

Türkiye'nin Denizel Çevre Yönetimi Karar Destek Sistemi

Cihat Aşan^{1*}

¹Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisliği Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Piri Reis Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 20.01.2022
Kabul: 26.04.2022
Yayın: 25.09.2022

Araştırma Makalesi

Öz – “Denizel Çevre”, kapsamı içerisindeki değişkenlerin dinamik yapısı dolayısıyla, sorumlu makamlar tarafından süratli ve etkin kararlar alınması gerekli bir sahadır. Denizde meydana gelebilecek bir kaza sonrası, deniz durumu, akıntı ve rüzgâr, gemi trafiği, kirlilik yaratan yakıtın hareketleri vb. değişkenler nedeniyle doğru ve zamanında tedbirlerle müdahale gerekmekte, aksi durumda ortaya çıkacak can ve mal kayıplarının boyutu artmaktadır. Küresel çapta hacmi artan lojistik ve taşımacılık sektörü içerisinde deniz taşımacılığının artan payı, denizlerdeki gemi trafiğini de artırmıştır. Artan trafik, her ne kadar sayıca azalmış gibi görünse de kazaları da beraberinde getirmiş, kazaya sebep olan gemilerin büyüklüğü ise ortaya çıkan can ve mal kayıpları ile çevre kirliliğinin boyutlarını da artırmıştır. Denizel çevrenin yapısı ülkelerin büyük boyutta deniz kazalarına tek başlarına müdahale etmelerini imkânsız kılmış, bu kapsamda bilginin ve teknik imkân kabiliyetlerin ülkeler arası paylaşımı ile koordineli müdahalede plan ve organizasyon yapısına yönelik 2000’li yılların başından itibaren bir dizi uluslararası sözleşme yürürlüğe sokulmuştur. Denizde oluşan bu olaylara müdahalede kararların sürat ve etkinliği, değişkenlerin gerçek zamanlı üretimi ve paydaşlar arasında akışını sağlayacak kapsamlı bir mekanizmayı gerektirmektedir. Bu çalışma; Türkiye’nin denizel çevresinin yönetiminden sorumlu makamların gerçek zamanlı entegrasyon ve bilgi paylaşımı sağlayacak bir karar destek sistemi öngörmektedir. Bu maksatla, süreç içerisindeki paydaşlar ve değişkenler ile bunların nasıl bir organizasyonda entegre edilebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler – Deniz kirliliği, denizel çevre, karar destek sistemi, organizasyon, yönetim.

Turkish Marine Environment Management Decision Making System

¹Department of Maritime Transportation and Management Engineering, Maritime Faculty, Piri Reis University, İstanbul, Türkiye

Article History

Received: 20.01.2022
Accepted: 26.04.2022
Published: 25.09.2022

Research Article

Abstract – Due to the dynamic nature of the variables within its scope, “Marine Environment” is a field that requires quick and effective decisions by the responsible authorities. After an accident at sea, due to the variables such as, sea condition, current and wind, ship traffic, movements of polluting fuel, etc. it is necessary to intervene with correct and timely measures, otherwise the size of the loss of life and property increases. The increasing share of maritime transport among the modes of transport has also increased the ship traffic in the seas. The structure of the marine environment has made it impossible for countries to intervene in large-scale maritime accidents on their own, and in this context, a number of international conventions have been put into effect since the beginning of the 2000s on the plan and organizational structure of the coordinated response with the sharing of information and technical capabilities between countries. The speed and efficiency of decisions in responding to these events at sea requires a comprehensive mechanism that will ensure the real-time production of variables and their flow between stake-holders. This study; It envisages a decision support system that will enable real-time integration and information sharing of authorities responsible for the management of Turkey’s marine environment. For this purpose, the stakeholders and variables in the process and how they can be integrated in an organization are revealed.

Keywords – Decision making system, organization, marine pollution, marine environment, management.

¹ casan@pirireis.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

20'nci yüzyılın ikinci yarısı ile bu yüzyılın başlangıcından itibaren meydana gelen büyük çaplı deniz kazaları beraberinde, bazılarında geri döndürülemez ölçekte olmak üzere, felaket boyutunda çevre kirlilikleri yaratmıştır. Torrey Canyon-1967, Amoco Cadiz-1976, Independenta-1979, Exxon Valdez-1989, Sea Empress-1996, Erika-1999, Prestige-2002, Tasman Spirit-2003 kazaları bu konudaki örnekler olup, meydana gelen can ve mal kayıpları ile deniz kirliliğinin yarattığı ekolojik denge bozuklukları bir dizi önlemin alınmasını gerekli kılmıştır.

Kirliliği meydana getiren kimyasalların hava ve deniz suyuyla etkileşimi neticesinde yapılarında değişiklik meydana gelmekte ve doğal dağılıma, batma, çökme, buharlaşma vb. farklı davranış biçimleri ortaya çıkmaktadır (Fingas, 2014). Kimyasalların yapılarında meydana gelen bu değişiklikler, zaman geçtikçe müdahaleyi daha da güçleştirmektedir. Bu kapsamda kirlüten maddelerin bertarafına yönelik müdahale süresinin kısalığı, ekolojik dengeye verilen zararın asgari seviyede tutulması için hayati önem taşımaktadır. Şu ana kadar meydana gelen deniz kirliliklerinden çıkartılan dersler ışığında; benzer olayların oluşmasını önlemek, oluşuktan sonra ise etkin ve süratli müdahale etmek üzere kirliliğin olası hareketlerini öngörecektir yayılım modelleri, kontrol, değerlendirme ve karar destek sistemleri gibi teknolojik imkânlar geliştirilmiştir. Bu teknolojik imkânların karar süreçlerine etkisini ortaya koymak üzere daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiştir: Garello ve Kerbaol (2017) yaptıkları çalışmada, denizdeki yakıt kirliliğinin tespiti, izlenmesi ve etkin bir müdahalenin sağlanabilmesi için, kirliliğe sebep olan kaynağın tespit ve teşhisinin elzem olduğunu vurgulamış, bu amaçla sinerjik yaklaşım metodunu kullanarak, radar ve uydu görüntülerini meteorolojik, oşinografik veriler ile Otomatik Tanımlama Sistemi (OTS) vb. teşhis sistemlerinden sağlanan bilgiler ile birleştirmişlerdir. Açık denizlerden elde edilen akıntı, sıcaklık, tuzluluk gibi değerlerin kirlilik yayılma modellerinin içine direk ya da hidrodinamik modellerle vasıtasıyla sokulmasına yönelik örnekler sunan Hackett, Comerma, Daniel ve Ichikawa (2009), bu değerlerin toplanması ve işlenmesinde küre-sel çapta rol oynayan "Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE)" verilerinin yayılım modellerinin tahmin doğruluğunu artırdığını vurgulamıştır. Bukin, Proschenko, Chekhlenok ve Korovets-kiy (2019), denizel çevre ekosistemlerinin insansız hava araçları vasıtasıyla gözetlenmesinde yeni teknolojilerin uygulama sonuçlarını sunmuşlardır. Bu kapsamda yakıt kirliliklerinin tespitinde, yapay zekanın kullanıldığı yazılım-donanım komplekslerini açıklamış, kirliliğin teşhisinde kullandıkları Laser Endüklü Floresan-Laser Induced Fluorescence (LIF) metodu ile yukarı yönlü "Solar Radyasyon Spektrum Kaydı" metodlarının laboratuvar sonuçlarını ortaya koymuşlardır. Tek parametre hesaplamalı modelden üç boyutlu nümerik hesaplamalı kompleks sistemlere varan değişkenlikteki onsekiz adet deniz kirliliği yayılım modelinin incelendiği Keramea, Spanoudaki, Zodiatis, Gikas ve Sylaios (2021)'in çalışmasında, bu simülasyonların; yakıtın fiziksel değişimleri, deniz yüzeyinden deniz dibine kadar olan yer ve miktar değişimleri, ortam değişkenlerinin gerçek zamanlı girdileri ve yayılım tahminlerinin doğruluğu açısından yeterlilik ve etkinlikleri incelenmiştir. Bu kapsamda yeni jenerasyon modellerin özellikle kirliliğe müdahalenin gerçek zamanlı simülasyonunda eksiklik içerdiği vurgulanmıştır. Perkovic ve Sitkov (2008) ise çalışmalarında, bir deniz kirliliği yayılım ve müdahale simülatörü olan "Potential Incident Simulation, Control and Evaluation System – PISCES"ın, denizel çevreye ait diğer tüm dinamikleri monite eden sistemler ile entegrasyonu ve karar destek sistemi olarak kullanımını tanıtmıştır. Ye, Chen, Li, Jing, ve Zeng (2019) çalışmalarında, deniz kirliliğine müdahale cihazlarının tahsisi ve süreç kontrolünde karar verme sürecini desteklemek için entegre simülasyon tabanlı çoklu parçacık sürüsü optimizasyonu (multi-agent particle swarm optimization-SA-PSO) yaklaşımını önermiştir. Bahse konu simülasyonda ilk olarak deniz kirliliğinin yayılımı modellenmiş, daha sonra bu kirliliğe asgari maliyet ve zamanla müdahale edebilmeye yönelik olarak araçların en etkin tahsis ve kullanımı sağlanmıştır. Deniz kirliliğinin yayılımı ve müdahaledeki bilimsel ilerlemelerin, mevcut zorlukların ve geleceğe yönelik öngörülerin kapsamlı bir sentezini sunan Barker vd. (2020) yakıt yayılım tahminlerinin doğruluğunu artırmaya yönelik olarak okyanus akıntıları ve yakıt yayılım modelleri üzerinde çalışmışlardır. Çalışma, uluslararası müdahale merkezlerinin uygulamaları, keşif ve gözetleme ihtiyaçları, yeni yöntemler ile organizasyon protokolleri üzerine yoğunlaşmıştır. Amir-Heidari vd. (2019) ise çalışmalarında, gemi batıklarından kaynaklanan yakıt sızıntılarının olasılık esaslı ve alansal risk değerlendirmesini yapmışlar, risk değerlerini etkileyen faktörleri içerecek şekilde yapısal yeni bir model kullanmışlardır Mohammadiun vd. (2021). deniz kirliliği ile mücadele yönetimine ilişkin sayısal nitelikli çalışmaları derlemiş, kirliliğin tespiti ile sonrasındaki müdahale esaslarının optimizasyonu şeklinde iki bölüme ayırdıkları çalışmalarının sonucunda sayısal tekniklerdeki potansiyel hataları tespit etmiş ve etkin bir mücadele yönetimi için kendi bütüncül sayısal tabanlı modellerini ortaya koymuşlardır.

Konuyla alakalı literatürün taranması neticesinde, deniz kirliliğini tespit ve teşhis etme yöntemleri ile deniz kirliliği yayılımı ve bu kirliliğe müdahale simülasyonları incelenmiş olmakla birlikte, denizde meydana

gelebilecek bir olayda, bu simülasyonların bir karar destek sistemi şeklinde kullanımına yönelik çalışmaların olmadığı, Türkiye'nin kendi dinamikleri çerçevesinde böyle bir sistemin nasıl bir organizasyon dahilinde oluşturulabileceğinin ele alınmadığı tespit edilmiştir.

Geçmişte yaşanan büyük çaplı deniz kazaları ve akabinde oluşan deniz kirlilikleri, özellikle 1989 yılında Alaska Körfezi'nde meydana gelen Exxon Valdez kazası, geliştirilen bu teknolojik imkânların, devletlerin tek başına çabasıyla değil, diğer devletlerle koordinasyon ve kabiliyetlerin karşılıklı paylaşımı sonucunda etkin olabileceğini göstermiştir. Ülkelerin, kirliliğin tespiti, takibi ve müdahaleyi en kısa zamanda gerçekleştirmek üzere oluşturduğu kontrol, değerlendirme ve karar sistemleri bölgesel boyutta diğer ülkelerin imkanlarıyla da entegre edilmiştir. Örneğin Avrupa Deniz Emniyeti Ajansı (EMSA) ve Avrupa Birliği Sivil Korunma Mekanizması üye devletlerin deniz çevresinin güvenliğine yönelik imkanlarının ortak alanda toplanmasını ve çabaların koordinasyonu sağlamak amacıyla Acil Durum Müdahale Koordinasyon Merkezi (Emergency Response Coordination Centre-ERCC)'ni kurmuş, bu çatı altında yer alan tüm unsurların bilgi paylaşımını ise Ortak Acil Durum Haberleşme ve Bilgi Sistemi (Common Emergency Communication and Information System, CECIS) vasıtasıyla sağlamıştır (AFAD, 2014). Bu gibi bilgi paylaşım ve koordinasyon organizasyonlarının temelini ise ülkelerin gerek bireysel gerekse bölgesel işbirlikleri vasıtasıyla oluşturdukları denizde acil durum simülasyon ve karar destek sistemleri oluşturmaktadır.

Karar destek sistemleri deniz kazaları sonrasında arama kurtarma ve kirliliğe müdahale operasyonlarında karar vericilere, deniz ve hava alanı değişkenlerinin sürekli güncel tutulmasıyla modelledikleri olay sahası resmini sunabilmektedir. Bu modellerin girdilerini teşkil eden değişkenler ise; kirliliğe sebep olan yakıtın buharlaşma, yayılma, doğal parçalanma, viskozite değişimi ile olay sahası hava durumu, deniz durumu, yüzey akıntısı sahanın sahil yapısı, derinliği, ekolojik hassas alanları, müdahale ekipmanları vb. değerler olabilmektedir (Delgado, Kumzerova ve Martynov, 2006). Bu değişkenler içerisinde, meteorolojik şartlar, yüzey akıntısı, deniz durumu, olay sahasındaki diğer gemiler vb. dinamik olanlarının sistemlere gerçek zamanlı olarak girdilerinin sağlanabilmesi, kararların etkin ve süratli verilebilmesinde hayati rol oynamaktadır. Bu kapsamda bahse konu değişkenleri tespit eden, işleyen, depolayan kurum ve kuruluşların sistemlerinin gerçek zamanlı ve 7/24 olacak şekilde denizde acil durum karar destek sistemlerine entegrasyonları da elzem hale gelmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'nin deniz kirliliği acil durum karar destek sistemine yönelik, karar vericilere gerçek zamanlı olay sahası resmini sağlayacak ağ merkezli bir organizasyon yapısı hakkında perspektif sunmaktır. Ortaya konulan bu organizasyon yapısı sayesinde Türkiye'nin deniz çevresinde meydana gelebilecek herhangi bir olayda, hâlihazırda birbirinden bağımsız vaziyette bulunan karar verici makamların bütünleşik bir yapı içerisinde aynı deniz resmine sahip olmaları sağlanmaktadır. Bununla birlikte çalışma, konuya yönelik yeni ve yaratıcı bir bakış açısı sunması açısından önem arz etmektedir.

2.2. Araştırmada Kullanılan Yöntem

Bu araştırmada, konu ile ilgili literatür taraması yapılarak deniz kirliliği yayılım modellemeleri ile Türkiye'nin deniz kazalarına müdahale organizasyonu ve sorumlu makamlar hakkında bilgi toplanmıştır. Kalitatif nitelikte olan bu çalışma kaynak tarama yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu kapsamda perspektifi sunulan Türkiye'nin denizel çevre yönetimi karar destek sistemine veri sağlayacak kurumların kabiliyetleri incelenmiş, sistem entegrasyonlarının mevcut durumu ortaya konmuş, etkinliği artıracak bir organizasyona yönelik teklifte bulunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Denizel Çevre Yönetimi ve Karar Süreci

Denizel çevre kirliliği ile mücadelede karar mekanizması incelenmeden önce buna kaynak teşkil eden denizel çevrenin kapsamının belirlenmesi gerekmektedir. Uluslararası mevzuat incelendiğinde denizel çevrenin kapsamı belirlenmemiş olmakla birlikte Birleşmiş Milletler Üçüncü Deniz Hukuku Konferansında ülkelerin bu konudaki önerileri çalışmalara temel teşkil edebilmektedir. Buna göre; "Deniz çevresi, deniz

yüzeyi, üzerindeki hava, altındaki su kolonu ve içindeki ona bağlı biyosistemler de dahil olmak üzere denizin en çok yükseldiği hattın ötesindeki deniz yatağından ibarettir”

Kapsamı bu derece geniş olan bir çevrenin kirlenmesine neden olan kaynakların da mücadelenin etkinliğini sağlamak amacıyla, sağlıklı bir şekilde ortaya konması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu konuda yine aynı konferansta; deniz hayatının deniz çevresi kapsamı içerisinde yer aldığı, kirlilik söz konusu olduğunda sadece yüzey kaynaklı değil denizin çevresiyle bağlantılı olduğu ortamlar da dahil “denizel çevrenin kirlenmesi” olarak daha geniş algılandığı belirtilmiştir. 1982 tarihli Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi Kısım 1, Md.1 Parag.4’de yer alan tanımlamada “Deniz çevresinin kirlenmesinden, canlı kaynaklara ve deniz yaşamına zarar verme, insan sağlığı için tehlike oluşturma, balıkçılık ve denizlerin diğer yasal amaçlarla kullanımı da dahil olmak üzere, denizcilik faaliyetlerini engelleme, deniz suyunun niteliğini değiştirme ve güzellikleri bozma gibi zararlı etkileri olan veya olabilecek maddelerin veya enerjinin, insan tarafından doğrudan doğruya veya dolaylı olarak, haliçler de dahil olmak üzere, deniz çevresine dahil edilmesi anlaşılmaktadır”. Tütüncü (2004) ise çalışmasında deniz kirlenmesini; “İnsanların her türlü faaliyetleri sonucu, denizlerde meydana gelen olumsuz gelişmelerle ekolojik dengenin bozulması ve aynı faaliyetler sonucu ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların deniz çevresinde meydana getirdiği arzu edilmeyen sonuçlardır” şeklinde tanımlamıştır.

Denizel çevre içerisinde meydana gelen kaza, kirliliğe müdahale, arama kurtarma vb. operasyonlarda sürecin takibi, kontrolü ve karar verme aşamalarında destek sağlayan sistemlerin girdileri de bahse konu çevrenin değişkenleri paralelinde çeşitlilik arz etmektedir.

3.2. Denizel Çevre Yönetimi Karar Süreci

Denizel çevrenin kirlenmesine yol açan kaynaklar ele alındığında sadece gemiler değil, açık deniz platformları ile zararlı kimyasal ve nükleer atıkların deniz dibine depolanması da göz önünde bulundurulmalıdır Tütüncü (2004). Ancak bunların arasında gemi kazaları, neticesinde oluşan can ve mal kayıpları ile deniz kirliliğinin boyutları açısından öne çıkmaktadır. Büyük ölçekte ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler yaratan bu kazalarda, olay sahnesinin büyüklüğü ve ortamdaki değişkenlerin fazlalığı oluşan kayıpların azaltılmasına yönelik müdahaleyi de zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda; gerek can ve mal kayıplarının önlenmesine yönelik arama kurtarma, gerekse deniz kirliliğinin etkilerini azaltmaya yönelik müdahale faaliyetlerinin koordineli ve süratli yapılması gerekmektedir. Bunu sağlamak üzere acil durum müdahale planları, personel organizasyonu ve eğitimi sağlanmalıdır. Gerçek şartlar altında bu organizasyon ve eğitimi sağlamak zor ve maliyetli olup, “simülasyon” bu dezavantajları ve büyük ölçüde kirleticiyi ortadan kaldırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi için önemli bir araç olmaktadır (Nicolae, Perkovic, Ristea, ve Cotorcea, 2016). Bu kapsamın sadece deniz kirliliği boyutu ele alındığında ise petrol, kazaların deniz yaşamı üzerinde en yıkıcı etkiyi yarattığı ve müdahaleye yönelik en zor şartları oluşturduğu bir biçimi olarak ortaya çıkmaktadır. Süratli müdahale, dökülen petrolün etkilerini azaltacağından, yayılma ve akıbetini tahmin etme becerisine sahip simülasyon sistemleri geliştirilmiştir.

Petrol yayılımı tahmini, tipik olarak denizdeki petrolün ayrışması ve hareketinin sayısal bir modeli kullanılarak gerçekleştirilir. Buharlaştırma, emülsifikasyon, doğal dispersiyon ve diğer petrole özgü süreçleri içeren ayrışma, ortamdaki çevresel koşulların etkisi altında petrol tipinin kimyasal özellikleri tarafından belirlenir.

Denizde yaşanan kazalar neticesinde oluşan can ve mal kayıpları, deniz kirliliği, hava kirliliği, kıyı kirliliği gibi etkilerin hepsinin simüle edilebildiği, gerçek şartlarda ise olay sahası resminin takip edilebildiği karar destek sistemleri, olayların asgari kayıpla sonlandırılması için karar vericilere sürat ve etkinlik sağlamaktadır. Yapılan tüm operasyonlarda (Arama kurtarma, deniz ve hava kirliliğine müdahale, ekolojik, ekonomik ve sosyal hassas alanların korunması vb.), yüzer ve uçar unsurların mevkilerini göstermeye yönelik radar, Otomatik Tanımlama Sistemi-OTS (Automatic Identification System-AIS) bilgileri ile, deniz ve hava kirliliği takibine yönelik meteorolojik, oşinografik, hidrografik değerlerin gerçek zamanlı girdilerinin sağlanması ve bu sistemlerinin karar verici kurumlarda 7/24 çalışması gerekmektedir.

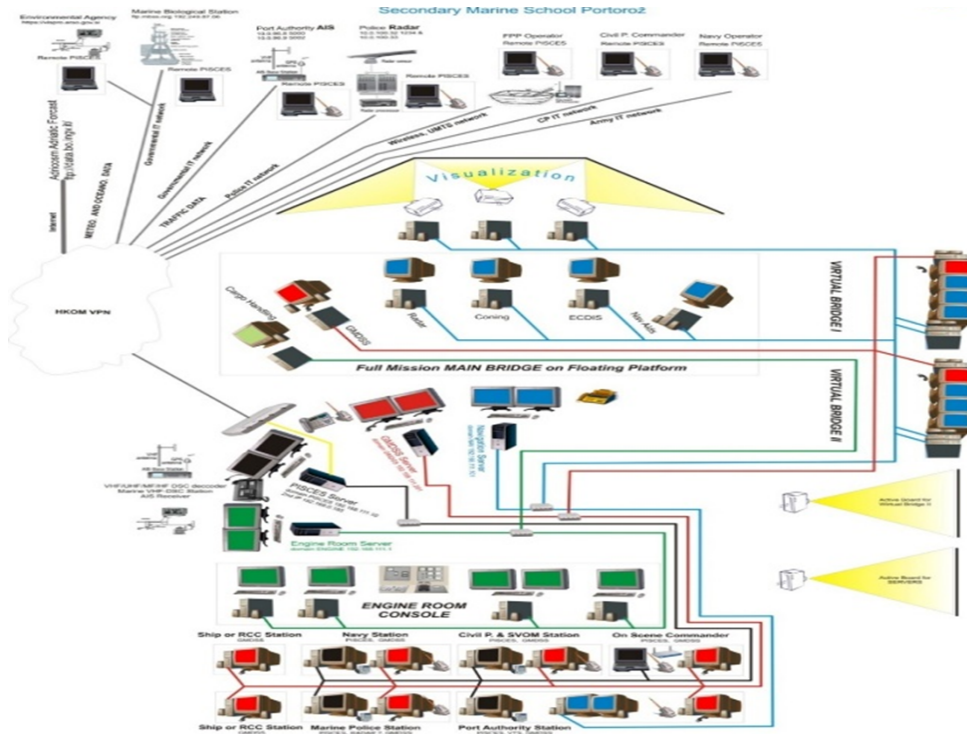
3.3. Karar Destek Sistemleri

Denizde meydana gelen kazaların yarattığı kayıplar gerek taşımacılık ve petrol endüstrisini gerekse karar verici makamları, kirliliğin oluşmasını engellemeye, meydana geldiğinde ise müdahalenin etkinliğini artırmaya yönelik sistemler kurmaya sevk etmiştir. Bu kapsamda kirleticilerin deniz ve hava ile etkileşimi neticesinde kimyasal yapılarında meydana gelen değişiklikler ile denizel çevredeki dinamikleri üzerine

çalışmalar yapılmış, neticesinde karar destek sistemleri geliştirilmiştir. Hidrokarbon kimyası ve akışkanlar mekaniği üzerine inşa edilen bu sistemler, birleştirilmiş bir dizi veri tabanı ve modeller sayesinde kullanıcıların acil durum müdahale planları geliştirmelerine olanak sağlamakta olup;

- Hedefler ve niceliksel tedbirlerin belirlenmesi,
- Maliyet etkinlik analizi, teknik ekipman tedarik ve mekân tahsisine yönelik rasyonalizasyon ve optimizasyon,
- Müdahale personelinin eğitimi,
- Müdahale operasyonlarına destek,
- Alternatif müdahale stratejileri ile lojistiğinin değerlendirilmesi,
- Çevresel risk ve etki değerlendirmesi,
- Dispersant (Kimyasal müdahale) çevresel etki değerlendirmesi vb. ihtiyaçlara cevap vermek üzere dizayn edilmiştir (Reed, Aamo ve Daling, 1995).

Bu kapsamda, Norveç IKU Petrol Araştırmaları Enstitüsü Çevre Teknolojileri Bölümü tarafından geliştirilen Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) sistemi (Reed vd., 1995), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından geliştirilen Yardım Arama Kurtarma ve Acil Müdahale Otomasyon Sistemi (YAKAMOS), Potential Incident Simulation Control and Evaluation System (PISCES) vb. sistemler, denizde acil durum müdahalesinin etkin ve süratli icrasına yönelik karar vericilere destek sağlarken meteoroloji (rüzgar, hava ve deniz suyu sıcaklığı, vb.), oşinografi (deniz suyu yoğunluğu, yüzey akıntısı, dalga durumu, derinlik vb.), deniz trafiği dinamik verileri ile kirleticiler ve müdahale ekipmanları verilerini (viskozite, yoğunluk, bariyer yüksekliği, yağ sıyırıcı kapasitesi vb.) kullanmaktadır. Statik verilerin önceden sisteme sokulması ve güncel tutulmasının yanı sıra dinamik verilerin gerçek zamanlı girdisi, olay sahnesinin de doğru bir şekilde resmedilmesinde hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla bu verileri sağlayan kurum/kuruluşların (meteoroloji dairesi, oşinografi/hidrografi dairesi, sahil güvenlik radarları, deniz trafik hizmetleri radarları/OTS-AIS'leri, polis radarları, uydu gözetleme sistemleri vb.) karar verici sistemlere gerçek zamanlı veri entegrasyonu yapılması elzem olmaktadır. Şekil-1'de bu tarz bir sistemin örnek resmi sunulmuştur.



Şekil 1. Deniz trafiği yönetim, denizde haberleşme, yük elleçleme, makine kontrol, deniz kirliliği simülasyonlarının entegrasyon konsepti (Perkovic ve Sitkov, 2008).

Şekil-1’de deniz çevresinde meydana gelebilecek herhangi olayda sahanın tüm dinamik verilerini (akıntı, rüzgar, sıcaklık, trafik vb) sağlayan sistemler ile bu verileri sağlayan makamlar (Hidrografi Ajansı, Polis ve Sahil Güvenlik, Meteoroloji Ajansı, Komuta Kontrol Merkezi) internet tabanlı olarak birbirlerine entegre edilmiş olup, Komuta Kontrol Merkezinde bulunan makina, köprüüstü ve deniz kirliliği simülatörleri ağ merkezli bir yapıya kavuşturulmuş ve karar destek sistemi meydana getirilmiştir. Yine internet tabanlı yapı sayesinde karar makamlarının bu destek sisteminin sağladığı deniz resmine eş zamanlı olarak ulaşmaları sağlanmıştır.

3.4. Türkiye’nin Denizel Çevre Kirliliğine Müdahale Organizasyonu

Deniz kirliliği ile mücadelenin uluslararası hukuksal tabanı 1954 tarihli Denizlerin Petrol ile Kirlenmesini Önlemeye İlişkin Uluslararası Sözleşme (OILPOL-International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil) ile oluşmaya başlamış, özellikle ülkeler ve kurumlar arası koordinasyon ile ülkelerin bireysel organizasyon ve planlarının oluşturulmasında 1990 tarihli Petrol Kirliliğine Karşı Hazırlıklı Olma, Müdahale ve İşbirliği Uluslararası Sözleşmesi (OPRC 1990- International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation) öncü rol oynamıştır. Türkiye taraf olduğu OPRC 1990 sözleşmesi paralelinde kendi denizel çevresinin korunmasına yönelik 5312 sayılı “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Yürütme Yönetmeliğini” 2006 yılında yürürlüğe sokmuştur. Bahse konu Kanun’un amacı; “deniz emniyetinin sağlanması ve deniz kirliliğinin önlenmesi konusundaki uluslararası hukuk ve iç hukuktan doğan hak ve yükümlülükler göz önünde bulundurularak;

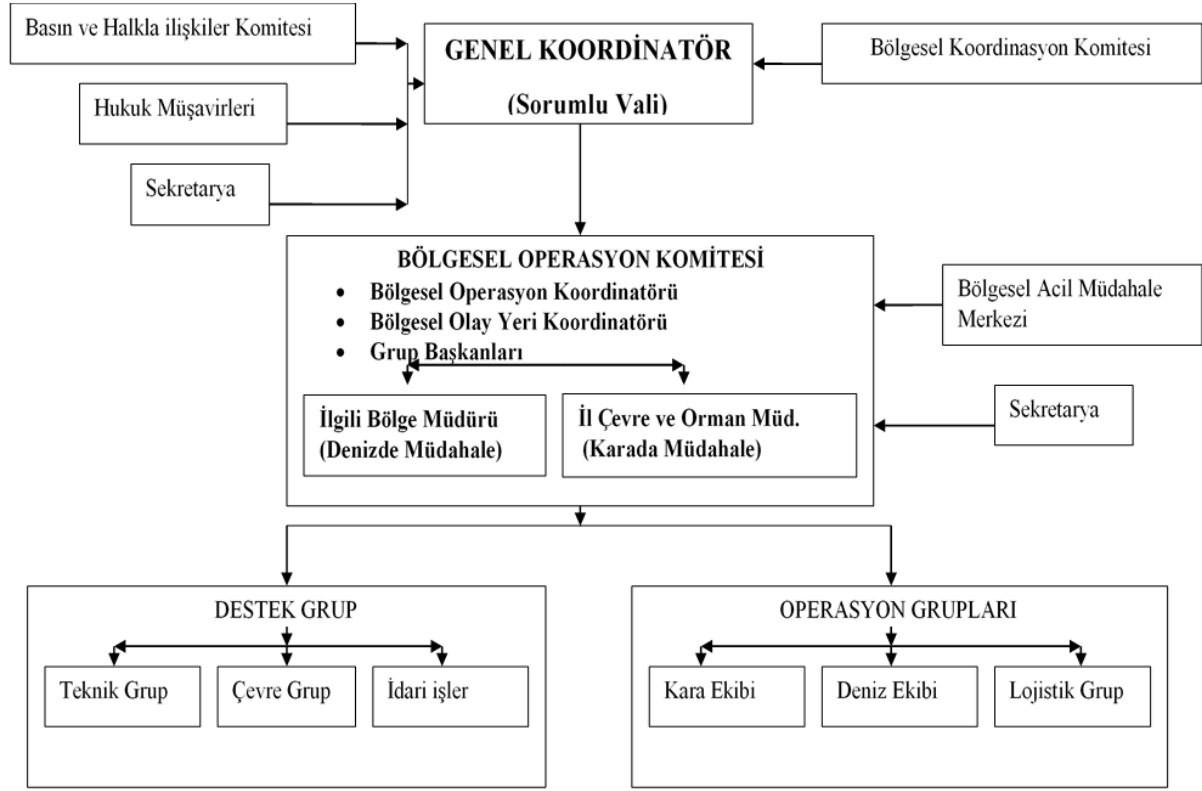
- Acil durumlarda gemilerden ve kıyı tesislerindeki faaliyetlerden kaynaklanan kirlenme tehlikesini ortadan kaldırmak veya kirlenmeyi azaltmak, sınırlamak ve gidermek üzere uygulanacak müdahale ve hazırlıklı olma esaslarını,
- Olay sonucu ortaya çıkan zararların tespit ve tazmin esaslarını,
- Uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi esaslarını,
- Kanun kapsamına giren kişilerle kurum, kuruluş, gemi ve tesislerin Kanunda belirtilen ilgililerinin yetki, görev ve sorumluluklarını, belirlemektir” (5312 Sayılı Kanun, 2006).

Aynı mevzuatta yer alan kuruluşların yetki, görev ve sorumlulukları kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB), Sahil Güvenlik Komutanlığı, kirliliğin seviyesine bağlı olarak, valilikler, belediyeler, ilgili bakanlık il müdürlükleri, kıyı emniyeti genel ve bölge müdürlükleri ile ilgili kurumlar, olası deniz kirliliğini önleme ve müdahalede planlı reaksiyonlar için görevlendirilmiş durumdadır.

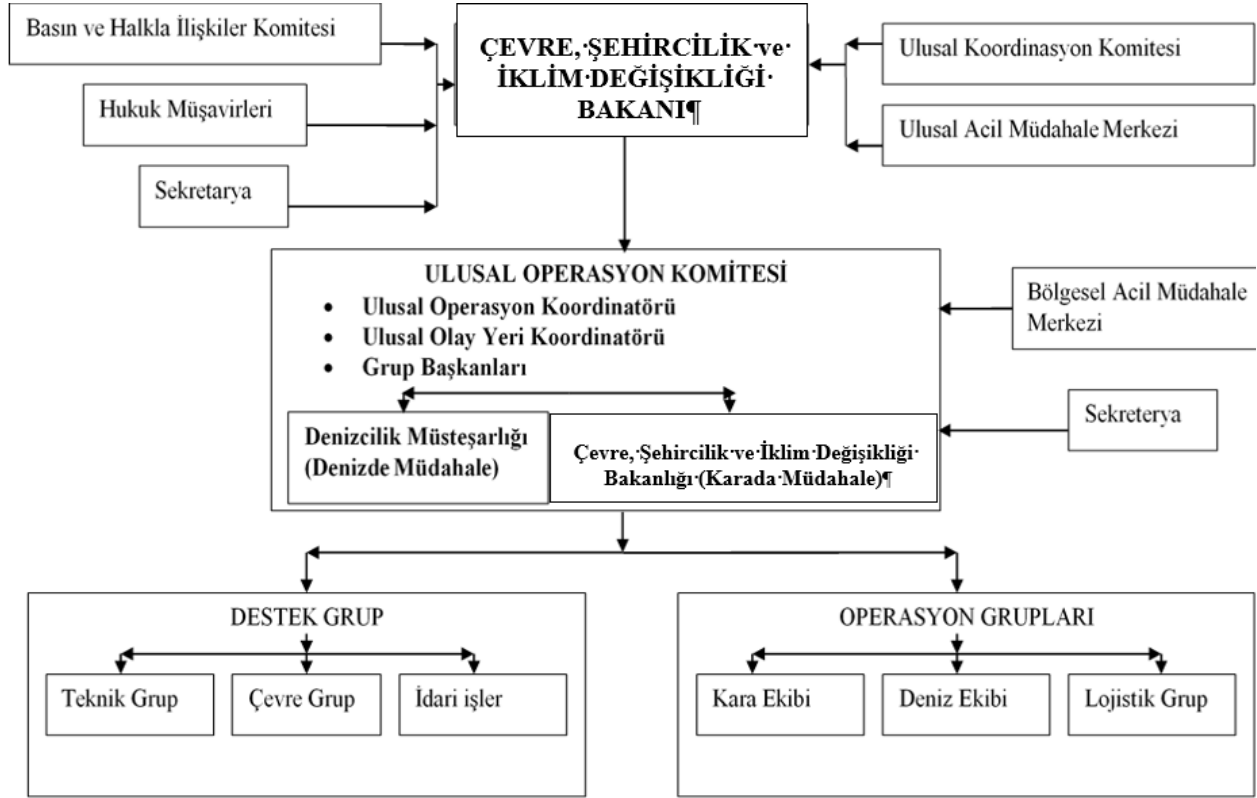
Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB)’nın Acil Müdahale Merkezleri Projesi kapsamında; Türkiye kıyılarında bölgesel ve ulusal seviyede meydana gelebilecek muhtemel kazalara karşı kurulacak istasyonlardan müdahale imkânı planlanmıştır. Ulusal Acil Müdahale Sistemi Türkiye denizleri ve kıyılarını petrol ve diğer zararlı maddelerden kaynaklı deniz kirliliklerine karşı korumak amacıyla Tekirdağ’da bulunan Ulusal Deniz Emniyeti ve Acil Müdahale Merkezi (UDEM), Antalya’da bulunan Bölgesel Acil Müdahale Merkezi ve kurulması planlanan Acil Müdahale İstasyonlarını kapsamaktadır (UAB, 2018).

Büyük deniz kirliliklerinde koordinasyon ve operasyon merkezi olarak görev yapacak UDEM, bu işlevini yerine getirebilmek için gerek tatbikat gerekse gerçek zamanlı olay sahası resmini gösterecek bir karar destek sistemine sahip olacaktır. Bu sistemin bahse konu resme sahip olması ve 5312 sayılı Kanun kapsamında karar verici ve operasyonel makamlar tarafından gerçek zamanlı paylaşılması gerekmektedir. Kirliliğin seviyesine bağlı olarak üç aşamalı bir eylem planı öngören bahse konu Kanun’un öngördüğü müdahale organizasyonu Şekil 2 ve Şekil 3’te sunulmuştur.

Denizde meydana gelebilecek bir kirlilik, kıyı tesisinin müdahale edebileceği boyutta ise Seviye 1 olarak sınıflandırılmakta, aksi durumda ise Seviye 2 olarak değerlendirilmekte, görevlendirilen İl Valisi koordinatörlüğünde Şekil 2’de yer alan makamların işbirliği ile bölgesel boyutta müdahale organizasyonu teşkil edilmektedir. Kirlilik, bölgesel imkânları da aşan daha büyük boyutta gerçekleştiği takdirde ise Seviye 3 olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2. Türkiye deniz çevresinin petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmesinde bölgesel acil müdahale teşkilat şeması (5312 sayılı kanun, 2006).

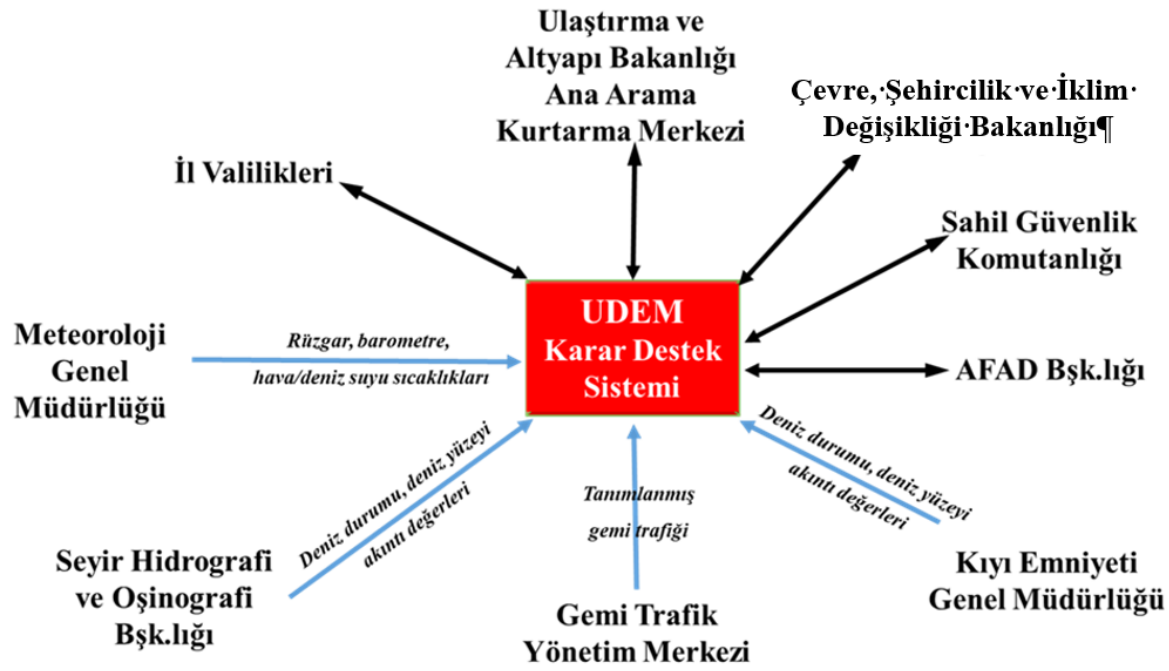


Şekil 3. Türkiye deniz çevresinin petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmesinde ulusal acil müdahale teşkilat şeması (5312 sayılı kanun, 2006).

3'üncü Seviye kirlilik ulusal boyutta bir müdahaleyi gerekli kılmakta, bu durumda Çevre ve Şehircilik Bakanı'nın başkanlık ettiği, denizdeki kirlilik için Ulaştırma ve Altyapı ve Bakanlığı bağlısı Denizcilik Genel Müdürlüğü, karadaki kirlilik içinse Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın sorumlu olduğu ve ilgili diğer makamların katıldığı Şekil 3'te yer alan organizasyon oluşturulmaktadır.

Bölgesel ve Ulusal boyutta bu organizasyonlar kurulmakla birlikte, makamların birbirleriyle bütünsel yapı içerisinde olmadıkları, olay sahasının gerçek zamanlı resmini ortak olarak paylaşmadıkları, deniz çevresini dinamik verilerine (rüzgâr, akıntı vb.) gerçek zamanlı olarak sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Bu doğrultuda veri akışı ve bilgi paylaşımının hangi makamlar tarafından sağlanabileceğine dair bir öngörü 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Denizde acil durum karar destek sistemi kullanıcı/veri entegrasyon öngörüsü.

Şekil 4'teki yapı kapsamında; deniz çevresi dinamik verilerinin, halen var olan ve gerektiğinde tesis edilecek sensörler vasıtasıyla rüzgâr, barometre, hava/deniz suyu sıcaklıklarının Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından, deniz durumu, deniz yüzeyi akıntı değerlerinin Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı ile Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü tarafından, radarlar ve OTS tarafından elde edilen veriler ışığında tanımlanmış gemi trafiğinin Gemi Trafik Yönetim Merkezi tarafından sağlanması ve bu verilerin Marmara Ereğlisi/Tekirdağ'da konuşlu bulunan Ulusal Deniz Emniyeti Merkezi (UDEM) bünyesinde tesis edilecek PISCES, YAKAMOS, vb. bir karar destek sistemine internet tabanlı, gerçek zamanlı ve 7/24 esaslı bir entegrasyonla iletilmesi, bu karar destek sisteminde oluşan gerçek zamanlı deniz resminin yine internet tabanlı bir entegrasyon vasıtasıyla, karar verici makamlar olan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, ilgili İl valilikleri, Sahil Güvenlik Komutanlığı, AFAD Başkanlığı ile sorumlu alt kademe makamları tarafından eş zamanlı paylaşılması öngörülmüştür.

4. Sonuçlar

Küreselleşmeyle birlikte artan deniz ticaret hacmi, denizlerde meydana gelebilecek kaza, can ve mal kaybı ile kirlilik riskini de artırmaktadır. Bahse konu kazalar neticesinde oluşabilecek kayıpların azaltılmasına yönelik tedbirler, teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha etkin olmakta, bununla birlikte bu tedbirlerin uygulayıcı makamları arasında süratli, akıcı ve etkin koordinasyon ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Deniz kazaları akabinde can ve mal kayıplarını önlemeye yönelik arama kurtarma, kirliliği önlemeye/

azaltmaya yönelik ise müdahale operasyonları da bu gelişmiş tedbirlere ve etkin koordinasyona ihtiyaç duymaktadır. Gerek kazalardan sonra operasyonların etkinliğini artırmak, gerekse öncesinde alınabilecek tedbirlere yönelik karar destek/simülasyon sistemleri büyük yarar sağlamaktadır. Bu sistemlerin karar vericilere olay sahasının doğru resmini güncel olarak sunabilmesi operasyonların süratli ve etkin icrasında gerek şartı oluşturmaktadır. Olay sahasının güncel resmi ortam değişkenlerinin sistemlere gerçek zamanlı aktarılmasıyla mümkün olabilmekte, bahse konu resmin karar verici paydaşların hepsinde aynı zamanlı paylaşımı ise operasyonların, koordineli ve etkin icrasına olanak sağlamaktadır. Türkiye'nin 5312 sayılı Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun gereği, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Sahil Güvenlik Komutanlığı, İl Valilikleri, AFAD Başkanlığı, UDEM ana paydaşlar olmak üzere alt bağlularıyla birlikte deniz kazalarına müdahalede karar verme mekanizmasını oluşturmaktadırlar. Yapılan literatür taramasında, destek sistemlerinin bireysel bazda nasıl ve hangi teknolojik altyapıyla çalıştığı, ne gibi katkılar sağladığına yer verilmiş ve bu husus durum senaryolarıyla örneklendirilmiştir. Ancak bu sistemlere Türkiye'de hangi makamlar tarafından veri beslemelerinin yapılacağı, hangi makamların ana karar verici olarak sisteme entegre edilmesi gerektiğine dair bir çalışma olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı kapsamında Şekil 4'te, UDEM bünyesinde tesis edilen bir karar destek sistemine, denizel çevre dinamik verilerinin sağlayıcısı makamlar olan Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, Gemi Trafik Yönetim Merkezi, Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından gerçek zamanlı veri akışının sağlanması öngörülmüş, deniz kazaları sonrasında müdahaleden sorumlu makamların süratli ve etkin karar vermelerini sağlayacak bir entegrasyon ve bu sayede olay sahası resminin sürekli ve güncel takip edilebileceği bir organizasyon oluşturulmuştur.

Bu çalışma sayesinde ortaya konan taslak sistemin, ana sorumlu makam olan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılacak daha detaylı çalışma ve bu sayede alt sorumlu makamların da katılmasıyla, etkin ve kapsamlı bir karar destek sistemi haline geleceği değerlendirilmektedir.

Yazar Katkıları

Cihat Aşan: Çalışmayı planlamış, verileri toplamış, örnekleme yapılmış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Kaynaklar

- AFAD, (2014). 2014-2023 Deniz Kirliliğine Neden Olan Kazalar Yol Haritası Belgesi. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/3912/xfiles/denizcilik_kazalari_son1.pdf
- Amir-Heidari, P., Arneborg, L., Lindgren, J. F., Lindhe, A., Rosén, L., Raie, M., Axell, L., ve Hassellöv, I. M. (2019). A state-of-the-art model for spatial and stochastic oil spill risk assessment: A case study of oil spill from a shipwreck. *Environment International*, 126, 309–320. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.037>
- Barker, C. H., Kourafalou, V. H., Beegle-Krause, C. J., Boufadel, M., Bourassa, M. A., Buschang, S. G., Androulidakis, Y., Chassignet, E. P., Dagestad, K. F., Danmeier, D. G., Dissanayake, A. L., Galt, J. A., Jacobs, G., Marcotte, G., Özgökmen, T., Pinardi, N., Schiller, R. v., Socolofsky, S. A., Thrift-Viveros, D., Zheng, Y. (2020). Progress in operational modeling in support of oil spill response. In *Journal of Marine Science and Engineering* (Vol. 8, Issue 9, pp. 1–55). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/jmse8090668>
- Bukin, O. A., Proschenko, D. Y., Chekhlenok, A. A., ve Korovetskiy, D. A. (2019). Methods for Optical Monitoring of Oil Pollution of Sea Water Basins Using Unmanned Aerial Vehicles. *Atmospheric and Oceanic Optics*, 32(4), 459–463. <https://doi.org/10.1134/S102485601904002X>
- Delgado, L., Kumzerova, E., ve Martynov, M. (2006). Simulation of oil spill behaviour and response operations in PISCES. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 88, 279–292. <https://doi.org/10.2495/CENV060271>

- Fingas, M. (2014). The basics of oil spill cleanup. In *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* (3.rd ed., Vol. 94, Issues 14–15). CRC Press, Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.1080/03067319.2014.974591>
- Garello, R., ve Kerbaol, V. (2017). Oil pollution monitoring: An integrated approach. *2017 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems, EESMS 2017-Proceedings, 2003*. <https://doi.org/10.1109/EESMS.2017.8052689>
- Hackett, B., Comerma, E., Daniel, P., ve Ichikawa, H. (2009). Marine oil pollution prediction. *Oceanography*, 22(SPL.ISS. 3), 168–175. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.75>
- Keramea, P., Spanoudaki, K., Zodiatis, G., Gikas, G., ve Sylaios, G. (2021). *Oil spill modeling: A critical review on current trends, perspectives, and challenges*. Journal of Marine Science and Engineering. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>
- Mohammadiun, S., Hu, G., Gharahbagh, A. A., Li, J., Hewage, K., ve Sadiq, R. (2021). Intelligent computational techniques in marine oil spill management: A critical review. In *Journal of Hazardous Materials* (Vol. 419). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126425>
- Nicolae, F., Perkovic, M., Ristea, M., ve Cotorcea, A. (2016). Method for monitoring the space-Time development of oil spilled in marine environment using Pisces II simulation software. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 136–145.
- Perkovic, M., ve Sitkov, A. (2008). “Oil spill modeling and combat,” Soares, C. G., and Kolev, P. N. (eds.), Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources, Vols. 1 and 2: Proceedings and Monographs in Engineering Water and Earth Sciences, 1161-1169.
- Reed, M., Aamo, O. M., ve Daling, P. S. (1995). Quantitative analysis of alternate oil spill response strategies using OSCAR. *Spill Science and Technology Bulletin*, 2(1), 67–74. [https://doi.org/10.1016/1353-2561\(95\)00020-5](https://doi.org/10.1016/1353-2561(95)00020-5)
- Tütüncü, A. N. (2004). *Gemi kaynaklı deniz kirlenmesinin önlenmesi, azaltılması ve kontrol altına alınmasında devletin yetkisi* (3rd ed.). Kırklareli: Beta Basım A.Ş.
- UAB. (2020). Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ulaşan ve Erişen Türkiye 2020. Erişim adresi: <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/revize-ulasan-ve-erisen-turkiye-2020-20210319-100631.pdf>.
- Ye, X., Chen, B., Li, P., Jing, L., ve Zeng, G. (2019). A simulation-based multi-agent particle swarm optimization approach for supporting dynamic decision making in marine oil spill responses. *Ocean and Coastal Management*, 172, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.02.003>
- 5312 Sayılı Kanun. (2006). Deniz Çevresinin Petrol Ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale Ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 21 Ekim 2006, 26326