

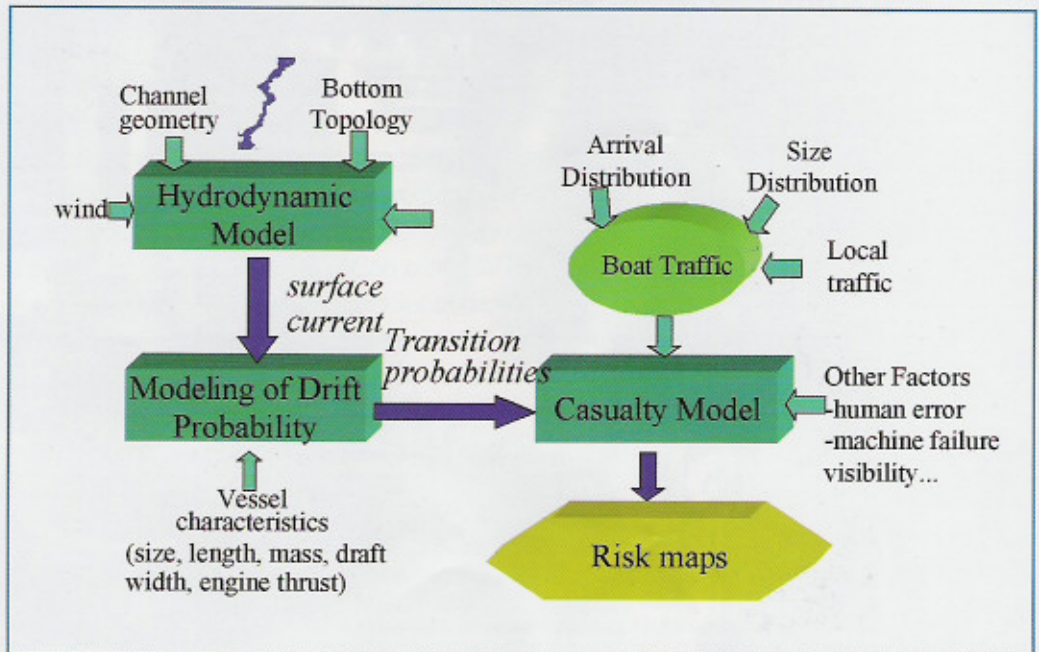
Emre N. Otay
Boğaziçi Üniversitesi

Boğaz kazalarına bilimsel bakış

► Bir varil petrolü Bakü'den Ceyhan'a boru hattı ile taşımının maliyeti 1-2 dolar iken, aynı noktalar arasında denizden tankerle taşıma 20 cent'in altına malolmaktadır (Britto, 2000). Bu nedenledir ki, Türk Boğazları dışardan bakıldığında "ucuz boru hattı" gibi görülebilir. Son verilere göre yılda yaklaşık 50.000 gemi İstanbul Boğazı'ndan (Boğaz) transit geçiş yapmakta olup, bunların 4.500 tanesi yanıcı ve/veya patlayıcı madde taşıyan tankerlerdir. Karadeniz limanlarından çeşitli türde akaryakıt yükleyen tankerler, bu değerli yüklerini Boğaz'dan geçerek Akdeniz üzerinden dünya pazarlarına taşırlar. Bölgedeki sermaye artışı ve ticaretin gelişmesiyle, mevcut filoya her yıl muhtelif kargo ve konteyner gemileri de eklenmektedir.

► DAR SU YOLLARINDA DENİZ KAZALARI

Türk Boğazları da dahil olmak üzere dünyadaki dar su yolları çarpışma, karaya oturma, ve karaya bindirme gibi yüzlerce deniz kazasına mekan olmuştur. Pilotaj eksikliği, kanalın doğal yapısı, yüzey akıntıları, sınırlı görüş mesafesi, mekanik arıza ve teknik yetersizlikler gibi pek çok neden kaza riskini farklı mekan ve şartlarda, farklı derecelerde etkilerler. Diğer bir deyişle, kazayı önceden yer ve zaman belirterek (deterministik) tahmin etmek imkansızdır. Buradan yola çıkan Tan ve Otay (1999), dar su yollarındaki gemi kazalarının nedenlerini belirli olasılık dağılımlarına sahip rassal bilinmeyenler olarak tanımlayan yeni



Şekil 1. Dar su yolları için rassal kaza modeli (Tan & Otay, 1999)

bir çözüm modeli geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımda gemilerin transit seyrini kontrol eden fizik denklemleri klasik anlamda ele alınmakla birlikte, seyri etkileyen yüzey akıntısı, karşıdan gelen gemi trafiği ve pilotaj kararları gibi etkenler için farkı olasılık dağılımları kabul edilmiştir. Bu yöntem kullanılarak dar su yollarındaki gemi kazalarının, geçen gemi sayısının karesiyle orantılı olduğu bulunmuştur. Bu basit formül İstanbul Boğazı ve benzeri dar su yolları için son derece önemli bir sonuç doğurmaktadır. Boğaz'dan geçen gemi sayısı iki katına çıkarsa, kazalar 4'e katlanacaktır.

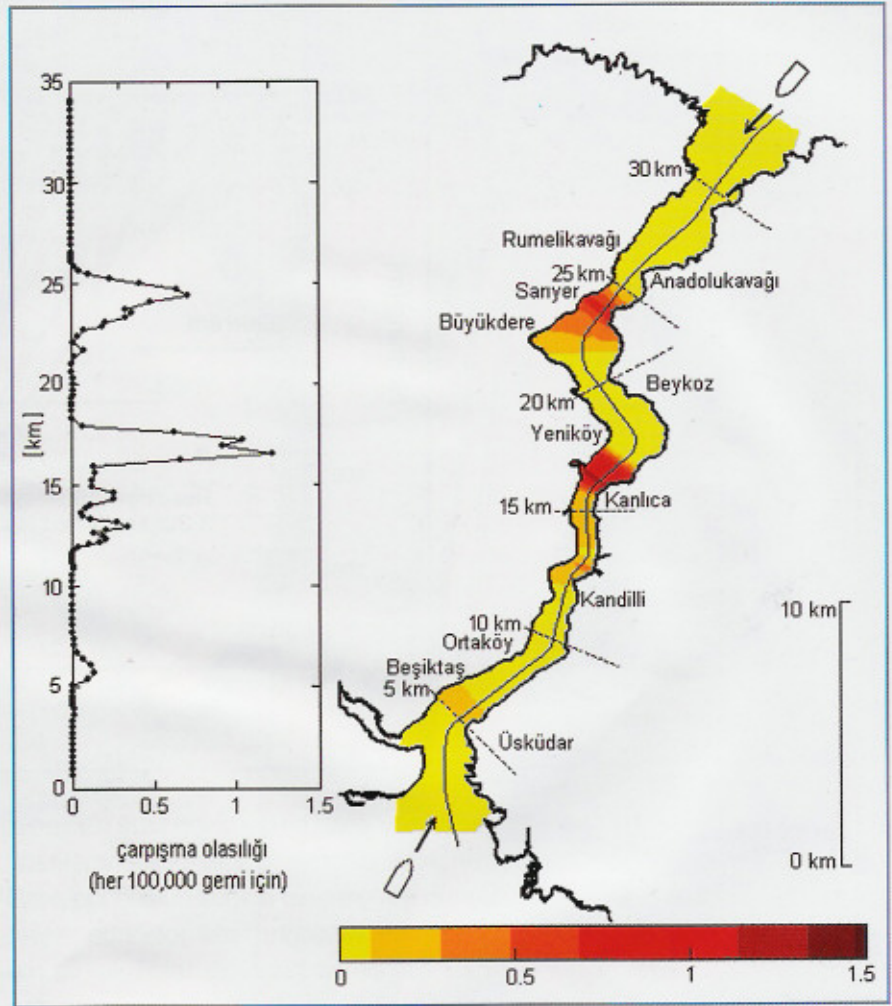
▶ İSTANBUL BOĞAZI RISK HARİTASI

Boğaz'daki transit gemi trafiğini ve oluşan kaza riskini yüzey akıntıları, gemilerin teknik özellikleri ve kaptanların pilotaj kabiliyetlerini de hesaba katacak şekilde matematiksel olarak modellemek ve tahmin etmek mümkündür. Özkan (2003) gemilerin rotadaki veya rota dışındaki hareketlerini üç derece uzaysal serbestlik içeren akım denklemlerini çözen bir otopilot modeli geliştirmiştir. Boğaz boyunca belirlenen kesitlerde gemilerin pozisyon dağılımları akıntı dağılımları da göz önünü alınarak hesaplanmıştır.

Çarpışma, karaya oturma ve sahile vurma için ayrı ayrı yapılan model çalışmaları sonucunda elde edilen risk haritalarında pilotaj kabiliyetinden bağımsız olarak kazaların Boğaz'ın belli noktalarında yoğunlaştığı görülmüştür. Şekil 2'de Boğaz'ın gemi çarpışmalarına göre hesaplanan risk haritası ve aynı şeklin içinde her 100.000 gemi için çarpışma olasılıklarının Boğaz boyunca dağılımı görülmektedir.

Farklı gemi boyları için yapılan model çalışmalarında çarpışma sonucu oluşan kazaların sahile bindirme ve karaya oturmalara oranla daha sık gerçekleştiği ve raporlanan kaza istatistiklerinde olduğu gibi küçük gemilerin daha sık kaza yaptığı görülmüştür. Diğer ilginç bir bulgu da güneye giden gemilerin kuzeye gidenlere oranla daha çok kazaya neden olmalarıdır. Akıntıyla birlikte daha zor dümen tutmaktan kaynaklanan bu sonuç otopilot modelini doğrulamaktadır.

Kornhauser ve Clark (1995) istatistiklerinde yer alan geçmiş kazalar model bulgularıyla



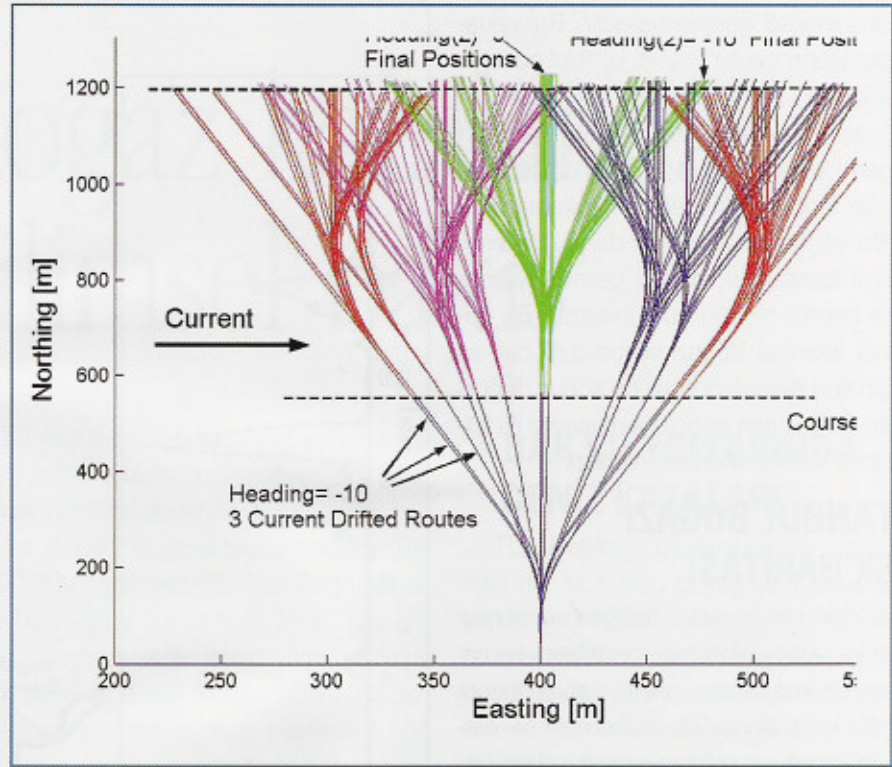
karşılaştırıldığında Kanlıca ve Yeniköy arası hariç benzer bir coğrafi dağılım görülmektedir. Bu noktalardan 17. kilometrede modelin yüksek risk tahmin etmesine karşın istatistiklerde herhangi bir kaza gözükmezken, 2002 yılında Gotia isimli bir gemi Emirgan iskelesine bindirmiş ve Boğaz'da petrol kirliliğine yol açmıştır (Otay ve Yenigün, 2003). Bu örnekte de görüldüğü gibi sistem parametrelerinin zaman içinde değiştiği doğrusal olmayan rassal süreçlerde geleceği salt eski bilgilerde aramak yanıltıcı olabilmektedir. Buradaki gibi bir sistem modeli geleceğe daha çok ışık tutabilmektedir.

▶ NAVİGASYON DESTEĞİ İÇİN AKILLI SİSTEMLER

Yukarıdaki araştırmaların devamı olarak Yazıcı (2004) Boğaz'daki transit gemi trafiği için bilgisayar destekli kazasız rota belirleme programı geliştirmiştir. Boğaz'ın fiziksel verileri, karşıdan gelen gemilerin özellikleri ve yerel akıntıların olası değişimleri kullanılarak Bo-

Şekil 2. İstanbul Boğazı için çarpışma risk haritası (Özkan Yazıcı, 2003)

Şekil 3. En güvenli rotanın dinamik hesaplanması (Özkan Yazıcı, 2004)



Boğaz'daki transit gemi trafiğini ve oluşan kaza riskini yüzey akıntıları, gemilerin teknik özellikleri ve kaptanların pilotaj kabiliyetlerini de hesaba katacak şekilde matematiksel olarak modellemek ve tahmin etmek mümkündür.

ğaz'da seyreden bir gemi için kaza riski en az olan rota dinamik olarak belirlenmektedir. Bunun için geminin o anda bulunduğu pozisyondan ileriye doğru farklı rotalarda seyretmesi halinde karşılaşılabilecek tehlikeler ve maruz kalacağı akıntı ve karşı trafik şartları altında rotadan sürüklenme riski önceden hesaplanmaktadır.

Diğer bir deyişle, henüz belirli bir rotaya karar vermeden önce farklı rotalar seçmesi halinde kaptana bir kaç hamle sonrasında tahmini seyir durumunu ve geminin pozisyonunu tahmin etmektedir. Bu sistem, aynı satrançtakine benzer bir strateji ile farklı rotaların risklerini bir kaç hamle sonrası için hesaplaya-

rak, kaptanın seçimine yardımcı olmaktadır.

Bu sistem deneysel verilere dayanılarak geliştirilmiş bir otopilot yardımıyla geminin potansiyel rotalar için ileriye dönük olarak kaza risklerini ayrı ayrı hesaplar. Daha sonra bileşik riskin optimizasyonunu yaparak, en güvenli rotayı çizer.

Mevcut haliyle İstanbul Boğazı için geliştirilmiş olan sistem, model parametrelerinin değiştirilmesi halinde farklı dar kanallara uyarlanabilir. Öte yandan bu sistemle mevcut trafik düzeninde yapılması düşünülen kural değişiklikleri önceden model üzerinde deneyerek, kaza riski açısından sonuçları test edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Brito, D. L. (2000), "Congestion of the Turkish Straits: A Market Alternative", World Congress of the Econometric Society, Seattle, WA.
- Kornhauser, A. L. ve W. A. Clark (1995), "Quantitative Forecast of Vessel Casualties Resulting from Additional Tanker Traffic through the Bosphorus", ALK Associates Inc. Report, Princeton, New Jersey.
- Otay, E.N. ve Yenigun, O. (2003), "An Oil Spill in the Bosphorus: The Gotia accident," Proc. 3rd Intl. Conf. on Oil Spills in the Mediterranean and Black Sea Reg., İstanbul, 27-42.
- Özkan, Ş. (2003), "Stochastic Modeling of Transit Vessel traffic through the Strait of İstanbul" Master Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- Tan, B. ve Otay, E.N. (1999), "Stochastic Modelling and Analysis of Vessel Casualties Resulting from Tanker Traffic through Narrow Waterways," Naval Research Logistics, 46[8], 871-892.
- Yazıcı, M.A., (2004), Dynamic Determination of the Safest Navigation Route for Transit Vessels in the Strait of İstanbul, Master Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.