



DENİZ TAŞIMACILIĞINDA EMNİYET VE GÜVENLİĞİN GELECEĞİ

Prof. Dr. Yasin ARSLANOĞLU

Özet

Deniz taşımacılığında bir arızanın kazaya dönüşmesi, teknik yetersizlik kadar kararların hangi koşullarda alındığına ve gemi ile kıyı arasındaki koordinasyona bağlıdır. Bu anlatısal derleme, gemi kazalarını, tanker ve tehlikeli yük operasyonlarını, denizcilik altyapılarını ve dijital dönüşümü güncel düzenlemeler, kurumsal raporlar ve seçilmiş akademik çalışmalar üzerinden değerlendirmektedir. İnceleme, bakım yönetimi, personelin çalışma koşulları ve acil müdahale kapasitesinin birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir. Türk Boğazları yoğun trafik ile kıyı yerleşimlerinin etkileşimini, Hürmüz Boğazı ise jeopolitik tehditlerin seyir kararlarına yansımaları görünür kılmaktadır. Otonom gemiler ve yapay zekâ, erken tespit ve karar desteği bakımından yeni olanaklar sunarken kontrol devri, veri güvenilirliği ve siber dayanıklılık konusunda ek sorumluluklar doğurmaktadır. Denizciliğin emniyet performansını geliştirecek temel yaklaşım, düzenleyici gereklilikleri günlük işletme kararlarıyla ilişkilendiren ve koruyucu önlemlerin gerçek koşullardaki etkinliğini doğrulayan bir yönetim anlayışıdır.

Anahtar kelimeler: deniz emniyeti, tanker operasyonları, Türk Boğazları, Hürmüz Boğazı, otonom gemiler, siber güvenlik.

Giriş

Dar bir su yolunda ana makinenin durması, birkaç dakikalık teknik sorunu gemi, kıyı yerleşimleri ve deniz çevresi için ortak bir tehdiye dönüştürebilir. Sonucun ağırlığını, arızanın kendisi kadar köprüüstünün vereceği karar, makine ekibinin hazırlığı ve kıyıda sağlanacak yardımın zamanlaması belirler. Deniz taşımacılığında emniyetin temel güçlüğü bu etkileşimde ortaya çıkar: Her bir unsurun ayrı ayrı yeterli olması, birlikte çalışacaklarının güvencesi değildir.

Dünya mal ticaretinin hacim olarak yüzde 80'inden fazlası denizyoluyla taşınmaktadır. UNCTAD'ın 2025 değerlendirmesi, güzergâh değişikliklerinin ve jeopolitik belirsizliğin taşımacılık maliyetlerini ve altyapı gereksinimlerini artırdığını vurgulamaktadır [1]. Bu ölçekteki bir ağda deniz kazasının etkileri gemiyle sınırlı kalmaz; liman faaliyetlerine, enerji arzına ve tedarik zincirlerine de yayılabilir. Bu nedenle emniyet, gemi işletmeciliğinin teknik bir alt başlığı olduğu kadar ticaretin sürekliliğini sağlayan bir koşuldur.

Bu çalışma, resmî düzenlemeler, kurumsal istatistikler ve seçilmiş hakemli yayınlara dayanan anlatısal bir derlemedir. Gemi kazaları, tehlikeli yükler, kıyı altyapıları ve dijital dönüşüm arasındaki ilişkileri inceler. Metinde “emniyet”, kaza ve istenmeyen olayların önlenmesini; “güvenlik” ise saldırı, yetkisiz müdahale ve benzeri kasıtlı tehditlere karşı korunmayı ifade etmektedir. Hürmüz'deki tehditler ve siber riskler, farklı amaçlara sahip bu iki alanın operasyon sırasında nasıl kesiştiğini göstermektedir.



1 Gemi Kazalarını Anlamak

Teknik arızaların süren ağırlığı

Allianz Commercial'ın Haziran 2026 tarihli raporuna göre, 100 GT üzerindeki gemilerde bildirilen deniz olayı sayısı 2024'te 3.353 iken 2025'te 2.818'e gerilemiştir. Makine hasarı ve arızaları 1.505 olayla en büyük grubu oluşturmuş; bunları 260 çatışma ile 218 yangın ve patlama olayı izlemiştir [2]. Toplam olay sayısındaki düşüşe rağmen makine arızalarının ağırlığı, bakım ve teknik hazırlığın emniyet yönetimindeki yerini koruduğunu göstermektedir.

Avrupa Deniz Emniyeti Ajansının (EMSA) 2025 incelemesi ise 2024 sonuna kadar Avrupa Deniz Kazaları Bilgi Platformuna bildirilen Avrupa Birliği bağlantılı olayları ele almaktadır [3]. Farklı kapsamlara sahip bu raporlar, kaza örneğini değerlendirmek için tamamlayıcı bilgiler sunar. İşletmeler açısından asıl yarar, genel istatistikleri kendi filolarındaki arıza kayıtları, sefer koşulları ve bakım bulgularıyla ilişkilendirebilmektir. Böylece sıklıkla tekrarlanan küçük arızaların hangi koşullarda ağır sonuçlara yol açabileceği daha erken görülebilir.

İnsan faktörünün örgütsel boyutu

Bir kazayı son kararı veren kişinin hatasıyla açıklamak, o kararı hazırlayan koşulları görünmez kılabilir. Yetersiz personel planlaması, ertelenen bakım, belirsiz görev paylaşımı ve zaman baskısı, gemi personelinin seçeneklerini daraltır. Rüpke ve Athanassiou'nun literatür derlemesi, uzun çalışma saatleri ve vardiya düzeninin kısa ve düşük kaliteli uykuyla ilişkisini ortaya koymaktadır. Deniz koşulları ve gemideki yaşam ortamı da yorgunluğa katkıda bulunmaktadır [4]. Bu nedenle dinlenme çizelgesinin uygunluğu, fiili iş yükü ve uyku koşullarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

IMO'nun MSC.1/Circ.1598 sayılı yorgunluk rehberi, sorumluluğu şirket yönetimi, gemi personeli, eğitim kuruluşları, tasarımcılar ve idareler arasında ele alır [5]. Yoğun bir liman operasyonunun ardından başlayan seyir vardiyası, bu yaklaşımın somut karşılıklarından biridir. İş planı yapılırken ardışık görevlerin toplam etkisi hesaba katılmalıdır. Personelin yorgunluk

bildirimini rahatça yapabilmesi ve bu bildirimin iş yükünde bir düzenlemeyle karşılık bulması, kayıt tutmanın ötesinde koruyucu bir uygulama sağlar.

Arızanın yeri ve müdahale süresi

Ana tahrik, dümen veya elektrik dağıtım sistemindeki aynı arıza, farklı seyir koşullarında farklı sonuçlar doğurabilir. Açık denizde müdahale için zaman bulunurken dar bir kanalda akıntı ve yakın trafik, güvenli manevra seçeneklerini hızla azaltabilir. Sis ve kuvvetli rüzgâr da köprüüstünün iş yükünü artırır. Bakım öncelikleri belirlenirken ekipmanın yenileme maliyetinin yanında, arızasının geminin kontrolü üzerindeki etkisi ve mevcut yedekleme olanakları değerlendirilmelidir.

SOLAS Bölüm IX kapsamında uygulanan Uluslararası Emniyet Yönetimi (ISM) Kodu, şirketlerin Emniyet Yönetim Sistemleri için temel çerçeveyi oluşturur [6]. Kritik ekipmanın belirlenmesi, uygunsuzlukların izlenmesi ve düzeltici faaliyetlerin etkinliğinin kontrolü bu çerçevenin işletmedeki karşılığıdır. Yedek bir sistemin bulunması da tek başına yeterli değildir. Aynı güç kaynağına bağlı iki cihazın birlikte devre dışı kalabilmesi, bakım ve tatbikat planlarında ortak nedenli arızaların da dikkate alınmasını gerektirir.

Kazadan kurumsal öğrenmeye

Waskito, Kurt ve Turan'ın 76 yayını kapsayan derlemesi, sistem teorisine dayalı emniyet analizlerinin denizcilikteki kullanımını incelemektedir. Çalışma, Sistem Teorisine Dayalı Süreç Analizinin (STPA) yaygınlığını ve nicel yöntemlerle birleştirilmesine yönelik eğilimi vurgular [7]. Bu yaklaşım, arızalı bileşenin yanında kontrol kararlarını, bilgi akışını ve sorumluluk ilişkilerini de araştırır. Geciken bir alarm ile müdahale yetkisindeki belirsizlik, birlikte değerlendirildiğinde olayın büyümesini açıklayabilir.

Kaza incelemesinin işletmeye katkısı, benzer bir olayın önlenmesini sağlayacak değişikliklerin uygulanmasıyla ortaya çıkar. Bulguların bakım programına, eğitime ve acil durum planlarına aktarılması bu nedenle önemlidir. Düzenleyici gelişmeler de aynı sürece dâhil edilmelidir: 1 Ocak 2026'da yürürlüğe giren değişiklikler, denize düşen konteynerlerin zorunlu bildirimi ile gemideki kaldırma donanımlarının emniyetine ilişkin hükümler içermektedir [8]. Güncel kuralların personele hangi görevleri getirdiği, şirket prosedürlerinde açıkça karşılık bulmalıdır.

2 Tankerlerde ve Tehlikeli Yüklerde Emniyet

Yükün özelliği ve taşıma biçimi

Tehlikeli yüklerde emniyetli operasyon, doğru ürün bilgisiyle başlar. Parlayıcı bir sıvı, toksik bir kimyasal ve soğutularak sıvılaştırılmış bir gaz farklı koruma ve müdahale yöntemleri gerektirir. Yükün özellikleri, diğer ürünlerle uyumluluğu ve geminin taşıma yeterliliği, kabul öncesinde doğrulanmalıdır. Dökme

Tablo 1 Tehlikeli yüklerde temel düzenleyici çerçeveler

Taşıma biçimi	Temel çerçeve	Öncelikli emniyet konusu
Dökme petrol	SOLAS ve ilgili MARPOL hükümleri	Yangın ve petrol kirliliğinin önlenmesi
Dökme tehlikeli kimyasal	IBC Kodu ve MARPOL Ek II	Ürün tehlikesine uygun gemi ve tank koruması
Dökme sıvılaştırılmış gaz	IGC Kodu	Yük muhafazası ve ürüne özgü gaz tehlikeleri
Ambalajlı tehlikeli yük	IMDG Kodu	Sınıflandırma, ambalajlama ve ayrıştırma

Kaynak: IMO düzenlemeleri temelinde derlenmiştir [9–11,16]

kimyasallarda IBC, dökme sıvılaştırılmış gazlarda IGC, ambalajlı tehlikeli yüklerde ise IMDG Kodu temel düzenleyici çerçevelerdir [9–11].

Bu ayırım, kullanılacak kontrol yöntemini de belirler. IBC Kodundaki gemi tipleri, ürünlerin tehlike özelliklerine göre farklı koruma düzeyleri öngörür [9]. IMDG Kodunun 42-24 değişikliğini içeren 2024 baskısı ise 1 Ocak 2026'dan itibaren zorunlu uygulanmaktadır [11]. Yükün gemide dökme veya ambalajlı taşınması, benzer ürün adlarına rağmen farklı hükümlerin değerlendirilmesini gerektirebilir.

Yangın ve patlama riskinin kontrolü

Petrol tankerlerinde yanıcı atmosferin oluşması ve tutuşturucu kaynakların kontrolü temel önceliklerdir. Kimyasal yüklerde toksisite ve tehlikeli reaksiyonlar, gaz taşımacılığında ise ürünün özelliklerine göre basınç ve düşük sıcaklık riskleri öne çıkar [9,10]. Aynı gemide taşınabilen iki ürünün ortak bir hat veya tankta güvenle buluşturulabileceği varsayılmaz. Hatların ayrılması, vana düzeninin doğrulanması ve bulaşmanın önlenmesi, yük planının uygulanmadaki ayrıntılarıdır.

ISGOTT'un altıncı baskısı; gaz ölçümü, statik elektrik, toksik maddelere maruziyet, çalışma izinleri ve gemi-terminal koordinasyonu için sektörel rehberlik sağlar [12]. Bu rehberin işletmedeki değeri, kontrollerin operasyon boyunca sürdürülmesine bağlıdır. Transfer öncesinde basınç ve debi sınırları, acil haberleşme kanalı ve durdurma yöntemi üzerinde anlaşılmalıdır. Tarafların birbirlerinin hangi koruyucu sistemlerine güvendiğinin bilinmesi, tek bir arızanın birden fazla önlemi etkisiz bırakabileceği durumları ortaya çıkarır.

Gemi ile terminal arasındaki kritik bağlantı

Yük transferi sırasında gemi ve terminal ortak bir operasyon yürütür. Palamar düzeni, geminin rıhtımdaki hareketi, transfer hattının bütünlüğü ve alıcı tankın kullanılabilir kapasitesi birbirini etkiler. Bu nedenle gemideki bir kontrolün tamamlanması, kıyıdaki koşulların da uygun olduğu anlamına gelmez. ISGOTT'un gemi-sahil kontrol yaklaşımı, tarafların ayrı ve ortak sorumluluklarının belirlenmesine yardımcı

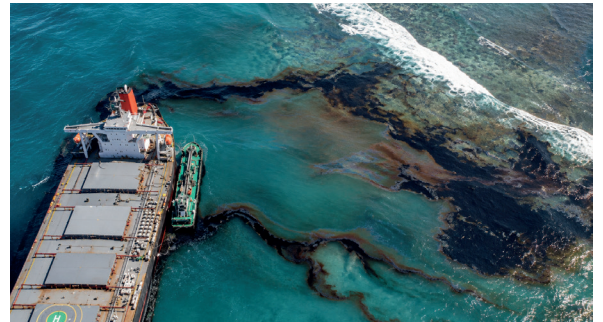
olur [12]. Vardiya değişiminde ve hava koşulları değiştiğinde bu ortak anlayışın korunması gerekir.

Örneğin, alıcı tankın kapasitesine ilişkin belirsizlik yalnızca terminale ait bir kayıt sorunu değildir; transferin sürdürülmesi hâlinde gemiyi ve çevreyi de etkileyebilir. Böyle bir durumda karar verecek kişi, bilgi doğrulama yöntemi ve operasyonu durdurma yetkisi önceden belirlenmiş olmalıdır. Ticari programın korunması ile emniyetli çalışma sınırları arasındaki gerilim, personelin tek başına çözmesi beklenen bir sorun hâline getirilmemelidir.

Kirliliğin çevresel ve ekonomik etkileri

ITOPF, 2025 yılında tanker olaylarından kaynaklanan 700 tonun üzerinde üç büyük, 7–700 ton arasında üç orta büyüklükte petrol döküntüsü kaydetmiştir. Çevreye kaybedilen toplam petrol miktarı yaklaşık 4.000 tondur. Doğrulanmış miktarlara dayanan bu istatistikler savaş kaynaklı olayları kapsamamaktadır [13]. Yıllık miktarlar önemli bir gösterge olsa da çevresel zararın ağırlığı, olayın yeri ve müdahale koşullarıyla birlikte anlaşılabilir.

Kıyıya yakınlık, hassas habitatlar, akıntılar ve petrolün özellikleri, kirliliğin yayılımını ve temizleme olanaklarını etkiler. Balıkçılık ve turizmdeki kesintiler, doğrudan müdahale giderlerine ek kayıplar yaratabilir. Bu nedenle hazırlık planının amacı, yalnızca yeterli ekipman bulundurmamak değildir. Hassas bölgelerin önceden belirlenmesi, erişim olanaklarının bilinmesi ve müdahale kaynaklarının zamanında harekete geçirilmesi de planın uygulanabilirliğini belirler.





Kapalı mahaller ve acil müdahale hazırlığı

IMO'nun 27 Haziran 2025'te kabul ettiği MSC.581(110) sayılı tavsiyeler, kapalı mahallere girişte risk değerlendirmesi, izin, atmosfer ölçümü ve kurtarma hazırlığını ele almaktadır [14]. Oksijen düzeyinin uygun olması, yanıcı veya toksik bir atmosfer bulunmadığını göstermez. Mahal, yapılan iş ve bağlantılı bölmeler birlikte değerlendirilmelidir. Hazırlıksız bir kurtarma girişiminin yeni kazazedeler yaratabilmesi, giriş planı ile kurtarma planının birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğini ortaya koyar.

Petrol Kirliliğine Karşı Hazırlıklı Olma, Müdahale ve İşbirliği Sözleşmesi (OPRC), gemi planları ile ulusal müdahale sistemleri arasındaki bağlantıyı düzenler [15]. Alarmin verilmesi, uygun kaynağın görevlendirilmesi ve ekipmanın sahaya ulaşması aynı zincirin parçalarıdır. Bu zincirin işlerliği, gemi ve kıyı birimlerinin birlikte katıldığı tatbikatlarda sınanabilir. Tatbikatın değeri, tamamlanmış olmasından çok ortaya çıkan koordinasyon eksiklerinin giderilmesindedir.

3 Kıyı Altyapıları ve Stratejik Su Yolları

Liman kapasitesinin emniyet boyutu

Liman altyapısı, rıhtım ve depolama alanlarının yanında erişim kanallarını, seyir bilgisini, enerji beslemesini ve acil hizmetleri kapsar. Elleçleme kapasitesi artarken manevra alanı veya römorkör erişimi aynı ölçüde gelişmiyorsa yeni darboğazlar oluşabilir. Yatırım planları bu nedenle ticari kapasiteyle birlikte emniyetli işletme sınırlarını da dikkate almalıdır. Daha büyük gemilerin kabulü, çevredeki operasyonlarla olan bağımlılıkları yeniden değerlendirmeyi gerektirir.

SOLAS'ın seyir emniyeti hükümleri, seyir hizmetleri ile gemi donanımı ve operasyonel sorumluluklar için temel çerçeveyi sunar [16]. Güncel hidrografik bilgi, bakımlı seyir yardımcıları ve geçici tehlikelerin duyurulması bu çerçeveyi tamamlar. Elektronik haritanın bulunması kadar kullanılan verinin güncelliği de önemlidir. Bakım ve hizmet kesintisi bildirimlerinin gecikmesi, gemi personelinin geçiş planını eksik bilgiyle hazırlamasına yol açabilir.

Trafik yönetimi ve haberleşme

IMO'nun A.1158(32) sayılı Gemi Trafik Hizmetleri Rehberi; risk değerlendirmesini, yetkin personeli

ve açık haberleşmeyi vurgular. Trafik hizmeti, kaptanın geminin emniyetli seyri konusundaki nihai sorumluluğunu değiştirmez [17]. Etkili koordinasyon, kıyı merkezinin sağladığı bilgi ile köprüüstündeki gözlem ve karar süreçlerinin birbirini tamamlamasına bağlıdır. Her iki tarafın bilgi sınırlarının bilinmesi, yanlış güven duygusunu önlemeye yardımcı olur.

Radar, Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) ve meteorolojik gözlemler, trafik resmini zenginleştirebilir. Sensörler uyuşmadığında ise hangi verinin nasıl doğrulanacağı belirlenmiş olmalıdır. Gecikmiş konum veya yanlış kimlik bilgisi, otomatik uyarıların yararını azaltır. Trafik merkezlerinin performansı değerlendirilirken izlenen gemi sayısının yanında, kritik olayın fark edilme süresi ve doğru bilginin ilgili gemiye ulaştırılması da dikkate alınmalıdır.

Arama kurtarma ve hizmet sürekliliği

Küresel Deniz Tehlike ve Emniyet Sistemi (GMDSS), tehlike haberleşmesinin temelini oluşturur. IMO belgeleri, kurtarma koordinasyon merkezlerinin haberleşmesi ile acil konum bildiren radyo vericilerinin (EPIRB) bakım ve testlerini ayrı başlıklar altında ele almaktadır [18]. Cihazın gemide bulunması, alarmin doğru kimlik ve konum bilgisiyle ilgili merkeze ulaşacağını tek başına garanti etmez. Donanımın işlerliği ve personelin kullanım yeterliliği birlikte kontrol edilmelidir.

Bir elektrik veya haberleşme kesintisinin trafik yönetimiyle acil çağrılar aynı anda etkilemesi, ilk arızanın sonuçlarını büyütebilir. Bu nedenle alternatif haberleşme ve güç kaynakları, gerçekçi kesinti senaryolarıyla sınanmalıdır. Öncelikle sürdürülecek hizmetler ve kabul edilebilir geri dönüş süreleri belirlenmelidir. Arama kurtarma kapasitesi, olayın bildirilmesinden kazazedelerin güvenli tahliyesine kadar devam eden işleyiş üzerinden değerlendirilmelidir.

Türk Boğazlarında yoğun trafik ve kıyı yaşamı

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının açıkladığı verilere göre 2025 yılında İstanbul Boğazı'nda 40.172, Çanakkale Boğazı'nda 44.468 gemi geçişi gerçekleşmiştir. İki boğazdaki toplam 84.640 geçişin 48.579'unda kılavuzluk hizmeti verilmiştir. Aynı dönemde İstanbul Boğazı'ndan 203,7 milyon ton,





Çanakkale Boğazı'ndan 232,5 milyon ton tehlikeli yük taşınmıştır [19]. Bu rakamlar, her bir su yolundaki hareketliliğin ölçeğini göstermektedir.

Türk Boğazlarında risk değerlendirmesi, geçiş yapan ticaret gemileriyle yerel deniz ulaşımını aynı çevrede ele almak zorundadır. Kıyı yerleşimleri ve liman faaliyetleri de olası bir kazanın etki alanında bulunur. İstanbul ve Çanakkale boğazlarının geometrisi, akıntıları ve trafik özellikleri farklı olduğundan geçiş planlaması su yoluna özgü koşullara dayanmalıdır. Geminin manevra kabiliyeti ile dar ve dönüşlü bölgelerdeki eşzamanlı hareketler, günlük trafik kararlarında önem kazanır.

23 Aralık 2024 tarihli Bakanlık Oluru ile kabul edilen Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği Uygulama Yönergesi, 1 Şubat 2025'te yürürlüğe girmiştir. Yönerge, 2019 tarihli Yönetmeliğin uygulanmasını ve belirli geçiş koşullarını ayrıntılandırmaktadır [20]. Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nün tanımladığı Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri ise İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı'nı kapsar [21]. Büyük bir arıza veya kirlilik olayında bu geniş alanın yönetimi, trafik merkezi, kılavuzluk, römorkör ve kurtarma birimleri arasında önceden kurulmuş koordinasyon gerektirir.

Hürmüz Boğazında değişen tehditler

Hürmüz Boğazı, tankerler ve gaz taşıyıcıları açısından seyir emniyeti ile güvenlik risklerinin birlikte değerlendirilmesi gereken bir geçiştir. ABD Denizcilik İdaresinin (MARAD) 9 Eylül 2026 tarihli 2026-011 sayılı duyurusu, Basra Körfezi, Hürmüz Boğazı ve Umman Körfezi'nde ticari gemilere yönelik saldırı riskini yüksek olarak değerlendirmektedir. Duyuru; füze, silahlı insansız hava ve suüstü araçları ile GNSS karıştırma ve aldatma tehditlerine dikkat çekmektedir [22]. Elektronik konum bilgisinin güvenilirliğinin zayıflaması, dar su yolundaki manevra ve trafik değerlendirmesini de güçleştirebilir.

MarineLink'in UKMTO bildirimine dayanan 21 Eylül 2026 tarihli haberine göre, boğaza giriş yapan bir tanker kaynağı belirlenemeyen bir mühimmatla vurulmuş, iki gemi insanı hafif yaralanmış ve gemi kendi gücüyle seyrini sürdürmüştür [23]. Olay, geçiş hazırlığının gemi güvenlik planı, acil haberleşme ve şirket desteğiyle birlikte ele alınmasının önemini

göstermektedir. Bölgesel duyuruların sefer öncesinde ve geçiş boyunca izlenmesi, değerlendirmeyi değişen koşullara göre yenilemeyi sağlar. Buradaki belirleyici ihtiyaç, kaptan ve personelin güncel bilgiye zamanında erişebilmesidir.

Yatırımın işletmedeki karşılığı

Altyapı performansı, kritik arızanın bildirilme süresi, müdahale kaynaklarının erişimi, haberleşme kesintileri ve tatbikatlarda saptanan eksiklikler üzerinden izlenebilir. Bu göstergeler, olay sayılarının tek başına açıklayamadığı zayıflıkları ortaya çıkarır. Karşılaştırmalar yapılırken trafik hacmi ve gemi profili de hesaba katılmalıdır; benzer olay sayıları farklı işletme koşullarında aynı anlama gelmeyebilir.

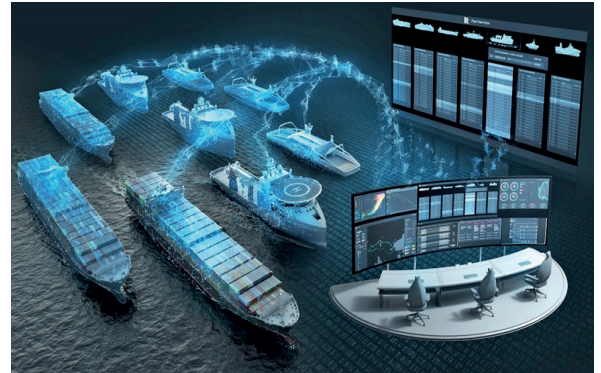
Yeni bir sistemin kurulması, hizmetin uzun vadede güvenilir biçimde sürdürüleceğini garanti etmez. Bakım bütçesi, veri güncellemesi ve operatör eğitimi yatırımın ayrılmaz parçalarıdır. Bu nedenle satın alma kararında, cihazın olağan koşullardaki kapasitesinin yanında yoğun trafik ve kesinti anındaki davranışı da değerlendirilmelidir. Emniyetli hizmetin sürdürülebilmesi, kurulum sonrasındaki işletme sorumluluğunun açıkça tanımlanmasına bağlıdır.

4 Dijital Dönüşüm ve Denizciliğin Geleceği

Otonom gemilerde sorumluluğun devamı

Otomasyon, belirli işlemlerin programlanmış biçimde yürütülmesini sağlar; otonomi ise tanımlanmış koşullarda sürekli insan müdahalesi olmadan karar ve eylem üretebilmeyi içerir. Bu nedenle otomatik bir sistem her durumda otonom değildir; otonom bir geminin de bütün sefer boyunca insansız olması gerekmez. Ayrım, kontrolün kimde bulunduğunu ve arıza sırasında nasıl devredileceğini belirlemek açısından önemlidir.

IMO Deniz Emniyeti Komitesi, Mayıs 2026'daki 111'inci oturumunda otonom suüstü gemileri için MASS Kodunu kabul etmiştir. SOLAS Bölüm I kapsamındaki yük gemilerine yönelik bağlayıcı olmayan Kod, 1 Temmuz 2026'dan itibaren uygulanabilir hâle gelmiştir. Mevcut zorunlu IMO kurallarını tamamlayan çerçeve, kaptanın gemide bulunmama da genel sorumluluğunu koruduğunu belirtmektedir. Yol haritası, bağlayıcı





Kodun 1 Temmuz 2030'a kadar kabulünü ve 1 Ocak 2032'de yürürlüğe girişini hedeflemektedir [24]. Bu geçiş dönemi, teknik deneyimin sorumluluk ve gözetim düzeniyle birlikte geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Yapay zekâya ne ölçüde güvenilebilir

Yapay zekâ; görüntü tanıma, sensör verilerindeki örüntülerin belirlenmesi ve karar desteği açısından olanaklar sunar. Emniyet değerlendirmesinde ise ortalama başarı oranının yanında, nadir ve ağır sonuçlu durumlarda sistemin nasıl davrandığı önem taşır. Düşük görüş, arızalı sensör veya eğitim verilerinde az temsil edilen bir gemi tipi, modelin performansını değiştirebilir. Sistemin belirsizliğini operatöre nasıl gösterdiği, önerinin kendisi kadar dikkatle tasarlanmalıdır.

Yuzui ve Kaneko'nun sistematik derlemesi, otonom gemilerin risk analizinde sistem temelli nitel yöntemlerle Bayes ağları gibi nicel yaklaşımların birleştirilmesini gelecek vadede bir yönelim olarak değerlendirmektedir [25]. Bu yaklaşım, tek bir algoritmanın başarısından hareketle bütün geminin emniyetli sayılmasının yetersizliğine işaret eder. Doğrulama planlarında haberleşme kaybı ve hatalı sensör verisi gibi durumlar yer almalı; sistemin çalışabileceği çevresel ve operasyonel sınırlar açıkça tanımlanmalıdır.

İnsan gözetiminin yeniden tasarlanması

Xiang ve çalışma arkadaşlarının derlemesi, otonom suüstü gemilerinde insan-makine işbirliğini; şeffaflık, eğitim ve insan merkezli tasarım sorunlarıyla birlikte ele almaktadır [26]. Personelin rolü, bazı uygulamalarda doğrudan kumandadan uzaktan gözetim ve müdahaleye doğru değişmektedir. Ancak uzun süre yalnızca sistemi izleyen bir operatörün, gelişen bir olaya kısa sürede hâkim olabilmesi için uygun bilgiye, eğitime ve kontrol araçlarına ihtiyacı vardır.

Uzaktan operasyon merkezlerinde bir kişinin izleyeceği gemi sayısı belirlenirken eşzamanlı müdahale gereksinimi hesaba katılmalıdır. Ortak bir haberleşme kesintisi veya aynı bölgedeki olumsuz hava, birden fazla gemiyi birlikte etkileyebilir. Eğitim senaryolarının bu tür birleşik durumları kapsamaması, kontrol devrinin uygulanabilirliğini sınamaya yardımcı olur. İnsan müdahalesinin hangi koşulda başlayacağı

ve operatörün ne kadar sürede kontrolü alabileceği, tasarım aşamasında açıklığa kavuşturulmalıdır.

Siber güvenliğin fiziksel sonuçları

Bilgi teknolojileri ticari ve idari verileri işlerken operasyonel teknoloji, gemideki fiziksel süreçlerin izlenmesini ve kontrolünü sağlar. Bu sistemler arasındaki bağlantılar, bir siber olayın yük operasyonlarına veya seyir emniyetine yansımaya neden olabilir. IMO'nun 4 Nisan 2025 tarihli MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.3 sayılı rehberi; yönetim, tanımlama, koruma, tespit, müdahale ve kurtarma işlevlerini kapsar. Envanter, erişim kontrolü ve ağların ayrılması gibi önlemler bu yaklaşımın parçalarıdır [27].

MSC.428(98) sayılı karar, siber risklerin emniyet yönetim sistemlerinde ele alınmasını destekler ve idareleri, 1 Ocak 2021'den sonraki ilk yıllık Uygunluk Belgesi doğrulamasına kadar bu risklerin uygun biçimde kapsanmasını sağlamaya teşvik eder [28]. Şirket açısından bunun karşılığı, yazılım değişikliği, uzaktan erişim ve olay bildirimi sorumluluklarının tanımlanmasıdır. Siber güvenlik, gemi personeliyle şirket yönetimi ve tedarikçiler arasında ortak bir işletme konusu hâline gelir.

IACS'ın UR E26 ve E27 gereksinimleri, sırasıyla geminin bütünsel siber dayanıklılığına ve gemideki sistem ve ekipmanların dayanıklılığına odaklanır. Revize gereksinimler için 1 Temmuz 2024 uygulama tarihi belirlenmiştir; kapsamın ilgili gemi ve klas kuralları bakımından değerlendirilmesi gerekir [29]. Bu teknik çerçeve, siber dayanıklılığın tasarım ve donanım seçimine kadar uzandığını göstermektedir.

Dijitalleşmenin başarısını değerlendirmek

Dijital sistemlerin emniyete katkısı, hata anındaki davranışlarıyla da ölçülmelidir. Yedekten geri dönüşün denenmesi, olay kayıtlarının korunması ve yazılım değişikliklerinin kontrollü uygulanması, hizmet sürekliliğini destekler. Özellikle operasyonel teknolojiye yapılan bir güncellemede geminin çalışma koşulları dikkate alınmalıdır. Koruma amacı taşıyan bir değişikliğin, sınanmadan uygulanarak yeni bir kesinti yaratması önlenmelidir [27].

Karar destek sistemleri, önerinin dayandığı veriyi ve önemli belirsizlikleri kullanıcıya anlaşılır biçimde





sunmalıdır. Operatörün öneriyi değerlendirebilmesi ve gerektiğinde müdahale edebilmesi, arayüzün kullanım kolaylığıyla doğrudan ilişkilidir. Böylece insan gözetimi, prosedürde yazan bir sorumluluğun ötesinde uygulanabilir bir çalışma biçimine dönüşebilir. Teknoloji yatırımıyla eğitim ve iş tasarımının birlikte yürütülmesi, dijital dönüşümün emniyete katkısını güçlendirecektir.

5 Sonuç

Deniz taşımacılığında emniyet, geminin teknik bütünlüğü ile insanın karar verme koşullarının ve kıyı hizmetlerinin birlikte yönetilmesini gerektirir. İncelenen yayınlar, kaza sonrasındaki son hataya odaklanmanın bakım, iş yükü ve koordinasyon gibi düzeltilebilir alanları açıklamakta yetersiz kalabildiğini göstermektedir. Tankerlerde ürün özelliklerinin doğru değerlendirilmesi ve gemi-terminal sorumluluklarının açıklığı, önleyici tedbirlerin sahadaki etkinliğini belirleyen başlıca unsurlardır.

Türk Boğazları ile Hürmüz Boğazı farklı risk ortamlarına sahiptir; her ikisi de gemi üzerindeki kararların kıyıdaki bilgi ve müdahale kapasitesinden bağımsız değerlendirilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle şirketlerin ve kamu otoritelerinin önceliği, güncel bilgiyi işletme kararlarına aktarabilmek ve ortak müdahale planlarını gerçekçi senaryolarla sınamak olmalıdır. Başarı, eksikliğin kayda geçirilmesinin ardından giderilip giderilmediğiyle değerlendirilmelidir.

Otonomi ve yapay zekâ, denizciliğin emniyet olanaklarını genişletebilir. Bu katkının gerçekleşmesi; doğrulanmış çalışma sınırlarına, anlaşılır kontrol devrine ve sürdürülebilir siber dayanıklılığa bağlıdır. Geleceğin gemisinde de temel soru değişmeyecektir: Sistem beklenmedik bir durumla karşılaştığında, doğru bilgiye sahip kişi veya birim zamanında müdahale edebilecek midir? Teknoloji, eğitim ve düzenleme arasındaki ilişkinin niteliği, bu soruya verilecek yanıtı belirleyecektir.

Kaynakça

Çevrimiçi kaynaklara erişim tarihi: 25 Eylül 2026.

1. UNCTAD. (2025). Review of Maritime Transport 2025: Staying the course in turbulent waters. Çevrimiçi kaynak
2. Allianz Commercial. (2026, Haziran). Safety and Shipping Review 2026. Çevrimiçi kaynak
3. European Maritime Safety Agency. (2025). Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2025. Çevrimiçi kaynak
4. Rüpke, I. ve Athanassiou, G. (2024). Contributing factors of fatigue on seagoing vessels: A systematic literature review. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 78, 469–491. DOI: 10.1007/s41449-024-00451-4. Çevrimiçi kaynak
5. International Maritime Organization. (2019). Guidelines on fatigue. MSC.1/Circ.1598. Çevrimiçi kaynak
6. International Maritime Organization. (t.y.). The International Safety Management Code. Çevrimiçi kaynak
7. Waskito, D. H., Kurt, R. E. ve Turan, O. (2026). Comprehensive literature review of systemic safety analysis: Trends and development in the maritime sector. Safety Science, 200, 107208. DOI: 10.1016/j.ssci.2026.107208. Çevrimiçi kaynak
8. International Maritime Organization. (2026). Raft of shipping rules in force from 1 January 2026. Çevrimiçi kaynak
9. International Maritime Organization. (t.y.). International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code). Çevrimiçi kaynak
10. International Maritime Organization. (t.y.). IGC Code. Çevrimiçi kaynak
11. International Maritime Organization. (2024). International Maritime Dangerous Goods Code (2024 baskısı, Amendment 42-24). Çevrimiçi kaynak
12. ICS, OCIMF ve IAPH. (2020). International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) (6. baskı). Çevrimiçi kaynak
13. ITOF. (2026). Oil Tanker Spill Statistics 2025. Çevrimiçi kaynak
14. International Maritime Organization. (2025, 27 Haziran). Revised recommendations for

entering enclosed spaces aboard ships. Resolution MSC.581(110). Çevrimiçi kaynak

15. International Maritime Organization. (1990). International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation (OPRC). Çevrimiçi kaynak

16. International Maritime Organization. (1974, değişiklikleriyle). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS). Çevrimiçi kaynak

17. International Maritime Organization. (2021, 15 Aralık). Guidelines for vessel traffic services. Resolution A.1158(32). Çevrimiçi kaynak

18. International Maritime Organization. (t.y.). IMO circulars related to the GMDSS. Çevrimiçi kaynak

19. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2026, 14 Şubat). Türk Boğazları 2025'te 84 bin 640 gemilik trafiği yönetti. Çevrimiçi kaynak

20. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024). Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği Uygulama Yönergesi. 23 Aralık 2024 tarihli ve 23966435 sayılı Olur. Çevrimiçi kaynak

21. Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü. (t.y.). Gemi Trafik ve Kılavuzluk Hizmeti. Çevrimiçi kaynak

22. U.S. Maritime Administration. (2026, 9 Eylül). 2026-011: Persian Gulf, Strait of Hormuz and Gulf of Oman—Iranian Attacks on Commercial Vessels. Çevrimiçi kaynak

23. MarineLink. (2026, 21 Eylül). Tanker Hit by Projectile in Strait of Hormuz, UKMTO Reports. Çevrimiçi kaynak

24. International Maritime Organization. (2026, 22 Mayıs). IMO adopts first global Code for autonomous ships. Çevrimiçi kaynak

25. Yuzui, T. ve Kaneko, F. (2025). Toward a hybrid approach for the risk analysis of maritime autonomous surface ships: A systematic review. Journal of Marine Science and Technology, 30, 153–176. DOI: 10.1007/s00773-024-01040-0. Çevrimiçi kaynak

26. Xiang, J., Blanco-Davis, E., Xin, X., Li, H., Hifi, N., Wang, J. ve Yang, Z. (2025). A systematic literature review of Human-Machine Cooperation in Maritime Autonomous Surface Ships. Autonomous Transportation Research. DOI: 10.1016/j.atres.2025.10.001. Çevrimiçi kaynak

27. International Maritime Organization. (2025, 4 Nisan). Guidelines on maritime cyber risk management. MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.3. Çevrimiçi kaynak

28. International Maritime Organization. (2017, 16 Haziran). Maritime cyber risk management in safety management systems. Resolution MSC.428(98). Çevrimiçi kaynak

29. International Association of Classification Societies. (2024). Cyber Systems: IACS Position Paper (Rev. 3). Çevrimiçi kaynak