yüksek rakamlarda yumurtalar ve larvalar üretmesi ve bunların gelgit akıntılarıyla çok geniş alanlara dağılması göz önüne alındığında, türler kısa vadeli uygunsuz koşulların sonucunda oluşan ölüm olaylarından sonra eski düzeylerine ulaşmaktadır.

Petrol sızıntısının etkileri kullanılan petrol türüne bağlı olarak değişecektir - Kısım 1.6, MGO ve MDO gibi kalıcı olmayan petrollerin açık denize döküldüğünde bir dereceye kadar buharlaştığını ve dalgaların etkisiyle hızla yayılıp dağıldığını açıklamaktadır. Petrol dökülmesinin etkileri, petrolün içindeki bileşenlere maruziyetin süresine de bağlıdır.

Balık ürünlerine petrol bulaşabilir, diğer bir deyişle üründe petrol tadı veya kokusu oluşabilir. Bu durum, tüketicilere olan zararı kesin olmasa da, ürünün pazarlanabilirliğini doğrudan etkileyebilir ve sıklıkla da çift kabuklu yumuşakçalarda ve diğer süzerek beslenen, hareketsiz hayvanlarda

(deniz tabanındaki maddeye bağlanan dip hayvanları) rastlanır. Bir ürüne petrol bulaşmış olup olmadığının tespit edilmesi için belirli eşik değerleri yoktur, bir süre sonra kimyasal analizle belirlenemez, ancak yalnızca tadılarak (organoleptik test) anlaşılabilir.

Balıkçılık Malzemelerine Verilen Zarar

Bir sızıntının ardından balık avı gemileri etkilenen alanlardan kaçınacağı için ve MGO veya MDO dökülmelerinin hızla dağılması beklendiği için balıkçılık malzemeleri üzerinde hasar ve bulaşma riskinin çok düşük olacağı düşünülmektedir.

Balıkçılık - Etki Azaltma

Bu ek içinde sunulan çarpışma risk değerlendirmesi ve petrol sızıntısı yayılım modellemesi, Proje inşaat faaliyetlerinin önemli petrol sızıntı riski oluşturmadığını ve söz konusu yakıtlar döküldüğünde önemli ölçüde buharlaştığını ve kalan yakıtın döküldükten sonraki birkaç gün içinde dalgaların etkisiyle su sütununda doğal olarak dağıldığını ortaya koymuştur. Bu durum, yerel balıkçılık alanları ve yerel ve bölgesel balıkçılık sektörü üzerindeki olumsuz etki potansiyelini azaltmaktadır. Buna ek olarak, South Stream Transport adına çalışan tüm yüklenicilerin ve gemi operatörlerinin, bir Petrol Dökülmesi Önleme ve Müdahale Planı hazırlayıp uygulaması gerekecektir. Gemilerin de, petrol dökülmesi önleme ve müdahale hakkında MARPOL düzenlemeleriyle uyumlu çalışması ve her gemi için uygun bir Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları ve Standart Deniz Kirliliği Acil Müdahale Planları hazırlaması gerekmektedir (Ref. 3; Ref. 4). Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları, dışarıdan müdahale gerektirmeyen dökülmelere müdahale etmek için her gemide bulunması gereken kontrol ve müdahale önlemlerini belirleyecektir. Bu önlemler, yerel balıkçılık alanları ve yerel ve bölgesel balıkçılık sektörü üzerindeki olumsuz etki potansiyelini azaltacaktır.

2. İşletme Aşaması

2.1 Olayların Tanımlanması

Projenin İşletme Aşamasında, denizaltı boru hattındaki doğalgazın kazayla sızması sonucunda denizde planlanmamış olaylar gerçekleşebilir.

Aşağıdaki Tablo 1.3'te, bu kısımda tartışılan planlanmamış bir olayla sonuçlanabilecek ana faaliyetler, planlanmamış olayların açıklaması ve etkilenebilecek alıcılar listelenmektedir.

Tablo 1.3: Planlanmamış Olayla Sonuçlanma Potansiyeli Taşıyan Deniz Faaliyetleri (İşletme Aşaması)

Faaliyet	Olay	Alıcılar	
		Çevresel	Sosyo-ekonomik
Boru hattının işletimi	Gaz sızıntısı ve yangınla sonuçlanabilecek boru hattı arızası / hasarı	✓	✓

Risk değerlendirmesi sürecine yardımcı olması için, Proje için bir Çarpışma Risk Raporu hazırlanmıştır (Ref. 8). Bu rapor, Karadeniz'deki denizcilik faaliyetlerinin deniz boru hatları için oluşturduğu riskleri ele almaktadır. Aşağıdaki deniz tehlikelerinin, boru hatlarının bütünlüğü üzerinde potansiyel risk taşıdığı belirlenmiştir:

- **Geminin boru hattının üzerine batması ve hasar vermesi:** Gemilerin batmasının boru hatlarına hasar vermesi riski tüm boru hattı güzergâhı boyunca oluşabilir, ancak gemi boru hattına hasar verecek kadar büyükse bir risk söz konusudur. Projenin bulunduğu suların derinliği düşünüldüğünde bu durumun meydana gelmesi olasılığı çok düşüktür;
- **Gemilerin boru hattının üzerine nesneler (örneğin konteynırlar) düşürmesi:** Boru hattının üzerine gemilerin nesneler düşürmesi riski tüm boru hattı güzergâhı boyunca ortaya çıkabilir. Bir konteyner boru hattının üstüne vurduğunda, çıplak çelik boru hattında delik açabilir veya boru hattı beton kaplamalıysa kaplama çatlayabilir ve çelik boru hattında muhtemelen delik açılabilir. Proje alanındaki deniz derinliği düşünüldüğünde bu durumun meydana gelmesi olasılığı çok düşüktür.

Yukarıda açıklanan tehlikelerin, boru hattına hasar verme potansiyeli mevcuttur ve bu durumun hasarlı denizaltı boru hattından gaz sızıntısı (ve bunun sonucunda yangın potansiyeli) ile sonuçlanabilir; çevresel ve insan alıcıları üzerinde etki potansiyeli mevcuttur. Mühendislik tasarım standartları ve inşaat sırasında kalite güvencesi, 2.000 m su derinliğinde boru hattının üzerindeki dış basıncının yüksek olmasıyla bir araya geldiğinde, bir açık deniz boru hattında bunun gibi bir emniyet olayının gerçekleşme potansiyeli son derece düşüktür. Bir yangın olayının insan alıcılarına etki etmesi için, boru hattı arızası ve gaz sızıntısının ardından deniz yüzeyindeki bir tutuşmanın geçen bir gemiye atlaması gerekmektedir. Bu türde bir olayın en büyük oluşma olasılığı, konteyner gibi bir nesnenin veya geminin kendisinin boru hattının üzerine batarak yukarıda açıklandığı gibi bir darbe arızasına yol açmasıdır. Çevre ve insan alıcılarıyla ilişkili olarak ortaya çıkabilecek potansiyel etkiler aşağıda tartışılmıştır.

Bazı planlanmamış olaylar, önemli etkilere yol açmaları beklenmediğinden bu kısımda ele alınan değerlendirmenin dışında tutulmuştur. Ele alınmayan planlanmamış olaylar şunlardır:

- Planlanmamış olaylarla ilişkili boru hattı onarımları / kurtarma: Planlanmamış olayların ardından boru hattını kurtarma / onarma gereği doğabilir. Bu faaliyetlerin boru hattı inşaat faaliyetlerine benzer olacağı düşünülmüştür. Böyle bir durumda, kurtarma faaliyetleri Uluslararası İyi Sanayi Uygulamalarına (GIIP) uygun şekilde yürütülecek ve önemli çevresel etki potansiyeli sınırlı olacaktır;
- Gemi çarpışmaları ve bunun sonucunda ortaya çıkan petrol dökülmeleri: İşletme Aşamasında kullanılması öngörülen inceleme gemilerinin düşük sayıda olması nedeniyle, çarpışma ve petrol dökülmesi risklerinin çok düşük olduğu düşünülmüş ve değerlendirilmiştir.

dışında bırakılmıştır. South Stream Transport adına çalışan gemiler, Uluslararası İyi Sanayi Uygulamalarına (GIIP) uygun yürütülecek ve önemli çevresel etki potansiyeli sınırlı olacaktır.

2.1.1 Çevresel Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler

Gaz Sızıntıları

Hasarlı bir deniz altı boru hattından salınan gazlar, gaz kabarcıklarından oluşan bir sütun şeklinde su sütununda yükselecektir. Deniz yüzeyine ulaşan gaz havada dağılacaktır.

Atmosfere gaz emisyonu şiddetli çevresel zarara yol açmayacaktır. Atmosfere sera gazlarının eklenmesiyle etkiler kronik olabilir. Rusya Federasyonu'nun artan sera gazı emisyonları açısından bu türden gaz emisyonları önemli düzeyde olmayacaktır, ancak emisyon noktasında metan yerel açıdan önemli olacak şekilde geçici olarak yükselebilir.

Su sütunundan gaz geçişi de deniz canlılarını (balıklar ve deniz bentosu gibi) etkileyebilir ve maruziyet düzeyleri ve çevresel koşullara (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen) bağlı olarak potansiyel olarak şiddetli veya kronik etkilere yol açabilir (Ref. 12). Gaz deniz canlılarının içine hızla sızar (özellikle solungaçlar üzerinden) ve ana işlevsel sistemlere zarar verir (solunum, sinir sistemi, kan oluşumu, enzim aktivitesi ve diğerleri). Başlangıçta, balıklar gibi canlılar heyecan, artan aktivite, suda savrulma gibi davranışsal semptomlar sergileyebilir. Daha sonra, daha fazla maruziyet zehirlenme semptomlarına yol açabilir. Çoğu toksik maddede olduğu gibi, yaşamın erken evreleri etkilere karşı en hassastır.

Boru hattından kontrolsüz gaz çıkışı potansiyeli en aza indirmek amacıyla boru hattı tasarımına dahil edilmiş önlemlerin ayrıntıları ÇED Raporunda açıklanmaktadır ve planlanmamış gaz sızıntısı durumunda yapılacaklar yüklenicilerin Acil Durum Müdahale Planlarında da tanımlanacaktır.

Boru hattı tasarımı, boru hattında meydana gelebilecek bir hasarın ardından planlanmamış gaz sızıntılarını en aza indirmeyi amaçlarken, Acil Durum Müdahale Planları bu gibi olayların potansiyel çevresel sonuçlarını en aza indirecektir.

2.1.2 Sosyo-Ekonomik Alıcılar Üzerindeki Potansiyel Etkiler

Gaz Sızıntıları ve Yangın

Gemide yaşanan bir olay, planlanmamış bir olay vasıtasıyla deniz boru hattının yarılmasıyla sonuçlanırsa, gaz su sütununda yükselip havada dağılabilir.

Düşük konsantrasyonlarda doğal gaza kısa süreli maruziyet baş ağrısına, baş dönmesine, uyuşukluğa, mide bulantısına ve kusmaya neden olabilir. Yüksek buhar konsantrasyonu, oksijen yokluğu nedeniyle bilincin kaybolmasına yol açabilir. Bir gemideki bir kişinin gaz bulutu içinde havasız kalması, gaz konsantrasyonu havada zararlı düzeylerin altına çok hızla düşeceği için, RiskDeğerlendirmeleri'nde olasılığı çok düşük bir senaryo olarak varsayılmıştır (Ref 8).

Doğalgaz son derece kolay tutuşur, havada yaklaşık %5 konsantrasyonda (hacim cinsinden) yanıcı bir karışım oluşturur. Bu nedenle, sağlığa yönelik en olası risk patlama ve yangındır. Gaz bulutunun içindeki gemide mevcut bir tutuşma kaynağı tarafından gazın tutuşması, gemi mürettebatı arasında can kaybına ve gemide hasara yol açabilecek ani yangın ve hasarlara

neden olabilir. Bu risk analizinde, boru hatlarının üzerine konteynırlar düşüren gemilerin gaz bulutunda olmadığı varsayılmıştır.

Deniz altına potansiyel zararı en aza indirmenin yanı sıra üçüncü taraf gemilerinde bulunanların risklerini en aza indirmek için, İşletme Aşaması sırasında boru hattı güzergâhında koruma bölgeleri yer alacaktır.

Hazırlanacak Acil Durum Müdahale Planı, boru hattından gaz sızıntısı sırasında yapılacakları tanımlayacaktır. Buna ek olarak, her bir yüklenici tarafından hazırlanacak Acil Durum Müdahale Planı işgücünü korumak için yapılacakları tanımlayacaktır. Her yüklenicinin, ilgili istihdam yasaları ve düzenlemeleri, ilgili İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sistemleri de dahil olmak üzere çalışanlarının sağlığı için sağlaması gereken sorumlulukları bulunmaktadır.

2.2 Hizmetten Çıkarma

Hizmetten çıkarma programı Projenin İşletme Aşaması sırasında geliştirilecektir (Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı'nın beklenen hizmet ömrü 50 yıldır). Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı gibi gaz taşıma sistemlerinin hizmetten çıkarılması için teknolojik seçenekler ve tercih edilen yöntemler 50 yıl sonra farklı olabilir. Bunun sonucunda, Hizmetten Çıkarma Aşamasıyla ilişkili planlanmamış olaylar şu aşamada bilinmemektedir; ancak, potansiyel planlanmamış olaylardan bazılarının, İnşaat ve İşletme Öncesi Aşaması sırasında gerçekleşebilecek planlanmamış olaylarla nitelik açısından benzer olacağı öngörülebilir. Bu durumda, bu ÇED raporunda belirtilen etki azaltma eylemleri Hizmetten Çıkarma Aşamasında da geçerli olabilir.

Her halükarda, hizmetten çıkarma faaliyetleri, Uluslararası İyi Sanayi Uygulamalarına (GIIP) ve o tarihte geçerli olan ilgili uluslararası ve ulusal mevzuata ve yönetmeliklere uygun olarak ilgili düzenleme kurullarıyla işbirliği içinde gerçekleştirilecektir. Hizmetten çıkarma planlama programının bir parçası olarak, planlanmamış olaylar potansiyeli dikkate alınacak ve çevresel ve yerel topluluk alıcılar için riskleri ve sonuçları azaltmak amacıyla uygun etki azaltma ve yönetim önlemleri uygulanacaktır.

3. Çarpışma Risk Değerlendirmesi

Projenin İnşaat ve İşletme Öncesi Aşamasına katılan Proje gemileri arasında, derin su boru döşeme gemileri, boru taşıma gemileri ve destek gemileri bulunmaktadır. Tüm Proje gemileri (çoğu ham petrol türü ve Ağır Fuel Oil (HFO) gibi kalıcı petroller yerine) genel olarak 'gemi dizel yakıtı' olarak adlandırılan ve ISO-8217:2010 Deniz Damıtılmış Yakıt Sınıfları DMA, DMB veya DMZ standartlarına uygun MGO veya MDO yakıtları kullanacaktır.

Petrolün kazayla dökülmesi şunlardan birinin sonucunda gerçekleşebilir:

- Planlanmış çalışma olayı sırasında planlanmamış bir olay, örneğin denizde yakıt ikmali yaparken akaryakıt sızıntısı veya
- Denizde bir Proje Gemisini içeren planlanmamış olay veya kaza.

Denizde Proje Gemilerini içeren planlanmamış olaylar arasında şunlar bulunmaktadır:

- Batma;
- Çarpışma ve
- Yangın ve patlamalar.

Petrol dökülmesi, denizde Proje Gemilerini içeren planlanmamış olayların kaçınılmaz sonucu değildir. Etkilenen geminin hasarı, petrol dökülmesinin oluşması için büyük olmalıdır. Çoğu durumda, hasarlı gemide kurtarma eylemleri yürütülebilir ve bu eylemler, kurtarma faaliyetleri sırasında petrolün dökülmesini önlemek için akaryakıtın çıkarılmasını içerebilir.

Aşağıda açıklanan denizcilik risk değerlendirmesi yaklaşımı şu olmuştur:

- Denizde çarpışmanın ardından petrol dökülmesi olasılığının tahmini (mevcut tarihsel bilgilere dayanır) ve bu olasılıkların farklı kategorilere göre sıralanması;
- Gerçekleşebilecek petrol dökülmelerinin potansiyel sonuçlarının tahmini ve bu sonuçların şiddetinin farklı kategorilere göre sıralanması;
- Olasılıklar ve sonuçların şiddetinin risk matrisinin oluşturulması ve
- Çeşitli petrol dökülmesi senaryolarının değerlendirilmesi ve bunların genel risk oranının belirlenmesi.

Aşağıda tartışılan petrol dökülmesi risk kontrolünden bazı sonuçlar çıkarılmış ve bazı senaryolar, petrol dökülmesi hidrodinamik modellemesi için seçilmiştir.

3.1 Petrol Dökülme Olasılığının Tahmini

Denizaltı doğalgaz boru hatlarının inşaatı sırasında oluşabilecek planlanmamış olayların sonucunda petrol dökülmelerinin tarihsel geçmişi hakkında özel bilgi yoktur. Petrol dökülmeleriyle ilgili çoğu bilgi, petrol ve gaz arama ve üretim faaliyetleri veya petrol tankerlerinin operasyonlarıyla ilgilidir.

Deniz taşımacılığı kaza istatistikleri OGP (Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği) Risk Değerlendirme Verileri Dizini Raporu No. 434-10, 10 Mart 2010 tarihli (Ref 9) ve EMSA (Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı) Deniz Kazaları İncelemesi 2010 (Ref 10) kaynaklarında bulunmaktadır. 100² gros ton üzerindeki tüm ticari gemi türlerinde tam kayıp veya ciddi zayıatla sonuçlanan planlanmamış olaylar bu referanstan alınmıştır ve Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4 Gemilerde Oluşan Planlanmamış Olayların İstatistiksel Sıklık Düzeyi

Planlanmamış Olay	Küresel Olasılık (> 100 GT Tüm Ticari Gemiler)	
	Tam Kayıp	Ciddi Zayıat
Batma	$1,4 \times 10^{-3}$	-
Çarpışma	$3,6 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-3}$
Yangın veya patlamalar	$4,2 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-3}$
Diğer	$2,4 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$
TOPLAM	$3,0 \times 10^{-3}$	$9,3 \times 10^{-3}$

Tablo 1.4'te verilen istatistiksel sıklıkların, küresel ölçekte tüm ticari gemi türlerinden üretildiği unutulmamalıdır. Gemilerin açık deniz petrol ve gaz tesisleriyle çarpışması hakkında bilgiler 6 Mart 2010 tarihli OGP Risk Değerlendirme Veri Dizini Raporu No. 434-16'da (Ref. 10) bulunabilir. Deniz altı boru hattı inşaatı sırasında denizdeki boru döşeme gemilerine başka gemilerden boru parçalarının temini, petrol üretimi sırasındaki tedarik gemisi operasyonlarıyla benzerlik göstermektedir.

Yukarıdaki veri kaynaklarındaki ve Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı (EMSA) (Ref. 9) gibi kaynaklardaki önemli bir eksiklik, gemi kazalarının yol açtığı petrol dökülmelerinin meydana gelme sıklığıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, petrol dökülmesi bir gemide oluşan zayıatın kaçınılmaz sonucu olmaktan uzaktır. Karaya oturan bir gemide petrol dökülmesi oluşması için gemi çok ciddi hasar görmüş olmalıdır ve yumuşak sedimanlı deniz tabanına oturma gibi bazı durumlarda petrol dökülmesi olasılığı çok düşüktür. Ancak, aynı gemi sivri kayaların üzerine oturduğunda petrol dökülmesi riski daha yüksek olacaktır.

Farklı planlanmamış olayların Tablo 1.4'te açıklanan istatistiksel sıklıkları, 'ham' risk girdileri olarak kullanılmış ve aşağıdaki sayısal olasılık tahminlerini ayarlamak için Proje gemilerinin içinde bulunduğu koşullar kullanılmıştır:

- Bir Proje gemisinde oluşan planlanmamış olay ve
- Planlanmamış olaydan kaynaklanan petrol dökülmesi.

² Proje gemilerinin gros ton ağırlığı 50 ton ile 172.000 ton arasındadır.

3.1.1 Bir Proje Gemisinde Oluşan Planlanmamış Olayın Olasılığı

Deniz altı boru hattı inşaatına katılan Proje gemilerinin risk profili, dünyanın herhangi bir yerinde çalışmakta olan ticari gemilerinkinden belirli yönlerden farklıdır ve inşaatın hangi aşamasında olunduğuna bağlı olarak değişir.

Boru döşeme gemisine, boru hattı döşendikçe yeni boru hattı parçaları temin edilmelidir. Bu da, boru hattı parçalarının teslim edilmesi için boru tedarik gemilerinin boru döşeme gemisinin yakınlarında manevra yapmasını gerektirecektir. Denizde yakın mesafede birlikte manevra yapmak, gemilerin tayfası bu gibi faaliyetlerde yetkin olsa bile çarpışma riskini artırır.

3.1.2 Planlanmamış Olaydan Kaynaklanan Petrol Dökülmesi

Açık deniz boru döşeme gemisi oldukça büyük bir gemi olacaktır. Örneğin, *Saipem 7000* maksimum 8.000 m³ yakıt taşır. Boru tedarik gemisi olarak kullanılacak gemi sınıfının tipik maksimum yakıt yükü 1.000 ila 1.500 m³'tür. Dolayısıyla, bu Proje gemilerinin ciddi hasar alması durumunda petrol dökülmesi potansiyeli mevcuttur.

Mevcut sınırlı verilere göre petrol dökülmesi, denizdeki çoğu planlanmamış olayın nadir bir sonucudur. Daha önce belirtildiği gibi, bir gemideki planlanmamış olayın sonucunda petrol dökülmesi olasılığı olayın koşullarına bağlıdır.

Sayısal, istatistiksel çarpışma riski büyük ihtimalle bir Proje gemisiyle diğer bir Proje gemisi arasında olacaktır. Bunun nedeni, Proje gemilerinin birbirlerine yakın mesafede aynı anda harekete edecek olmasıdır. Bir boru tedarik gemisiyle çok büyük açık deniz boru döşeme gemisi arasındaki bir çarpışma, büyük olasılıkla boru döşeme gemisinde asgari hasara yol açarken boru tedarik gemisinin hasarı büyük olacaktır. Çoğu durumda, çarpışmaların bağıl hızı düşük olacak ve hasar küçük olacaktır.

Proje gemilerinin üçüncü taraf gemileriyle çarpışması bu değerlendirmede dikkate alınmıştır. Projeye ilişkili olmayan tam dolu bir petrol tankerinin açık deniz boru döşeme gemisiyle çarpışmasını içeren bir senaryonun, çok büyük ham petrol dökülmesiyle sonuçlanması beklenebilir. Bu da, boru hattının etrafında oluşturulacak koruma bölgesinin ihlal edilmesine yol açan bir dizi koşul gerektirecektir. Bu tür bir planlanmamış olayın oluşma olasılığı, ayrıntılı olarak ele alınmasını gerektirmeyecek kadar düşüktür.

3.1.3 Petrol Dökülme Olasılığının Sıralanması

Bilgilerin bir risk matrisi oluşturmak için kullanılabilmesi amacıyla, olayların istatistiksel olasılığı yedi kategoriye ayrılmıştır: yılda 1×10^{-6} 'dan düşük istatistiksel sıklık "son derece uzak" olarak değerlendirilip 0 puanla belirtilirken, yılda 1 ile yılda 1×10^{-1} arası istatistiksel sıklık "çok muhtemel" olarak değerlendirilip 7 puanla belirtilmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5 Olayların İstatistiksel Sıklığının Sıralaması

No.	Puan	Açıklama	İstatistiksel Olasılık
1	Son derece uzak	Daha önceki hiçbir boru hattı projesinde benzer bir olay oluşmadı ve son derece uzak ihtimal olarak değerlendiriliyor	$< 1 \times 10^{-6}$ yılda
2	Uzak	Daha önceki hiçbir boru hattı projesinde benzer bir olay gerçekleşmedi, ancak bir ihtimal olarak değerlendiriliyor	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-6}$ yılda
3	Çok düşük olasılık	Daha önceki bir boru hattı projesinde, yani sektörde benzer bir olay gerçekleşti	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$ yılda
4	Düşük olasılık	Kuruluşumuzun daha önceki bir boru hattı projesinde benzer bir olay gerçekleşti	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$ yılda
5	Olası	Olayın Proje süresince gerçekleşme potansiyeli mevcut	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3}$ yılda
6	Muhtemel	Olayın Proje süresince gerçekleşmesi olası	$1 \times 10^{-1} - 1 \times 10^{-2}$ yılda
7	Çok muhtemel	Olayın Proje süresince birden fazla kez gerçekleşmesi olası	$1 - 1 \times 10^{-1}$ yılda

3.1.4 Petrol Dökülmesinin Sonuçlarının Şiddetinin Tahmini

Petrol dökülmesinin neden olduğu sonuçların şiddeti, birçok faktöre dayanır ve dökülen petrolün hacmi gibi tek bir parametreyle ilişkilendirilemez. Petrol dökülmesinin neden olduğu potansiyel zararın miktarı ve şiddeti, çeşitli faktörlere bağlıdır:

- Dökülen petrolden etkilenen alan;
- Etkilenen çevrenin hassasiyeti;
- Etkilenen alanın veya kaynakların iyileşme süresi (diğer bir deyişle, canlanma dönemi).

Dökülen Petrolden Etkilenen Alan

Dökülen petrolün etkilediği alan, petrolün genellikle deniz yüzeyinde büyük bir alanı kaplayacak şekilde hızla yayılması nedeniyle, dökülen petrolün hacmine bağlıdır. Yaygın kullanılan bir genellemeye göre, su üzerindeki yağ tabakalarının ortalama kalınlığı 0,1 mm'dir ve 1 m³ petrol 0,1 mm kalınlığındaysa hızla yayılarak 10.000 m² deniz yüzeyini kaplar. Ancak, dökülen petroller eşit oranda yayılmaz ve 0,1 mikrondan (0,0001 mm) ince parlak zarlardan eğer petrol suyla emülsiyon oluşturursa birkaç mm kalınlığında katmanlara kadar petrol katmanları oluşturur. Yalnızca 0,1 mikron kalınlığında zar şeklinde yayılan 1 m³ petrol dökülmesi, deniz yüzeyinde 10 km²'lik bir alana yayılabilir.

Petrol dökülmesinin şiddetini öngörebilmek için, petrol dökülmesinden etkilenen alanın kapsamı, 1 - "yakın alan" (en az şiddetli sonuç) ve 4 - "yaygın" olmak üzere 4 şiddet düzeyinde değerlendirilir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6 Petrolden Etkilenen Alanın Kapsamına Göre Şiddet Düzeyleri

Şiddet Düzeyi	Petrolden Etkilenen Alanın Kapsamı
4	Yaygın
3	Kapsamlı
2	Yerel
1	Yakın alan

Petrol dökülmesinden etkilenen alan, denizin yüzey alanına veya dikkate alınan kıyı şeridinin uzunluğuna göre ifade edilebilir. Küçük, yarı kapalı bir su kütesine görece az miktarda petrolün dökülmesi, çok daha büyük bir su kütesine kıyıdan uzakta aynı miktarda petrolün dökülmesine göre, deniz yüzeyinin veya kıyı şeridinin daha yüksek bir oranını etkileyecektir.

Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti

Etkilenen çevrenin veya sosyo-ekonomik kaynakların hassasiyeti, petrol dökülmesinin sonuçlarının şiddetini etkileyecektir. Petrol dökülmeleri, çeşitli ekolojik habitatları ve canlıları olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir. Dökülen petrolün etkileri arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- Deniz yüzeye dökülmüş petrol deniz kuşlarının tüylerine bulaşabilir ve denizde yüzen veya denize dalan deniz memelilerini etkileyebilir;
- Doğal olarak dağılan petrol ve petrolün içindeki kısmen suda çözünabilen bazı kimyasal bileşikler su sütununa taşınabilir. Petrolün derin suda dağılmasıyla, dağılan petrol ve çözünür kimyasal bileşikler zararlı konsantrasyonların altına hızla seyrelir. Balıklar, petrolü su sütununda algıladıktan sonra uzaklaşır;
- Daha sığ ve kısmen kapalı sulardaki deniz canlıları, dağılan petrol ve çözünür bileşikler uzun süreler boyunca yüksek konsantrasyonlarda mevcutsa olumsuz etkilenebilir;
- Kıyı şeridi ve kıyı habitatları ve buralarda yaşayan canlılar, petrol dökülmelerinden en şiddetli etkilenen ekolojik kaynaklardır. Kıyıya sürüklenen petrol, yerel ölçekte yüksek konsantrasyonlarda birikebilir. Suyla emülsiyon oluşturan petrol küçük kıyı canlılarının boğulmasına yol açabilir ve kıyı şeridindeki maddelere takılıp kalan petrol çok çeşitli canlılar için kronik toksisite riski teşkil edebilir. Petrole özellikle hassas yerler arasında çamur düzlükleri ve tuzlu su bataklıkları bulunmaktadır. Bunlar, gelgit arası bölgedeki bentosta sağladıkları beslenme olanakları nedeniyle çok çeşitli kuşları (özellikle kıyı kuşlarını) kendine çeker.

Petrol dökülmesinin şiddetini öngörebilme amacıyla, etkilenebilecek alanın hassasiyeti, 1 - "Hassas Değil" ve 3 - "Çok Hassas" olmak üzere üç kategoride değerlendirilir (Tablo 1.7).

Tablo 1.7 Etkilenen Alanın Hassasiyetine Göre Şiddet Düzeyleri

Şiddet düzeyi	Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti
3	Çok hassas
2	Hassas
1	Hassas değil

Toparlanma Dönemi

Petrol dökülmesinin sonuçlarının şiddetinin göstergelerinden biri, etkilenen alanın veya etkilenen canlıların iyileşme süresidir. Bu da, çeşitli faktörlere bağlıdır.

Bunlardan biri, petrolün fiziksel kalıcılığıyla ilgilidir. Petrol dökülmesinin su sütunundaki canlılar üzerinde etkileri olsa bile kısa sürelidir. Dağılan petrol veya suda çözünen petrol bileşenleri, çoğu durumda etrafındaki su sütununda çok düşük konsantrasyonlara hızla seyrelir. Kıyı şeritlerine takılıp kalan petrol genellikle daha kalıcıdır. Kalıcılığı belirleyen özelliklerden biri kıyı şeridinin türüdür. Açıkta, kayalık kıyılardaki petrol dalgaların etkisiyle nispeten hızlı bir şekilde temizlenirken, çamur düzlükleri gibi düşük enerjili kıyı şeridi çevrelerinde uzun bir süre kalır.

Diğer bir faktör de, etkilenen canlıların yaşam süresidir. Büyük deniz kuşları uzun yaşam sürelerine sahiptir. Büyük deniz kuşlarının yerel popülasyonunun önemli bir kısmı petrol dökülmesi nedeniyle ölürse, yerel popülasyonun eski düzeyine ulaşması yıllar sürebilir. Öte yandan, birçok deniz canlısı, larvalarının yüksek düzeyde avlanması sorununun üstesinden gelmek için çok fazla miktarlarda ürer. Denizdeki hayvansal plankton, petrol dökülmesinden yerel ölçeğe etkilenebilir, ancak yakın bölgelerdeki plankton hızla bunların yerine geçer.

Petrol dökülmesinin şiddetini öngörebilme amacıyla, canlanma veya iyileşme dönemi, 1 - "Günler veya haftalar" ve 5 - "5 yıldan uzun" olmak üzere beş kategoride değerlendirilir (Tablo 1.8).

Tablo 1.8 İyileşme Dönemine Göre Şiddet Düzeyleri

Şiddet Düzeyi	İyileşme veya Canlanma Dönemi
5	5 yıldan uzun
4	1 ila 5 yıl
3	Yaklaşık 1 yıl
2	Aylar
1	Günler veya haftalar

3.1.5 Sonuç Şiddeti Düzeylerini Bir Araya Getirerek Genel Düzeyler Üretme

(i) Petrolden etkilenen alanın kapsamı, (ii) etkilenen alanın hassasiyeti ve (iii) etkilenen alanın iyileşme dönemi için şiddet düzeyi kapsamaları bir araya getirilerek genel olay şiddeti için beş düzey üretilebilir (Tablo 1.9).

Tablo 1.9 Sonuç Düzeylerinin Genel Şiddeti

Genel Şiddet Düzeyi	Petrolden Etkilenen Alanın Kapsamı	Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti	İyileşme veya Canlanma Dönemi	Skor
5 - Çok şiddetli	Yaygın (4)	Çok hassas (3)	5 yıldan uzun (5)	12
	Kapsamlı (3)	Çok hassas (3)	5 yıldan uzun (5)	11
	Yaygın (4)	Hassas (2)	1 ila 5 yıl (4)	10
4 - Önemli	Kapsamlı (3)	Hassas (2)	1 ila 5 yıl (4)	9
	Yerel (2)	Çok hassas (3)	1 ila 5 yıl (4)	9
	Yaygın (4)	Hassas değil (1)	Yaklaşık 1 yıl (3)	8
	Yakın alan (1)	Çok hassas (3)	1 ila 5 yıl (4)	8
3 - Ciddi	Kapsamlı (3)	Hassas değil (1)	Yaklaşık 1 yıl (3)	7
	Yerel (2)	Hassas (2)	Yaklaşık 1 yıl (3)	7
2 - Orta	Yerel (2)	Hassas değil (1)	Aylar (2)	5
	Yakın alan (1)	Hassas (2)	Aylar (2)	5
1 - Önemsiz	Yakın alan (1)	Hassas değil (1)	Günler veya haftalar (1)	3

Sonuçların bir araya getirilmesiyle toplam şiddet skoru elde edilir:

- 10 veya daha yüksek skor, "Çok şiddetli" olarak sınıflandırılır ve genel şiddet düzeyi 5 olarak değerlendirilir;
- 8 veya 9 skoru, "Önemli" olarak sınıflandırılır ve genel şiddet düzeyi 4 olarak değerlendirilir;
- 6 veya 7 skoru, "Ciddi" olarak sınıflandırılır ve genel şiddet düzeyi 3 olarak değerlendirilir;
- 4 veya 5 skoru, "Orta" olarak sınıflandırılır ve genel şiddet düzeyi 2 olarak değerlendirilir;
- 1'den 3'e kadar skor, "Önemsiz" olarak sınıflandırılır ve genel şiddet düzeyi 1 olarak değerlendirilir.

3.1.6 Risk Matrisinin Hazırlanması

İstatistiksel ihtimal (veya olasılık) ile genel sonuç şiddeti düzeyinden meydana gelen bir risk matrisi hazırlanmış ve aşağıdaki Tablo 1.10'da sunulmuştur.

Tablo 1.10 Petrol Dökülmesi Risk Matrisi

Genel Sonuç Şiddet Düzeyi	Olasılık						
	Son Derece Uzak 1	Uzak 2	Çok Düşük Olasılık 3	Düşük olasılık 4	Olası 5	Muhtemel 6	Çok Muhtemel 7
5 Çok Şiddetli	5	10	15	20	25	30	35
4 Önemli	4	8	12	16	20	24	28
3 Ciddi	3	6	9	12	15	18	21
2 Orta	2	4	6	8	10	12	14
1 Önemsiz	1	2	3	4	5	6	7

Tanımlanan riskin kabul edilebilirlik düzeyi, genel sonuç şiddet düzeyi ile istatistiksel olasılık düzeyiyle çarpılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar daha sonra renk koduyla kodlanmıştır:

- 1 - 9 risk sonucu: kabul edilebilir (matriste yeşil renkle gösterilir);
- 10 - 16 risk sonucu: istenmeyen (matriste sarı renkle gösterilir);
- 18 ve üzeri risk sonucu: kabul edilemez (matriste kırmızı renkle gösterilir).

3.1.7 Kontrol Sonuçları ve Çıktıları

Projenin Türkiye bölümü için makul petrol dökülme senaryoları, yalnızca Karadeniz açıkları için dikkate alınmıştır. İnşaat faaliyetleri, boru döşeme faaliyetleriyle sınırlıdır.

Dikkate alınan planlanmamış olaylar şunlardır:

- Batma;
- Üçüncü taraf gemisiyle çarpışma;
- Başka bir proje gemisiyle çarpışma;
- Yakıt ikmali.

Bu olaylar sırasında dökülen petrolün miktarı gibi varsayımlar, hesaplanmış genel risk düzeyiyle birlikte Tablo 1.11'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 1.11 Olay Açıklaması ve Varsayımlar ve Genel Olay Risk Düzeyi

Olayın Tanımı	Varsayım	Genel Sıklık	Sonuç / Şiddet	Genel Risk Düzeyi
Karaya Oturma	Mümkün değil.	-	-	-
Üçüncü tarafla çarpışma	2.000 m ³ MDO dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).	Son Derece Uzak $1,25 \cdot 10^{-6}$	Kapsam = Kapsamlı (3) Hassasiyet=Hassas Değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	2
Proje gemisiyle çarpışma	750 m ³ MDO dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).	Uzak $8,4 \cdot 10^{-6}$	Kapsam = Kapsamlı (3) Hassasiyet=Hassas Değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	4
Yakıt ikmali	10 m ³ MDO dökülmesi.	Olası $1 \cdot 10^{-2}$	Kapsam = Yakın alan (1) Hassasiyet=Hassas Değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ÖNEMSİZ	5
Batma	2.000 m ³ MDO dökülmesi (altı saatten uzun yakıt kaybı).	Düşük olasılık $1,5 \cdot 10^{-4}$	Kapsam = Kapsamlı (3) Hassasiyet=Hassas Değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	8

Sığ su veya yakın manevralar gibi yürütülen operasyonları etkileyen faktörler dikkate alınmış ve bunun ışığında petrol dökülme olasılığı (genel denizcilik istatistiklerinden türetilir) 2 veya 3 ile çarpılmıştır. Benzer şekilde, petrol dökülmesinin oluşma olasılığını azaltan koruma bölgeleri gibi yürürlükteki kontrol önlemlerini yansıtmaları için petrol dökülme olasılığı 0,5 ile çarpılmıştır.

Dökülme yeriyle ilişkili olarak sonuçların şiddeti her senaryo için yeniden ele alınmıştır.

Önemli bir faktör, potansiyel petrol dökülme bölgesindeki bölgeye özgü hassasiyetlerdir. Karadeniz'in açıkları MDO dökülmelerine karşı görece hassas değildir, Kerç Boğazı ve Rusya kıyısındaki veya buralara yakın yerler ise daha hassastır.

Tablo 1.11, Karadeniz boyunca deniz altı doğal gaz boru hatlarının inşaatının önemli bir petrol dökülmesi riski oluşturmadığını göstermektedir.

3.1.8 Petrol Dökülme Modellemesi

Petrol dökülme modellemesi çalışması yapılmış ve girdi verileri, modelleme parametreleri, modelleme senaryolarıyla ilişkili sonuçlar ve kullanılan modelleme teknikleri Ek 7'de detaylandırılmıştır.

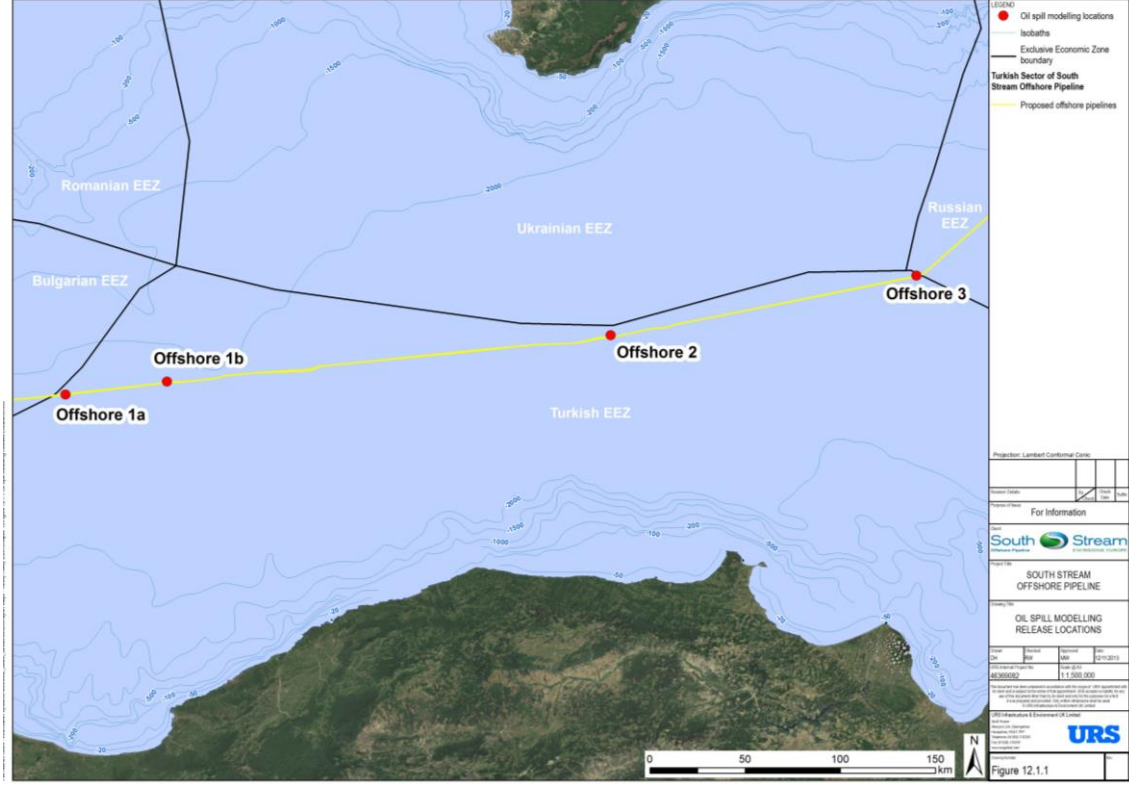
Petrol dökülme modellemesi, Norveç'te SINTEF tarafından geliştirilen Petrol Dökülmesi Acil Durum ve Müdahale (OSCAR) modeli kullanılarak yürütülmüştür. OSCAR; rüzgar ve 3D akıntı verilerine ve bir boşaltımın bileşenlerinin fiziksel-kimyasal, toksisite ve biyolojik bozunma özelliklerinin modellendiği bir bileşene özel akıbet modeline dayanır. Dökülme senaryoları, zaman dizisi hava durumu ve akıntı verileriyle stokastik analize tabi tutulur ve değişken derin deniz meteorolojisi koşullarında hidrokarbonların davranışının nasıl değiştiğini gösterir. Stokastik çıktılar kıyı şeridi, yüzey ve su sütunu istatistiklerini inceler. Kıyıya ulaşan hidrokarbonların söz konusu olduğu en kötü stokastik simülasyonda, yüzey zarı gelişimi, su sütunu konsantrasyonları ve kıyıya ulaşan petrol cinsinden dökülmenin zaman içinde davranışı ve sonucunu öngörmek için deterministik bir model yürütülmüştür.

Boru hattı güzergâhının açık deniz bölümü boyunca bir petrol sızıntısı herhangi bir konumda meydana gelebilir. Böyle bir dökülmenin en muhtemel nedeni bir Proje gemisinin diğer bir Proje gemisiyle çarpışmasının sonucu olmasıdır, ancak bu gibi bir çarpışmanın çok uzak bir ihtimal olacağı düşünülmektedir. Böyle bir olayın petrol dökülmesine yol açması olasılığı, dizel yakıtın denize dökülmesine yol açacak ölçüde gemiye hasar verecek yüksek enerjili bir çarpışma gerektirdiğinden, daha da düşüktür.

Açık deniz petrol dökülmesinin oluşma olasılığı çok düşük olmakla beraber, etkilenebilecek deniz yüzeyi alanını ve petrolün deniz yüzeyinde kalacağı süreyi tahmin etmek için modelleme yapılmıştır.

Petrol dökülme modellemesi için, Türkiye MEB'inde boru hattı güzergahı boyunca dört konum seçilmiştir ve konumlar Şekil 1.2'de verilmektedir (Konumlar 1a, 1b, 2 ve 3). Her salınım konumunda, 2.000 m³ MDO dökülmesi için petrol yayılım modellemesi yapılmıştır.

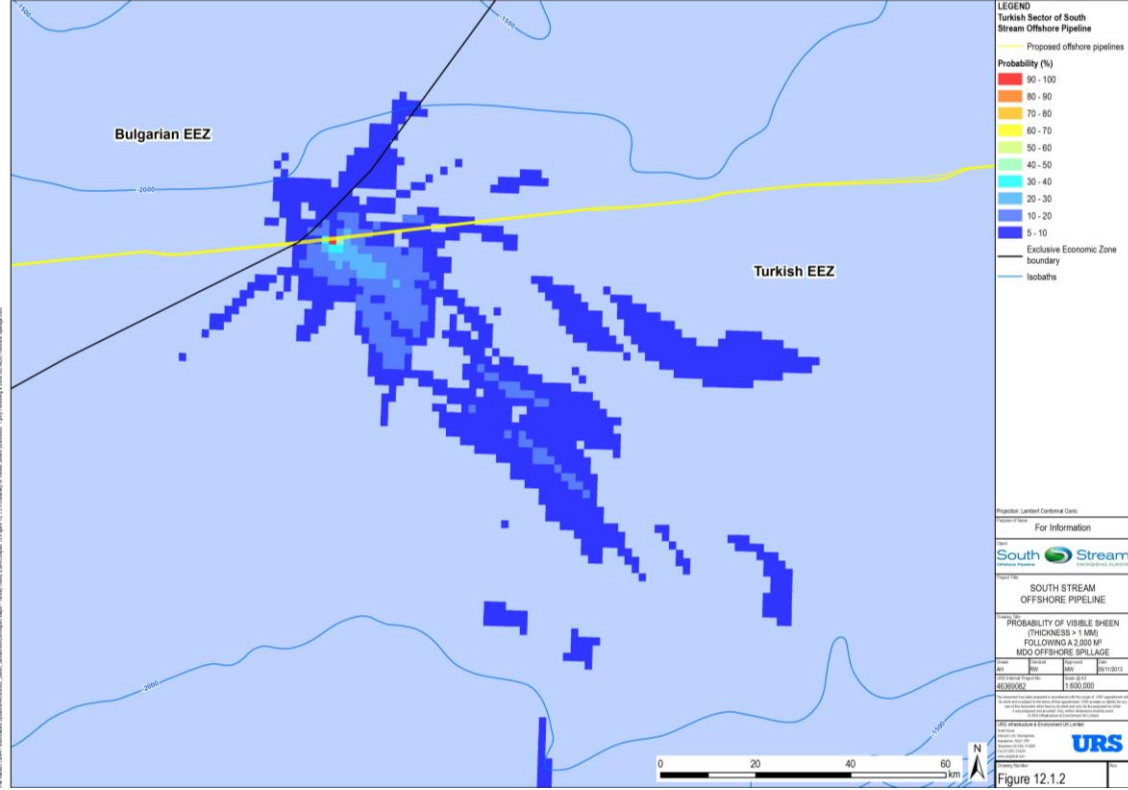
Şekil 1.2 Petrol Dökülme Modellemesi Salınım Konumları



Türkiye MEB'inin Bulgaristan Sınırı Yakınlarında Petrol Dökülme Modellemesi (Açık Deniz 1a)

Modelin çıktıları Şekil 1.3'de verilmektedir. Kaynak noktasından itibaren görülebilen yüzey zarı kalınlığı $> 1 \mu\text{m}$ bir petrol yayılımının Karadeniz'in sınırlı bir alanını etkileyeceği öngörülmüştür. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Bulgaristan sularına ulaşma olasılığı %11'dir. Hidrokarbonlar 6 saat içinde Bulgaristan MEB'ine girebilir.

Şekil 1.3 Açık Denizde 2.000 m³ MDO Dökülmesinin Ardından Görünür Zar (kalınlık > 1 µm) Olasılığı (Açık Deniz 1a)



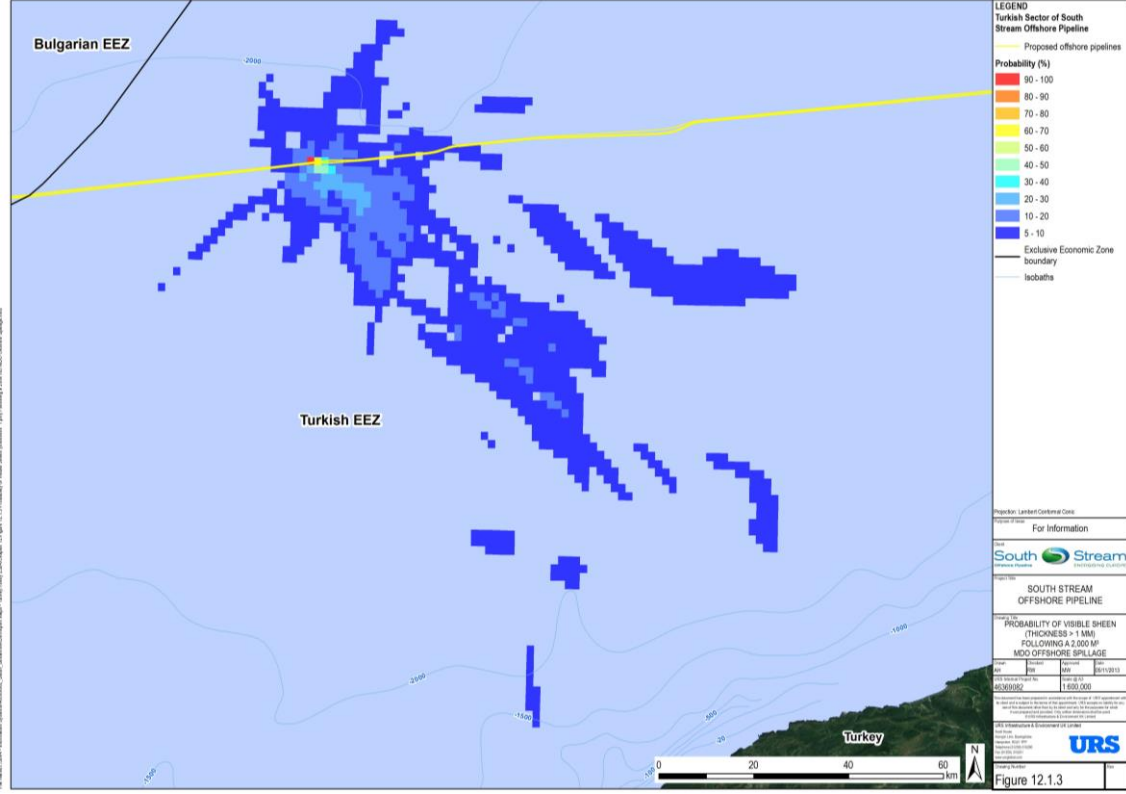
Kaynak noktasından itibaren maksimum 100 km uzaklıkta 50 ppb'den daha yüksek çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve böylece Türkiye kıyısına ulaşması beklenmemektedir. Sınırlı alanlarda konsantrasyonlar 1,5 gün içinde bu eşiğin altına düşecektir (50 ppb'nin altındaki su sütunu konsantrasyonlarında petrolün şiddetli toksik etki göstermesi beklenmemektedir (Ref. 1)).

Petrolün kıyıya ulaştığı en kötü senaryoda, petrol zamanla dağıldıkça kütle dengesinin son durumu ve yüzey zarının tipik gelişimini ve görünümünü tahmin etmek için deterministik modelleme yapılmıştır. Çok geniş bir kıyı şeridine 5 günün ardından ulaşan petrol, son derece seyrelmiş ve dağılmış bir durumda olacak ve su sütununda görünür olmayacaktır.

Türkiye MEB'inin Kuzey Batısında Petrol Dökülme Modellemesi (Açık Deniz 1b)

Modelin çıktıları Şekil 1.4'te verilmektedir. Kaynak noktasından itibaren yüzey zarı kalınlığı > 1 µm bir petrol yayılımının Karadeniz'in orta genişlikte bir alanını etkileyeceği öngörülmüştür.

Şekil 1.4: Açık Denizde 2.000 m³ MDO Dökülmesinin Ardından Görünür Zar (kalınlık > 1 µm) Olasılığı (Açık Deniz 1b)



Salınım konumundan itibaren 50 ppb'den daha yüksek çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve böylece Türkiye kıyısına ulaşması beklenmemektedir. Sınırlı alanlarda konsantrasyonlar 2 gün içinde bu eşiğin altına düşecektir.

Petrolün kıyıya ulaştığı en kötü senaryoda, petrol zamanla dağıldıkça kütle dengesinin son durumunu ve yüzey zarının tipik gelişimini ve görünümünü tahmin etmek için deterministik modelleme yapılmıştır. Çok geniş bir kıyı şeridine 5 günün ardından ulaşan petrol, son derece seyrelmiş ve dağılmış bir durumda olacak ve su sütununda görünür olmayacaktır.

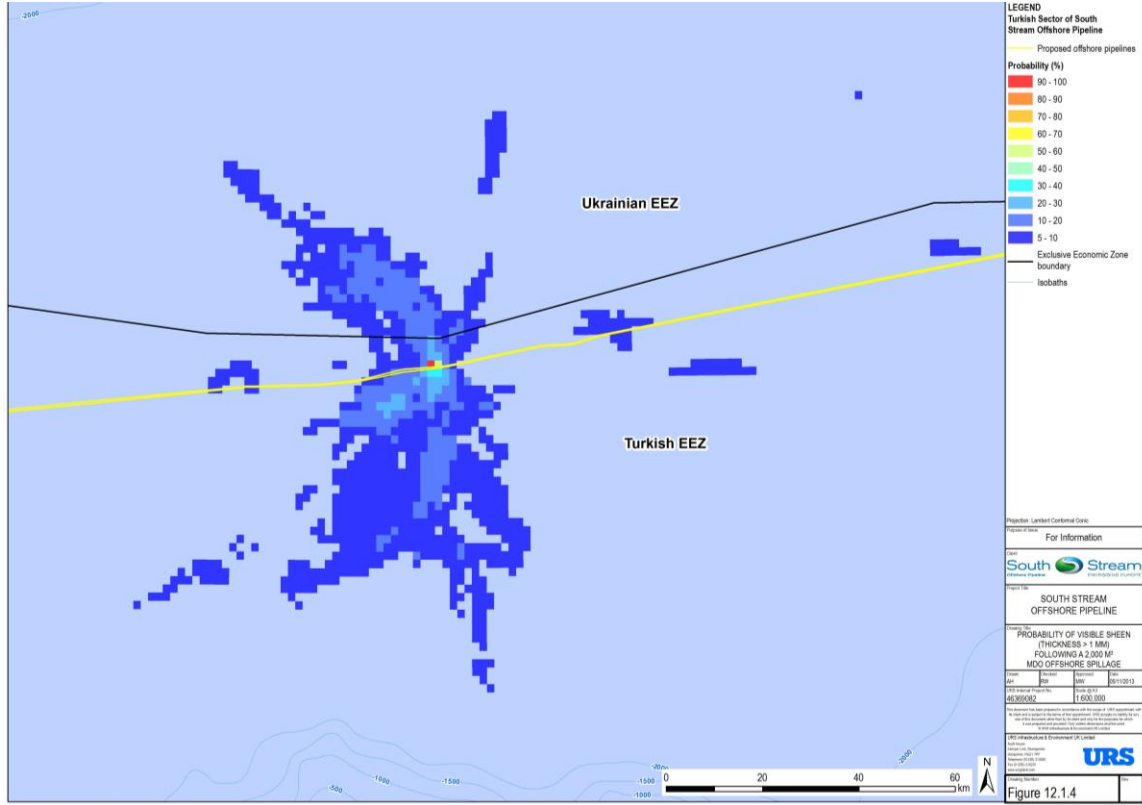
Türkiye MEB'inin Kuzeyinde Ukrayna MEB'i Sınırı Yakınlarında Petrol Dökülme Modellemesi (Açık Deniz 2)

Modelin çıktıları Şekil 1.5'te verilmektedir. Kaynak noktasından itibaren yüzey zarı kalınlığı > 1 µm bir petrol yayılımının Karadeniz'in orta genişlikte bir alanını etkileyeceği öngörülmüştür. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Ukrayna sularına ulaşma olasılığı %20'dir. Hidrokarbonlar 5 saat içinde uluslararası sulara girebilir.

Kaynak noktasından itibaren 50 ppb'den daha yüksek çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve böylece Türkiye kıyısına ulaşması beklenmemektedir. Sınırlı alanlarda konsantrasyonlar 1,5 gün içinde bu eşiğin altına düşecektir.

Petrolün kıyıya ulaştığı en kötü senaryoda, petrol zamanla dağıldıkça kütle dengesinin son durumunu ve yüzey zarının tipik gelişimini ve görünümünü tahmin etmek için deterministik modelleme yapılmıştır. Çok geniş bir kıyı şeridine 5 günün ardından ulaşan petrol, son derece seyrelmiş ve dağılmış bir durumda olacak ve su sütununda görünür olmayacaktır.

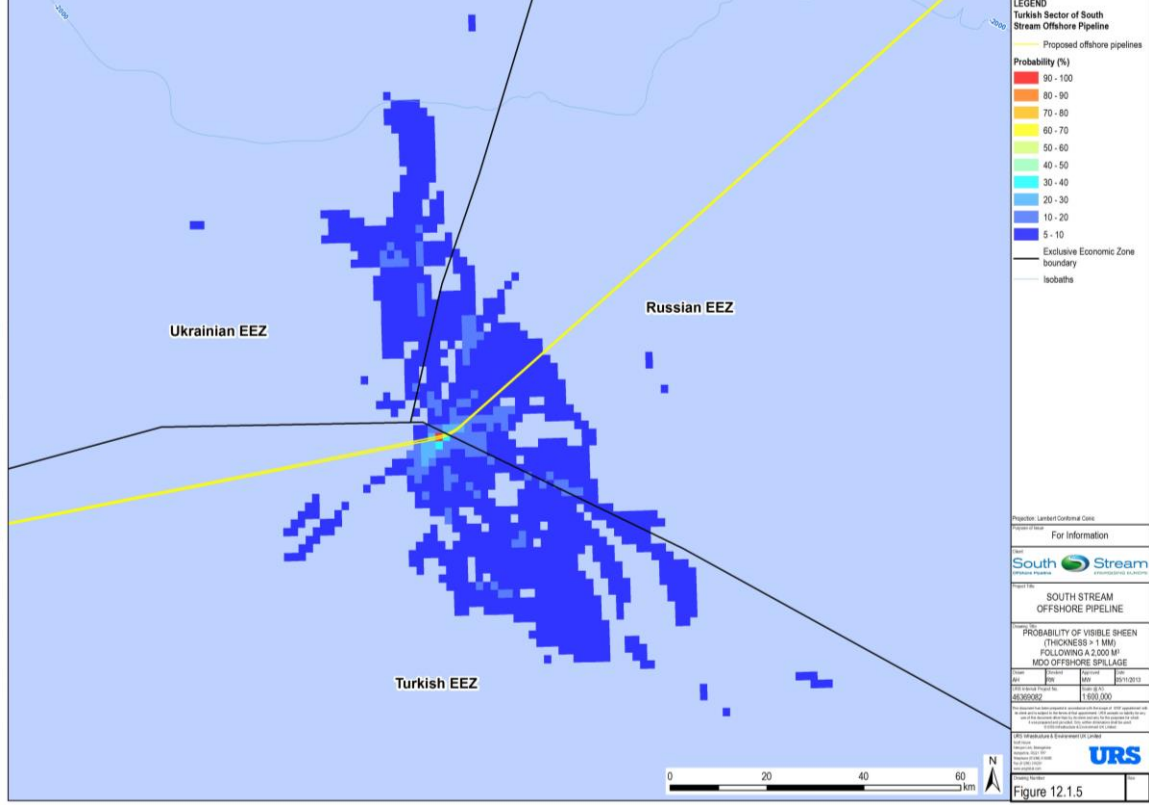
Şekil 1.5: Açık Denizde 2.000 m³ MDO Dökülmesinin Ardından Görünür Zar (kalınlık > 1 µm) Olasılığı (Açık Deniz 2)



Türkiye MEB'inin Doğusunda Ukrayna ve Rusya MEB'i Sınırları Yakınlarında Petrol Dökülme Modellemesi (Açık Deniz 3)

Modelin çıktıları Şekil 1.6'da verilmektedir. Kaynak noktasından itibaren yüzey zarı kalınlığı > 1 µm bir petrol yayılımının Karadeniz'in orta genişlikte bir alanını etkileyeceği öngörülmüştür. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Rusya sularına ulaşma olasılığı %33, Ukrayna sularına ulaşma olasılığı %10'dur. Hidrokarbonlar 1 saat içinde uluslararası sulara girebilir.

Şekil 1.6 Açık Denizde 2.000 m³ MDO Dökülmesinin Ardından Görünür Zar (kalınlık > 1 µm) Olasılığı (Açık Deniz 3)



Kaynak noktasından itibaren 50 ppb'den daha yüksek çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve böylece Türkiye kıyısına ulaşması beklenmemektedir. Sınırlı alanlarda konsantrasyonlar 1,5 gün içinde bu eşiğin altına düşecektir.

Petrolün kıyıya ulaştığı en kötü senaryoda, petrol zamanla dağıldıkça kütle dengesinin akıbetini ve yüzey zarının tipik gelişimini ve görünümünü tahmin etmek için deterministik modelleme yapılmıştır. Çok geniş bir kıyı şeridine 3 günün ardından ulaşan petrol, son derece seyreli ve dağılmış bir durumda olacak ve su sütununda görünür olmayacaktır.

Kaynaklar

Sayı	Kaynak
Ref. 1	Black Sea Diesel and Fuel Release Modelling: South Stream Development. Genesis: Technical Note August 2013. (Karadeniz Dizel ve Yakıt Sızıntı Modellemesi: South Stream Geliştirme Genesis: Teknik Not Ağustos 2013)
Ref. .2	Black Sea Contingency Plan 2002. To the Protocol on Cooperation in Combating Pollution of the Black Sea by Oil and Other Harmful Substances in Emergency Situations – Volume 1 Response to Oil Spills. AG ESAS 8.4d. (Karadeniz Acil Durum Planı 2002. Karadeniz'de Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerin Oluşturduğu Kirlilikle Acil Durumlarda Mücadelede İşbirliği Protokolü – Kitap 1 Petrol Dökülmelerine Müdahale. AG ESAS 8.4d)
Ref. 3	"Guidelines for the development of the Shipboard Oil Pollution Emergency Plans", [IMO Resolution MEPC.54(32); adopted on March 6, 1992; and Resolution MEPC.86(44), adopted on 13 March 2000] ("Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planlarını Hazırlama Yönergeleri", [6 Mart 1992'de kabul edilen MEPC.54(32) sayılı IMO kararı; 13 Mart 2000'de kabul edilen MEPC.86(44) sayılı IMO kararı])
Ref. 4	IMO IB586E – Shipboard Oil Pollution Emergency Plans (SOPEP), 2010 Edition. (IMO IB586E – Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları, 2010 Edisyonu)
Ref. 5	Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs (AB Komisyonu Mevzuatı No 1881/2006, 19 Aralık 2006, Besin Maddelerinde Bazı Bulaşıcıların Maksimum Düzeylerinin Belirlenmesi)
Ref. 6	UK Health and Safety Executive 2012. Construction - Work Related Injuries and Ill Health. http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/construction/ (İnşaat ve Çalışmayla İlgili Yaralanmalar ve Sağlığın Bozulması. http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/construction/)
Ref. 7	South Stream Offshore Pipeline FEED - Shipping Risk Analysis Report. Intecsea Report 10-00050-10-SR-REP-0040-0011 dated February 2013. (Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı Ön Mühendislik ve Tasarımı - Denizcilik Risk Analizi Raporu. Intecsea Raporu 10-00050-10-SR-REP-0040-0011, Şubat 2013 tarihli)
Ref. 8	International Association of Oil & Gas Producers (OGP) Risk Assessment Data Directory Report No. 434-10. 10 March 2010. (Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği Risk Değerlendirme Verileri Dizini Raporu No. 434-10. 10.03.2010)

Sayı	Kaynak
Ref. 9	European Maritime Safety Agency (EMSA) Review 2010. Accessed on 12 September 2013. Available at: http://www.emsa.europa.eu/news-a-press-centre/external-news/item/1219-maritime-accident-review-2010.html (Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı 2010 Raporu. 12 Eylül 2013'te erişilmiştir. URL: http://www.emsa.europa.eu/news-a-press-centre/external-news/item/1219-maritime-accident-review-2010.html)
Ref. 10	International Association of Oil & Gas Producers (OGP) Risk Assessment Data Directory Report No. 434-16. 16 March 2010. (Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği Risk Değerlendirme Verileri Dizini Raporu No. 434-16. 16 Mart 2010)
Ref. 11	French-McCay, 2002, Environmental Toxicology and Chemistry 21(10), pp. 2080-2094. (French-McCay, 2002, Çevresel Toksikoloji ve Kimya 21(10), pp. 2080-2094)

Açıklamalar

Terimler	Açıklama
Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı	Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı South Stream Projesinin kaza ve acil durumları ne şekilde planladığı, hazırlandığı ve yönettiğini tarif eder.
Acil Durum Müdahale Planı	Acil Durum Risk Analizinde belirlenen önemli riske sahip her bir acil durum/ kaza senaryosu için Acil Durum Müdahale Planı gerekmektedir. İş yapacak olan yükleniciler kendi faaliyetleri ve özellikle Acil Durum Tehdit Analizinde belirlenen olaylar için Acil Durum Müdahale Planlarını hazırlamaktan sorumludurlar.
Acil Durum Kapatma Vanası (ESV)	Herhangi bir tehlikeli durumun tespit edilmesi üzerine tehlikeli sıvıların veya hidrokarbon gazların akışını durdurmak üzere tasarlanmış hareketli bir vanadır. Bu vana, insanlar, ekipman veya çevre üzerindeki olası olumsuzluklara karşı bir koruma sağlar.
Acil Durum Tehdit Analizi	Acil Durum Tehdit Analizi, olası acil durumlarda ortaya çıkacak riskleri ve özel Acil Durum Müdahale Planları ile acil durumlara karşı bir tedbir olarak ilgili prosedürlerini belirler.
Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi	Çevresel, sosyo-ekonomik ve kültürel miras etkilerinin değerlendirilmesini ve proses ve sonuçların belgelenmesini içerir. Uluslararası Finans Standartları (IFC performans standartları) ve kılavuzlarına uygun olarak geliştirilir.
Etki Azaltma	ÇSED sürecinde geliştirilen, toplumsal olarak kabul edilebilir bir seviyeye getirebilmek amacıyla olumsuz etkilerin engellenmesi, bu etkilerden kaçınılması ve azaltılması için geliştirilmiş özel önlemlerdir. Olumlu etkilerin artırılması için alınan önlemler de buna dahil edilebilir.
Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı	Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı üç ülkeyi kapsamaktadır (Rusya, Türkiye ve Bulgaristan).
Güney Akım Projesi	Proje daha önce 2009-2011 yılları arasında Gazprom tarafından daha sonra da 2011-2012 yılları arasında South Stream Transport AG tarafında geliştirilmiştir. South Stream Transport merkez ofisini İsviçre'den Hollandaya taşımış ve 2012 yılının Kasım ayında SSTTBV'yi kurmuştur.
Hizmetten çıkarma	Eski haline getirme de dahil herhangi bir tesisin kapatılması ve ortadan kaldırılması.
İnşaat ve İşletme öncesi aşamaları	Projenin (2013-2018) tüm inşaat aşamalarını kapsayan ve 2015'in sonlarında başlayıp 2018'in sonlarına kadar devam eden işletimsel artış dönemi.

Petrol Sızıntısı Önleme ve Müdahale Planı	South Stream Transport adına çalışan tüm yükleniciler ve gemi operatörleri sözleşmeleri gereği denizdeki petrol sızıntılarının minimize edilmesi ve olası bir sızıntıyı takiben yapılacak müdahaleleri tarif edecek bir Petrol Sızıntısı Önleme ve Müdahale Planı hazırlamak ve uygulamakla yükümlüdür.
Proje	Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı-Türkiye Bölümü
Sızıntı Müdahale Planı	Her bir proje yüklenicisi tarafından oluşturularak uygulanacak olan, petrol sızıntılarına ilişkin riskleri minimize etmek için alınacak önlemleri ve olası bir petrol sızıntısı durumundaki müdahaleleri tarif eden plandır.
Uluslararası İyi Sanayi Uygulamaları	Uluslararası İyi Sanayi Uygulaması, küresel olarak benzer koşullarda ve benzer durumlarda, kalifiye ve tecrübeli profesyoneller tarafından uygulanan yetenek, özen, dikkat ve öngörü pratiği olarak tanımlanabilir.

Kısaltmalar

Terim	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
ALARP	Makul Olarak Gerçekleştirilebilir En Düşük Düzey
ADK	Acil Durum Kapatma
BR	Birey Riski
ÇSED	Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi
ÇSYP	Çevresel ve Sosyal Yönetim Planı
DNV	Det Norske Veritas
E&I	Elektrik ve enstrüman
EMSA	Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı
EPC	Mühendislik, Tedarik ve İnşaat
ESV	Acil Durum Kapatma Vanaları
HFO	Ağır Fuel Oil
GIIP	Uluslararası İyi Sanayi Uygulamaları
GR	Grup Riski
MEB	Münhasır Ekonomik Bölge
IFC	Uluslararası Finans Kurumu
IFO	Ara Fuel Oil
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
MDO	Deniz Dizel Yakıtı
MGO	Deniz Gaz Yağı
MPL	Maksimum İzin Verilen Düzey
OGP	Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği

OSCAR	Petrol Dökülmesi Acil Durum ve Müdahale
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PSDC	Projeye Özel Tasarım Kodu
ppb	Parça / milyar
SEÇ	Sağlık, Emniyet ve Çevre
SGÇ-EYS	İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çevre Entegre Yönetim Sistemi
SRD	Sayısal Risk Değerlendirmesi
SMPEP	Standart Deniz Kirliliği Acil Müdahale Planları
SOPEP	Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planları
SOPEP	Standart Yakıt Kirliliği Acil Müdahale Planı
UK	Birleşik Krallık

EK-9.B

Çarpışma Risk Analizi



South Stream Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı Projesi Çarpışma Riski Analizi

Hazırlayan: Anatec Limited
Sunulan taraf: South Stream Transport B.V.
Tarih: 7 Kasım 2013
Revizyon No.: 00
Referans: A3271-SS-CR-1

Anatec
Adres: 10 Exchange Street, Aberdeen, AB11 6PH, UK
Tel: 01224 253700
Faks: 0709 2367306
E-posta: aberdeen@anatec.com

Cambridge Ofisi
Braemoor, No. 4 TheWarren, Witchford, Ely, Cambs, CB6 2HN, UK
01353 661200
0709 2367306
cambs@anatec.com

Bu çalışma, AnatecLtd tarafından South Stream Transport B.V. adına yürütülmüştür. Değerlendirme, çalışmanın hazırlandığı tarihte mevcut bilgiler ışığında Anatec'in görüşünü temsil etmektedir ve bu belgenin içeriği Anatec'in onayı alınmadan düzenlenmemelidir. Bu raporun üçüncü taraflarca kullanımı kendi sorumlulukları altındadır. Anatec, bu rapordaki bilgilere güvenilerek alınan kararların veya yapılan eylemlerin sonucunda ortaya çıkan zararlardan dolayı herhangi bir sorumluluk kabul etmez.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. OPERASYON AYRINTILARI.....	2
2.1 KONUM AYRINTILARI	2
2.2 BORU DÖŞEME OPERASYONU AYRINTILARI	3
2.3 GÖRÜŞ MESAFESİ VERİLERİ	4
3. TÜRKİYE MEB'SİNDEKİ GEMİ TRAFİĞİ İNCELEMESİ.....	5
3.1 GİRİŞ	5
3.2 DENİZCİLİK ROTALARI	5
3.3 GEMİ YOĞUNLUĞU	6
4. GEMİ İLE BORU DÖŞEME GEMİSİ ÇARPIŞMALARI.....	7
4.1 GİRİŞ	7
4.2 GEMİLERARASI ÇARPIŞMA MODELİ	7
4.3 GEMİ İLE BORU DÖŞEME GEMİSİ ÇARPIŞMA FREKANSI SONUÇLARI	9
5. SONUÇLAR VE TAVSİYELER.....	13
5.1 SONUÇLAR	13
5.2 TAVSİYELER	13
6. REFERANSLAR.....	15

Kısaltmalar

MEB	-	Münhasır Ekonomik Bölge
km	-	kilometre
nm	-	Deniz Mili (1nm, 1.852 metre)
PLV	-	Boru Döşeme Gemisi

1. Giriş

Anatec Ltd., Karadeniz'de Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesi (MEB) içindeki Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı Projesi'nin inşaatı sırasında, Boru Döşeme Gemisinin faaliyetleriyle ilişkili çarpışma riskini değerlendirilmek üzere görevlendirilmiştir.

Bu çalışmada, Anatec tarafından gerçekleştirilmiş olan Türkiye MEB'i deniz trafiği incelemesinde elde edilen bulgular kullanılmıştır (Ref. i).

2. Proje Faaliyetleri

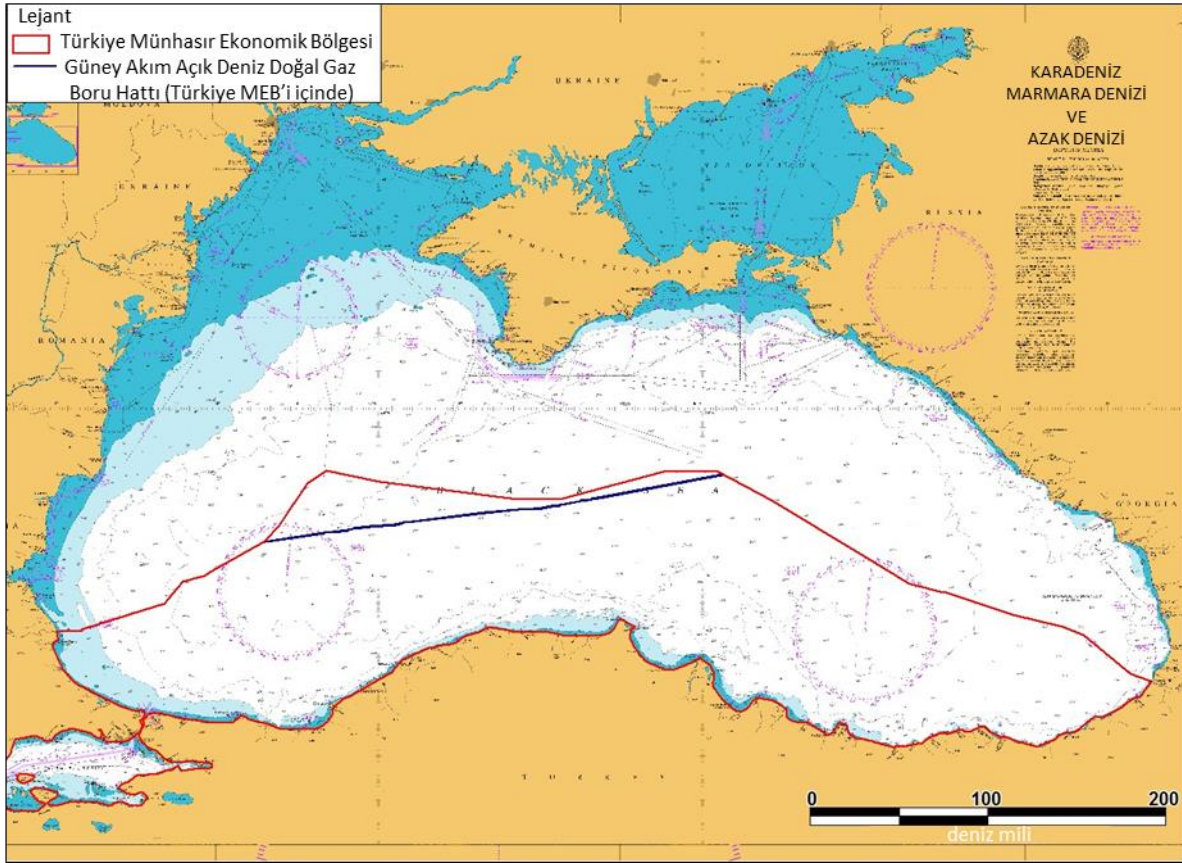
2.1 Konum

Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı, Anapa (Rusya) ile Varna (Bulgaristan) arasında uzanacaktır. Proje güzergahı 470 km uzunluğunda bir mesafe boyunca Türkiye MEB'inden geçmektedir.

Boru hattı koridorunun tamamı Şekil 2.1'de verilmiştir ve boru hattı güzergâhının Türkiye MEB'inde yer alan bölümü Şekilde 2.2'de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı Projesi



Şekil 2.2 Türkiye MEB'indeki Boru Hattı Güzergâhı

2.2. Boru Döşeme Faaliyetleri

Boru hattı güzergâhının Türkiye MEB'i içindeki 470 km'lik kısmı dahilinde dört paralel boru hattı döşenecektir. Dört boru hattının her biri Rusya'dan Bulgaristan'a doğudan batıya doğru döşenecektir. Boru hattının inşaatında, 2,5 ila 2,75 km/gün aralığında ortalama bir hızla çalışan bir derin su boru döşeme gemisi kullanılacaktır.

Boru döşeme gemisine ek olarak, boru döşeme çalışmalarını destekleyen bir dizi farklı işlevlerde gemi de bulunacaktır. İnşaat gemi filosuna ilişkin detaylar aşağıda, tahmini faaliyet süreleri ile beraber sunulmuştur.

Tablo 2.1 İnşaat Gemi Filosu

Gemi Türü	İşlev	Gemi Sayısı	Gemi başına süre (gün)
Derin su boru döşeme gemisi	Derin suda boru döşeme	1	170
Römorkörler	Genel destek	1	170
Boru döşeme tedarik gemisi	Boru döşeme gemisine boru tedarigi	5	170

Gemi Türü	İşlev	Gemi Sayısı	Gemi başına süre (gün)
İnceleme gemisi	Boru döşeme gemisinin önünde ve arkasında deniz tabanını inceleme	2	170
Çoklu hizmet gemisi	Uzaktan Kontrollü Araç (ROV) desteği, dalış desteği, sarf malzemesi ikmali, gemi yakıtı ikmali, erzak ikmali, su ikmali	2	170
Mürettebat tekneleri, deniz otobüsleri	Mürettebat değişimleri	1	5 (10 yarım günlük yolculuk)
Bakım gemisi	Yedek parça /ekipman teslimi	1	9
Yakıt / atıksu toplama gemisi	Sintine ve atıksu toplama	1	9
Kurtarma gemisi	Emniyet ve kurtarma operasyonları	1	Yalnızca acil durumlarda gereklidir

Boru döşeme gemisi yakınlarında faaliyet gösteren bu gemiler hesaba katılarak, inşaat sırasında boru döşeme gemisinin çevresinde 2 km yarıçapında bir geçici koruma bölgesi oluşturulacaktır. Bu alan, Türkiye’deki yetkili denizcilik kurumları aracılığıyla denizcilere bildirilecektir.

Destek gemilerinin, Karadeniz’de işleyen diğer ticari gemilere benzer şekilde manevra kabiliyeti olduğu varsayımı yapılmıştır. Bu durumda, belirtilen gemiler için gemiler arası çarpışma riski normal denizcilik tecrübesiyle paraleldir ve daha detaylı olarak değerlendirilmemiştir.

2.3 Görüş Mesafesi Verileri

Tarihsel olarak, görüş mesafesinin gemi çarpışması riskinde önemli bir etken olduğu görülmektedir.

Sis, 1 km’nin altındaki görüş mesafesi olarak tanımlanmıştır. Karadeniz’de Türkiye MEB’ine ait görüş mesafesi verileri, Deniz Kuvvetleri Rota Haritaları’ndan elde edilmiştir (Ref. ii) ve bu bölgede görüş mesafesinin 1 km’den az olma olasılığı yaklaşık 0,03, yani yılın %3’ü olarak tahmin edilmektedir.

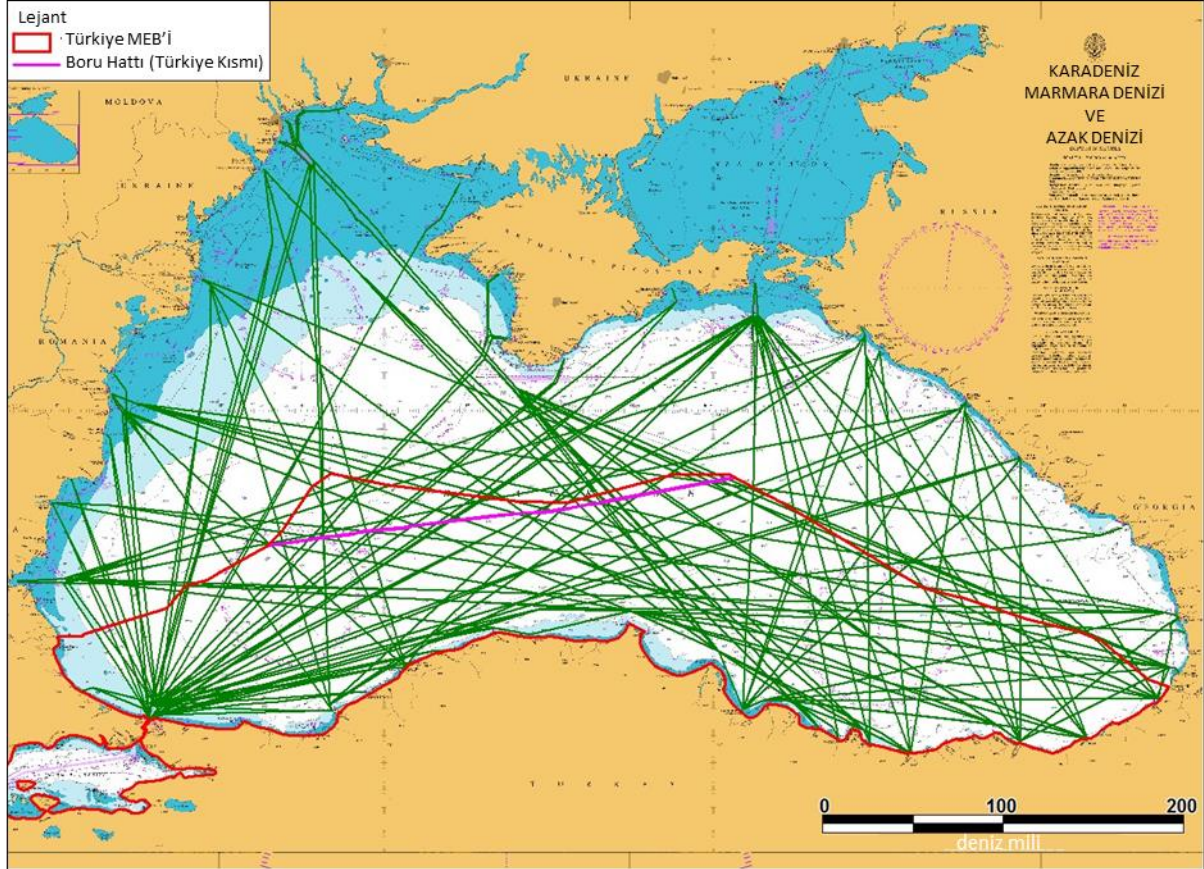
3. Türkiye MEB’i Gemi Trafiği İncelemesi

3.1 Giriş

Bu bölümde Türkiye MEB’i için yapılan gemi trafiği incelemesinin sonuçları (Ref. i), gemi rotaları ve yoğunlukları açısından özetlenmiştir.

3.2 Gemi Rotaları

İlgilenilen alandan geçen denizcilik rotaları, Anatec tarafından bölge için derlenen ShipRoutes veritabanı kullanılarak belirlenmiştir. Karadeniz'deki Türkiye MEB'inden geçen gemi rotaları (ortalama konumlar) Şekil 3.1'de verilmektedir.

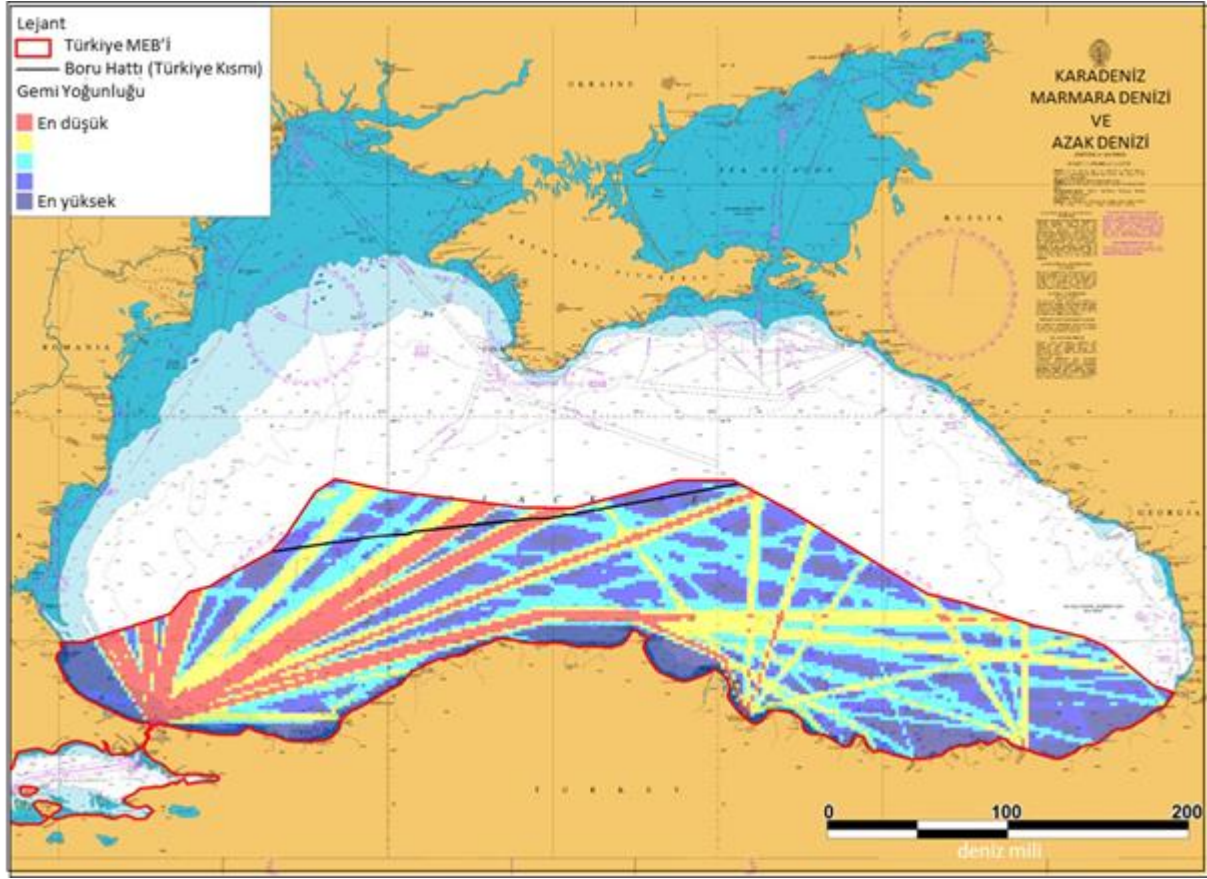


Şekil 3.1 Türkiye MEB'inden Geçen Gemi Rotalarının Konumları

Türkiye MEB'inde boru hattı güzergâhından geçen rotalar, yılda tahmini olarak 21.115 gemi tarafından kullanılmaktadır ve bunların çoğunluğu kargo gemisi veya tankerdir. Her bir rota üzerindeki deniz taşımacılığı düzeyi önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir ve en yoğun rota (Boğaziçi ve Kerç / Azak Denizi arasındaki) her iki yönde de yılda 5.000'in üzerinde gemi tarafından kullanılmaktadır.

3.3 Gemi Yoğunluğu

Türkiye MEB'indeki ana trafik hatlarını, rotaların genişliği de dahil olmak üzere, ortaya koyabilmek için, ilgilenilen alan boyunca 2 nm x 2 nm'lik hücrelerden oluşan bir grid üzerinde deniz taşımacılığı yoğunluğu tahminleri yapılmıştır. Türkiye MEB'indeki deniz taşımacılığı yoğunluğunun tahmini dağılımı Şekil 3.2'de sunulmuştur. Renk kodu, göreceli yoğunluk temelindedir.



Şekil 3.2 Türkiye MEB'indeki Deniz Taşımacılığı Yoğunluğu Gridi

4. Gemi - Boru Döşeme Gemisi Çarpışması

4.1 Giriş

Güney Akım Açık Deniz Boru Hattı Projesinin inşaat aşamasındaki gemi ile boru döşeme gemisi çarpışma sıklığını tahmin edebilmek için, Anatec'in COLLRISK modeli kullanılmış ve mevcut gemi yoğunluğu sonuçları (bkz. Bölüm 3.3) ile Proje faaliyetlerine ilişkin bilgiler (Bölüm 2) girdi olarak alınmıştır.

COLLRISK'e, Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Birliği (OGP) tarafından Gemi/Tesis Çarpışmaları için Risk Değerlendirme Verileri Dizini Raporunda "seyir halindeki gemiler için çarpışma riski modellemesinde en iyi uygulama" şeklinde atıfta bulunmaktadır (Ref. iii).

4.2 Gemiler Arası Çarpışma Modeli

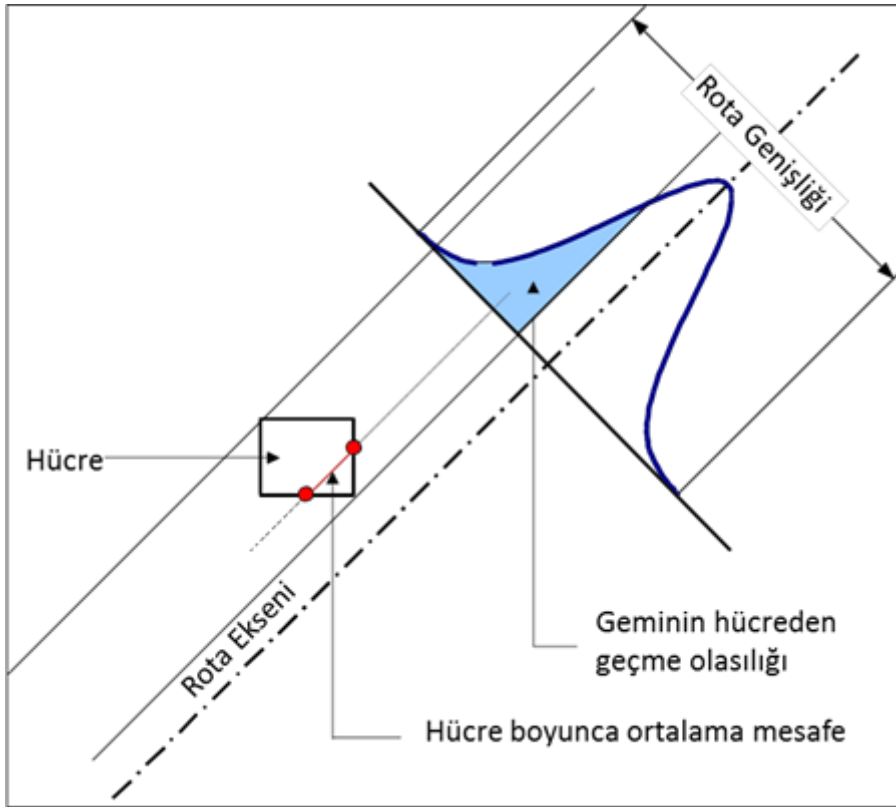
4.2.1 Gemi Maruziyeti

COLLRISK modelinin temel varsayımlarından biri, çarpışma riskinin maruziyet süresiyle ilişkili olmasıdır, yani bir gemi bir tehlikeye (bu durumda diğer gemilerin trafiğine) ne kadar uzun süre maruz kalırsa, kaza olasılığı o kadar artar.

Bu temelde, değerlendirmenin ilk aşaması, Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı güzergâhı boyunca grid hücrelerinin her birinde maruziyet süresi düzeyinin belirlenmesidir. Bu da, ShipRoutes kullanılarak ve her bir rota için aşağıdakiler değerlendirilerek elde edilmiştir:

- Rotayı kullanan gemilerin sayısı;
- Rotanın hücreden geçen kısmı ve
- Rotanın hücre boyunca ortalama mesafesi.

Bu hesaplama Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Bir Hücre İçinden Geminin Geçme Mesafesinin Hesaplanması

Her bir rota için ortalama mesafe belirlendikten sonra, yıl bazında hücreden geçen gemi trafiğinin toplam süresini tahmin etmek için bu rotanın hız dağılımı kullanılabilir. Bu, maruziyet süresidir. ShipRoutes veritabanındaki her bir rota için detaylı bir gemi özelliği dağılımı bulunduğundan dolayı, bu maruziyet süresi gemi türüne ve boyutuna dayalı maruziyet açısından daha net belirlenebilir.

4.2.2 Gemiler Arası Çarpışma

Gemilerin diğer gemilerle çarpışma riski, COLLRISK'te, bir hücre gridinde saklanan maruziyet süresi kullanılarak hesaplanır. Boru döşeme gemisinin belirli bir hücredeki maruziyeti, boru hattı güzergâhının bu hücredeki uzunluğu ve boru döşeme gemisinin ortalama hızına bağlıdır (2,625 km/gün olduğu varsayılmıştır). Geçen gemiler için maruziyet süresi bir önceki bölümde açıklandığı gibi ShipRoutes'a dayanmaktadır.

Gemiler arası çarpışma riskinin hesaplamasında, ayrıca, tarihsel verilerin değerlendirilmesiyle belirlenen aşağıdaki etkenler dikkate alınmaktadır:

- Gemi türleri, boyları ve hızları;
- Karşılaşma durumu (diğer bir deyişle, karşı karşıya, birbirini geçerken veya çapraz geçerken) ve
- Görüş mesafesi.

Gemiler arası model, doğrudan Batı Avrupa suları için mevcut tarihsel verilerle kalibre edilmiştir¹. Bu veriler, Karadeniz'deki bu değerlendirmeye uygulanırken, Karadeniz'deki gemilerin kaptan köşkü, mürettebatı, yetkinlik ve gemide kullanılan ekipman özelliklerinin Batı Avrupa'dakilerle eşdeğer bir standartta olduğu varsayılmıştır. Bu varsayım, IMO tarafından tüm dünyada gemi taşımacılığı sektöründe uygulanan ve hükümetlerin uyguladığı uluslararası düzenlemelere ve emniyet standartlarına dayanılarak makul kabul edilmiştir.

4.2.3 Etki Azaltma Önlemleri

Bölüm 2.2'de ayrıntılı olarak açıklandığı gibi, boru hattının inşaatı boyunca boru döşeme gemisinin yakınlarında destek gemileri bulunacaktır. Boru döşeme işlemleri sırasında bu gemilerden birinin, Radar ve AIS aracılığı ile geçen trafiğin görsel kontrolünü yaparak koruma gemisi olarak çalışacağı varsayılmıştır. Bu gemi, boru döşeme gemisini veya onun geçici koruma bölgesinde (2 km yarıçap) öngörülen çarpışma rotasında seyrettiğini belirlediği gemileri uyarmaya çalışacaktır.

Bunun, çarpışma riskini önemli ölçüde azaltacağı düşünülmektedir. Olası fayda, konum ayrıntıları dikkate alınarak Kuzey Denizi petrol ve gaz tesislerini bekleyen koruma gemilerinin etkililiği üzerine UK HSE için Anatec personeli tarafından yürütülen araştırma kullanılarak hesaplanmıştır.

Ayrıca, boru döşeme faaliyetlerine ilişkin detayların Sahil Güvenliğe bildirilmesi ve faaliyetlerle ilgili bilgilerin denizcilere bildirimlerle dağıtılması sağlanacaktır. Böylece, seyir halindeki gemiler bir karşılaşmadan önce boru döşeme gemisinin varlığından haberdar olacaktır.

4.3 Gemi ile Boru Döşeme Gemisi Çarpışması Sıklığı Sonuçları

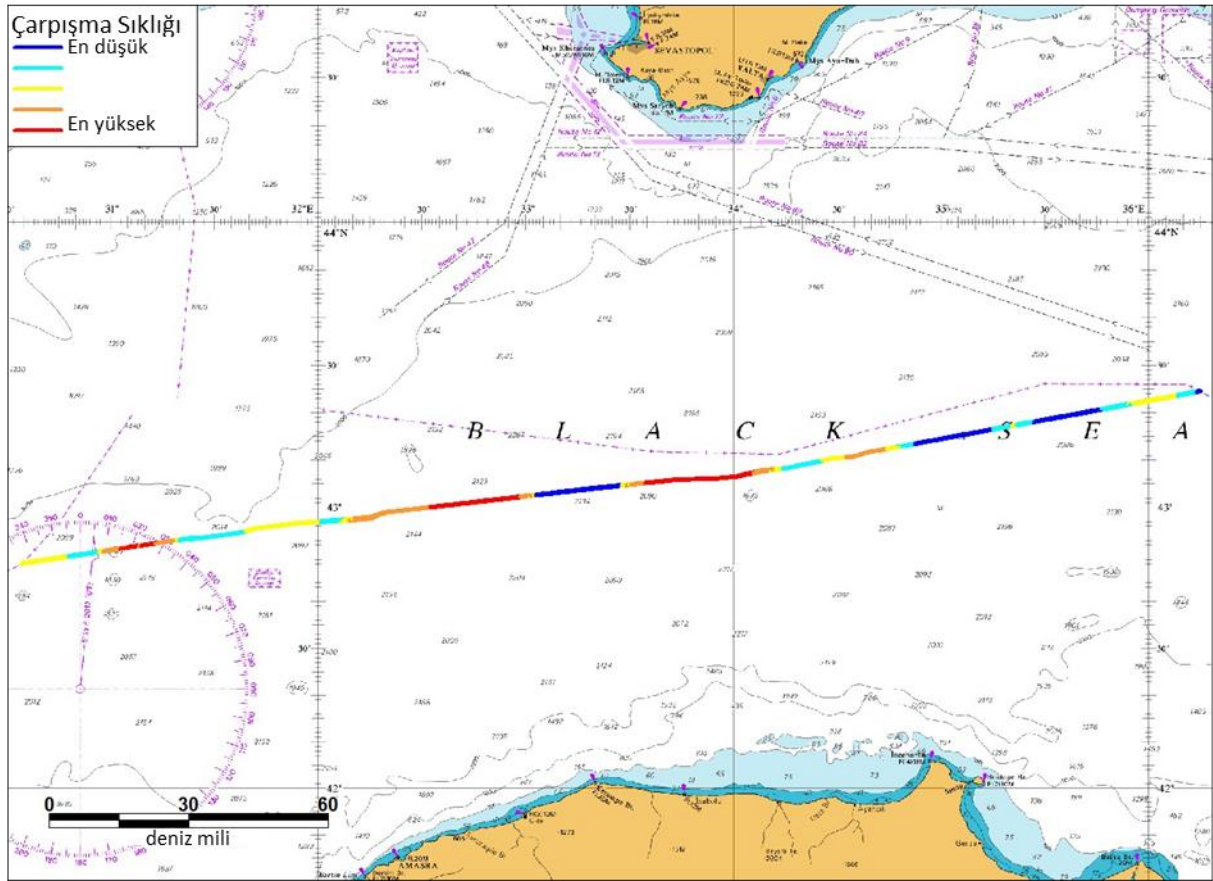
COLLRISK ile faaliyetin modellenmesine dayanılarak, boru hattı inşaatı (dört boru hattı için) sırasında bir çarpışmanın toplam olasılığının $1,3 \times 10^{-3}$ olacağı tahmin edilmiştir.

¹ Modellerin, denizde 'ciddi' zayıta karşı kalibre edildiği dikkate alınmalıdır. Liman kazaları, örneğin yanaşma sırasında küçük çarpmalar hariç tutulmuştur. Ayrıca kazanın; can kaybı, çevre zararı ve/veya finansal etki açısından tanımlanmış bir ciddiyet derecesinde olmasını gerektirir. Ciddi olmayan zayıtların, ciddi zayıtlara göre 4 kat daha sık olduğu tahmin edilmektedir. Anatec'in modelleri, ciddi zayıta karşı kalibre edilmiştir ve bu da, raporlama olasılığını en aza indirir ve Dünyanın farklı bölgelerindeki kazaların sıklığıyla karşılaştırılırken bir ölçüt oluşturur.

Aydınlatıcı olması için, boru hattı güzergâhları, aşağıdaki aralıklar kullanılarak çarpışma riskine göre renk koduyla temsil edilmiştir:

1. Boru hattının her kilometresi için 7×10^{-9} gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması
2. Boru hattının her kilometresi için 7×10^{-9} ile 2×10^{-8} arası gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması
3. Boru hattının her kilometresi için 2×10^{-8} ile 6×10^{-8} arası gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması
4. Boru hattının her kilometresi için 6×10^{-8} ile 4×10^{-7} arası gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması
5. Boru hattının her kilometresi için $> 4 \times 10^{-7}$ gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması

Tahmini gemi ile boru döşeme gemisi çarpışma sıklıklarının genel tematik haritası Şekil 4.2’de sunulmaktadır.

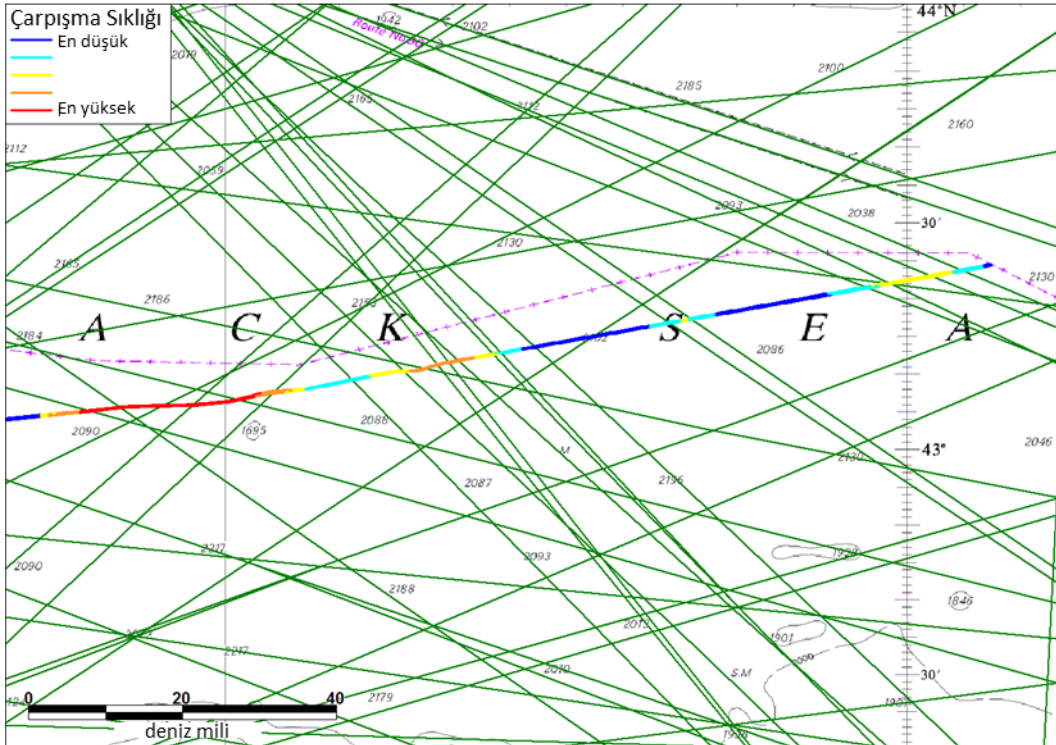


Şekil 4.2 Boru Hattı Güzergâhları için Gemi ile Boru Döşeme Gemisi Çarpışma Sıklığına Genel Bakış

Alan için ShipRoutes verileriyle üst üste yerleştirilmiş daha ayrıntılı boru hattı güzergah planları Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’te sunulmaktadır.



Şekil 4.3 Boru Hattı Güzergâhı için Gemi ile Boru Döşeme Gemisi Çarpışma Riski (Batı Bölümü)



Şekil 4.4 Boru Hattı Güzergâhı için Gemi ile Boru Döşeme Gemisi Çarpışma Riski (Doğu Bölümü)

Beklendiği gibi, boru hattı güzergâhı boyunca en yüksek çarpışma riski alanları trafiğin en yoğun olduğu alanlarla paraleldir (Bölüm 3.3). Özellikle, boru hattının Boğaziçi ve Kerç / Azak Denizi, Novorossiysk (Rusya) ve Sivastopol (Ukrayna) arasındakiler gibi trafik yoğunluğu yüksek rotalarla kesiştiği yerlerde çarpışma riski en yüksektir.

5. Sonuçlar ve Öneriler

5.1 Sonuçlar

Karadeniz'de Türkiye MEB'i için yapılan gemi trafiği çalışmasında, Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı'nın Türkiye MEB'indeki güzergâhlarıyla kesişen gemi rotalarının yılda 21.115 gemi tarafından kullanıldığı tahmin edilmektedir. Boru hatlarıyla kesişen rotaların arasında İstanbul Boğazı ile ilişkili yoğun trafikli bir dizi rota bulunmaktadır.

Boru hattı güzergâhının Türkiye MEB'inde yer alan 470km'lik kısmında 2,5-2,75 km/gün hızında dört paralel boru hattı döşeyen derin su boru döşeme gemisi temel alınarak, boru döşeme faaliyetleri sırasında gemi ile boru döşeme gemisi çarpışması olasılığı $1,3 \times 10^{-3}$ olarak öngörülmektedir.

Boru döşeme gemisi transit geçişlerinin toplam uzunluğuna (yaklaşık 1880km) ve ortalama hızına (2,625 km/gün) bağlı olarak, faaliyetlerin süresi iki yıl olarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, yıllık çarpışma riski $6,5 \times 10^{-4}$ düzeyindedir.

Faaliyetler sırasında uygulanacağı varsayılan etki azaltma önlemleri arasında şunlar bulunmaktadır:

- İnşaat sırasında boru döşeme gemisinin etrafında 2 km yarıçapında geçici koruma bölgesi oluşturulması;
- Boru döşeme gemisinin yakınlarında, radar ve AIS aracılığı ile geçen trafiğin görsel kontrolünü yapan ve potansiyel çarpışma rotasındaki gemileri uarmaya çalışarak koruma gemisi olarak görev alacak destek gemisi;
- Boru döşeme faaliyetlerinin ayrıntılarının Sahil Güvenliğe bildirilmesi ve böylece faaliyetler ile ilgili bilgilerin denizcilere bildirimler yoluyla dağıtılmasının sağlanması; ve
- Boru döşeme gemisinde uygun işaretler ve ışıklandırma bulunacaktır. Ayrıca AIS üzerinden seyir durumunu (örneğin sınırlı manevra kabiliyeti gibi) yayınlayacaktır.

5.2 Öneriler

Yukarıda listelenen tüm etki azaltma önlemlerinin uygulanması önerilmektedir. Bunların tümü sektörde iyi uygulamalar olarak değerlendirilmektedir.

Aşağıda diğer önlemler de tavsiye edilmektedir:

1. Bildirimler yoluyla denizcilere bilgilerin düzenli olarak dağıtılmasının yanı sıra, inşaat alanının yakınlarından düzenli olarak geçen gemi operatörlerinin faaliyetler hakkında önceden bilgilendirilmesi önerilmektedir. Bu önlem, bu gemilerin gerekli gördüklerinde limandan ayrılmadan önce inşaat çalışmalarını dikkate alarak geçiş rotalarını revize etmelerini sağlayacaktır.

2. Uygun bir geminin koruma gemisi olarak tayin edilmesi ve bu gemide gerekli gemi izleme ekipmanının ve prosedürlerinin mevcut olması önemlidir. Geçen geminin rotasını değiştirmemesi ve boru döşeme gemisi için çarpışma riski teşkil etmesi halinde uygulanacak olan acil durum prosedürleri de dikkate alınmalıdır. Buna, uygulanabilir görülürse, boru döşeme gemisinin personelinin korumak için son dakika kaçınma manevrası da dahildir. Bu gibi eylemlerin zaman çizelgeleri ve sorumlulukları da açıkça tanımlanmalıdır.
3. Gerçek zamanlı AIS izlemesi, faaliyetler sırasında boru döşeme gemisinden veya destek gemilerinin birinden yürütülmelidir. Bu da, herhangi bir olay veya ramak kala atlatılan kaza durumunda (örneğin geçici koruma bölgesine giren gemiler sonucu) kanıt sağlayacaktır. Ayrıca, AIS bölgede ileride yapılabilecek deniz araştırması çalışmalarında da faydalı olacaktır (örneğin, döşenmiş boru hattının üzerinde demir atma veya trol avcılığı riski). Bu da, mevcut gemi AIS birimine bir kaydedici eklenerek ekonomik ve bağımsız bir biçimde yapılabilir.
4. Uygun müdahaleyi sağlamak amacıyla, faaliyetler öncesinde ve sırasında çarpışma kazasına karşı korunma için uygulanacak olan nihai önlemler, Çarpışma Riski Yönetim Planı dahilinde belgelenmelidir.

6. Referanslar

- i Anatec Ltd, Turkish Exclusive Economic Zone – Shipping Traffic Survey (Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesi – Gemi Trafiği İncelemesi), Rapor No.A3271-SS-TS-1, 11 Ekim 2013
- ii Admiralty Routeing Chart 5124 (North Atlantic Ocean) for January and July (Deniz Kuvvetleri Rota Haritası 5124 (Kuzey Atlantik Okyanusu) Ocak ve Temmuz için).
- iii OGP, Risk Assessment Data Directory, Ship/Installation Collisions (Risk Değerlendirme Verileri Dizini, Gemi/Tesis Çarpışmaları), Rapor No. 434-16 Mart 2010

Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı
Türkiye Bölümü
Türkiye Boğazlarındaki Seyir Riski

Hazırlayan:
Emre N. Otay
14 Kasım 2013

Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı Türkiye Bölümü

Türkiye Boğazlarındaki Seyir Riski

1 Giriş

Güney Akım Açık Deniz Doğalgaz Boru Hattı Türkiye Bölümü Projesinin inşaat çalışmaları sırasında, hem boru döşeme gemilerinin (PLV), hem de boru tedarik gemilerinin (PSV) Türkiye Boğazlarından geçmesi gerekecektir. Bu geçişler proje gemilerinin kendilerinin yanı sıra, Türkiye Boğazları için de ayrıca seyir riski oluşturabilir. Gemiler Çanakkale ve İstanbul Boğazlarından geçecektir ve özellikle İstanbul Boğazı (aşağıda kısaca *Boğaz* olarak anılacaktır) daha dar oluşu, daha güçlü akıntıları ve coğrafi tehlikeleri nedeniyle asıl kritik geçişi teşkil etmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada yalnızca İstanbul Boğazı dikkate alınmıştır ve Çanakkale Boğazı için de aynı risklerin geçerli olacağının varsayılması analizin güvenilirliğini tehlikeye atmamaktadır.

2 İstanbul Boğazı'ndan Geçen Boru Döşeme Gemisi

Boru döşeme gemisi, İstanbul Boğazı'ndan bir gidiş-dönüş seferi (iki geçiş) yapacaktır. Büyüklüğü ve seyir özellikleri nedeniyle, bu geçişlerde özel tedbirler alınmalıdır. Boğaz trafiğe kapatılacak ve boru döşeme gemisine römorkörler ve kılavuz gemiler eşlik edecektir. 2001 yılının Ağustos ayında Boğaz'dan benzer bir geçiş gerçekleşmiştir ve Saipem 7000 (bu projede de düşünülen alternatif gemilerden biridir), Mavi Akım Projesi için Karadeniz'e geçmiştir (Şekil 1). Özel tedbirler altında geçiş, iki köprünün altından geçebilmesi amacıyla geminin boyunun ayarlanması için durması da dahil olmak üzere yaklaşık 8 saat sürmüştür.

Güney Akım Projesi için boru döşeme gemisinin geçişi özel koşullarda ve kontrollü bir ortamda gerçekleştirileceğinden, geçmiş trafik kayıtları ve deniz kazası istatistikleri uygulanabilir olmayacaktır. Risk değerlendirmesi ve geçiş planı, mevcut proje için PLV'nin seçilmesinden sonra doğrudan Türkiye denizcilik otoriteleri ve PLV yüklenicisi tarafından hazırlanacaktır.



**Şekil 1. Saipem 7000, Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün altından geçerken
(NTV arşivleri, Ağustos 2001)**

3 Boğazdan Geçen Boru Tedarik Gemisi

Boru tedarik gemisi (PSV), kolay manevra yapabilen bir kuru yük gemisidir ve Karadeniz'de faaliyet gösteren boru döşeme gemisine boru tedarik etmek için Boğaz'dan ayda 5 gidiş-dönüş seferi yapacaktır. Bir yıl ve 36 aylık proje süresi boyunca yapacağı geçişlerin sayısı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\Rightarrow N(\text{yıl}) = 5 \times 2 \times 12 = \text{İstanbul Boğazı'ndan bir yılda 120 geçiş.}$$

$$\Rightarrow N(\text{inşaat}) = 5 \times 2 \times 36 = \text{İstanbul Boğazı'ndan inşaat dönemi boyunca 360 geçiş.}$$

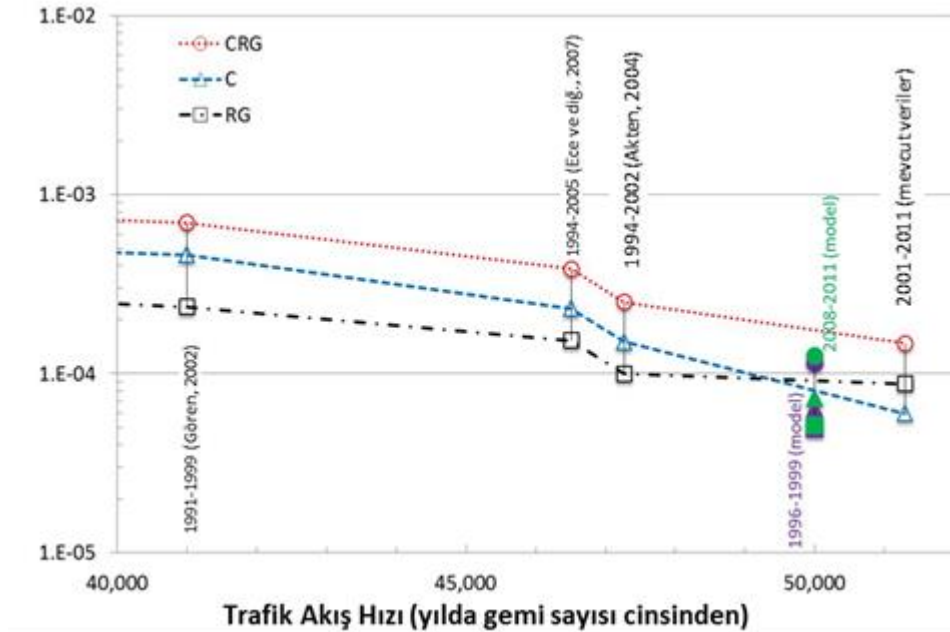
Mevcut kolay manevra yapabilen kuru yük gemileri tipik boyutlarının belirlenmesi için incelenmiştir. Az miktarda değişkenlikle birlikte, tipik bir boru döşeme gemisinin boyutları şöyledir: LOA=177m, su çekme mesafesi=10,2 m ve DWT= 32.652 (Tablo 1). Bu raporun kalan kısımlarında, risk analizi LOA sınıfı ve 177m'lik bir gemi için yapılacaktır.

Tablo 1. Kolay manevra yapabilen kuru yük gemilerinin tipik özellikleri (32 aktif gemiye göre)

	Minimum	Maksimum	Ortalama
DWT (metrik ton)	27.276	38.200	32.652
LOA (m)	169	180	177
Su çekme mesafesi (m)	9,7	10,9	10,2

4 İstanbul Boğazı'ndan Geçen Boru Tedarik Gemisinin Kaza Yapma Olasılığı

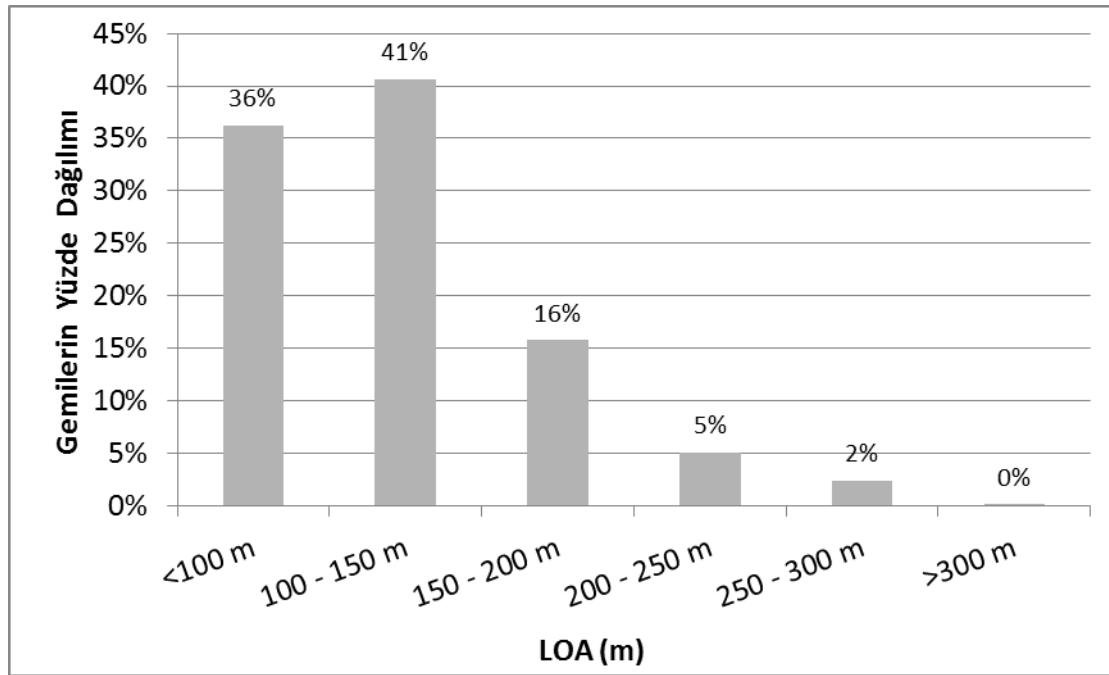
Otay and Özkan (2013) tarafından İstanbul Boğazı'ndaki kaza istatistiklerini bildiren geçmiş çalışmaların incelenmesi, analizin yapıldığı zamana ve Boğaz'da ölçülen trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak 5×10^{-5} ila 7×10^{-4} arasında kaza olasılıklarına işaret etmektedir. Şekil 2, 1950'lerdeki erken kayıtlardan 1990'lara kadar, başlangıçtaki bir artışla birlikte yaygın dağılım göstermektedir. Boğazlarda trafik yönetim sisteminde (VTS) ve transit gemilerin seyir teknolojilerindeki yakın geçmişte görülen iyileşmeler sayesinde, kaza olasılığı son yirmi yılda artan trafik yoğunluğuna rağmen düşmeye başlamıştır.



Şekil 2. İstanbul Boğazı'ndaki kaza olasılığı ve trafik akış oranlarının yakın tarihteki değişimi

En güncel koşulların hesaplanabilmesi için, 2001-2011 döneminde İstanbul Boğazı'nda Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından toplanan trafik

verileri ve kaza kayıtları analiz edilmiştir. Trafik istatistikleri transit geçiş yapan gemilerin %16'sının uzunluğunun 150 m ile 200 m arasında olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Toplam kazaların aynı orana (%16) sahip olmasının, bu uzunluk sınıfındaki gemilerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, boru döşeme gemisi için kaza olasılığının, Boğaz'daki genel kaza olasılığı ile aynı olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 3. 2008 ile 2011 yılları arasında İstanbul Boğazı'ndan geçen gemilerin LOA dağılımı (Türkiye Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'ndan alınan veriler)

2001 ile 2011 yılları arasında Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından toplanan uzun vadeli kaza kayıtları çarpışma, bindirme ve karaya oturma gibi farklı kaza türleri için farklı olasılıklar sergilemektedir (Tablo 2). Boru döşeme gemisinin Boğaz'dan her geçiş için çarpışma, bindirme ve karaya oturma dahil genel kaza olasılığının $1,58 \times 10^{-4}$ olduğu sonucuna varılabilir.

Tablo 2. 2001 ile 2011 yılları arasında Boğaz'da kaydedilen CRG kazaları (Türkiye Denizcilik Müsteşarlığı verileri, 2012)

	Çarpışma (Ç)	Bindirme (B)	Karaya Oturma (KO)	ÇB (Ç+B)	ÇBKO (Ç+B+ KO)
2001 ile 2012 yılları arasındaki kaza sayısı	40	14	36	50	90
Yıl başına kaza sayısı	3,60	1,26	3,24	4,50	8,10
Kazaların % dağılımı	%44	%16	%40	%56	%100
İstanbul Boğazı'ndan geçen 100.000 gemi başına kaza sayısı	7,02	2,46	6,32	8,78	15,80

4.1. PSV'nin Kendi Riski

Bir yıl içerisindeki toplam gemi geçişi sayısı: 51.266

Bir yıl içerisindeki toplam kaza sayısı: 8,1

150-200 m'lik LOA sınıfı bir geminin bir geçişindeki kaza olasılığı:

$$p = 8,1/51.266 = 1,58 \times 10^{-4} \quad (1)$$

150-200 m'lik LOA sınıfı gemilerin toplam Boğaz trafiğindeki payı: %16

Yıl başına 150-200 m'lik LOA sınıfı gemi geçişi sayısı: 51.266 x %16 = 8201

Bir yıldaki PSV geçiş sayısı = 120

Bir yıl içerisindeki beklenen gemi sayısı = $(1,58 \times 10^{-4}) \times 120 = 0,019$

İnşaat süresi = 3 years

Tüm inşaat boyunca toplam PSV geçiş sayısı = 360

Tüm inşaat boyunca beklenen PSV kaza sayısı = $(1,58 \times 10^{-4}) \times 360 = 0,057$

Bir yıl içerisinde ve tüm inşaat süresince boru döşeme gemisi kazası olasılığı:

$$P(1 \text{ yılda kaza}) = 1 - (1 - p)^N = 0,0188 \quad (2a)$$

$$P(\text{inşaat süresince kaza}) = 1 - (1 - p)^N = 0,0553 \quad (2b)$$

4.2. Boru Döşeme Gemisinin Boğaz için Oluşturduğu İlave Risk

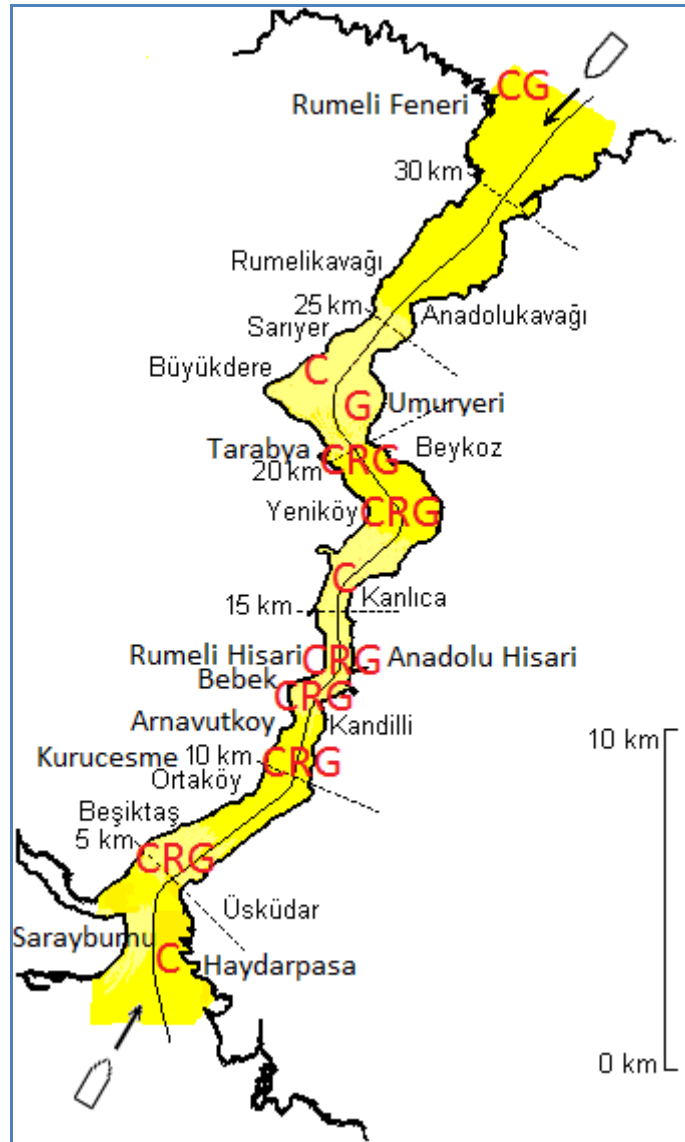
Her yıl ilave 120 boru döşeme gemisi geçişi, şu anda 100.000 gemi için 15,80 olarak verilen Boğaz'daki toplam kaza sayısını iki şekilde etkileyebilir. Bunlardan ilki, seçilen boru döşeme gemisi, Boğaz'dan geçen kendi boyundaki tipik gemilere

göre daha kazaya yatkın olduğu takdirde geçerli olacaktır. Bunun söz konusu olmadığını varsayarsak, ikinci olarak etkinin şiddeti kontrol edilmelidir.

Teorik olarak dar bir geçitteki kaza olasılığı, trafiğin hacmiyle (bir yıldaki geçiş sayısı) birlikte lineer veya kuadratik olarak artış gösterir. Tam güç ilişkisi kazaların türüne (çarpışmaya karşılık bindirme ve karaya oturma), seyir düzenlemelerine (tek yönlüye karşılık çift yönlü trafik) ve trafik saturasyon düzeyine bağlıdır (Tan ve Otay, 1999). Sonuç olarak, Boğaz'ın genel kaza olasılığı 0 ile $7,59 \times 10^{-7}$ arası bir miktarda artış gösterebilir.

5 Risk Azaltma

Kaza riskini azaltabilen operasyon önlemlerinin yanı sıra (boru döşeme gemisinin geçişi sırasında Türkiye denizcilik otoritelerinin dışarıdan desteğini gerektirir), bir Boğaz risk haritası, Boğaz'daki geçmiş kazaların coğrafi yoğunluklarının belirlenmesine yardımcı olabilir. Şekil 4, geçmiş kaza kayıtlarından alınan kaza türleri ve yoğunluklarını göstermektedir.



Şekil 4. 1982 ile 2003 yılları arasında Boğaz'da ölçülmüş CRG yoğunluklarının çizimi(1)
(Akten, 2004 ve Ece et al., 2007 tarafından çizilmiş haritalardan alınmıştır)

(1) demir atma/yanışma kazaları dahil; yerel trafikle ilişkili kazalar hariç.

Benzer şekilde, çarpışma (Ç), bindirme (B) ve karaya oturma (KO) gibi farklı kaza türleri için aynı sıcak noktalar Tablo 3'te listelenmiştir.

Tablo 3. Sıcak nokta konumları ve kaza türleri (Akten, 2004 ve Ece et al., 2007 çalışmalarından alınan veriler)

Sıcak Noktalar ⁽¹⁾	Kaza Yoğunlukları
Sarıyer/ Büyükdere	Ç
Umuryeri	KO
Tarabya	ÇBKO
Yeniköy	ÇBKO
Kanlıca	Ç
Rumeli-Anadolu Hisarı	ÇBKO
Bebek/Arnavutköy-Kandilli	ÇBKO
Kuruçeşme	ÇBKO
Beşiktaş/Dolmabahçe-Üsküdar	ÇBKO

⁽¹⁾ demir atma/yanışma kazaları ve lokal trafikle ilişkili kazalar hariç.

6 Kaynaklar

- Akten, N. (2004) Analysis of shipping casualties in the Bosphorus, *Journal of Navigation*, **57** (3), 345-356.
- Ece, N.J., Sözen, A., Akten, N. and Erol, S. (2007) A Tricky conduit for safe navigation – The Strait of Istanbul, *European Journal of Navigation*, **5** (1), 17-26.
- Gören, G.E. (2002) Investigation of maritime accidents in the Istanbul Channel via logistic regression and simulation, M.S. Thesis, Boğaziçi University.
- NTV Archives (2001) <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/98083.asp>
- Otay and Ozkan (2013) A Physics-based Stochastic Model of Maritime Casualties in the Strait of Istanbul, *Reliability Engineering & System Safety*. (under review).
- Tan, B. and Otay, E.N. (1999) Modeling and analysis of vessel casualties resulting from tanker traffic through narrow waterways, *Naval Research Logistics*, **46**, 871-892.
- Türkiye Denizcilik Müsteşarlığı (2012) Türkiye Boğazlarından geçen gemi istatistikleri, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara, Türkiye, <http://www.denizcilik.gov.tr/dm/istatistikler/DigerIstatistikler/>