LİMAN VE GEMİ KREYNLERİNİN GELİŞİMİ İLE SEÇİMİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ARAŞTIRMA

Hasan Bora USLUER¹ ve Murat YAPICI²

ÖZET

Gemiler ve limanlar deniz taşımacılığının ayrılmaz iki önemli hususudur. Son yirmi yılda küresel rekabetin ve kombine taşımacılığın artması hem gemi hem de liman teknolojilerini gelişmeye zorlamıştır. Liman sürelerinin azaltılması, hizmetlerin iyileştirilmesi ve gemi seferlerinin optimum hale getirilmesi günümüzde önemini sürdürmektedir. Liman teknolojilerinin iyileştirilmesi gemilerin daha az limanda kalmasını sağlamakta ve hem ekonomik hem de zaman faydası sağlamaktadır.

Liman yüklerin yüklenip boşaltıldığı yer olmasına rağmen liman elleçleme sistemlerine sahip olmayıp sadece rıhtımdan oluşabilir. Liman yükleme boşaltma donanımlarının yetersiz olduğu bu tip limanlarda gemi kreyinleri kullanılmaktadır. Hem liman elleçleme hem de gemi kreyinlerinin olduğu durumlarda operasyonun ekonomik, emniyet ve zaman boyutları incelenerek birinin veya her ikisinin kullanılmasına karar verilir.

Çalışmada liman ve gemi kreyin teknolojilerindeki gelişmeler ve liman operasyon tercihinin etki eden parametreler karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Liman operasyonlarının daha etkin yapılması için tespit edilen eksiklikler ve iyileştirmeler konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Liman Ekipmanları, Gemi Kreyinleri, Elleçleme Sistemleri, Liman Operasyonları.

¹ Dr., Galatasaray Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İstanbul
hbusluer@gsu.edu.tr

² Doktora Öğrencisi, Piri Reis Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
murat.yapici@pru.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan beri çevresiyle etkileşim halinde olmuş hayatını kolaylaştıracak aletler geliştirmiştir. Hayatın her alanında aklını kullanmaya çalışarak zor görünen işleri kolaylaştırmaya çalışmıştır. Kendisinin fiziksel olarak kaldıramayacağı kadar büyük yükleri kaldırma düşüncesi de bu kolaylaştırmalardan biridir. M.Ö 8. Yüzyılda Asur kabartmalarında yer alan makara sistemi insanoğlunun bu dönemlerde yük kaldırmaya yönelik çözümler ürettiğini göstermektedir. Günümüzde halen belli temel prensiplerin geçerli olduğu gelişen teknoloji ile beraber daha fazla yükün daha az yatırım ve enerji sarfıyatı ile gerçekleştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

Ağır sanayi, inşaat, imalat, denizcilik gibi başlıca sektörlerde yük kaldırma donanımlarına olan ihtiyaç oldukça fazladır. Yelkenli gemilerin olduğu dönemlerde makara sistemleri ve palangalar ile hem yelken donanımlarının hareketi hem de gerektiği yerde yük kaldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sanayi devrimi etkisiyle kas gücü yerini makinelere bırakmıştır. Limanlarda buharlı makineler yük kaldırma donanımları için kullanılmaya başlanmıştır. Ticaret gemilerine güçlü vinç sistemleri yerleştirilmeye başlanmıştır.

Deniz taşımacılığında konteyner taşımacılığının önemli aşama geçirdiği 21. yüzyılda liman sürelerini azaltmak, yükleme ve tahliye hızını arttırmak amacıyla kaldırma yüksekliği 50 metreyi geçen liman vinçleri konulmaktadır.

Son yıllarda özellikle Çin'in ekonomik büyümesi ithalat ve ihracatta olan etkinliği yeni liman yatırımlarını beraberinde getirmiştir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla gelişmiş liman tesislerinin programlı bir şekilde inşa edilmesi gereklidir. Liman kreynlerinin nerelere konulacağı, kapasiteleri, hangi tip gemilere hizmet vereceği gibi konular önceden belirlenmektedir.

Gemilerde kullanılan kreyn donanımları karmaşık halat yapıları yerine daha sade ve hidrolik güçten yararlanan sistemlere bırakmıştır. Günümüz kuru yük gemilerinde 3 ile 5 arasında değişen sayıda kreyn ile donatılmaktadır. 50.000 DWT'lik bir gemi 4 kreyn ile yükleme boşaltma yapacak şekilde dizayn edilmektedir.

1.1. Literatür Özeti

Son yıllarda özellikle yakıt ekonomisi ve karbon ayak izi kavramlarının önem kazanması optimizasyon çalışmalarına hız kazandırmıştır. Hem yapım öncesi dizayn aşamasında hem de mevcut limanların kapasitelerini nasıl arttıracakları veya nasıl efektif kullanacakları yönünde çalışmalar hız kazanmıştır. Gemi ve liman kreynlerine yönelik

uluslararası çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Literatürde bom türü kreynlerle ilgili yapılan çalışmalar günümüze yaklaştıkça yerini hybrid çalışmalara liman optimizasyonlarına bırakmıştır. Çalışmalar liman ve gemi kreynlerini farklı açılardan ele almıştır. Bu çalışmalardan bazıları;

Parker ve diğerleri (1999) yaptıkları çalışmada bom kreynlerle ilgili lineer olmayan kontrolleri araştırmışlardır. Farklı titreşim frekansları uygulamışlardır.

Masoud (2000) hazırladığı doktora tezinde kreyn kontrol sistemleri yardımıyla yükün askıda kalmasını azaltmaya yönelik çalışma yapmıştır. Hybrid tipi kontrollerler ile yükün askıda kalmasının en aza indirildiğini vurgulamıştır. Aynı konuya dikkat çeken Yousef ve diğerleri (2007) yaptıkları çalışmada elastik boom ile çözüm bulmuşlardır.

Organ (2013) çalışmasında makine seçimini etkileyen kriterleri dematel yöntemiyle incelemiş bir işletme varlıklarının %50 sini makine ve ekipmanların oluşturduğuna vurgu yapmış, teknik özelliklerin en önemli kriter olduğu sonucuna varmıştır.

Yi ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada twin 40 rıhtım kreynleri için karşılaştırmalı seçim yapmışlardır. Seçim kriterleri olarak konteyner başına enerji sarfıyatı, bakım masrafı ve zaman kayıpları gibi kriterler belirlemişlerdir. Karşılaştırma ile tercihlerinde kreyn başına 1 milyon dolar maliyet ekonomisi gerçekleştirmişlerdir.

Jiang ve Jin (2017) çalışmalarında container alanı ve kerynlerin planlı çalışmaları ile ilgili araştırma yapmışlardır. Branch-price methodunu kullandıkları çalışmada Şangay limanı için iki önemli problem olan kısa vadeli planlama ve büyük ölçekli yükleme üzerine deterministik sonuç elde ederek optimizasyon sağlamışlardır.

Ramli ve diğerleri (2017) çalışmalarında kreyn sistemlerinde kontrol stratejilerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Hybrid teknoloji gerekliliğine vurgu yapmışlardır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Son yıllarda Dünya ticaret hacminin gelişmesi, küresel ticaretin diğer taşıma modları ile entegrasyonu ile birlikte limanlar önemini arttırmıştır. Hem mevcut limanların modernizasyonu hem de yeni yapılan ve yapılacak limanlar için yükleme boşaltma donanımlarının gücü liman performansını direk etkilemektedir. Öte yandan ticaret gemilerinin özellikle gelişmemiş ülkelerde yükleme boşaltma donanımlarına olan ihtiyaç devam etmektedir. Kimi zaman hem liman hem de gemi kreyni yükleme-boşaltma için bir tercih unsuru olabilmektedir. Çalışma, liman-gemi kreyni gelişimini incelerken hangi dinamiklerin tercihi nasıl etkilediğini açıklamaya çalışmış, arızlar ile bakım faaliyetlerini

incelemiştir. İleride yapılacak derinlemesine çalışmalar için temel teşkil etmesi hedeflenmiştir.

2. YÜKLEME-BOŞALTMA DONANIMLARINDA TEMEL KAVRAMLAR

Günümüz koster gemilerinde ve 1980’li yıllarında palanga ve makara donanımlarının yoğun olduğu gemiler kullanılmaktaydı. Bom sistemi de denilen yükleme boşaltma donanımları kimi zaman harici bir dizel motoruna direk bağlı kimi zaman ise gemi bünyesinden gelen enerji ile çalışmaktadır.

2.1. Yükleme Boşaltma Donanımlarında Sabit Makaralar

Dairesel bir makaraya sahip olan, makara merkezinden asılan ve etrafında dönme hareketini gerçekleştiren makara tipine sabit makara denilmektedir. Günümüzde cayraskal adı verilen zincirli seyyar kaldırma donanımları bu prensipten esinlenmiştir.

Şekil 1: Yükleme Boşaltma Donanımında Sabit Makara.

Şekil 1’de görüldüğü gibi sabit makara donanımında “P” yükü ile “F” kuvveti dengelendiğinde halat üzerindeki, kuvvetler dengeli olacaktır. Makara donanımı düz bir tavan düzlemine asıldığında kuvvetler dengesi

$$F = F_1 = F_2 = P \quad (1)$$

şeklinde olacaktır.

2.2. Yükleme Boşaltma Donanımlarında Hareketli Makaralar

Makara merkezine yükün asılacak şekilde dizayn edildiği makarasında bulunan halatın dönme hareketiyle ilerleme gerçekleştiren sisteme hareketli makara adı verilir.

Şekil 2: Yükleme Boşaltma Donanımında Hareketli Makara.

Makaraya bağlı olan “P” yükü ile “F” kuvveti şekil 2’de görüldüğü gibi denge durumunda ise $2F = P$ şeklinde hesaplanır. Bağlı olan yükü “h” mesafesi kadar artırmak istendiğinde $h' = 2h$ olur.

Şekil 3: Yükleme Boşaltma Donanımında Çift Makaralı Hareketli Makara.

Şekil 3 (a)’da yükleme boşaltma donanımının çift makaralı olması durumunda;

$$F = P / 2 \quad (2)$$

olur. Şekil 3 (b)’deki gibi bir çift makaralı hareketli sistem oluşturulduğunda

$$F = 2P / 2 \quad (3)$$

olur.

2.3. Yükleme Boşaltma Donanımlarında Palangalar

Hareketli makaraların oluşturduğu sisteme palanga sistemi denilmektedir. Palanga sistemi dizayn edilerek kuvvetten kazanç sağlanması hedeflenmiştir.

Şekil 4: Yükleme Boşaltma Donanımında Palangalar

Şekil 4’deki gibi bir palangalı sistem oluşturulduğunda;

$$F = P / 4 \quad (4)$$

olur.

3. LİMANLARDA KULLANILAN YÜKLEME-BOŞALTMA DONANIMLARI

Limanlarda kullanılan kreyn tipleri boyutları ve yaptıkları işe göre farklılık göstermektedir. Konteyner yükleme boşaltma gibi işlemleri gerçekleştiren “Gantry” denilen ana kreynler, RTG denilen tekerlekli donanıma sahip kreynlerlerden liman sahası içerisinde konteyner transferini sağlayan “Straddle” mufi olarak adlandırılan kreynlere kadar birçok kreyn kullanılmaktadır.

Kreynlerde en büyük iş kreyn operatörüne düştüğü gibi planlı bakımların yapılması ve kreynlerin efektif kullanılması tesisin verimliliğini arttıracaktır.

Liman tesisi vinçleri için yıllık çalışma süresi; arıza-planlı bakım için duraksamalar, liman vardiya değişimleri, olumsuz hava koşullarının etkisi, vincin pozisyon değiştirmesi, gemi ambar kapak açma kapama süreleri düşülerek hesaplanmaktadır. Toplam saat yüzdeye

endekslendiğinde %60 altına düşmesi verim kaybını göstermektedir (Oral, 2014:225-234).

Şekil 5: Seyyar (Mobil) Sahil Vinci

Liman kreynleri ile ilgili yenilik arayışları özellikle RTG (Rubber Tired Gantry) kreynlerde artmıştır. Dizel motorunun fosil yakıtlar kullanması küresel yakıt kükürt oranlarındaki yasal sınırlamalar alternatif yakıt ve yöntemler arayışını sıklaştırmıştır. RTG kreynlerde hybrid seçimi ile %30-60 arası yakıt tasarrufu sağlanmaktadır (Antonelli ve diğerleri 2017:186-195).

RTG kreynlerde enerji tasarrufu ile yakıt tasarrufu yanında zararlı CO₂ gazı azalması da söz konusudur. Yıllık 81 ton CO₂ gazı az salınmaktadır (Papioannou ve diğerleri 2017:337-344).

Limanlarda raylı gantry kreynler olduğu gibi mobil kreyn adı verilen seyyar kreynler de bulunmaktadır. Oldukça kullanışlı olan bu kreynlerde bakım masrafları düşüktür. Gemi kreynleri gibi kapma takılarak kuru yük tahliyesinde kullanılabilir. Şekil 5’de çok amaçlı bir mobil kreyn görülmektedir.

4. KURU YÜK GEMİLERİNDE YÜKLEME BOŞALTMA DONANIMLARI

Ticaret gemilerinde yük kaldırma donanımları farklı amaçlar için de olsa bulunmaktadır. Örneğin tankerlerde yükleme-boşaltma amacıyla bağlanan hortumları kaldırmak amacından, gemi kumanya vinci, rescue boat vinci gibi farklı amaçlara hizmet edebilmektedir.

Ayrıca Makine dairesinde bakımların yapılması esnasında ana makine parçaları ve pompa gibi ağır ekipmanların kaldırılmasında kullanılmaktadır.

Günümüz kuru yük gemileri özellikle 10.000 DWT üzerindeki gemiler gemi kreynleri ile donatılmaktadır. Şekil 6'da gücünü gemi bünyesinde jeneratörlerin çalışmasıyla elde eden bir gemi kreyni görülmektedir. Elektrik motorunun hidrolik sistemi tahriki ile beraber hidrolik sistem çalışmaktadır.

Şekil 6: Elektro-Hidrolik Modern Bir Kuru Yük Kreyni

Gemi kreynlerinin güçleri her ne kadar gemi jeneratörleri tarafından üretilen güç ile çalışsa da hybrid sistemler gibi alternatif enerji ile çalışması konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede yakıt ve hava kirliliğini azaltmada %30'luk bir iyileştirme sağlanmıştır (Ovrum ve Bergh, 2015:162-172).

Dünya kaynaklarının kısıtlı olması ve küresel ısınmanın artması her alanda olduğu gibi denizcilik sektörünü de etkilemiştir. Hem liman hem de gemi kreynlerinin en az enerji sarfıyatı ile çevreye en az zararlı sera gazı salımını gerçekleştirecek teknolojilere yönelinmektedir.

4.1. Kuru Yük Gemilerinde Kreyin Arızaları

Kuru yük gemilerinde kreynler ile ilgili arızalar sıklıkla yaşanmaktadır. Özellikle gemi kreyn sayısının 3 ile 5 arasında olması liman veya mobil vinç ile yapılan yükleme boşaltmaya göre arıza olasılığını artırmaktadır.

Kreynlerde yaşanan arızalar çoğunlukla mekanik olduğu gibi elektrik arızaları şeklinde de görülebilmektedir. Bu durumda olası arızalar

için uygun planlı bakım sisteminin oluşturulması ve yedek parçanın gemide bulunması gerekmektedir. Aksi durumda geminin tahliye veya yüklemesi gecikmeye uğrayacağından ticari anlaşmalar devreye girecek tazminat veya navlun ücretinde kesintiler meydana gelecektir. Ayrıca limanın da arıza nedeniyle daha fazla işgal edileceğini düşünürsek sonrasında gelen gemiye liman hizmetinin gecikmesine kadar zincirleme bir reaksiyon oluşturacaktır.

Şekil 7: Hidrolik Prensibin Gemi Kreynlerine Uygulanması

Şekil 7’de görüldüğü gibi gemi kreynleri hidrolik sistem yağının kullanılması ve hidrolik pistonlar yardımıyla kaldırma gücünün harekete çevrilmesini sağlamaktadır. Her yağlama sisteminde olduğu gibi hidrolik sistem de de yağ kaçağı istenilmeyen bir durumdur.

Şekil 8: Gemi Kreynlerinin Farklı Çalışma Açıları

Gemi kreynlerinin kimi zaman operatörler tarafından zorlanması durumunda limit switch denilen emniyetler tarafından emniyetsiz çalışması engellenmektedir. Şekil 8’de farklı iki açıdan gemi kreyninin çalışması görülmektedir.

4.2. Gemi Kreynlerinde Planlı Bakım Stratejileri

Gemi kreynlerinde yaşanacak arızalar için kullanılacak bakım stratejisi hem gemi kreynin ömrü hem de zincirleme arızaların oluşmadan önlenmesi için gereklidir. Kreynlerde oluşacak arızaların yük sahibi

veya kiracısı ile gemi sahibini karşı karşıya getirme riski düzeltici bakım stratejisinin geçerli olmayacağını göstermektedir. Düzeltici faaliyetler sadece arızalandığı anda müdahaleyi içerdiğinden birçok arıza belirtisini de göz ardı edebilmektedir.

Şekil 9’da gemi kreyinleri için bakım stratejisinin kavramsal yapısı görülmektedir. Oluşabilecek arızalarda “Tr” sürelerinin mümkün olduğunca azaltılması beklenmektedir. Bu süre bakımın uzaması halinde yüksek olacağından istenilmeyen bir durumdur. “T” süresi gemi kreyinlerinin sağlıklı çalıştığı süreyi göstermektedir. Bir geminin en fazla 30 seneyi bulan ömrünün olduğu düşünülürse yaşanılacak arızalardan çıkan tecrübeler ile “Tr” süresinin kısalması gereklidir. Koruyucu bir bakım ve kestirimci bir bakım stratejileri ile olası arızaların önüne geçilebilmektedir.

Şekil 9: Gemi Kreyinlerinde Onarım Dönemleri

Özellikle gemi kreyinlerinin seyirde çalışmıyor olması özellikle halatların yağlanması, değişimi gibi önemli bakımların yapılmasına imkan tanır. Ayrıca kullanılan halatların kondisyonu ve çalışma süreleri planlı bakım sürecinde takip edilmelidir (İmrak, e Fetvacı, 2012:34-40).

Gemi kreyinleri klas kurumlarında test edilmektedir. Özellikle en fazla emniyetli yük taşıyabileceği “Safety Working Load” (SWL) konusunda test edilir (Det Norske Veritas (DNV), 2011), (Breu Veritas, 2011), (Türk Loydu, 2005).

4.3. Gemi Kreyinlerinin Kullanıldığı Yük Grupları

Gemi kreyinleri kuru yük gemisi olması maksadıyla farklı yük tiplerinde çalıştırılabilmektedir. Kreyin donamına bağlanan kapma (grab)’ler vasıtasıyla dökme kuru yüklerin tahliyesini yapabilmektedir. Şekil 10’da görüldüğü gibi tahıl, kömür, maden cevheri gibi farklı yüklerin taşınması gerçekleştirilir.

Şekil 10: Gemi Kreynlerinde Grab (Kapma) Kullanımı

Gemi kreynlerine bağlanacak aparatlar ile, rulo saç, lama demir gibi farklı yükleri de tahliye etmek mümkündür. Gemi kreynleri genelde tahliye işlemlerinde kullanılırken konteyner gemilerinde hem yükleme hem de tahliye de kullanılmaktadır. Gemi kreynlerinin liman kreynlerine göre avantajı aynı anda geminin tüm yük kreynlerinin aynı anda çalışmasına müsaade edebiliyor olmasıdır. Bu durumda Liman kreyninin boyutları nedeniyle kimi zaman tek çalışması gemi kreynleri açısından avantajdır.

5. YÜKLEME BOŞALTMA OPERASYONLARINDA KREYN SEÇİMİ

Gemi tahliye ve seçiminde hangi kreynin tercih edileceği liman teknolojisi geminin kondisyonu gibi iki önemli parametreyi içerdiği gibi maliyet, çevreye duyarlılık, düşük sera gazı emisyonu, maliyet, operatör maliyetleri gibi değişkenleri içerir.

Genel kabul görmüş uygulamalar kanıtatif olmak dışında daha ziyade zorunluluk şeklinde olmaktadır. Bazı özel durumlarda hem gei hem sahil kreynlerinin çalışması söz konusudur. Bu durumda optimizasyon gereklidir. Tahliyenin miktar/ zaman cinsinden hangi kreyin ile daha hızlı gerçekleştiği hesaplanır.

Bir yükün gemi mi yoksa sahil kreyni ile tahliye edilmesi gerektiği geminin mevcut kreynlerinin kondisyonuna bağlıdır. Yüksek arıza yüzdesi olan bir geminin yük operasyonu sürekli kesintiye

uğrayacaktır. Bu nedenle klas kontrollerinin ne zaman yapıldığı ve neleri nasıl test ettiği önem kazanmaktadır. Emniyetsiz miktarda yüklemeler, kreyn ve gemiye zarar vereceği gibi can kaybına da neden olacaktır.

Gemi kreyni veya liman kreyni ile yükleme-boşaltma işleminin gerçekleştirilmesi için en önemli kıyas parametreleri;

- Maliyet,
- Operasyonel kolaylık,
- Esneklik,
- Güvenirlilik,
- Emniyet,
- Teknik özellikler,
- Güvenlik,
- Kreyn arızaları için üretici firma tarafından satış sonrası destek şeklinde sıralanabilir.

Gemi kreyni liman kreyni karşılaştırmasında teknik özelliklerin başında yük tahliye ve yüklemeleri esnasındaki hız gelmektedir. Kreyn hareketlerinin hızı, sahip olduğu makine gücü, operasyonu gerçekleştirmek için gerekli farklı yüklere göre kolay adaptasyon ve kreyn boyutları önem kazanmaktadır.

Gemi kreynlerinin gemilere ve liman kreynlerinin limana ilk montajı veya mobil kreynlerin seçilmesinde kanitatif yöntemler de kullanılabilir. Bulanık mantık, topsis, analatih hiyerarşi prosesi gibi yöntemlerle günümüzde makine ve teçhizat seçimleri gerçekleştirilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde gemi kreynleri ve liman kreynleri hızla gelişmektedir. Bu hıza ayak uydurabilmek için hem gemi işletmecilerinin hem çalışanların uyum göstermesi bir zorunluluktur. Gemi ve liman kreyn operasyonlarıyla ilgili eğitimlerin denizcilik okullarında hem gemi makine işletme mühendisliği hem deniz ulaştırma işletme mühendisliği öğrencilerine daha kapsamlı gösterilmesi gereklidir.

Olası arıza durumlarına karşı kriz davranışları ile ilgili gemi için eğitimler verilmelidir.

Gemi işletmeleri tarafından kreynlerin işletilmesi için planlı bakım sistemlerinin güncellenmeleri ve geçmişe dayalı arızaların frekans analizi yapılması aynı arızalarla tekrar karşılaşıldığında müdahale hızını arttıracaktır.

Gemilerde en az bir kreyni donatacak kadar elik halatın bulundurulması olası kopmalarda donatım için personelin bilgilendirilmesi gereklidir.

Gemi kreynleri performansı için ayrı bir kayıt defterinin tutulması ve güncel bakımların bu belgede saklanması yarar vardır.

Liman kreyn operatör eğitimleri yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşlarından alınmalıdır. Liman operatörlerinin kk kreynlerden büyük kreyne doğru zaman ve eğitim ile sorumluluk verilmesi gereklidir.

Limanların kapasite artırımı veya yeni liman dizaynında kreynlerin nerelere ve hangi kapasitelere sahip olacağı önceden hesaplanmalıdır.

Günümüzde Cold ironing olarak bilinen gemi elektriğinin sahil bağlantısı ile verilmesine yönelik çalışmalar devam etmektedir. Ancak bu durum kreyn ile yükleme boşaltmalarda sıkıntılı sonuçlar yaratabilmektedir. Kreynlerin de sağlıklı çalışabilmesine yönelik tedbirlerin alınması gereklidir.

KAYNAKÇA

Antonelli, M. ve diğerleri (2017). "*Hybridization of Rubber Tired Gantry (RTG) Cranes*". Journal of Energy Storage. 12:186-195.

Breu Veritas. (2011). *Rules for the Certification of Lifting Appliances onboard Ships and Offshore Units*, France.

Det Norske Veritas (DNV). (2011). *Lifting Appliances*.

Jiang, X.J. ve Jin, J.G. (2017). "*A branch-and-price Method for Integrated Yard Crane Deployment and Container Allocation in Transshipment Yards*". Transportation Research Part B. 98:62-75.

İmrak, C.E. ve Fetvacı, M.C. (2012). "*Kreynlerin (Vinçlerin) Periyodik Koruyucu Bakım Esasları*". Mühendis Makine Dergisi. 538:34-40.

Masoud, Z.N. (2000). "*A Control System for the Reduction of Cargo Pendulation of Ship-Mounted Cranes*", Doctorate of Philosophy Thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.

- Oral, E.Z. (2014). "*Genel Kargo Limanlarının Kapasite Analizi*". 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu. 7-8-9 Kasım 2014. İstanbul, Türkiye.
- Organ, A. (2013). "*Bulanık Dematel Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi*". Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22:157-172.
- Ovrum, E. ve Bergh, T.F. (2015). "*Modelling Lithium-ion Battery Hybrid Ship Crane Operation*". Applied Energy. 152:162-172.
- Papaionnou, V. ve diğerleri (2017). "*Analysis of Energy Usage for RTG Cranes*". Energy. 125:337-344.
- Parker, G.G. ve diğerleri (1999). "*Command Shaping Boom Crane Control System with Nonlinear Inputs*". Proceedings of the 1999 IEEE, International Conference on Control Applications. 22-27 August 1999. Hawaii, USA.
- Ramli, L. ve diğerleri (2017). "*Control Strategies for Crane Systems: A Comprehensive Review*". Mechanical Systems and Signal Processing. 95:1-23.
- Türk Loydu. (2005). *Kaldırma Donanımlarının Yapım ve Sörvey Kuralları*. İstanbul.
- Yi, J., Zhiyong, L. ve Xiaofeng, T. (2016). "*Comparison and Selection of Twin 40 Quay Crane for Automated Terminal*". Port & Waterway Engineering. 9(519):107-111.
- Yousef M.Al-Sweiti, Y. ve Söffker, D. (2007). "*Cargo Pendulation Suppression of Ship Cranes with Elastic Booms*". Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems. 13(6):503-529.