

**M/V STRONTSIY GEMİ KAZASI SONRASINDAKİ DÖKÜLEN
YAKIT DAĞILIMININ BENZETİM MODELİ**

Ersan BAŞAR*

ÖZET

Türk Boğazlar Sisteminin (TBS) bir parçası olan İstanbul Boğazı, dar ve seyir açısından gemiler için riskli bir su yoludur. Yılda ortalama 50000 geminin geçiş yaptığı Boğaz, çevre açısından da risk altındadır. İstanbul Boğazı'nın kuzey giriş tarafında bulunan demir yerinde M/V STRONTSIY adlı yük gemisinin kötü hava şartlarına maruz kalarak sürüklenip kırılması sonucu 120 mt yakıt denize dökülmüştür. Olay sonrasında yapılan müdahaleler ile belli ölçekte yakıt deniz ortamından toplanarak temizleme çalışmaları yapılmıştır.

Kaza olan bölgede daha önce yapılan yakıt dağılım simülasyonları, bu kaza ile deneme fırsatı bulmuştur. Gerçekte oluşan dağılım ile yapılan yakıt dağılım simülasyonunun birbiri ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulanan simülasyon sonucunda kullanılacak bariyer kullanım tarzı ile temizleme aşamalarında kullanılan bariyerlerin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Böylelikle simülasyonun test edilme olanağı elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Petrol dökülmesi, simülasyon, gemi kazası

**SIMULATION OF OIL SPILL FROM M/V STRONTSIY SHIP
ACCIDENT**

ABSTRACT

The Istanbul strait, which is a part of Turkish Strait System (TSS), is a narrow and navigationally risky waterway for ships. Over 50000 vessels, on average annually use the Turkish Straits, which causes environmental risk to the strait. M/V STRONTSIY was drifted due to bad weather condition and broken up. As a result of this 120 mt oil was spilled to the sea. Cleaning was started by taken oil from sea surface just after accident

* Yrd.Doç.Dr., KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, ebasar@ktu.edu.tr

happened. This accident gave opportunity to test previously done simulations. As seen from simulation result, oil spill distribution is parallel to the real distribution happened after accident. Recommendation of usage of booms is very similar to the application of booms after accident.

Keywords: Oil spill, ship accident, simulation

1.GİRİŞ

Günümüzde petrol en önemli enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Petrol taşımacılığı deniz üzerinden veya boru hatları yardımı ile yapılmaktadır. Bu taşıma sürecinde, deniz kazaları oluşmakta ve sonucunda denize dökülen petrol ürünlerinden deniz ortamı ciddi boyutlarda kirlenmektedir. Denizlerdeki petrol sızıntıları, gemilerden dökülen petrol kalıntıları ve gemi kazaları sonrasında denize sızan petrolün deniz ekosistemi için zararlı etkiler oluşturduğu bilinmektedir. Bu etki petrolün miktarına, dağılım oranına, dağılan alan yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Deniz ortamında çok yaygın olan petrol kirlenmesi ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan bileşikler, ekosistem içerisindeki tüm organizmaları etkilemektedir. Deniz ortamında yaşayan değişik canlı türlerinin petrol ürünlerine karşı dayanıklılığı da farklıdır. Petrol ürünlerinin deniz canlıları üzerine toksik etkisi, doku ve hücrelerde birikim ve fizyolojik faaliyetleri etkilemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Denizde yaşayan canlıların yanı sıra su yüzeyini paylaşan kuşlarda yüzeyde oluşan film tabakasından etkilenmektedir (Clark, 1997: 25-51), (Polikarpov, G.G. *ve ark.* 1994: 15-42).

Gemi kazaları sonrası oluşan petrol dağılımının tespit edilmesi ve sonrasındaki hareketinin tahmin edilebilmesi çok önemlidir. Erken ve doğru müdahale oluşabilecek çevre kirliliklerini en aza indirme konusunda faydalı olacaktır. Bunun yanı sıra doğru ekipman kullanılması etkin müdahaleyi de sağlayacaktır. Beegle-Krause (1999: 1262-1266) tarafından, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 'da geliştirilen petrol dağılım modellemesi olan GNOMETM simülasyonunun deniz ortamında nasıl kullanılacağı ve sonuçların nasıl yorumlanması gerektiği konularında bilgi vermekle kalmayıp, deniz ortamındaki kazalarda simülasyonun kolaylıkla kullanılacağını ortaya koymaktadır. Başar *ve ark.* (2006: 388-400), İstanbul Boğazı için yapmış olduğu çalışmada GNOMETM simülasyonunu kullanarak, boğazda oluşabilecek kazalar sonrasındaki petrol dağılımını belirlemiştir. Çalışmada, tanker kazası sonrası petrol dağılımı için boğazın riskli yerleri ve etkin müdahale alanlarını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte

Başar (2006: 1127-1136), petrol yayılımı simülasyonunu liman sahası gibi kapalı alanlar içinde kullanmıştır. Engie ve Klinger (2007: 201–213), GNOME™ kullanarak kapalı bölgelerde petrolün hareketini ve yayılım hızını belirlemiş, bu hareketi bir takip sistemine entegre etmiştir.

İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde 3994 GRT lik M/V STRONTSIY adlı Rus bayraklı yük gemisi 12 Şubat 2004 tarihinde kötü hava şartlarına maruz kalarak demir taraması sonucunda Kilyos Aslan Burnu kıyılarında karaya oturarak kırılmıştır (DM, 2009). Kaza Sonrasında 120 mt yakıtın denize sızdığı bildirilmiştir ve yapılan çalışmalar ile yakıtın bir büyük bir bölümü kontrol altına alınarak yayılma önlenmiştir. M/V STRONTSIY gemisinin olay günü fotoğrafı Şekil 1 de ve sonrası ise şekil 2 de görülmektedir (MEKE, 2009 ve DKD, 2009).



Şekil 1. Gemi Oturma

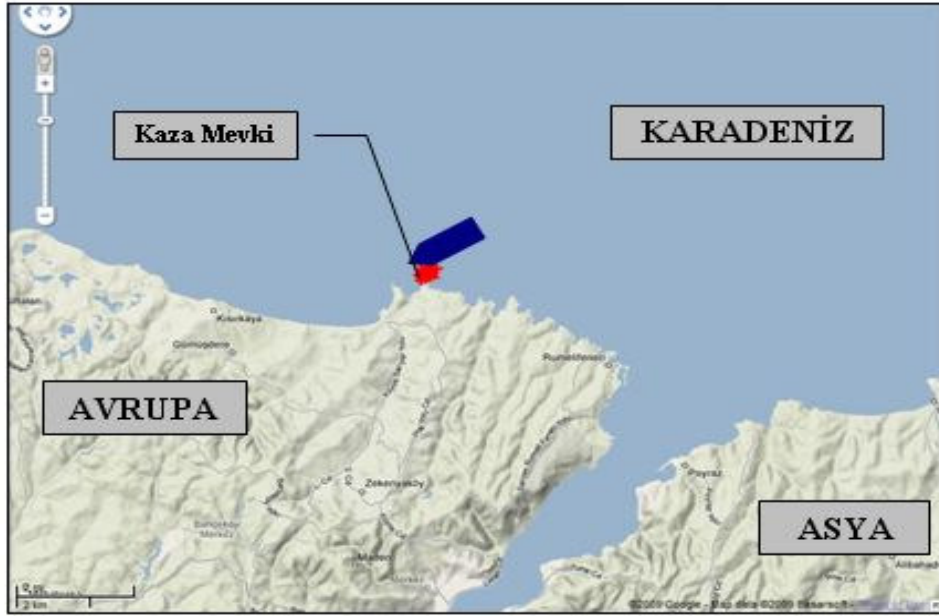


Şekil 2. Bariyer Döşeme Şekli

Kazanın olduğu bu bölgenin açıkları İstanbul Boğazı'nı kullanarak Karadeniz'den Marmara Denizi'ne geçmek amacı ile bekleyen gemilerin demir yeri olarak kullanılmaktadır. Hava şartlarının çok sert olduğu özellikle kuzeyli rüzgârlarda demirde bekleyen gemilerin risk altında olduğu bilinmektedir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı, İstanbul Boğazı'nın Kuzey girişinin batı yakasıdır (Şekil 3). Kazanın gerçekleştiği ve simülasyonun çalıştırıldığı bölgenin koordinatları Tablo 1' de verilmiştir.



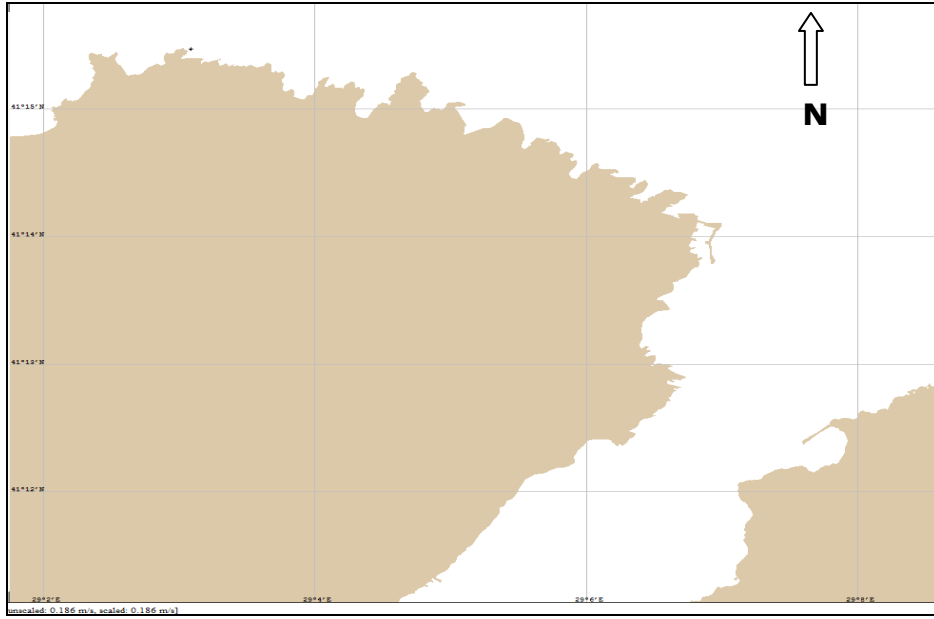
Şekil 3. Kaza Bölgesi

Tablo 1. Kaza Koordinatları

	Enlem	Boylam
Kaza Mevkii	41°15'28"N	29°03'04"E

Kazanın olduğu koordinatlarda çalıştırılan, NOAA tarafından geliştirilen petrol yayılımının zamansal ve alansal olarak dağılımını tespit etmeye yarayan GNOME™ adlı simülasyondur (Anonymous, 2001a). Bu

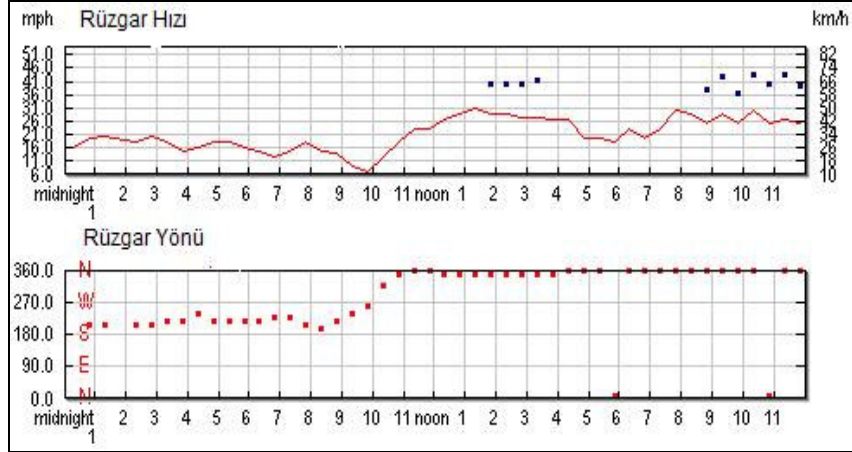
simülasyona rüzgâr, akıntı, gelgit değerleri uygun formatlarda girildikten sonra petrolün yüzeydeki hareketini hesaplayarak sonuca gitmektedir (Anonymous, 2001b). Kaza bölgesi, Mercator projeksiyonlu seyir haritası kullanılarak sayısal hale getirilmiştir. Haritanın sayısallaştırılmasında enlem ve boylam (Lat ve Long) olarak 450 nokta koordinat kullanılmıştır. Yüzey akıntıları her iki v^+ v^- yönündeki akıntı hızları m/sn olarak girilmiştir. İki boyutlu olarak girilen bu akıntı modelinde yönler (-) ve (+) olarak belirtilmiştir. Simulasyonun altlığını oluşturan bölgenin deniz haritası sayısal hale getirilmiştir. Sayısal hale getirilen harita Şekil 4 verilmiştir.



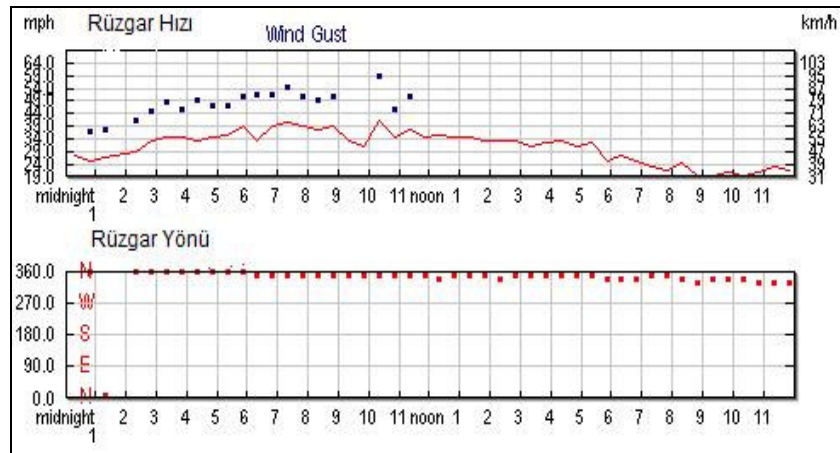
Şekil 4. Sayısallaştırılmış Deniz Haritası

2.1.Kaza Anındaki ve Sonrasındaki Meteorolojik Şartlar

Çevresel şartlar dökülen yakıtın takip edilmesi ve de yayılım yönü ve şeklinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Kaza günü (12 Şubat 2004) ve sonrası (13 Şubat 2004) için elde edilen meteorolojik veriler Tablo 2 ve 3 ile Şekil 5 ve 6 da 2 günlük süre için verilmiştir (WU, 2009). Rüzgâr yönü incelendiğinde kaza günü sabahında güney yönlü olan rüzgâr öğlen saatlerinde kuzey yöne dönerek hızını da artırmıştır. Bir sonraki gün ise rüzgâr aynı yönde esmeye devam ederken, hızında görülür bir azalma olduğu anlaşılmaktadır. Kazanın ilk gününde kapalı ve çok bulutlu olan hava durumunun ilerleyen saat ve günde sağanak kar ve ağır sağanak kar şekline dönüştüğü görülmektedir.



Şekil 5. 12 Ocak 2004 Tarihli Rüzgâr Yön ve Şiddeti (WU, 2009)



Şekil 6. 13 Ocak 2004 Tarihli Rüzgâr Yön ve Şiddeti (WU, 2009)

Hazırlanmış olan simülasyona kazanın olduğu planlanan tarihteki veya istenilen bir rüzgâr yönü ve şiddeti girilerek çalıştırılabilmektedir. Elde edilen çevresel şartlar doğrultusunda simülasyon 2 gün için çalıştırılmıştır. Saatlik değişen rüzgâr yönü ve şiddeti değişken olarak girilmiştir.

Tablo 2. 12 Ocak 2004 Tarihli Meteorolojik Veriler (WU, 2009)

Zaman (EET)	Sıcaklık	Görüş Uzaklığı	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Etkinlikler	Durum
12:20 AM	6.0 C°	10.0 km	GGB	7.2 m/s		Çok Bulutlu
2:20 AM	7.0 C°	10.0 km	GGB	8.2 m/s		Çok Bulutlu
3:50 AM	7.0 C°	10.0 km	GB	6.7 m/s		Çok Bulutlu
5:20 AM	6.0 C°	10.0 km	GB	8.2 m/s		Çok Bulutlu
6:50 AM	6.0 C°	10.0 km	GB	5.7 m/s		Çok Bulutlu
8:20 AM	5.0 C°	7.0 km	GGB	6.7 m/s	Yağmur	Hafif Sağanak Yağmur
10:50 AM	3.0 C°	6.0 km	Kuzey	8.2 m/s	Yağmur	Hafif Sağanak Yağmur
12:20 PM	2.0 C°	6.0 km	Kuzey	11.8 m/s	Kar	Hafif Sağanak Kar
1:20 PM	0.0 C°	3.0 km	Kuzey	13.9 m/s	Kar	Sağanak Kar
2:50 PM	-1.0 C°	0.7 km	Kuzey	12.3 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
4:20 PM	-1.0 C°	0.9 km	Kuzey	11.8 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
5:50 PM	-1.0 C°	1.6 km	Kuzey	8.2 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
8:20 PM	-2.0 C°	0.8 km	Kuzey	12.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
9:50 PM	-2.0 C°	0.6 km	Kuzey	11.3 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
11:50 PM	-1.0 C°	0.2 km	Kuzey	11.3 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar

Tablo 3. 13 Ocak 2004 Tarihli Meteorolojik Veriler (WU, 2009)

Zaman (EET)	Sıcaklık	Görüş Uzaklığı	Rüzgâr Yönü	Rüzgâr Hızı	Etkinlikler	Durum
12:20 AM	-2.0 C°	0.2 km	Kuzey	12.3 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
2:20 AM	-3.0 C°	0.1 km	Kuzey	12.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
3:50 AM	-3.0 C°	0.1 km	Kuzey	15.4 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
5:20 AM	3.0 C°	0.1 km	Kuzey	15.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
6:50 AM	-4.0 C°	0.1 km	Kuzey	17.5 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
8:20 AM	-4.0 C°	0.1 km	Kuzey	17.0 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
9:50 AM	0.0 C°	0.1 km	Kuzey	13.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
11:20 AM	-4.0 C°	0.1 km	Kuzey	17.0 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
12:50 PM	-4.0 C°	0.0 km	Kuzey	15.4 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
1:20 PM	-4.0 C°	0.1 km	Kuzey	15.4 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
2:50 PM	-5.0 C°	0.2 km	Kuzey	14.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
4:20 PM	-5.0 C°	0.3 km	Kuzey	14.9 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
5:50 PM	5.0 C°	1.2 km	KKB	11.3 m/s		Bilinmiyor
7:20 PM	-5.0 C°	0.7 km	Kuzey	10.3 m/s	Kar	Sağanak Kar
8:50 PM	-5.0 C°	0.3 km	KKB	8.7 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
10:20 PM	-5.0 C°	0.3 km	KKB	8.7 m/s	Kar	Ağır Sağanak Kar
11:50 PM	-5.0 C°	1.6 km	KKB	9.8 m/s	Kar	Sağanak Kar

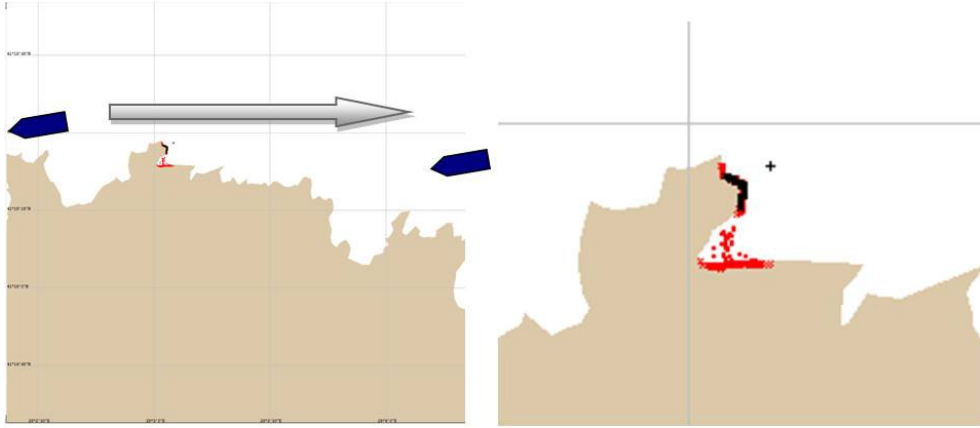
2.2.Kaza Sonrasındaki Petrolün Yayılımı

Kaza sonrasında kuzeyli rüzgârların ve bölgedeki akıntı karakteristikleri etkisi ile dökülen yakıtın kıyıya temas ettiği bildirilmiştir (MEKE, 2009). Hava şartları kazanın olduğu ilk 1 saat içerisindeki yakıtın hareketini izlemeye izin vermemesi nedeni ile ilk 60 dakikadaki gerçek yayılım hakkında veri elde edilememiştir. Buna karşın geminin kırılması ve 120 mt yakıtın denize dökülmesi sonucunda yakıtın çok Kilyos Aslan Burnu kıyılarına vurduğu bildirilmiştir (DM, 2009).

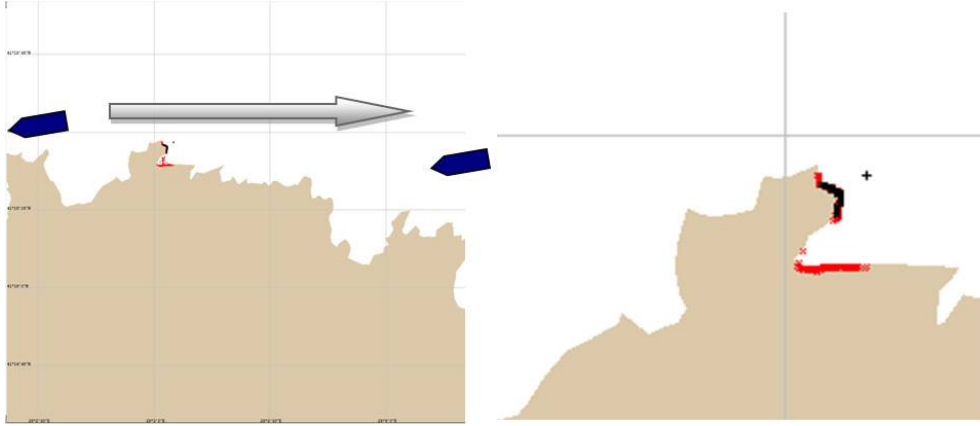
3.BULGULAR

Simülasyonun çalıştırıldığı kaza bölgesinde, Şekil 7 de 11 m/sn hızla kuzeyden gelen rüzgârın etkisi altındaki yakıt dağılımının ilk 1saat içindeki durumu görülmektedir. İlk 1 saat içinde yayılım güney yöne doğru hareket ettiği tespit edilmiştir. Şekil 8 de ise 14 m/sn hızda kuzeyli rüzgâra maruz kalan yakıtın dağılımı görülmektedir. İlk 24 saat içinde yakıtın tamamen kıyıya vurmuş olduğu gözlemlenmiştir.

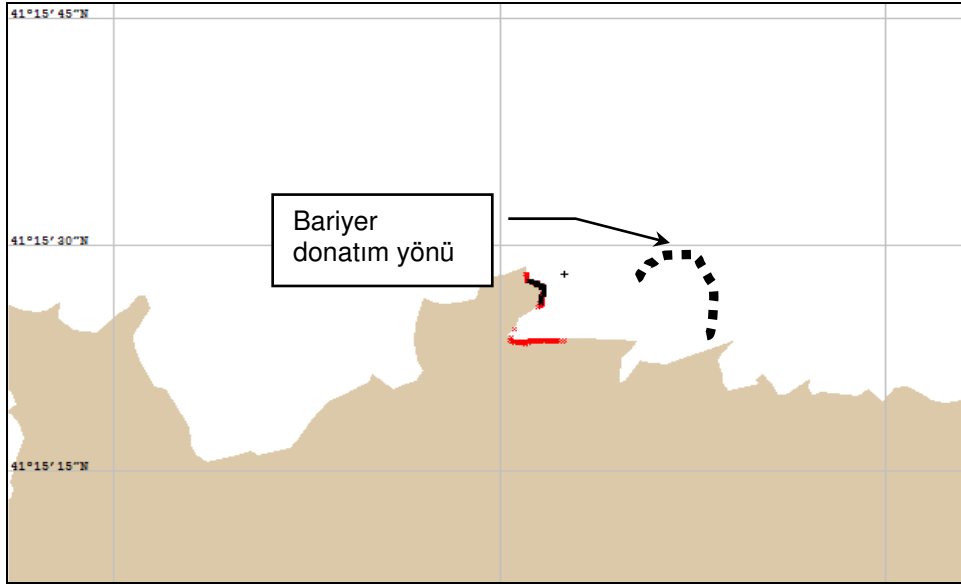
Petrolün yayılımını önlemek için kullanılacak bariyer yönü, Şekil 9'da verilmiştir. Bariyerin etkin çalışması için hızlı bir şekilde donatılması gerekmektedir. Bariyer yardımıyla toplanan petrol emiciler ve sıyrıcı (skimmer) kullanılarak toplanması fayda sağlayacaktır. Rüzgâr ve dalganın olay anında yüksek değerlerde olması nedeni ile seçilecek olan bariyerin özellikleri önem arz etmektedir.



Şekil 7. Kuzeyden 12 m/sn Rüzgâr 60. Dakika



Şekil 8. Güneyden 14 m/sn Rüzgâr 24. Saat



Şekil 9. Bariyer Donatım Şekli

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Petrol ve petrol ürünü taşıyan gemilerin kaza sonrasında denize sızdırdığı petrolün önemli bir kirlilik oluşturduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra gemi kazaları neticesinde gemilerin yakıt tanklarındaki yakıtın, deniz ortamına sızması da önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır.

M/V STRONTSIY adlı Rus bayraklı yük gemisi 12 Şubat 2004 tarihinde kötü hava şartlarına maruz kalarak demir taraması sonucunda Kilyos Aslan Burnu kıyılarında karaya oturarak kırılmış ve 120 mt yakıt denize dökülmüştür. Yapılan çalışmada, kaza öncesinde yakıtın denize

döküldüğü koordinatlarda hazırlanan petrol yayılım simülasyonu gerçek meteorolojik veriler kullanılarak çalıştırılmıştır. Simülasyon sonucunda yakıtın kontrol edilmesi amacı ile kullanılacak bariyerlerin yönü tespit edilmiştir. Dökülen yakıtın kuzeyli rüzgârlar etkisinde kalarak açık denize yönelmediği yapılan çalışmada ortaya konmuştur.

Simülasyon verileri ile gerçek yakıt yayılımının aynı olduğu gözlemlenmiştir. Simülasyon çıktılarında görüldüğü gibi, gerçekte de yakıtın, Kilyos Aslan Burnu kıyılarında sıkıştığı ve temizlik çalışmalarının bu bölgede yoğunlaştığı kaza raporlarında bildirilmiştir. Yapılan simülasyonun gerçek verilerle örtüşmüş olması simülasyonun gerçek veriler ile denenmesine olanak sağlamıştır. Yapılmış olan simülasyonun gerçek verilerle denenmesi ancak kazalar sonrasındaki yakıtın davranışının incelenmesi ile olabilmektedir. Bunun haricinde deney tanklarında benzetim yapılarak denenmesinin oldukça zor olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı M/V STRONTSIY kazası sonrası oluşan yakıt dağılımının simülasyonla eşdeğerlik göstermesi benzetim modelinin doğru çalıştığına göstergesi olmaktadır. Yapılmış olan simülasyon bu alan içerisinde ileride olabilecek kazalar sonrasındaki dökülmelerin hareketini önceden belirlemede etkin olarak kullanılma imkanı sağlayacaktır.

Denize petrol dökülmesi sonrasında müdahale şekli ve hızı çok önemlidir. Ancak müdahalenin yapılmasında doğru hareket tarzı kirliliğin en aza indirilmesinde önemli bir gerçektir. Bundan dolayı simülasyon yapılarak yakıtın zamansal ve alansal dağılımının tespiti doğru ve etkin müdahale imkanı tanıyacaktır. Bunun yanı sıra acil müdahaleyi yönetenlere de doğru karar verme konusunda yardımcı olacağı açıktır.

KAYNAKLAR

Anonymous (2001a) *User's Manual*, General NOAA Oil Modeling Environment, NOAA HAZMAT U.S. Coast Guard National, 77.

Anonymous (2001b) *User's Guide and Examples*, General NOAA Oil Modeling Environment, NOAA HAZMAT U.S. Coast Guard National, 21.

Başar, E. and Köse, E. (2003) Risk Assessment of Oil Tanker Unloading Point in the South-Eastern Black Sea-Trabzon Station, *Proceedings of the International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*, MEDCOAST 03, pp. 1127-1136, Ravenna, Italy.

Başar, E., Köse, E. and Güneroğlu, A. (2006) Finding Risky Areas for Oil Spillage after Tanker Accidents at Istanbul Strait, *Int. J. Environment and Pollution*, Vol.27, No.4, pp.388-400.

Beegle-Krause, C.J. (1999) GNOME NOAA's Next-Generation Spill Trajectory Model, *Oceans '99 MTS/IEEE Proceedings*, Escondido, CA: MTS/IEEE Conference Committee. vol. 3: pp. 1262-1266.

Clark, R.B. (1997) *Marine Pollution*, Clerandon Oxford Pres, Forth Edition, 161 p, London, England.

DKD, (2009) Deniz Koruyucuları Derneği Önemli Deniz Kirliliği Vakaları, <http://www.denizkoruyuculari.com/faaliyetler3.asp>

DM, (2009) T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi istatistik verileri <http://www.denizcilik.gov.tr/tr/istatistik/istatistik.asp>

Engie, K. and Klinger T. (2007) Modeling Passive Dispersal through a Large Estuarine System to Evaluate Marine Reserve Network Connections, *Estuaries and Coast*, 30(2):201–213.

MEKE, (2009) MEKE Deniz Temizliği, M/V STRONTSIY temizlik çalışmaları, <http://www.mekemarine.com/HTML/strontsiy.htm>

Polikarpov, G.G., Zaitsev, YU, P., Zats, V.I. ve Radchenko, L.A. (1994) Pollution of the Black Sea (Levels and sources), *In Proceeding of the Black Sea Symposium, Published by the Black Sea Foundation*, İstanbul, 15-42.

WU, 2009, Weather Underground, http://turkish.wunderground.com/history/airport/LTBA/2004/2/12/DailyHistory.html?req_city=NA&req_state=NA&req_statename=NA