

birlik haberleri

TEMMUZ - AĞUSTOS 2026 SAYI: 10

Orta Sayfa

Deniz Taşımacılığında Güvenlik ve Geleceğin Denizciliği

Birlik Haberleri Yayın Kurulu

Gemi Kazaları: Gemiden Kıyıya Uzanan Emniyet Zinciri

Alev Aktuğ AKPINAR

Deniz Taşımacılığında Emniyet ve Güvenliğin Geleceği

Prof. Dr. Yasin ARSLANOĞLU

Deniz Taşımacılığında Gelecek: Otonom Gemiler, Yapay Zeka ve Siber Güvenlik

TMMOB Gemi Mühendisleri Odası

DOSYA:

**Deniz Taşımacılığında
Güvenlik**



Deniz Taşımacılığında Güvenlik ve Geleceğin Denizciliği

Deniz taşımacılığı, dünya ekonomisinin görünmeyen omurgalarından biridir. Uluslararası mal ticaretinin yüzde 80'inden fazlası deniz yoluyla gerçekleştirilmektedir. Ancak deniz taşımacılığının ekonomik ve stratejik önemi arttıkça, bu sistemin karşı karşıya olduğu riskler de çeşitlenmektedir. Deniz güvenliği artık yalnızca geminin denize elverişliliği, mürettebatın yetkinliği veya seyir kurallarına uyulması üzerinden ele alınabilecek bir konu değildir. Günümüzde deniz taşımacılığı, geminin kendisinden taşınan yüke, limanlardan boğazlara, trafik yönetiminden arama-kurtarmaya, insan faktöründen otomasyon, yapay zekâ ve siber güvenliğe kadar uzanan çok katmanlı bir sistem olarak değerlendirilmelidir.

Kazalar bize ne söylüyor?

Son dönemde yaşanan deniz kazaları ve denizcilik olayları da bu geniş bakış açısının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. 2 Eylül 2026 tarihinde İstanbul'un Silivri açıklarında iki Türk bayraklı ticari geminin çarpışması, 10 denizcinin kaybolmasına ve gemilerden birinin kısa sürede batmasına yol açmıştır. Olayın, Türkiye'nin en yoğun denizcilik alanlarından biri olan Marmara Denizi'nde, Boğazlar sisteminin hemen yanı başında meydana gelmesi, yoğun deniz trafiği, seyir güvenliği, trafik yönetimi ve arama-kurtarma altyapısının önemini yeniden gündeme getirmiştir.

Bundan yalnızca birkaç gün önce, 30 Ağustos 2026 tarihinde Girne'den Mersin'in Taşucu Limanı'na gitmek üzere hareket eden bir yolcu feribotunun Kıbrıs'ın kuzey kıyıları açıklarında alabora olarak batması, çok sayıda can ve mal kaybıyla sonuçlanmıştır. Feribotta 267 yolcu ve mürettebatın bulunması, kazanın ardından geniş kapsamlı bir arama-kurtarma operasyonunu gerekli kılmış, batığın yaklaşık 550 metre derinlikte bulunması ise müdahaleyi teknik açıdan daha da güçleştirmiştir. Kazanın nedenlerine ilişkin soruşturma devam ederken olay, yolcu taşımacılığında işletme koşullarından hava ve deniz şartlarının değerlendirilmesine, mürettebatın yetkinliğinden acil durum hazırlığına ve arama-kurtarma kapasitesine kadar emniyet zincirinin bütün halkalarının birlikte ele alınması gerektiğini bir kez daha göstermiştir.

Yine 2026 yılının Mart ayında Karadeniz'de, İstanbul Boğazı'na yaklaşık 18 deniz mili mesafede seyreden bir ham petrol tankerinin deniz dronu saldırısına uğraması, deniz taşımacılığının karşı karşıya olduğu risklerin



yalnızca klasik kaza senaryolarıyla sınırlı olmadığını göstermiştir. Mürettebatın tamamının güvende kaldığı olay, enerji taşımacılığı ve kritik deniz yollarının yanı sıra çevresel risklerin de jeopolitik gelişmeler ve yeni tehdit biçimleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Farklı nedenlere, koşullara ve sonuçlara sahip bu olayların ortaklaştığı önemli bir gerçek bulunmaktadır: Deniz kazalarını yalnızca kazanın meydana geldiği andaki son hata üzerinden açıklamak mümkün değildir. Bir kazanın arkasında insan faktöründen teknik sistemlere, bakım ve işletme koşullarından trafik yönetimine, liman ve kıyı altyapısından arama-kurtarma kapasitesine kadar uzanan çok sayıda etken bulunabilir. Bu nedenle deniz emniyetine, tek bir geminin veya tek bir operasyonun değil, insan, gemi, yük, altyapı, kamu otoritesi ve çevre arasındaki bütün emniyet zincirinin birlikte değerlendirildiği bir sistem yaklaşımıyla bakılması gerekir.

Kazayı hazırlayan sistem

Deniz kazaları çoğu zaman tek bir hata, tek bir kişi ya da son anda verilen yanlış bir kararla açıklanmaya çalışılır. Oysa ciddi kazaların büyük bölümü, insan, gemi, şirket, altyapı ve kamu otoritesi arasındaki emniyet zincirinde biriken zayıflıkların görünür hâle geldiği son noktadır.

Bu nedenle bir kazayı anlamak için yalnızca gerçekleştiği dakikaya değil, o dakikayı hazırlayan bütün sisteme bakmak gerekir. Nitekim Alev Aktuğ Akpınar'ın bu dosyadaki "Gemi Kazaları: Gemiden Kıyıya Uzanan Emniyet Zinciri" başlıklı yazısında da vurgulandığı gibi, kazayı anlamak için gemiden kıyı altyapısına ve kamu otoritesine kadar uzanan bütün emniyet zincirinin birlikte değerlendirilmesi gerekir.

İnsan faktörü elbette bu sistemin önemli bir unsurudur. Yorgunluk, yetersiz dinlenme, iletişim sorunları, eğitim eksikliği, deneyim farklılıkları ve yanlış kararlar kazaların oluşumunda rol oynayabilir. Ancak "insan hatası" kavramının kazanın nihai ve kolay açıklamasına dönüşmesi, asıl sorunun görülmesini engelleyebilir.

Köprü üstünde ya da makine dairesinde yapılan son hata görünürdür, eksik personel planlaması, ertelenmiş bakım, çalışmayan bir alarm, güncel olmayan prosedür, yetersiz denetim veya ticari baskı ise çoğu zaman görünmez kalır.

Aynı durum teknik arızalar için de geçerlidir. Bir makinenin veya sistemin arızalanması çoğu zaman yalnızca teknik bir olay değildir. Bakımın kâğıt üzerinde tamamlanması, kritik yedek parçaların bulunmaması, arıza kayıtlarının sistematik biçimde izlenmemesi veya gemi ile kara yönetimi arasındaki bilgi akışının yetersizliği, küçük bir teknik sorunun büyük bir kazaya dönüşmesine neden olabilir.

Hava koşulları da benzer biçimde ele alınmalıdır. Fırtına, yüksek dalga, görüş mesafesinin azalması veya güçlü akıntılar kazayı tetikleyebilir. Ancak bunlar denizciliğin istisnası değil, operasyonun doğal girdileridir. Risk değerlendirmesi, rota seçimi, emniyetli hız, operasyonun ertelenmesi, demirleme veya sığınma planları bu nedenle emniyet yönetiminin temel unsurlarıdır. Dolayısıyla kazanın ardından sorulması gereken soru yalnızca "Kim hata yaptı?" olmamalıdır.

Asıl soru şudur: "Bu hatanın kazaya dönüşmesini sistem neden engelleyemedi?"

Bu yaklaşım, kazaları kişisel kusur arayışından çıkarak öğrenme ve önleme sürecinin parçası hâline getirir. Nitekim Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO - International Maritime Organization) son yıllardaki çalışmaları da kaza raporlarının yalnızca olayları kaydetmek için değil, tekrar eden riskleri ve sistemik dersleri ortaya çıkarmak için analiz edilmesine giderek daha fazla ağırlık vermektedir. 2025 yılında IMO, son beş yılda raporlanan çok ciddi deniz kazalarından 36 "ders" belirlemiş, 2026 yılında da kaza incelemelerinin kalitesi ve zamanlamasının geliştirilmesine yönelik çalışmalarını sürdürmüştür.

Güçlü bir emniyet kültürü, kazadan sonra suçlu aramak yerine kazalardan önce öğrenmeyi ve edinilen derslerle benzer riskleri önlemeyi gerektirir.

Ramak kala olayların bildirilmesi, teknik arızaların ortak derslere dönüştürülmesi, denetimlerin biçimsel kontrolden çıkarılması ve kaza incelemelerinin bağımsız, şeffaf ve öğrenme odaklı yürütülmesi gerekir. Çünkü güvenli bir denizcilik sistemi yalnızca kazaları önleyen değil, aynı zamanda kazaya dönüşmeyen olaylardan da öğrenebilen bir sistemdir.





Tankerler ve tehlikeli yükler: Riskin büyüyen ölçeği

Deniz kazalarının bütün gemiler için aynı sonuçları doğurmadığını özellikle tehlikeli yük taşıyan gemiler söz konusu olduğunda görmek gerekir. Petrol, LNG, LPG, kimyasal maddeler, yanıcı ve toksik ürünler veya başka tehlikeli yükler taşınırken bir seyir kazası aynı zamanda yangın, patlama, zehirlenme ve çevresel felaket riski anlamına gelebilir.

Mart 2025'te İngiltere açıklarında bir konteyner gemisi ile yakıt taşıyan bir tankerin çarpışması, bu riskin çarpıcı örneklerinden biri olmuştur. Çarpışma sonrasında tanker üzerinde yangın ve patlamalar meydana gelirken, diğer gemide de tehlikeli yükler bulunması olayın boyutunu daha da büyüttü.

Benzer şekilde 2025 yılında Birleşik Arap Emirlikleri açıklarında iki tankerin çarpışması büyük bir yangına yol açmıştır. Bu tür olaylar, deniz emniyetinin yalnızca geminin seyir koşullarıyla sınırlı olmadığını, taşınan yükün niteliğinin de kazanın sonuçlarını belirleyen temel unsurlardan biri olduğunu göstermektedir.

Ancak tehlikeli yüklerde risk yalnızca geminin seyir sırasında ortaya çıkmaz. Tehlikeli yükün doğru sınıflandırılması, paketlenmesi veya tanklanması, yükleme-boşaltma operasyonları, terminal altyapısı, depolama, boru hatları, bağlantı ekipmanları, personel eğitimi, gaz ölçümleri, yangınla mücadele sistemleri ve acil müdahale planlarının tamamı aynı zincirin halkalarıdır. Dolayısıyla "tehlikeli yük güvenliği" geminin bordasında başlayıp biten bir konu değildir. Yükün taşınması kadar, yükün limana gelişi, terminalde paketlenme ve sınıflandırılması, depolanması ve bir kaza durumunda müdahale edilmesi de emniyet sisteminin parçasıdır.

Özellikle petrol ve kimyasal tankerlerde küçük görünen bir operasyonel hata büyük sonuçlar doğurabilir. Bir yangının söndürülmesi için gerekli ekipman ile çevresel kirliliğin kontrolü için gerekli kapasite aynı şey değildir. Bir limanın yangınla mücadele kapasitesi yüksek olsa bile denize yayılan bir petrol veya kimyasal maddenin kıyıya ulaşmasını önleyecek müdahale kapasitesi yetersiz olabilir. Bu nedenle tehlikeli yükler açısından emniyet planlamasının gemi, terminal, liman, kıyı ve çevre ölçeğinde birlikte yapılması gerekir.

Burada çevre boyutu da özel önem taşır. Bir tanker kazasının sonucu yalnızca gemideki insanların yaşamını tehdit etmez, balıkçılığı, kıyı ekosistemlerini, turizmi, liman faaliyetlerini ve bölgesel ekonomiyi de etkileyebilir. Deniz kazalarının ekonomik maliyeti bu nedenle doğrudan geminin veya yükün değerinin çok ötesine geçebilir.

Emniyet zincirinin kıyıdaki halkaları

Geminin güvenli olması tek başına güvenli deniz taşımacılığı anlamına gelmez. Limanlar, yaklaşma kanalları, rıhtımlar, demirleme alanları, kılavuzluk ve römorkör hizmetleri, gemi trafik hizmetleri, seyir yardımcıları, haberleşme sistemleri, hidrografik ve meteorolojik veriler, arama-kurtarma ve kirliliğe müdahale kapasitesi aynı emniyet zincirinin parçalarıdır.

Bu nedenle altyapı yalnızca fiziksel yatırım olarak görülmemelidir. Bir limanın yeterli sayıda rıhtıma sahip olması kadar, geminin limana güvenli yaklaşabilmesi önemlidir. Bir gemi trafik sisteminin gelişmiş radar ve yazılımlara sahip olması kadar, bu sistemden üretilen bilginin kılavuz kaptan, gemi, liman ve ilgili kamu kurumları arasında zamanında paylaşılabilmesi önemlidir.

Türkiye açısından bu konu çok daha özel bir önem taşımaktadır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları, Marmara Denizi, yoğun liman bölgeleri, yolcu hatları, balıkçı tekneleri, özel tekneler ve uluslararası ticaret trafiğinin aynı deniz alanlarını paylaştığı son derece karmaşık bir denizcilik coğrafyasıdır. Dolayısıyla Türkiye'nin deniz emniyetine yalnızca gemi bazında değil, bölgesel bir trafik ve altyapı sistemi olarak bakması gerekir.

2 Eylül 2026'da Silivri açıklarında meydana gelen iki ticari geminin çarpışması da bunun güncel bir hatırlatıcısıdır. Olayın nedenleri ve sorumlulukları konusunda soruşturma süreci esas alınmalıdır, ancak olayın kendisi, Marmara Denizi'ndeki yoğun gemi trafiğinin, seyir yönetiminin, iletişimin, arama-kurtarma kapasitesinin ve acil müdahalenin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Özellikle Boğazlar gibi yüksek yoğunluklu ve fiziksel olarak sınırlı deniz alanlarında emniyet, yalnızca





gemilerin kurallara uymasına bırakılamaz. Gemi trafik hizmetlerinin ürettiği bilgi, kılavuz kaptanın yerel bilgisi, römorkörlerin manevra kapasitesi ve acil müdahale birimlerinin hazırlığı birbirinden bağımsız düşünülemez. Arama-kurtarma kapasitesi de yalnızca ekipman sayısı ile ölçülemez. Müdahale süresi, personelin eğitimi, haberleşmenin sürekliliği, görev paylaşımı ve farklı senaryolara yönelik tatbikatlar en az teknik donanım kadar önemlidir.

2026 yılında Endonezya’da meydana gelen bir yolcu gemisi kazasının ardından yürütülen kurtarma çalışmalarında güçlü akıntılar, yüksek dalgalar, düşük görüş ve geminin yapısal özellikleri müdahaleyi zorlaştırmıştır. Bu örnek, bir kazanın sonuçlarının yalnızca kazanın kendisiyle değil, olaydan sonraki dakikalarda ve saatlerde mevcut olan kurtarma kapasitesiyle de belirlendiğini göstermektedir.

Bu nedenle yeni limanlar ve terminaller planlanırken emniyet sonradan eklenecek bir maliyet kalemi olarak görülmemelidir. Yaklaşma kanalları, manevra alanları, demir yerleri, meteorolojik ve hidrografik koşullar, acil çekme kapasitesi, yangınla mücadele, arama-kurtarma ve kirlilik müdahale kapasitesi yatırımı tasarım aşamasından itibaren değerlendirilmelidir.

Kapasite artışı ile emniyet birbirinin alternatifi değildir. Emniyet, kapasite yatırımının başlangıç koşuludur.

Geleceğin denizciliği: Daha az insan mı, daha akıllı sistemler mi?

Bu sistem yaklaşımı yalnızca bugünün kazalarını anlamak için değil, geleceğin denizciliğini şekillendirmek için de gereklidir.

Denizcilik şimdi yeni bir dönüşümün eşiğindedir. Otomasyon, uzaktan operasyon, yapay zekâ, gelişmiş sensörler, karar destek sistemleri, otonom gemiler, dijital limanlar ve birbirine bağlı lojistik platformları deniz taşımacılığının işleyişini değiştirmeye başlamıştır. Gemi Mühendisleri Odamızın bu dosyada yer alan “Deniz Taşımacılığında Gelecek: Otomasyon, Otonom Gemiler, Yapay Zekâ ve Siber Güvenlik” başlıklı yazısında da vurgulandığı gibi, bu dönüşüm yalnızca teknolojilerin kullanımını değil, insan, makine ve dijital

sistemler arasındaki görev ve sorumlulukların yeniden tasarlanmasını gerektirmektedir. Bu teknolojiler önemli fırsatlar sunmaktadır.

Yapay zekâ ve gelişmiş karar destek sistemleri büyük miktarda seyir, hava, trafik ve makine verisini insanın tek başına işleyemeyeceği hızda analiz edebilir. Tahmine dayalı bakım sayesinde bazı arızalar ortaya çıkmadan önce tespit edilebilir. Liman operasyonları daha iyi planlanabilir. Yakıt tüketimi azaltılabilir. Trafik akışının daha etkin yönetilmesiyle beklemler ve gereksiz manevralar azaltılabilir.

Ancak burada temel bir yanılgıdan kaçınmak gerekir: Teknolojinin artması otomatik olarak güvenliğin artması anlamına gelmez. Yeni teknoloji eski risklerin bir bölümünü azaltırken yeni riskler de yaratabilir.

Otonom bir gemide köprü üstü personelinin yaptığı bir hata ortadan kalkabilir, ancak sensörlerin yanlış veri üretmesi, haberleşmenin kesilmesi, yazılımın beklenmeyen bir durumda yanlış karar vermesi veya uzaktan operasyon merkezinin siber saldırıya uğraması yeni risk alanları oluşturabilir. Üstelik otomasyon insan faktörünü ortadan kaldırmaz, insanın rolünü değiştirir.

İnsan artık her kararı doğrudan veren kişi olmaktan çıkıp sistemi tasarlayan, izleyen, yöneten ve gerektiğinde müdahale eden aktör hâline gelebilir. Bu durumda “insan hatası” kadar insan-makine etkileşimi, otomasyona aşırı güven, alarm yorgunluğu, yanlış veri yorumlama ve olağandışı durumlarda manuel müdahale kapasitesi de önem kazanır.

IMO’nun 2026 yılında kabul ettiği Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) Code, bu dönüşümün artık yalnızca teknolojik bir gelecek tartışması olmadığını göstermektedir. Otonom ve uzaktan işletilen ticari gemilerin güvenli biçimde sisteme dahil edilmesi, tasarım, navigasyon, bağlantı, uzaktan operasyon, yangın güvenliği, arama-kurtarma ve siber güvenlik gibi alanların birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.

Burada önemli olan, teknolojik dönüşümün insanı sistemden çıkarmak yerine insanın rolünü yeniden tanımlamasıdır. Geleceğin denizciliği insansız denizcilik olmak zorunda değildir, insanın rolünün yeniden tanımlandığı bir denizcilik olacaktır.

Siber güvenlik artık deniz emniyetinin parçasıdır

Dijitalleşmeyle birlikte denizcilik sisteminin saldırı yüzeyi de büyümektedir. Gemi yönetim sistemleri, elektronik seyir sistemleri, AIS, liman işletme sistemleri, kargo bilgi sistemleri, uzaktan izleme platformları ve tedarik zinciri yazılımları birbirine daha fazla bağlandıkça, bunların herhangi birindeki güvenlik açığı operasyonel sonuç yaratabilir.

Bu nedenle siber güvenlik artık yalnızca bilgi işlem departmanlarının konusu değildir. Bir siber saldırı, geminin seyir sistemlerini, limanın operasyonlarını, kargo bilgilerinin bütünlüğünü veya gemi ile kıyı

arasındaki iletişimi etkileyebiliyorsa, doğrudan deniz emniyeti sorunudur.

Dijitalleşme limanların ve küresel tedarik zincirlerinin verimliliğini artırabilir. Ancak artan bilgi ve iletişim teknolojisi kullanımı, siber güvenlik stratejileriyle birlikte yürütülmek zorundadır. Burada fiziksel emniyet ile dijital emniyet arasındaki sınır giderek ortadan kalkmaktadır.

Bir geminin makine dairesindeki fiziksel bir arıza ile yazılım kaynaklı bir sistem arızasının sonuçları farklı görünse de ikisi de geminin güvenli işletilmesini tehdit edebilir. Bu nedenle geleceğin emniyet anlayışı "Siber Güvenlik (Cyber Security) " ile "Deniz Emniyeti (Maritime Safety) "yi birbirinden ayrı iki başlık olarak değil, aynı sistemin iki boyutu olarak ele almalıdır.

Yeni teknolojiler, yeni yetkinlikler

Teknolojik dönüşümün belki de en önemli sonucu insan kaynağı açısından ortaya çıkacaktır. Geleceğin denizcisi yalnızca gemiyi kullanmayı veya makineyi işletmeyi bilen kişi olmayacaktır. Veri okuyabilen, otomasyon sistemlerini anlayabilen, yapay zekâ destekli kararların sınırlarını değerlendirebilen, siber tehditleri tanıyabilen ve gerektiğinde otomatik sistemden manuel kontrole geçebilen bir yetkinlik setine ihtiyaç duyacaktır.

Bu durum mühendislik eğitimi, denizcilik eğitimi, mesleki yeterlilikleri ve sürekli eğitimi de dönüştürmektedir. Dolayısıyla geleceğin denizciliğine hazırlık yalnızca yeni gemiler satın almak veya yeni yazılımlar kurmak değildir. Asıl mesele, yeni teknolojilerle birlikte yeni insan yetkinlikleri ve yeni kurumsal kapasite oluşturabilmektir.

Güvenlikten geleceğin denizciliğine

Bugünün deniz taşımacılığında güvenlik tartışması ile yarının denizcilik teknolojileri tartışmasını birbirinden ayırmak giderek güçleşmektedir. Gemi kazaları bize insan ve teknik sistemlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Tanker kazaları ve tehlikeli yükler, riskin geminin sınırlarını aşarak limana, kıyıya, çevreye ve ekonomiye yayıldığını hatırlatmaktadır.

Altyapı sorunları, güvenli bir geminin güvenli bir denizcilik sistemi için tek başına yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Otomasyon, yapay zekâ ve otonom gemiler ise önümüzdeki dönemde risklerin ortadan kalkmayacağını, yalnızca biçim değiştireceğini göstermektedir.

Bu nedenle geleceğin denizciliği için ihtiyaç duyulan şey yalnızca daha fazla teknoloji değildir. Daha iyi tasarım, daha nitelikli insan kaynağı, daha güçlü altyapı, daha etkin denetim, daha iyi veri, daha hızlı müdahale kapasitesi ve daha güçlü bir öğrenme kültürü gereklidir. Denizde sıfır risk mümkün değildir. Ancak riskleri daha erken görmek, daha iyi yönetmek ve kazaların sonuçlarını azaltmak mümkündür.

Bunun için deniz emniyetine geminin bordasından bakmak yeterli değildir. Gemi, insan, yük, liman, trafik, kıyı, çevre, veri ve kamu otoritesi aynı sistemin parçalarıdır. Belki de önümüzdeki dönemin asıl sorusu, gemileri ne kadar otomatikleştirebileceğimiz değil, giderek daha karmaşık, dijital ve yoğun hâle gelen deniz taşımacılığı sistemini nasıl daha güvenli, daha dayanıklı ve deneyimlerinden sürekli öğrenen bir yapıya dönüştürebileceğimizdir.

Bu sorunun yanıtı yalnızca mühendislikte, yalnızca mevzuatta veya yalnızca teknolojiye bulunamaz. Denizcilik sektörünün bütün aktörlerinin ortak sorumluluğundadır. Çünkü güvenli denizcilik yalnızca kazaların olmaması değildir.

Güvenli denizcilik, kazaları önceden öngörebilen, riskleri yönetebilen, kazalardan öğrenebilen, krizlere hızla müdahale edebilen ve yeni teknolojileri insan, çevre ve kamu yararıyla uyumlu biçimde kullanabilen bir sistem kurabilmektir. Geleceğin denizciliği de tam burada başlamaktadır: Güvenlikten vazgeçmeden dönüşmek, dönüşürken yeni riskleri görmek ve teknolojiyi daha güvenli bir denizcilik sistemi kurmanın aracı hâline getirmek.

Bu çerçevede TMMOB Birlik Haberleri'nin bu sayısında Gemi Mühendisleri ile Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odalarımızın katkılarıyla oluşturduğumuz "Deniz Taşımacılığında Güvenlik ve Geleceğin Denizciliği" dosyasıyla, gemi kazalarından tanker ve tehlikeli yüklere, liman ve kıyı altyapılarından otomasyon, yapay zekâ, otonom gemiler ve siber güvenliğe uzanan geniş bir perspektifle deniz taşımacılığının bugünü ve geleceği ele alınmaktadır.

Amacımız yalnızca kazaları ve riskleri sıralamak değil, daha güvenli, daha dayanıklı ve geleceğin teknolojik dönüşümüne hazırlıklı bir denizcilik sistemi için hangi soruların bugünden sorulması gerektiğini tartışmaya açmaktır.

TMMOB Birlik Haberleri Yayın Kurulu





GEMİ KAZALARI: GEMİDEN KUYIYA UZANAN EMNİYET ZİNCİRİ

Alev Aktuğ AKPINAR*

Kazayı yalnızca son hatayla açıklamak mümkün değildir

Deniz kazaları çoğu zaman tek bir hata, tek bir kişi ya da son anda verilen yanlış bir kararla açıklanmaya çalışılır. Oysa ciddi kazaların büyük bölümü, insan, gemi, şirket, altyapı ve kamu otoritesi arasındaki emniyet zincirinde biriken zayıflıkların görünür hâle geldiği son noktadır. Bu nedenle kazayı anlamak için yalnızca gerçekleştiği dakikaya değil, o dakikayı hazırlayan bütün sisteme bakmak gerekir.

Bu sistem yalnızca gemiden ibaret değildir. Geminin teknik yeterliliği ve gemi insanının yetkinliği kadar, limanların kapasitesi, seyir yardımcıları, gemi trafik hizmetleri, haberleşme sistemleri, kılavuzluk ve römorkör hizmetleri, meteorolojik ve hidrografik veriler, arama-kurtarma ve acil müdahale kapasitesi de deniz emniyetinin parçalarıdır. Emniyet, bu unsurların her birinin ayrı ayrı mevcut olmasından çok, gerektiği anda birlikte ve uyumlu çalışabilmesine bağlıdır.

İnsan faktörü kolay bir açıklamaya dönüşmemelidir

İnsan faktörü deniz kazalarında önemli bir yere sahiptir, ancak bu kavramın kolay bir açıklamaya dönüşmesi tehlikelidir. Yorgunluk, yetersiz dinlenme, iletişim sorunları, eğitim eksikliği ve hatalı kararlar çoğu zaman bireysel kusurdan önce çalışma düzeninin, şirket politikalarının ve denetim sisteminin sonucudur.

Köprüüstünde ya da makine dairesinde yapılan son hata görünürdür, eksik personel planlaması, ertelenmiş bakım, çalışmayan bir alarm, güncel olmayan prosedür veya ticari baskı ise çoğu zaman görünmez kalır. Bu nedenle bir kazanın ardından yalnızca “Kim hata yaptı?” sorusuna odaklanmak, kazaya giden sürecin önemli bölümünü gözden kaçırabilir.

Teknik arızalar da çoğunlukla kendiliğinden ortaya çıkmaz. Bakımın kâğıt üzerinde tamamlanması, kritik yedeklerin bulunmaması, arıza kayıtlarının izlenmemesi veya gemi ile kara yönetimi arasında sağlıklı bilgi akışının kurulamaması, küçük bir uygunsuzluğu büyük bir kazaya dönüştürebilir.

Benzer biçimde olumsuz hava koşulları bir kazayı tetikleyebilir, ancak hava ve deniz koşulları denizciliğin istisnası değil, operasyonel planlamanın temel girdileridir. Risk değerlendirmesi, rota ve emniyetli hız kararı, uygun demirleme veya sığınma planları ve gerektiğinde operasyonun ertelenmesi bu nedenle emniyet yönetiminin ayrılmaz parçalarıdır.

***TMMOB Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası 43. Dönem Yönetim Kurulu Üyesi**

Emniyet zincirinin kıyıdaki halkaları

Deniz taşımacılığının emniyeti gemide alınan önlemlerle sınırlı değildir. Özellikle yoğun trafik alanlarında ve liman yaklaşımlarında kıyı altyapısının niteliği, geminin teknik yeterliliği kadar belirleyici olabilir.

Limanların teknik kapasitesi, yaklaşma kanalları, rıhtım ve bağlama düzenleri, kılavuzluk ve römorkör hizmetleri, gemi trafik hizmetleri, seyir yardımcıları, haberleşme sistemleri, hidrografik ve meteorolojik veriler ile kirliliğe müdahale imkânları birlikte değerlendirilmelidir.

Türkiye, İstanbul ve Çanakkale Boğazları gibi son derece yoğun ve kendine özgü deniz alanlarının yanı sıra, büyük limanlar, yolcu hatları, balıkçı tekneleri, özel tekneler ve uluslararası ticaret trafiğinin aynı alanları paylaştığı karmaşık bir denizcilik yapısına sahiptir. Bu yoğunluk yalnızca daha fazla teknoloji yatırımı değil, kurumlar arasında kesintisiz koordinasyon, ortak operasyon resmi, güncel veri paylaşımı ve düzenli tatbikat gerektirir.

Gemi trafik hizmetlerinin ürettiği bilgi, kılavuz kaptanın yerel bilgisi, römorkörlerin manevra kapasitesi ve sahadaki acil müdahale birimleri birbirinden bağımsız düşünülemez. Bunların herhangi birindeki zafiyet, gemide alınan önlemlerin etkisini azaltabilir.

Altyapı yalnızca fiziksel yatırım değildir

Arama-kurtarma ve acil müdahale kapasitesinin başarısı da yalnızca ekipman sayısı ile ölçülemez. Müdahale süresi, personelin eğitimi, kurumların görev paylaşımı, haberleşmenin sürekliliği ve farklı senaryolar için yapılan tatbikatlar en az teknik donanım kadar önemlidir.

Kâğıt üzerinde mevcut görünen bir kapasitenin gerçek bir olayda ne kadar hızlı ve uyumlu çalışabildiği düzenli olarak sınanmalıdır. Aynı şekilde seyir yardımcılarının işlerliği, harita ve derinlik bilgilerinin güncelliği, haberleşme sistemlerinin yedekliliği ve kritik sistemlerin arıza hâlinde hizmet vermeye devam edebilmesi sürekli izlenmelidir.

Dijitalleşen gemi trafik ve liman sistemleriyle birlikte siber dayanıklılık da artık deniz emniyetinin ayrılmaz bir parçasıdır. Fiziksel altyapının yanı sıra veri, haberleşme ve kontrol sistemlerinin sürekliliği de emniyet perspektifinden ele alınmalıdır.

Kapasite artışı ile emniyet birlikte planlanmalıdır

Yeni limanlar, büyüyen terminaller ve artan deniz trafiği planlanırken emniyet sonradan eklenecek bir maliyet kalemi olarak görülmemelidir. Yaklaşma kanalları, manevra alanları, demir yerleri, akıntı ve meteoroloji verileri, acil çekme imkânları, arama-kurtarma ve kirlilik müdahale kapasitesi daha tasarım aşamasında değerlendirilmelidir.

Kapasite artışı ile emniyet birbirinin alternatifi değildir. Tam tersine, kapasitenin sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi emniyet koşullarının yatırım kararının başlangıcından itibaren tasarımın içinde yer almasına bağlıdır.

Bu yaklaşım yalnızca yeni yatırımlar için değil, mevcut altyapılar için de geçerlidir. Kritik sistemlerin bakımının düzenli yapılması, kapasite ve kullanım koşullarının değişmesiyle birlikte risklerin yeniden değerlendirilmesi ve altyapının değişen trafik yapısına uyarlanması gerekir.

Kaza sonrası değil, kaza öncesi öğrenmek

Güçlü bir emniyet kültürü yalnızca mevzuata uygunlukla kurulamaz. Ramak kala olayların bildirilmesi, teknik arızaların ortak derslere dönüştürülmesi, denetimlerin biçimsel kontrolden çıkarılması ve kaza incelemelerinin bağımsız, şeffaf ve öğrenme odaklı yürütülmesi gerekir.

Amaç yalnızca kusurlu kişiyi bulmak değil, aynı koşullar yeniden oluştuğunda başka bir gemide aynı kazanın yaşanmasını önlemektir.

Bu nedenle kaza verilerinin erişilebilir olması ve tekrar eden nedenlerin gemi tipine, bölgeye ve operasyon türüne göre analiz edilmesi önemlidir. Mühendisler, gemi insanları, üniversiteler, meslek odaları, işletmeler ve kamu kurumları bu veriler üzerinden birlikte politika üretmelidir. Sahadan gelen mesleki bilgi karar süreçlerine katılmadığında, düzenlemeler uygulamanın gerisinde kalabilir.

Kaza incelemelerinin sonucunda yalnızca bireysel sorumlulukların değil, tasarım, bakım, işletme, personel, denetim, altyapı, haberleşme ve acil müdahale zincirinin tamamının sorgulanması gerekir.

Deniz emniyeti bir sistem meselesidir

Kazaların sonuçları yalnızca can ve mal kaybıyla sınırlı değildir. Yakıt veya tehlikeli madde sızıntısı kıyı ekosistemini, balıkçılığı ve turizmi etkileyebilir, bir limanın ya da su yolunun kapanması tedarik zincirinde zincirleme kayıplar yaratabilir. Deniz emniyeti bu yönüyle yalnızca gemi işletmecisinin ticari meselesi değil, doğrudan kamu yararı alanıdır.

Denizde sıfır risk mümkün değildir, ancak riskleri azaltmak ve yönetmek mümkündür. Bunun yolu, gemideki insan ve teknik sistemlerden kıyı altyapısına, şirket yönetiminden kamu denetimine kadar bütün emniyet zincirini birlikte ele almaktan geçer.

Bir kazadan sonra sorulması gereken soru yalnızca “Kim hata yaptı?” olmamalıdır. Asıl sorulması gereken, “Bu hatanın kazaya dönüşmesini sistem neden engelleyemedi?” sorusudur.

Güvenli denizcilik, gemi ile kıyının aynı emniyet anlayışında buluştuğu, kapasite, teknoloji, insan, altyapı, denetim ve öğrenme mekanizmalarının birbirini tamamladığı ölçüde mümkündür.



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

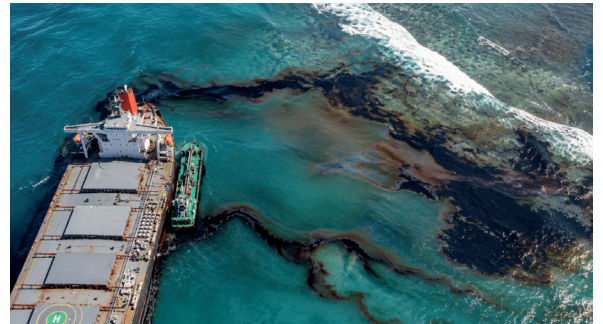
olur [12]. Vardiya değişiminde ve hava koşulları değiştiğinde bu ortak anlayışın korunması gerekir.

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

IOTPF, 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 bulundurmaktır 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.

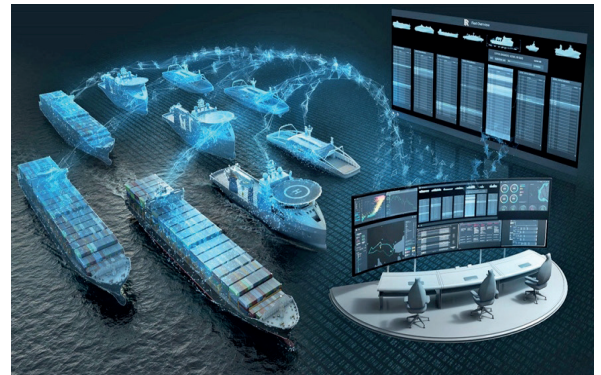
Yeni bir sistemin kurulması, hizmetin uzun vadede güvenilir biçimde sürdürüleceğini garanti etmez. Bakım bütçesi, veri güncellemesi ve operatör eğitimi yatırımın ayrılmaz parçalarıdır. Bu nedenle satın alma kararında, cihazın olağan koşullardaki kapasitesinin yanında yoğun trafik ve kesinti anındaki 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



DENİZ TAŞIMACILIĞINDA GELECEK: OTOMASYON, OTONOM GEMİLER, YAPAY ZEKÂ VE SİBER GÜVENLİK

TMMOB Gemi Mühendisleri Odası

Deniz taşımacılığı, tarih boyunca teknolojik gelişmelerin en belirgin şekilde etkilediği sektörlerden biri olmuştur. Yelkenli gemilerden buhar makinelerine, mekanik sistemlerden elektronik kontrol sistemlerine kadar yaşanan her dönüşüm, gemilerin tasarımını, işletme biçimini ve gemi insanının görevlerini değiştirmiştir. Günümüzde ise sektör, yalnızca yeni ekipmanların değil, karar verme süreçlerinin de dijitalleştiği yeni bir döneme girmektedir. Otomasyon, yapay zekâ, uzaktan izleme ve kontrol sistemleri, büyük veri analizi, dijital ikiz uygulamaları ve otonom gemi teknolojileri, seyir emniyetinden makine bakımına, enerji verimliliğinden liman operasyonlarına kadar deniz taşımacılığının hemen her alanını dönüştürmektedir. Bununla birlikte artan uzaktan bağlantı imakları, siber saldırılar, veri bütünlüğünün bozulması, sistem ve haberleşme arızaları ile insanın karar süreçlerindeki değişen rolü gibi yeni riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle geleceğin deniz taşımacılığındaki temel mühendislik sorusu yalnızca “Gemileri ne kadar otonom hâle getirebiliriz?” değildir. Asıl mesele, insan, makine ve dijital sistemler arasındaki görev ve sorumlulukların emniyetli ve sürdürülebilir biçimde nasıl yeniden tasarlanacağıdır.

Otomasyondan Otonomiye

Bir ticaret gemisinin köprüüstü veya makine kontrol odasının otuz yıl önceki görünümü ile bugünkü hâli karşılaştırıldığında dönüşüm açıkça görülmektedir. Analog göstergeler ve mekanik kumandaların yerini bütünleşik otomasyon sistemleri, elektronik haritalar, sensörler ve bilgisayar tabanlı karar destek sistemleri almıştır. Bugün bu sistemlerin ürettiği veriler yalnızca gemide kullanılmamakta, karadaki merkezlere aktarılabilen, analiz edilmekte ve gemi operasyonlarının yönetiminde kullanılabilmektedir. Bu dönüşümün bir sonraki aşamasını otonom gemiler oluşturmaktadır. Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Maritime Autonomous Surface Ship (MASS) kavramı kapsamında farklı seviyelerde otonom ve uzaktan kontrol edilen gemilere yönelik uluslararası düzenlemeler üzerinde çalışmaktadır. 2026 yılında kabul edilen ihtiyari MASS Code ile seyir, bağlantı, uzaktan operasyon, risk değerlendirmesi, insan faktörü ve siber güvenlik gibi konularda uluslararası bir çerçeve oluşturulmuştur. IMO'nun mevcut yol haritası, ilerleyen yıllarda zorunlu bir MASS Code'a geçilmesini öngörmektedir. Ancak otonomi doğrudan “insansız gemi” anlamına gelmemektedir. Yakın gelecekte daha gerçekçi model, bazı fonksiyonların otonom, bazılarının karadan kontrol edildiği, kritik operasyonların ise gemideki personel tarafından yürütüldüğü hibrit işletme modelleri olacaktır. Dolayısıyla dönüşümü, insanın gemiden tamamen çıkarılmasından ziyade insanın görevlerinin ve karar süreçlerindeki yerinin değişmesi olarak değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Yapay Zekâ ve Akıllı Gemi İşletmeciliği

Yapay zekânın denizcilikteki kullanım alanı otonom seyirden çok daha geniştir. Özellikle bakım, enerji yönetimi ve operasyonel karar desteği önemli uygulama alanlarıdır. Geleneksel planlı bakım sistemlerinde ekipmanlar çoğunlukla



belirlenen çalışma saati veya zaman aralığına göre bakıma alınmaktadır. Sensör verilerinin sürekli analiz edildiği sistemlerde ise titreşim, sıcaklık, basınç, yağ özellikleri, elektrik akımı ve diğer parametrelerdeki değişimler takip edilerek arıza gelişimi önceden tahmin edilebilir. Böylece bakım anlayışı “bakım zamanı geldiği için müdahale et” yaklaşımından “ekipmanın gerçek kondisyonu bozulduğu için müdahale et” yaklaşımına dönüşebilir. Benzer bir değişim enerji yönetiminde yaşanmaktadır. Bir geminin optimum rotası artık yalnızca iki nokta arasındaki en kısa mesafe değildir. Rüzgâr, dalga, akıntı, trim, makine yükü, yakıt tüketimi, varış zamanı ve emisyon hedefleri birlikte değerlendirilerek optimum hız ve rota belirlenebilir. Yakıt maliyetleri ve emisyon düzenlemeleri dikkate alındığında birkaç yüzdelik verimlilik artışı dahi filo ölçeğinde önemli ekonomik ve çevresel kazanımlar sağlayabilir. Yapay zekâ gelecekte köprüüstünde ve makine kontrol odasında güçlü bir karar destek aracı hâline gelebilir. Ancak burada kritik bir sınır vardır: Karar desteği vermek ile karar sorumluluğunu üstlenmek aynı şey değildir.

Yeni Teknolojiler, Yeni Riskler

Otomasyonun en önemli avantajlarından biri insan kaynaklı hataların azaltılabilmesidir. Yorgunluk, dikkat dağınıklığı, iletişim problemleri veya yanlış değerlendirme gibi faktörlerin etkisi gelişmiş sensör ve karar destek sistemleriyle azaltılabilir. Ancak insan hatasının azalması toplam riskin aynı ölçüde azalacağı anlamına gelmez. Çünkü risk ortadan kalkmak yerine biçim değiştirebilir. Bir sensör yanlış veri üretebilir, GNSS verisi manipüle edilebilir, kamera görüntüsü yanlış yorumlanabilir, radar ile AIS bilgileri birbiriyle çelişebilir veya gemi-kara haberleşmesi kesilebilir. Bir yazılım güncellemesindeki hata ise aynı sistemi kullanan çok sayıda gemiyi eş zamanlı etkileyebilir. Dolayısıyla geleceğin kaza incelemelerinde “insan hatası” yanında algoritma hatası, veri hatası, sensör arızası, bağlantı kaybı ve sistem entegrasyon hatası gibi nedenlerin daha fazla yer alması beklenebilir. Bu noktada mühendislik açısından temel yaklaşım sistemlerin yalnızca normal şartlarda değil, arıza durumlarında da emniyetli kalmasını sağlayan fail-safe ve yedekli tasarım olmalıdır.

Siber Güvenlik Artık Gemi Emniyetinin Bir Parçasıdır

Gemiler dijitalleştikçe bilgi teknolojileri (IT) ile operasyonel teknolojiler (OT) arasındaki sınır da giderek belirsizleşmektedir. Seyir, makine otomasyonu, yük kontrolü, balast ve enerji yönetimi sistemlerinin hem birbirleriyle hem de karadaki sistemlerle bağlantısı artmaktadır. Bu bağlantılilik operasyonel verimlilik sağlarken saldırı yüzeyini de genişletmektedir. Siber saldırının hedefi artık yalnızca şirket bilgisayarları değildir. Operasyonel sistemlere erişilmesi durumunda seyir, makine, yük veya diğer kritik gemi fonksiyonlarının etkilenmesi de söz konusu olabilir. IMO'nun Maritime Cyber Risk Management yaklaşımı ve IACS'ın UR E26 “Cyber Resilience of Ships” ile UR E27 “Cyber Resilience of On-Board Systems and Equipment” gereklilikleri bu değişimin önemli göstergeleridir. Siber dayanıklılık artık gemi ve gemi ekipmanının tasarım ve işletme süreçlerinin bir parçası olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle siber güvenlik yalnızca IT departmanının konusu değil, doğrudan gemi emniyetinin ve deniz mühendisliğinin bir parçasıdır.

İnsan Faktörü ve Otomasyon Paradoksu

Dijitalleşmenin merkezindeki en önemli konulardan biri insan faktörüdür. Gelecekte uzaktan gemi operatörleri, denizcilik veri analistleri, siber güvenlik uzmanları ve otonom sistem mühendisleri gibi yeni meslek alanlarının yaygınlaşması beklenebilir. Gemi mühendislerinin yetkinlikleri de değişecektir. Geleceğin mühendisi yalnızca dizel motor, pompa, kompresör veya kazan bilgisiyle yetinmeyecek, kontrol sistemleri, sensörler, veri analizi, haberleşme ağları ve temel siber güvenlik konularında da bilgi sahibi olmak zorunda kalacaktır. Ancak burada önemli bir otomasyon paradoksu bulunmaktadır. Sistemler geliştikçe insanın günlük operasyonlara müdahalesi azalacak ve manuel tecrübesi zayıflayabilecektir. Buna karşılık otomasyonun baş edemediği olağan dışı bir durumda kontrolü devralması gereken kişi yine insan olacaktır. Bu nedenle geleceğin eğitim sistemleri yalnızca otomasyonun nasıl kullanılacağını değil,





otomasyon kaybedildiğinde geminin nasıl emniyetli şekilde işletileceğini de öğretmelidir. Manuel becerilerin korunması, simülasyon eğitimleri ve sistem arızası senaryoları daha önemli hâle gelecektir.

Mesele İnsanı Sistemden Çıkarmak Değil

Deniz taşımacılığının geleceğinin büyük ölçüde dijital olacağı açıktır. Gemiler daha fazla sensöre sahip olacak, daha fazla veri üretecek, karayla daha yoğun bağlantı kuracak ve operasyonların daha büyük bölümü otomatik sistemler tarafından gerçekleştirilecektir. Ancak her teknolojik gelişme beraberinde yeni bir risk profili getirmektedir. İnsan hatasının azalmasına karşılık algoritma ve yazılım hataları, gemideki personelin azalmasına karşılık haberleşme bağımlılığı, artan veri kullanımına karşılık siber güvenlik ve veri bütünlüğü riskleri daha önemli hâle gelecektir. Bu nedenle başarıyı belirleyecek unsur otomasyon seviyesini mümkün olduğunca yükseltmek değil, insan, makine ve yazılım arasındaki görev paylaşımını doğru tasarlamak olacaktır. Denizcilik tarihinde

radar gözcülüğü, GPS seyir bilgisini, otomasyon ise mühendislik bilgisini gereksiz hâle getirmemiştir. Yeni teknolojiler insanı ortadan kaldırmak yerine, insanın sahip olması gereken bilgi ve yetkinlikleri değiştirmiştir. Yapay zekâ ve otonom sistemlerde de benzer bir dönüşüm yaşanması beklenmelidir. Geleceğin gemisi, sensörleriyle çevresini algılayan, karadaki sistemlerle haberleşen, kendi teknik durumunu değerlendiren ve karar süreçlerinin bir bölümünü yazılımlarla paylaşan büyük bir siber-fiziksel sistem olacaktır. Bu nedenle geleceğin deniz mühendisliğinde sorulması gereken temel soru, “İnsanı gemiden nasıl çıkarabiliriz?” değil, “İnsanın mühendislik muhakemesini yeni teknolojilerle nasıl daha güçlü ve daha emniyetli hâle getirebiliriz?” olmalıdır.

Kaynakça

1. International Maritime Organization (IMO), International Code of Safety for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS Code), Resolution MSC.595(111), 2026.
2. International Maritime Organization (IMO), Autonomous Shipping – Maritime Autonomous Surface Ships (MASS).
3. International Maritime Organization (IMO), Guidelines on Maritime Cyber Risk Management, MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.3, 2025.
4. International Association of Classification Societies (IACS), UR E26 – Cyber Resilience of Ships.
5. International Association of Classification Societies (IACS), UR E27 – Cyber Resilience of OnBoard Systems and Equipment.

birlik haberleri

TEMMUZ - AĞUSTOS 2026 SAYI 10

Orta Sayfa

