

Ek 13.1: Denizcilik Risk Değerlendirmesi ve Petrol Dökülmesi Modellemesi

Denizcilik Risk Değerlendirmesi

Proje'nin İnşaat ve İşletim Öncesi Aşamaları'na dahil olan Proje gemileri arasında derin sularda boru döşeme gemileri, boru taşıma gemileri ve destek gemileri bulunmaktadır. Proje Alanı'nda görevli olan gemiler, uygun olan her yerde MDO (denizcilik motorini) kullanacaktır.

Petrol döküntüleri şunlardan kaynaklanabilir:

- Planlanmış olan bir işletim faaliyeti sırasında meydana gelen beklenmeyen bir olay, denizde yakıt ikmali yapılırken yakıtın sızması gibi; veya
- Denizdeki bir Proje gemisinin dahil olduğu beklenmeyen bir olay veya kaza.

Denizdeki Proje gemilerinin dahil olduğu muhtemel beklenmeyen olaylar arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- Batma;
- Çarpışma;
- Yangın ve patlamalar.

Petrol dökülmesi, denizdeki Proje gemilerinin dahil olduğu beklenmeyen bir olayın kaçınılmaz bir sonucu değildir. Bir petrol döküntüsünün gerçekleşmesi için olaydan etkilenen geminin ciddi derecede hasara uğraması gerekmektedir. Çoğu durumda, zarar gören gemide kurtarma faaliyetleri gerçekleştirilecek; bu faaliyetler, kurtarma faaliyetleri sırasında petrol dökülmesini önlemek için petrolün giderilmesini içerecektir.

Aşağıda ayrıntıları verilen bu denizcilik risk değerlendirme yaklaşımının amacı:

- Mevcut tarihsel bilgiler temelinde bir petrol döküntüsünün gerçekleşmesi olasılığının tahmini olarak hesaplanması ve bu olasılıkların kategorilere ayrılması;
- Olası bir petrol döküntüsünün potansiyel sonuçlarının önemini tahmini olarak hesaplanması ve bu önem derecelerinin kategorilere ayrılması;
- Bir olasılık ve sonuç önem risk matrisinin oluşturulması; ve
- Çeşitli petrol dökülmesi senaryolarının değerlendirilmesi ve toplam risk derecelerinin tespit edilmesidir.

Petrol dökülmesi hidrodinamik modellemesi için seçilen bazı senaryolarla birlikte petrol döküntüsü risk taramasından elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmaktadır.

Petrol Dökülmesi Meydana Gelme Olasılığının Tahmini Olarak Hesaplanması

Deniz altına doğalgaz boru hatlarının inşaatı sırasında beklenmeyen olaylardan kaynaklanan petrol dökülmelerinin tarihsel oluşumu hakkında kendine özgü bir bilgi bulunmamaktadır. Petrol dökülmelerine ait çoğu bilgi, petrol ve gaz arama ve üretim faaliyetleriyle veya petrol tankerlerinin işletmeleri ile ilgilidir.

Su taşımacılığı kaza istatistiklerine OGP (Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Derneği) 434-10 sayılı, 10 Mart 2010 tarihli Risk Değerlendirme Verileri Rehberi Raporu'ndan (Ref. 13.1) ve EMSA

(Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı) Deniz Kazaları Değerlendirmesi 2010'dan (Ref.13.2) ulaşılabilir. 100¹ tonun üzerinde brüt tonajlı tüm ticari gemi tiplerinde tam hasara yol açmış ve ciddi ölüm ve yaralanmalarla sonuçlanmış olan beklenmeyen olaylarla ilgili olarak EMSA (Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı) Deniz Kazaları Değerlendirmesi 2010'dan elde edilen bilgiler Tablo A13.1.1'de verilmiştir.

Tablo A13.1.1 Gemilerde Meydana Gelen Beklenmeyen Olayların İstatistiksel Sıklığı

Beklenmeyen Olay	Genel Olasılık (Tüm Ticari Gemiler > 100 GT)	
	Tam Hasar	Ciddi Ölüm ve Yaralanma
Batma	1,4 x 10 ⁻³	-
Çarpışma	3,6 x 10 ⁻⁴	2,1 x 10 ⁻³
Yangın veya patlamalar	4,2 x 10 ⁻⁴	2,5 x 10 ⁻³
Diğer	2,4 x 10 ⁻⁴	1,4 x 10 ⁻³
TOPLAM	3,0 x 10⁻³	9,3 x 10⁻³

Tablo A13.1.1'de verilen istatistiksel sıklıkların küresel ölçekteki tüm ticari gemi tipleri temel alınarak türetildiği unutulmamalıdır. Açık denizdeki petrol veya gaz tesisatlarının döşenmesinde görev alan gemilerin çarpışmalarına ilişkin bilgiler, 434-16 sayılı, 16 Mart 2010 tarihli OGP Risk Değerlendirme Verileri Rehberi Raporu'ndan (Ref. 13.1) elde edilebilir. Açık deniz boru hattının inşası sırasında boru parçalarının denizdeki boru döşeme gemilerine başka gemilerle tedarik edilmesi petrol üretimi sırasında gerçekleştirilen tedarik gemisi faaliyetleriyle benzer noktalara sahip olduğu için bu referansa başvurulmuştur.

Yukarıdaki veri kaynaklarında ve Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı (EMSA) gibi diğer kaynaklarda ihmal edilen önemli bir nokta (Ref. 13.2), gemi zayıflarından kaynaklanan petrol dökülmelerinin sıklığıdır. Daha öncede belirtildiği üzere, bir petrol dökülmesi gemi zayıflarının kaçınılmaz bir sonucu olmaktan çok uzaktır. Petrol döküntüsünün meydana gelmesi için karaya oturan bir geminin çok ciddi hasar görmüş olması gerekir ve gemilerin deniz tabanında yumuşak sediman üzerine oturması gibi bazı durumlarda petrol dökülmesi doğal olarak beklenmemektedir. Bununla beraber, aynı geminin sivri kayalar üzerine oturması halinde petrol dökülmesi meydana gelme riski daha yüksek olacaktır.

Tablo A13.1.2'de açıklandığı şekilde farklı beklenmeyen olayların istatistiksel sıklıkları 'ham' risk girdileri olarak kullanılmıştır ve Proje gemilerinin durumları, aşağıdaki olayların, tahmini sayısal olasılıklarının ayarlanmasında kullanılmıştır:

- Bir Proje gemisinin dahil olduğu beklenmeyen bir olay; ve
- Beklenmeyen bir olaydan kaynaklanan bir petrol dökülmesi.

¹ Proje gemilerinin brüt tonaj ağırlıkları 50 ton ila 172.000 ton arasında değişmektedir.

Bir Proje Gemisinde Beklenmeyen Bir Olayın Meydana Gelme İhtimali

Deniz altındaki boru hatlarının inşaatında yer alan Proje gemilerinin risk profili, dünyanın herhangi bir yerinde çalışan ticari gemilerin risk profilinden biraz farklıdır ve inşaatın hangi aşamasında çalıştıklarına bağlı olarak değişmektedir.

Boru hattı döşendikçe, boru döşeme gemisine deniz üzerinde boru parçalarının tedarik edilmesi gerekecektir. Bu durum, boru tedarik gemilerinin boru parçalarını teslim etmek için boru döşeme gemilerine yakın şekilde manevra yapmalarını gerektirecektir. Denizde gemilerin birbirlerine yakın manevra yapmaları, gemi mürettebatları bu tip faaliyetlerde uzman olsalar dahi, çarpışma riskini artırmaktadır.

Beklenmeyen Bir Olaydan Kaynaklanan Petrol Dökülmesi

Açık denizde boru döşeme gemisi çok büyük bir gemi olacaktır. Örneğin, *Saipem 7000'in* taşıyabileceği maksimum yakıt yükü 8,000 m³tür. Boru tedarik gemisi olarak kullanılacak gemi sınıfının taşıyabileceği maksimum yakıt yükü tipik olarak 1,000 ila 1,500 m³ arasında değişmektedir. Dolayısıyla, Proje gemilerinin ciddi hasar görmeleri halinde petrol dökülmesi oluşma riski çok açık olarak mevcuttur.

Varolan sınırlı verilere göre, denizde meydana gelen çoğu beklenmeyen olay nadiren petrol döküntüsüyle sonuçlanmaktadır. Daha öncede belirtildiği üzere, beklenmeyen bir olaydan kaynaklı olarak bir gemide petrol dökülmesi meydana gelmesi olasılığı, olayı çevreleyen koşullara bağlıdır.

İstatistiksel olarak, oluşabilecek bir çarpışmanın iki Proje gemisi arasında gerçekleşmesi olasılığı büyüktür. Bunun nedeni Proje gemilerinin birbirlerine yakın mesafede hareket edecek olmalarıdır. Boru tedarik gemisiyle çok büyük bir açık deniz boru döşeme gemisi arasındaki bir çarpışma büyük olasılıkla boru döşeme gemisinde önemsiz bir hasarla sonuçlanacaktır, ancak boru tedarik gemisi ciddi hasar görebilir. Çoğu durumda, herhangi bir çarpışmanın bağlı hızı düşük, oluşturduğu hasar ise hafif olacaktır.

Proje gemilerinin üçüncü parti gemilerle çarpışması da bu değerlendirme sırasında dikkate alınmıştır. Projeye ilişkisi olmayan tam yüklü bir petrol tankerinin açık denizde boru döşeme gemisiyle çarpışmasını içeren senaryonun büyük miktarda ham petrol dökülmesiyle sonuçlanması ihtimal dahilindedir. Bunun meydana gelmesi için, boru hattı güzergahı çevresinde uygulanan girişe kapalı bölgenin ihlal edildiği durumların gerçekleşmesi gereklidir. Bu tip beklenmeyen bir olayın meydana gelme olasılığının ayrıntılı bir değerlendirme gerektirmeyecek kadar uzak olduğu düşünülmektedir.

Bir Petrol Dökülmesinin Gerçekleşme Olasılığının Derecesi

Bu bilgilerin, bir risk matrisi oluşturmak amacıyla kullanılabilmesi için, olayların istatistiksel ihtimalleri Tablo A13.1.2'de gösterildiği şekilde yedi kategoriye ayrılmıştır. 0, istatistiksel sıklığı yılda 1×10^{-6} olan "son derece uzak" bir olasılık derecesini temsil ederken, 7, istatistiksel sıklığı yılda 1 ila yılda 1×10^{-1} olan "çok olası" bir olayı temsil etmektedir.

Tablo A13.1.2 Olayların İstatistiksel Sıklık Derecesi

No.	Derece	Açıklama	İstatistiksel Olasılık
1	Son derece uzak	Daha önce gerçekleştirilmiş olan boru hattı projeleri sırasında benzer bir olay yaşanmamıştır ve son derece uzak olasılıklı olarak değerlendirilmektedir.	< yılda 1×10^{-6}
2	Uzak	Daha önce gerçekleştirilmiş olan boru hattı projeleri sırasında benzer bir olay yaşanmamıştır ancak ihtimal dahilinde olduğu değerlendirilmektedir.	yılda 1×10^{-5} - 1×10^{-6}
3	Hiç olası değil	Daha önce gerçekleştirilmiş olan bir boru hattı projesinde (endüstri içerisinde) benzer bir olay yaşanmıştır.	yılda 1×10^{-4} - 1×10^{-5}
4	Olası değil	Kurum dahilinde daha önce gerçekleştirilmiş olan bir boru hattı projesinde benzer bir olay yaşanmıştır.	yılda 1×10^{-3} - 1×10^{-4}
5	Mümkün	Proje ömrü boyunca olayın meydana gelebilme potansiyeli mevcuttur.	yılda 1×10^{-2} - 1×10^{-3}
6	Olması muhtemel	Proje ömrü boyunca olayın meydana gelmesi olasıdır.	yılda 1×10^{-1} - 1×10^{-2}
7	Çok olası	Proje ömrü boyunca olayın birkaç kez meydana gelmesi olasıdır.	yılda 1 - 1×10^{-1}

Bir Petrol Dökülmesinin Sonuçlarının Önem Derecesinin Hesaplanması

Bir petrol dökülmesinin yol açtığı sonuçların önem derecesi, birçok faktöre bağlıdır ve dökülen petrolün hacmi gibi tek bir parametreye bağlanamaz. Dökülen petrolün yol açtığı potansiyel zararın miktarı ve önem derecesi aşağıdakiler dahil birkaç faktöre bağlıdır:

- Dökülen petrolden etkilenen bölge;
- Etkilenen çevrenin hassasiyeti; ve
- Etkilenen bölgenin veya kaynakların normale dönmesi için gereken süre (yani, iyileştirme süresi).

Dökülen Petrolden Etkilenen Bölge

Dökülen petrolün etki bölgesi, hacmi ile orantılıdır, çünkü dökülen petrolün büyük bölümü hızla yayılarak deniz yüzeyinin geniş bir bölümünü kaplar. Yaygın şekilde kullanılan bir genellemeye göre, deniz yüzeydeki petrol kalıntılarının ortalama kalınlıkları 0,1 mm'dir ve 0,1 mm kalınlığındaki 1 m³ petrol hızla yayılarak 10.000 m² deniz yüzeyini kaplayabilmektedir. Bununla beraber, dökülen petrol homojen bir şekilde yayılmaz ve 0,1 mikrondan (0,0001 mm) daha düşük kalınlıktaki parlayan tabakaların su üzerinde emülsifikasyon yaratmaları halinde kalınlıkları

birkaç milimetreye kadar değişen parlak petrol tabakaları meydana gelir. 1 m³'lük bir petrol döküntüsü sadece 0,1 mikron kalınlığındaki parlayan tabakalar halinde deniz yüzeyindeki 10 km²'lik bir alana yayılabilir.

Bir petrol dökülmesinin sonuçlarının önem derecesinin hesaplanması amacıyla, petrol dökülmesinden etkilenen bölgenin kapsamı 1 - "yakın alanda" (en düşük sonuç önem derecesi) ve 4 - "Geniş alanda" arasında değişen 4 önem seviyesiyle derecelendirilmiştir (Tablo A13.1.3).

Tablo A13.1.3 Petrolden Etkilenen Bölge Kapsamının Önem Derecesi

Önem Derecesi	Petrolden Etkilenen Bölgenin Kapsamı
4	Geniş alan
3	Yaygın
2	Yerel
1	Yakın Alan

Petrol döküntüsünden etkilenen alan, göreceli olarak denizin yüzey alanına veya ilgili sahil hattının uzunluğuna bağlı olarak ifade edilebilir. Küçük, yarı kapalı bir su kütleindeki nispeten küçük hacimli bir petrol döküntüsü, kıydan uzakta bulunan çok daha büyük bir su kütleindeki aynı hacimli bir petrol döküntüsüne kıyasla deniz yüzeyinin veya sahil hattının daha büyük bir bölümünü etkileyecektir. Örneğin, küçük, yarı kapalı bir su kütleindeki nispeten küçük hacimli bir petrol döküntüsü su yüzeyinin büyük bir bölümüne yayılmışsa "geniş alana yayılmış" olarak kabul edilebilirken, Karadeniz'in açıklarındaki çok büyük hacimli bir petrol döküntüsü ise sadece "yaygın" olabilir.

Petrol rüzgarın ve dalgaların hareketi ile suda küçük damlacıklar halinde yayılır ve sediman parçacıklarıyla birleşerek deniz dibine birlikte çökerler. Bu petrolün bir kısmı biyolojik olarak veya UV nedeniyle bozunur. Bu süreçlere genel olarak ayrışma denir. Kıyıya ulaşan petrol daha yavaş ayrışacaktır ve dalgaların hareketi sonucunda sedimanla karışıp alt tabakayı (substrata) örtecektir. Daha ağır petroler dalgaların hareketi altında su emülsiyonlarında petrol oluşturabilirler ancak dizel emülsiyonlaşmaz.

Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti

Etkilenen çevrenin veya o çevredeki sosyo-ekonomik kaynakların hassasiyeti, bir petrol dökülmesi olayının sonuçlarının önemini etkileyecektir. Petrol dökülmelerinin birden fazla ekolojik yaşam ortamını ve organizmaları olumsuz yönde etkileme potansiyeli vardır. Dökülen petrolün etkileri arasında aşağıdakiler bulunmaktadır:

- Fauna ve floranın fiziksel olarak boğulması, örneğin su kuşlarının tüylerine petrol bulaşması ve süzerek beslenen faunanın beslenme filtresinin ve solunum organlarının tıkanması;
- Petrolün yiyeceklerle beraber yutulmasına bağlı zehirli etkiler, örneğin deniz dibi faunasını besleyen tortulardan veya tüylerini temizlemeleri sırasında kuşlar tarafından;

- Doğal olarak yayılan petrol ve suda kısmen çözünebilen bazı parçalar su sütununa yayılacaktır ve petrol döküntüleriyle bağlantılı olan çözünür kalıntıların seviyeleri genellikle düşük olsa da balık ve plankton gibi pelajik türleri etkileyebileceklerdir; ve
- Kıyı hattı ve sahildeki yaşam ortamları ve bu ortamlarla bağlantılı fauna ve flora genellikle petrol dökülmeleri sırasında ekolojik kaynaklardan en ciddi şekilde etkilenirler.

Bir petrol dökülmesinin sonuçlarının öneminin hesaplanması amacıyla, etkilenmiş olabilecek bölgenin hassasiyeti 1 - "Hassas değil" ve 3 - "Çok hassas" arasında değişen üç kategoriye derecelendirilmiştir (Tablo A13.1.4).

Tablo A13.1.4 Etkilenen Çevrenin Hassasiyetine Göre Önem Derecesi

Önem Derecesi	Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti
3	Çok hassas
2	Hassas
1	Hassas değil

Belirli ekolojik kaynak oluşturması nedeniyle veya çok sığ, etrafı karalarla çevrili bir su olan bir bölgede yayılan petrol sedimana dönüşebilir ve deniz dibinde yaşayan bentik canlıları olumsuz etkileyebilir, bu alan "Çok hassas" olarak sınıflandırılabilir. Kıyı hattının hassasiyeti kıyı hattı türüne bağlıdır; kayalık kıyılar, dalgalar sayesinde hızla temizlenen yüksek enerjili ortamlardır. Çamur tabakaları düşük enerjilidir ve dolayısıyla da daha hassastır.

İyileşme Süresi

Bir petrol dökülmesinin sonuçlarının öneminin göstergelerinden bir tanesi, etkilenen bölgenin veya etkilenen organizmaların normale dönmeleri için geçen süredir. Bu süre, birkaç farklı faktöre bağlıdır.

Bunlardan bir tanesi, petrolün fiziksel kalıcılığıyla ilgilidir. Petrol dökülmesinin, (eğer varsa) su sütunundaki organizmalar üzerindeki etkileri çok kısa süreli olma eğilimindedir. Dağılan petrol veya suda çözünen petrol bileşenleri çoğu durumda çevrelendiği su sütununda hızla çok düşük seviyelere inecektir. Kıyıya vuran petrol çoğunlukla çok daha kalıcıdır. Kalıcılığı belirleyen özelliklerden birisi, kıyının türü olacaktır. Açıkta kalan kayalık kıyılar, dalgalar sayesinde oldukça hızlı bir biçimde petrolden arınmış olacaktır, ancak çamur tabakaları gibi düşük enerjili kıyıların çevresinde petrol uzun bir süre kalacaktır.

Başka bir faktör ise etkilenen organizmaların yaşam öyküleri ve ekolojileridir. Düşük doğurganlığa ve petrole karşı hassasiyeti artıran spesifik yaşam ortamına sahip türler, daha doğurgan ve daha az spesifik gerekliliklere sahip türlere oranla petrolden daha fazla etkilenecektir.

Bir petrol dökülmesinin sonuçlarının öneminin hesaplanması amacıyla, geri kazanım veya onarım süresi 1 - "Günler veya haftalar" ile 5 - "5 yıldan fazla" arasında değişen beş kategoriye derecelendirilmiştir (Tablo A13.1.5).

Tablo A13.1.5 İyileşme Süresine Göre Önem Derecesi

Önem Derecesi	İyileşme veya Onarım Süresi
5	5 yıldan fazla
4	1 ila 5 yıl
3	Yaklaşık 1 yıl
2	Aylar
1	Günler veya haftalar

Toplam Derecelerin Elde Edilmesi için Önem Derecelerinin Birleştirilmesi

Beş genel olay önem seviyesinin elde edilmesi amacıyla (i) petrolden etkilenen bölgenin kapsamı, (ii) etkilenen bölgenin hassasiyeti ve (iii) etkilenen bölgenin iyileşme süresi için önem derecelerinin kapsamı birleştirilebilir (Tablo A13.1.6).

Tablo A13.1.6 Tüm Sonuçların Önem Derecesi

Toplam Önem Derecesi	Petrolden Etkilenen Bölgenin Kapsamı	Etkilenen Çevrenin Hassasiyeti	İyileşme veya Onarım Süresi	Puan
5 - Çok Önemli	Geniş alana yayılmış (4)	Çok hassas (3)	5 yıldan fazla (5)	12
	Yaygın (3)	Çok hassas (3)	5 yıldan fazla (5)	11
4 - Önemli	Geniş alana yayılmış (4)	Hassas (2)	1 ila 5 yıl (4)	10
	Yaygın (3)	Hassas (2)	1 ila 5 yıl (4)	9
	Lokal (2)	Çok hassas (3)	1 ila 5 yıl (4)	9
	Geniş alana yayılmış (4)	Hassas değil (1)	Yaklaşık 1 yıl (3)	8
3 - Ciddi	Yakın alan (1)	Çok hassas (3)	1 ila 5 yıl (4)	8
	Yaygın (3)	Hassas değil (1)	Yaklaşık 1 yıl (3)	7
	Lokal (2)	Hassas (2)	Yaklaşık 1 yıl (3)	7
2 - Orta	Lokal (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 birleşimi, aşağıdaki birleştirilmiş önem puanlarını oluşturmaktadır:

- 10 veya üzeri "Çok önemli" olarak sınıflandırılır ve toplam önem derecesi 5'tir;
- 8 veya 9 "Önemli" olarak sınıflandırılır ve toplam önem derecesi 4'tür;
- 6 veya 7 "Ciddi" olarak sınıflandırılır ve toplam önem derecesi 3'tür;
- 4 veya 5 "Orta" olarak sınıflandırılır ve toplam önem derecesi 2'dir;
- 1 ila 3 "Önemsiz" olarak sınıflandırılır ve toplam önem derecesi 1'dir;

Risk Matrisinin Hazırlanması

Daha sonra istatistiksel olabilirliğe (veya ihtimale) karşı, genel sonuç önem derecesinden oluşan bir risk matrisi Tablo A13.1.7'de gösterildiği şekilde hazırlanmıştır.

Tablo A13.1.7 Petrol Dökülmesi Risk Matrisi

Genel Sonuç Önem Derecesi	İstatistiksel Olabilirlik veya Olasılık						
	Son Derece Uzak 1	Uzak 2	Hiç Olası Değil 3	Olası Değil 4	Mümkün 5	Olabilir 6	Çok Olası 7
5 Çok Önemli	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 seviyesi, genel önem derecesi ile istatistiksel olasılık derecesinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Sonuçlar daha sonra aşağıdaki şekilde renk koduyla kodlanmıştır:

- 1 ila 9 arasında risk sonucu: kabul edilebilir (matriste yeşil renkli);
- 10 ila 16 arasında risk sonucu: istenmeyen (matriste sarı renkli); ve
- 18 ve üzeri risk sonucu: kabul edilemez (matriste kırmızı renkli);

Eleme Sonuçları ve Çıktıları

Proje'nin Türkiye Bölümü için olasılık dahilinde olan petrol dökülmesi senaryoları sadece Karadeniz açıkları için dikkate alınmıştır. Değerlendirilen inşaat faaliyetleri, boru döşeme faaliyetleriyle sınırlandırılmıştır.

Değerlendirilen beklenmeyen olaylar şu şekildedir:

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

Bu olaylar sırasında dökülen petrol miktarı gibi kabuller, hesaplanan genel risk derecesiyle birlikte Tablo A13.1.8'de ayrıntılarıyla verilmiştir.

Tablo A13.1.8 Olay Açıklaması ve Kabuller ve Genel Olay Risk Derecesi

Olay Açıklaması	Kabul	Meydana Gelen Dökülmelerin Genel Sıklığı	Sonuç / Önem	Genel Risk Derecesi
Karaya oturma	Mümkün değil.	-	-	-
Üçüncü taraf gemi ile çarpışma	2,000 m ³ lük mazot dökülmesi (altı saat boyunca akaryakıt kaybı).	Son Derece Uzak 1,25x10 ⁻⁶	Kapsam = Yaygın (3) Hassasiyet = Hassas değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	2
Proje gemisiyle çarpışma	750 m ³ lük mazot dökülmesi (altı saat boyunca akaryakıt kaybı).	Uzak 8,4x10 ⁻⁶	Kapsam = Yaygın (3) Hassasiyet = Hassas değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	4
Yakıt ikmali	10 m ³ lük MDO dökülmesi.	Mümkün 1x10 ⁻²	Kapsam = Civar bölge (1) Hassasiyet = Hassas değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ÖNEMSİZ	5
Batma	2.000 m ³ lük MDO dökülmesi (altı saat boyunca akaryakıt kaybı).	Olası Değil 1,5x10 ⁻⁴	Kapsam = Yaygın (3) Hassasiyet = Hassas değil (1) İyileşme = Günler/haftalar (1) = ORTA	8

Sığ suda gerçekleştirilen veya yakın manevra gibi faaliyetleri etkileyen faktörler hesaba katılmıştır ve bu değerlendirmelerin ışığında petrol dökülmesi olasılığı (genel gemicilik istatistiklerinden elde edilmiştir) 2 veya 3 ile çarpılmıştır. Benzer şekilde, petrol dökülmesi olasılığının düşürülmesinde münhasır bölgeler gibi mevcut kontrol tedbirlerini yansıtmak amacıyla petrol dökülmesi olasılığı 0,5 ile çarpılmıştır.

Daha sonra, her bir senaryo için dökülme alanıyla ilgili olarak sonuçların önemi hesaba katılmıştır.

Önemli bir başka faktör ise potansiyel petrol dökülmesi alanının doğal hassasiyetidir. Karadeniz açıkları MDO dökülmelerine karşı nispeten daha az hassas olacaktır.

Tablo A13.1.8, Karadeniz'in tabanında yapılan doğal gaz boru hattı inşaatlarının önemli bir petrol dökülmesi riski yaratmadığını göstermektedir.

Petrol Dökülmesi Modellemesi

Girdi verileri, modelleme parametreleri, modelleme senaryoları ve ilgili sonuçlar dahil olmak üzere kullanılan modelleme tekniklerinin ayrıntılarını veren petrol dökülmesi modellemesi (Ref. 13.3) gerçekleştirilmiştir.

Petrol dökülmesi modellemesi, Norveç'te SINTEF tarafından geliştirilen Petrol Dökülmesi Beklenmeyen Olay ve Müdahale (OSCAR) modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. OSCAR, rüzgarı, 3 boyutlu akım verilerini ve bir deşarjın fiziksel-kimyasal, zehirlenme ve biyolojik bozunma özelliklerinin modellendiği bileşene özel sonuç modelini temel alan bir yayılma modelinden oluşmaktadır. Dökülme senaryoları, değişken okyanus koşullarında hidrokarbonların davranışlarının nasıl değiştiğini sergileyen zamana bağlı hava ve akım verileriyle olasılıksal (stokastik) olarak analiz edilmiştir. Olasılıksal çıktılar kıyı hattı, yüzey ve su sütunu istatistiklerini incelemiştir. Hidrokarbonların kıyıya ulaşması bakımından en kötü durum olasılıksal simülasyonu için, hidrokarbon tabakalarının gelişimi, su sütunu konsantrasyonları ve kıyıya ulaşan petrol bakımından zaman içinde dökülmenin davranışının ve sonucunun öngörülmesi için deterministik bir model geliştirilmiştir.

Boru hattı güzergahının açık deniz kısmı boyunca bir petrol dökülmesinin herhangi bir konumda meydana gelmesi ihtimal dahilindedir. Bu tip bir dökülmenin en olası nedeni, bir Proje gemisinin başka bir Proje gemisiyle çarpışmasıdır, ancak bu tip bir çarpışma uzak olasılıklı olarak değerlendirilmektedir. Bu tip bir olayın petrol dökülmesine yol açma olasılığı daha da düşüktür, zira bir geminin mazotunun denize dökülmesine yol açacak derecede zarar görmesi için yüksek enerjili bir çarpışma gereklidir. Bir açık deniz petrol dökülmesinin meydana gelme olasılığının doğası gereği düşük olmasına rağmen, etkilenebilecek deniz yüzey alanının ve petrolün deniz yüzeyinde kalacağı sürenin hesaplanması için modelleme yapılmıştır.

Şekil A13.1.1'de gösterildiği gibi, Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesi dahilinde boru hattı güzergahı boyunca petrol dökülmesi modellemesi için dört konum seçilmiştir (Konum 1a, 1b, 2 ve 3). Her bir konumda meydana gelebilecek 2,000 m³'lük bir MDO dökülmesi için petrol dökülmesi modellemesi yapılmıştır.

Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesi'nin Bulgaristan'la Olan Sınırı Yakınlarında Petrol Dökülmesi Modellemesi (Açık Deniz 1a)

Model çıktıları Şekil A13.1.2'de gösterilmiştir. Karadeniz'deki lokal bir bölgenin dökülmenin gerçekleşeceği konumdan 128 km'ye kadar görünebilen >1 µm kalınlıktaki bir yüzey petrol kalıntısından etkileneceği öngörülmektedir. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Bulgaristan sularına erişmesi olasılığı %11'dir. Hidrokarbonlar 6 saat içinde Bulgaristan Münhasır Ekonomik Bölgesi'ne girebilirler. Dökülme konumundan azami 100 km uzakta, 50 ppb'den büyük çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve dolayısıyla bu konsantrasyonların Türkiye sahiline ulaşması beklenmemektedir. Konsantrasyonların local bölgelerde bu eşğin altına düşmesi azami 1,5 gün sürecektir (petrolün 50 ppb'den düşük su sütunu konsantrasyonlarında akut zehirli etkilerinin olması beklenmemektedir (Ref. 13.3)).

Petrolün kıyı şeridine eriştiği en kötü senaryolarda, petrolün zamanla yayılması, tipik gelişimi ve yüzey petrol kalıntısının ortaya çıkması ile petrolün kütle dengesi sonucunun öngörülmesi için deterministik modellemeden yararlanılmıştır. Modelleme, petrolün 5 gün sonra kıyı hattında geniş bir bölgeye ulaşabileceğini ancak son derece ayrılmış ve dağınık bir durumda buraya varacağını ve su sütununda görünür olmayacağını öngörmüştür.

Kuzeybatı Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesinde Petrol Dökülmesi Modellemesi (Açık Deniz 1b)

Model çıktıları Şekil A13.1.3'te gösterilmiştir. Karadeniz'in orta ölçekli bir bölümünün dökülmenin gerçekleşeceği konumdan 128 km'ye kadar görünebilen >1 µm kalınlıktaki bir yüzey petrol kalıntısından etkileneceği öngörülmektedir. Dökülme bölgesinden azami 105 km uzakta, 50 ppb'den büyük çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve dolayısıyla bu konsantrasyonların Türkiye sahiline ulaşması beklenmemektedir. Konsantrasyonların lokal bölgelerde bu eşğin altına düşmesi azami 2 gün sürecektir.

Bu belgede bulunan modelleme şekillerindeki renkli alanların bir petrol döküntüsünü takiben oluşabilecek bir petrol kalıntısı bölgesini temsil etmediği, bir yıllık met-okyanus verilerinin değişkenliğini temsil etmek için kullanılan 30 stokastik model temel alınarak herhangi bir konumda görünür hidrokarbon tabakalarının (kalınlık >1 µm) oluşması olasılığını gösterdiği vurgulanmaktadır.

Petrolün kıyı şeridine eriştiği en kötü senaryolarda, petrolün zamanla yayılması, tipik gelişimi ve yüzey petrol kalıntısının ortaya çıkması ile petrolün kütle dengesi akıbetinin öngörülmesi için deterministik modellemeden yararlanılmıştır. Modelleme, petrolün 5 gün sonra kıyı hattında geniş bir bölgeye ulaşabileceğini ancak son derece ayrılmış ve dağınık bir durumda buraya varacağını ve su sütununda görünür olmayacağını öngörmüştür.

Ukrayna Münhasır Ekonomik Bölgesi Sınırının Yakınlarında Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesinin Kuzeyinde Petrol Döküntüsü Modellemesi (Açık Deniz 2)

Model çıktıları Şekil A13.1.4'te gösterilmiştir. Karadeniz'in orta ölçekli bir bölümünün döküntünün gerçekleşeceği bir konumdan 115 km'ye kadar görünebilen >1 µm kalınlıktaki bir yüzey petrol kalıntısından etkileneceği öngörülmektedir. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Ukrayna sularına erişmesi olasılığı %20'dir. Hidrokarbonlar 5 saat içinde uluslararası sulara girebilirler. Deşarj konumundan azami 100 km uzakta, 50 ppb'den büyük çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve dolayısıyla bu konsantrasyonların Türkiye sahiline ulaşması

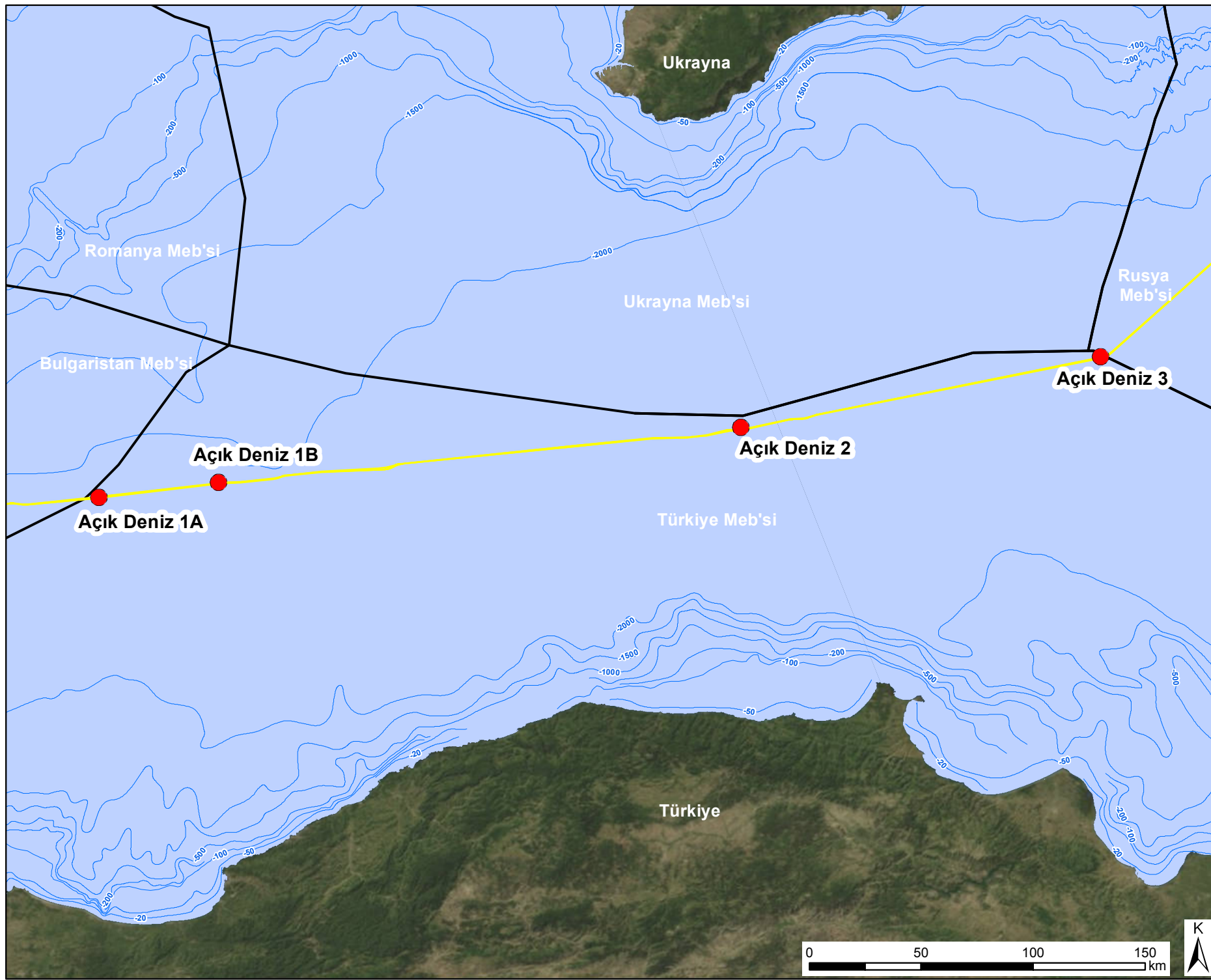
beklenmemektedir. Konsantrasyonların yerel bölgelerde bu eşiğin altına düşmesi azami 1,5 gün sürecektir.

Petrolün kıyı şeridinde eriştiği en kötü senaryolarda, petrolün zamanla yayılması, tipik gelişimi ve yüzey petrol kalıntısının ortaya çıkması ile petrolün kütle dengesi akıbetinin öngörülmesi için deterministik modellemeden yararlanılmıştır. Modelleme, petrolün 5 gün sonra kıyı hattında geniş bir bölgeye ulaşabileceğini ancak son derece ayrılmış ve dağınık bir durumda buraya varacağını ve su sütununda görünür olmayacağını öngörmüştür.

Ukrayna ve Rusya Münhasır Ekonomik Bölgesi Sınırlarının Yakınlarında Türkiye Münhasır Ekonomik Bölgesinin Kuzeyinde Petrol Döküntüsü Modellemesi (Açık Deniz 3)

Model çıktıları Şekil A13.1.5'te gösterilmiştir. Karadeniz'in orta ölçekli bir bölümünün dökülmenin gerçekleşeceği konumdan 96 km'ye kadar görünebilen > 1 µm kalınlıktaki bir yüzey petrol kalıntısından etkileneceği öngörülmektedir. Görünür yüzey hidrokarbonlarının Rusya sularına erişmesi olasılığı %33, Ukrayna sularına erişmesi olasılığı ise %10'dur. Hidrokarbonlar 1 saat içinde uluslararası sulara girebilirler. Dökülme konumundan azami 68 km uzakta, 50 ppb'den büyük çözünmüş su sütunu konsantrasyonları öngörülmektedir ve dolayısıyla bu konsantrasyonların Türkiye sahiline ulaşması beklenmemektedir. Konsantrasyonların yerel bölgelerde bu eşiğin altına düşmesi azami 1,5 gün sürecektir.

Petrolün kıyı şeridinde eriştiği en kötü senaryolarda, petrolün zamanla yayılması, tipik gelişimi ve yüzey petrol kalıntısının ortaya çıkması ile petrolün kütle dengesi akıbetinin öngörülmesi için deterministik modellemeden yararlanılmıştır. Modelleme, petrolün 3 gün sonra kıyı hattında geniş bir bölgeye ulaşabileceğini ancak son derece ayrılmış ve dağınık bir durumda buraya varacağını ve su sütununda görünür olmayacağını öngörmüştür.



Lejant

- Petrol Dökülmesi Modelleme Konumları
- Eşderinlik Eğrileri
- Münhasır Ekonomik Bölge Sınırı

Güney Akım Açık Deniz Boru Hatlarının Türkiye Bölümü

- Önerilen Açık Deniz Boru Hatları

Projection: Lambert Conformal Conic

Revision Details	By	Check	Date	Suffix

Purpose of Issue: For Information

Client: **South Stream**
Offshore Pipeline ENERGYING EUROPE

Project Title: **GÜNEY AKIM AÇIK DENİZ BORU HATTI**

Drawing Title: **PETROL DÖKÜLMESİ MODELLEMESİ SALIM KONUMLARI**

Drawn	Checked	Approved	Date
DH	MW		03/06/2014

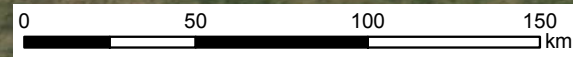
URS Internal Project No: 46369082
Scale @ A4: 1:2.200.000

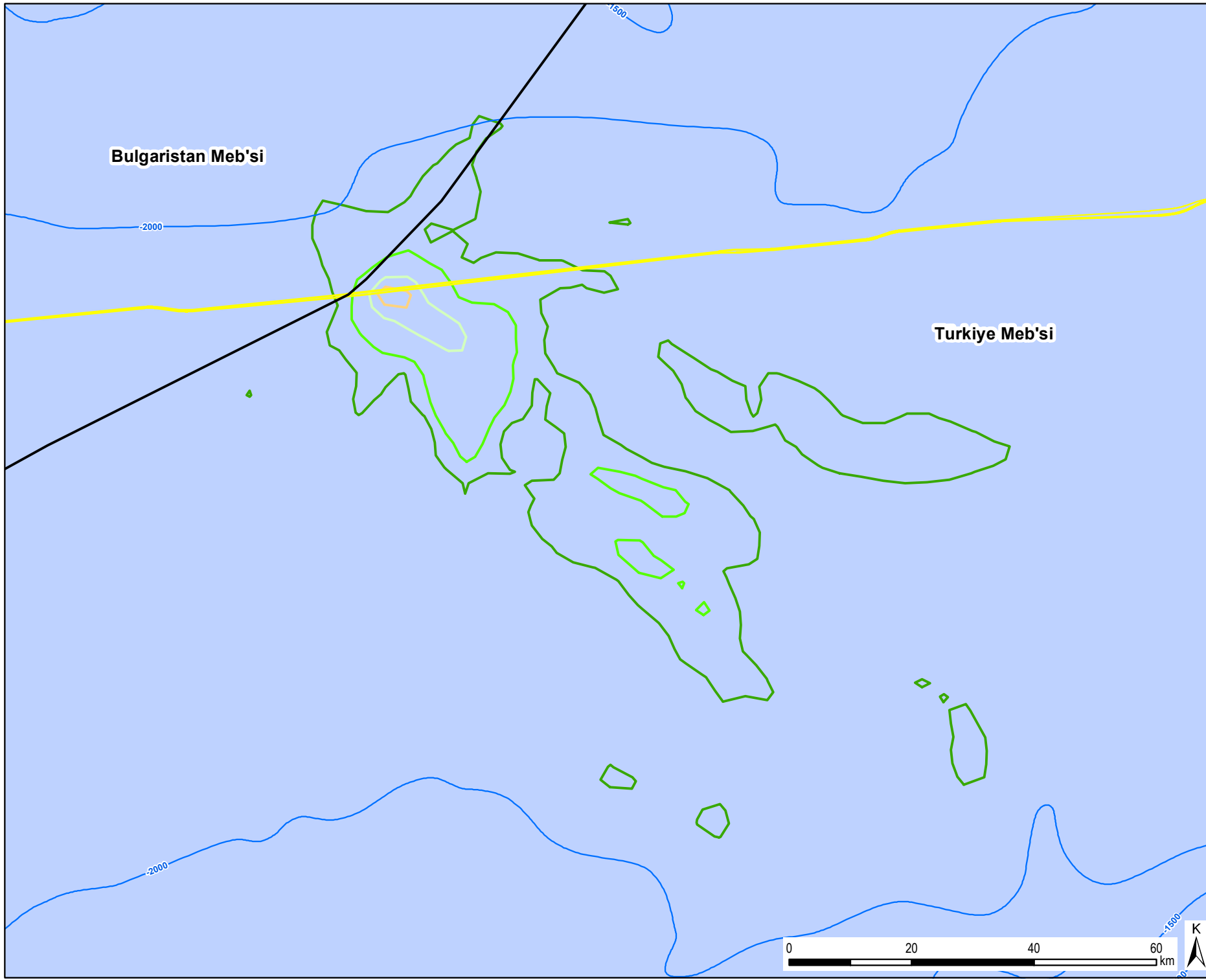
This document has been prepared in accordance with the scope of URS' appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. URS accepts no liability for any use of this document other than by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only written dimensions shall be used.
© URS Infrastructure & Environment UK Limited

URS Infrastructure & Environment UK Limited
Scott House
Aurigen Link, Basingstoke
Hampshire, RG21 7PP
Telephone: (01256) 310200
Fax: (01256) 310201
www.urscorp.com

URS

Drawing Number: **ŞEKİL 13.1.1**





Lejand
Güney Akım Açık Deniz Boru Hattının Türkiye Bölümü

Önerilen Açık Deniz Boru Hatları

Olasılık (%)

- 5
- 10
- 20
- 30

Münhasır Ekonomik Bölge Sınırı

Eşderinlik Eğrileri

Projection: Lambert Conformal Conic

Purpose of Issue: For Information

Client: **South Stream**
Offshore Pipeline ENERGYING EUROPE

Project Title: **GÜNEY AKIM AÇIK DENİZ BORU HATTI**

Drawing Title: **2.000 M³LÜK BİR ALANDA AÇIK DENİZDE DENİZ DİZEL YAKITI (MDO) DÖKÜLMESİ SONRASI (AÇIK DENİZ 1A) GÖRÜNÜR YÜZEY TABAKASI OLASILIĞI (KALINLIK > 1 MM)**

Drawn	Checked	Approved	Date
AH	RW	MW	03/06/2014

URS Internal Project No: 46369082

Scale @ A4: 1:800,000

This document has been prepared in accordance with the scope of URS appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. URS accepts no liability for any use of this document other than by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only web-based dimensions shall be used.

© URS Infrastructure & Environment UK Limited

URS Infrastructure & Environment UK Limited
1500 House
Abercon Way, Basingstoke
Hampshire, RG21 7PP
Telephone: 01256 310200
Fax: 01256 310211
www.urscorp.com

URS

Drawing Number: **ŞEKİL 13.1.2**

Rev

Bulgaristan Meb'si

Turkiye Meb'si

Lejand
Güney Akım Açık Deniz
Boru Hattının Türkiye
Bölümü

— Önerilen Açık Deniz Boru
Hatları

Olasılık (%)

— 5
— 10
— 20
— 30
— 40

— Münhasır Ekonomik
Bölge Sınırı

— Eşderinlik Eğrileri

Projection: Lambert Conformal Conic

Purpose of Issue
For Information

Client
South Stream
Offshore Pipeline ENERGISING EUROPE

Project Title
GÜNEY AKIM AÇIK DENİZ BORU HATTI

Drawing Title
2.000 M³LÜK BİR ALANDA AÇIK DENİZDE DENİZ DİZEL YAKITI (MDO) DÖKÜLMESİ SONRASINDA (AÇIK DENİZ 1B) GÖRÜNÜR YÜZEY TABAKASI OLASILIĞI (KALINLIK > 1 MM)

Drawn	Checked	Approved	Date
AH	RW	MW	03/06/2014

URS Internal Project No.
46369082

Scale @ A4
1:800,000

This document has been prepared in accordance with the scope of URS appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. URS accepts no liability for any use of this document other than by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only written dimensions shall be used.
© URS Infrastructure & Environment UK Limited

URS Infrastructure & Environment UK Limited
5005 Route
Aldermore Lane, Basingstoke
Hampshire, RG23 7YF
Telephone: 01256 310200
Fax: 01256 310201
www.urscorp.com

URS

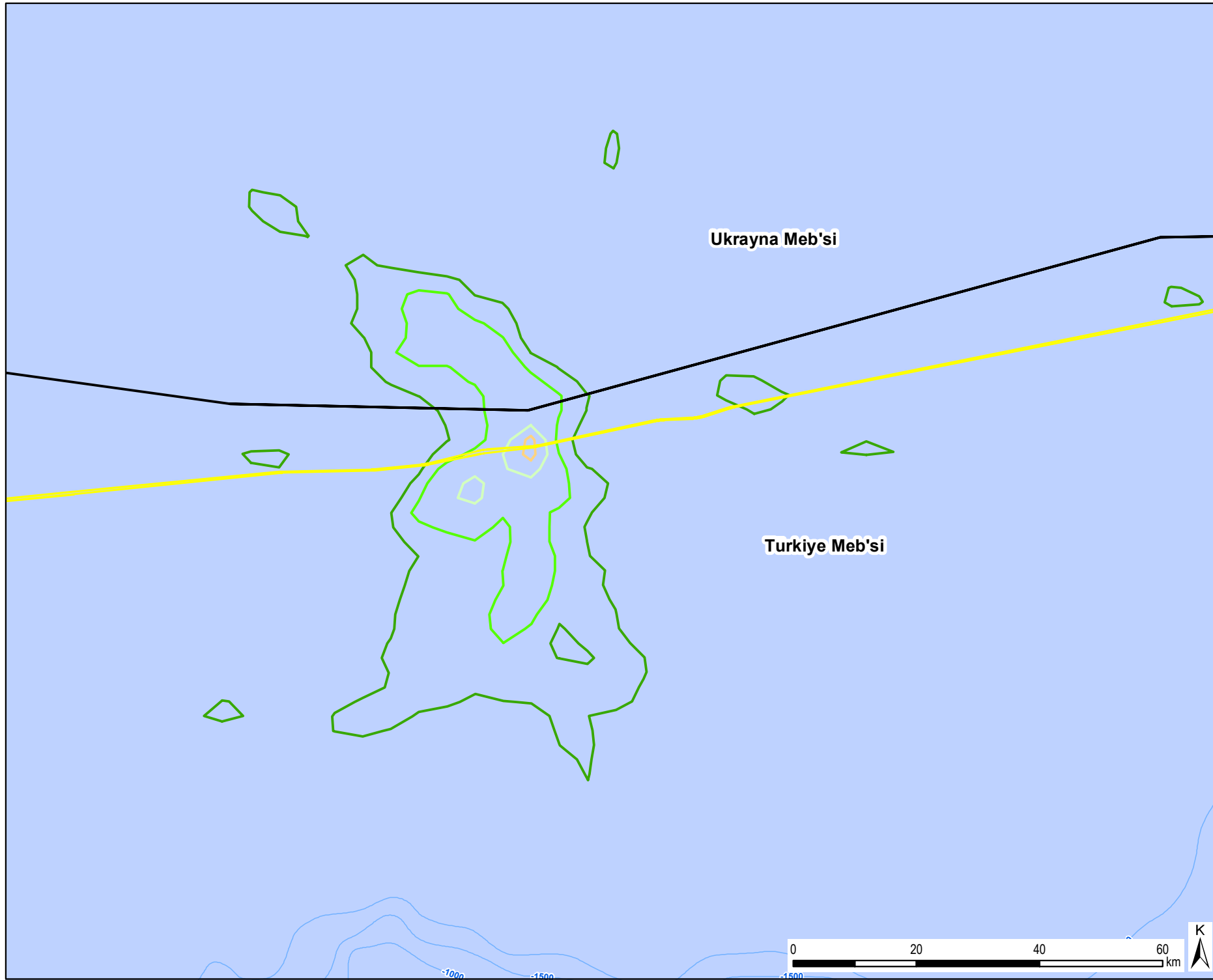
Drawing Number
ŞEKİL 13.1.3

Rev

0 20 40 60 km



Türkiye



Lejand
Güney Akım Açık Deniz Boru Hattının Türkiye Bölümü

— Önerilen Açık Deniz Boru Hatları

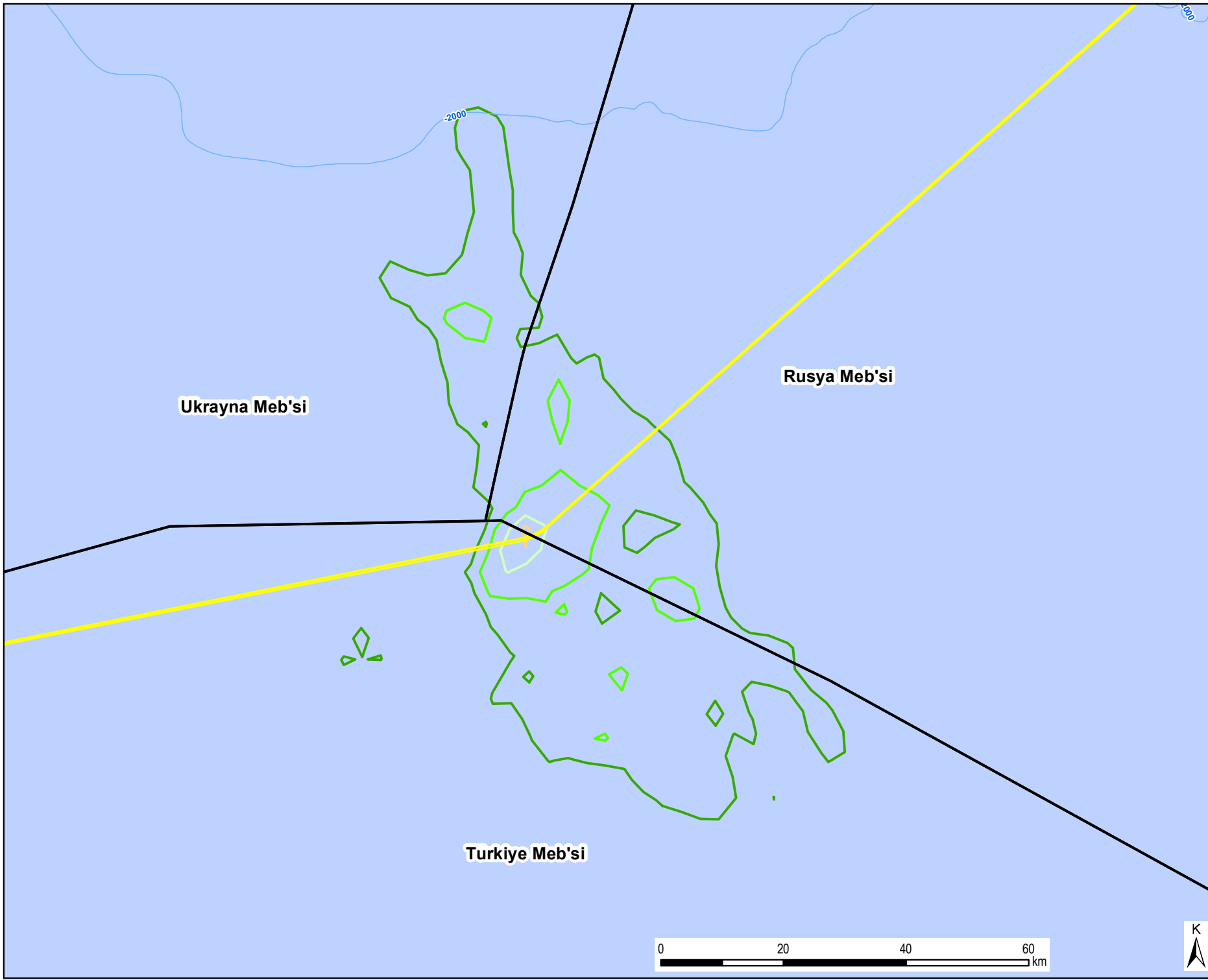
Olasılık (%)

5
10
20
30

— Münhasır Ekonomik Bölge Sınırı
— Eşderinlik Eğrileri

Projection: Lambert Conformal Conic
Purpose of Issue: For Information
Client: South Stream
Project Title: GÜNEY AKIM AÇIK DENİZ BORU HATTI
Drawing Title: 2.000 M³LÜK BİR ALANDA AÇIK DENİZDE DENİZ DİZEL YAKITI (MDO) DÖKÜLMESİ SONRASI (AÇIK DENİZ 2) GÖRÜNÜR YÜZEY TABAKASI OLASILIĞI (KALINLIK > 1 MM)
Drawn: AH, Checked: RW, Approved: MW, Date: 03/06/2014
URS Internal Project No.: 46369082, Scale @ A4: 1:800.000
This document has been prepared in accordance with the scope of URS' appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. URS accepts no liability for any use of this document other than by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only written dimensions shall be used.
© URS Infrastructure & Environment UK Limited
URS Infrastructure & Environment UK Limited
URS
Drawing Number: ŞEKİL 13.1.4, Rev:





Lejand
Güney Akım Açık Deniz Boru Hattının Türkiye Bölümü

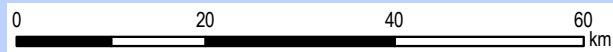
— Önerilen Açık Deniz Boru Hatları

Olasılık (%)

— 5
— 10
— 20
— 30

— Münhasır Ekonomik Bölge Sınırı
— Eşderinlik Eğrileri

Projection: Lambert Conformal Conic
Purpose of Issue: For Information
Client: South Stream
Project Title: GÜNEY AKIM AÇIK DENİZ BORU HATTI
Drawing Title: 2.000 M³LÜK BİR ALANDA AÇIK DENİZDE DENİZ DİZEL YAKITI (MDO) DÖKÜLMESİ SONRASI (AÇIK DENİZ 3) GÖRÜNÜR YÜZEY TABAKASI OLASILIĞI (KALINLIK > 1 MM)
Drawn: AH, Checked: RW, Approved: MW, Date: 03/06/2014
URS Internal Project No.: 46369082, Scale @ A4: 1:800,000
This document has been prepared in accordance with the scope of URS' appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. URS accepts no liability for any use of this document other than that by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only written dimensions shall be used.
© URS Infrastructure & Environment UK Limited
URS Infrastructure & Environment UK Limited
South House
Aeropa Link, Basingstoke
Hampshire, RG23 7PP
Telephone: 01256 310200
Fax: 01256 310201
www.ursglobal.com
Drawing Number: ŞEKİL 13.1.5, Rev: K



Referanslar

Sayı	Referans
Ref. A13.1	OGP (International Association of Oil & Gas Producers) Risk Assessment Data Directory Report No. 434-10, dated 10 March 2010. [OGP (Uluslararası Petrol ve Gaz Üreticileri Derneği) 434-10 sayılı, 10 Mart 2010 tarihli Risk Değerlendirme Verileri Rehberi Raporu.]
Ref. A13.2	EMSA (European Maritime Safety Agency) Marine Accident Review 2010. [EMSA (Avrupa Deniz Güvenliği Ajansı) Deniz Kazaları Değerlendirmesi 2010.]
Ref. A13.3	Black Sea Diesel and Fuel Release Modelling: South Stream Development. Genesis: Technical Note August 2013. [Karadeniz Dizel ve Akaryakıt Salımı Modellemesi: Güney Akım Geliştirilmesi. Başlangıç: Teknik Not Ağustos 2013.]

