

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RÖMORKÖR İŞLETMECİLİĞİ UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE
ÇEKME KUVVETİ HESAPLAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali Burçin EKE**

Anabilim Dalı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Programı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RÖMORKÖR İŞLETMECİLİĞİ UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE
ÇEKME KUVVETİ HESAPLAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali Burçin EKE

512031001

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Ocak 2010

Anabilim Dalı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Programı : Deniz Ulaştırma Mühendisliği

Tez Danışmanı : Yard.Doç.Dr.Munip BAŞ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Sezer ILGIN

Prof.Dr. Fevzi ERDOĞMUŞ

OCAK 2010

ÖNSÖZ

Dünya denizciliğinin en önemli sektörlerinden birisi römorkör işletmeciliğidir. Römorkörler, kullanım alanları bakımından kurtarma, yardım, destek ve taşıma hizmet kabiliyetleri ile denizcilikte tek ve vazgeçilmez bir yere sahiptir. Römorkörlere olan ihtiyaç, zaman içerisinde devamlı olarak artmakta ve çeşitlenerek sürmektedir. Ülkemizde bu önemli konu ile ilgili araştırma ve yayım yok denecek kadar azdır. Bu önemli sektörün ülkemizde daha iyi tanınması ve gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla bu çalışma kapsamında, römorkörlerin ana hat ve özellikleri genel olarak anlatılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmayı hazırlamam esnasında desteklerini benden esirgemeyen ve hep yanımda olan sevgili anneme, biricik eşime, canım kardeşime ve diğer emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ocak 2010

Ali Burçin EKE
Kaptan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tarihçe.....	1
2. RÖMORKÖR ÇEŞİTLERİ.....	7
2.1 Konvansiyonel Uskurlu Römorkörler	7
2.2 Birleşik Römorkörler.....	12
2.3 Azimut Kıçtan Tahrikli Römorkörler.....	13
2.4 Z-Tek Römorkörler	15
2.5 Voith Schneider Römorkörler	16
2.6 Azimut Pervaneli Traktör Römorkörler	19
2.7 Rotor Römorkörler	20
2.8 Gemi Yanaşma Modülü	22
3.RÖMORKÖRLERDE KULLANILAN PERVANE VE İTİŞ SİSTEMLERİ 25	25
3.1 Konvansiyonel Dümen ve Uskur Sistemi	25
3.1.1 Kontrol edilebilir kanat açılı pervane.....	27
3.1.2 Kort nozul	27
3.1.2.1 Sabit ve yönlendirebilir nozullar	28
3.1.3 Dümenler.....	29
3.1.4 Geliştirilmiş nozul ve dümen sistemi Towmaster	31
3.2 Azimut İtiş Sistemi.....	32
3.2.1 Kıçtan tahrikli römorkörlerde azimut itiş sistemi	33
3.2.2 Traktör römorkörlerde azimut itiş birimi	34
3.2.3 İki azimut birimi olan traktör römorkörlerde kontroller	35
3.2.4 Rotor römorkörlerde kontroller.....	35
3.2.5 Gemi yanaşma modülünde kontroller	35
3.3 Azimut ve Geleneksel Pervaneler - Üçüz - Pervane Sistemi	36
3.4 Voith Schneider İtiş Sistemi.....	37
3.4.1 Voith Schneider römorkörlerde kontroller.....	40
3.5 Pruva İtiş Sistemi	41
3.5.1 Enine iticiler	42
3.5.2 Azimut pruva iticileri	42
3.5.3 Birleştirilmiş kontrol sistemleri	43
4. RÖMORKÖR GÖVDE TASARIMININ ÖZGÜN NİTELİKLERİ.....	45
4.1 Demir ve Demir Cepleri	45
4.2 Küpeşte Şekli.....	46
4.3 Güverteler.....	46

4.3.1 Üst güverte tasarımı	48
4.3.1.1 Güvenli mesafe	48
4.3.2 Üst güverte ve yükseltilmiş ön güverte	49
4.4 Usturmaça	50
4.4.1 Üst güverte usturmaçası	53
4.5 Su Geçirmez Bölümler ve Alt Bölümler	53
4.6 Köprü Üstü	54
4.7 Yaşam Mahali	55
4.8 Egzoz Bacaları	57
5. RÖMORKÖR İNŞASI.....	59
5.1 Tasarım Süreci ve Bilgisayar Benzetimi	59
5.2 Gövde İnşası	62
5.3 Standart Tasarımlar ve Seri Üretim	63
5.4 Suya İndirme ve Donatma	65
5.5 Seyir Denemesi	66
5.6 Çekme Kuvveti Testleri	68
5.6.1 Dinamik çekme testleri	68
6. ÇEKME KUVVETİ	69
6.1 Çekme Kuvveti Testi	69
6.2 Uygulama Yöntemlerine Göre Çekme Kuvveti Hesaplamaları	71
6.2.1 Denklem 1	71
6.2.2 Denklem 2	72
6.2.3 Denklem 3	72
6.2.4 Çekme kuvveti hesaplama örnekleri	72
6.2.4.1 Örnek 1	72
6.2.4.2 Örnek 2	74
6.3 Çekme Kuvveti Sürat İlişkisi	75
6.3.1 Çekme kuvvetini olumsuz yönde etkileyen ana faktörler	75
6.4 Yedekleme Operasyonlarında Çekme Kuvveti İhtiyacı	75
6.4.1 Denklem 1	76
6.4.2 Denklem 2	76
6.4.3 Denklem 3	77
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR.....	81

KISALTMALAR

AKT	: Azimut Kıçtan Tahrikli
GYM	: Gemi Yanaşma Modülü
M	: Metasentrik
t	: Ton
FBG	: Fren Beygir Gücü

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 6.1 : Faktör Tablosu.....	72
Çizelge 6.2 : Çekme Kuvveti Hız İlişkisi... ..	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Jonathan Hulls – TUG.....	2
Şekil 1.2 : Charlotte Dundas.....	2
Şekil 1.3 : Römorkör Furie.....	4
Şekil 1.4 : Gemi çekme römorkörlerinin tarihsel değişimi.....	5
Şekil 2.1 : Tek uskurlu römorkör Taucher Wolf 8.	8
Şekil 2.2 : Çift uskurlu römorkör Marintug II.	9
Şekil 2.3 : Römorkör Herbert Ballan.....	10
Şekil 2.4 : Konvansiyonel uskurlu 4 çeşit modern römorkör.....	11
Şekil 2.5 : Birleşik römorkör.....	12
Şekil 2.6 : Azimut kıçtan tahrikli römorkör.....	13
Şekil 2.7 : Z- Tek römorkör.....	15
Şekil 2.8 : Voith Schneider traktör römorkör tasarımı.....	17
Şekil 2.9 : Eskort Voith traktör römorkörü Bess.....	18
Şekil 2.10 : Azimut pervaneli traktör römorkör tasarımı.....	20
Şekil 2.11 : Rotor römorkör.....	21
Şekil 2.12 : Gemi Yanaşma Modülü.....	23
Şekil 3.1 : Kort nozullu kontrol edilebilir kanat açılı uskur-pervane.....	26
Şekil 3.2 : Kort nozul su akışı.....	28
Şekil 3.3 : Sabit nozullu çift uskur dümenli römorkör/çalışma botu.....	29
Şekil 3.4 : Her bir nozulunda iki adet dümene sahip römorkör.....	30
Şekil 3.5 : Towmaster nozul sistemi.....	31
Şekil 3.6 : Azimut itiş sistem kesiti.....	32
Şekil 3.7 : Kıçtan tahrikli azimuth itiş birimlerinde manevra.....	34
Şekil 3.8 : Üçüz uskur demir çekme römorkörü.....	36
Şekil 3.9 : Voith Schneider itiş birimleri.....	37
Şekil 3.10 : Voith Schneider itiş sistemi ana bileşenleri.....	38
Şekil 3.11 : Voith Schneider kanat koruma saçı.....	39
Şekil 3.12 : Çift Voith itiş sisteminde manevra.....	40
Şekil 3.13 : Pruva iticiler.....	41
Şekil 4.1 : Römorkör Afon Cadnant.....	47
Şekil 4.2 : Römorkör V.B Cires.....	49
Şekil 4.3 : Römorkör V.B Poder.....	50
Şekil 4.4 : Römorkör Union Diomand.....	52
Şekil 4.5 : Römorkör Smith Trafalgar.....	54
Şekil 4.6 : Römorkör Remo.....	56
Şekil 4.7 : Demir çekme ve destek römorkörü Far Samson.....	58
Şekil 5.1 : Model römorkör havuzu.....	61
Şekil 5.2 : Kapalı ambarda inşa.....	63
Şekil 5.3 : Kızaktan suya indirme.....	65
Şekil 5.4 : Manevra kabiliyet testi.....	67
Şekil 5.5 : Dinamik çekme testi.....	68
Şekil 6.1 : Çekme kuvveti testi.....	71

Şekil 6.2 : Marintug II römorkörü azami sürekli çekme kuvveti sertifikası.....73

RÖMORKÖR İŞLETMECİLİĞİ UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE ÇEKME KUVVETİ HESAPLAMALARI

ÖZET

Deniz üstünde yüzen hertürlü cismi, hertürlü hava koşullarında itmekte ve çekmekte kullanılan araçlara römorkör denir. Römorkörün bilinen tarihi 18. Yüzyılın başlarına uzanmaktadır. Bu tarihlerden ikinci dünya savaşına kadar geçen bölümde, buhar gücü ile çalışan çarklı römorkörler yerlerini pervaneli römorkörlere bırakmışlardır. İkinci dünya savaşının başlamasını takip eden yıllarda ise römorkör inşa metotları değişmiş, pervane mekanizması geliştirilmiş ve dizel makine tüm dünya da yaygın bir şekilde sanayiye uyarlanmıştır. Bu radikal ve önemli buluşun ardından günümüze kadar geçen süre zarfında yeni pervane itiş sistemlerinin monte edilmesi ve römorkörlerde daha fazla verim sağlanması amacı ile yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucu çok çeşitli gövde tasarımları oluşmuştur. Bu özgün gövde tasarımları, römorkör inşasının temel niteliklerinin başında gelmektedir. Römorkörlerin en önemli özellikleri çekme kabiliyetleridir. Bir römorkörün, sıfır hızda çekme kabiliyetine çekme kuvveti denir. Çekme kuvveti, çekme kuvvet testi ile tespit edilir. Yedekleme operasyonlarında gereken çekme kuvveti ve herhangi bir römorkörün çekme kuvvet testi yapılmadan bulunmak istenen çekme kuvveti değeri, bu çalışmada örneklerle gösterilen matematiksel denklemler kullanılarak hesaplanabilmektedir.

BOLLARD PULL CALCULATIONS RELATED TO TUG MANAGEMENT IMPLEMENTATION METHODS

SUMMARY

All vessels used for pulling or pushing any kind of floating object in all weather conditions are called Tugboat. History of the first known tugs ranges up to the beginning of the 18th century. During the period between this date up to Second World War, conventional screw-driven tugs took the place of steam powered and paddle tugs. During the years following the beginning of the Second World War, tug building techniques has changed, propeller mechanism has been developed and diesel engines has been modified to be commonly used in industry. After this radical and important invention, up to today, research and studies for providing greater efficiency and installment of new propeller systems led the designers to create various hull designs. These unique hull designs are the cornerstones of the basic tug building industry. The most important feature of tugs is their towing capabilities. Generally, the ability to pull at zero speed is called as the bollard pull of a tug. Bollard pull of a tug is determined by performing a bollard pull test. Optimum bollard pull power needed during towing operations or the maximum bollard pull of a tug can be also calculated by using mathematical equations and formulas as discussed with examples in this study without any need of performing physical tests.

1. GİRİŞ

Römorkör, kelime anlamı olarak, diğer deniz araçlarına nispeten, boyutsal olarak daha küçük ölçülerde inşa edilmiş, yeterli makine gücü ile donatılmış, her türlü boyuttaki ticari gemileri, yolcu gemilerini, tankerleri, yüzer platformları, dubaları, petrol ve gaz platformlarını, kısacası her türlü yüzer cisim ve nesnelere, her türlü hava koşullarında itmekte ve çekmekte kullanılan deniz araçlarına verilen genel isimdir.

Römorkörler, denizciler için kullanım alanları çok çeşitlilik gösteren yardım ve destek araçları olarak bilinmektedir.

Herhangi bir römorkör ile kendi hareket kabiliyeti olmayan, kendi kendine bir yerden bir yere gidemeyen duba, platform veya arızalanmış gemi gibi yüzer cisimlerin buldukları yerlerden belirli bir mesafe çekilerek başka bir yere taşınması işlemine yedekleme veya çekme işlemi denir.

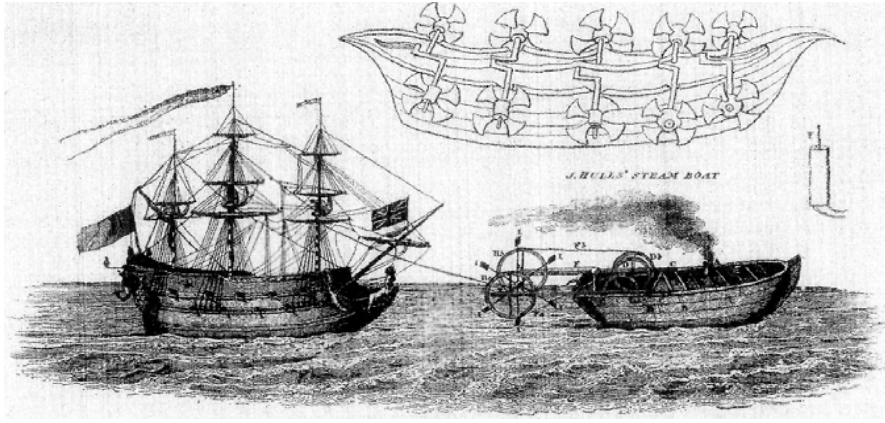
Bir geminin limana giriş ya da çıkışlarında römorkör yedeğinde çekilmesine ise Römorkaj adı verilir [1]. Römorkaj hizmetleri benzer kavram olan yedekleme hizmetlerinden biraz farklıdır. Bu kapsamda Römorkaj hizmetleri, geminin limana kendi marifetiyle yeterince yanaşmasından sonra makinelerini kapatarak römorkör(ler) tarafından kıçtan ve baştan itilmek veya çekilmek suretiyle limana güvenli bir şekilde yanaştırılma hizmetlerinin toplamıdır.

Ayrıca bir römorkörün, geminin seyri sırasında ona eşlik etmesine Eskort hizmeti denir. Eskort hizmetinde, römorkör gemiye yakın bir mesafede eşlik ederek, gemide meydana gelecek herhangi bir arıza ya da ihtiyaç durumunda daha önce vermiş olduğu halat ile ya da halat vererek itme ya da çekme işlerini gerçekleştirir.

1.1 Tarihçe

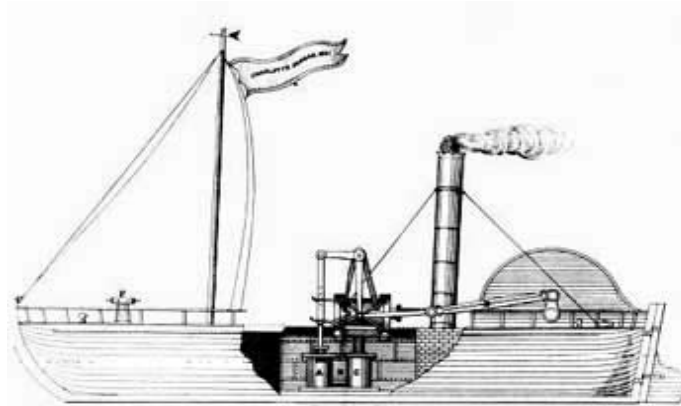
Römorkörün tarihsel gelişimi incelendiğinde, çok kesin bir bilgi mevcut olmamakla beraber, 1736 yılında İngiliz mühendis Jonathan Hulls tarafından, İskoçya'nın Dumbarton şehrinde inşa edilen, Şekil 1.1 de betimlenmiş resmi görülen, buhar

gücüyle çalışan bir tekne, İngilizce TUG yani Türkçe karşılığında kullanılan RÖMORKÖR ismiyle tescillenmiştir. Bu tekne Britanya adasının kuzeyinde bulunan Forth nehriindeki Leith ve Grangemouth limanlarında, büyük yelkenli gemilerin limanlara giriş çıkış manevralarına yardımcı olmakta kullanılmıştır.



Şekil 1.1: Jonathan Hulls – TUG [2].

Römorkör olarak inşa edildiği kabul edilen ilk tekne ise, 1802 yılında İskoçyalı mühendis William Symington tarafından İskoçya’da inşa edilen Şekil 1.2 de görülen Charlotte Dundas isimli teknedir. Bu tekne buharlı ve kıçtan pedallı olarak inşa edilmiş ve İskoçya’daki Forth ve Clyde nehirleri arasındaki duba çekimlerinde kullanılmıştır.



Şekil 1.2: Charlotte Dundas [3].

Buhar gücü prensipleri ile çalışan öncü römorkörlerin deniz ticaretindeki ilk başarılı uygulamaları, 1835- 1845 yılları arasında Kuzey Avrupa’nın ana büyük limanlarında, yelkenli ticari gemilere, nehir, rıhtım ve liman içi manevralarında yardım ve Römorkaj hizmeti veren küçük boyutlu teknelerdir. Bu teknelerin boyları genel olarak 18 ile 28 metre arasında olup ağaçtan inşa edilmişlerdir. Sabit tekerlek

şeklindeki pedallara sahip olan bu tekneler, buhar kazanının dikey bacasından çıkan buhar gücünün, pedalları döndürmesi prensibi ile çalışmışlardır. Bu ilkel römorkörlerin kullanım kapasiteleri, günümüzde kullandığımız günler yerine ancak saatler ile ölçülebilenirdi. Yedek besleme su tankı kazana bitişik ve el pompası ile transfer edilirdi. Yakıt kapasiteleri üç ya da dört tonu geçmez ve yakıt tankı dik şekilde güvertede istiflenirdi.

Pedallar ile kullanılan römorkörler 19. yüzyılın sonlarına kadar yerlerini birçok alanda pervaneli römorkörlere bırakmıştır. Yarım yüzyıl içinde hızlı gelişme gösteren inşaat sanayisinin ürettiği bu basit düzenekli pervane sistemi ikinci dünya savaşının başladığı 1940'lı yıllara kadar buhar gücü prensibi ile çalışan makinelerle birlikte değişmeden kullanılmaya devam edilmiştir.

İkinci dünya savaşını takip eden yıllarda ise inşaat metotları değişmiş, pervane mekanizması geliştirilmiş ve dizel makine tüm dünya da ayrıntılı şekilde sanayiye uyarlanmıştır. Bu aşamada ana makinelerin ve pervanelerin güçlenmeleri için deneysel birçok çalışma yapılmasına rağmen, tasarımda ilk radikal çıkış, 1954'te yaşanmıştır. Bu yılda ilk Voith Schneider dikey eğrisel pervane ile donatılmış römorkör ticari amaçlı kullanılmıştır. Bu yeni gelişme, römorkör inşaat sanayisine değişik ve yaratıcı bir fikrin yanı sıra, traktör römorkör olarak da bilinen Voith pervaneli römorkörlerin, gemi çekme manevra kabiliyetine yeni standartlar getirmesine yol açmıştır.

Şekil 1.3 te görülen römorkör Furie, bir zamanlar Avrupa ve İngiltere kıtalarında kullanılan konvansiyonel buharlı römorkörlerin en iyi örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hollanda'da 1916'da yapılan bu römorkör, 1969 yılına kadar Baltık denizinde kâğıt üretimi sanayisi için, tomruk çekimlerinde kullanılmıştır. Tek uskurlu bu römorkör; 30 metre uzunluğunda ve 6 metre genişliğinde ve 459 beygir gücünde bir makineyle donatılmıştır.

Römorkörlerde daha fazla çekme kuvveti ve daha kapsamlı kullanım beklentileri, farklı römorkör üreticileri tarafından yeni fikirler ve özellikler ile birleştirilerek alternatif pervane sistemlerini doğurmuştur. Aslında tümünün temelinde, geleneksel pervane itici gücünde yüksek dümen kabiliyeti veya azimutu yatar. Ancak alternatif itici güç sistemlerinin birçok farklı römorkör tasarımında kullanılması, son yirmi yılda yeni ve oldukça gelişmiş römorkör tiplerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Kıçtan tahrikli römorkör gibi var olan modellerin, çekiş gücü ve manevra kabiliyetlerini arttırmaya yönelik son yıllarda geliştirilen yeni fikirlerinde günümüz römorkör inşa sanayisine yön verdiği söylenebilir.



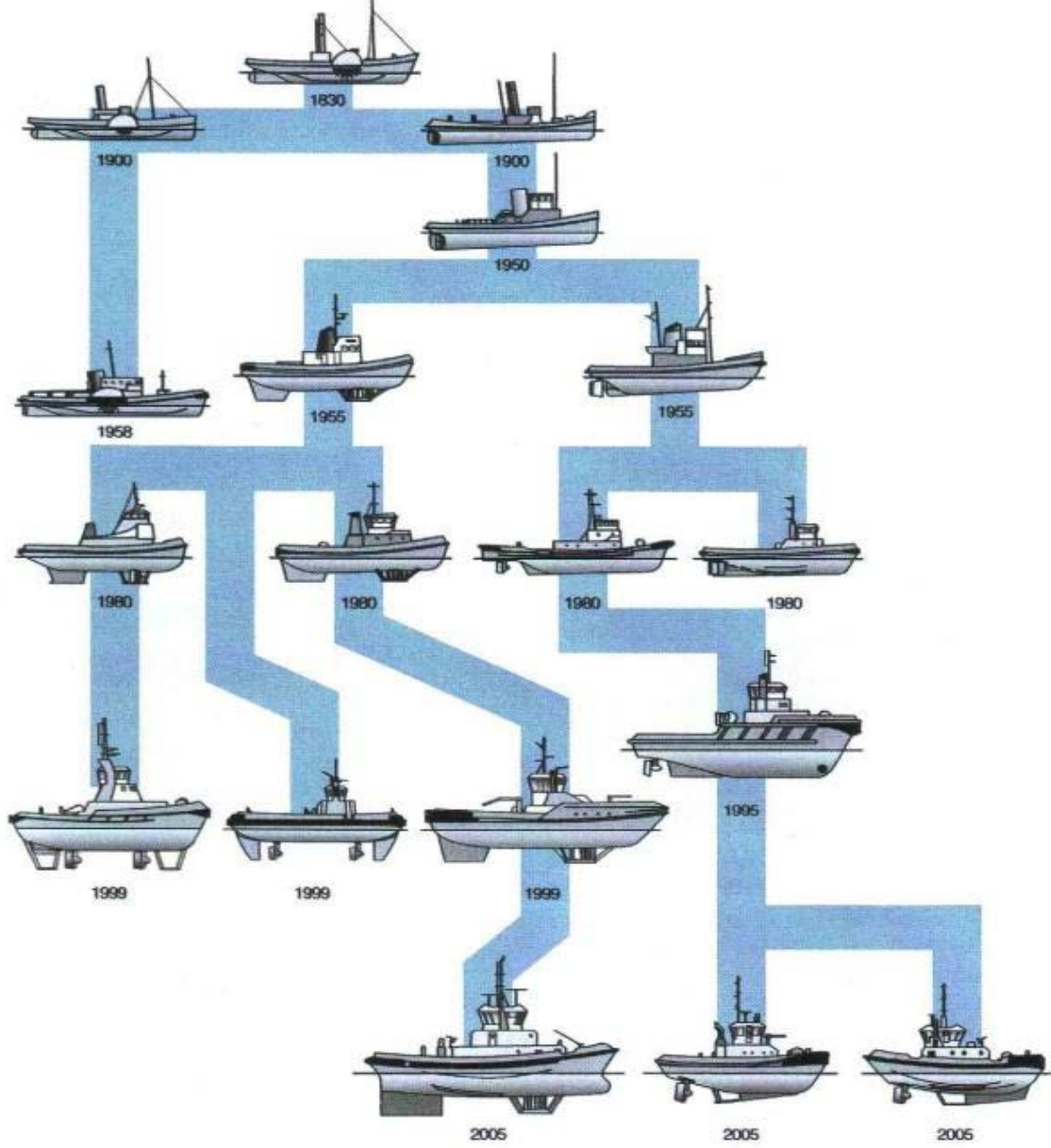
Şekil 1.3: Römorkör Furie [4].

Bu sayede geçtiğimiz on yıldaki süreçte tamamı ile iki yeni römorkör tasarımı ortaya çıkmıştır. Bu tasarımlar; Rotor Römorkörü ve Gemi Yanaşma Modülü'dür.

Her iki yeni tasarımda, işletmecilerin sahip oldukları römorkörlerdeki özelliklerin, işletme ihtiyaçlarına göre geliştirilmesi talepleri üzerine tasarım edilerek üretilen römorkörlerdir. Ortaya çıkan bu römorkörlerde oldukça kısa bir süre içerisinde bir fikrin nasıl gerçeğe dönüştüğü görülmektedir. Her iki yeni tip römorkörde, azimut itici kuvvet birimleri kullanmasına rağmen yöntem ve uygulama alanları bakımında benzer uygulamalara nazaran oldukça farklıdırlar.

Yeni milenyumun başlamasıyla ortaya çıkan en etkili gelişimlerden biride teknolojinin gelişmesi ile birlikte liman ve yedekleme römorkörleri için gerekli mürettebat sayısının azaltma ihtiyacı olmuştur. İnsan gücündeki bu azaltma, iki ya da üç mürettebat tarafından etkili ve güvenli bir şekilde kullanılabilen daha küçük, daha güçlü ve yüksek manevra kabiliyetine sahip dikkate değer değişimlerle sonuçlanmıştır. Günümüzde yeni römorkör siparişi veren römorkör işletmeleri, yedek donanımı, pervane sistemi ve gövde tasarımı konusunda farklı kararlar alabilecek çok sayıda seçeneğe sahiptir. Açıkçası inşaat kararları, römorkörün yapması beklenen işin türüne ve çalışacağı çevreye göre alınmaktadır.

19. Yüzyıl'ın başlarından itibaren ilk pedallı modeller ile başlayan gelişim, ikinci dünya savaşının bitmesinin ardından çok daha hızlanarak devam etmiştir. Yeni pervane sistemlerinin doğması ve diğer ihtiyaçlar, zaman içerisinde römorkör tasarımlarının çeşitlenmesine yol açmıştır. Şekil 1.4 te römorkörlerin tarihsel gelişimi görülmektedir.



Şekil 1.4: Gemi çekme römorkörlerinin tarihsel değişimi [5].

2. RÖMORKÖR ÇEŞİTLERİ

Gemi ve römorkörlerin gövde tasarımlarında, tecrübelerle kanıtlanmış birçok ilke mevcuttur. Bu ilkelerden bazıları ilk buharlı gemilerden beri kullanılmakta olup; tüm gemi veya römorkör inşalarında halen bugün, bu ana ilkelere başvurulmaktadır. Örnek olarak bir geminin boyu, eni ve hızı arasında doğrudan bir bağlantı vardır ve geminin su seviyesinin altında kalan şekli ve gövdenin büyüklüğü o geminin performansını ve çekiş özelliğini etkiler.

Yeni pervane sistemlerinin ortaya çıkmasıyla römorkörlerin gövde tasarımları daha karmaşık bir hale gelmiştir. Ana gövde tasarımlarında, su altında kalan bölümün şekli, büyük pervane birimlerinin yerleşmesini sağlamak için gerekebilecek ek bir alan ihtiyacı ya da belirli bir performansın artırılması için değişikliklere uğrayabilir. Göreceli olarak daha az gücün kullanılabilir olduğu buharlı römorkörlerde, römorkör kaptanları bir yedeği kontrol ederken römorkörün ağırlığından ve gövdenin su altında kalan kısmından yararlanırlardı. Daha hafif makinelere sahip modern römorkörlerde ise ağırlıkların hafiflemesine karşın, özellik olarak yüksek bir performans ihtiyacı için geliştirilmiş performanslar ile birlikte yeterli dengeyi sağlayabilmesi için su altı şekillerinin değişmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Aşağıdaki alt bölümlerde çeşitli römorkör türleri anlatılmakta ve belirli rolleri yerine getirebilmek üzere sunulan pervane sisteminin gövdeye adaptasyonu sağlamak üzere tasarımların nasıl değiştiği görülmektedir.

2.1 Konvansiyonel Uskurlu Römorkörler

Konvansiyonel uskurlu römorkör, geminin kıç tarafında yer alan sabit uzun pervane shaft(lar)ına oturtulmuş bir ya da daha fazla burgulu pervane tarafından itilen römorkör anlamına gelmektedir. Bu tür pervaneler 1950'lerden önce inşa edilmiş römorkörlerin tümünde ve günümüzde kullanılan römorkörlerin büyük bir çoğunluğunda standart olarak kabul edilmektedir.

Konvansiyonel uskur-pervaneler ile donatılmış eski römorkörlerin büyük bir çoğunluğunun günümüzde halen kullanımda olmasına rağmen, dümen sistemi ya da

nozulu olmayan açık tek uskurlu römorkör projesi yok denecek kadar azalmıştır. Bir istisna olarak kabul edilen tek pervaneli ‘Birleşik’ tip römorkör bir sonraki bölümünde anlatılmaktadır.

Günümüzde gemi çekme römorkörlerinde, kıyı römorkörlerinde, demir çekme römorkörlerinde, açık deniz römorkörlerinde, kıyından uzak destek gemilerinde, küçük römorkörler/iş botlarında ortak olarak görülen genel model çift uskurludur.

Çoğu modern inşada yenilikçi dümen sistemleriyle birlikte sabit tip itici nozullar kullanılmaktadır. Açık pervaneler, yeni Avrupa yapımı çift uskurlu römorkörlerde pek görülmemekte, Amerika Birleşik Devletleri ve diğer başka bölgelerde ise çok az operatör tarafından tercih edilmektedir. Tasarım bakımından konvansiyonel römorkörlerin modern tarzları, gövde şekli, kendinden öncekilerden çok az değişiklik göstermektedir. Uzunluk, genişlik ve gövde şekli römorkörün kullanımına uygun olarak seçilmektedir. Bazı limanlardaki havuzların boyutları ya da dar havuz sistemlerinin sınırlayıcı diğer özellikleri, kullanılan gemi çekme römorkörlerinin boyutunu da etkilemektedir.

Şekil 2.1 de Avrupa’nın çeşitli yerlerinde kullanılan tek uskurlu römorkörlerin azalmakta olan modellerinden biri görülmektedir. 1970’de gemi çekme Eskort römorkörü olarak yapılan römorkör 1994’de modernize edilmiştir. 23.08 metre uzunluğunda kort nozula sahiptir ve ana makinesi 1.012 fren beygir gücündedir.



Şekil 2.1: Tek uskurlu römorkör Taucher Wulf 8 [6].

İkinci Dünya Savaşı'nın hemen sonrasında dizel römorkörler 'hidro konik' olarak bilinen bir gövde tasarımı kullanılarak inşa edilmeye başlanmıştır. Gövde çift omurgalı şekilden oluşmakta ve karışık-bileşik eğriler gerektiren basit kaynaklı sac plakalardan inşa edilmektedir. Bu modellerde gövdelerin üretimi ucuzdur, yedekleme ve boş durumda seyir performansları oldukça iyidir. Modern tasarımlar, genellikle modern pervane sistemlerini desteklemek üzere benimsenmiş ilkeleri takip ederler. Her durumda su altı şekli, dümenler ve pervaneler etrafında en iyi su akışını sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Havaleli olmasını önlemek ya da iyi bir yön dengesi sağlamak için römorkör gövdesinin altına yalpalık ya da uzatılmış salma eklenebilmektedir.

Şekilde 2.2 de görülen römorkör Marintug II konvansiyonel çift uskura sahiptir. 2006 yılında Türkiye'de inşa edilmiştir. 25.25 metre uzunluğunda, toplamda 3.000 fren beygir gücünde iki adet ana makine ile donatılmış, 42 ton çekme kuvvetine sahiptir.



Şekil 2.2: Çift uskurlu römorkör Marintug II.

Teknik çizimdeki römorkör gövdesinin şekli, gemilere ve diğer yüzen nesnelere yakın mesafede çalışan bir römorkörün kaptanı için büyük bir önem taşımaktadır. Konvansiyonel römorkörler yıllar içerisinde gemilere yanaşma ve ayrılma

manevraları sırasında kolay dönme sağlamak için karpuz kış şeklinde inşa edilmeye başlanmıştır.

Modern römorkörlerle birlikte çift uskurların ve nozulların kullanımı, su altındaki pervane donanımını korumaya yardımcı dümen donanımlarını ve daha az yuvarlak bir kış gerekliliği ortaya çıkarmıştır.

Şekil 2.3 de görülen çift uskurlu bu küçük römorkörün gövdesi birçok modern römorkörde görülen çift omurga tasarımına sahiptir. 1996'da inşa edilen bu römorkör, 1.300 fren beygir gücü sağlayan iki ana makineyle donatılmış, 18.25 metre uzunluğunda bir teknedir.



Şekil 2.3: Römorkör Herbert Ballan.

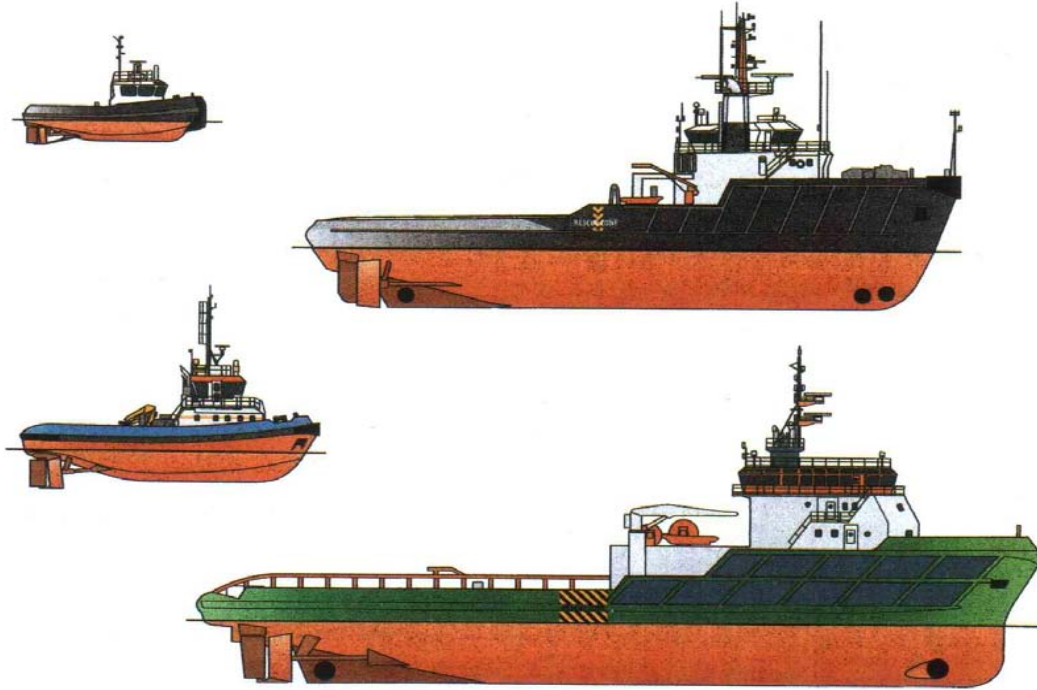
Daha büyük, açık deniz römorkörlerinin su altı şekli, römorkörlerin boş seyir hızını arttırmak için yuvarlak bir yapılanmada hazırlanabilir. Ağır denizlerde güverte üzerindeki su miktarını azaltmaya yardımcı, yükseltilmiş ön güverte ya da ek ön üst güverte gemi çekme römorkörlerinde oldukça yaygındır.

Bir demir çekme römorkörünün güvertesini neta etmesi, bordaya zincir, şamandıra ve demirleri güvenli bir şekilde bırakabilmesi için açık ve geniş bir kış tarafa sahip olması gerekir. Güvenli şekilde yüzebilme, özellikle günümüzde, kıyından uzakta demir çekme operasyonlarında, büyük taşıma güçleri için zaruri bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Yeni nesil daha küçük sığ su çekimli modeller, demir çekme römorkörünün popülerliğini artırmaktadır. Bu tip bir römorkör yaygın olarak kıyıya yakın petrol platformları, rüzgâr çiftlikleri ve diğer deniz inşaat mühendisliği projelerinde destek aracı olarak kullanılmaktadır.

Açık deniz destek gemileri ve demir çekme destek gemileri normal bir açık deniz römorköründen ya da demir çekme römorköründen daha uzundur ve önemli oranda

yük taşıma kapasitesine sahiptir. Bu tür gemilerle, petrol platformlarına ve diğer açık deniz tesislerine, konteyner de taşınan yükler, sondaj boruları, petrol platformları için gerekli ağır parçalar ve dökme yükler taşınır. Taşınan bu yükler, ek taşıma tanklarına ve güverte alanlarına yerleştirilir. Bu yüzden gemilerin gövde yapıları bu tür ihtiyaçları karşılayacak şekilde seçilir.

Şekil 2.4 de sırası ile yukarıdan aşağıya 16 metre uzunluğunda bir römorkör/iş botu, 26 metrelik çift uskurlu liman römorkörü, 54 metrelik bir demir çekme römorkörü ve 74 metrelik bir açık deniz römorkörü görülmektedir.



Şekil 2.4: Konvansiyonel uskurlu dört çeşit modern römorkör.

Gövde yapıları, taşıma özelliklerinin yanında ekonomik bir hız, yeterli çekiş özellikleri ve yakın mesafede iyi manevra yapabilme yeteneği de sunmalıdır.

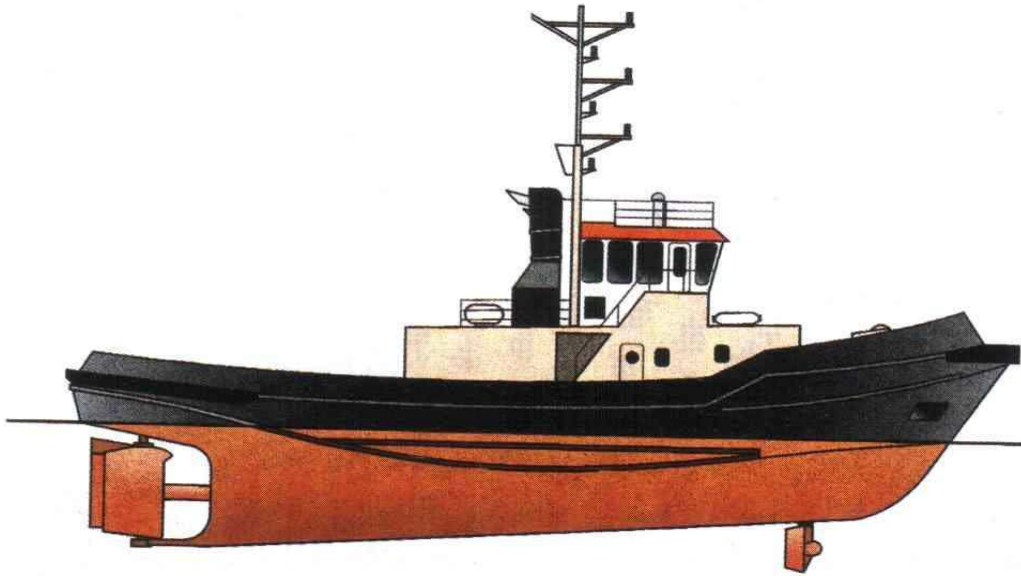
Çoğunlukla yüksek çekiş gücü gerektiren sığ sulardaki operasyonlarda, az su çekimli römorkörlerin, istenen gücü sağlaması için üçlü pervane sisteminin kullanıldığı birçok yeni inşaat projesi mevcuttur. Bu tür römorkörler çift uskur römorkörlerinin yapısı ya da görünüşünden çok az bir farklılık göstermektedir. Bu römorkörlerdeki asıl amaç üç pervaneye de serbest akış sunan bir gövde tasarımı sağlamaktır.

Enine baştan itici pervane birimi manevra kabiliyetini geliştiren her ebattaki römorkörün genel özelliği haline gelmektedir. Bu özellik açık deniz ve demir çekme römorkörlerinde ve açık deniz petrol endüstrisinde çalışan destek gemilerinin neredeyse hepsinde zorunludur. Son olarak başa ya da kıça yerleştirilmiş bir ya da iki enine itici bulmak ve bazı durumlarda ek olarak başta azimut, geri çekilebilir itici görmek mümkündür.

2.2 Birleşik Römorkörler

Başlıca Avrupa ve Kuzey Amerika'da olmak üzere, konvansiyonel tek uskurlu römorkörlerin baş kısmının altına yerleştirilmiş küçük bir azimut pervane birimi ile geliştirilmiş römorkörlerdir. Bu düzenleme römorkörün manevra kabiliyetini oldukça arttırmakta ve 2- 6 tonluk ek bir çekiş gücü sağlamaktadır. Bu şekilde donatılmış bir römorköre 'Birleşik Römorkör' tabiri kullanılmakta ve dok sistemlerinde ya da daha dar alanlarda çalışan gemi çekme römorkörleri için oldukça kullanışlı bulunmaktadır.

Şekil 2.5 de görülen birleşik römorkör, geminin baş kısmının altına yerleştirilmiş küçük bir azimut pervane birimi ile geliştirilmiş konvansiyonel tek uskurlu römorkördür.



Şekil 2.5: Birleşik römorkör.

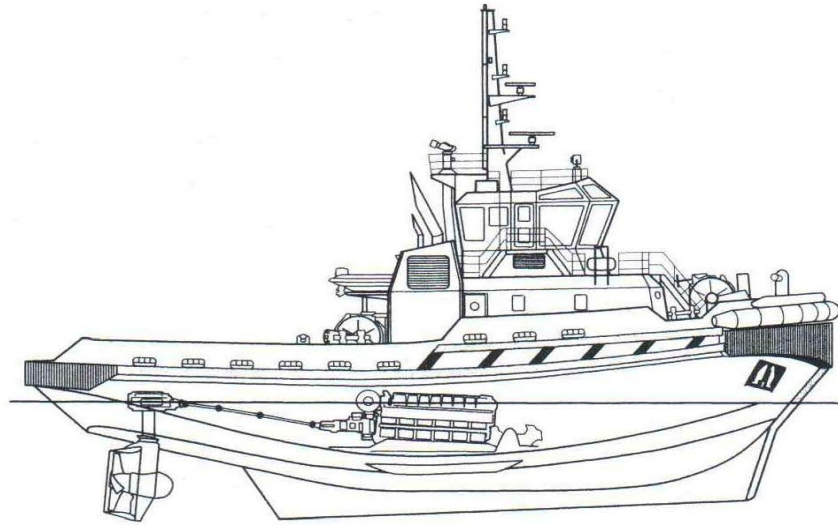
Çoğu örneğinde, eski model römorkörlere yeniden hayat verebilmek için daha sonradan eklenen azimut iticilere sahip tek uskurlu römorkörler görülmektedir.

Birleşik römorkörler ilk olarak 1993’lerde Avrupa’da görülmüştür. Pervane birimi ve makinesinin yerleştirilmesi hariç römorkör yapısında çok az bir değişiklik yapılmıştır. Baş pikte yer alan makinesi ve gövde saçı ile genişletilmiş pervanesiyle geri çekilebilir azimut itici birimi ile kullanımı en yaygın tercihtir.

2.3 Azimut Kıçtan Tahrikli Römorkörler

Gövde tasarımı açısından konvansiyonel uskur römorköre en yakın model azimut kıçtan tahrikli römorkördür. Bu römorkörlerde klasik pervane ve şaftlar, pervane ve bağlı olduğu nozullara dikey eksen dönüşünü sağlayan azimut pervane birimleriyle yer değiştirmiştir. Bu tür römorkörler, çift uskurlu römorkörlerin pervaneleriyle aşağı yukarı aynı konumda bulunan bir çift pervane itiş birimiyle donatılarak desteklenmektedir. Her bir pervane birimi bağımsız olarak kontrol edilebilme özelliğine sahiptir.

Şekil 2.6 , modern bir AKT römorkörünün ; makinesi, pervane üniteleri, çeki vinçleri ve diğer donanımlarını göstermektedir.



Şekil 2.6: Azimut kıçtan tahrikli römorkör.

Manevra kabiliyeti konvansiyonel römorkörlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde geliştirilmiştir. Römorkörler deneyimli bir kaptanın ellerinde ileri, geri veya yanlamasına kendi boy ekseninde dönüş yapabilme yeteneğine sahiptir. Manevra

kabiliyetinin yüksekliği, birçok uygulamada traktör römorkörlerine karşı uygun bir seçenek haline getirmektedir.

Pervaneler bölümünde azimut pervane birimleri, kontrol mekanizmaları ve kıçtan tahrikli römorkörlerin nasıl kullanıldığıyla ilgili ayrıntılı bilgiler sunulmaktadır.

Kıçtan tahrikli şekil çoğunlukla güçlü gemi çekme römorkörlerinde görülmektedir. Gücün ve manevra kabiliyetinin çok fazla olmasını gerektiren tanker çekme römorkörleri ya da Eskort römorkörlerde oldukça popülerdir. Kıçtan tahrikli römorkörler ilk olarak Japonya'da ve uzak doğuda kullanılmıştır ancak son yıllarda gemi çekme işletmesi olan pek çok şirket sahibinin en popüler seçeneği haline gelmiştir. Bu pervane şekli özellikle yüksek manevra kabiliyeti gerektiren acil çevre temizliği kontrol römorkörleri için bir gereklilik halini almıştır.

Basit ifadelerle bu türde kullanılan gövde tasarımı, konvansiyonel pervaneli römorkörlerde kullanılanlardan çok az bir farklılık göstermektedir. Ana farklılık, azimut pervane biriminin yerleştirilmesi için römorkör kıç alt tarafının azimut pervane birimine uygun bir tasarıma sahip olma gerekliliğidir. Çoğu römorkörde pervane ünitesi, kıç güvertesinden çıkarılabilir saç ayakların altındadır ve bazı durumlarda römorkör denizde yüzer haldeyken bile yatay olarak kaldırılarak tamir edilebilir.

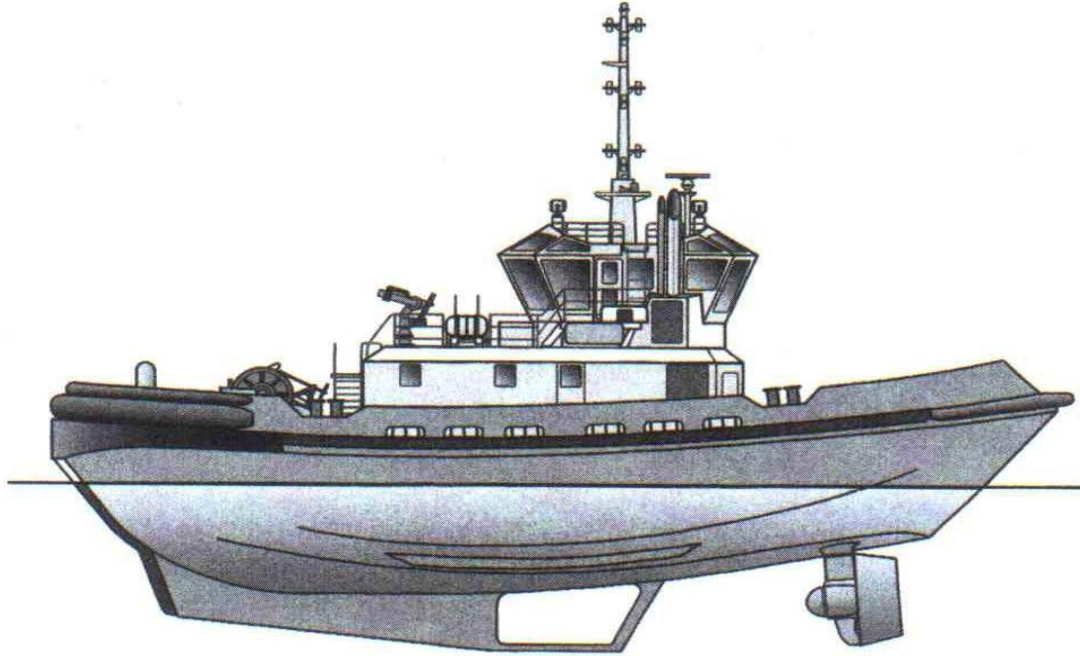
İlk çıkışından itibaren kıçtan tahrikli römorkörler için en fazla çalışma, yukarıda belirtilen kısıtlamalar altında su altı gövde tasarımı için harcanmıştır. Bu faaliyetin çoğu, Eskort römorkörlere ve Amerika ve Kanadalı tasarımcılar tarafından üretilen oldukça çevik, güçlü ve küçük römorkörlerin gelişimine odaklanmaktadır. Güçlü bir kıçtan tahrikli römorkör, gerektiği durumlarda tornistanda manevra yapma ve dolaylı olmayan tarz çekme esnasındaki yönetim kontrolünde oldukça iyi bir performans göstermektedir. Gemi inşaat mühendisleri bu ihtiyaçlara yönelik olarak; benzer teknik özellik ve performansları gösteren, ancak oldukça farklı gövde şekilleri sunan römorkör inşa etme yaklaşımı göstermektedir. Pervane birimlerinin yakınındaki gövde şekli önemlidir. Birimlerin döngüsü pervanelere iyi su akışını sağlamada gereklidir ve gövdenin su altı şeklini belirlemede birimler arası ters bir etkileşimi önlemektedir. Diğer açılardan kıçtan tahrikli römorkörlerin özellikleri, modernleştirilmiş klasik römorkörlere uygulanan ilkeleri takip etmektedir. Yükseltilmiş bir ön güverte ve açık bir mevkide ya da denizde kullanılma amacıyla bir üst güverte bu tür römorkörlere eklenmiş bir özelliktir. Gemi çekiminde

kullanılan kıçtan tahrikli römorkörlerin ön güvertesinde ya da üst güvertesinde yer alan bir çeki vinci bulunmaktadır ve bu nedenle de güverte güçlendirilmiştir. Diğer bir ortak özellik ise manevra kabiliyetini arttıran ve konum koruma özelliği katan bir enine itici baş pervane biriminin olmasıdır.

2.4 Z-Tek Römorkörler

Z-Tek tipi römorkör hem azimut kıçtan tahrikli römorkörler hem de azimut traktör römorkörlerin en iyi çekme ve işlevsel özelliklerini birleştirmeyi amaçlayan yeni bir tasarımıdır. Gittikçe artan bu popüler tasarım, gemi inşaat mühendisliğinde önde gelen uluslararası bir tasarım şirketi tarafından, uzak doğulu bir römorkör işletmesinin isteği üzerine tasarlanmıştır ve şu anda da tüm dünya da kullanılmaktadır. Performans ve güvenlik boyutunda yüksek bir gelişim sunan yeni ve farklı bir tasarım ortaya çıkmıştır.

Aşağıdada görülen Şekil 2.7, çizim başta kalın usturmaça ve derin omurgasını gösteren Z-Tek tasarımının eşsiz görünüşünü tasvir etmektedir. Pervane birimleri gerektiğinde traktör römorkör tarzı kıçta çalışan ve en iyi şekilde tasarlanmış bir su altı şekline sahiptir.

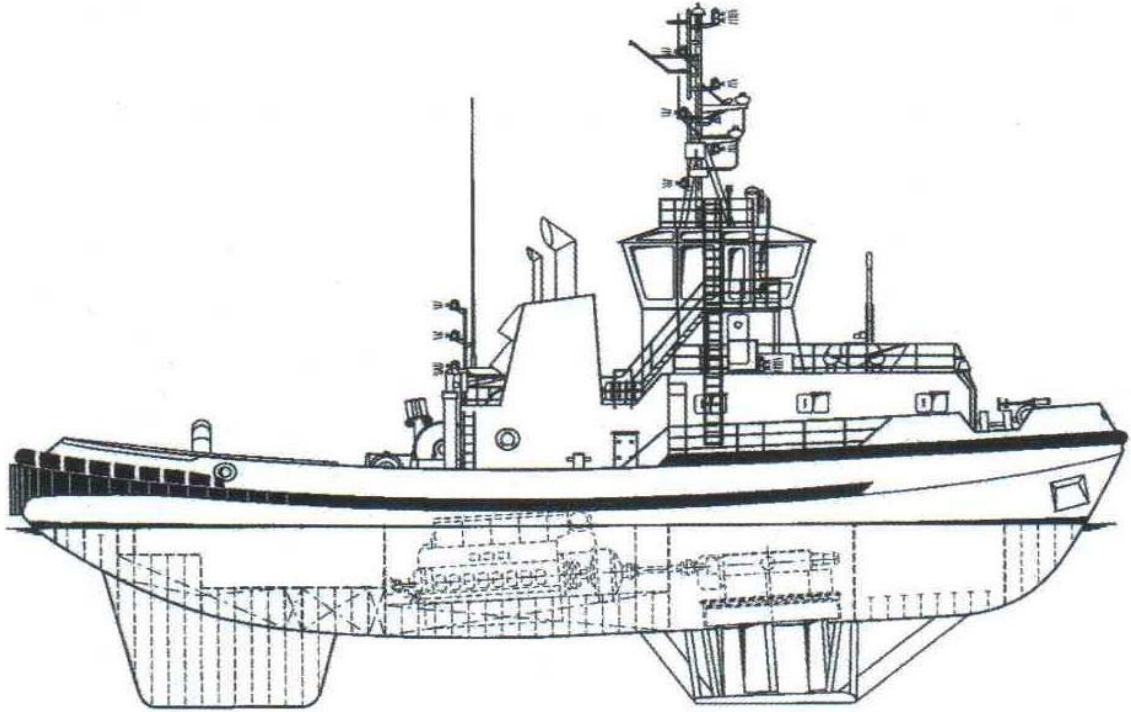


Şekil 2.7: Z – Tek römorkör.

Voith pervane birimlerinin boyut ve performans gelişimleri ve traktör tasarımlarının çok yönlülüğü, bu kavramın Avrupa'nın dışına çıkarak tüm dünya da yayılmasına sebep olmuştur.

Bir Voith Schneider traktör römorkörünün gövdesi önemli özelliklere sahiptir. Modern bir römorkörde iki pervane birimi gövdenin altına, pruvadan uzunluğunun üçte biri uzaklığa yerleştirilir. İlk tasarımlar sadece bir birim içermektedir, ancak daha sonraki deneyimler yan yana yerleştirilmiş iki pervanenin geminin performansını ve çevikliğini arttırdığını göstermektedir (Şekil 2.8).

Diğer bir önemli özellik de kıçın altında yer alan dikey yüzgeç ya da büyük omurgadır. Omurganın konumu ve boyutu önemlidir ve çeki bağlantısının güverteye konumuyla doğrudan ilgilidir. Pervane kanatlarının altında yer alması bir koruma saç ayağı görevini sağlar ve birçok destek payandası ile römorkörü konumda tutar. Sığ sularda çalışırken yön veren kanatlara koruma sağlar ve römorkör kuru havuza çekildiğinde ya da tamir için römorkörün kızağa alındığı durumlarda destekleyici bir yapı sağlar. Ayrıca gövde ve saç ayağı arasındaki su akışına nozul etkisi yaratması ile itiş performansını arttırmaktadır.

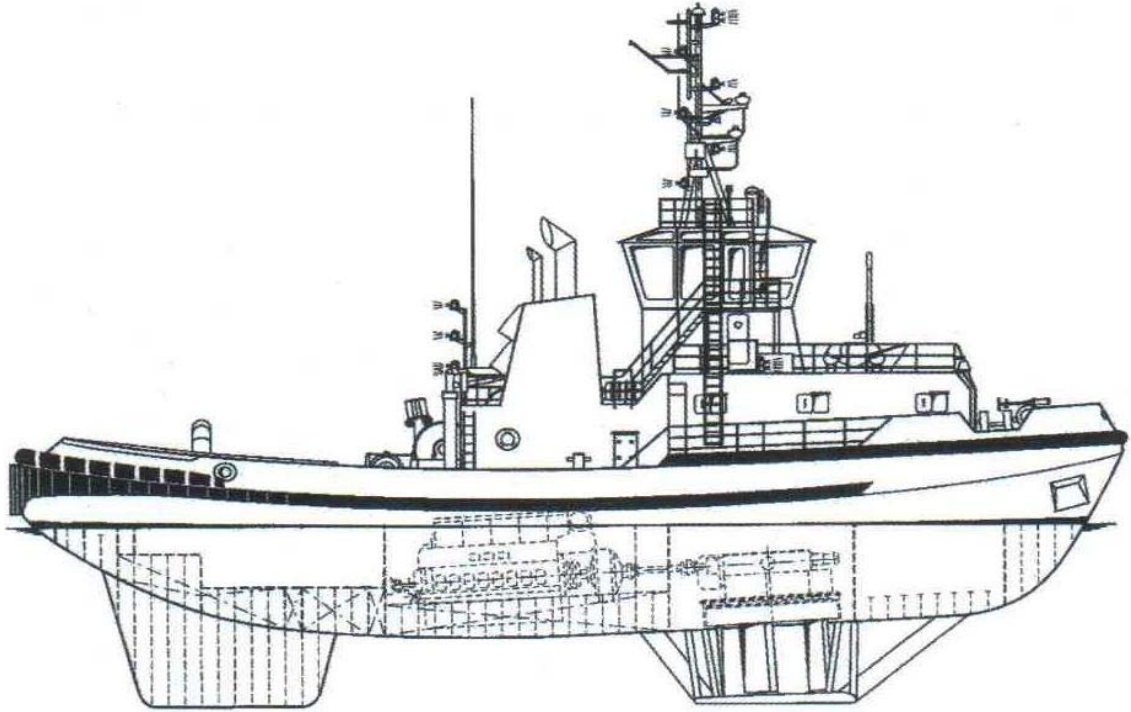


Şekil 2.8: Voith Schneider traktör römorkör tasarımı.

Voith pervane birimlerinin boyut ve performans gelişimleri ve traktör tasarımlarının çok yönlülüğü, bu kavramın Avrupa'nın dışına çıkarak tüm dünya da yayılmasına sebep olmuştur.

Bir Voith Schneider traktör römorkörünün gövdesi önemli özelliklere sahiptir. Modern bir römorkörde iki pervane birimi gövdenin altına, pruvadan uzunluğunun üçte biri uzaklığa yerleştirilir. İlk tasarımlar sadece bir birim içermektedir, ancak daha sonraki deneyimler yan yana yerleştirilmiş iki pervanenin geminin performansını ve çevikliğini arttırdığını göstermektedir (Şekil 2.8).

Diğer bir önemli özellik de kıçın altında yer alan dikey yüzgeç ya da büyük omurgadır. Omurganın konumu ve boyutu önemlidir ve çeki bağlantısının güverteye konumuyla doğrudan ilgilidir. Pervane kanatlarının altında yer alması bir koruma saç ayağı görevini sağlar ve birçok destek payandası ile römorkörü konumda tutar. Sığ sularda çalışırken yön veren kanatlara koruma sağlar ve römorkör kuru havuza çekildiğinde ya da tamir için römorkörün kızağa alındığı durumlarda destekleyici bir yapı sağlar. Ayrıca gövde ve saç ayağı arasındaki su akışına nozul etkisi yaratması ile itiş performansını arttırmaktadır.



Şekil 2.8: Voith Schneider traktör römorkör tasarımı.

Son yıllarda daha fazla performans ihtiyacını karşılamak ve daha güçlü makinelerin kullanılabilirliğini sağlamak için itici birimlerinin boyutu değişmiştir. Bu sayede üç metre çapında pervane kanat yörüngesi gerektiren birimlerin ve oldukça gelişmiş pervanelerin kullanımına sebep olmuştur. Bu tarz iki birimi 5.000 beygir gücünde ve 30 metre uzunluğunda güçlü bir gemi çekme römorkörünün gövdesinde yan yana birleştirmek için oldukça büyük bir en ve hacim gerektiren bir alan ihtiyacı doğmaktadır. İtinayla geliştirilmiş gövde şekli ile dikey eğrisel pervanelerin kullanımını gerektiren Voith traktör römorkörü rakipsizdir ve işleticisine, yüksek hızda bile güvenli bir şekilde tornistan yapmasını sağlayan, kıçtan ve dolaylı şekilde iten doğal bir yetenek sunar.

Şekil 2.9 da görülen Bess, Eskort traktör römorkörlerden biri olarak tasarlanmıştır. 36 metre uzunluğundaki römorkör 5.455 Fbg güç üreten iki ana makineyle donatılmış bir Voith Schneider pervane sistemine sahiptir. 72 ton çekme kuvvetine sahip olan bu römorkör, boşken 15 deniz mili hız yapabilmektedir.



Şekil 2.9: Eskort Voith traktör römorkörü Bess.

Dolaylı itme şekillerine uygulanan bu tür römorkörlerin en dikkat çekici özelliklerinden biriside, omurga su altı şeklinin ve itiş dişlisi şeklinin tam verimli kullanımını sağlamasıdır. Bu ve gerçek bir 'itiş-çekiş' rolü gerçekleştirme yeteneği birçok işletmeci tarafından büyük bir avantaj olarak görülmektedir. Gövdenin altında yer alan pervane birimlerinin hassasiyeti ve yüksek inşaat maliyetleri olası dezavantajlar olarak görülmektedir. Gövde biçimiyle birleştirilmiş, her yöne aynı

hızda seyredebilme yeteneği arttırılmış son tasarımlar güçlü bir gemi çekme römorkörü ihtiyacını gidermektedir. Bir Voith traktörünün gövde yapısı tüm türdeki römorkörlerin özelliklerinin birleşiminden oluşmaktadır. Uygun yükseklikte bir ön güverte ya da üst güverte gerekli görülen durumlarda birleştirilmiştir. Çizimlerde gövde, gemilerle yakın mesafede çalışan ortak sabit, dairesel şekildedir, ancak kış yapısı itiş için daha geniş usturmaça sağlayan bir yapıda tasarlanmıştır. Geniş usturmaçalı güçlendirilmiş bir baş kısım nadiren gerekli görülmektedir.

Günümüzde 45 metre uzunluğunda ve 10.000 beygir gücüne kadar Voith traktör römorkörleri inşa edilmektedir. Çekiş gücü 90 ton olan modern tanker Eskort römorkörleri dolaylı bir şekilde tankeri iterken ya da çekerken 150 tondan fazla bir kuvvet göstermektedir. Bu performans ancak modellerin dinamik testlerden geçirilmesi, normal büyüklükteki gemiler ve bilgisayar benzetimi sayesinde gerçekleştirilebilir.

Römorkör işletmelerinin ve gemi inşaat mühendislerinin yüksek performanslı Eskort römorkör tasarımlarına yaklaşımları ise aynı değildir. Onlara göre bahsedilen yüksek halat çekiş kabiliyetini gerçekleştiren römorkörlerin yetenekleri bahsedilen römorkörlerdeki yüksek denge ihtiyacı ile çok yakın ilişkiindedir ve sonuçta asıl dikkat edilmesi gereken gövde tasarımı ve çekiş vincinin ile omurganın bodoslamaya bağlantı noktasının pozisyonudur.

2.6 Azimut Pervaneli Traktör Römorkörler

Azimut pervaneler ile çalışan traktör römorkörlere verilen isimdir. İlk olarak 1970'lerin başlarında Avrupa'da Voith Schneider sistemine alternatif olarak inşa edilmeye başlanmıştır. Pervane birimleri Voith Schneider tipleri ile aşağı yukarı aynı şekilde, gövdenin altında baş kısma yakın yan yana yerleştirilmiştir.

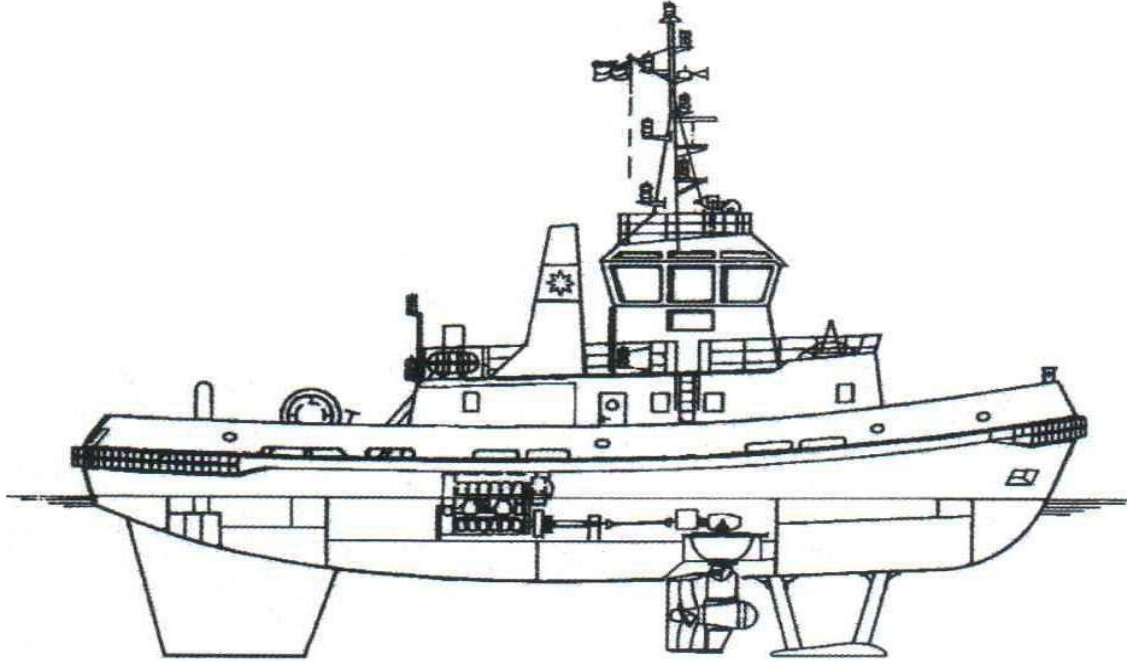
Tomruk çekme endüstrisinde kullanılan az sayıdaki römorkörler haricinde pervane birimleri her zaman çift olarak yerleştirilmiştir. Bu tip römorkörler Voith Schneider'in tam benzeri olarak tasarlanmışlardır. Sermaye maliyetinde azalma ve daha etkili pervaneler olan azimut birimlerinin kullanımı sayesinde inşa edilen ilk römorkörler yüksek performans avantajına sahip olmuşlardır.

Daha sonrasında yeni kıştan-tahrikli römorkörlerin gelişimi ve Voith Schneider dikey eğrisel pervanelerindeki ilerlemeler bu avantajları yok etmiştir. Bunun sonucu

olarak da azimut pervane birimleri olan traktör römorkörlerinin gelişimi büyük oranda yavaşlamıştır.

Gövde şekli, sabit bir omurga ve Voith traktör römorkörlerindeki gibi bir koruma tabakası sunar. Koruma tabakası tasarımı sadece pervane birimlerini korumak için yerleştirilmiş bir cihazdan farklılık göstermekte ve pervane birim performansını geliştirmeyi amaçlayan bu tabaka çok daha kapsamlı bir şekilde römorkörün tersaneye çekilmesine yardımcı olmaktadır. Bu türün az sayıdaki traktör römorkörü, römorkörün su çekimini azaltmak için gövdenin altındaki bir tünel ya da sığ girintide yer alan pervane sistemlerine sahiptir. Bu düzenlemede dikkat edilmesi gereken pervane birimlerinin etkinliğini pervanelere kısıtlı su akımı ile ciddi bir şekilde zayıflamadığını belirlemektir.

Azimut itici birimleri, makineleri, omurga ve vinçlerinin göreceli konumlarını gösteren, traktör römorkörün genel düzeni Şekil 2.10 da görülmektedir.



Şekil 2.10: Azimut pervaneli traktör römorkör tasarımı.

2.7 Rotor Römorkörler

Rotor römorkörleri, Hollanda temelli bir şirketin başkanı tarafından düşünülen ileri ve radikal bir bakış açısının ürünüdür. Herhangi bir yöne maksimum çekiş gücü kullanabilen ve hareket edebilen oldukça çevik bir römorköre sahip olmak ihtiyacını

gidermek için tasarlanmıştır. Rotor römorkör güçlü ve çok yönlüdür, römorkaj ve kıyısal çekimler dışında pek çok görevi yerine getirme becerisine sahiptir.

Rotor römorkörü üç azimut pervane birimi kullanan bu yeni kavramın tescilli markasıdır. Basit bir azimut traktör tasarımı normal omurgada kıçta yer alan üçüncü bir pervane birimini birleştirerek değişiklik yaratmaktadır. Gövde yapısı bir çeşit sert omurga türündedir ve tüm üç birime de en iyi su akışını verebilmek için alt tarafı düz yapılmıştır. Bu yeni tasarımın en önemli özelliği römorkör kaptanı tarafından gerektiğinde bireysel gerektiğindeyse hep birlikte çalışabileceği tüm bu üç pervane birimini kontrol edebilmek üzere yerleştirilmiş bir sistemi olmasıdır. Kontroller bir sonraki bölümde daha detaylı şekilde anlatılmıştır.

Rotor römorkörünün su altı şekli ve iki önde bir arkada üç pervane biriminin konumu Şekil 2.11 de görülmektedir.



Şekil 2.11: Rotor Römorkör [7].

İlk dört Rotor römorkörü, 1999'un başlarında inşa edilmiştir. Toplamda 6,300 fren beygir güç üreten üç makinesiyle 31,43 metre uzunluğundaki römorkörler 75 ton çekme kuvvetine sahiptir. Bu ilk nesil Rotor römorkörlerinin hızlı bir şekilde yan

yana gidebilme özelliği, yüksek dönüş hızı ve her yöne çekiş gücü sağlayan çeviklik özelliği ile en iyi manevra yapabilen römorkörlerden biridir.

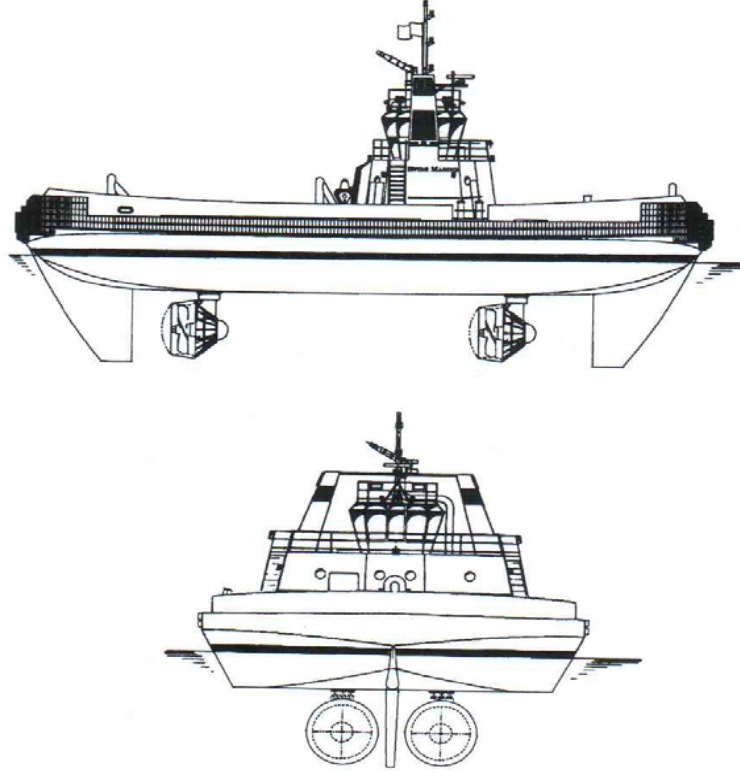
İlk günlerinden beri bu orijinal römorkörler limanda, kıyı ve kısa deniz çekicilerinde hatta kurtarma operasyonlarında olmak üzere çok çeşitli işlerde görev aldı. Bu başarı diğer römorkör sahiplerinde Rotor römorkör kavramının yavaş, ancak olumlu bir şekilde kabul edilmesiyle sonuçlandı. En azından 2008'e kadar dört römorkör daha üretilmiştir ve diğer işlerde kullanılmak üzere başka 20 tane daha yapım aşamasındadır. Farklı boyutlar, çekiş gücü ve donanım sunan çeşitli Rotor römorkörleri de bulunmakta veya gelişim aşamasındadır.

2.8 Gemi Yanaşma Modülü

GYM, Amerikalı bir römorkör işletme şirketi grubunun başkanı tarafından düşünülmüş ve bu düşünceye göre tasarlanmış bir römorkördür. Bu yeni römorkör, var olan hiçbir römorkör kategorisine girmemektedir. Bu yeni fikir, işletmelerin sadece tam bir manevra yeteneğine sahip değil, aynı zamanda hem itişte hem de çekişte, her yöne çekiş gücünü tümüyle kullanabildiği bir çekme römorkörünün gerekliliği etrafında odaklanmaktadır. İşletmecinin ve tasarımcılarının bu ihtiyacı karşılayabilecek bir römorkör için yaptığı araştırmalarda, her bir ucunun altında dümenle yönlendirilebilir bir azimut pervane birimiyle birleşen geniş bir bordası olan sığ sularda çekme görevi yapabilen römorkörler üretilmiştir. GYM ilk ortaya çıktığında şeklinden dolayı yüzen tabağa benzetilmiştir.

Gövde her bir ucunda küçük bir omurga bulunan gerçek bir çift taraflı römorkördür. Gemi Yanaşma Modül tasarımı eşsiz bir özelliği de her bir pervane biriminin farklı yerleri dengelemesidir; biri iskeleyi diğeri sancağı dengeler. Bu düzenleme, birimler arasındaki karışıklık akışını azaltmaktadır. Römorkörün gövdesi her bir yerden çevrilmiş olan ve üst yapı üçlü takım halinde bir usturmaçaya sahiptir. Toplamda 4,000 fren beygir gücü üreten iki ana makinesi olan üç adet römorkörün yapımına 1997'de başlanmıştır. İlk biten inşaat, aynı yılın sonunda hizmete girmiştir. Bunu daha sonra daha büyük üç römorkör daha izlemiş ve bu yeni römorkörlerin değişiklikleri üst yapıya, makinelere ve çekme donanımına bağlıdır. Şu anda Amerika Birleşik Devletleri'nde bağımsız iki şirket tarafından başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Diğer iki römorkörde İspanya'da yerel amaçlı kullanım için çeşitli değişiklikler yapılarak inşa edilmiştir.

GYM'nin en önemli özelliği Şekil 2.12 de görüldüğü üzere tamamen düz gövde altı yapısı ve her bir ucun sonunda azimut pervane biriminin olmasıdır. Baştaki pervane birimi sancağı, kıçtaki pervane birimi iskeleyi dengelemektedir [5].



Şekil 2.12: Gemi Yanaşma Modülü

3. RÖMORKÖRLERDE KULLANILAN PERVANE VE İTİŞ SİSTEMLERİ

3.1 Konvansiyonel Uskur ve Dümen Sistemi

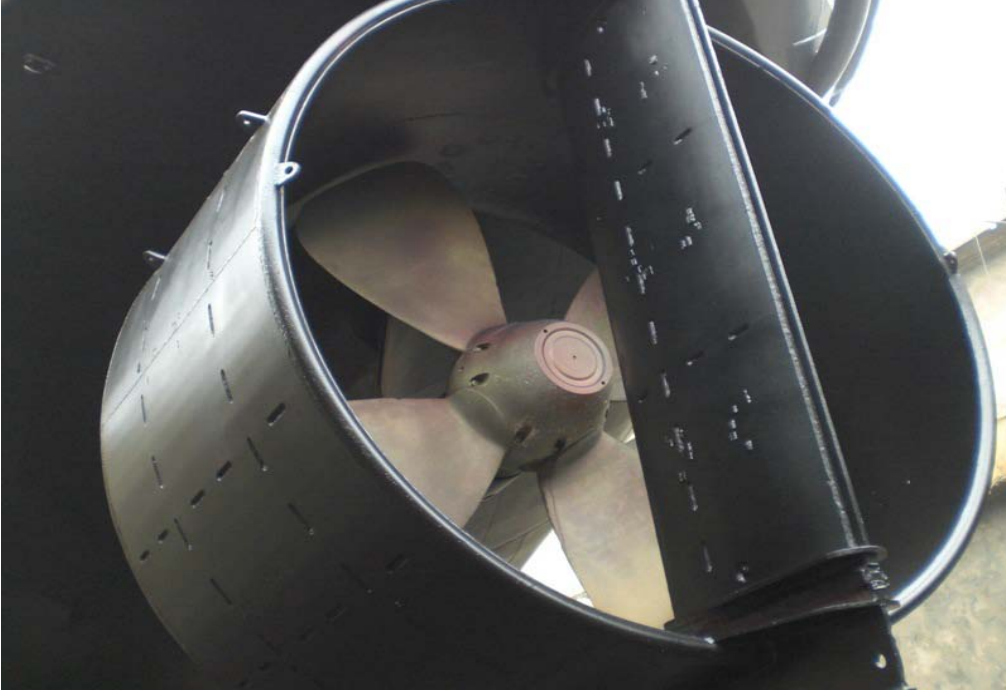
Geleneksel uskur, römorkörlerin itiş gücünün temel prensiplerinden biri olarak görülür. Modern römorkörlerde, konvansiyonel uskur her zaman nozulla birlikte kullanılır ve açılabilir itiş ünitesi ile yönetilir. En çok kullanılan modellerde römorkörün kış tarafına bir ya da daha çok pervane yerleştirilir ve bazı formlardaki nozul veya benzer itiş artırıcı cihazla birlikte kullanılır. Daha önce bahsedildiği gibi nozulsuz bir uygulama ‘açık’ pervane olarak adlandırılır. Günümüzde açık pervaneli römorkörler sadece çalıştıkları şartlar altında kullanımsal sebeplerden ötürü en iyi şekilde çalışan çok eski römorkörlerde görülebilmektedir.

Herhangi bir gemide pervane tasarımı artık belirginleşmiştir, ancak römorkörlerde tasarımcının seçiminin oldukça zor olduğu birçok talep ve istek bulunur. Mesela, bir gemi çekme römorköründe az hızda bile iyi çekiş gücü gösterme özelliği aranır, aynı zamanda römorkör iki görev arasında oldukça hızlı hareket etmek zorundadır ve ayrıca eşlik ettiği geminin hızına da ayak uydurmak zorundadır. Göz önüne alınması gereken temel faktörler pervane çapı, kanatların açısı, dönüş hızı ve gücüdür. Pervane çapı; römorkörün gövde tasarımına, kullanılacak su çekimine ve güç kaynağının çektiği güce göre belirlenir.

Pervane tasarımını etkileyen birçok ayrıntılı faktörler bulunmaktadır. Pervanenin kanat açısı, çapla ve dönüş hızıyla ilgilidir ve genellikle itiş gücü ve hızı arasında bir uyum sağlandığında en uygun değişken olarak seçilir. Basit bir ifadeyle uygun bir çap ve yavaş dönen itiş amaçlı büyük bir pervane en iyi sonucu verir. Daha küçük, hızlı dönen büyük çaplı bir pervane gemi hızının daha önemli bir özellik olduğu gemilerde seçilebilir. Etkili bir kullanım için pervane derinlemesine gömülmüş olmalı ve gövdenin etrafından kolay su akışına sahip olacak bir yapıda olmalıdır.

Pervaneler uygulamaya bağlı olarak üç, dört hatta beş kanatlı olabilir (Şekil 3.1). Kanatların şekli pervane tasarımlarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Pervanelerdeki kanatlar, itiş nozullarının çapına göre arada en az boşluk kalacak şekilde birlikte en verimli çalışmayı sağlayacak çaplara sahip olabilir, ya da alternatif olarak daha hızlı

dönen pervaneler, en iyi su akışını sağlayacak şekilde eğimli bir şekilde daha fazla sayıda kanatlara sahip olabilir. Bahsedilen her iki durumda da amaç kayma ve çürük su olarak bilinen olayları önleyerek verimliliği arttırmaktır. Kayma çoğunlukla; hızdaki uyumsuzluğun, kanat açısının ve kanat tasarımının bir sonucudur. Çürük su ise pervaneden geçen su akışında oluşan hava baloncuklarının sonucudur, sese ve titreşime sebep olarak, problem oluştururlar. Kullanılan materyaller çoğunlukla değişik bronz alaşımları ve paslanmaz çeliktir.



Şekil 3.1: Kort nozullu kontrol edilebilir kanat açılı uskur-pervane.

Bir römorkörde bulunan pervaneler römorkörün türüne ve su çekimine bağlıdır. İki pervane genellikle tek pervanenin gerekli gücü sağlayamadığı durumlarda gövde tasarımı ve su çekimini etkilemeyecek şekilde kullanılmaktadır. Her biri ayrı olarak kontrol edilen çift uskur-pervane düzenlemesi ise manevra kabiliyetini arttırmak için seçilebilir. Üç ya da dört pervane ise sığ sularda görev yapan römorkörlerde kullanılabilir. Güçlü itici römorkörler ya da çok amaçlı gemiler yüksek güç ana makinelerini etkili bir biçimde kullanmak ve su çekimini asgaride tutmak için çoklu pervane sistemini kullanabilir. İdeal bir düzenlemeye varabilmek için sığ su çekimli gemilerde pervaneler gövdenin alt tarafında şekillendirilmiş oluklara yerleştirilir.

3.1.1 Kontrol edilebilir kanat açılı pervane

Kontrol edilebilir kanat açılı pervanesi, pervane tasarımından azami etki ve uyum gösterme ihtiyacını karşılamak için etkili bir yöntemdir. Bu tür pervanelerde kanatların açısı römorkör yol üzerindeyken kontrol edilebilmektedir.

Bunun çeşitli avantajları vardır:

- (a) Pervane kanat açısı güce en etkili yön verecek şekilde, makine devrini, kanat açısı ile birbirine uyduran bir sistem tarafından otomatik olarak değiştirilebilir.
- (b) Pervane, kavrama ya da şanzımandaki geri vitese gerek kalmaksızın tornistana güç vermek için kullanılacak şekilde açılabilir.
- (c) Kanat Açısında çok uygun düzenlemeler mümkündür, manevra sırasında ya da çekme halatının boşunu alırken, kış ve baş itiş sistemlerinin kusursuz kontrolünü sağlar.

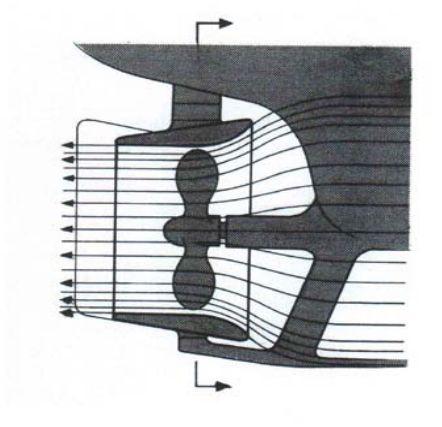
Kanat açılarını değiştiren mekanizma genellikle hidroliktir ve köprü üstünden kontrol edilir. Kanat açısı ve makine-hız kontrolleri genellikle birleştirilir ve tek bir kolla yönetilir. Kontrol edilebilir kanat açılı pervaneler kontrol edilemeyenlere oranla maliyetlidir. Bazı çalışma koşulları altında kolayca bozulabilir ve tamir edilmesi pahalı olabilir. Kontrol edilebilir kanat açılı pervaneler genellikle açık deniz römorkörlerinde ve kıyıdan uzakta çalışan gemilerde kullanılır.

3.1.2 Kort nozul

Kort nozul, ilk defa Ludwig Kort tarafından 1932'de Almanya'da üretilmiştir. Üretilme amacı Alman kanallarının kıyılarında erozyona neden olan römorkör dalgalarının etkilerini azaltmaya yöneliktir. Ancak kısa zaman içinde pervanenin etrafına konulan borumsu örtünün istenilen etkiyi sağlamasının yanı sıra römorkörün performansını da arttırdığı görülmüş ve bu sayede 'Kort Nozul' olarak bilinen bu cihaz kısa bir zaman içinde tüm Avrupa yedekleme şirketleri tarafından benimsenmiştir. Nozul başlangıcından beri ilerleme göstermekte ve şu anda performansta önemli gelişmeler üretebilecek bir kabiliyete ulaşmıştır. Her bir römorkörün farklılık gösteren özellikleri yüzünden nozulun yararlarını ölçmek aslında çok kolay değildir, ancak bir açık pervane ile karşılaştırıldığında %10 ile %30 arasında bir itiş gücü verimi görülmektedir.

Nozul, temelde pervanenin içinde döndüğü bir tüptür. Kesit alanda tüp içinde kanat şeklini alan bir konik biçimindedir. Nozulun etkisi dış ve ön iç kısımlar arasında, nozuldan ek itiş alan, kademeli bir basınç yaratmaktır. Bu ek itiş, nozul bağlantısıyla gemi gövdesine iletilir.

Dümenle idare edilebilir tipik bir Kort nozuldaki su akışı Şekil 3.2 de görülmektedir. Nozulun hareketiyle oluşan ek itiş yukarı ve aşağı eksen noktalarına yakın oklarla gösterilmektedir. Sabit bir nozuldaki itiş, destekleyici yapı yoluyla gövdeye iletilir.



Şekil 3.2: Kort nozul su akışı.

İtiş nozulları, daha sonra anlatılacak olan azimut tipi çoğu itiş birimleriyle bağlantılı olarak kullanılır. Nozul yapısı dümenle idare edilebilir, pervanelerin tamamlayıcı bir parçasını oluşturur, ancak içerdiği ilkeler aşağıdaki ilkelerle aynıdır.

3.1.2.1 Sabit ve yönlendirebilir nozullar

Konvansiyonel uskurlu-pervane sistemlerinde genellikle iki tür nozul kullanılır: Bunlar gövde yapısının bir parçası olan sabit nozul ve yönlendirilebilir nozullardır. Yönlendirilebilir nozullar, dümenle hareket eder ve klasik bir dümenle aynı şekilde dümenin üzerine monte edilir. Dümenle idare edilebilir bir nozul kullanıldığında pervane şaftı ve kış tüpü nozula pervanenin etrafında dönebilmesi için yeterli alan sağlar. Dümenle idare edilebilir bir nozul kullanımı için, nozul yapısının ağırlığı ve içerdiği güçlerle başa çıkabilmek için güçlü bir yönlendirme mekanizması kullanmak gerekir.

Bu tür mekanizmalar, tek pervaneli sabit nozullu gemi çekme römorkörlerinde ve kıyı römorkörlerinde oldukça yaygındır, ancak son yıllardaki yüksek etkili nozul ve dümen sistemlerinin gelişmesiyle önemini yitirmektedir.

Sabit nozul gövdeye sıkı bir şekilde birleştirilerek pervaneyi kuşatır. Sabit nozul sistemleri modern çift uskurlu römorkörlerde oldukça sık kullanılır (Şekil3.3). Oldukça büyük açık deniz römorkörlerinde ve petrol sondaj platformu destek gemilerinde tercih edilir.



Şekil 3.3: Sabit nozullu çift uskur dümenli römorkör/çalışma botu.

Çoğu nozul sistemlerinde karşılaşılan genel bir sorun da farklı metallerin kullanımının sebep olduğu pervane kanadı, nozul ve gövde saçının elektrolitik aşınmasıdır. Bu sorunla mücadele edebilmek için tuya olarak bilinen çinko bloklar nozulların dışına ve gövde etrafına oturtulur. Nozul yoluyla gelen suyun içindeki kum ve benzeri parçacıkların sebep olduğu aşınmayı ve yıpranmayı önlemek için nozulun iç kısmında paslanmaz çelik kullanılır.

3.1.3 Dümenler

Konvansiyonel uskur-pervanelerin kullanıldığı römorkörlerde dümen ya da dümenlerin seçimi önemli bir husustur.

Klasik açık uskur-pervane sistemlerinde, her pervanenin kıçında yer alan tek bir klasik dümen kullanımı hala çok yaygındır.

Römorkör tasarımcıları için tasarım açısından listelerindeki önceliklerinden birisi, manevra kabiliyetini yüksek tutmak ve geliştirmek için uygun büyüklükte, alanda, boyutta ve kesitte dümenlerin üretilmesini sağlamaktır.

Dümenin eksen noktası ve kesitsel şekli gemi ileri ya da geri giderken en iyi olası yönlendirme özelliğini sağlamak üzere seçilir. Dümen kanadı üzerindeki eksen noktasının konumu, dümenin harekete geçmesi için gereken gücün miktarını belirlemede rol oynayan dümen dengesini sağlamak için de kullanılır.

Römorkörlerde birçok patentli dümen tasarımları kullanılmaktadır. Bazıları özgün kesitsel şekillidir, diğerleri ise dümen kırma gibi dereceli olarak kesiti değiştirmek için art kenarlarda yer alan ek hareket edebilir kanatlara sahiptir. Bunların hepsi römorkörün dönüş eksenini ve çekiş özelliklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Belki de römorkör dümen sisteminin en önemli yönü çabuk ve kesin bir şekilde hareket edebilme yeteneğidir. Bunu başarabilmek için harekete geçiş mekanizması herhangi bir mürettebattan daha hızlı ve daha güçlüdür, ayrıca daha büyük açısız harekete sahiptir. Dümenler ek güç sağlayabilmek bir mil tarafından alttan desteklenir. Bunlar bel tipi mil olarak bilinir ve sığ sularda çabuk zarar görebilir. Çoğu römorkör tasarımında birden fazla dümen bulunur. Çift dümenler bir tek pervane römorköre daha gelişmiş bir yönlendirme sağlaması için kullanılabilir ve çift-uskur pervanelerde standart olarak kabul edilir (Şekil 3.4). Kuzey Amerika'da yandaş dümenler olarak bilinen ek dümenler bazen, itiş geliştirmek için pervanelerin önüne yerleştirilebilir. Yandaş dümenler yaygın olarak büyük itiş römorkörlerinde ve üçüz uskurlu gemilerde biri kıçta ikisi başta olmak üzere 9 adet dümene kadar sahip olabilirler.



Şekil 3.4: Her bir nozulunda iki adet dümene sahip römorkör.

3.1.4 Geliştirilmiş nozul ve dümen sistemi Towmaster

Kort ve benzeri nozul sistemlerinin gelişimi devam etmektedir ve bu güçlendirmeler kısmi gemilere ve koşullara uygunluk gösterebilir. Yıllar önce ortaya çıkan ve devam eden böyle gelişimlerden biri de İngiliz Towmaster sistemidir. Liman römorkörlerinden açık deniz römorkörlerine kadar çok çeşitli römorkörde kullanılan bu sistem Kort tasarımından farklı olarak sabit bir nozul türüne dayanmaktadır. Ana farklılık kullanılan dümen sistemindedir. Sürgü dümen olarak bilinen dümenler, nozulun arkasında ve önünde iki tane yer alır. Sürgü dümenler hem itiş performansını hem de manevra yapabilme yeteneğini geliştiren pervane ve nozul yoluyla su akışını yakından kontrol eder.

Şekil 3.5 de görüldüğü gibi towmaster nozul ve çoklu dümen sisteminde, nozulun arkasına üç dümen ve önüne iki dümen önüne yerleştirilir.



Şekil 3.5: Towmaster nozul Sistemi.

3.2 Azimut İtiş Sistemi

Tam yönlendirilebilir pervane ve nozul sistemidir. Günümüzde, tüm dünyada çoğu pervane üreticisi tarafından benzer şekillerde üretilen itiş sistemlerinin genel adıdır. Ticari alanda, üreticileri tarafından konulan Aquamaster, Duckpeller, Z-Peller, Schottel, Compass gibi isimleri vardır.

Şekil 3.6, tipik bir azimut itiş sisteminin kesitidir. Z şeklindeki teknolojiyi açıkça göstermektedir. Pervane tamamlayıcı bir nozul tarafından yönetilir ve birbirine bağlı iki takım konik dişli sayesinde döndürülür. Açık kaplamada görülen üst şanzımandaki ileri mekanizma su altında iki hidrolik motor tarafından yönlendirilmelerini sağlar.



Şekil 3.6: Azimut itiş sistem kesiti [8].

Azimut itiş birimleri, römorkörlerin ana itiş sistemlerinde ya da baş iticilerinde kullanılır. Daha önceden açıklandığı üzere çift birimleri, kıçtan tahrikli tasarımlarda römorkörün kıçının altına ya da traktör römorkörlerinde olduğu gibi gövdenin ön kısmına yerleştirilir. Aynı tip itiş birimleri ayrıca Z-Tek, Rotor tip römorkörde ve Gemi Yanaşma Modülünde de kullanılmaktadır.

Pruva iticileri gibi uygulandığında, birim genellikle gövde içinde konuşlandırılan bir geri çekme mekanizmasıyla donatılır.

Bir azimut itiş birimi temelde şaftın dikey bir eksen etrafında hareket edebildiği bir pervane gibi şanzımanlar sistemi yoluyla kullanılan klasik bir pervanedir. Ancak pervane ve nozul birimlerine, itiş kuvvetinin römorkörü istenilen yöne itmesini ve yönlendirmesini sağlayacak biçimde 360 derecelik bir dönüş kabiliyeti sunmaktadır. İtiş arttıran nozulu ve sabit eğimli pervaneleri birleştirilmiş bir birimdir ve birimler içinde pervane hızının pervane kanatlarının açısına uymasını ve gereken performansı üretebilmesini sağlamak için bir dişli takımı içerir. Bir çekiş mili birimi motora bağlanır ve gereken diğer faaliyetler sadece yönlendirme vitesini kontrol eden elektrik ve hidroliktir.

Güçlü bir römorkörde sabit kanat açılı pervane birimlerinin tam kontrolü düşük hızda oldukça zor olabilir. Bu performans açısını geliştirmek için, ya kontrol edilebilir bir kanat açısı ya da pervanelerin yavaşça dönmesini sağlayan, sürüş sistemine yerleştirilmiş aletler kullanılır. Bu bir hidrolik iletim ya da kaygan kavrama olabilir. Kaygan kavrama otomatik olarak kontrol edilir ve makine devri ve pervanedeki yüklerle birlikte hareket edecek şekilde programlanır.

3.2.1 Kıçtan tahrikli römorkörlerde azimut itiş birimleri

Bir kıçtan tahrikli römorkörde, çift azimut itiş birimi, kıç-arka tarafın altına yerleştirilir. Şanzımanlarla birlikte gövdede yükseğe yerleştirilen itiş birimlerinin konumu, bazen gücü makineden alabilecek karmaşık bir yapıda gerektirir. Çevirme şaftları makinenin ve itiş biriminin farklı yüksekliklerini barındırmak için büyük esnek eklemlerle donatılır. Aşırı ses ve titreşim problemlerini önlemek için çevirme şaftlarının yerleştirilmesinde çok dikkat verilir. Oldukça yeni tasarımlarda makineler esneme sağlayabilecek yerlere yerleştirilir ve en az bir esnek kauçuk kaplin ile çevirme şaftına birleştirilir. Çevirme şaftının ağırlığı da önemli bir konudur, bazı tasarımcılar ağırlık ve süredurum etkilerini azaltabilmek için hafif karbon lifli şaftlar kullanılır. Kıçtan tahrikli şeklin asıl avantajı etkileyici çekiş özellikleriyle birleştirilmiş oldukça yüksek bir itiş gücünün kazanılabilesidir. Uygun bir şekilde kullanılan kıçtan tahrikli römorkör başa, kıça ya da yanlara doğru hareket edebilir ya da kendi uzunluğu boyunca dönüş yapabilir. Bu manevraları yapabilmek için birimler uyum içinde ya da ayrı olarak dönüş yapabilir.

ve karmaşık çevirme şaftına gereksinimini azaltır. Z-Tek türü de kıştan tahrikli römorkörlerdeki gibi benzer bir tasarıma sahiptir.

Rotor römorkörü veya gemi yanaşma modülü gibi traktör römorkörlerde, iki azimut biriminin römorkörün baş kısmına yerleştirilmiş olduğu traktörlerdekinden çok daha farklı bir itiş sistem donanımına sahiptir. Rotor römorkörlerde üçüncü bir makine ön birimleri çekenler arasına yerleştirilir. Ek makine merkezde yer alır ve itme şaftının geminin kışında yer alan azimut birimine gücü iletmesini sağlayan bir itiş birimine sahiptir. GYM'ünde makineler, römorkörün bir tarafından öbür tarafına diyagonal bir şekilde yerleştirilir. Her bir itiş birimi merkezin dışında yer alır.

3.2.3 İki azimut birimi olan traktör römorkörlerde kontroller

Daha önce bahsedilen, kıştan tahrikli römorkörlerdeki azimut birim kontrolleriyle aynı ilkelere sahiptir. İtiş birimleri benzer manevraları yapabilmek için birbirleri ve gövdeyle bağlantılı olarak aşağı yukarı aynı konumda hareket ettirilir.

Çekiş özellikleri büyük omurga yüzünden farklılık gösterecektir, ancak azimut birimi konum grafiği traktör şeklinde geçerli kalacaktır.

Köprü üstündeki kontroller, römorkörün traktör mü yoksa kıştan tahrikli bir römorkör mü olduğuna bakılmaksızın aynı sistemleri kullanan çeşitli imalatçılarla aynı temel düzenleri takip eder.

3.2.4 Rotor römorkörlerde kontroller

Rotor römorköründeki üç azimut itiş biriminin kontrolü daha önce bahsedilen traktör ve kıştan tahrikli sistemdekilerden çok daha karmaşıktır. Her bir birimin ayrı kontrolü azimut itiş sistemi kullanan herhangi bir römorkörde yerleştirilmiş olanlarla aynıdır. Üç ayrı kontrol birimi uygundur, ancak bilgisayarlı bir sistem iki önde bir arkada yerleştirilmiş bir birim kombinasyonunun aynı anda dördüncü bir kontrolör yoluyla kontrol edilmesini sağlar. Römorkör kaptanı böylece ya tüm üç birime eşleştirilmiş kaptan kontrolör kullanılarak ya da kendi ayrı kontrol kolunu kullanarak römorkörün kontrolünü sağlayabilir.

3.2.5 Gemi yanaşma modülünde kontroller

Gemi Yanaşma Modülü'ndeki itiş birimleri oldukça basit bir şekilde kullanılır. Her bir birim kendi el kontrolüne sahiptir. Römorkör kaptanı yüzü geminin gittiği yönde

her bir elinde ayrı bir kontrol kolu ile çalışır. Kontrol kolları ön birimin kontrolünü her zaman sağ elinde olacak şekilde yerleştirilir. Çekiş geminin öne, kıça ya da yanlara hareket edebilmesini sağlayacak mantıksal bir şekilde yönetilir.

3.3 Azimut ve Geleneksel Pervaneler – Üçüz - Pervane Sistemi

Bir Amerikan tasarımı olan bu sistem, demir çekme römorkörlerinde kıçta yer alan tek uskur ve iki azimut itiş biriminden oluşur. Bu düzenleme, harici manevra kabiliyetiyle yüksek bir çekme kuvvetini birleştirmek için kullanılmaktadır. Bu şekilde güçlü bir nozullu pervane, dümensiz şekilde geminin merkez hattına yerleştirilir. Bir çift azimut itiş birimi konvansiyonel pervanenin yanlarına yerleştirilir.

Şekil 3.8 deki demir çekme römorkörü eşsiz üçlü pervane itiş sistemine sahip Amerikan gemilerinden biridir. İki tam itiş birimi ve tek konvansiyonel pervanesi vardır. Yüksek performans bir pervane ve nozul, itiş gücünü arttırmak için merkeze hattına yerleştirilir ve azimut birimleriyle yönlendirilir.



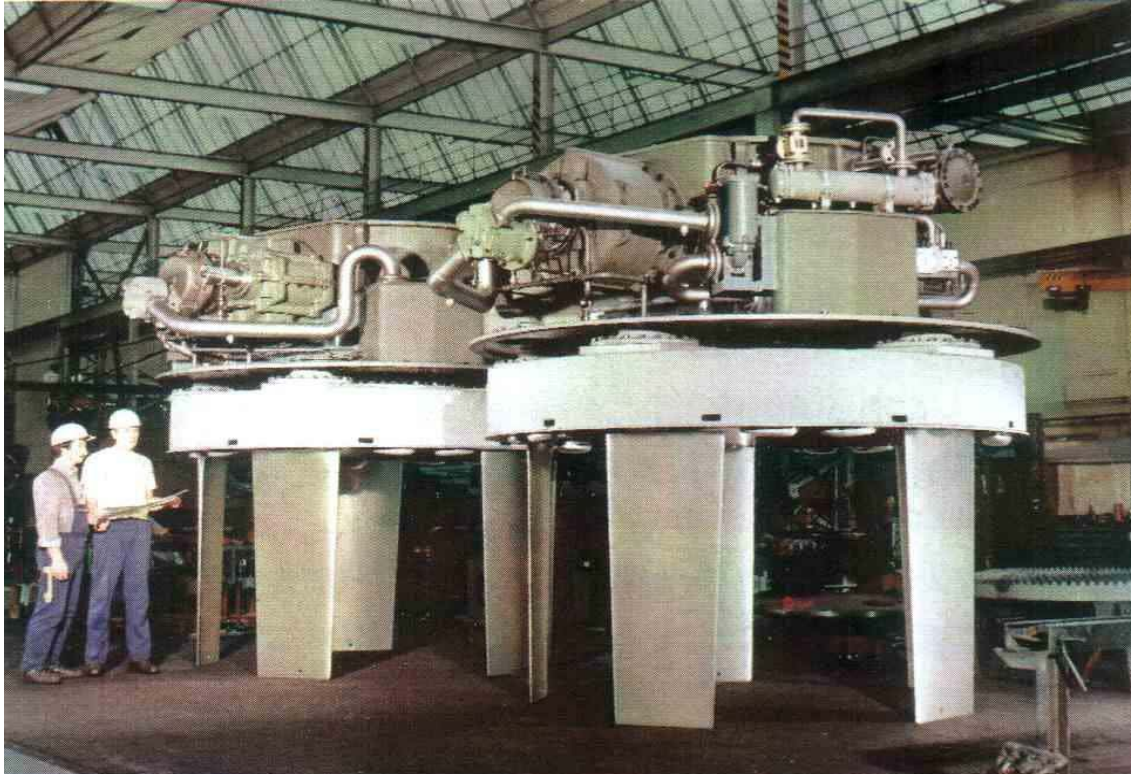
Şekil 3.8: Üçüz uskur demir çekme römorkörü.

Yönlendirme ve normal seyir esnasında gemi kıçtan tahrikli römorkörlerde olduğu gibi, aynı şekilde kontrol edilir. Hızlı bir seyir esnasında ya da yedekleme ve demir çekme sırasında yüksek bir itiş gücü gerekiyorsa geleneksel pervane kullanılır.

3.4 Voith Schneider İtiş Sistemi

Günümüzdeki Voith Schneider itiş birimi Ernst Schneider ve Voith Şirketi tarafından 1928’de bulunarak üretilen dikey eğrisel pervanelere dayanmaktadır. Sistem olarak konvansiyonel uskur pervanelerden ya da pedal mekanizmasından farklıdır. Voith Schneider itiş birimlerinin yolcu gemilerinde ve farklı değişik tür gemilerde birçok kere uygulanmıştır ancak römorkör sanayisinde çalışan traktör römorkör filosunun neredeyse tamamında kullanılmış ve halen kullanılmaktadır.

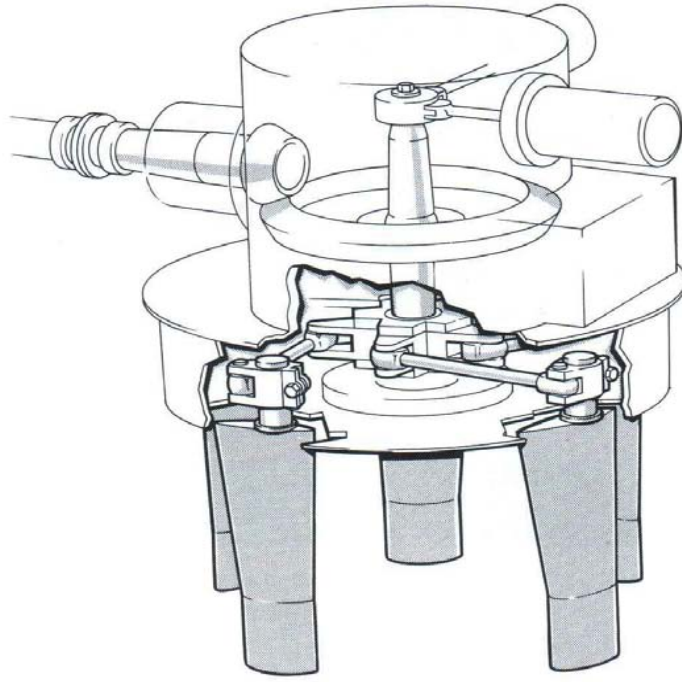
Şekil 3.9 da gözüken iki adet beşer kanatlı Voith Schneider dikey eğrisel itiş biriminin monte edilmiş ve inşa aşamasındaki römorkörüne yerleştirilmeye hazır şekildedir. Her bir pervane birimi kendine ait bir hidrolik sistemi ile çalışır.



Şekil 3.9: Voith Schneider itiş birimleri [9].

Traktör tip römorkörler, Voith Schneider pervane sistemiyle birlikte aynı çizgide bir gelişme göstermiştir. Gelişimin büyük bir çoğunluğu sistemin ilk bulunarak uygulandığı Almanya’da gerçekleşmiş ancak performansı sayesinde kısa süre içerisinde diğer Avrupa ülkelerine de yayılarak devam etmiştir. Günümüzde, örnekleri artık tüm dünya limanlarında görülmektedir.

Şekil 3.10, oldukça basitleştirilmiş Voith Schneider itiş birimi grafiği, dikey eğrisel pervane kontrol mekanizmasının ana bileşenlerini göstermektedir. Kesit olarak gösterilmiş bölümde her bir kanadın açısını kontrol eden kinematik bağlantısı görülmektedir. Merkez kontrol çubuğunda iki adet otomatik çalıştırma düzeneği yer alır. Şaft soldan girerek konik dişlisine doğru montaj göbeğini hareket ettirir.



Şekil 3.10 : Voith Schneider itiş sistemi ana bileşenleri.

Bazı küçük römorkörler ve ilk örnekleri dışında çoğu modern traktör römorköründe yan yana konulmuş iki adet itiş birimi bulunur. Her bir itiş birimi, bir göbekte birleştirilmiş dikey ekseninde hareket eden kanatlardan oluşur. Her bir kanat enine kesit yatay dümene sahiptir. Kanatların önceden belirlenmiş pozisyonda dairesel devrimde, kanat açısı değişimi ile itici bir güç üretilmesi sağlanır. Bu hareket bir küreğin hareketine benzemez, daha çok karmaşık salınma hareketi yerine dairesel olarak kullanılır. Kanatların izlediği dairesel yol ‘dikey eğrisel’ olarak bilinir, bu yüzden de adı ‘dikey eğrisel’ pervanedir. Kanat yolundaki kanat açısını değiştiren nokta, mekanik bir bağlantı ile kontrol edilir. Kaldıraç ve kollar kinematik olarak bilinir ve pervane gövdesinin içinde bulunur. Mekanik bağlantının ortasında kanat açısının değişimini belirleyen kontrol çubuğu bulunur. Kontrol çubuğu, pervanenin gövdeyi istenilen yöne doğru, istenilen güçte itmesini ayarlar.

Uygulamalarda, kullanılacak kanat sayısı, kanat yolunun çapı ve yörüngesi, istenilen güce ve römorkörün boyutuna göre seçilir. İtiş gücü, römorkör başa ya da kıça doğru seyrederken neredeyse aynıdır ve 360 derece dümen dairesi dönüşlerinde bile çok az değişir.

Voith pervane sistemi kullanıcıya diğer sistemlerin üstünde bir kontrol sağlar ancak pervane randımanı olarak karşılaştırıldığında uskur pervanesinin randımanı daha iyidir.

Modern Voith itiş birimleri genellikle 5 ya da 6 kanatla donatılır. İtiş birimlerini belirlerken kullanılan ana kıstas, kanat yörünge çapı ve kanat uzunluğu değeridir. Birim ve ana makine tertibatı makinenin gövdenin aşağı tarafında yer aldığı ve basit bir shaftın birimleri harekete geçirdiği azimut traktörleriyle aynıdır. Gövde tasarımı kıçta geniş bir omurga ve pervanelerin altında yer alan koruma saçından oluşur. Bu saç bazen 'nozul saçı' olarak adlandırılır. Kesin bir hidrodinamik kesit şekli verilmesi gereken ve suyun rahat akışına izin vermek için geliştirilmiş saç düşünüldüğü sırada keşfedilmiştir. Etkisi her ikisinde de aynıdır. Genelde diğer traktör römorkör tasarımlarıyla karşılaştırıldığında Voith Schneider pervaneli römorkörler daha derin su çekimine sahiptir. Şekil 3.11 de Voith Schneider itiş birimlerinin kanatları koruma saçının ve destekleme çatısının üzerinde görülüyor.



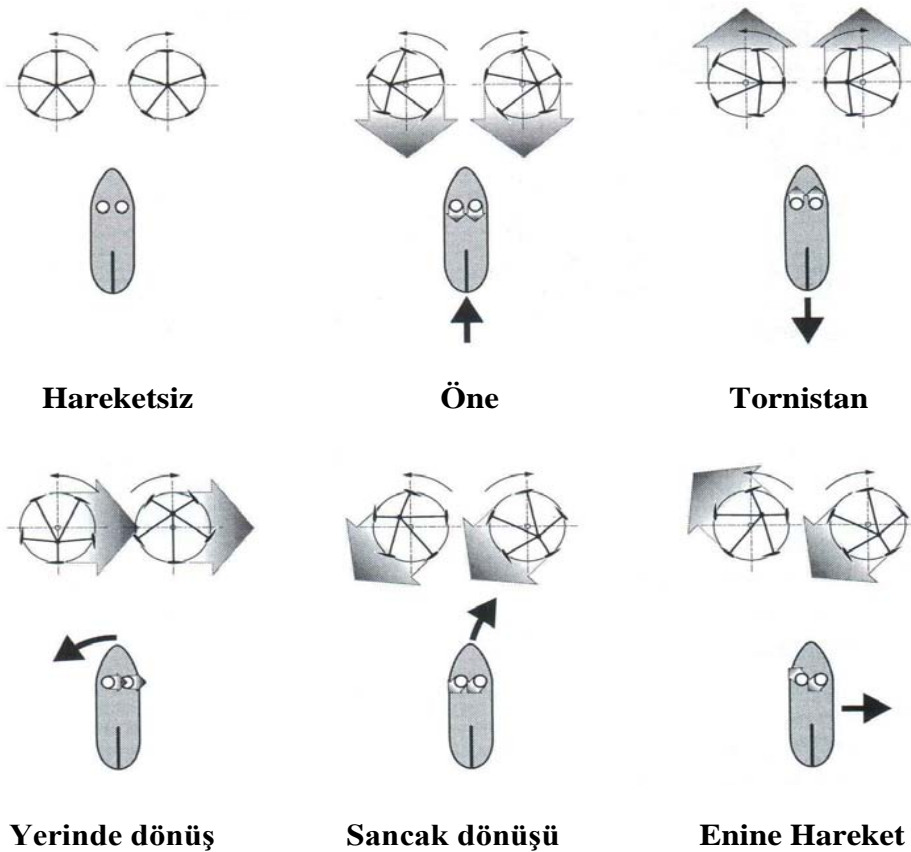
Şekil 3.11: Voith Schneider kanat koruma saçı.

İtiş birimlerinin uygulama özellikleri Voith traktör römorkörünün ana makinesine sabit ve ayarlanabilir bir hız sağlar. Bir kere makine harekete başlayıp pervaneler dönmeye başladığında, pervane kanat açısının kontrolü kullanılmaya başlanabilir.

3.4.1 Voith Schneider römorkörlerde kontroller

Voith Schneider traktör römorkörlerinin kontrolleri oldukça basittir ve her zaman aynı genel formdan alınır. Köprü üstünde kaptana bir dümen ve pervane kanat açısı kolu sağlanmıştır. Pervane kanat açısı kollarının sayısı, römorkördeki bir ya da iki itiş birimine sahip olup olmamasına bağlıdır. Tek kanat açısı kolu her bir birimi kontrol etmek için kullanılır. En temel kurulumda, kontroller ‘kontrol masası’ olarak bilinen bölümün üzerinde bulunur. Tek merkezi kontrol masası modern gemi çekme traktör römorkörlerinin çoğunda uygulanır.

Şekil 3.12, hız değişikliklerinin kanat ekseninde olduğu ve gövdeyle bağlantılı olarak itişe yöneldiği konumları gösterecek şekilde çift birim Voith traktör römorkörünün itiş birimlerini göstermektedir. Kontrol konumları belirtilen manevrayı gösterebilmek için gereken itiş yönünü gösterir.



Şekil 3.12: Çift Voith itiş sisteminde manevra.

Eskort römorkörün daha sonraki üretimlerinde kontroller ya kaptan koltuğunun yanında (bir yanında dümen diğer yanında kanat açısı kolu) yer alır. Basit bir ifadeyle dümen çapraz itiş ve kanat açısı kolunu boyuna itiş yaparak kontrol eder.

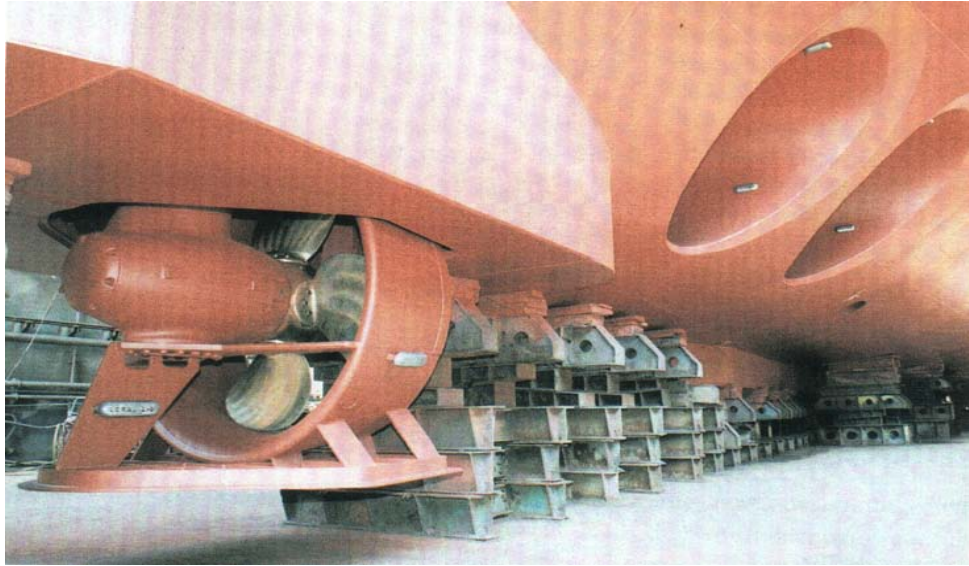
Kanat açısı kolu, merkezi sabit bir konuma sahiptir. Römorkör başa ve kıça hareket ettiği için kanat açısı sürekli olarak öne ve arkaya doğru sırayla artar.

Çift birimli traktör römorkörlere uygulanan iki kanat açısı kolu genelde yan yana yerleştirilir ve her bir birimin boylamasına kanat açısı bileşenlerinin ayrı olarak kontrol edilmesini sağlar. Modern kontrol masalarında, kollar bağımsız olarak ya da kısıtlama olmaksızın uyum içerisinde kullanılabilir. Bu, manevra yaparken tam kontrolü ve römorkörün kendi uzunluğuna yakın bir ölçüde şekilde dönmesini sağlar.

3.5 Pruva İtiş Sistemi

Pruva iticilerinin çeşitli şekilleri, liman manevra özelliklerini geliştirme anlamında tüm boyuttaki gemilerde kullanılmaktadır. Aslında orta boyuttaki gemilerdeki bu tür birimlerin var olması liman römorkörlerinin liman manevralarındaki gereksinimlerinde azalmaya sebep olur.

Büyük bir petrol platformu destek gemisinin pruvasını gösteren Şekil 3.13, iki enine pruva itici ve bir geri çekilebilir azimut itiş tesisatını göstermektedir.



Şekil 3.13: Pruva iticiler.

Pruva iticileri römorkörlerde genel olarak iki şekilde uygulanmaktadır:

Zor koşullar altında, Römörkaj ve manevra yönetimini güçlendirmek için baş pike yakın yerlerde merkez çizgisine dik biçimde yerleştirilen ve iskele-sancak doğrultusunda manevra kabiliyetini arttıran elektrik tahrikli pruva itici pervanelerdir. Traktör tipi hariç tüm römorkörlerde popüler hale gelmiştir.

Baş pike yakın yerlere yerleştirilen enine itiş tipi pruva iticilere ek olarak konvansiyonel uskurlu gemi çekme römorkörlerinin ve açık deniz destek gemilerinin baş taraf manevra kabiliyetini artırmak amacı için yerleştirilen ayrı bir azimut tip pruva itici pervanelerdir.

3.5.1 Enine iticiler

Bir römorkörde bulunan enine iticiler, en genel şekliyle geminin pruvasını basit bir tüple geçen şekilden oluşur. Tüpe yerleştirilen konvansiyonel uskur, merkezine 90 derecelik bir itiş sağlar. İtişin iskele ya da sancağa olan konumu ya pervanenin yönünü ya da kanatların açısını değiştirerek kontrol edilir. Pervaneyi hareket ettiren güç ya bir elektrik motoru ya da hidrolik veya dizel motor tarafından üretilir. Açık deniz römorkörlerinde pruva itişleri 900 fren beygir gücü ya da daha fazla güç kaynağı tarafından kullanılan güçlü bir birim olabilir. Çok büyük gemilerde, pruvaya eklenmiş iki enine itiş birimi ve ayrıca bir ya da iki adet kıç tarafta, ana pervanenin ön tarafına yerleştirilmiş itici birim olabilir.

3.5.2 Azimut pruva iticileri

Bu uygulamada kullanılan azimut itici birimi, ana itiş sistemlerinde kullanılanların tasarımlarıyla aynıdır, ancak daha hafif ve daha küçüktür. Bu tür iticiler bazen tek uskurlu römorkörlerde, manevra kabiliyetini artırmada ve kullanma ömürlerini uzatmak için kullanılabilir. Kombi römorkör olarak daha önce bahsedilen römorkörler, bu şekilde donatılmış römorkörleri anlatmak için kullanılır. Bu tür bir birim büyük demir çekme römorkörleri ve açık deniz destek gemilerinde oldukça popülerdir ve birleştirilmiş bir kontrol sisteminin parçası olarak kullanılabilir. İtiş birimi gövdenin ön kısmında, baş pike yakın bir yerde yer alır. Çoğu birim geri çekilebilir ve kullanılmadığında gövdenin içine yerleştirilir. Bu özellik sığ sularda olası zararları önler ve gerektiğinde geminin orijinal planına dönmesini sağlayan bir avantaj sağlar.

Bu tür bir azimut itici ayrı bir dizel motor ya da elektrik ya da hidrolik motor tarafından yönetilebilir. 400 ve 500 fren beygir gücü arasında bir enerji kaynağı kullanılır. Birimi çalıştırabilmek için ayrı bir dizel bir makine kullanıldığında ,itici mekanizma makineden ayıran bir güç transmisyon sistemiyle birleştirilir.

Köprü üstündeki tek kollu kontroller genel olarak azimut pruva itici kontrolünü sağlamak için kullanılır. Kontrol birimin 360 derece yönlendirilebilmesini ve pervaneye dönüşünün istenilen şekilde ayarlanabilmesini sağlar. Çoğu durumda kontrol kolu kıçtan tahrikli römorkörlerde ayrı itiş birimlerini kontrol etmek için kullanılanlarla aynıdır.

3.5.3 Birleştirilmiş kontrol sistemleri

Çoğu büyük römorkör ve açık deniz yedekleme römorkörlerinde, römorkörün basit ve tam bir manevra yapabilmesini sağlayan “birleştirilmiş bir kontrol sistemi” kullanır. Bu tür sistemler römorkör kaptanının iş yükünü ciddi bir biçimde azaltır.

Bu konudaki tek bir kontrol sistemi, gemi dümenine, pervanesine, pruva iticilerine bir mikro işlemci kontrolü altında uyum içinde çalışmalarını sağlar. Bu, römorkör kaptanının tam manevra yaparken her bir fonksiyonu ayrı ayrı kontrol etme ihtiyacını ortadan kaldırır. Kol kullanımı genellikle ‘kumanda kolu’ olarak adlandırılır. Römorkör hassas bir şekilde başa, kıça, sancak ya da iskeleye hareket ederken kol istenilen yönde hareket ettirilir. Çoğu sistem, büyük gemilerin özellikle de kıyıda uzakta manevra yaparken römorkör kaptanına önemli bir avantaj sağlayan otomatik pilota geçmesini sağlar. Tamamen etkili olabilmesi için bilgisayar sistemi geminin tüm ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde ayrı ayrı programlanabilir.

Açık deniz destek gemilerinin çalışmasının gerekli olduğu yerlerde, tam bir dinamik konumlama sistemi, birleştirilmiş kontrol sistemiyle aynı ilkelerde çalışır, ancak geminin küresel konumlama sisteminden ya da seyir sisteminden gelen ek bilgileri alır. Geminin itiş sistem kontrollerini kullanarak, dinamik konumlama sistemi, geminin pozisyonunu sabit bir noktada tutabilir. Her birinin özel sertifikaları ve mürettebat eğitimi olan farklı dinamik konumlama standartları vardır.

4.RÖMORKÖR GÖVDE TASARIMININ ÖZGÜN NİTELİKLERİ

Römorkör inşaatı, normal tersane uygulamaları kapsamında olmasına rağmen yedekleme sanayisinde belirli ilgiye sahip olan bir römorkör tasarımı içerisinde pek çok önemli özellik barındırır. Var olan birçok genel özellik yeniden tasarlanmakta ya da farklı şekillerde uygulanmaktadır.

En önemli özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır;

4.1 Demirler ve Demir Cepleri

Gemilerin kullanımını yöneten düzenlemeler, römorkörlerin ya acil durumlarda kullanabileceği ya da normal seyirde olduğu gibi demirlemesine yardımcı olabilecek bir ya da daha fazla demire sahip olmasını gerektirmektedir. Gerekli olan demirlerin sayısı ve şekli römorkörün bağlı bulunduğu bayrağa ve ilgili düzenleme otoritelerine göre değişiklik gösterebilir.

Demir, yapısı gereği taşınması ve düzenli bir şekilde istiflenmesi zor ve denetimsiz olduğundan büyük zararlar verebilecek kapasitede olan bir nesnedir. Demirler, petrol sondaj platformlarında, büyük römorkörlerde ve destek gemilerindeki gibi baş tarafta olduğu durumlarda cep olarak bilinen gövde kabuk saçı girintisinde yer alır. Demirlerin denizden gemiye alınması sırasında halatların dolanmasına ya da diğer gemilere zarar vermemesi için çıkıntı yapmayacak şekilde demir cebine vira edilecek şekilde tasarlanmıştır.

Bazı liman römorkörlerinde olağan ya da acil durumlarda kullanmak için sadece bir demir gereklidir. Bu tek demir, ya baş tarafta ya da kıçın altında bir demir cebine yerleştirilerek istiflenir. Kıç altında demir cebi, pervane birimlerinin römorkörün baş kısmında yer alan ve bunun için demir ve zincirlerin birbirinden uzak olduğu traktör römorkörlerde oldukça yaygındır. Demirler ya ayrı bir ırgat tarafından ya da çeki vinci tarafından kontrol edilir. Ön güvertesinde geniş bir çeki vinci olan modern kıçtan tahrikli römorkörlerde bu seçeneği kullanırlar. Demir ırgatının kontrolleri de

çoğunlukla artık römorkör kaptanının kolay ulaşmasını sağlayacak şekilde köprü üstünde yer alır.

4.2 Küpeşte Şekli

Gemilerin ana çalışma güvertesinin etrafında koruyucu bir bariyer oluşturan güverte seviyesinin üstünde yer alan koruyucu bariyerlere küpeşte denir. Bir römorkörün küpeştesi diğer gemilerde olanlardan daha ağır bir yapıdadır ve diğer hareket halindeki gemilerle yan yana ilerlerken güverteye gelebilecek sudan korunmasını sağlar. Ayrıca zor koşullar altında güvertede çalışan personelin fiziki güvenliğini de sağlamaktadır. Küpeştenin yüksekliği ulusal düzenlemeler çerçevesinde römorkörün türüne ve yaptığı işe göre değişiklik gösterir. Büyük römorkörler, bir ya da her iki yanında açılabilen giriş kapaklarına sahiptir. Bunlar personele yüksek küpeşteye tırmanmadan bir gemiden diğer gemiye güvenli hareket olanağı sağlamaktadır. Benzer menfezler plana göre yerleştirilmiş kirlilik önleyici donanım ve dalgıç donanımlarına ve şamandıra ya da su yolu bakım işlerine de uygulanabilir. Küpeşteden yoksun açık bir kıç taraf, demir çekme römorkörlerinin ve kirlilik-kontrol gemilerinin genel bir özelliğidir.

İç sularda çalışan küçük römorkörler, çeki donanımlarındaki sürtünmeyi ve kirlenmeyi önlemek için oldukça alçak küpeşteye ya da yüksekliği azaltılmış kısımlara sahiptirler. Tüm römorkörlerin küpeşmeleri güverteye gelen her türlü suyun denize boşaltılmasını sağlayan açık ya da serbest donanıma sahiptir. Çoğu römorkör tasarımlarında küpeşte, güverte seviyesinden en üst küpeşteye kadar eğim göstermektedir. Bazen buna ‘Basık Borda’ da denmektedir ve bunlar römorkör silindirinin diğer geminin yanında giderken temastan zarar görme olasılığını azaltmayı amaçlamaktadır. Benzer bir düzenlemede küpeştenin güverte kenarından yarım metre yükseğe alınmasıyla sağlanabilir ve bu da daha iyi bir menfeze sebep olur ve çalışanlar için yararlı bir adım olur. Aşağıda yer alan üst yapı tasarımına bakınız.

4.3 Güverteler

Römorkörlerin ve petrol sondaj platformu destek gemilerinin yedekleme esnasındaki çalışma alanları ve kıç güvertelerinden bahsetmek gerekir. Yedekleme esnasındaki

yana yatma durumlarında kış güverte genellikle az oranda suyun dolması ile çoğunlukla ıslaktır ve ağır hava şartlarında su baskınına karşı dirençsizdir. Yinede mürettebat en zor koşullar altında dahi çalışmaya devam etmek zorunda kaldığı alanlardır. Özel boya ya da bileşimlerin uygulamaları ile tüm çalışma alanlarında kaydırmaz bir yüzey sağlanır.

Üçüz uskura sahip Şekil 4.1 deki römorkörün arka güverte görünümünü, açık kış ve silindirini, geniş çalışma güvertesini, çeki vinçlerini ve güverte vincini göstermektedir. 35 metrelik bu römorkör toplam 5.100 fren beygir gücü sağlayan üç adet ana makineyle donatılmıştır.



Şekil 4.1: Römorkör Afon Cadnant [10].

Ayrıca demir çekme römorkörleri ve aynı işi gören römorkörlerde ise çelik güverteyi koruma ihtiyacı da doğar. Bu gemilerde ağır demirler, şamandıra, su yolu malzemeleri ve buna benzer şeyler açık kış güvertede istiflenir. Bu gemilerde ağır bir kereste kaplama güverteyi yapısal zararlardan korumak ve bu malzemeleri koruyabilecek uygun bir yüzey yaratabilmek için güvertenin üzerine yerleştirilir. Böylece kereste ciddi bir biçimde zarar gördüğünde kolayca değiştirilebilir.

4.3.1 Üst güverte tasarımı

Römorkörlerin üst yapı ve güverte planı tasarımlarındaki bölgesel farklılıklar tüm dünyadaki modern yedekleme sanayisinde hızla ortadan kalkmaktadır. Geçmişte köprü üstünün, yaşam mahal inin, bacanın ya da egzoz borularının boyutu, şekli ve konumu römorkörün türü ve özellikle de geldiği yer hakkında ipucu veren en önemli ayrıntılardı. Avrupalı ve Amerikalı römorkörler arasında yukarıda vurgulanan bölgesel farklılıklar konvansiyonel pervaneli römorkörlerde hala görülmektedir. Bu tür römorkörlerin hala çok sayıda üretilmeye devam ettiği Kuzey Amerika'da geleneksel yaşam mahali şekilleri hala etkilidir.

Römorkör personelinin barınma yeri konusunda Amerika Birleşik Devletleri'nde çıkan ilk kurallar, uzun yaşam mahalleri oluşumuna neden olmuş ve bundan dolayı çeki donanımı çok daha kışa yakın koyulmuştur. Avrupa'daki geleneksel pervaneli römorkörlerde ise çeki esnasında manevra kabiliyetini arttırmasına yardımcı olmak için yedekleme donanımı römorkör yaşam mahal ine çok yakın bir noktaya koyularak kış güverte uzun tutulmuştur.

Modern traktör ve kıştan tahrikli römorkörlerin çoğalması ve yedekleme endüstrisindeki evrensel ölçütlerin artması çok daha ortak noktanın yayılmasını sağlamıştır. Yeni pervane sistemleri ve yedekleme metotları Amerika, Asya ya da Avrupa'da üretilen belirli bazı römorkör türlerine tasarım kısıtlamaları getirmiştir. Üst güverte tasarımı bağlamında görüş mesafesinin, güvenliğin ve personelin barınma yerinin göz önüne alındığı römorkörler diğer gemilerden farklı bir önceliğe sahiptir. Bazı önemi fazla olan noktalar aşağıda açıklanmaktadır.

4.3.1.1 Güvenli mesafe

Römorkörün güvenli ve verimli bir şekilde çalışması gerektiği düşünüldüğünde üst yapısının tüm şekli önemlidir. Neredeyse tüm römorkörler, Römorkaj hizmeti sırasında genelde kendisinden çok daha büyük gemiler ile aborda bir şekilde manevra yapması gerekir. Modern Konteyner gemileri, savaş gemileri ve buna benzer gemilerin kış ve baş tarafları, gemi yedekleme römorkörlerinin güvenli bir şekilde yaklaşmasını zorlaştıran yapıya sahiptir.

Bu yüzden römorkörün hiçbir kısmının diğer gemiyle temas etmediğinden emin olmak gerekir, özellikle de ağır hava şartlarında ya da itiş ya da çekiş esnasında yan

yatışlarda dikkatli olmak gerekir. Bu koşullar altında yeterli açıklık kalmasını sağlamak için üst yapının bazı kısımları yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi daraltılır ya da yeniden düzenlenir. Daha önceden açıklandığı üzere küpeşteler temas zararlarını engellemek için düzenlenir. Yeterli açıklığı sağlayan bir profil genelde köprü üstüne römorkörün etrafındaki çeşitli çalışma alanlarını rahatça görme avantajı sunar.

Şekil 4.2 de görülen kıçtan tahrikli bu liman römorkörü gemilere aborda şekilde çalışması için gereken güvenli mesafeyi sağlayacak biçimde inşa edilmiştir. Küpeşteler iç kısma ovalleşmiş, üst güverte oluklu ve baca boruları içe doğru eğimlidir. Römorkör, 58 ton çekme kuvveti olan, toplam 4.930 fren beygir gücündedir.



Şekil 4.2: Römorkör V.B Cires [11].

4.3.2 Üst güverte ve yükseltilmiş ön güverte

Herhangi bir boyuttaki bir römorköre üst güverte eklemenin amacı denizde ya da açık sularda çalışma kabiliyetini arttırmaktır. Baş güverte, ön omurganın şeklinin geliştirilmesi ile yükselir, böylece römorkörün ağır denizlerde ya da ölü dalgalı zamanlarda güverteye su dolması ihtimalini azaltır. Bu römorkörün çekimini artırır ve güvertede çalışanlar için daha güvenli ve daha kuru bir çalışma sahası sağlar.

Üst güverte için ana ya da çeki güvertesinden daha yüksekte bütün bir güverte olması daha makuldür. Böylece, barınma, ek makine ya da malzemeler için alan kazanılmasına yardımcı olur. Daha korunaklı koşullarda çalışmak için tasarlanmış küçük römorkörlerde yükseltilmiş baş güverte kullanılabilir. Bu uyum römorkörün bir başından diğer başına kadar mürettebata geçiş alanı sağlar, ancak yine de koruma gerektirir. Yükseltilen alan yaklaşık bir metre civarında yükseltilmiş bir dikleşen eğimde bir güverte ya da ön güverte şeklinde olabilir.

Şekil 4.3 de kıç güvertesini koruyan uzun, yüksek bir üst güvertesi görülmektedir. Bu şekil römorkörün açık denizde görev yapmasını sağlamaktadır. Römorkör 22,50 metre uzunluğunda, 11,00 metre bordası olan ve 55 ton çekme kuvvetine sahip, toplam 5.500 fren beygir gücünde ana makinelerle donatılmıştır.



Şekil 4.3: Römorkör V.B Poder [11].

4.4 Usturmaça

Römorkörlerin neredeyse hepsinin en ayrıcalıklı özelliklerinden biri de diğer teknelerle yakın mesafede çalışırken doğabilecek zararlardan korumak için kullanılan usturmaçalardır. Yedekleme/Çekim çeşitlerinin çoğu, yakın temas gerektiren işlemlerdir. Tarih boyunca yedekleme endüstrisi, römorkör ve çeki arasındaki ara yüzeye uygun bir darbe emici tampon bulmak için yoğun bir şekilde çalışmaktadır. Modern römorkörlerde çalışmaların büyük bir çoğunluğu şekil verilmiş kauçuk usturmaçaları geliştirmeye ve römorköre iyi bir şekilde takılması gereken yapılara

ayrılmıştır. Ortaya çıkan usturmaçalar, oldukça büyük gemilerin birbirleriyle sürekli temas halindeyken ortaya çıkan enerjiyi içine çekebilme özelliğine sahip olabilmelidir. Usturmaça, römorkörlerin itiş ve çekiş özelliğini gerektiren gemi yedekleme esnasında gereklidir. Bu şartlar altında usturmaça gemiyi sadece kaçınılmaz çarpma zararlarından korumak için değil ayrıca günlük çalışma esnasında karşılaşılan aşınmalardan da korumak için gerekir.

Yüksek güçlü gemi yedekleme römorkörlerinde etkili usturmaça sorunu biraz karışıktır. Sorun sadece basit bir çarpmanın emilmesi değildir. Gövde yapısına zarar verebilecek pek çok şey bulunmaktadır. Bu yüzden gücü makul bir şekilde dağıtma ihtiyacı doğmaktadır. Dalgalanma esnasında diğer gemiye karşı aşağı yukarı hareket ederken gerçekleşen aşınma usturmaça ve çıkıntılarının ömrü için ciddi sonuçlar ortaya çıkarabilir.

Bununla mücadele etmek için bazı operatörler römorkörün başka bir gemiyi itmesi esnasında baş ya da kış taraftaki usturmaçaları yağlayacak su damlama sistemine benzer bir yağlama sistemi kullanmaktadır. Diğer operatörler ise itme durumlarında römorkörün yanındaki gemiye yapışmasının, geminin pozisyonunu sağlama almak için gerekli olduğunu savunmaktadır.

Tasarımcılar tarafından geliştirilen çeşitli çözümler arasında D şeklinde boru ve W çapraz kesişme şeklindeki dayanıklı kauçuk kalıpları, gövdenin tehlikeye açık kısımlarında ve genellikle güverte seviyesine uygulanmıştır. Baş ve kış usturmaçaları genellikle bu türün bir ya da iki biçimiyle inşa edilir. Çoğu modern römorkör gemi yanında yedekleme yaparken iki aşamalı bir usturmaça sistemi kullanır. Bu tür usturmaçalar ilk etkiyi emecek şekilde üst bir boru şekli kauçuk model kullanmaktadır. İkinci aşama daha güçlü bir usturmaçadır. Bu usturmaça daha fazla basınç uygulandığında ortaya çıkan daha karmaşık bölümlerden oluşmaktadır.

Daha uygun usturmaça sistemlerinin tasarımlarında ortaya konan çabaya rağmen motor lastikleri de kullanılmaktadır ve hala bazı römorkörlerde ikinci bir koruma sağlama amacıyla konan modern kauçuk usturmaça görmek oldukça sıradandır. Kamyon veya Tır gibi kara araçlarından ve özellikle uçaklardan iskartaya çıkarılan lastikler bu görev için oldukça uygundur. Bu şekilde kullanılan lastikler römorkörlerin küpeştesini zincirlerden, çelik tel halatlardan korumaktadır. Dünyanın her yanında römorkör işletmecileri halatlardan imal edilmiş usturmaçaları yıllardır kauçuk usturmaçaya ek olarak ya da onların yerine kullanmaktadır. Bu tür usturmaça

kauçuğun esnekliğine sahip değildir ve bu yüzden yüksek güçlü modern römorkör işleri için daha az uygundur, ancak bazı işletmeler tarafından hala ikinci bir koruma olarak kullanılmaktadır.

Kuzey Amerika ve Avrupa’da hurda lastikler, römorkör usturmaçası olarak kullanılmak üzere genellikle farklı yollara tabii tutulur. Usturmaçalar hurda lastiklerin ezilerek katı kauçuk kalıplara dönüştürülmesi ile yapılır, böylece dayanıklı katı kauçuk blokları ortaya çıkar. Çoğu römorkör bu tür usturmaça sistemlerinin kullanımını güvenli bulur, ancak üretimi pahalıdır ve çok fazla emek gerektirir.

Şekil 4.4 de görülen kıçtan tahrikli bu römorkör, iki katlı usturmaça ve dışında ek koruma lastiklerinin detaylarını göstermektedir. Ayrıca alçak köprü üstü pencereleri geçici koruyucu plakalarla kaplıdır, bu plakalar römorkörün açık denizde çalışabilirliğinin bir göstergesidir.



Şekil 4.4: Römorkör Union Diamond.

Özel amaçlarla kullanılan römorkörlerin ek usturmaçaları olabilir. Mesela deniz altlarına eşlik eden askeri römorkörlerde kullanılır. Bu şekilde römorkörler zarara yol açmaktan korkmaksızın deniz altının basınçlı batan gövdesine kısmen yakın çalışabilir. Savaş gemilerini ve kruvazörleri çeken römorkörler açık renkli kauçuk ya da boyalı yüzeyin zararlarından korumak için kumaş kaplı usturmaça kullanabilir.

Açık deniz römorkörleri ve petrol sondaj kulesi destek gemileri, baş usturmaçalarına daha az ihtiyaç duyar, ancak yan ve kış kısımlarında güçlendirme gerekebilir. Bu, kalın çelik kauçuk lanmış borda kaplaması şeklini alır ve genelde kauçuk ya da ağır vasıta lastikleri ile kaplanmış olur.

4.4.1 Üst güverte usturmaçası

Usturmaçayı römorkörün üst güvertesine birleştirme ihtiyacı yedekleme endüstrisindeki pek çok insana bile tuhaf gelir. Ama yine de, bu uygulamanın gerekli olduğunun Kuzey Amerika'da örnekleri bulunmaktadır. Araba taşıyıcılar ve konteyner gemilerindeki gibi aydınlatmalı modern gemilerle yan yana çalışmak zorunda olan konvansiyonel pervaneli römorkörler köprü üstü ve üst yapıya gelebilecek zararları önlemek için ince bir kauçuk küpeşte uygulanır.

4.5 Su Geçirmez Bölmeler Ve Alt Bölümler

Küçük bir bottan kocaman bir kargo gemisine kadar neredeyse her geminin gövdesi, kaza olması durumunda batma riskini en aza indirgeyen su geçirmez bölmelere sahiptir. Bir römorkör gövdesi aynı şekilde kurulur, ancak su geçirmez bölümleri uygun bir boyuta getirme sorunu birçok römorkörde zordur, çünkü gövdenin geri kalan kısmının büyük bir bölümü makine dairesine ayrılmaktadır. Makine dairesinde, dış gövde tabakasına etki edebilecek herhangi bir kaza ya da diğer sebeplerden ötürü bu bölümlerin batması römorkörün alargada kalma yeteneğini ciddi bir biçimde etkileyecektir. Çoğu römorkör makine dairesinin su almasına ve geminin çok çabuk batmasına sebep olan alabora ya da temas yüzünden kaybedilmektedir. Bu bağlamda güvenliği arttırmak için römorkörün gövdesine eklenen pek çok özellik vardır.

Genel düzenlemelerden biri de yakıt, yağ, balast ve diğer depo tanklarının en altta ve gövdenin yanlarında yer almasını sağlamaktır. Bu büyük makine alanlarının oluşabileceği direkt etki eden alanları azaltmaktadır. Traktör römorkör ya da kıştan tahrikli römorkörlerde birleştirilmiş makine aksam alanı oldukça büyük olabilir. Bu durum bazen makine ve pervane ünitesi boşluğu arasına çapraz bir su geçirmez bölme yerleştirilerek geliştirilebilir, ancak pervane çevirme milinin çalıştığı boşlukları su geçirmez duruma getirmek gereklidir. Aynı biçimde çalışması başka makinelere bağlı olmayan jeneratör, pompa gibi makineler ayrı bir bölüme alınabilir.

Dikkatlice yerleştirilmiş depolar ve çalışma alanları aralarına acil bir durum karşısında ek bölümlerin zarar görmesini engelleyen su geçirmez kapılar yerleştirilir.

4.6 Köprü Üstü

Köprü üstü, modern römorkörlerde operasyon merkezidir. Römorkör kaptanı yedekleme veya Römorkaj esnasında ya da çeşitli işleri yaparken römorkörü etkin bir şekilde buradan yönetmelidir. Uzaktan kontroller sayesinde, römorkör personelinin güvertede ya da makine dairesinde yapması gereken işlerin uzaktan yürütülmesi sağlanır. Makine, pervane sistemleri ve diğer güverte donanımları köprü üstünden kontrol edilebilir. Köprü üstünde bulunan iletişim cihazları, römorkörün güvenli seyrine yardımcı olarak, diğer gemilerle, işletmeyle, liman görevlileri ve acentelerle iletişimini sağlar. Bu yüzden daha küçük römorkörlerin köprü üstlerinde sadece bir kişi görev alabilir ve donanımların çalışırılığını ve güvenli bir şekilde görev yapabilmelerini sağlar. Genelde iki taraflı römorkörlerin görüşü römorkör kaptanının yüzünün her yönden görülebileceği bir kontrol noktası ortaya çıkarır.

Şekil 4.5 deki Voith traktör römorköründe, güçlü bir liman römorköründe istenilen iyi görebilme özelliği mevcuttur. Kısa egzoz bacaları ve alçak köprü üstü sayesinde römorkör kaptanı için tek ve merkezi bir kontrol ortamı sağlar.



Şekil 4.5: Römorkör Smith Trafalgar [12].

Göz önünde bulundurulması gereken en önemli şeylerden biride, operasyon sırasında köprü üstünün her yönü görebilecek imkan sağlamasıdır. Römorkörlerin çoğu operasyon zamanlarını diğer gemilere çok yakın mesafede geçirir ve bu yüzden

römorkör kaptanları yanlarında ya da arkalarında olan işleri de aynı anda idare ederler. En iyi görüş alanı sağlayan römorkörlerin tasarımları üst yapının arka uç kısmındaki dikdörtgen şekilde çepeçevre görüş sağlayan çıkıntılı bir yapıya doğru çarpıcı bir şekilde değişmektedir. Köprü üstü lumbuzları genellikle üst kısımda dış doğru eğimli ve açık havalardaki parıltıdan ve gece yansımalarından korunmak için renkli olabilmektedir.

Gemi etrafında sadece iyi görüşe sahip olmak değil aynı zamanda üst kısımlara da hâkim olmak önemlidir. Gemi yedekleme römorkörleri büyük bir geminin kığı ya da pruvasında çalışırken, römorkör kaptanı, özellikle de yedekleme bağlantılarının yapıldığı esnada römorkörün üstünde ne olduğunu da bilmek ister. Aynı şekilde bir demir çekme römorkörünün kaptanı, petrol sondaj platformlarına ve diğer uzun dış kenarlıkları olan yapılara hizmet verme sırasında aynı şeylere ihtiyaç duyar. Çoğu modern römorkörlerin köprü üstü üst- genel bakış gereksinimini karşılamak için çatı kısmının dış kenarlarına eğimli pencereler yerleştirilir. Daha büyük römorkörlerde pervane sistemi, vinçler ve diğer güverte donanımlarının kontrol konsolları köprü üstünün her bir tarafı için, hatta gerekli görülürse kık tarafını görebilecek şekilde arka kısımda da olabilir. Kık tarafında kontrol konsolu bulunan bir köprü üstü, genelde demir çekme römorkörleri ve petrol sondaj platformu tedarik gemileri gibi yapılan işin çoğunlukla kık güvertesinde gerçekleştiği gemilerde görülen ortak bir özelliktir.

4.7 Yaşam Mahali

Genellikle modern römorkörler, çalışan personel için yüksek standartta bir yaşam mahali sunar, ancak tabii ki bu olanaklar römorkörlerin türüne ve yaptığı işlere göre farklılık gösterir. Liman işlerinde kullanılan küçük römorkörler kısa dönemli personele sahiptir ve bu yüzden çok basit iç özelliklere ve kamaralara sahiptir. Bunun tersine büyük bir açık deniz römorköründe ya da destek gemilerinde bir düzineden fazla personele gerek duyulduğu için, belki de haftalar sürecektir sefer için gerekli her türlü donanım hazırlanmalıdır. Bu iki uç örnek arasında bile bireysel işletmecilerin karşılaştığı değişik ihtiyaçlar doğmaktadır. Bu yüzden yaşam mahali standartları, çeşitli denizcilik otoriteleri ve klas kuruluşları tarafından çok kesin bir şekilde düzenlenmektedir.

Modern römorkörlerde yaşam mahali, güvenlik ve standartlar yüzünden deniz seviyesinin üzerinde ya da en azından ana güverte seviyesinden yukarıda

yapılandırılır. Yüksek hızda çalışan dizel makinelerinin ve pervane sistemlerinin kullanımı, geniş izolasyon malzemelerinin ve yenilikçi tasarımlarının doğmasına ve bunların sayesinde sallanma, vibrasyon ve gürültüden uzak yaşam mahallerini ortaya çıkarmıştır. Bazı durumlarda yaşam mahali özel anti-titreşim donatım malzemeleri kullanılarak ana gövdeden yalıtılarak inşa edilir.

Modern römorkörlerde düzenli kullanım için uyuma alanı gerektiğinde, her bir mürettebat için ya da çok nadir ikiden fazla kişi için bir kabin bulunur. Ayrıca yiyeceklerin, kuru gıda ve dondurulmuş gıdaların hazırlanması, duş ya da banyolar ve çamaşırhane bu hazırlıklar arasındadır. Ayrıca kötü hava şartlarında güvertede çalışan personele uygun kıyafet bulundurma ve bu havada ıslanan giyecekleri kurutabilecek alan bulundurmakta önemlidir. Çok büyük römorkörlerde, donatan temsilcisi, kurtarma personeli, dalgıçlar ve çalışan gemiciler için de ek bir barınma alanı oluşturulmalıdır. Havalandırma sistemleri tropikal bölgelerde kullanılan römorkörlerde ve her türlü hava şartını görmesi muhtemel uzun mesafe yedekleme römorkörlerinde önemli bir gereksinimdir.

Şekil 4.6 da görülen römorkör Remo'da 32 metrelik bu römorkörde tüm yaşam mahali ana güvertenin üst kısmına yerleştirilmiştir. Bu daha iyi bir üst yapı, çevre bakış açısı sağlar.



Şekil 4.6: Römorkör Remo.

Sıfırın altındaki derecelerde çalışan römorkörlerin ve petrol sondaj destek gemilerinin ısıtma sistemi sadece personelin ısınmasını sağlamak için değil aynı zamanda güvertenin, makinelerin donmasını engellemek için de düzenlenmesi gerekir. Alaska gibi soğuk bölgelerde hizmet eden bazı gemilerde ise güvertenin kendisi ısıtılır.

Gövdeyle birlikte üst güvertenin bazı yönleri geminin su geçirmez bütünlüğünü etkileyebilir. Kapıların, pencerelerin ve lumbuzların geminin çalışması gerektiği ortamda su geçirmez kalması gerekir. Açık denize çıkan gemilerin gerektiğinde kapatılması gereken çelik kapıları olmalıdır. Bazı gemilerde düzenlemeler köprü üstü ve geri kalan üst güverte arasında su geçirmez kapılar ya da kapaklar gerektirir.

Bu, kötü hava şartlarında köprü üstündeki lumbuz camlarının kırılıp yaşam mahal ine su girmesini önlemek içindir.

4.8 Egzoz Bacaları

Buhar gücüyle çalışan gemilerin azalması geleneksel bacaların gerekliliğini de ortadan kaldırmaktadır. Klasik bacaların ortak sorunu köprü üstünün her yönü görme özelliğini etkilemesidir.

Şekil 4.7 de görülen 78,30 metrelik demir çekme/destek römorkörü büyük bir köprü üstüne sahiptir ve üst güverte baş kısmından oldukça yüksek ve kötü hava şartları için korumalıdır. Egzoz bacaları, miyar güvertenin tek bir noktasından geçen bir boruya sahiptir.

Egzoz dumanlarının gemiden uzak tutulması gerçek bir sorundur. Genelde kıçta yer alan gövdenin egzoz çıkışı küçük gemilerde nadir görülür, ancak römorkörlerde güvertede çalışan personelin zehirli dumana mazur kalma tehlikesi vardır. Çoğu zaman bir ya da iki ince dikey egzoz borusu görüş açısını en az etkileyecek şekilde yerleştirilir. Egzoz susturucuları, dikey egzoz borularının bir kısmında ya da alt güvertede ayrı olarak yerleştirilebilir.



Şekil 4.7: Demir çekme ve destek römorkörü Far Samson [13].

5. RÖMORKÖR İNŞASI

Tüm dünyadaki römorkörlerin büyük bir oranı yüksek bir modern teknolojiyle birleştirdikleri çok daha küçük, karışık yapıdaki gemilerin yapımında uzmanlaşmış gemi inşaat mühendisleri tarafından yapılmaktadır. Tersanelerin tümünün klasik gemi inşa metotları kullanarak gemi ürettikleri günler artık geride kalmıştır. Gemi inşa sanayisi tüm dünya da küçülmeye başladığından bazı tersaneler römorkör, açık deniz gemileri, araştırma gemisi ve çok daha karışık yapıdaki gemilerin yapımında uzmanlaşmaya başlamıştır.

Ayakta kalmayı başarabilen orta boy tersanelerin çoğu yüksek rekabetin olduğu dünya inşa piyasasında başarılı olabilmek için modern imalat ve kalite kontrol yöntemlerini kullanmaya zorlanmaktadır. Küresel piyasada römorkör inşa tersanelerinin coğrafi konumu işçilik maliyetlerine bağlıdır.

Günümüzde römorkör işletmeleri için yeni bir römorkör inşa projesini üstlenmek oldukça büyük sorumluluk isteyen ve pahalı bir iştir.

5.1 Tasarım Süreci Ve Bilgisayar Benzetimi

Bir römorkör sipariş edildiğinde tasarım işi, tersanenin sahibi, bağımsız bir danışman ya da tasarım bölümü tarafından üstlenilen bir görevdir. Bu üçünün birleşimi başarıya ulaşmak için kullanılacaktır. İleri pervane teknolojisinin olduğu günümüzde önemli bir girdide, pervane sistemlerinin üreticilerinden gelir. Çoğu pervane sistemi üreticisi geniş araştırmalar yürütmekte ve belirli pervane donanımlarını uydurabilecekleri tasarımlar sunmaktadırlar.

Bir römorkörün var olan bir modelden üretilip üretilmediğine bakılmaksızın gemiye titiz ve kapsamlı özelliklerin yüklenmesi önemlidir. Gemi çekme römorkörünün ek özellikleri römorkör kaptanı, kılavuz kaptanlar ya da liman otoritelerin tecrübeleri ve ihtiyaçlarından doğmaktadır. Eğer römorkör belirli bir kontratın şartlarını yerine getirmek için inşa ediliyorsa müşteri de buna dahil edilebilir. Bu olanakları kullanan petrol ve gaz terminalleri ve gemi işletmecileri, kullanılacak römorkörün türü için

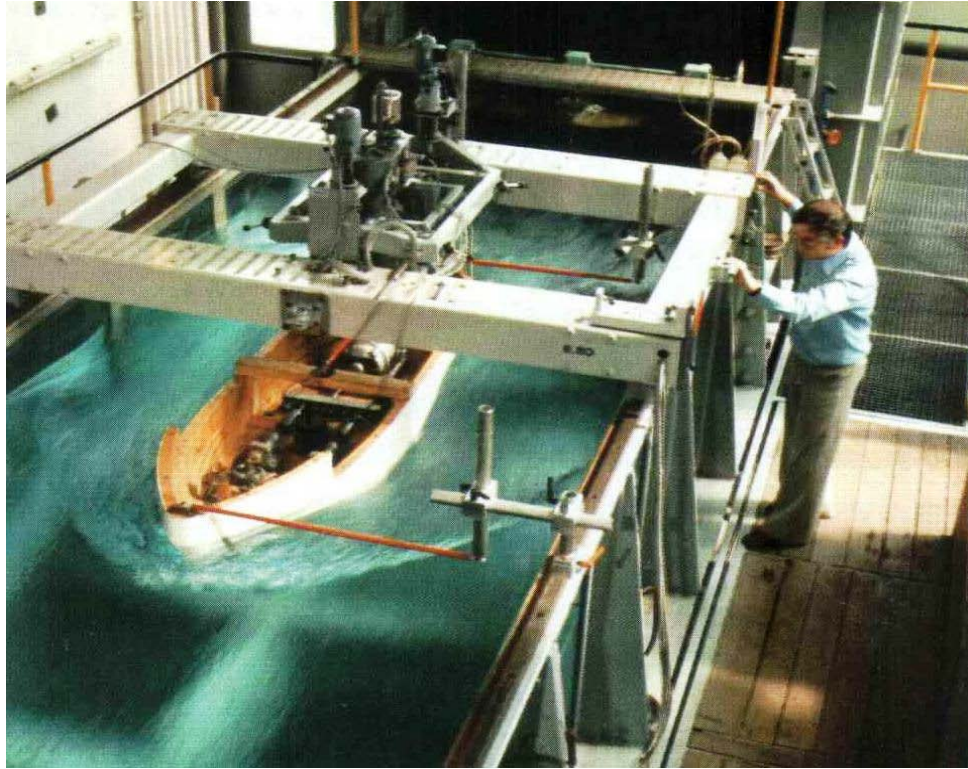
istenilen tüm gereksinimlere ihtiyaç duyar. Bu şartlar altında müşterinin teknik personeli römorkörün seçiminde ve tasarımında etkili olacaktır.

Gemi inşaat mühendisleri, tasarım danışmanları, römorkör işletmecileri ve bazı durumlarda müşteriler, römorkör tasarımını denemek için bilgisayar benzetimine güvenmekte ve gemi çekme/yedekleme işlemlerinde en iyi metotları bulmaya çalışmaktadır. Kullanımda olan benzetim programları rüzgâr ve gel-git koşullarını, bir geminin çekme özelliklerini belirli görevleri yerine getirmesi beklenen römorkörlerin gücü ve konumunu taklit edebilir. Bu çalışmalardan sipariş verilmeden önce istenilen geminin tipi oluşturulabilir. Bu, çalışma alanı ya da römorkör yeni ve günün koşullarında olmadığı ve hiçbir verinin elde olmadığı durumlarda değerlidir. Yüksek performans Eskort römorkörleri ve yeni tasarım römorkörlerde bilgisayar benzetimi bir aşama daha önde yer alır ve sonucunda eğitim amaçlı oldukça gelişmiş programlar ortaya çıkar. Bu türün benzetim programları römorkör kaptanlarını, gemi kılavuz kaptanlarını ve gemi trafik operatörlerini eğitmek içinde kullanılmaktadır.

Gövde yapısını tasarlayan tamamıyla yeni bir gemi özel bir test havuzu olanağında ölçü modelleri kullanılarak test edilecektir. Modellerle havuz testi, römorkörün nasıl kullanılacağı, sağlamlığı, performansı ve açık deniz özellikleri hakkında bilgi verir. Modern test havuzları dalga durumu ve tam boyut bir geminin çalışma esnasında karşılaşılabileceği diğer faktörleri taklit edebilme özelliğine sahiptir. Bir bilgisayar modelleme şekli yeni bir gövdenin ya da pervane sistemi tasarımının çalışma özelliklerini belirleyebilir. Bilgisayar modelleme sayısal değişken dinamikleri ve çeşitli koşullar altında detaylarıyla araştırılmış gövde ve pervane donanımlarının etrafındaki su akışına izin veren bilgisayar aracının kullanımını içerebilir. Sayısal değişken dinamikler gövde tasarımını tüm koşullar altında bir geminin hızı, güç gereksinimleri ve çekiş özellikleri anlamında en uygun şekle getirebilir. Havuz testinden elde edilen bilgi, bilgisayar modellemeden elde edilen bilgi ile karşılaştırılacak, havuz test modeli ya da bilgisayar verilerini geliştirilecektir. Bu süreç, aşama aşama ilerleyen tasarımda birçok kereler tekrarlanabilir. Bu yolla elde edilen bilgiler, inşaatı tamamlanan römorkörün deneme seyrine çıktığı zaman, karşılaştırmalar için de kullanılabilir. Ana inşa şekline karar verildikten sonra bilgisayar destekli tasarım programı, tersanenin inşaatta ilerleyebilmesi için gerekli olan genel düzenlemeleri ve detaylı çizimleri üretmek için kullanılır. Römorkörün

dayanıklılığı tasarımında önemli rol oynamaktadır. Tüm boyuttaki römorkörler yaptıkları işler yüzünden yüksek güçteki pervane motorlarından doğan güçlere ve gövdedeki dış güçlere karşı dirençli olmalıdır. Bir römorkör diğer gemilerle yan yana ya da borda bordaya çalışırken zorlu şartlara, dubalara, iskele duvarlara ya da gemiler arasında sıkışmaya karşı dayanıklı olmalıdır. Doğabilecek ciddi zararları en aza indirmek için tasarım sürecinde tüm olasılıklar düşünülmelidir. Bir römorkörün gövdesinin sağlamlığı dış saçın kalınlığına, küpeştenin ve iç çerçevenin boyutuna ve aralığına göre belirlenir. Bu özellikleri gösterecek şekilde normlara uygun bir römorkör inşa etmek için gövde yapısı özellikle gövdenin kış tarafı oldukça karmaşık olabilir.

Şekil 5.1 de görüldüğü gibi model traktör römorkörü; yeni traktör tasarımları, modifikasyonları üzerinde araştırma ve geliştirme amaçlayan ve pervane birimleri teknolojisi üzerinde çalışılan bir araştırma merkezi test havuzunda teste tabi tutuluyor.



Şekil 5.1: Model römorkör test havuzu.

Gerekli yapısal sağlamlığı tahmin etme son yapının tasarımını belirleme üzerine yapılan çalışmaların çoğu bilgisayarlı tasarım programı kullanılarak gerçekleştirilir. Geçmişte saatler süren basınç hesaplamaları, bilgisayarlar tarafından çok çabuk

sürede hesaplanmaktadır. Gelişmiş bilgisayar tasarım programları, yapının malzeme ve yaşam mahal i yerinin değişikliğinin etkilerini grafiklerle göstererek tasarımcılara ve römorkör işletmecilerine yardımcı olmaktadır. Bu önemli bir yardımdır, mesela yapılacak köprü üstünde, her pozisyonda en iyi görüş açısına sahip olması için oluşturulacak tasarımın, denge ve yaşam mahali gerekliliğini bozmadan nasıl sağlanacağı modelleme ile kontrol edilerek en iyi şekil bulunabilir.

Tasarımında en zorlanılan tarafların başında, köprü üstünde var olacak tüm kontrollerin ve diğer malzemelerin en iyi şekilde yerleştirilmesi gelmektedir. Bu işlemlerde bilgisayar modellemesi ile gerçekleştirilebilir, ancak son tasarımın ergonomisini görebilmek ve geliştirebilmek için bir maket hazırlanabilir. Tasarım süreci sona erdiğinde genel planlar ve bireysel çizimler tersaneye verilerek römorkör inşaatı başlayabilir.

5.2 Gövde İnşası

Römorkörün gövdesi, kaynaklarla birleştirilmiş saçlardan oluşan çelik bir yapıdır. Çoğu zaman üst yapıda da çelik kullanılarak ana gövdeye eklenir. Bazen üzerindeki ağırlığı azaltmak için üst yapıda alüminyum kullanılır.

İnşada kullanılan çelik saçlar, yapım sürecinde paslanmanın azaltılabilmesi için tersaneye varmadan önce ya da sonra temizlenir ve ön boyası atılarak kullanıma hazırlanır. Alternatif olarak ta kaynağı bitmiş birleştirilmiş parçalar ilk safhasında raspanır ve ön boyası atılır. Modern tersanelerde ana yapının çelik bileşenleri plazma ark, gaz ya da lazer kesme aletlerinin kullanıldığı bilgisayarlı makineler tarafından kesilecektir. Kesme makineleri bilgisayarlı tasarım sisteminden elde edilen bilgi sayesinde çok az bir malzemeyi atacak eksiksiz sonuçlara ulaşır. Bu yolla üretilen parçalar yarı otomatik elektrikli kaynak makineleriyle kaynakla birbirlerine birleştirilirler. Buna alternatif olarak taşeron bir firma tarafından kesilmiş ve monteye hazır bir biçimde takım olarak tersaneye teslim edilmiş de olabilir.

Çoğu modern tersane, sahip oldukları kuru havuzlarda ya da büyük kapalı çalışma alanlarında, tüm römorkörü üretebilecek kapasiteye sahiptir. Bu da çalışmanın kötü hava şartlarında bile sekteye uğramadan devam etmesine ya da yağmurun boyayı etkilemesini engellemesine yardımcı olur. Her iki durumda da ekonomik çıkarlar

bulunur. Gövdenin ve üst yapının ana parçaları bloklar halinde inşa edilir ve birbirine kaynakla birleştirilir.

Şekil 5.2 de özel bir alanda tamamlanmış bir gövde gösterilmektedir. Montaj ve koruyucu boya çalışması kuru ve korumalı bir alanda yapılır.



Şekil 5.2: Kapalı ambarda inşa.

İnşa sürecini hızlandırmak için bazı parçalar yapılmak üzere başka tersanelere ya da taşeron firmalara verilebilir. İktisadi faktörler sebebiyle gövdenin tamamının yapısı uluslararası mali değişimlerin ya da uygun işçilik oranlarının olduğu yerlerde kurulan başka ülke tersanelerinde de yapılabilir. Benzer teknik elemanların bir arada olması sebebiyle seri bir römorkör üretiminde de kullanılabilir.

5.3 Standart Tasarımlar ve Seri Üretim

Daha önceden de bahsedildiği üzere seri üretim ve standart tasarımların kullanımı ve avantajları römorkör üretim sanayisinde önemli bir etkiye sahiptir. Küçük boyutları sebebiyle römorkörler seri halde üretilerek mali kazanç sağlanır. Bu özellikle, geçmişte yaşanan her iki dünya savaşı sırasında da çok kısa bir süre içerisinde çok sayıda römorkörün ve küçük geminin yapıldığı görülmüştür. Son zamanlarda römorkör işletmeleri arasında iki ya da daha fazla sayıda gemi üretimiyle mali kazanç sağlama, bakım ve uygulamaya yardımda bulunmak için ortaklık oluşturma eğilimi görülmektedir. Avrupa, Amerika ve Asya'daki gemi inşaat mühendislerinden bazıları küçük römorkör/iş makinelerinden büyük petrol sondaj platformlarına kadar standart tasarımlar sunarak oldukça aktif bir şekilde bu avantajlardan faydalanmaktadır. Küçük toplu üretim römorkörlerden sorumlu olan bazı büyük

römorkör inşaatçı firmalar şu anda dünyanın dört bir yanında her tür ve boyutta römorkör üretmektedir.

Uzman mühendisler ve tasarım uzmanları tarafından sunulan standart tasarımlar geniş ölçüde araştırılmakta ve işletmecilerin temsilci kesiminin ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlamaktadır. Standart gövde tasarımlarını kullanmak demek römorkör işletmelerini, makineler ve donanım için bir dizi seçenek sunma anlamına gelmektedir. Standart tasarımlarda değişiklikler olabilir ancak bu yapım maliyetini etkileyecektir.

Standart bir römorkör tasarımı benimsemenin asıl avantajı bitirilen römorkörün çok çabuk teslim edilmesidir. Büyük uzman firmalar, standart gövde ya da kısmen tamamlanmış römorkörleri stokta bulundururlar ve böylece bunlar kısa bir süre içinde işletmelerin isteklerine göre tamamlayabilirler. Buna benzer bir şekilde diğer standart parçaların, makinelerin ve pervane donanımlarının stokta bulundurulması, inşaatın tamamlanmasında zaman kazandıracaktır.

Seri üretim gövdenin ve diğer tüm çelik işlerinin işçiliğın düşük olduğu ancak gerekli çalışan donanımının olduğu taşeronluk sistemiyle masrafları azaltmakta fayda sağlar. Çoğu Hollandalı gemi inşaat mühendisi ve üretici şirketler yıllardır düzinelerce gövde inşa edebilmek için Polonya, Romanya, Ukrayna ve son yıllarda Türkiye ve Asya'daki tersane olanaklarını kullanmaktadırlar. Kızaktan indirilen gemiler Hollanda'ya çekilerek götürülür ve burada gerekene kadar su üzerinde yedek olarak bekletilir ve gerektiğinde donanımların yerleştirilmesi ve boyanması için kapalı bir alana alınır.

Popüler hale gelmekte olan diğer bir seri üretim yaklaşımı da, kendi tasarım olanakları olmayan tersanelerin, müşterileri tarafından istenilen veya uluslararası alanda kabul görmüş ve beğenilmiş römorkör tasarımlarını satın alarak seri şekilde inşa etmeleridir.

Bu küçük 'tasarım paketleri', son ürünün performans ve kalitesinin sigortalandığı yetkili tersanelerde üretilir. Bu yolla lisanslı üretilmiş römorkörler şu anda dünyanın dört bir yanında her yıl üretilen römorkörlerin büyük bir çoğunluğunu oluşturmaktadır.

5.4 Suya İndirme ve Donatma

Römorkörler gibi küçük gemiler suya indirildiklerinde neredeyse tamamlanmış olacaklardır. Geçmişte gövde ana yapı tamamlanır tamamlanmaz kızaktan indirilir ve makine sistemleri daha sonra yerleştirilirdi. Son zamanlarda gemilere gerekli makine teçhizatı kurma işlemi daha çok gemi kuru yerdeyken gerçekleşmektedir. Eğer römorkör bir barınak altında yapılıyorsa havadan etkilenmemesi için maksimum çalışma hızıyla tamamlanır. Ne tür tesisat olursa olsun römorkör yine de kızaktan indirilir. İlk olarak kıçın ve yanların suya indiğini görmek ve suya girerken geminin sıçrattığı suyu izlemek artık pek mümkün değil. Kısmen tamamlanan römorkör yapım alanından kızağa alınacak ve yavaşça suya indirilecektir. Gemilerin kapalı kuru havuzlarda inşa edildiği bazı tersanelerde havuz doldurulur ve römorkör yüzmeye başlar. Küçük tekneler ise vinç yardımıyla suya indirilebilir.

Modern bir inşada römorkör, ilk defa denize indiğinde hemen hemen hazır demektir. Şekil 5.3 deki resimde 32 metrelik kıçtan tahrikli römorkör tamamen boyalı ve denize indirilmeye hazırdır.



Şekil 5.3: Kızaktan suya indirme [14].

Kızaktan indirme metodu ne olursa olsun römorkör suya girene kadar üstlenemeyeceği farklı görevler vardır. Önemli bir mesele de makinelerin,

şanzımanların, pervane birimlerinin ve makine parçalarının son defa sıralanmasıdır. Bu önemli iş genellikle, kızak süresince yer alabilecek anlık yapısal farklılıkların olasılığı yüzünden römorkör yüzene ve gövde suyla buluşuna kadar yapılmaz. Donatanın bir temsilcisi yapımın son aşamasında ve yerleştirme sürecinde tersanede bulunmak isteyebilir. Bu genellikle şirketin mühendislik elemanlarından en kıdemli olanı ya da başmühendisi olabilir. Bu küçük değişiklikler ve kalite standartlarının aşırı gecikmeler olmaksızın gerçekleşmesini ve donatan temsilcisinin yeni donanımına çabuk alışmasını sağlar.

Elektrik tesisatı tamamlanacak ve seyir yardımcıları uygulanacaktır. Radar setleri, radyolar gibi bu donanımların bazıları donatan tarafından yerleştirme sürecinin sonuna özel tedarikçiler tarafından donatımın son zamanlarında monte edilir.

Boyama aşaması da bahsedilmeye değer bir konudur. Boyanın bittiği andaki mali şartlar çok önemlidir ve çoğu donatan tarafından ciddiye alınır. Yeni bir römorkör teslim alındığında iyi görünmesini sağlayan ve uzun dönemde koruyucu bakım gerektirmeyen son teknoloji boyama ve koruma sistemi kullanılarak boyanır. Azaltılan işçi seviyesi ve modern bir römorkörün az personel sayısı ile öncekilerde olduğu gibi yeniden boyama yapmak için çok fazla zaman harcamasını engelleyecektir. Gövdeyi denize indirmeden önce geminin performansını etkileyebilecek, deniz suyunun çürütücü etkisini ortadan kaldıran anti-tortu hazırlığını gerçekleştirebilecek su seviyesinin altında yapılır. Üst yapı ve güverteler uygun şekilde boyanacak, deneme ve teslim öncesi dönemde boya cilasına dikkat edilecektir.

5.5 Seyir Denemesi

Römorkör teslim edilmeden önce donatanın/işletmecinin şartnamesine uyup uymadığını belirlemek için kapsamlı bir deneme sürecinden geçer. Denemeler gemi inşaat mühendisi, donatan/işletme temsilcileri, tasarım uzmanları ve makine, pervane ve diğer donanım satıcılarının teknik destek ekibi tarafından yürütülür. Bu tür deneme süreci sadece pervane ve dümen sistemlerini değil aynı zamanda geminin diğer yönlerini ve donanımlarını da kapsar. Römorkörün bordasındaki kontrol ve yapılandırma donanım ve sistemleri, güverte donanımı, yangın söndürme donanımı, hayat kurtarma donanımları ve diğer sistemlerinin doğru bir şekilde çalıştığından emin olmak için gerçek deniz denemesinden önce yapılır. Havuz denemeleri

römorkör hala şamandıraya bağlıyken, makine ve pervane sistemlerinin doğru çalıştığından emin olmak ve köprü üstünün kontrollerine doğru tepki verdiğiinden emin olmak için yapılır.

Römorkör iskeleden inmeden önce yapılması gereken bir diğer deneme de eğim testidir. Bu test geminin denge özelliklerinin umulan parametreler içerisinde olup olmadığını ölçmek için yapılır. Bu geminin bir ucundan diğer ucuna büyük ağırlıkları taşıyarak ve denge merkezini bulabilmek için farklı ölçümler kaydederek gerçekleştirilir. Denge merkezi geminin M yüksekliği ve su çekimi ile ilgilidir ve çekişten, geminin yüklemesinden ve ağırlık dağılımından ve diğer değişkenlerden etkilenir.

Yeni inşa römorkörün çekiş özelliklerini onaylayan denemeler römorköre ve yaptığı işe göre değişir. Testler römorkörün dönüş çapını, düz ve geri gitme özelliğini, dümen kırma derecelerine karşılık verme ve farklı hızlarda durma mesafelerini belirleyecektir. Tüm kontrol sistemleri doğal bir gecikmeye sahiptir. Bu tepki süreleri özellikle de gemi çekme römorkörlerinde çok önemlidir.

Şekil 5.4 de görüldüğü gibi tüm römorkörler tamamlandığında çekiş ve manevra kabiliyeti testlerinden geçerler.



Şekil 5.4: Manevra kabiliyet testi [15].

Yangın söndürme, kirlilik kontrol, demir çekme ve hatta çekme gibi diğer işleri gerçekleştirmek için inşa edilmiş römorkörler sayılan görevleri eksiksiz ve güvenli bir şekilde getirebileceklerini gösterebilmek amacıyla belirli testlerden geçirilirler.

Bir römorkörün serbest hareket hızı geminin seyir donanımı kullanılarak, elektronik olarak ya da gidilen mil olarak belirlenir. Bir dizi gösterim ölçülen mesafelerde gerçekleştirilir ve sonuçlar deniz mili olarak belirlenir.

5.6 Çekme Kuvveti Testleri

En son testlerden birisi römorkörün çekme kuvveti testidir. Römorkörün çekme kuvveti değerlendirmeleri hayati önem taşıyan bir faktör haline gelmektedir. Şu anda kullanımda olan pervane sistemlerindeki çeşitlilik sebebiyle römorkörün makinesini sadece beygir gücüyle değerlendirmek mümkün değildir. Bu yüzden bir römorkörün çekme kuvvetini ölçebilecek herkes tarafından kabul edilen bir çekme kuvveti testi yaptırmak bir gereklilik haline gelmektedir. Çekme kuvveti, bir ölçüm cihazına bağlandığında römorkörün gerçekleştirebileceği statik çekme miktarıdır. Elde edilen sonuç ton olarak ifade edilir.

Bir sonraki bölümde çok daha detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

5.6.1 Dinamik çekme testleri

Hareket halinde büyük gemilerle dolaylı bir çeki gerçekleştirmenin, römorkörün performansında önemli bir faktör olduğundan Eskort römorkörleri ve benzer römorkörler hizmete girdiklerinde özel bir teste daha tabi tutulmaktadır. Geminin kıçına çekme halatı bağlanarak, belirli koşullar altında römorkörün yön verme ve durma kabiliyetini ölçmek için kullanılır. Römorkörün üstündeki çeki vinci, gemiye yerleştirilmiş önceden ayarlanmış çeki halatı ve halat uzunluğu test sırasında kayda alınır. Şekil 5.5 deki rotor tip römorkör Eskort görevinde çekiş gerçekleştirirken ulaştığı çeki gücünü tespit edebilmek için dinamik çeki testi esnasında görülmektedir.



Şekil 5.5 : Dinamik çekme testi [16].

6. ÇEKME KUVVETİ

Bir römorkörün, sıfır hızda çekme kabiliyetine “Çekme Kuvveti” denir [17].

Değeri Ton veya Kilo Newton olarak ifade edilir.

Çekme kuvveti, römorkörün toplam makine fren beygir gücünün verimi ile doğru orantılıdır.

Bu kuvveti etkileyen başlıca diğer faktörler;

- a) Pervane tipi
- b) Kort nozula sahip olup olmadığı
- c) Teknenin gövde şekli
- d) Su çekimi
- e) Baş-Kıç doğrultusu (trim)

Çekme kuvveti değeri, matematiksel yöntemlerle ancak gerçeğe yakın değerlerde hesaplanabildiğinden dolayı gerçek değeri tespit etmek için römorköre “Çekme Kuvveti Testi ” yapılması gerekir.

6.1 Çekme Kuvvet Testi

Çekme kuvvet testi, karada sabit bir babaya takılı çeki halatının, bağlı olduğu römorkörün pervane gücüyle uygulayabildiği azami ve devamlı çekme kuvvetinin araya konulan hücreli bir dinamometre cihazından okunarak belgelendirilmesidir.

Çekme kuvveti test sonuçları, sertifikalandıran otorite ya da gözetim kuruluşu tarafından sıkı koşullar altında uygulanır. Bu koşullar testin yapılacağı yer ve römorkörün koşulları gibi belirli gereksinimleri içerir.

Testte kullanılacak tüm teçhizat, donanım ve bağlantı noktalarının emniyetli çalışma yükleri, beklenen çekme kuvvetinin % 10’undan daha az olmamalıdır.

Çekme kuvveti testinin en doğru sonucu vermesi için test sırasında gereken şartlar şu şekilde sıralanır;

- 1) Çeki halatı ile bağlı bulunduğu babanın uzaklığı en az römorkörün boyunun iki katından az olmamalıdır. (Önerilen 300 – 350 metre arasındır.)
- 2) Test yapılan su derinliği, römorkörün azami su çekiminin iki katından az olmamalıdır.
- 3) Kullanılan hücreli dinamometre uzaktan okunabilmeli ve yakın tarihli en fazla $\pm\%2$ hata payı olduğunu gösteren ayarlama sertifikasına sahip olmalıdır.
- 4) Test sırasında hava durumu sakin olmakla beraber rüzgâr, dalga ve akıntı durumu en az seviyede olmalıdır.
- 5) Römorkör, normal operasyon su çekiminde ve baş-kıç doğrultusunda olmalıdır.
- 6) Azami çekme kuvveti değeri, test başlamasından sonra azami makine gücü ile sabit rotada kısa sürede ulaşılan en üst çekme kuvvet değeri kabul edilmelidir.
- 7) Azami sürekli çekme kuvveti değeri, azami makine gücü sabit rotada verilirken en az on dakika takip edilen değer kabul edilmelidir.

Testi yapmak için römorkörün karada yeterli güçte ve oranda bir babaya bağlı bulunduğundan emin olmak gerekir. Modern bir liman römorkörü 60 ve 80 ton arasında bir demir çekme römorkörü ise yaklaşık 200 tona kadar çekiş gücü üretmektedir [18].

Römorkörün çekme halatı, halatla bağlanmış dinamometre cihazıyla karadaki babaya zincirlenmiştir. Yıllardır mekanik bir alet olan ‘kilit’ kullanılmaktadır. Son zamanlarda modern elektronik dinamometreler popüler hale gelmiştir; daha hafiftir, grafik sonuçlar üretir ve otomatik olarak sonuçları gösterir. Karada ya da denizde sonuçları uzaktan izlemek de mümkündür.

En önemli test sonucu olarak makine(ler) tarafından azami güç karşısında römorkörün ulaşabildiği azami çekme kuvvetidir. Gemi çekme römorkörlerinin genelinde testler geminin hem öne hem de geriye kullanıldığı durumlarda gösterdiği gücü ölçmeye çalışır, çünkü bazı uygulamalarda geriye doğru çekiş eşit derecede önemlidir. Elde edilen veriler analiz için derlenir.

Çekme kuvveti testlerinde, eşit güce sahip nozul ya da kanal içerisine yerleştirilmiş bir pervane sisteminin, açık tip bir pervane sistemine nazaran % 20 - % 30 daha fazla azami sürekli çekme kuvveti sağladığı görülmüştür.

Çekme kuvveti testinin, büyük makine tamir veya bakımları yapıldığı durumlar da yeniden yapılması önerilir.

Derin denizde gerçekleştirilen bir çekme kuvveti testi esnasında bir demir çekme römorkörünün güvertesi görülmektedir (Şekil 6.1). Elektronik bir dinamometre çeki halatıyla zincirlenmiştir ve test sonuçları uzaktan elektronik gösterge cihazı ile anında görünür.



Şekil 6.1: Çekme kuvveti testi.

6.2 Uygulama Yöntemlerine Göre Çekme Kuvveti Hesaplamaları

Römorkör çekme kuvveti değeri yukarıda anlatılan testler dışında matematiksel olarak ta doğruya yakın değerlerde bulunabilir.

Pervane sistem uygulamalarına göre, azami sürekli çekme kuvveti, geminin ana makine(ler)nin toplam fren beygir gücü değeri veya kilovat değeri kullanılarak aşağıdaki üç ana matematiksel denklem ile hesaplanır;

$$1 \text{ Kilovat} = 1.341 \text{ Fren beygir gücü}$$

6.2.1 Denklem 1 [19]

1. Açık pervane sistemi;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{FBG}{100} \quad (6.1)$$

2. Nozullu pervane sistemi;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{FBG}{85} \quad (6.2)$$

6.2.2 Denklem 2 [19]

1. Sabit kanat açılı açık pervane sistemi;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = FBG \times 0,9 \times 1,1 / 100 \quad (6.3)$$

2. Sabit kanat açılı kort nozullu pervane sistemi;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = FBG \times 0,9 \times 1,2 / 100 \quad (6.4)$$

3. Değişken kanat açılı açık pervane sistemi;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = FBG \times 0,9 \times 1,3 / 100 \quad (6.5)$$

4. Değişken kanat açılı kort nozullu pervane sisteminde;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = FBG \times 0,9 \times 1,4 / 100 \quad (6.6)$$

6.2.3 Denklem 3

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{FBG \times \text{Faktör}}{2204} \quad (6.7)$$

Çizelge 6.1: Faktör tablosu.

Pervane Sistemi	İtiş Faktörü
Sabit kanat açılı açık pervaneler	22
Değişken kanat açılı açık pervaneler	24
Sabit kanat açılı kort nozullu pervaneler	26
Değişken kanat açılı kort nozullu pervaneler	32

6.2.4 Çekme kuvveti hesaplama örnekleri

6.2.4.1 Örnek 1

Marintug II, çift uskurlu, değişken kanat açılı, kort nozullu pervanelere sahip olan 2006 yılı inşa toplam 2236 kilovat gücünde makinelerle donatılmış 25,25 metre

Makinelerinin toplam FBG değeri kullanılarak üç ayrı matematiksel denklem de çekme kuvveti hesaplandığında;

$$2236 \text{ KV} \times 1,341 = 3000 \text{ FBG} \quad (6.8)$$

Denklem 1 - Nozullu pervane sistemi formülü;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{3000}{85} = 35,3 \text{ ton} \quad (6.9)$$

Denklem 2 - Değişken kanat açılı kort nozullu pervane sisteminde;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = 3000 \times 0,9 \times 1,4 / 100 = 37,8 \text{ ton} \quad (6.10)$$

Denklem 3 – Değişken kanat açılı kort nozullu pervaneler;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{3000 \times 32}{2204} = 43,5 \text{ ton} \quad (6.11)$$

6.2.4.2 Örnek 2

Banckert, çift uskurlu, değişken kanat açılı, kort nozullu pervanelere sahip olan 1972 yılı inşa toplam 4200 Fbg gücünde makinelerle donatılmış, 43,53 metre boyunda demir çekme römorkördür.

Çekme kuvvet testi sonucunda 63 ton azami sürekli çekme kuvvetinde olduğu sertifikalandırılmıştır.

Makinelerinin toplam FBG değeri kullanılarak üç ayrı matematiksel denklem de çekme kuvveti hesaplandığında;

Denklem 1 - Nozullu pervane sistemi formülü;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{4200}{85} = 49,4 \text{ ton} \quad (6.12)$$

Denklem 2 - Değişken kanat açılı kort nozullu pervane sisteminde;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = 4200 \times 0,9 \times 1,4 / 100 = 52,9 \text{ ton} \quad (6.13)$$

Denklem 3 – Değişken kanat açılı kort nozullu pervaneler;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{4200 \times 32}{2204} = 60,98 \text{ ton} \quad (6.14)$$

Hesaplarda görüldüğü gibi, bütün denklem sonuçları römorkör için tahmini bir çekme kuvveti değeri vermekle beraber, çekme kuvvet testine en yakın değerli sonuçlar veren denklem üçüncü denklemdir.

6.3 Çekme Kuvveti Sürat İlişkisi

Bir römorkörün çekme kuvveti ile sürati arasında doğrudan bir ilişki vardır. Çekme kuvveti, daha önce de değinildiği gibi römorkörün sıfır yoldayken azami pervane devrinde uygulayabildiği çekme kuvvetidir.

Römorkörün pervane gücünün bir kısmının römorkörün su içerisinde ilerlemesine harcadığı durumlarda, çekme kuvveti de doğrusal orantılı olarak azalır [20].

Çizelge 6.2: Çekme kuvveti hız ilişkisi

0 Hız - % 100 Pervane Devri = % 100 Çekme Kuvveti
Azami Hız - % 100 Pervane Devri = 0 Çekme Kuvveti

6.3.1 Çekme kuvvetini olumsuz yönde etkileyen ana faktörler

Hız dışında çekme kuvvetini olumsuz etkileyen başka faktörler de vardır. Bunlar, römorkörün kendisinden ya da çevresel koşullardan kaynaklanabilir.

- 1) Karina yüzeyinin durumu
- 2) Deniz koşullarının gövdeye etkisi
- 3) Yüksek deniz suyu sıcaklığından oluşan makine soğutma sorunları

6.4 Yedekleme Operasyonlarında Çekme Kuvveti İhtiyacı

Yapılacak bir yedekleme operasyonunda, ne kadar çekme kuvvetine gereksinim olduğu pek çok değişkene bağlıdır. Çekilecek geminin veya yüzer cismin hangi noktalarından kuvvet uygulanacağı, operasyon bölgesindeki hava ve deniz koşulları,

yedeklenecek gemi veya yüzer cismin yedek halatına göstereceği hidrodinamik ve aerodinamik direnç önemli ölçütler arasındadır. Deniz durumu, rüzgâr şiddeti ve yönü, gemi veya cismin rüzgâra tabi alanının yüzey büyüklüğü, geminin veya yüzer cismin hızı gibi etmenler hesaplama sırasında hesaba katılır.

Liman operasyonlarında deneyimli kılavuz kaptanlar, genellikle yedeklenecek geminin tipi, deplasman tonu ve hidrodinamik özelliklerine göre kaç römorkör ve ne kadar çekme kuvvetine gereksinim olacağını, hava koşullarını da dikkate alarak, kolayca tahmin edebilirler. Bu pratik ve etkili bir yöntemdir. Ancak ne kadar çekme kuvvetine gereksinim olacağını hesaplandığı matematiksel hesaplamalar da vardır.

Gemi şeklindeki yüzer cisimlerin yedeklenmesi işlemlerinde gereken çekme kuvveti değerini bulmak için uygulanan üç genel denklem şu şekildedir;

6.4.1 Denklem 1 [21]

$$\text{Gereken Çekme Kuvveti (t)} = \frac{\text{Deplasman}(t) \times 60}{100.000} + 40 \quad (6.15)$$

Buna göre, 10.000 deplasman tonu olan bir yedeğin çekilmesinde gereksinim duyulacak çekme kuvveti:

Deplasman ton, geminin terazide tartıldığında çıkacak ağırlık değeridir.

$$\frac{10.000 \times 60}{100.000} + 40 = 46 \text{ ton} \quad (6.16)$$

Bu kaba bir hesaplama olup ihtiyaç duyulan ortalama asgari çekme kuvveti olarak düşünülür. Çevresel koşullar ve çekme kuvvetini etkileyen olumsuz faktörler, hesaba ek yapılmasını gerektirecektir.

Bu formül, 40 ton'dan az çekme kuvvetine ihtiyaç bulunduğu durumlarda kullanılamaz.

6.4.2 Denklem 2 [21]

40 Tondan daha az çekme kuvveti gereken yedeklemelerde de uygulanan ve hız değerlerinin de hesaba katıldığı hesap;

$$\text{Gereken FBG} = D \times 2/3 \cdot V^2 / 120 \quad (6.17)$$

$D = \text{Yedeğin deplasman tonu}$

$V = \text{Yedekleme hızı (deniz mili)}$

Bu denklem, aynı örneğe uygulanarak, yedekleme hızının 7 mil olarak istendiği durumda;

$$10.000 \times 2/3 \times 7^2 / 120 = 2722,22 \text{ Fbg} \quad (6.18)$$

Bu değeri çekme kuvvetine 3. denklem ile çevirirsek;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = \frac{2722,22 \times 32}{2204} = 39,52 \text{ ton} \quad (6.19)$$

Önceki örnekte gerekli çekme kuvveti 46 ton olarak çıkmıştır. Buradaki farklılık, hız etkeninin dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır.

FBG hesabı, hız faktörünü de hesaba kattığından çekme kuvveti hesabına göre daha doğru sonuçlar verir.

6.4.3 Denklem 3 [21]

Rüzgâr ve dalga direnç faktörlerinin katıldığı ve sonuçta gerçeğe en yakın değeri veren detaylı hesaplama yöntemi aşağıdadır;

$$\text{Çekme Kuvveti (t)} = [(D^{2,3} \times V^3) / 7200 + (C \times B \times A)] \times F \quad (6.20)$$

$D = \text{Yedeğin deplasman tonu}$

$V = \text{Yedekleme hızı (deniz mili)}$

$C = \text{Rüzgârın direnç etkisi}$

$B = \text{Yedeğin eni (m)}$

$A = \text{Yedeğin rüzgâr alanının sudan yüksekliği}$

$F = 3- 8 \text{ arasında duruma göre değişen faktör}$

Bu denklemdeki etkenler aşağıda gösterildiği gibi iki sabit değerlerde kullanılabilir;

1) Normal hava koşullarında (Rüzgâr 4 Baför)

Yedekleme hızı = 6 deniz mili

C = 0,0025

$$K = > 3$$

2) Fırtına koşullarında (Rüzgâr 10- 11 Bafor)

Yedekleme hızı = 3 deniz mili

$$C = 0,015$$

$$K = 8$$

Her halükarda üç hesabın da tam olarak gerçek değeri vermeyeceğini kabul ederek çıkan sonuçların üstüne %10 ila %30 arasında ekleme yapılarak gereken çekme kuvveti belirlenmelidir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Römorkör işletmeciliği, başta tasarımı ve inşa teknikleri ile özellikle son yıllarda adını Avrupa'da ve dünyada duyurmaya başlayan Türkiye'deki sayılı römorkör işletmeleri ve römorkör inşa şirketleri için çok önemlidir. Günümüzde, daha da artarak devam eden rekabetçi yapıya uyum sağlayabilmek ve hizmet kalitesini arttırabilmek için daha fazla araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmak ve zaman harcamak bir zorunluluktur. Bu sebeple, römorkör sektöründe var olan dünyadaki tüm mevcut bilgiler, daha da kapsamlı şekilde araştırılmalı ve edinilmiş tecrübeler gözlemlenmelidir. Bu yolla edinilen bilgiler, var olan tecrübeler ile birleştirilerek işletmelerde ve yeni inşa projelerinde değerlendirilmelidir. Bu sayede Türkiye'deki römorkör işletmeciliği ve inşası, dünya denizciliğinde çok önemli bir yeri olan bu sektörün içinde daha etkin bir şekilde rol alabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Yılmaz E.**,2005, *Hukuk sözlüğü*, Yetkin, Ankara.
- [2] **Url-1** <<http://www.gutenberg.org/files/27701/27701-h/images/p040h.png>>, alındığı tarih 08.2009.
- [3] **Url-2** <<http://www.saburchill.com/history/chapters/IR/033.html>>,alındığı tarih 08.2009.
- [4] **Url-3** <<http://http://english.furie.nl/>>, alındığı tarih 09/2009.
- [5] **Gaston M.J.**, 2009.*The Tug Book*, Haynes , Sparkford UK
- [6] **Url-4** <<http://www.tugspotters.com/tugs/fotos/s/>>,alındığı tarih 11.2009.
- [7] **Url-5** <<http://www.rotortug.com/images/rotorTugBoat.jpg>>, alındığı tarih 10.2009.
- [8] **Url-6** <<http://www.schottel.de/eng/index.php> >,alındığı tarih 11.2009.
- [9] **Url-7** <<http://www.voithturbo.com/applications/documents>>, alındığı tarih 12.2009.
- [10] **Url-8** <<http://www.holyheadtowing.co.uk/images>>, alındığı tarih 10.2009.
- [11] **Url-9** <<http://www.boluda.com.es/Flota/listaDetalle?idioma>>, alındığı tarih 12.2009.
- [12] **Url -10** <<http://www.marinetraffic.com/ais/showallphotos.aspx?mmsi=2180>>, alındığı tarih 10/2009.
- [13] **Url -11**<<http://www.farstad.no/default.asp?menu=411&id=804>>, alındığı tarih 11.2009.
- [14] **Sanmar, Eskort V**, 2009.*The Tug Book*, Haynes , Sparkford UK alındığı tarih 05/2009.
- [15] **Url -12** <http://www.bube.no/images/Marketing/Fleet_Equipment>, alındığı tarih 11.2009.
- [16] **Url -13** <[http:// www.tugboats.de/.../rotor_tug.jpg](http://www.tugboats.de/.../rotor_tug.jpg)>, alındığı tarih 11.2009.
- [17] **United States Navy.**, 2002. *U.S Navy Towing Manual*, Navy Sea Systems, United States
- [18] **Livingstone Captain George and Captain Grant** *Tug use Offshore 2006* in bays and rivers, Sayfa 14, Nautical Institute, London England
- [19] **Zahalka Capt P.**, *Association of Hanseatic Marine Underwriters, Bollard Pull* Sayfa 1 – 10, 2008, Hamburg
- [20] **Url-14** <http://www.rivieramm.com/> alındığı tarih 10/2009
- [21] **Hancox Michael;** 1997, *Oilfield Seamanship, TOWING Volume 4*, Sayfa 259, OPL, United States
- [22] **Det Norske Veritas,** *Requirement for Towing Operations*, Revision No 6, Denmark
- [23] **Gaston M.J.**, 2009, *The Tug Book 2nd Edition* , Haynes , Sparkford UK
- [24] **Hancox Michael;** 1997, *Oilfield Seamanship, TOWING Volume 4*, OPL, United States
- [25] **Hensen Captain Henk,** 1997, *Tug Use in Port, 2nd Edition*, Nautical, Suffolk
- [26] **International Maritime Organization,** 1998, *Guidelines for safe Ocean Towing*, 21 December1998 Circ 884 , London
- [27] **International Tug & Salvage Magazine,** *July/August 2009*, Midway Colour, Wiltshire U.K.

- [28] **Lekko International Magazine**, 2009, *Sayı 176*, Lekko ITES, Hoek van Holland
- [29] **MJ International Maritime Journal**, 2009,
The European commercial marine magazine, May 2009, Holbrooks,
Hampshire England
- [30] **Noble Denton International Limited, Associated Companies**, 2006,
Guidelines the approval of towing vessels, No: 0021/NDI,PJD,U.K
- [31] **Sanders R.E., Shepherd W.D.**, 1998, *The Practise of Ocean Rescue*, Nautical,
Glasgow
- [32] **United States Navy.**, 2002. *U.S Navy Towing Manual*, Navy Sea Systems,
United States

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ali Burçin EKE

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara / 19.07.1978

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi