



DEÜ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ DERGİSİ
Cilt: 12 Sayı: 1 sh. 87-95 Ocak 2010



ULAŞIM KAYNAKLI ÇEVRESEL RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN
BÜTÜNCÜL BİR YÖNTEM

(AN INTEGRATED METHOD
TO ASSESS ENVIRONMENTAL RISK OF TRANSPORTATION)

Gökdeniz NEŞER

ÖZET / ABSTRACT

Niceliksel olarak tanımlanabilmiş olan risk, bu riske karşı önlem alacak ve/veya riskle mücadele yöntemi geliştirip uygulayacak kullanıcılar için yararlı bir karar verme aracıdır. Ulaşım etkinliklerinin karasal, atmosferik ve denizel çevreye yönelik olumsuz etkilerinin karmaşık yapısı, bu etkinliklerden doğan toplam riskin tahmin edilebilmesini zorlaştırmaktadır. Çalışmada ortaya konan ve Kaza Oluşumu, Etkileri ve Kritiklik Analizi (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*) yönteminden yararlanılarak oluşturulmuş yalın yaklaşım, gerek tekil bir riskin niceliksel tanımını vermekte, gerekse bir ulaşım etkinliğinden ortaya çıkacak bütün risklerin bir araya getirerek toplam riski anlatmaktadır. Sunulan yöntem, İzmir Körfezi'nde gemi trafiğinden kaynaklanan petrol ve türevlerine ilişkin kirlenme riskinin değerlendirilmesi örneğinde de ele alınmıştır.

Quantified risk is a useful tool for decision-maker who have to take preventive measures to the related risk and to plan responsive operation to minimize its effects. Complex nature of the impacts transport activities to the land, air and water environments makes risk assessment for these activities highly complicated. By the simple method explained in the study is inspired from Failure Modes, Effects and Criticality Analysis and not only individual risk, but also the total risk of each individual risk during transport can be examined. Present method is applied to assess the environmental risk of an oil spillage caused by ship traffic in Izmir Bay as an example.

ANAHTAR KELİMELER / KEYWORDS

Sayısallaştırılmış risk; Deniz ulaşımı; Petrol kirliliği
Quantified risk; Marine transport; Oil pollution

1. GİRİŞ

Yaygın kullanımdaki anlamıyla **risk**, belirli bir zaman aralığında istenmeyen bir durumun ortaya çıkması olasılığının bir ölçüsüdür. Niceliksel veya niteliksel olabilen bu ölçü, ortaya çıkan olumsuzluğun sıklığı ile şiddetinin bir bileşimini yansıtmaktadır (International Maritime Organization Maritime Safety Committee, 2007) ve genellikle üç farklı alan için yorumlanarak önlemlerin geliştirilmesinde bir araç olarak yararlar üretmektedir:

- İnsan sağlığına yönelik risk: insan yaşamına, insanın uzuvlarına ve sağlığına yönelik riskler.
- Çevreye yönelik risk: petrol ve zehirli madde yayılımıyla oluşan kirlilik benzeri, doğal çevreyi tehdit eden riskler.
- Mal ve varlıklara yönelik risk: malların veya genel olarak ekonomik varlıkların hasarını veya kaybını getiren riskler.

Ulaşım ise, örneğin iklim değişikliği olasılıklarını güçlendiren sera gazlarının salınımının en büyük kaynağı olmakla, hatta dünyadaki enerji üretimiyle ilişkilendirilen karbondioksit salınımının dörtte birini üretmekle ve bu üretimin de yılda %2-3'lük bir oranla hızla yükselişle (Zegras, P.C., 2007) gerek insan sağlığına, gerekse çevrenin bozunmasına dönük üretilen risklerin veya sıklıkla yaşanan denizel çevreye petrol ve türevlerinin sızmasıyla sonuçlanan kazalarla ise hem insana ve topluma, hem çevreye ve hem de mal ve varlıklara dönük risklerin kaynağı olmuş bir işkolu, bir etkinlik alanıdır. Zararlı malzemelere dönük ulaştırma etkinliklerinden kaynaklanan risklerden (Anderson, J. W. ve Lee, R.F., 2006), kentiçi toplu ulaşım sistemlerinin hava kalitesi üzerindeki etkileri ve bu etkilerin kent sağlığında yarattığı risklere dek (Bayram, A., 2008) bir çok alanda araştırmacıların üzerinde yoğunlaştığı bu konuda, karar vericilere yardımcı olacak niceliksel ve uygulamada karmaşaya yol açmayacak yöntemlere gereksinim vardır.

Bu çalışmada, ulaşım kaynaklı risklerin niceliksel ve bütüncül (her çeşit riski içerecek şekilde) olarak değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir yöntem, petrol ve türevlerinden kaynaklanan kirlilik riskini içeren ve İzmir Körfezi özelinde bir örnek verilmek suretiyle anlatılmaktadır.

2. ÖNERİLEN ÇEVRESEL RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Önerilen bütüncül yaklaşım, Kaza Oluşumu, Etkileri ve Kritiklik Analizi (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*) yönteminden yararlanılarak oluşturulmuştur. Anılan yöntem, riski kazanın oluşma olasılığının ve kaza sonuçlarının bir bileşkesi olarak görmektedir. Amacı, ele aldığı sistemin hasarlanması, kazaya uğraması potansiyelini ve kaza/hasar oluştuğu takdirde bunun sonuçlarını değerlendirmek olan yöntem, insan sağlığı ve güvenliğini de içeren çevresel risklerin ele alınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Steward, T.R. ve Leschine, T.M., 1986; Ventikos, N.P. ve Psaraftis, H.N., 2006).

Yaklaşımın ilk adımında bir risk profili geliştirilmektedir. Riskli oluşumlar ve bunların ölçüleri bir kez tanımlanınca, gerekli önlemlerin alınması ve operasyonların riski azaltacak şekilde düzenlenmesi gerçekleştirilebilmektedir. Bu kapsamda yöntem, herhangi bir risk ve sürdürülebilirlik programının temel bir parçası niteliğindedir (Nazir ve diğerleri, 2008). Elde edilen sonuçlar, görece olarak kaza oluşumunun yüksek olasılık ve şiddetle var olabileceği alanlara vurgu yapmaktadır.

Örneğin çevresel bir riski doğuracak bir kazanın gibi risk düzeyi aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır:

$$\text{Risk} = \text{Kazanın olma olasılığı} \times \text{Kaza sonuçlarının şiddeti} \quad (1)$$

Başvurulan yöntemde, kazanın ve olası sonuçlarının yaratacağı riski değerlendirebilmek ve önlemleri düzenleyebilmek için aşağıdaki aşamaları gerçekleştirmek gerekecektir:

- 1) Kazanın potansiyel etkilerinin şiddeti sınıflandırılacaktır.
- 2) Her potansiyel kaza şeklinin olasılığı / frekansı sınıflandırılacaktır.
- 3) Yukarıdaki iki değer doğrultusunda ve Kritiklik Matrisi üzerinden risk değerlendirmesi yapılacaktır.

Sözü edilen sınıflandırmayı gerçekleştirebilmek için, genellikle kazanın oluşma olasılığı ve sonuçlarının şiddetinin logaritmik bir ölçekle tanımlanması önerilmektedir. Bu aşamada, yargılama son derece önemlidir. Yargılama veya uzman görüşü olarak tanımlanabilecek adım, geçmişe dönük verilerin veya geniş kapsamlı, bazen eksik olabilen bilgilere dayandırılacaktır (The Institution of Engineering and Technology, 2006). Bu işlemin ardından, Olasılık/Frekans İndeksi (FI) ile sonuçların Şiddet İndekslerinin (SI) toplanması suretiyle bir Risk İndeksi (RI) kurulabilecektir. Bir logaritmik ölçeğin tanımlanmasıyla, örneğin riski sınıflandırmak amacıyla kurulan Risk İndeksi, “Uzak” olarak sınıflandırılmış Frekans İndeksi, FI=3 ve “Belirgin” olarak sınıflandırılmış Şiddet İndeksi, SI=2 söz konusu olduğunda RI=5 şeklinde değerlendirilebilecektir. Yani,

$$\text{Log (Risk)} = \text{Log (Olasılık)} + \text{Log (Şiddet)} \quad (2)$$

ya da,

$$\text{RI} = \text{FI} + \text{SI} \quad (3)$$

Bu denklemde, RI: Risk İndeksi, FI: Frekans İndeksi ve SI: Şiddet İndeksi'dir. Risk ise, aşağıdaki ilişkiden yararlanmak suretiyle hesaplanabilecektir:

$$R = 10^{\text{RI} \times X} \quad (4)$$

Bu ifadede,

X: FI ve SI değerlerinin 1'e eşit olduğu hallerinin sayısal toplamını ifade etmektedir.

Bununla birlikte yaklaşımda, birden çok riskin olabileceği varsayımıyla toplam riskin (N) adet unsurdan veya aktiviteden kaynaklanan her bir riskin toplamı olduğu yaklaşımı geçerli kılınmıştır. Yani toplam risk,

$$R_{\text{toplam}} = \sum_{i=1}^N R_i \quad (5)$$

ile ifade edilmektedir.

3. İZMİR KÖRFEZİ'NDEKİ DENİZ ULAŞIMINDAN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL RİSKİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sunulan yalın yöntemin bir uygulaması İzmir Körfezi'nde yer alan T.C.D.D. İzmir Liman İşletmesi'ndeki gemi trafiğinin yaratabileceği ve özelde petrol ve türevlerinin denize sızmasıyla sonuçlanan kaza risklerinin niceliksel olarak değerlendirilmesi konusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Şiddet İndeksi ve Frekans İndeksi aşağıdaki gibi (Çizelge 1 ve Çizelge 2) belirlenmiştir.

Çizelge 1. Petrol ve türevlerinden kaynaklanan çevre kirliliği riskini sayısallaştırmak amacıyla oluşturulmuş Şiddet İndeksi.

SI	ŞİDDET	Çevresel Etki	Dökülen petrol ve türevlerinin eşdeğer miktarı (ton)
1	Gözardı edilebilir	Birkaç varil ölçeğinde kirliliğe yol açmış olup, belirgin bir döküntü özelliği taşımayan sonuç. Biyolojik ve kıyasal alan kullanımı anlamında ölçülebilir bir etkisi sözkonusu değil.	0.01
2	Düşük	Birkaç tonluk döküntü. Yol açtığı durum yönetilebilir. Canlı yaşamı üzerine düşük bir olumsuz etkisi vardır.	0.1
3	Orta	Belirgin bir kirlilik sözkonusudur. Kirlenme için ve kirlenen bölgelerin temizliği için acil önlemler devreye sokulmalıdır. Canlı yaşamı ve alan kullanımı üzerinde sonuçları ortadan kaldırılabilir bir etki söz konusudur.	1
4	Yüksek	Kontrol altına alınması ve temizlenmesi zor, büyük bir kirlilik söz konusudur. Canlı yaşamı ve alan kullanımı üzerinde geri dönüşsüz etkileri vardır.	10
5	Aşırı	Kontrol edilemez ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri uzun bir sürece yayılı, telafi edilmesi mümkün olmayan sonuçlar doğar.	100

Çizelge 2. Petrol ve türevlerinden kaynaklanan çevre kirliliği riskini sayısallaştırmak amacıyla oluşturulmuş Frekans İndeksi.

FI	FREKANS	Tanım	F (kaza/yıl)
5	Sık ve kaçınılmaz	Limana gelen gemi trafiğinin yarısından çoğunda bir kaza olayının yaşanması	> %50
4	Yüksek olasılıklı	Limana her beş - on geliş - gidiş trafiğinde kaza yaşanması	% 10 - 50
3	Orta sıklıkta	En az yüz hareketten birinin kaza ile sonuçlanması	% 1 - 10
2	Düşük olasılıklı	En çok yüz hareketten birinin kaza ile sonuçlanması	% 0.1 - 1
1	Çok düşük olasılıklı	En çok bin hareketten birinin kaza ile sonuçlanması	< %0.1

Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki değerleri göz önüne alarak, Risk İndeksi çizelgesi aşağıdaki gibi düzenlenebilecektir.

Çizelge 3. Petrol ve türevlerinden kaynaklanan çevre kirliliği riskini sayısallaştırmak için oluşturulmuş Risk İndeksi (RI)

RİSK İNDEKSİ (RI)						
FI	FREKANS	ŞİDDET (SI)				
		1	2	3	4	5
		Gözardı edilebilir	Düşük	Orta	Yüksek	Aşırı
5	Sık ve kaçınılmaz	6	7	8	9	10
4	Yüksek olasılıklı	5	6	7	8	9
3	Orta sıklıkta	4	5	6	7	8
2	Düşük olasılıklı	3	4	5	6	7
1	Çok düşük olasılıklı	2	3	4	5	6

Kaza olasılığını etkileyen temel etmen, yöredeki trafik düzeyidir. Bu gerçeğe uyumlu basit bir modelle çarpışma olasılığını incelenen yöreye gelen gemi trafiğine bağlı olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, Çizelge 4'de sunulan, 2003 - 2008 yılları arasındaki gemi trafiği değerlerinden yararlanılabilecektir (T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı İzmir Bölge Müdürlüğü, 2009): 2003 yılında 1509 olan gemi hareketi sayısı, 2004'te 2971, 2005'de 3356, 2006'da 3431, 2007'de 3205 ve 2008'de 2442 olarak verilmektedir.

3.1. Çatma / Çatışma Kaza Olasılığı

Çatma / çatışma, yol üstündeki, demirlemiş veya bağlı bir gemiye çarpma veya bir geminin çarpması olarak tanımlanabilir. Su altındaki batıklara çarpma bu tanımlamanın dışında bırakılmıştır (Det Norkse Veritas, 2005). Petrol ve türevlerinin dökülmesinin neden olduğu çevresel riski tanımlamak amacı doğrultusunda, sandallar, şişme botlar, yelkenli dingiler gibi küçük teknelerle çarpışma kazaları da bu çalışmada ihmal edilmektedir.

T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Ana Arama Kurtarma Merkezi (2009)'nce tutulan kaza istatistikleri bölgeler temelinde incelendiğinde İzmir Alsancak Limanı'nda, 11.01.2001 – 16.04.2009 tarihleri arasında çatma / çatışma tipinde beş kazaya rastlanmaktadır. Bunlardan biri 2004'te, diğer ikişer kaza ise 2005 ve 2006 yılında yaşanmıştır.

13.10.2004 tarihinde gerçekleşen kazada, bir römorkör ile Pasaport rıhtımında bağlı askeri gemiler çatışmış, sonuçta römorkörün yağ borusu patlamış ve mahsur kalan beş personeli kurtarılmıştır.

12.04.2005 tarihinde meydana gelen, raporunda manevra hatasından kaynaklandığı belirtilen kazada ise 4312 GT'luk bir kuru yük gemisinin limana çarpması sonucunda gemide gövde sacı yırtılması hasarı meydana gelmiştir. Herhangi yaralanma ya da ölümün yaşanmadığı bu kazada bir çevresel kirlilik de oluşmamıştır. Aynı yıl, 31 Temmuz'da ise buna benzer bir kaza daha yaşanmış ve 3887 GT'luk bir dökme kuru yük gemisi, tornistan hatasından kaynaklanan bir nedenle limana çarpmıştır.

2006 yılında yaşanan kazalardan ilki 26 Mart tarihinde olmuş, 14005 GT'luk bir Ro-Ro gemisi yanaşma sırasında limana çarpmış ve gövde sacı yırtılmak suretiyle hasarlanmıştır. Kaza sonucunda herhangi bir can kaybı ve yaralanma olmadığı gibi, çevresel bir kirlenme de görülmemiştir. 20 Kasım tarihli kazada ise, biri 68228 GT ve diğeri 23047 GT tonajından iki konteyner gemisi çatışmıştır. Kaza sonucunda gemilerin seyrine engel bir hasar olmadığı görülmekle birlikte, çevre kirliliği de olmamıştır.

Yukarıdaki veriler göz önüne alındığında, liman bölgesinde yaşanan çatma / çatışma kazalarının olasılığı /sıklığı (frekansı) için, 2004 yılında 3.36×10^{-4} , 2005 yılında 5.96×10^{-4} ve 2006 yılında ise 5.83×10^{-4} değerlerine ulaşılmaktadır.

3.2 Oturma Kaza Olasılığı

Oturma, kıyıya ya da deniz, nehir veya kanal zeminine çarpma olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada ise 'oturma', yalınlık sağlamak amacıyla deniz altındaki nesnelere çarpmak anlamında kullanılacaktır.

Yine T.C. Denizcilik Müsteşarlığı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi'nce (2009) yayımlanan yukarıda belirtilen zaman aralığındaki kaza istatistikleri incelendiğinde, çalışma alanında en sık rastlanan kaza türünün oturma kazası olduğu görülmektedir. Kaza sayıları, yıllar temelinde şöyledir: 2001 yılında iki, 2002 yılında üç, 2003'de bir, 2005'te bir, 2006'da iki, 2007'de 2, 2008'de beş ve 2009 yılında ise incelenen periyot sonuna dek bir kaza gerçekleşmiştir.

2001 yılındaki kazalarda biri 278 GT ve diğeri 16382 GT'luk iki kuru yük gemisi, Yenikale feneri açıklarında oturmuş küçük boyutlu gemi kendi olanaklarıyla kurtulurken, diğeri ise kurtarılarak demir yerine çekilmiştir. Zeminin çamur ve kumdan oluşması nedeniyle, oturma sırasında gemilerde bünyesel hasar meydana gelmediği gibi, herhangi bir çevresel kirlilik de oluşmamıştır. 2002 yılındaki her üç kazada da Yenikale feneri açıklarına oturan kuruyük gemileri kendi olanaklarıyla kurtulurlarken çevre kirliliğine yol açmamışlardır. 2003 yılındaki tek kazada, 1042 GT'luk kuru yük gemisi körfez içinde oturmuş olup, kurtarılmıştır. Bir sonraki yıl, oturma kazası yaşanmamış olup, 2005 yılındaki

kazada ise 15859 GT'luk bir konteyner gemisi yine Yenikale feneri açığında oturmuştur. 2003 – 2005 periyodundaki kazalarda da çevre kirliliği yaratılmamıştır. 2006'da biri 15689 GT'luk kuru yük gemisi ve diğeri 24836 GT'luk konteyner gemisi aynı yörede oturmuş olup, kuru yük gemisi kendi olanaklarıyla kurtulmuşken konteyner gemisi ise iki römorkör yardımıyla kurtarılmıştır.

2007 yılında ise, yaklaşık diğerleriyle aynı mevkide oturan 10282 GT'luk konteyner gemisi ile 1244 GT'luk kuru yük gemisi yetkililerce kurtarılmıştır. Oturma türü kazaların en sık yaşandığı 2008 yılında ise, diğerleriyle aynı konuma oturan gemilerden üçü kuru yük gemisi ve biri konteyner gemisi olarak dördü kendi olanaklarıyla kurtulurken, sadece biri için römorkör desteği sağlanmıştır. Son olarak ise, 2009 yılında yaşanan, 2457 GT'luk dökme yük gemisi oturmasında da gemi kendi imkanlarıyla kurtulmuş ve bugüne dek olduğu gibi herhangi bir çevre kirliliği oluşmamıştır.

Gemi trafiği verilerinin, kaza verileriyle birlikte değerlendirilmesi sonucunda oturma kazalarının yıl temelinde yaşanma olasılığının veya frekansı için şu değerlere ulaşılmıştır: 2003 için 6.627×10^{-4} , 2005 için 2.980×10^{-4} , 2006 için 5.829×10^{-4} , 2007 için 6.240×10^{-4} ve 2008 için ise 2.047×10^{-3} değerlerine varılmaktadır.

3.3 Diğer Kazaların Olasılığı

İzmir Körfezi içinde yukarıda anılan kazalara ek olarak sadece bir adet yük kayması yaşanmıştır. 10.12.2005 tarihinde, limanda bulunan 1643 GT'luk bir kuru yük gemisinin yükü kaymış ve bu tehlikeli durumu gidermek amacıyla gemideki yük boşaltılmış ve gemi stabil hale döndürülmüştür. Herhangi bir can ve mal kaybının veya yaralanmanın yaşanmadığı kazada çevreye petrol ve türevleri sızıntısı da olmamıştır. 2005 yılındaki gemi trafiği göz önüne alındığında bir yılda böyle bir kaza yaşanmasının olasılığı veya sıklığı olarak 2.980×10^{-4} elde edilir.

3.4 Kaza Tiplerine Göre Risk Analizi

Yukarıda belirtilen niceliksel analiz yönteminin yardımıyla ve yine yukarıda belirtilen kaza tiplerine göre oluşan münferit riskler ve sonuçta karşılaşılabilecek toplam risk, İzmir Körfezi özelinde aşağıdaki çizelgede özetlenmiştir.

Çizelge 4. İzmir Körfezi'nde kaza nedeniyle karşılaşılabilecek toplam risk

Kaza Tipi	Maksimum Frekans	FI	SI	RI	Risk = $10^{RI-X^{(*)}}$
Çatma /Çatışma	5.960×10^{-4}	1	1	2	3.164×10^{-4}
Oturma	6.627×10^{-4}	1	1	2	3.164×10^{-4}
Diğer (yük kayması)	2.980×10^{-4}	1	1	2	3.164×10^{-4}
TOPLAM RISK <small>kazalar</small>					9.487×10^{-4}

(*)X değeri, SI=3 ve FI=2.5 yaklaşımıyla, 5.5 olarak alınmıştır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Analiz sonucunda elde edilen R_{toplam} değeri, Çizelge 6’da verilen seviyelere göre kategorize edilecektir. Riski sınıflandırmak, riske maruz kalacak tesisin veya genel anlamda çevrenin anılan riske müdahale yeteneğiyle, donanımlarıyla, altyapısıyla, finansal kapasitesi ile doğrudan ilgilidir.

Çizelge 6. 21.10.2006 tarih ve 26326 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği’nde belirtilen kademeli müdahale kavramı

Toplam Risk (R_{toplam})	Müdahale Planı Kademesi	Açıklaması
% 0.1 - 1	Seviye 1	Bir kıyı tesisinde veya gemide operasyonel faaliyetler sonucu oluşabilecek ve küçük ölçekli kirlenmelere neden olabilecek olayları kapsar. Bir kıyı tesisi ve bir geminin kendi imkan ve kabiliyetleri ile kontrol altına alabileceği olaylardır.
%1 - 10	Seviye 2	Bir kıyı tesisi veya Kanun kapsamındaki bir geminin kendi imkan ve kabiliyetlerinin yetersiz kaldığı durumlarda bölgesel imkan ve kabiliyetler ile müdahale edilip kontrol altına alınabilecek orta ölçekli olaylardır.
%10 - 100	Seviye 3	Denizde ve/veya kıyı tesisinde meydana gelen ciddi kazalardan kaynaklanan büyük ölçekli olayları kapsar.

Deniz kazalarından kaynaklanan toplam riskin sayısal değerinin 9.487×10^{-4} olduğu gerçeğiyle yani örneğin bir kıyı tesisine gelen her bin seferden birinde kaza riski söz konusudur. Yaşanması muhtemel kazalarda, istatistiksel verilere dayanarak yapılabilecek bir başka değerlendirme ise yüksek yoğunluklu bir petrol kirliliğinin yaşanmayacağı doğrultusundadır. Yapılan bu değerlendirmeler ve risk sınıflandırması ışığında, İzmir Körfezi’nde yer alan bir tesisin Seviye 1 düzeyinde olaylarla karşılaşacağı ve acil mücadele altyapısını bu düzeye göre kurmasının işletme açısından uygun olacağı kanaatine ulaşılabilir.

Bu çalışmada önerilen yöntemin, tarihsel istatistiksel verilerin elde olduğu yörelere uygulanması oldukça kolaydır. Bununla birlikte eğer elde bu tür sağlıklı veriler yoksa, benzer tesislerden elde edilen verilerle yakınsamaların yapılabileceği önerisini de eklemek gerekir.

KAYNAKLAR

Anderson J. W. , Lee R.F. (2006): “Use of Biomarkers in Oil Spill Risk Assessment in the Marine Environment”, Human and Ecological Risk Assessment, 12, s. 1192 – 1222.

Bayram A. (2008): “İzmir’de Hava Kirliliği”, İzmir, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 237 – 244.

Det Norske Veritas (2005): “Formal Safety Assessment Study of Local Passenger Ships – Risk Assessment”, Oslo, Det Norske Veritas.

International Maritime Organization Maritime Safety Committee (2007): Formal Safety Assessment, Londra, International Maritime Organizations.

Nazir M., Khan F., Amyotte P., Sediq, R. (2008): “Release of Oil from a Riser: An Ecological Risk Assessment”, Risk Analysis, Vol. 28, 5, s. 1173 – 1196.

Steward, T.R. ve Leschine, T.M., “Judgment and Analysis in Oil Spill Risk Assessment”, Risk Analysis, Vol.6, 3, 1986, syf. 305 – 315.

T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı Deniz Ulaştırması Genel Müdürlüğü Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (2009): <http://www.denizcilik.gov.tr/dugm/aakkm.asp>

T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı İzmir Bölge Müdürlüğü (2009): Kişisel Görüşme.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı (2006): “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği”, Resmi Gazete, No. 26326.

The Institution of Engineering and Technology (2006): Quantified Risk Assessment Techniques – Part 1: Failure Modes and Effect Analysis – FMEA, The Institution of Engineering and Technology.

Ventikos, N.P., Psaraftis, H.N. (2004): “Spill Accident Modeling: A Critical Survey of the Event-Decision Network in the Context of IMO’s Formal Safety Assessment”, Journal of Hazardous Materials, 107, s. 59 – 66.

Yang, R.R., Ma, S.W.Y., Kueh, S.S.W. (2006): “An Assessment of Toxic Substances Pollution in the Hong Kong Marine Environment”, Human and Ecological Risk Assessment, 12, s. 339 – 362.

Zegras, P.C. (2007): “As If Kyoto Mattered: The Clean Development Mechanism and Transportation”, Energy Policy, 35, s. 5136 – 5150.