

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YENİ NESİL FIRKATEYNLER İÇİN
YARDIMCI SİSTEMLERİN SEÇİM KRİTERLERİ VE
TASARIMA ETKİLERİ**

Özen MASAT

**FBE Anabilim Dalı Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı

: Prof. Dr. Tamer YILMAZ

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GEMİ ELEKTRİK SİSTEMİ VE KONFİGÜRASONU.....	11
2.1. Yük ve Güç Analizlerinin Yapılması	11
1.2 Benzer Fırkateynlerde Kullanılan Jeneratör Güçleri.....	27
1.3 Elektrik Güç Dağıtım Sistemi.....	28
2. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ	31
2.1 Havalandırma ve İklimlendirme Sisteminin Elemanları.....	32
2.1.1 Fanlar.....	32
2.1.2 Havalandırma Klepeleri	33
2.1.3 Menfezler	34
2.1.4 Hava Filtreleri	34
2.2 Gemide Kullanılacak Fanlar ve Dizayn Kriterleri.....	35
2.3 Makine Daireleri Havalandırma Esasları:.....	35
2.4 Isıtma ve Soğutma Yükleri	36
2.5 Taze Hava Miktarı Hesaplama Kriterleri.....	38
2.6 Soğutma Yükü Hesaplama Kriterleri	38
2.7 Isıtma Miktarı Hesaplama Kriterleri	39
2.8 Soğutma Sistemi	39
2.9 Isıtma Sistemi	40
3. DİĞER YARDIMCI SİSTEMLER.....	41
3.1 Deniz Suyu Arıtma Sistemi	41
3.2 Kompresörler	45
3.2.1 Yüksek Basınç Hava Kompresörü.....	45
3.2.2 Düşük Basınç Hava Kompresörü	46
3.3 Yardımcı Pervane Sistemi.....	48
3.4 Dengeleyici Kanat Sistemi.....	49
3.4.1 Dengeleyici Kanat Sisteminin Elemanları	49

3.5	Yüzeyleme/Maskeleme Hava Sistemi.....	52
3.5.1	Yüzeyleme Hava Sistemi.....	52
3.5.2	Maskeleme Hava Sistemi.....	53
3.6	Egzoz ve Baca Sistemleri:.....	53
3.6.1	Yaş Tip Egzoz Sistemi.....	55
3.6.2	Kuru Tip Egzoz Sistemi.....	56
3.7	Piç Kontrollü Pervane (CPP).....	57
4.	SONUÇLAR.....	61
KAYNAKLAR.....		64
ÖZGEÇMİŞ.....		67

SİMGE LİSTESİ

A	Yüzey alanı
C_p	Sabit basınçta özgül ısı
T	Sıcaklık
T_i	İç ortam sıcaklığı
T_o	Dış ortam sıcaklığı
U	Toplam ısı geçiş katsayısı
V	Hacimsel debi
P	Yoğunluk
Q_a	Alınan ısı
Q_v	Verilen ısı
Δ	Fark

KISALTMA LİSTESİ

AHU	Air Handling Unit
BM	Birleşmiş Milletler
CNET	Corrected Normal Effective Temperature
CODAG	Combined Diesel And Gas Turbine
FSA	Financial Services Authority (Resmi Güvenlik Derecelendirmesi)
G/T	Gaz Türbini
H/İ	Havalandırma ve İklimlendirme
HSH	Hava Savunma Harbi
MEKO	Mehrzweck-Kombination (English:Multi-Purpose-Combination)
NBK	Nükleer, Biyolojik, Kimyasal
IMO	International Mathematical Olympiad
RAC	Recirculated Air Conditioning
ISM	International Solidarity Movement
SBD	Sahil Bağlantı Donanımı
SOLAS	Safety Of Life At Sea
TL	Türk Loydu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Gemi makine daireleri yerleşim planı.....	5
Şekil 1.2 1 No.lu yardımcı makine dairesi	7
Şekil 1.3 2 No.lu yardımcı makine dairesi	8
Şekil 1.4 3 No.lu yardımcı makine dairesi	10
Şekil 2.1 Jeneratör.....	11
Şekil 2.2 Benzer fırkateynlerin jeneratör gücü ile gemi boy ilişkisi.....	28
Şekil 2.3 Elektrik güç dağıtım sistemi	29
Şekil 2.4 Yara savunma zonları.....	30
Şekil 3.1 Eksenel tip fanlar	33
Şekil 3.2 Menfez	34
Şekil 4.1 Evaporayter sistemi	42
Şekil 4.2 Ters osmoz sistemi çalışma prensibi.....	44
Şekil 4.3 Yüksek basınç hava kompresörü	46
Şekil 4.4 Düşük basınç hava kompresörü.....	47
Şekil 4.5 Yardımcı pervane sistemi	48
Şekil 4.6 Güç Birimi	50
Şekil 4.7 Dağıtım kutusu	51
Şekil 4.8 Prairie hava sistemi	53
Şekil 4.9 Tipik bir egzoz sistemi.....	54
Şekil 4.10 Tipik bir yaş tip egzoz sistemi (Caterpillar, 1997).....	55
Şekil 4.11 Tipik egzoz gazına su püskürtücü (MTU, 1994).....	56
Şekil 4.12 CPP genel yerleşim şeması.....	58
Şekil 4.13 Pervane göbeği	59
Şekil 4.14 Pervane dizaynı	60

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Voltaj karakteristikleri	12
Çizelge 2.2 Havalandırma ve iklimlendirme sistemine ait elektrik yük analizi.....	14
Çizelge 2.3 G/T sistemlerine ait elektrik yük analizi.....	16
Çizelge 2.4 Transformatör ve konvertörlere ait elektrik yük analizi.....	17
Çizelge 2.5 Aşhane bulaşıkhanne, çamaşırhane sistemlerine ait elektrik yük analizi	19
Çizelge 2.6 Teknisyen atölyesi sistemine ait elektrik yük analizi.....	20
Çizelge 2.7 Valf ve pompalara ait elektrik yük analizi.....	20
Çizelge 2.8 Irgat vb. sistemlere ait elektrik yük analizi.....	21
Çizelge 2.9 İtıcılar, Dengeleyici Yüzgeç Sistemi, kompresör, dümen ve D/G sistemlerine ait elektrik yük analizi	22
Çizelge 2.10 Diğer sistemlere ait elektrik yük analizi	23
Çizelge 2.11 Elektrik yük analizi neticesi	25
Çizelge 2.12 Elektrik yük ve güç analizi.....	26
Çizelge 2.13 Benzer fırkateyn karakteristikleri ile jeneratör güçleri	27

ÖNSÖZ

Bugüne kadar askeri gemi ve inşası üzerine çok az sayıda yazılı çalışmanın yapılmış olduğu ülkemizde, bu tez çalışmasıyla askeri gemi tasarımı ve inşası gibi çok geniş ve kapsamlı bir konuyu özetleyen ve ana hatlarıyla açıklayıcı bir şekilde sunacak bir çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmayı seçmemi ve tamamlanmasını sağlayan hocam Tamer YILMAZ’a göstermiş olduğu sonsuz sabrından dolayı, eşim M.Ali MASAT’a yardımlarından dolayı, annem Ergül ALTINER’e desteğinden dolayı ve minik kızım Nida MASAT’a uslu durduğu zamanlar için teşekkür ederim.

ÖZET

Türk Deniz Kuvvetlerinde kullanılmak üzere 125m. boyunda, 4500 ton deplasmanlı, Hava Savunma Harbi (HSH) maksatlı yerli bir fırkateynin inşa edilmesi planlanmaktadır. Bu konuda Türk Deniz Kuvvetlerinin yerli fırkateyn tasarımı ve üretimine yönelmesi sonucu, Türk tasarımcıların ve üreticilerin yeterli altyapıya kavuşması önemli bir hale gelmiştir.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde inşa edilmesi planlanan fırkateyne ait yardımcı sistemlerinin analizi ve seçiminde yerli tasarımcılara kaynak teşkil etmesi amaçlanmıştır. Fırkateyn tasarımına etki eden en önemli faktörlerden biri tahrik sistemi ve yardımcı sistemlerin seçimi ile yerleşimidir. Bu kapsamda; tahrik sistemi olarak 1 adet G/T (LM-2500,30200kW) ve 2 adet dizel makine (2x5920kW)'den oluşan CODAG (Combined Diesel And Gas Turbine) sisteminin kullanılacağı öngörülen bu savaş gemisine ait yardımcı makine ve diğer yardımcı sistemlerin seçimine karar verilecektir.

Bu çalışmada, yardımcı sistemlerden en önemlisi olan yardımcı makinelerin kapasitesi hakkında bir hesaplama yapılmış ve benzer fırkateynlerde kullanılan jeneratör güçleri incelenerek kullanılacak jeneratör gücüne karar verilmiştir. Diğer yardımcı sistemler (Havalandırma ve İklimlendirme Sistemi, Deniz suyu arıtma sistemi, Kompresörler, İtici, Dengeleyici Yüzgeç Sistemi, Yüzeyleme/Maskeleyme Hava Sistemi, Egzoz ve baca sistemi ile Piç kontrollü pervane (CPP)) ise ülkemizde mevcut 8 adet GABYA sınıfı (ABD yapımı) ve 8 adet MEKO sınıfı (ALMAN yapımı olan MEKO sınıfı gemiler ülkemizde 4 Adet YAVUZ ve 4 Adet BARBAROS sınıfı fırkateynden oluşmaktadır.) fırkateyn incelenerek, sistem bileşenlerinin yaklaşık seçimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Yerli gemi tasarımı, yardımcı sistemler, jeneratör

ABSTRACT

In our country it is planned to build a domestic frigate with 125m.length and 4500 tonnes displacement which will work for Turkish –Naval Forces. It has become essential for Turkish designers and producers to have sufficient background as a result of Turkish Naval Forces tending towards designing and producing domestic frigates.

This thesis work is aimed at being a reference to local designers in the selection and the analysis of the auxiliary systems of the frigate which will be planned to build in our country. One of the most crucial factors affecting the design of the frigate is system of propulsion and selection and displacement of the auxiliary system. In this context, the selection of the auxiliary machine and the other auxiliary system will be decided that one G/T(LM-2500) as propulsion system and CODAG (Combined Diesel And Gas Turbine) system consisting of 2 diesel machines that the frigate is envisaged to use.

The selection and placement of the propulsion and auxiliary systems are among the most important factors that affect the frigate design. In this space ; already planned to use one G/T(LM-2500) as propulsion system and 2 diesel machines (CODAG) in this war-ship, it will be decided to select the auxiliary machines and the other auxiliary systems.

In the work I have done, a calculation is made about capacity of the auxiliary system that is the most important fraction of the auxiliary systems, and by investigating the generator powers used in the similar frigates it is decided which generator power will be used. Besides this, calculations are made about capacity of the other auxiliary systems (Air-conditioning, Brine Purification System, Compressors, Auxiliary Propeller System , FIN, Stabilizer, Prairie/Masker Air System). Approximate selection of the system components has been made by investigating eight GABYA class-frigates (by ABD) and eight MEKO frigates (MEKO ships are made by Germany and consists of four YAVUZ and four BARBAROS) that are available in our country

Keywords: Turkish ship design, auxiliary systems, generator.

1 GİRİŞ

Ülkemizde gemi inşa ve savunma sanayinin gelişmesiyle birlikte Türk Deniz Kuvvetleri yerli fırkateyn tasarımı ve üretimine yönelmiştir. Bunun sonucu, Türk tasarımcıların ve üreticilerin yeterli altyapıya kavuşması önemli bir hale gelmiştir. Bu konuda ülkemizde halen devam etmekte olan MİLGEM (Milli Gemi) projesi ilk yerli gemi projesi olması itibariyle önemlidir. Özellikle gemi inşa, su altı akustiği, savaş sistemleri ve elektronik harp gibi konularda, Türkiye savunma sanayine önemli alt yapı kazandırmasının yanı sıra %80 civarında da yerli katkı payı sağlamaktadır.

MİLGEM projesinden esinlenerek yapılan bu çalışmanın, Türk Deniz Kuvvetleri'nin bir sonraki büyük projesi olan TF2000 çalışmalarına temel teşkil edeceği değerlendirilmektedir. Tüm bu çalışmalar ile Türk Deniz Kuvvetlerinin hareket ihtiyacının karşılanmasının yanı sıra, milli kaynakların optimum kullanımı sağlanmakta, savunma sanayi milli alt yapının gelişmesine teşvik edilmektedir.

Bir deniz platformu üzerine yerleştirilen cihaz/sistemlerin platformun görev fonksiyonlarını yerine getirebilmesi ve tüm sistem/alt sistemlerin platforma uygun bir şekilde entegrasyonunun sağlanabilmesi gemi inşa projelerinde büyük önem arz etmektedir.

Bu kapsamda inşasını planladığımız yerli savaş gemimizin yardımcı sistemlerinin seçiminde, diğer savaş gemilerinde mevcut yardımcı sistemlerin teknik ve mekanik özellikleri incelenerek en uygun sistemlere karar verilecektir. Bu aşamada yakın geçmişte yapılan ve bu çalışmada da yararlanılan bazı inceleme, makale, vb. kaynaklar aşağıda sunulmuştur.

Tikkanen (1995), değişken deplasmanlı bir hidrolik silindir ve değişken deplasmanlı bir hidrolik motordan oluşan hidrostatik iletişim sisteminin hız kontrolünü bulanık mantıklı kontrolcüyle sağlamış ve PI kontrolcü ile karşılaştırmıştır. Bu çalışmada bir geminin değişen çalışma ve yük durumu altında dümen kontrolü klasik yöntemlerden PID kontrol ve Bulanık Mantık kontrolü yapılmıştır. Amaç geminin rota hatasının minimuma indirilerek hız düşmelerinin, ek yakıt ve zaman harcamalarının önüne geçilmesidir. Bu kapsamda, kimyasal tanker gemi savrulma açısının kontrolü yapılmış, geminin matematiksel modeli ve denklemleri çıkartılmıştır. Daha sonra PID kontrolör ve bulanık kontrolör tasarlanmış, son olarak Matlab simulink modülü kullanılarak

kontrol işlemleri gerçekleştirilmiş ve benzetim sonuçları karşılaştırılmıştır.

Wang, J. (2000), gemi güvenliğine yeni bir yaklaşım getiren FSA (Resmi Güvenlik Derecelendirmesi) yöntemini açıklamıştır. Bu yöntemin gemi güvenliği açısından karar vermede risklere göre maliyet değerlendirmesi tekniklerine dayalı bir yaklaşım olduğunu anlatmıştır.

Özdemir, M., (2004), tarafından 1.1.2003 tarihinden başlayarak yeni/mevcut gemileri kapsamına alan önemli IMO kuralları incelenmiştir. Bu kapsamda; gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin, atık sulardan kaynaklanan deniz kirliliğinin önlenmesine yönelik alınacak tedbirlere, balast suyu boşaltılmasına izin verilmeyen yerlere, yanabilen çöplerin yakılması için kullanılan çöp yakma kazanının işletme izleklerine uygunluğuna, yangın güvenliği için gerekli donanımlara değinilmiştir. Ayrıca yüksek basınçlı yakıt devrelerinde güvenlik için uyulması gerekenler ve gemi yaşam mahali ve makine dairesinde acil kaçış için gerekli solunum cihazlarının bulunması gerekliliği ele alınmıştır.

Bayraktar, M (2005) tarafından gemide bulunan herkesin can ve mal güvenliği, gemi güvenliği ve güvenli işletme ve bakım-tutum için uyulması gerekli kurallar, dikkat edilmesi gereken noktalar incelenmiştir. Bu kapsamda gemi makine güvenliği için ISM kodu, gemi makinelerinin işletilmesine yönelik gerekli donanımları için SOLAS kuralları, gemi, tüm personel ve yolcular (yolcu taşıyan gemiler) için liman kontrollerinde istenen koşullar ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Ergin, S. (2005), tarafından bir geminin tasarımı için gerekli beş seviye; olabilirlik (fizibilite), kavram, ön kontrat detay tasarım ve tasarım aşamaları MİLGEM Projesi Modeli de örneklendirilerek açıklanmıştır. Olabilirlik çalışmaları tehdit, görev, teknolojik risk ve maliyet (bütçe) tahminleri gibi faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir aşamadır. Konsept tasarım aşamasında, geminin temel (ana) yeteneklerinin belirlenmesi, personel miktarı, gemi boyutları, ana tahrik ve silah sistemlerinin tasarımı tamamlanmıştır. Ön tasarım aşaması ise, temel tekne yapısının ve silah donanımları, makineler, yardımcı donanımlar ve personelin ağırlık ve mevkilerinin belirlenmesi, geminin denize elverişliliğinin ve yakıt tüketiminin hesaplanması, tekne ve üst yapının, ana yapının tanımlanması ve güverte ve bölmelerin yaklaşık yerlerinin belirlenmesi çalışmalarından oluşmuştur. Kontrat tasarımı, önceki aşamalarda ortaya çıkan sonuçların ortaya dökülerek genel bir şartname haline getirilmesi aşamasıdır. Bu aşamadan sonra detay tasarım

alışmaları gemi inşa faaliyetleri ile birlikte yürütülmüştür.

Förster, M. (2005), makalesinde, geçen yüzyılda gemilerde dizel makinelerinin diğerk teknolojiilere alternatif olarak kullanılmaya başlamasından, bugün gemilerde elektrik üretiminin sağlanmasında çok yaygın olarak kullanımına kadar geçen süreçte, ilk dizel makineden bugünün yüksek teknolojiili dizel makinelerine geçişi sağlayan önemli adımlar ve dizel makinelerde gelecekte gerçekleşebilecek ilerlemeler anlatılmaktadır.

Okan, B. (2005) tarafından savaş gemisine ait egzoz sistemlerinin elemanları tanıtılmış ve savaş gemisi egzoz sistemleri gereksinimlerini tanımlayan ulusal ve uluslar arası kurallar ile askeri standartlar anlatılmıştır. CODAG sistemiyle sevk edilen bir savaş gemisi egzoz sistemi ele alınmış ve bu sistemdeki basınç kayıpları ve egzoz gazı ile ortama verilen ısı deneye dayalı denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda egzoz sistemi içerisindeki tüm elemanlar (giriş, düz boru, difüzör, dirsek ve nozul) hesaplamalara dahil edilmiş ve bu elemanlarda oluşan basınç kayıpları hesaplanmıştır. Basınç kayıplarına etki eden hız, sıcaklık, yoğunluk, dinamik viskozite, sürtünme faktörü ve basınç incelenmiş ve bu elemanlardaki basınç kayıplarının toplam basınç kaybı içerisindeki yüzdeleri tespit edilmiştir. rnek savaş gemisi egzoz sistemindeki akışın, bilgisayar ortamında benzetimi yapılmıştır. Bu amaçla üç boyutlu model ve modele uygun bir ađ yapısı oluşturulmuştur. Modele uygun sınır şartları altında FLUENT HAD yazılımı ile çözüme ulaşılarak egzoz sistemindeki hız, basınç ve sıcaklık dağılımları görüntülenmiştir. Böylece basınç kaybı ve gürültüye neden olan geometri ve tasarım parametreleri incelenerek düzeltici önerilerde bulunulmuştur.

Akgl, D. (2006), Türkiye’de ters osmoz ve nanofiltrasyon sistemleri ile içme ve kullanma suyu üretiminin maliyet analizini yapmaktır. alışmasında maliyet analizi yapılacak tasarımlar için yedi kuyu suyu ve üç deniz suyu kalitesi kullanılmıştır. Her su kalitesi için 5 farklı kapasitede, 3 farklı geri kazanım oranında ve 3 farklı akıda olmak üzere 45 tasarım yapılmıştır. Bütün su kaliteleri için toplamda 495 tasarım üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada bu tasarımların ilk yatırım maliyeti, işletme maliyeti ve toplam üretim maliyetlerinin analizi yapılmış ve değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, değişik fiyatlardaki tüketim malzemelerinin işletme ve toplam üretim maliyeti üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Bu maliyet analizleri yapılırken standart arıtma grubunun ilk yatırım, işletme ve toplam üretim maliyetlerine etkisi de incelenmiştir.

Çubuğuuzun, T. (2007) tarafından Brayton çevrimine göre çalışan LM-2500 gaz türbininin ekserji değerleri çeşitli kompresör değerlerine göre sayısal olarak hesaplanmıştır. Hal noktalarının değerleri çalışan bir gaz türbininden elde edilmiştir. Öncelikli olarak hal noktalarının ürettikleri ekserji değerleri hesaplanmış, daha sonra toplam ekserji üretimi bulunmuştur. Daha sonra hal noktalarının ekserji kayıpları sayısal olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sisteme sayısal termodinamik analiz yapılmış, çevrimin ısısal verimi ve geri iş oranları bulunmuştur.

Kasaplı, F. (2007) tarafından denizde ilerleyen bir gemi göz önüne alındığında, işletme ve çevre etkileri geminin yönünü ve pozisyonunu değiştirmeye zorlamakta ve bunun sonucunda zamana bağlı olarak değişik kuvvetlerin etkilemesine ve haliyle deplasmanında bir değişim oluşmasına neden olduğundan, gemilerin seyir kontrol gereksinimlerinin karşılanması amacıyla klasik ve modern kontrol yöntemleri ile dümen kontrol sistem performansı incelenmiştir.

Savaş gemileri ait oldukları ülkenin karasularında ve çevre denizlerin uluslararası sularında emniyetle seyir yapabilecek şekilde tasarlanmış, yüksek güvenilirlik ve az bakım ile idame edilebilirlik niteliklerine sahip gemilerdir. Bu kapsamda, savaş gemilerinde kullanılan tüm cihazların seçim ve yerleştirilmesinde, bakım-tutum kolaylığı, hareket ihtiyaçlarının karşılanması ve ömür boyu maliyetin en alt seviyelerde tutulabilmesi gibi şartların sağlanması gerekmektedir.

Savaş gemilerine monte edilecek cihazların her türlü çevre ve deniz koşulunda fonksiyonlarını, yüksek performansla ve cihazın fonksiyonuna göre yedekli olarak yerine getirebilmesi gerekmektedir. Bu da savaş gemilerini ticari gemilerden ayıran en önemli özelliklerden birisidir.

Ticari gemiler, ticari standartlara göre inşa edilmekte olup, savaş gemileri daha yüksek isterlere sahip olan askeri standartlara uyularak inşa edilirler. Savaş gemilerinin inşasında savaş şartları düşünülmelidir. Bu yüzden sağlanması gereken manevra kabiliyeti ve dayanıklılığa paralel olarak makine gücünün de uygun seviyede olması gerekmektedir. Savaş gemilerinde çok sayıda ve gelişmiş elektronik savaş sistem/sensörlerinin bulunması, makine ve yardımcı sistemlerin, bu sistem/sensörlerle bütünleştirme aşamasında (komuta kontrol sistemleri, torpido kovanları, hava radarı vb. sistemlerin kuru hava ihtiyacı) ticari gemilere göre, daha karışık bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır.

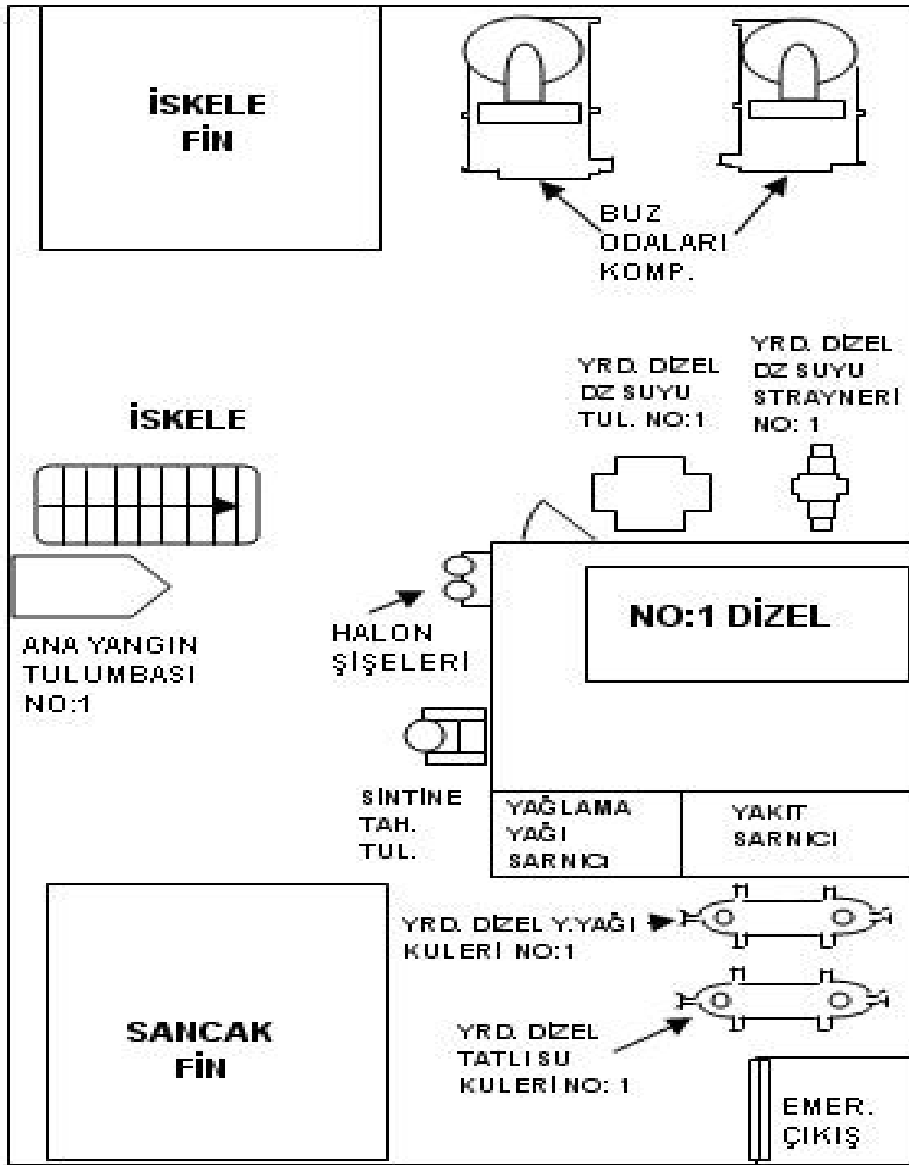
Bir savaş gemisinde Jeneratör konfigürasyonu, o geminin, barışta liman, barışta seyir, savaşta

seyir, savaş durumu süresince bütün ihtiyaçlarını ayrı ayrı karşılamak zorundadır. Bu nedenle savaş gemisi inşasında gemiye yerleştireceğimiz jeneratör gücü ve adedini belirlemek için yapılan yük hesaplamaları çok önemlidir. Bu kapsamda, çalışmamın 2. bölümünde ülkemizde inşa edilmesi planlanan fırkateyne ait elektrik yük analizi hesaplamaları yapılmış ve benzer fırkateynlerde kullanılan jeneratör güçleri incelenerek muhtemel jeneratör gücüne karar verilmiştir. 3. bölümde ise Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, elemanları ve hesaplama kıstas anlatılmıştır. Çalışmanın 4. bölümü oluşturan diğer yardımcı sistemler için ise ülkemiz fırkateynlerinde (GABYA ve MEKO Sınıfı) kullanılan sistemlerin kapasiteleri, gemideki miktarları, kullanım yerlerinin avantaj ve dezavantajları incelenerek karar verilmiştir. Gemimize ait makine dairelerinin yerleşim planı Şekil-1.1’de, yardımcı makine daire içi yerleşim planları Şekil 1.2, 1.3 ve 1.4’de genel hatlarıyla belirtilmiştir.



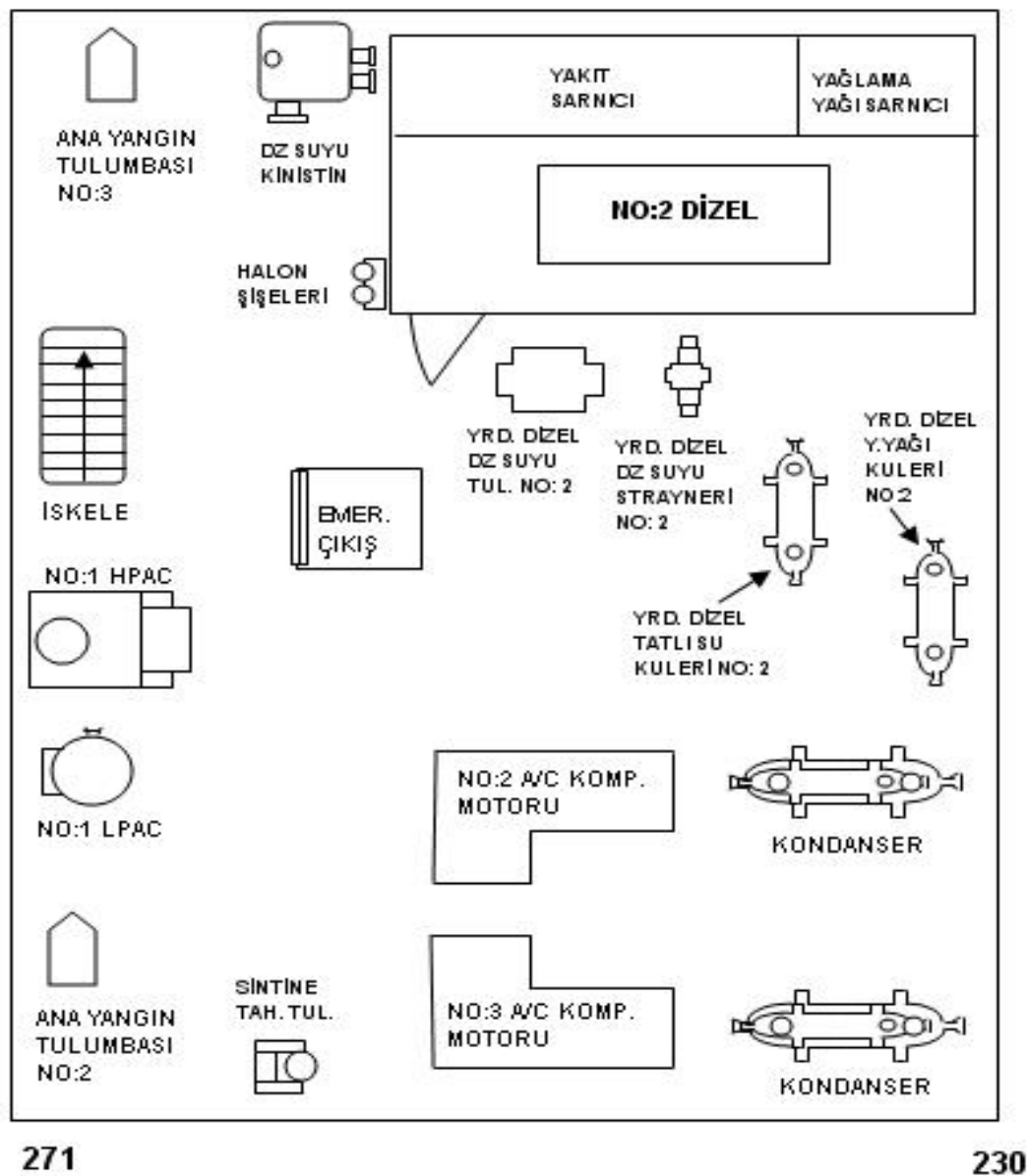
Şekil 1.1 Gemi makine daireleri yerleşim planı

Şekil.1.2’de belirtildiği üzere 1 No.lu yardımcı makine dairesi, 195. ve 230. kemerele arasında bulunmaktadır. Daire içerisinde 1 no.lu yardımcı makine ve kapsülü, iskele/sancak Dengeleyici Yüzgeç Sistemleri, 1 ve 2 no’lu buz odaları kompresörü mevcuttur. 1 no.lu yardımcı makine dairesi; Halon, CO2 ve ana yangın devreleri ile yangına karşı korunur.



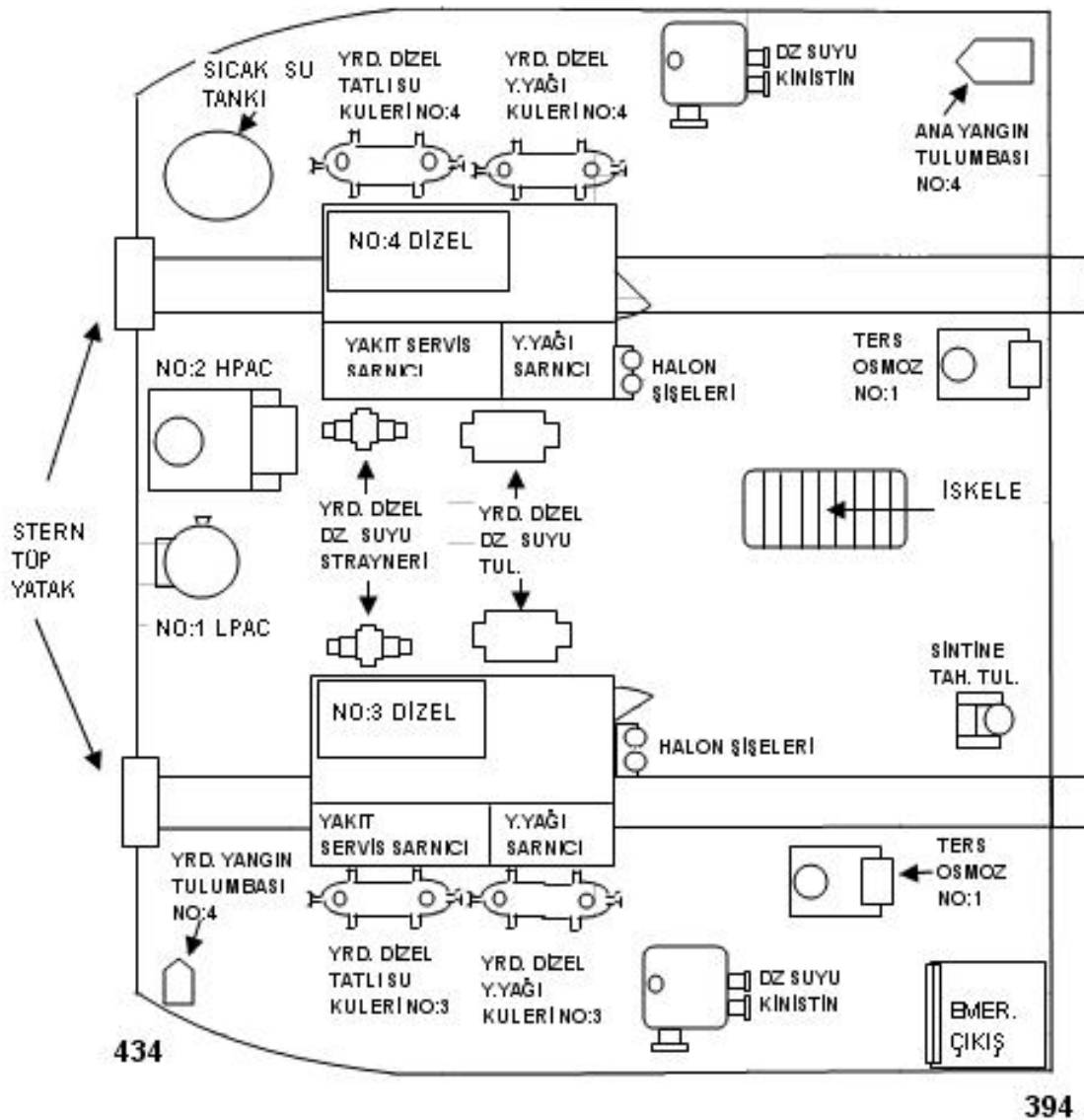
Şekil 1.2 1 No.lu yardımcı makine dairesi

2 No.lu yardımcı makine dairesi, 230. ve 271. kemereler arasındadır. Şekil 1.3’de görüldüğü gibi 2 No.lu yardımcı makineler ve bunlara ait kapsüller, 2 ve 3 No.lu iklimlendirme sistemi, 1 No.lu yüksek basınç hava kompresörü, 1 No.lu düşük basınç hava kompresörü, 2 ve 3 No.lu ana yangın pompaları mevcuttur. 2 No.lu yardımcı makine dairesi Halon, CO2 ve ana yangın devreleri ile yangına karşı korunur.



Şekil 1.3 2 No.lu yardımcı makine dairesi

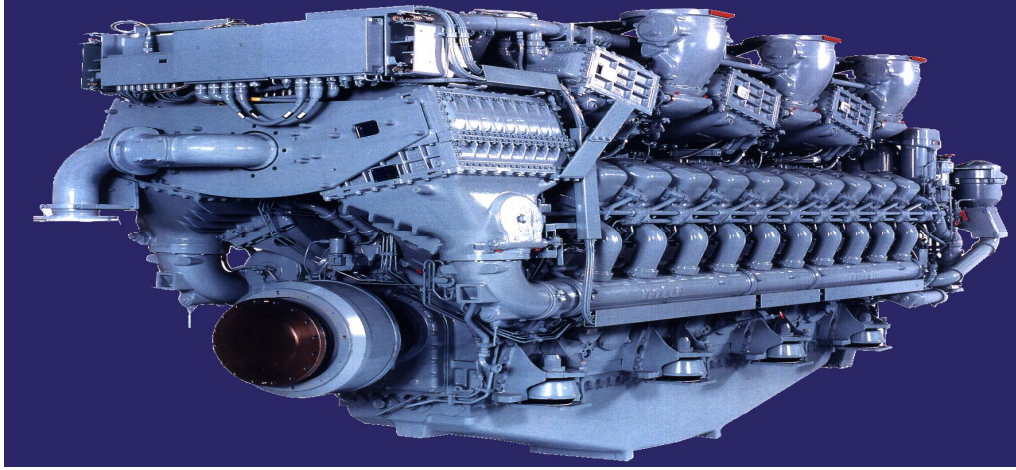
3 No.lu yardımcı makine dairesi, 394. ve 434. kemereleler arasındadır. Daire içinde 3 ve 4 No.lu yardımcı makine ve kapsülleri, 2 adet su arıtma sistemi, 2 No.lu yüksek basınç hava kompresörü, 2 No.lu düşük basınç hava kompresörü, sıcak su tankı, 4 No.lu ana yangın pompası ile 4 No'lu yardımcı yangın pompası mevcuttur. Ayrıca şaft stern tüp vasıtasıyla geminin bu dairesinden çıkar. Halon, CO2 ana yangın devreleri ile yangına karşı korunur.



Şekil 1.4 3 No.lu yardımcı makine dairesi

1. GEMİ ELEKTRİK SİSTEMİ VE KONFIGÜRASONU

Dizeller, jeneratörleri tahrik ederek gemi için gerekli elektriğin üretilmesini sağlarlar. Üretilen elektriğin her koşulda savaş gemisine yetebilmesi için Jeneratörlerin güç kapasiteleri büyük önem arz etmektedir. Şekil 2.1’de dizel motor ve jeneratör kısmı görülmektedir.



Şekil 2.1 Jeneratör

Ülkemizde inşa edilmesi planlanan fırkateynin 440V, 60Hz gemi elektrik sistemine ait elektrik yük analizi hesaplamaları yapılmış ve benzer fırkateynlerde kullanılan jeneratör güçleri incelenerek muhtemel jeneratör gücüne karar verilmiştir. Son kısımda ise geminin genel elektrik güç dağıtım sistemi anlatılmıştır.

Bu analizler, Tekne / Makine / Silah + Elektronik Sistemlerine ait gerçek / tahmini güç bilgilerine göre yapılmıştır.

2.1. Yük ve Güç Analizlerinin Yapılması

Bir harp gemisine ait güç hesabı yapılırken, seçilecek olan Jeneratör konfigürasyonu, o geminin barışta liman, barışta seyir, savaşta seyir, savaş durumlarında bütün ihtiyaçlarını ayrı ayrı karşılamak zorundadır. Gemi üzerindeki tüm sistem/cihazlar, yardımcı sistemlerin kapasitelerinin belirlenmesine doğrudan etki ederler. Sistem/cihazların miktarları arttıkça ya da çektikleri yük arttıkça seçilecek olan jeneratörün de kapasitesini artırmak gerekmektedir.

Gemide kullanılacak olan sistem ve cihazların farklı voltaj ve frekansta olması, geminin Voltaj Karakteristiğini belirler. Gemide kullanılacak olan Voltaj Karakteristikleri Çizelge 2.1’de olduğu gibidir.

Çizelge 2.1 Voltaj karakteristikleri

VOLTAJ	SİSTEM
Ana Besleme	440V 60Hz 3P
Yardımcı Besleme	115V 60Hz 3P
Aydınlatma	220V 60Hz 3P
Statik Konvertörler	440V 400Hz 3P
Silah Sistemleri	115V 400Hz 3P
Acil Aydınlatmalar ve Akü Şarj Unitleri	24 V DC
28VDC Karakteristikli Aküler	28 VDC

Gemi Elektrik Sistemlerine karar verilebilmesi için yapılması gerekli analizler aşağıda sunulmuştur.

440V 60 Hz yük ve güç analizi, 440V, 60 Hz, 3 faz karakteristikli Jeneratör ve Sahil bağlantı donanımlarının,

115V 60 Hz yük ve güç analizi, 440V/115V, 60 Hz, 3 faz karakteristikli transformatörler olan Makine, Seyir, Silah, Dahili Muhabere, Hangar Gruplarının,

220V 60 Hz yük ve güç analizi, 440V/220V, 60 Hz, 3 faz karakteristikli Transformatörler olan Aydınlatma, Aşçıhane, Revir, Büfe Gruplarının,

440V 400 Hz yük ve güç analizi, 440V, 60 Hz /440V, 400 Hz, 3 faz karakteristikli Statik Dönüştürücünün,

115V 400 Hz yük ve güç analizi 440V, 400 Hz /115V, 400 Hz, 3 faz karakteristikli transformatörün,

28 VDC yük ve güç analizi, 28 VDC karakteristikli akülerin,

24 VDC yük ve güç analizi, 24 VDC karakteristikli Akü Şarj Doğrultucuları ve akülerin kapasitelerinin belirlenmesini sağlarlar.

Bu bölümde 440V 60Hz yük ve güç analizleri yapılarak geminin ana beslemesini oluşturacak olan Jeneratör kapasitesine karar verilecektir.

Geminin elektrik yükü hesaplamasına geçmeden önce gemiye yerleştirilecek tüm sistem/cihazlara karar vermiş olmak gerekir. Analizler, tüm sistem/cihazların kullanım amacına göre Çizelge 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 'da olduğu gibi 9 alt gruba ayrılmıştır. Bunlar havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, G/T sistemleri, transformatör ve konvertörler, aşhane, bulaşıkhanne, çamaşırhane sistemleri, teknisyen atölyesi sistemleri, ırgat, İticiler, Dengeleyici Yüzgeç Sistemleri, kompresör, dümen, D/G sistemleri, pompa, valfler ve diğer sistemlerdir.

Çizelgelerde sistem/cihaz adı, sistem/cihazın çektiği birim güç, gemideki miktarı, gemideki mevcuduna göre çektiği toplam gücü, sistem/cihazların farklı durumlardaki çalışırılık durumlarına göre o sistem/cihazın çektiği güç değerleri verilmiştir. Örneğin Çizelge 2.2, Sıra Nu:25'te Isıtıcı-2 sistemi için her bir Isıtıcıin çektiği yük 2 kW olup, gemide toplam 9 adet bulunmakta, tamamı çalıştığında çektiği toplam yük 18 kW, savaş durumunda yük kısıtlamasına gidildiğinden tamamı çalıştırılmamakta yani çektiği yük 0 kW, savaş ve barış seyirlerinde 5 adedi yeterli olacağından çektiği yük 10 kW, barışta limanda yük kısıtlaması olmadığından tamamı çalıştırılabilir, yani çektiği yük 18 kW'tır. Bunun yanında hangar kapağı motoru gibi sürekli çalışır durumda olmayan sistem cihazların (hangar kapısı motoru gibi) çektiği yük hesaplamalarda sıfır kabul edilmiştir. Daha sonra bu analizler kullanılarak genel bir değerlendirme verilmiştir.

Bu kapsamda,. Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerine ait yük analizi Çizelge 2.2'de verilmiştir Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, bir savaş gemisinde personel, yük, makine ve yardımcı sistemler için gerekli uygun iç ortam şartlarını sağlarlar.

Çizelge 2.2 Havalandırma ve iklimlendirme sistemine ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	WCU-01 Fan	7,2	2	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
2	WCU-02 Fan	3,1	1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
3	WCU-03 Fan	17,05	1	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05
4	WCU-04 Fan	28,05	2	57,0	57,0	57,0	57,0	0,0
5	WCU-05 Fan	8,8	3	26,4	26,4	26,4	26,4	0,0
6	WCU-06 Fan	24,3	1	24,3	24,3	24,3	24,3	0,0
7	WCU-07 Fan	5,9	1	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
8	General Fan-01	2,9	3	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
9	General Fan-02	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
10	General Fan-03	2,5	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
11	General Fan-04	13,1	1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
12	General Fan-05	7,6	4	30,4	30,4	30,4	30,4	0,0
13	General Fan-06	1,8	2	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
14	General Fan-07	1,9	3	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
15	Sitadel Fan-01	19,3	1	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
16	Sitadel Fan-02	12,2	1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
17	Sitadel Fan-03	8,5	1	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
18	H/İ MOT	55,0	2	110,0	55,0	55,0	55,0	55,0

19	NBK Units	26,8	4	107,2	107,2	107,2	0,0	0,0
20	Nemlendirici	21,0	5	105,0	0,0	0,0	105,0	0,0
21	Isıtıcı-1	13,2	3	39,6	0,0	39,6	39,6	39,6
22	Isıtıcı-2	2,0	9	18,0	10,0	10,0	10,0	18,0
23	Isıtıcı (Supply)	20	2	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	RAC Fan-01	10,7	1	10,7	10,7	10,7	10,7	0,0
25	RAC Fan -02	24,6	1	24,6	24,6	24,6	24,6	0,0
26	RAC Fan -03	27,3	1	27,3	27,3	27,3	27,3	0,0
27	RAC Fan -04	38,0	1	38,0	38,0	38,0	38,0	0,0
28	RAC Fan -05	19,6	1	19,6	19,6	19,6	19,6	0,0
29	RAC Fan -06	26,8	1	26,8	26,8	26,8	26,8	0,0
30	RAC Fan -07	15,4	1	15,4	15,4	15,4	15,4	0,0
31	RAC Fan -08	21,2	1	21,2	21,2	21,2	21,2	0,0
32	RAC Fan -09	26,6	1	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6
33	RAC Fan -10	36,3	1	36,3	36,3	36,3	36,3	0,0
34	RAC Fan -11	25,4	2	50,8	50,8	50,8	50,8	0,0
35	FCU-01	2,3	1	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3
36	FCU-02	5,3	3	15,9	0,0	0,0	0,0	15,9
37	FCU-03	2,3	1	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3
38	FCU-04	0,15	1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
39	FCU-05	0,15	1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2

40	FCU-06	4,2	1	4,2	0,0	0,0	0,0	4,2
TOPLAM				995,85	723,15	762,75	760,55	279,85

G/T Sistemleri G/T'nin sağlıklı çalışabilmesi için yağlama, yakıt beslemesi, havalandırma gibi gerekli ortamı sağlarlar.

Çizelge 2.3 G/T sistemlerine ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	GT Hydraulic Start System	150,0	2	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	GT Start.Sys. Devir daim Pompası	33,0	1	33,0	33,0	33,0	33,0	0,0
3	GT Kompresör Yıkama Sistemi	56,0	1	56,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	CPP Standby Pompası	78,0	2	156,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	CPP Asma Tank Pomp.	12,8	2	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0
6	GT Kapsül Havalndr. Fanı	156,0	2	312,0	312,0	312,0	312,0	0,0
7	GT Yakıt Besleme Unit.	24,0	2	48,0	48,0	48,0	48,0	0,0
8	GT Yakıt Flush	1,8	1	1,8	1,8	1,8	1,8	0,0

9	GT Yakıt Sistemi Isıtıcı	125,0	1	125,0	125,0	125,0	125,0	0,0
10	GT Yağ. Yağı Transfer Pomp.	12,0	2	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Kirli Yağ Pomp.	22,4	1	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Yağlama Yağı Purifayeri	80,4	1	80,4	80,4	80,4	80,4	0,0
TOPLAM				1184,2	600,2	600,2	600,2	0,0

Çizelge 2.4 Transformatör ve konvertörlere ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Statik Konv.	80,0	3	240,0	160,0	80,0	80,0	0,0
2	Hangar Konv.	35,0	2	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Seyir Gr.Trans. 440/115v,60Hz	200,0	1	200,0	200,0	200,0	200,0	0,0
4	Silah Gr.Trans. 440/115V,60Hz	65,0	1	65,0	65,0	65,0	0,0	0,0
5	Slh. Gr.Trans-2 440/115V,60Hz	170,0	1	170,0	170,0	0,0	0,0	0,0
6	Slh Gr. Trans-3 440/115V,60Hz	80,0	1	80,0	80,0	80,0	0,0	0,0

7	Slh.Gr.Trans-4 440/115V,60Hz	135,0	1	135,0	135,0	0,0	0,0	0,0
8	Slh.Gr.Trans-5 440/115V,60Hz	155,0	1	155,0	155,0	155,0	0,0	0,0
9	Dahili Muh.Gr. Transformatör 440/115V,60Hz	123,5	1	123,5	123,5	123,5	123,5	123,5
10	Hangar Trans. 440/115V,60Hz	25,0	2	50,0	50,0	50,0	0,0	0,0
11	Aydınlatma Grubu Trans. 440/220V,60Hz	8,0	18	144,0	144,0	144,0	144,0	144,0
12	Aşhane Grubu Transformatör 440/220V,60Hz	41,0	1	41,0	0,0	41,0	41,0	41,0
13	Büfe Grup Transformatör 440/220V,60Hz	55,0	3	165,0	0,0	165,0	165,0	55,0
14	Revir Grubu Transformatör 440/220V,60Hz	11,5	1	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
15	Akü Şarj Rekt. 24 VDC	2,4	14	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
16	Akü Şarj Rekt. 28 VDC	2,8	1	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
TOPLAM				1686,4	1330,4	1151,4	801,4	411,4

Çizelge 2.5 Aşhane bulaşikhane, çamaşırhane sistemlerine ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Kızartma Tava.	52,0	1	52,0	0,0	52,0	52,0	0,0
2	Kazan	20,0	2	40,0	0,0	40,0	40,0	20,0
3	Su Kazanı	12,0	1	12,0	0,0	12,0	12,0	12,0
4	Çöp Öğüt.Mak.	19,0	1	19,0	0,0	19,0	19,0	0,0
5	Kıyma Mak.	27,0	1	27,0	0,0	27,0	27,0	0,0
6	Kuzine	24,0	1	24,0	0,0	24,0	24,0	24,0
7	Izgara	18,0	1	18,0	0,0	18,0	18,0	18,0
8	Ekmek Fırını	21,0	1	21,0	0,0	21,0	21,0	0,0
9	Bulaşık Mak,	5,0	3	15,0	0,0	15,0	15,0	5,0
10	Hamur Mak.	34,0	1	34,0	0,0	34,0	34,0	0,0
11	Çamaşır Mak.	89,0	4	356,0	0,0	356,0	356,0	89,0
12	Kurutma Mak.	15,0	2	30,0	0,0	30,0	30,0	15,0
13	Ütü	38,0	1	38,0	0,0	38,0	38,0	38,0
14	Sıcak Su Tankı Isıtıcısı-	128,0	4	128,0	0,0	128,0	128,0	32,0
TOPLAM				686,0	0,0	686,0	686,0	0,0

Çizelge 2.6 Teknisyen atölyesi sistemine ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Mak. Atölyesi Matkap Mak.	1,8	1	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Mak.Atölyesi Taş Mak.	0,3	1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Mak.Atölyesi Torna Tezgahı	3,2	1	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Elk. Atölyesi Matkap Mak.	1,8	1	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Elk. Atölyesi Taş Mak.	0,6	1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Kaynak Mak.	15,5	1	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0
TOPLAM				23.2	0,0	0,0	0,0	0,0

Çizelge 2.7 Valf ve pompalara ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Ana Yangın Pompası	65,0	4	260,0	130,0	65,0	0,0	0,0
2	Yrdc.Yangın Pompası	22,0	4	88,0	0,0	0,0	22,0	11,0

3	Yrdc.Dizel. Deniz Suyu Pompası.	15,0	4	60,0	60,0	60,0	30,0	15,0
4	Sintine Sep. Tahliye Tul.	1,5	10	15,0	0,0	15	0,0	0,0
5	Morgan Valf	0,7	8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Morgan Valf	0,8	15	12	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Morgan Valf	0,8	32	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Tatlı Su Tulmb.	5,0	2	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0
9	Sıcak Su Devir- Daim Tulumb.	6,3	4	25,2	12,6	12,6	12,6	6,3
10	Yakıt Transfer Pompası	10,5	2	21,0	10,5	10,5	10,5	10,5
TOPLAM				521,4	218,1	168,1	80,1	218,1

Çizelge 2.8 Irgat vb. sistemlere ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Yemek/Erzak Trans.Asansörü	4,1	1	4,1	0,0	0.0	0.0	0.0
2	Büfe Asansörü	0,9	1	0,9	0,0	0.0	0.0	0.0
3	Demir Irgatı	42,0	2	84,0	0,0	0.0	0.0	0.0
4	Manevra Irgatı	22,0	2	44,0	0,0	0.0	0.0	0.0

5	Vasıta Matafor.	11,8	1	1,8	0,0	0.0	0.0	0.0
6	Bot Vinci	10,0	1	10,0	0,0	0.0	0.0	0.0
TOPLAM				144,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Çizelge 2.9 İtici, Dengeleyici Yüzgeç Sistemi, kompresör, dümen ve D/G sistemlerine ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Yüksek Basınç Hava Komp.	35,0	2	70,0	70,0	70,0	70,0	35,0
2	Düşük Basınç Hava Komp.	30,0	2	60,0	30,0	30,0	30,0	30,0
3	Buz Odaları Komp. Motoru	79,0	2	138,0	0,0	79,0	79,0	79,0
4	Dümen Sistemi	73,0	2	146,0	146,0	146,0	146,0	0,0
5	Dengeleyici Yüzgeç Sistemi	90,0	2	180,0	180,0	180,0	180,0	0,0
6	İtici Elk. Mot.	242,0	2	484	0,0	0,0	0,0	0,0
7	İtici Dönd. Elk. Mot.	2,0	1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	İtici Aşağı Yukarı Elk. Mot	3,5	1	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0

9	İtici Lokal Kontrol Panel	1,0	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	İtici Remote Kontrol Panel	2,0	1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	DENGELEYİCİ YÜZGEÇ Motor Kontrolör	12,0	2	24,0	0,0	24,0	24,0	0,0
TOPLAM				1110,5	426,0	426,0	426,0	65,0

Çizelge 2.10 Diğer sistemlere ait elektrik yük analizi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Helikopter Hangar Kapısı	7,5	2	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Jeneratör Local Kontrol Paneli	18,0	4	72,0	72,0	72,0	72,0	0,0
3	D/G Sistemi Kontrol Paneli	4,0	1	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0
4	Akım Kaynağı A Kangalı	6,0	10	60,0	18,0	18,0	0,0	0,0
5	Akım Kaynağı V Kangalı	9,0	11	99,0	27,0	27,0	0,0	0,0
6	Akım Kaynağı L Kangalı	9,0	13	117,0	36,0	36,0	0,0	0,0

7	Buz Odaları Soğut. birimi	10,8	1	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
8	Ters Ozmoz	12,3	2	24,6	0,0	24,6	24,6	0,0
9	Elektrikli Sıcak Su Kazanı	32,4	4	129,6	0,0	129,6	129,6	32,4
10	Yakıt Purifayeri	26,0	2	52,0	26,0	26,0	26,0	0,0
11	JP-5 Yakıt Transfer Sis.	18,0	1	18,0	18,0	18,0	0,0	0,0
12	JP-5 Yakıt Bes..	6,0	1	6,0	6,0	6,0	0,0	0,0
13	Denizde İkmal Sistemleri (Dik)	11,0	3	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	Torpedo Kovan Kapakları	2,0	8	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	Asist(Helo Yakalama Sis.)	6,2	1	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
16	Sintine Sep.	11,0	2	22,0	0,0	11,0	0,0	0,0
17	Aktif Katodik Koruma Sis.	5,0	1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
18	Top Konsolu	32,0	1	32,0	32,0	32,0	0,0	0,0
19	76mm Top De- Icing Birimi	14,0	1	14,0	0,0	0,0	14,0	0,0
20	Alabanda Isı.	35,2	1	35,2	0,0	35,2	35,2	0,0
21	Helo Yak.Tulm	7,0	2	14,0	0,0	14,0	14,0	0,0

22	Jeneratör Önısıtıcı	3,0	4	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOPLAM				797,4	254,8	455,2	797,4	254,8

Çizelge 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10’da hesaplanan yükleri Çizelge 2.11’de görüldüğü gibi birleştirildiğinde geminin ihtiyacı olan genel yük bulunur. Burada toplam kurulu yük miktarının 7149,75 kW, geminin idamesi için ihtiyaç duyulan minimum yük miktarının, savaş durumu için 3552,65kW; savaş seyri için 4249,65 kW, barış seyri için 3671,45kW, barışta liman için 1163,75 kW olduğunu görülür.

Çizelge 2.11 Elektrik yük analizi neticesi

Sıra No	Sistem/Cihaz	Toplam Güç (kW)	Savaş Durumu (kW)	Savaş Seyri (kW)	Barış Seyri (kW)	Barışta Liman (kW)
1	Havalandırma ve iklimlendirme sistemi elektrik yük hesabı	995,85	723,15	762,75	760,55	279,85
2	G/T sistemleri elektrik yük hesabı	1184,2	600,2	600,2	600,2	0
3	Transformatör, konvertör sistemleri elektrik yük hesabı	1686,4	1330,4	1151,4	801,4	411,4
4	Aşçıhane bulaşikhane, çamaşırhane sistemleri elektrik yük hesabı	686,0	0,0	686,0	686,0	317,0
5	Teknisyen atölyesi sistemi elektrik yük hesabı	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Valf ve pompalar elektrik yük hes.	521,4	218,1	168,1	80,1	37,3
7	Irgat vb. sist. elektrik yük hesabı	144,8	0,0	0,0	0,0	0,0

8	Yardımcı pervane sistemi, Dengeleyici Kanat , kompresör, dümen ve D/G sistemleri	1110,5	426,0	426,0	426,0	65,0
9	Diğer sistemler elektrik yük hesabı	797,4	254,8	455,2	317,2	53,2
GENEL YÜK		7149,75	7149,75	3552,65	4249,65	3671,45

Savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman durumları için hesapladığımız yükleri Çizelge 2.12’de görmekteyiz. Farklı durumlardaki gemiyi besleyen dizel adedini, her durumda farklı sistem/cihazlara ihtiyaç duyulması, bazı durumlarda gemi gürültüsünü azaltarak yerimizin tespit edilmesini zorlaştırmak maksadıyla yapılan yük kısıtlamaları ve emniyet faktörleri belirler. Savaş durumunda 4 jeneratör ile 4400 kW, savaş seyrinde 2 jeneratör ile 2200 kW, barış seyrinde tek jeneratör ile 1100 kW güç elde edilmektedir. Standartlara göre barış seyrinde tek dizelin yeterli olacağı belirtilse de günümüz bahriyesinde emniyet maksadıyla 2 dizel paralelde tutulur. Yukarıda farklı şartlar için elde ettiğimiz değerler nominal değerler olup yük faktörü ile çarpığımızda aynı şartlarda gemide çalışan sistem/cihazların çektiği gerçek yükü bulmuş oluruz.

Çizelge 2.12 Elektrik yük ve güç analizi

İşletme Şartları	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	Nominal Yük (kW)	Yük Faktörü	Gerçek Yük (kW)	Yüklenme
Savaş Durumu	1100	4	4400	3552,65	0,55	1953,95	48,8%
Savaş Seyri	1100	2	2200	4249,6	0,5	2124,8,	106,2%
Barış Seyri	1100	1	1100	3671,45	0,3	1101,43	109,1%
Barışta Liman	487	1	487	1550,15	0,4	620,00	127,3%

Elde ettiğimiz nominal yükler dört durum için de, BV-3000 Standardına göre yük faktörleri ile çarpılmış geminin ihtiyacı olan gerçek yük elde edilmiştir. Savaş durumunda mevcut jeneratör

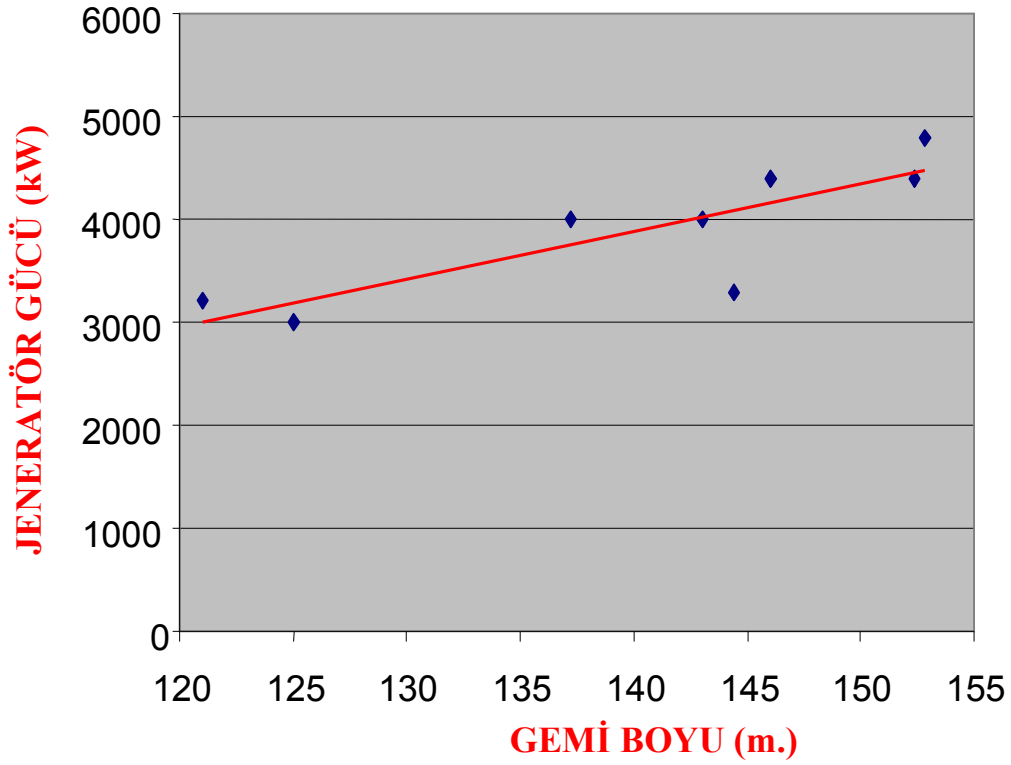
konfigürasyonu, “Savaş Durumu” yükünü %100 yedekli karşılaması gerekmekte olup, bizim hesabımızda yaklaşık %96,5 karşılamakta, yani % 44,4’luk bir yükleme ile çalışmaktadır. Aynı durum “Savaş Seyri” yükünü ” %96,5, “Barış Seyri” yükünü %100,1, “Barışta Liman” durumunda ise %95,6 yükleme ile çalışmaktadır. Bu sonuçlar bize geminin yük ihtiyacını her durumda 1100 kW’lık 4 adet jeneratör ile sağlayabileceğimizi göstermektedir.

1.2 Benzer Fırkateynlerde Kullanılan Jeneratör Güçleri

Benzer fırkateynlerde kullanılan jeneratör gücü ile gemi boy ilişkileri Çizelge 2.13’de görülmektedir. Şekil 2.2’de yer alan benzer fırkateynlerin jeneratör gücü ile gemi boy ilişkisi grafiğine bakacak olursak, grafikte yer alan değerlerin eğilim fonksiyonundan 125m. boyundaki bir fırkateynin elektrik ihtiyacını karşılayacak dizel jeneratörlerinin toplam gücünün 4400 kW civarında olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.13 Benzer fırkateyn karakteristikleri ile jeneratör güçleri

SINIF	ÜLKE	BOY (METRE)	EN (METRE)	DEPLASMAN (TON)	JENERATÖR GÜCÜ (ADET X kW)
Zeven	Hollanda	144,4	18,8	6050	2x1650=3300
La Fayette	Fransa	125	15,5	3500	4x750 =3000
F-102	-	146	17,5	5900	4x1100=4400
Type-45	-	152,4	21,2	8000	2x2200=4400
F-124	-	143	17	5600	4x1000=4000
Horizon	İtalya	152.8	20.3	6635	4x1200=4800
Fridtjof Nansen	Norveç	137,25	16,8	5290	4x1000=4000
(Meko)	G.Afrika	121	16,34	3700	4x800=3200



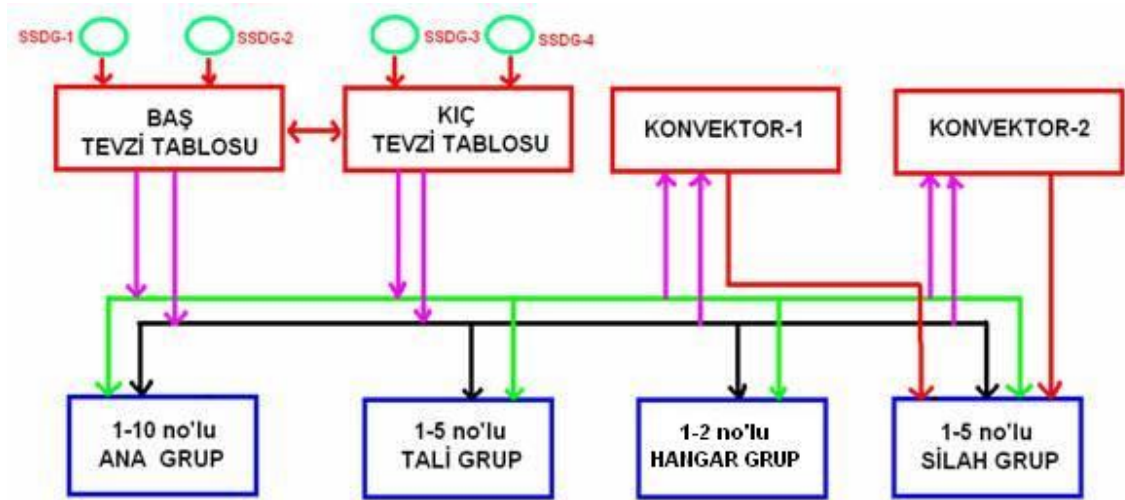
Şekil 2.2 Benzer fırkateynlerin jeneratör gücü ile gemi boy ilişkisi

1.3 Elektrik Güç Dağıtım Sistemi

Gemi, ihtiyacı olan elektriği 4 adet dizel jeneratörden elde edilen güç ile sağlamaktadır. Her bir dizel jeneratörün devamlı çıkış gücü 1100 kW olup, elde edilen elektrik gücünün gemiye dağıtımını baş ve kıç tevzi tablosu olmak üzere iki ayrı tevzi tablosu üzerinden yapılmaktadır. No:1 ve No:2 dizel jeneratörler baş tevzi tablosu, No:3 ve No:4 jeneratörler kıç tevzi tablosu üzerinden tüm gemiyi beslemektedir. Ana tevzi tablolarından gemiye dağıtım, 10 adet ana grup, 5 adet tali grup, 5 adet silah grubu, 2 adet dönüştürücü tevzi tablosu, 2 adet hangar grubu, 10 adet fan grup, 1 adet dahili muhabere (IC) grup, 18 adet aydınlatma ve acil aydınlatma grubu, 1 adet aşhane grubu, 3

adet büfe grup, 1 adet revir grup, 14 adet 24VDC grubu ile yapılır. Ayrıca ana tevzi tablolarında bulunan transfer şalterleri vasıtasıyla 4 jeneratör de birbirine paralel olarak çalışabilecek ve jeneratörler kendi aralarında yükleri dengeli bir şekilde paylaşabileceklerdir.

Silah grupları için kullanılan 400Hz sistemi; 2 adet konvertör tevzi tablosuyla, 4 adet 400Hz konvertörden beslenmektedir. 1 no'lu konvertör grubu öncelikli olarak devrededir. 2 no'lu konvertör grubu ise 1 no'lu konvertör grubunda herhangi bir arıza olduğunda otomatik olarak devreye girmek üzere standby konumunda boşta çalıştırılacaktır. Gemimize ait elektrik güç dağıtım sistemi Şekil 2.3'te görülmektedir.



Şekil 2.3 Elektrik güç dağıtım sistemi

Elektrik üretimi 4 adet 1100 kW jeneratörlerle sağlanacaktır. Gemi beslemesi 440V,60Hz,3faz, Nötr izoleli olacaktır.

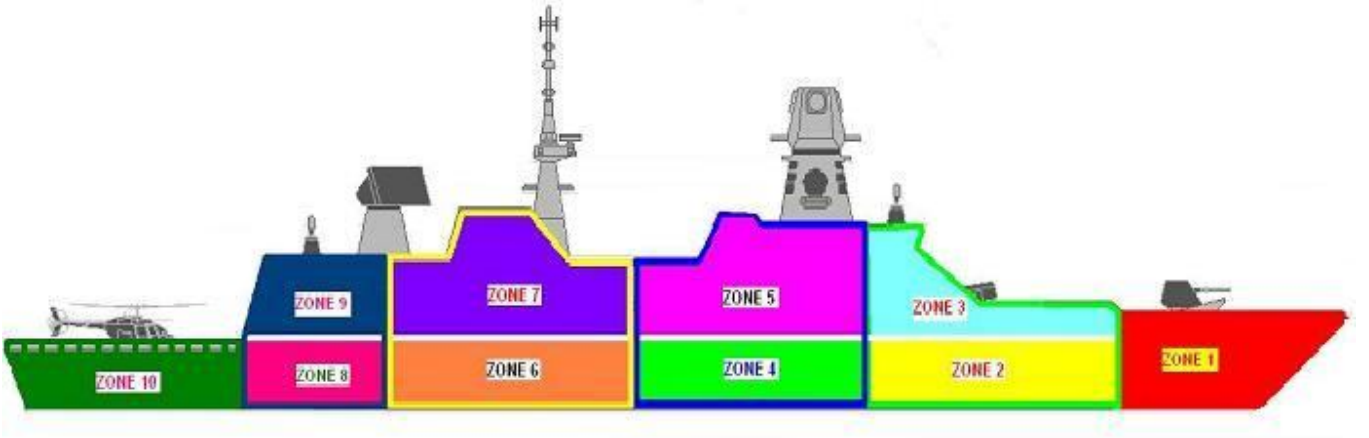
Yardımcı besleme 440/115V,60Hz transformatörler kullanılarak elde edilecek ve 115V,60Hz,3faz, Nötr izoleli olarak kullanılacaktır.

Aydınlatma, revir, bulaşikhane, çamaşırhane gibi gruplar 440/220V transformatörler vasıtasıyla elde edilecek, 220V kullanılacaktır.

Akü grupları ve doğrultucular kullanılarak 24VDC güç elde edilecek ve acil beslemelerde ve acil aydınlatmada kullanılacaktır.

Silah sistemleri için 400Hz dönüştürücüler kullanılacak, 115V,400Hz ihtiyacı ise 400Hz transformatörler ile sağlanacaktır.

Gemi elektrik sistemi, yara savunma bölgeleri dikkate alınarak 10 adet zona bölünecektir. Her zon için bir ana grup panosu bulunacak ve zon içerisindeki tüm elektrik dağıtımı bu grup panoları vasıtasıyla yapılacaktır. Zonlar birbirinden bağımsız olacak ve bir zondaki elektrik problemi, diğer zonları etkilemeyecektir. Gemi zonları Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Yara savunma zonları

2. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ

Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, bir savaş gemisinde personel, makine ve yardımcı sistemler için gerekli uygun iç ortam şartlarını sağlarlar. Donanmada kullanılacak harp gemilerinde asıl amacın savaşmak olduğu düşünüldüğünde silah sistemleri ile bunların alt ve yardımcı sistemleri hariç her türlü cihaz ve sistem devlet bütçesine fazladan bir yük getirmektedir.

Günümüzde ise donanmalarda bulunan gemilerin harp etme gücü hesap edilirken gemileri kullanacak olan insan faktörü en önemli öge haline gelmiştir. Gemi personelinin moral/motivasyon ihtiyaçları da büyük önem arz etmektedir.

Gemilerde eskiden gerek teknolojik yetersizlikler gerekse silah sistemlerinin insan faktöründen daha önemli görülmesi sebebiyle insan ihtiyaçları hep arka plana atılmıştır. Örneğin cephanelikler ve yiyecek ambarlarında iklimlendirme sistemleri bulunmasına rağmen gemi personelinin yaşam yerlerinde bu sistemler gereksiz görülerek monte edilmemiştir. Gemileri kullananın insan olduğu düşünülerek gemi personelinin her türlü ihtiyacının karşılanması gerektiği artık yadsınamaz bir gerçektir.

Gemi personeli için gerekli temiz havanın dolaşımı, bölmeler arasında devirdaim ettirilmesi, kompartımanlarda oluşabilecek ısı, yağ buharı ve solunum gibi nedenlerden dolayı kirlenen havanın atmosfere atılması, dış atmosferden alınan taze havanın filtreler ile temizlenmesi, ısıtma soğutma işlemleri yapılarak gemi içerisinde uygun iklim şartlarının oluşması ve havanın gerektiği zaman gemi bölmeleri arasında sızdırmazlıklarının sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Havalandırma ve iklimlendirme sisteminden beklenen özellikler aşağıda verilmiştir.

- a. Solunulabilecek nitelikte hava sağlamak,
- b. Nispi nemi tanımlanan sınırlar dahilinde tutmak,
- c. Isıtmak ve soğutmak,
- ç. İstenmeyen kokuları gidermek ve havayı temizlemek,
- d. Yangın durumunda duman tahliyesini sağlamak,
- e. Basit, güvenilir, pratik olmalı ve bakım, tutum ihtiyaçları da az olmalıdır.

Havalandırma ve iklimlendirme denildiğinde kulağa aynı işlevleri varmış gibi gelse de birbirinden çok farklıdırlar. Havalandırma, geminin bazı bölümlerine taze dış havanın sağlanması işlemidir. Makine dairelerinin ya da tuvalet ve banyoların havalandırılması gibi. İklimlendirme işlemlerinde ise dış ortam şartlarındaki değişkenlik dikkate alınmaksızın iç ortamdaki sıcaklık, nem, hava hareketi, hava temizliği ve taze hava girişi unsurlarının birlikte kontrol edilerek, iç ortamların istenilen şartlarda tutulması amaçlanır. Yaşam mahallerinin havalandırılması gibi. Alt bölümlerde havalandırma ve iklimlendirme sistemlerin elemanları ile dizaynı sunulacaktır.

2.1 Havalandırma ve İklimlendirme Sisteminin Elemanları

Gemimizde kullanılacak olan havalandırma ve iklimlendirme sistemine ait elemanlar aşağıda sunulmuştur.

2.1.1 Fanlar

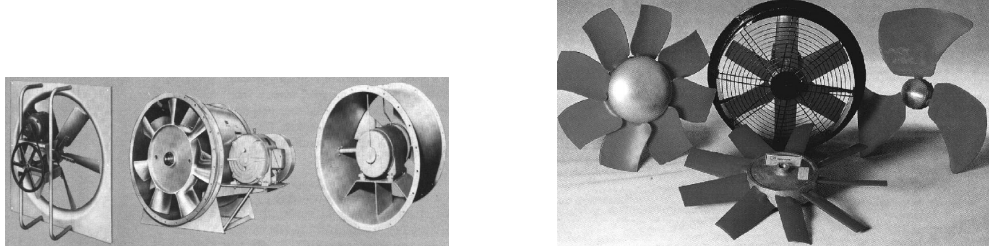
Fan, bir basınç farkı oluşturarak havanın akışını sağlayan cihazdır. Fanın hareketli elemanı olan çarkı, hava üzerinde iş yapar ve ona statik ve kinetik enerji kazandırır. Kış aylarında aşırı soğuk hava, basıncı fanlar ile gemi içerisine alınırken, ısı kontrol elemanları ile atmosferdeki havanın sıcaklığı kontrol edilir ve elektrikli ön ısıtıcılar (önısıtıcı ortam sıcaklığını 7°C de sabit tutmaya çalışırlar.) ile ısıtılır (Ön ısıtıcılar 7°C hava sıcaklığının altında devreye girer). Buna rağmen gemi içerisindeki hava sıcaklığında azalmalar olursa kompartımanlarda bulunan termostatlar ile kontrol edilerek, elektrikli ısıtıcılara kumanda edilir ve havanın ısısı yükseltilir. Gemide kullanılan başlıca fan çeşitleri aşağıda olduğu gibidir.

a. Hava Soğutucu Fanlar: Bu tür havalandırma birimlerinde sadece hava soğuk sulu ısı değiştiricisinden soğutucu mevcut olup, soğuk su giriş çıkışı vardır. Fan sadece havayı soğutup kompartımanlara gönderir. Her kompartımanın kendine ait termostatu ve ısıtıcısı vardır.

b. Havayı Isıtıp Soğutabilen (ACU-Air Conditioning Unit) Fanlar: Fan birimlerinin hepsinde temiz hava girişi mevcut olup, belirli oranlarda genel basıncı fanlar vasıtasıyla devir daim eden hava ile karışım yapılır. Kendi bünyesindeki mevcut ısı değiştiricisinde ısıtma ve soğutma kangalları mevcuttur.

c. Basıncı (Supply) Fanlar: Atmosferden taze havanın alınıp gemi bölmelerine

transfer edilmesini sağlayan fanlardır. Makine dairelerinde gürültü önemli olmadığından ve yüksek verimli fanlara gereksinim duyulduğundan Şekil 3.1.'de örnekleri görülen eksenel akışlı basıcı fanlar kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Eksenel tip fanlar

ç. Havayı Isıtıp Soğutabilen Devirdaim (RACU-Recirculation Air Conditioning Unit)

Fanları: Kendi bünyesinde ısıtma ve soğutma kangalları mevcut olup, bağlı bulunduğu bölmenin havasını devir daim ettirmek suretiyle iklimlendirme işlemini yapar. Devir daim fanı olduğundan taze hava girişi bu fan birimlerinde mevcut değildir.

d. Havayı Soğutan Devirdaim (RAC-Recirculation Air Cooling) Fanları: Soğutma biriminin içerisinde sadece ısı değiştiricisi soğuk su kangallı olup, ısıtma işlemi AC fanlarda olduğu gibi yapılır. Bağlı bulunduğu bölmenin havasını devir daim ettirmek suretiyle ısıtma veya soğutma işlemi yapılır. Basıcı fan devresinden taze hava girişleri yoktur.

2.1.2 Havalandırma Klepeleri

Gemi içerisinde, yangın veya herhangi bir nedenden dolayı oluşan alev, duman ve zehirli gazların yayılmasını engelleyen, gemi bölmeleri arası hava ve su sızdırmazlığını sağlayan otomatik (basınca ve sıcaklığa göre çalışan) ve el ile kumanda edilebilen sistemlerdir. Gemide kullanılan başlıca klepe çeşitleri aşağıda olduğu gibidir.

a. Aşırı Basınç Klepeleri: Bu tür klepeler bulundukları yerlerin hava basıncının artması ile açılarak iç hava basıncının atmosfere doğru kaçırarak, o mevkiinin dış ortamdaki NBK'dan dolayı kirli havadan etkilenmesini engellemek için kullanılır. Barbaros sınıfı fırkateynlerde olduğu gibi gemimizde de bu klepelerden kullanılmıştır.

b. Çabuk Kapama Klepeleri: Meydana gelebilecek herhangi bir yangın veya ısı derecesinde aşırı yükselme durumunda yangının yayılmasını önlemek için egzoz devrelerinde

bulunan ve otomatik olarak kapanan klepelerdir. Aşhane ve makine dairelerindeki fan devreleri üzerlerine yerleştirilmişlerdir. Yangın klepesi özel bir anahtar ile açılır. Açık konuma getirilen klepenin, ısıdan eriyebilen bir bağlantı parçası yuvaya oturarak klepenin açık kalmasını sağlar. Ortam ısısı 72°C 'ye yükseldiğinde klepe mekanizmasına yerleştirilmiş bulunan eriyebilen metal bağlantı parçası, ısıdan dolayı erir ve klepeyi yay aracılığıyla otomatik olarak kapatır.

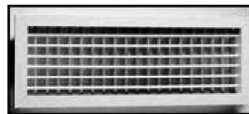
c. Sızdırmaz Klepeler: Su sızdırmaz güverte ve bölmeler arasındaki hava akışının kontrol edilmesi için kullanılır.

2.1.3 Menfezler

Bir havalandırma sisteminin en son unsurudur ve mahal içinde bulunmaktadır. Menfezlerden genel olarak beklenenler şunlardır;

- a. Gerekli hava debisini vermek,
- b. Havanın mahal içinde yayılmasını sağlamak,
- c. Rahatsız edici hava akımlarını oluşturmamak,
- ç. Havayı doğrudan toplayıcı menfezlere göndermek,
- d. Gürültü oluşturmamak,
- e. Mimari tasarıma uygun olmak.

Gemimizin havalandırma sisteminde kullanılan tipik bir menfez örneği Şekil 3.2'de olduğu gibidir.



Şekil 3.2 Menfez

2.1.4 Hava Filtreleri

Havada bulunan istenmeyen gaz, buhar ya da başka partikülleri ayrıştırmaya yarayan cihaz ya da malzemelere filtre denir.

2.2 Gemiye Kullanılacak Fanlar ve Dizayn Kriterleri

Havalandırma ve iklimlendirme sistemi tüm beklentilere cevap verebilecek nitelikte olmalıdır. Bunun için izlenecek yöntem aşağıda tanımlanmıştır.

Gemi dahilinde kullanılacak hava, baş NBK dairesi ve kış NBK dairesi olmak üzere iki yerden gemiye alınacaktır. Gemi dahilinde kullanılacak hava kanalı miktarının en az seviyeye indirilmesi ile hacim kayıplarının azaltılması ve yangınla müdahalede avantaj sağlanması hedeflenmektedir. Bahse konu dairelerde NBK birimli bulunacak olup bu birimlerin görevi dışarıdan gemi dahiline alınacak havayı (taze hava) nükleer serpinti veya biyolojik ve kimyasal maddelerden temizlemektir. Bu görevi de birimlerin dahilinde bulunacak uygun filtreler ile yerine getirecektir.

NBK birimlerinden NBK fanları ile basılan temizlenmiş taze hava, yaşam mahallerini besleyen fan ve fan kangalların emiş tarafına basılacak ve burada devir daim havası ile karışarak karışım havasını oluşturacaktır. Fan ve fan kangalları karışım havasını, içerisindeki toz, koku ve diğer istenmeyen maddelerden filtreler ile temizleyip soğutarak gerekli mahallere basacaktır. Bu kapsamda, birbirine yakın ve aynı özellikteki mahallerin (yaşam mahalleri, elektronik cihaz kamaraları, hayati öneme haiz mahaller gibi) havalandırması, bulundukları bölme ve güverte göz önüne alınarak aynı fan kangallarından sağlanacaktır. Ayrıca hayati öneme haiz mahallerin fan veya fan kangalları yedeklenebilir olacaktır. Örneğin, SHM'nin fan veya fan kangalları, baş yaşam mahallerinin fan veya fan kangallarından de beslenebilecektir.

2.3 Makine Daireleri Havalandırma Esasları:

Ana tahrik sistemi (gaz türbini, dizel motoru) ile dizel-jeneratör setlerinin emiş havası münferit hava emiş kanallarından sağlanacağından havalandırma hesaplarında dikkate alınmazlar.

Makine dairelerinin havalandırması devir daim fanları ve emici fanlar ile sağlanacaktır. Her daire için birbirini yedekleyen en az iki adet devir daim fanı bulunacak ve devir daim fanlarının emici tarafında ayrıştırıcı/filtre birimi ve basıcı tarafında deniz sulu soğutma kangalları yer alacaktır. Hesaplanan kaçaklar için gerekli hava, Toplu Koruma Bölgeleri (TKB) dahilindeki + 5 mbar basınca sahip diğer mahallerden sağlanacaktır.

2.4 Isıtma ve Soğutma Yükleri

Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde ısıtma ve soğutma yüklerini belirlemek için kompartımandan çevreye ve çevreden kompartımana olan ısı geçişini hesaplamak gerekir. Kompartımandan çevreye geçen ısı denklem (3.1)'de olduğu gibi hesaplanır.

$$Q_v = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (W) \quad (3.1)$$

U = Toplam ısı geçiş katsayısı, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

A = Yüzey alanı, (m^2)

ΔT = Ortamlar arasındaki sıcaklık farkı $(^\circ C)$

Toplam ısı geçiş katsayısı değişik yapıya sahip perde ve güverte gibi yapılar için değişik kaynaklardan sağlanabilir. İçeri verilen havanın sıcaklığının dış ortam sıcaklığından iç ortam sıcaklığına yükselmesi için gerekli ısı miktarı ise denklem (3.2)'de görüldüğü hesaplanır.

$$Q_a = \rho \cdot V \cdot C_p \cdot (T_i - T_o) \quad (W) \quad (3.2)$$

ρ = Yoğunluk, kg/m^3

V = Hacimsel debi, m^3/sn

C_p = Sabit basınçta özgül ısı, $J/(kg \cdot K)$

T_i = İç ortam sıcaklığı, $^\circ C$

T_o = Dış ortam sıcaklığı, $^\circ C$

Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerin dizaynında her bir kompartımanın ısı yükü belirlenmelidir. Bir kompartımanın ısı yükü yukarıda verildiği gibi kompartımanın sınırlarından geçen ısı, kompartımandaki ışıklar ve cihazların ısı yüklerinin toplamıdır. İklimlendirme sistemlerinde kompartımanın ısı yükü belirlenirken bu ısı yüklerine ilave olarak kompartımandaki kişiler ve dışardan içeriye giren havanın ısı yükü de göz önüne alınmalıdır. Hesaplama kullanılan ülkemiz ortam koşulları aşağıda sunulmuştur.

a. Yaz Ortam Koşulları :

Hava Sıcaklığı : 30°C

Nispi Nemlilik : % 80

Deniz Suyu Isısı : 27°C

b. Kış Ortam Koşulları :

Hava Sıcaklığı : -5°C

Nispi Nemlilik : % 80

Deniz Suyu Isısı : +5°C

Hesaplama kompartımanların özelliklerine göre sıcaklık istekleri farklıdır. Değişik kompartıman istekleri aşağıda sunulmuştur.

<u>Kompartıman İsmi :</u>	<u>Maks. Sıcaklık :</u>	<u>Min. Sıcaklık :</u>
Yaşam Mahalleri, K/Ü, MKO	25°C	20°C
Kripto, SHM	20°C	5°C
Cephanelikler	25°C	0°C
Makine Daireleri	35°C	0°C
Elektronik Kamaraları	35°C	5°C

Toplu Koruma Sisteminin (TKS), atmosferde oluşabilecek nükleer, biyolojik veya kimyasal kirliliğin TKS dahilindeki bölgelere girmesini, girmesi durumunda ise diğer bölgelere yayılmasını engellemek üzere CITADEL uygulanacaktır. Toplu Koruma Bölgeleri, radyoaktif, biyolojik veya kimyasal kirliliğin gemiye girmesini engellemek maksadıyla, gemiden dışarı doğru pozitif bir akış sağlamak için gemi bünyesinde atmosferik basınçtan daha yüksek basınç (+ 5 mbar) tutularak oluşturulacaktır.

Hayati mahallerin, devir daim havası kanallarına tek yönlü valf/klape konulacak şekilde dizayn edilerek gemi savaş durumuna alındığında, ortamdan daha yüksek basınca sahip olması (+ 5 mbar'dan daha yüksek) sağlanacaktır. TKS haricindeki mahallere basılacak hava, TKS'den emici fanlar veya klapeler ile veya atmosferden emiş yapacak basıcı fanlar ile sağlanacaktır. Makine daireleri ve dizel ana makine ve jeneratör dizelleri akustik kapsüllerinin (mevcut olduğu takdirde), gemi genelindeki basınçtan daha düşük basınçlara sahip olacağı ve gaz türbini kapsülünün TKS dışında olacağı hesaba katılacaktır.

İç mahallerdeki yüksek basıncın kaybedilmemesi maksadıyla “çift kaportalı geçiş” (hava kapanı-air lock) sistemi dış güverteye çıkışlara uygulanacaktır. Biri başta diğer ikisi kıçta bulunacak çıkışlarda “hava kapanları” ve toplam üç adet “temizlenme (dekontaminasyon) istasyonu” bulunacaktır.

2.5 Taze Hava Miktarı Hesaplama Kriterleri

TKS kapsamında dışarıdan temin edilecek taze hava debisi hesaplanırken aşağıdakiler dikkate alınacaktır. Bahse konu hesaplamalarda TKS bünyesinde (+5 mbar) değerindeki pozitif basıncın sağlanması gerektiği hesaba katılacaktır.

- a. Temizlenme istasyonlarında ihtiyaç duyulan hava değişim miktarı,
- b. Hava kapanlarında ihtiyaç duyulan hava değişim miktarı,
- c. Egzoz fanları ile doğrudan dışarı atılan hava gibi hesaplanan kontrol dahilindeki kayıplar,
- ç. Kontrol dışı kayıplar,
- d. TKS'den dışarı atılacak hava kayıpları.
- e. İhtiyaç duyulan temizlenmiş taze hava miktarı,

2.6 Soğutma Yüğü Hesaplama Kriterleri

Soğutma hesapları, aşağıdaki varsayımlar kullanılarak yapılacaktır.

- a. Geminin her iki tarafının (sancak ve iskele) eşit olarak güneş ışınlamına maruz kaldığı, ancak aynı kompartıman geminin bir tarafından diğer tarafına kesintisiz uzanıyor ise sadece bir taraftan güneş ışınlamına maruz kaldığı,

- b. Üst güverteler, baca veya direkler nedeniyle gölge oluşmadığı,
- c. Dahili ısı yüklerinin en üst değerde olduğu ve bekleme (stand-by) durumundaki cihazların hariç tutulduğu,
- ç. Personel sayısının 250-300 kadar olduğu.

2.7 Isıtma Miktarı Hesaplama Kriterleri

Isıtma hesaplarında aşağıdaki varsayımlar kullanılacaktır.

- a. Dahili ısı yüklerinin en düşük değerde olduğu,
- b. Mahaldeki insanların ısı yükünün ihmal edildiği,
- c. Güneş ışıınının hesaplamaya katılmadığı,
- ç. Daha soğuk yan bölmelerde ısı kaybı olduğu,
- d. Isının tekne yapısından denize ve havaya kaybedildiği.

2.8 Soğutma Sistemi

Gemi her bölmeye taze hava temin edecek şekilde dizayn edilmiş bir H/İ sistemi ile donatılmıştır. Bölmelerdeki havanın sıcaklık ve nispi nemliliklerinin istenen düzeyde tutulması için gemide değişik kompartımanlara yerleştirilmiş H/İ birimleri mevcuttur. Kompartımanlara basılan hava, bu birimlerde “Soğutucu Su”den gelen soğutulmuş tatlı su ile soğutulur.

Gemide 3 adet Soğutucu Su birimi mevcuttur. Birimler 2 adet kompresör, 2 adet evaporayter, 2 adet yoğuşturucu ile cihazların emniyet ve kontrolünü sağlayan eşizelerle donatılmışlardır. Bir adet kompresörle devre beslenebilir, istendiği takdirde ikinci kompresör devreye alınabilir. Soğutma gazı olarak F-22 kullanılır. Evaporayter fan odalarındaki soğuk su soğutucularında dolaşan kapalı devre tatlı su devir daimleri ile iştiraklendirilmiştir. Evaporayterde soğuyan tatlı su, devir daim pompası ile fan eteklerine gönderilir. Bu peteklerden su tekrar evaporaytere gelir. Kapalı devrede eksilen suyun tamamlanması gemi devresinden yapılır. Herhangi bir Soğutucu Su birimi arıza yaptığı takdirde onun beslediği petekler diğer birim ile iştiraklendirilebilir.

Soğutma yapmak için gemide mevcut 2 adet Soğutucu Su birimin soğuttuğu tatlı su, peteklerden dolaştırılırken fan tarafından basılan havayı soğutur. Kışın basılan havanın nem oranı sistemlere

monte edilmiş humidifayer birimler ile ayarlanmaktadır.

Kompartımanlardaki sıcaklığın kontrolü pinomatik olarak yapılır. Kontrol havası H/İ birimleri üzerindeki veya odalardaki termostatlarda istenen değere göre pinömatik valflere kumanda ederek, soğutucu ve ısıtıcılardan geçen soğuk/sıcak su miktarını ayarlar.

SHM gibi elektronik sistem/cihazların fazla olduğu mahallerin normal soğutmasını sağlayan fan ve fan kangallarına ilave olarak, mahale local H/İ yerleştirilmiştir.

Havalandırma ve iklimlendirme fonksiyonları, nemlendirici, deniz sulu soğutma kangalları, klima santralleri, fan kangalları, emici fanlar, basıcı fanlar ve doğal havalandırma ile sağlanacaktır. Deniz sulu soğutma kangalları, yalnızca makine dairelerinin havalandırmasını sağlayacak olan fanların basma tarafında bulunacaktır.

2.9 Isıtma Sistemi

Geminin ısıtılması elektriki ısıtıcılar vasıtasıyla sağlanır. Isıtma sistemi, gemi yaşam mahallerinin soğutma sistemi ile ortak havayı kullanır. Mahaldeki havayı kapalı çevrim olarak alıp tekrar aynı mahalle basar. Hava mahale basılırken aynı zamanda harici bir basıcı fan vasıtasıyla %10 oranında taze hava ilave olur. Havanın basılması sırasında fan devrelerinin çıkışında bulunan elektriki ısıtıcılar devreye alınarak mahal ısıtılır. Gemimizde ısıtıcılar iki çeşit olup, 25 adet önısıtıcı ve 81 adet ısıtıcı vardır. önısıtıcılar harici fan sayesinde mahale basılan havanın sıcaklığını 7°C'da sabit tutar. önısıtıcı ise mahale basılan havayı termostatlar sayesinde 7-32°C arasında tutmaya yarar.

3. DİĞER YARDIMCI SİSTEMLER

Gemimizin elektrik ve iklimlendirme sistemlerinin yanında sahip olacağı diğer yardımcı sistemler olarak; deniz suyu arıtma sistemi, kompresörler, yardımcı pervane sistemi, Dengeleyici Kanat Sistemi, Yüzeyleme-Maskeleme hava sistemi, egsoz ve baca ile CPP sistemleri mevcuttur. Bu yardımcı sistemler gemimizin manevra kabiliyetinin güçlenmesi, cihaz ve sistemler tarafından kullanılacak hava üretimi, personelin kullanacağı saf su üretimi ve taktik sahada gemiye ait gürültünün azaltılması gibi önem arz eden konularda bize yardım sağlayacak sistemler olacaktır.

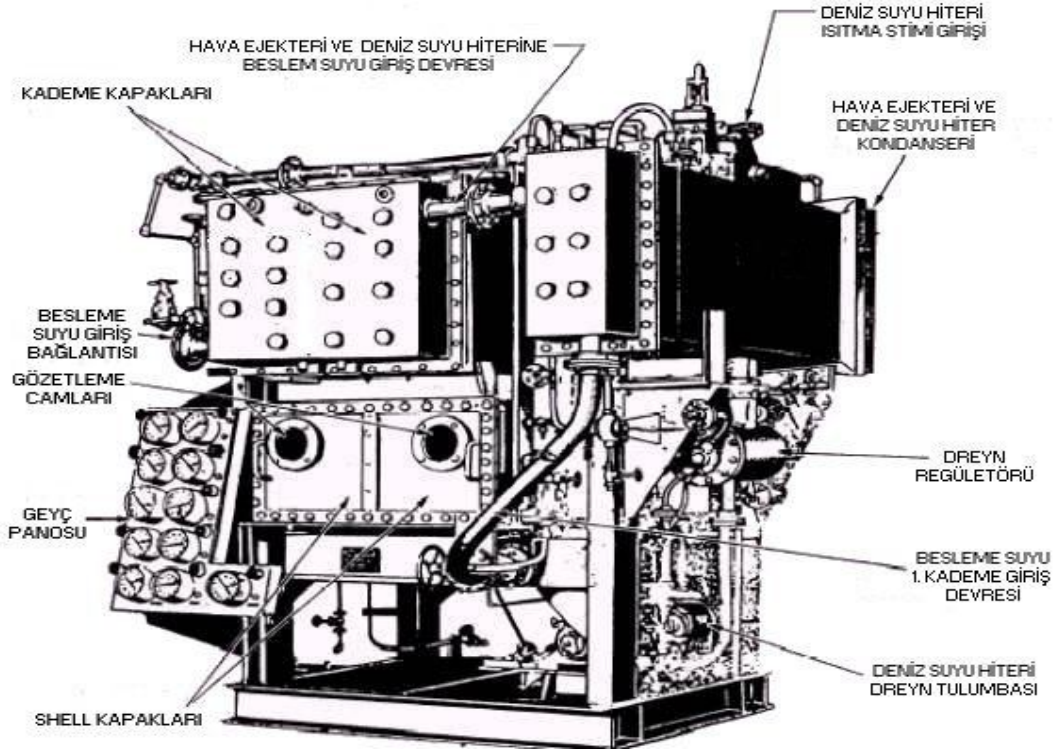
3.1 Deniz Suyu Arıtma Sistemi

Su hayatın özü, vazgeçilmezi, bütün canlıların biricik hayat kaynağıdır. Bu nedenle içtiğimiz, kullandığımız suyun hijyenik ve sağlıklı olması gerekmektedir. Gemimizde de personelin ihtiyacını karşılamak için deniz suyu arıtma sistemi mevcuttur.

Deniz suyu arıtma sistemi, deniz suyundan personelin ihtiyacı olan tatlı suyu elde eden sistemlerdir. Gemilerde özellikle uzun seyirlerde personeli susuz bırakmamak için deniz suyu arıtma sisteminin kapasitesini iyi belirleyip seçimi ona göre yapmamız gerekir. Tüketilecek su miktarının doğru belirlenmesi, optimum sistem seçimini sağlayacağı gibi gereksiz yatırım maliyetinden de kaçınılmasını sağlayacaktır.

Gemimizde kullanacağımız sisteme karar vermek için bahriyemizde kullanılan sistemleri avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte incelememiz gerekir.

GABYA Sınıfı fırkateynlerde deniz suyu arıtma sistemi olarak 2 adet 15m³ kapasiteli Şekil 4.1’de gösterilen Evaporayter sistemi mevcuttur. Evaporayter sistemi deniz suyunun buharlaştırılıp yoğunlaştırma ameliyesiyle deniz suyunun içerisindeki tuzları, mineralleri ayıran ve saf su elde etmemizi sağlayan cihazlardır.



Şekil 4.1 Evaporayter sistemi

Evaporayterin avantajları,

- a. Saf su, deniz suyunun kaynatılmasıyla elde edildiğinden içersinde çok az miktarda mikroorganizma vardır.
- b. Saf su olduğundan ana ve yardımcı dizel makinelerde soğutma suyu olarak kullanılabilir.

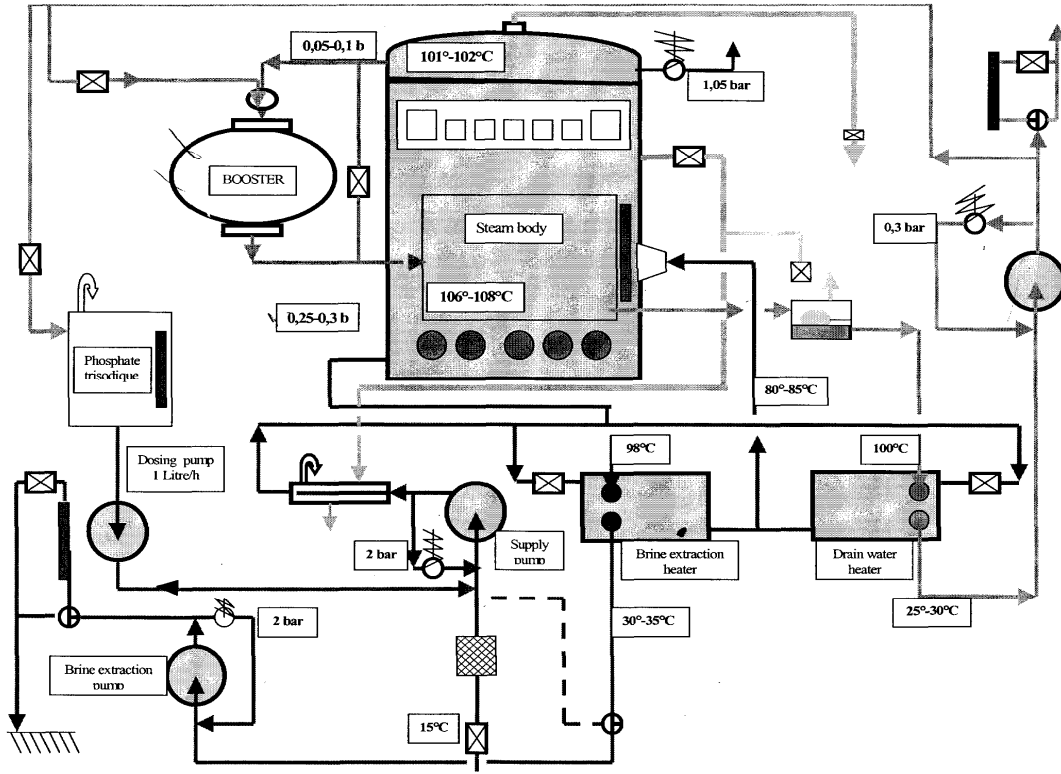
Evaporayterin dezavantajları,

- a. Gemide çok büyük yer kaplarlar.
- b. Enerji sarfiyatları çok fazladır.
- c. Evaporayterde üretilen sular kimyasal maddeler kullanılarak ıslah edilmek zorundadır.
- ç. Evaporayterde üretilen su, saf su olup içimi ve hazmı zordur. İçilebilir hale getirilmeleri için yumuşatma sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu da ekstra alan ve ekstra maliyet demektir.

d. Yüksek sıcaklık şartlarında saflığı bozulan malzemeler yüzeylerde kışır oluşturarak ısı transferini engellemektedir. Bu yüzden sistemin verimi düşmekte ve aynı gücü alabilmek için daha fazla enerji sarf etmek gerekmektedir.

YAVUZ sınıfı firkateynlerde ise deniz suyu arıtma sistemi olarak 2 adet 20m³ kapasiteli Şekil 4.2’de gösterilen Ters Osmoz sistemi kullanılmaktadır. Ters Osmoz (RO) aslında su içindeki çözülmemiş katıların azaltılması olayıdır. Ters Osmoz sistemi deniz suyunu ısıtmadan ve damıtmadan direk soğuk olarak işleyip tatlı su üreten sistemdir. Bu sistemde giren deniz suyu 2-2,5 bar tazyikli bir pompayla sisteme alınarak önce ilaçlanır, sonra kum filtre tankına girer. Buradan çıkan su 2 adet mikro filtreden geçerek yüksek basınçlı bir pompa tarafından tazyiği 55-60 bar’a çıkartılır ve RO birimine basılır. Su bu birimin içerisinde tuzlarından arındırılarak selenoid valfa gelir ve istenilen kalitedeyse arık su tankına gider. Değilse selenoid valf tarafından denize by pass edilir. Arık su tankına gelen su sertleştirme filtresinden geçirilerek tatlı su sarnıçlarına alınır. Bu sistem normal çalıştığında alınan deniz suyunun %98’i denize dışarç edilir. Yani %2’sini içilebilir hale getirebilir. Sistem kirli sularda çalıştırılmaz ve sistemin kapasitesi suyun tuzluluğuna bağlı olarak değişir.

Deniz suyunu ilaçlamanın amacı; tuz ve suyun daha kolay ayrışmasını sağlamaktır. RO filtresi üzerinde çok küçük delikler bulunan arka arkaya dizilmiş taş filtrelerden oluşan bir birim olup, tuzu sudan ayırmaktadır. Bunun ayarı kullanılan deniz suyunun kirliliğine, sıcaklığına ve tuzluluğuna göre düzenlenir.



Şekil 4.2 Ters osmoz sistemi çalışma prensibi

Ters Osmoz Sisteminin avantajları;

- a. İlk yatırım maliyetleri düşüktür.
- b. İşletmesi çok kolaydır, insan müdahalesine gerek kalmadan tam otomatik olarak çalışırlar. Bu nedenle işletme masrafı yoktur.
- c. Az bakım gerektirir.
- ç. Üretilen su diğer sistemlere nazaran daha güvenilirdir.

Bütün bu anlatımlar ışığında, Deniz Kuvvetlerinde de evaporayter sisteminden Ters Osmoz sistemine geçişin halen devam ettiğini göz önünde bulundurursak, gemimizde Ters Osmoz sisteminin kullanılması gerekliliği aşıkârdır.

Gemimizin Ters Osmoz sisteminde deniz suyu, transfer pompası ile kum filtrelerinden geçirilerek

katı maddelerden ayrıştırılacak ve buradan yüksek basınçla RO membranlarına gönderilerek, tuzdan ayrıştırılıp atık su haline gelecektir. Atık su çeşitli filtrelerden geçirilerek arıtılacak ve Ca, Mg iyonları verilerek içmeye hazır hale getirilecektir.

Tipik bir değer olarak, özellikle kum ve aktif karbon filtreleri için tank içindeki hızın 20 m/s'a'ı aşmaması gerekir. Aştığı durumlarda, filtrenin ana işlevlerinden olan adsorbsiyon işlevi kaybolur ve sadece süzme işlevi devam eder. Ters Osmoz sisteminin bakımı daha kolay, az zaman alan ve az maliyetlidir. Elde edilen suyun tadı içme suyuna daha yakındır.

Sonuç olarak, avantajlarından dolayı gemimizde deniz suyu arıtma sistemi olarak Ters Osmoz sistemi seçilmiştir. Gemide personel başına tüketilen su miktarı 14 lt, personel sayısının da 280 olduğu düşünüldüğünde, geminin günlük su ihtiyacı 39 ton civarında olmakta ve gemimiz için 2 adet Ters Osmoz sisteminin yeterli olacağı değerlendirilmiştir.

3.2 Kompresörler

Geminin ihtiyacı olan havayı sağlayan kompresörler, yüksek basınç hava kompresörü ve düşük basınç hava kompresörü (LPAC) olmak üzere ikiye ayrılırlar.

3.2.1 Yüksek Basınç Hava Kompresörü

Geminin birçok yerinde yüksek basınç kullanılmaktadır. Gemimizde ;

- a. Pervane şaft frenini doldurmakta,
- b. Gaz türbini ve yardımcı makinelerin çalıştırılmasında,
- c. Torpido tüplerinin kontrol havasında,
- ç. Gülümlü mermi sistemlerinde,
- d. Helikopter servislerinde,
- e. Ridakşinger havalı yağlama yağı pompasının çalışmasında,
- f. Duman maske tüpleri dolum istasyonunda,
- g. LPAC havası yetersiz kaldığı zaman acil olarak LPAC havası sağlamakta yüksek

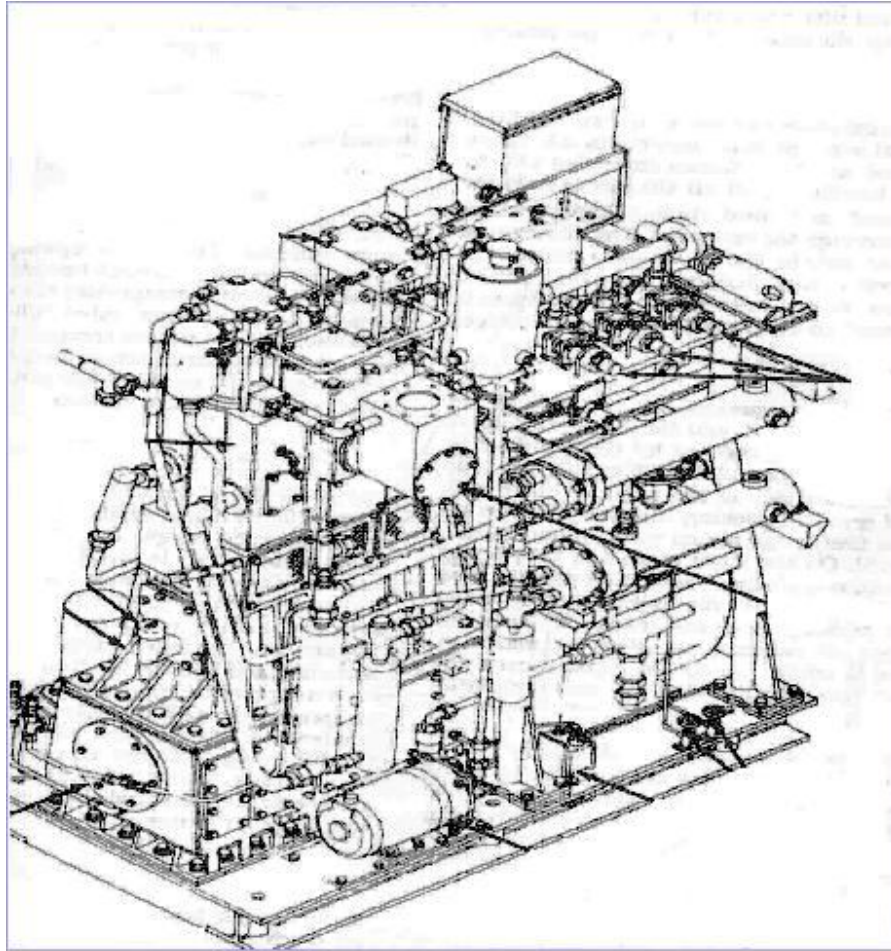
basınç kullanılacaktır.

GABYA sınıfı fırkateynlerde 2 adet, MEKO sınıfı fırkateynlerde 1 adet yüksek basınç hava kompresörü mevcuttur. Ancak kullanım yerlerinden de anlaşılacağı üzere yüksek basınç hava kompresörü gemi için büyük önem arz etmektedir. Sistemde kaçakların da olabileceğini

varsayarsak 1 adet yüksek basınç hava kompresörü gemimiz için yetersiz kalmakta, bu yüzden Şekil 4.3'te gösterilen 2 adet kompresör ile ihtiyaç karşılanabilmektedir.

Kompresörlerin kullanıldıkları yerler itibarı ile yağdan arındırılmış 205 bar kuru hava sağlaması gerekmektedir. Basınçlı hava gemide mevcut hava şandrolarında depolanmaktadır.

Gemide 1 no.lu kompresör 2 no'lu makine dairesine, 2 no.lu kompresör 3 no'lu makine dairesine yerleştirilmiştir.



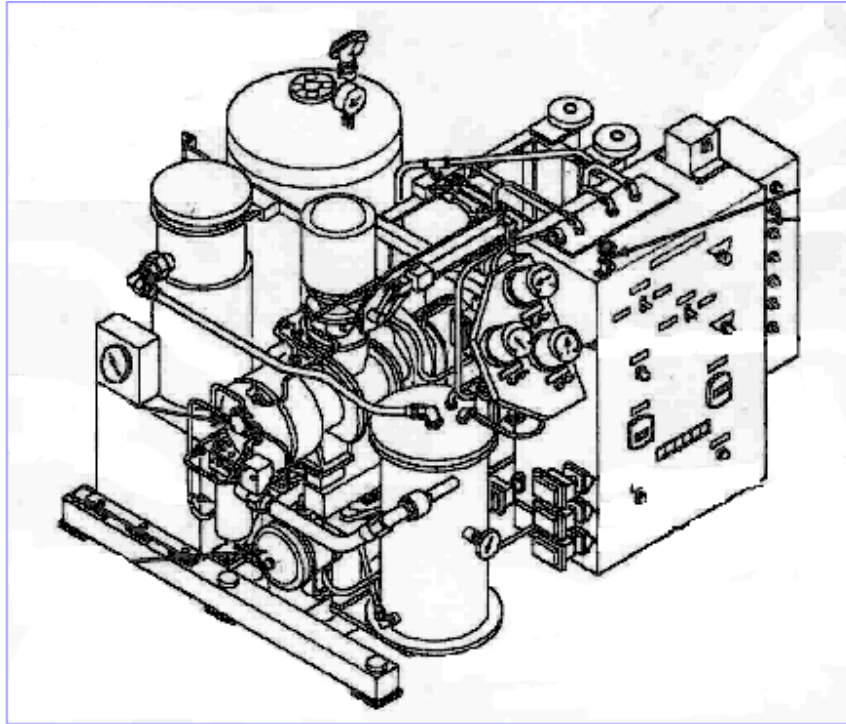
Şekil 4.3 Yüksek basınç hava kompresörü

3.2.2 Düşük Basınç Hava Kompresörü

Düşük basınç hava sistemi 2 adet 8 bar kapasiteli düşük basınç hava kompresörü ile beslenmektedir. Gemide muhtelif amaçlarla ihtiyaç duyulan servis havasını beslerler. Servis

havası; gemide çeşitli cihaz ve sistemlerin kontrolünde kullanılan 5 mbar bir havadır. Servis hava devresi, önemli ve ikinci derece önemli olmak üzere ikiye ayrılır. Servis havası, acil durumlarda ikinci öncelikli hava devresinin beslemesi kesilerek sadece birinci öncelikli hava devresine yönlendirilir. Birinci öncelikli servis havası; gemide mevcut bazı sistemlerin kontrol valflerinde, elektronik sistem/cihazlar vb. gibi daha pek çok yerde kullanılır. İkinci öncelikli hava devresi ise, kinistin temizleme havası, gemi düdüğü vb. yerleri besler. Bu iki devreyi birbirinden ayıran bir valf vardır. Bu valf sistemdeki hava basıncı 5 bar'ın altına düştüğünde otomatik olarak ikinci öncelikli devreyi kapar. Hava basıncı 4 bar'ın altına düşerse yüksek basınç devresi iştirak valfi açılır ve birinci öncelikli hava devresi yüksek basınç hava devresinden beslenmeye başlanır.

Gemimizde 1 no.lu kompresör 2 no'lu makine dairesine, 2 no.lu kompresör 3 no'lu makine dairesine yerleştirilmiştir. Gemimizde kullanmayı tasarladığımız düşük basınç hava kompresörü Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Elektronik cihazlar için gerekli hava kurutucudan geçirilerek nemden arındırılır ve kuru hava sistemine basılır. Eğer herhangi bir nedenle iki kompresör de devreye alınamazsa yüksek basınç kompresöründen temin edilen 205 bar'lık hava düşürücü valfden geçirilerek düşük basınç hava devresi beslenir.

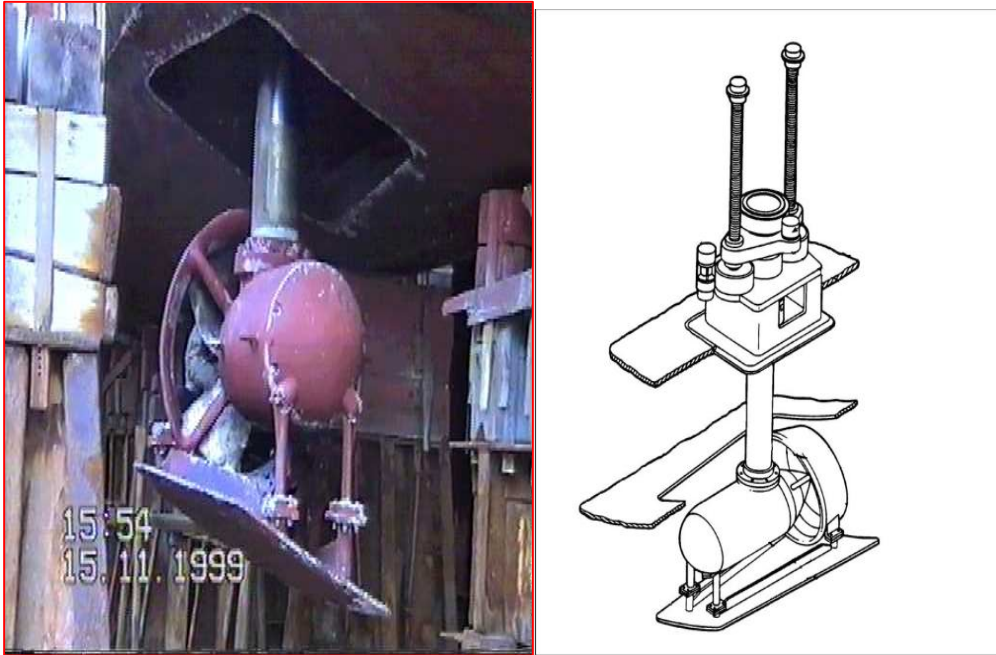


Şekil 4.4 Düşük basınç hava kompresörü

3.3 Yardımcı Pervane Sistemi

Gemide itici ya da YARDIMCI PERVANE SİSTEMİ olarak adlandırılan, 325 HP güce sahip ve 360 derece yönlendirilebilen 2 adet yardımcı tahrik sistemi mevcuttur. Deniz suyu ile soğutulup yağlaması yapılan motor, 440 VAC, 60 Hz, 3 Faz ile çalışmaktadır. 3 kanatlı pervane, şaft vasıtasıyla motordan direk hareket alır.

İtici donanmamızda mevcut GABYA sınıfı fırkateynlerde kullanılan ve özellikle avara/aborda, şamandıraya bağlama gibi manevralarda dışarıdan hiçbir yardım almadan gemiye kumanda edebilme kabiliyeti kazandıran çok faydalı sistemlerdir. Gemimizde 100 no'lu kemere hizasına konuşlandıracağımız 2 adet yardımcı pervane sistemi ayrıca, gemimizin ana makine ve pervanesinde meydana gelebilecek arızalara karşı gemiyi en yakın limana 5 KTS sürat ile ulaşmasını sağlayacak alternatif sistemlerdir. Gemimizde kullanılan yardımcı pervane sistemi Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5 Yardımcı pervane sistemi

3.4 Dengeleyici Kanat Sistemi

Geminin sancak-iskele yalpasını azaltmak, helikopter hareketinde düz bir platform oluşturmak, silah sistemleri için stabilizasyonu sağlamak amacıyla dengeleyici kanat sistemleri geliştirilerek gemilerde kullanılmaya başlanmıştır. Sancak ve iskele olmak üzere iki adet kanattan oluşan dengeleyici kanat sistemine ait hidrolik Birimler 1 no'lu makine dairesine yerleştirilmiştir

Dengeleyici kanatlar gemi sürati en az 6.5 knot olduğunda devreye alınır. Sürat 5 knot olduğunda dengeleyici kanat limit değeri 0 derecede dengeleyici kanat sistemi hareketini engeller. 5 knot'ın altında stop etmeye gerek yoktur. Tornistan da dengeleyici kanat sistemi kullanılmaz. İşlevini; yalpa cayrosundan ve gemi paraketesinden aldığı değerlere göre kanatlarına açı vererek sağlar.

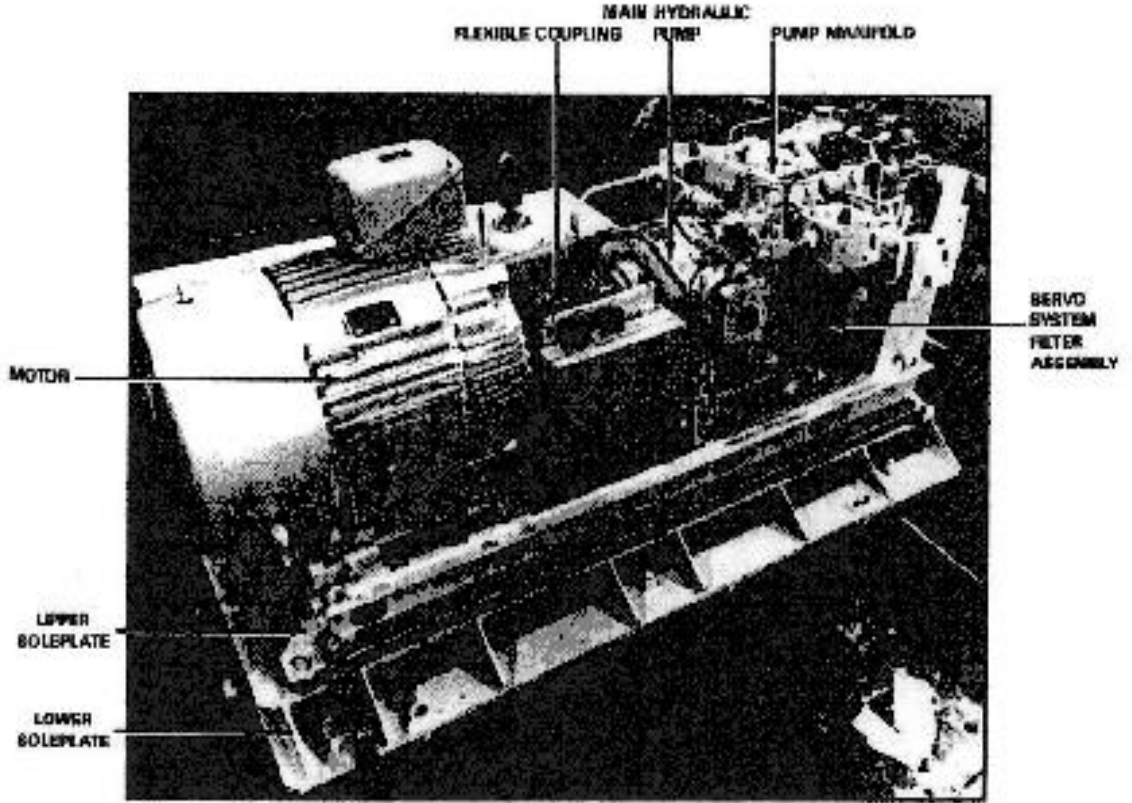
Kanatların çalışma açısı ± 28 derecedir. ± 32.5 derecede sistem elektriki olarak ± 39 derecede ise mekaniki olarak stop eder. Dengeleyici kanat sistemi “normal” ve “sessiz” olarak iki ayrı modda çalıştırılabilir. Kaviteasyon gürültüsünü azaltmak amacıyla kullanılan sessiz modda dengeleyici kanatlarının açıları gemi süratine bağlı bir şekilde otomatik olarak yarıya düşürülür. Dengeleyici kanatlarının limit açıları gemi süratiyle ters orantılı olarak artar veya azalır.

Dengeleyici kanadı içerisinde hava delikleri mevcuttur. Bu deliklere gemi maskeleye hava sisteminden hava sağlanmakta ve dengeleyici kanat sisteminden oluşan kaviteasyon gürültüsü azaltılmaktadır. Dengeleyici kanat sistemine köprüüstü, makine kontrol ve 1 no'lu makine dairesinden kontrol edilebilecektir. Dengeleyici kanatlar sıfır derecede kilitlenir. Her sistemde iki adet kilit mevcuttur. dengeleyici kanatlar kullanılmadığı zamanlarda sıfır pozisyonuna getirilerek ve mekanik kilitlerle kilitlenerek emniyete alınır.

3.4.1 Dengeleyici Kanat Sisteminin Elemanları

Dengeleyici kanat sistemini oluşturan başlıca elemanlar aşağıda olduğu gibidir.

a. Güç birimi : Sisteme gelen elektrik enerjisi hidrolik birim üzerinde bulunan elektrik motoru, hidrolik pompayı çevirerek mekanik harekete dönüşür. Bu mekanik hareket dengeleyici kanat şaftlarını çevirir. Gemimize ait dengeleyici kanat sisteminde kullanılan Güç birimi Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6 Güç Birimi

b. ASU (Auxiliary Sensor Birimi) : Dengeleyici kanat sistemine “roll” sinyalini sağlayan birimdir Geminin en az sallanan yerine monte edilmiştir. Cayrodan gelen sinyal alternatif olarak kullanılır.

c. ATU (Angle Transmitter birimi) : Her dengeleyici kanat sürücü şaftının üzerinde birer tane bulunur. Bu birim dengeleyici kanat dönüş açısını uygun sinyal bilgisi olarak sisteme iletir. Böylece dengeleyici kanat dönüşünü sisteme geri besleme olarak gönderir.

ç. Pompa Manifold Bloğu : Pompanın üst kısmına monte edilmiştir. Üzerinde sistemin valflarını ve emniyet rilif valfları bulundurur.

d. Replenishment Pompa : Ana pompanın arka kısmına monte edilmiştir. Ana şaftın dönüşü ile beraber döner. Kendi içersinde iki adet pompadan meydana gelmiştir. Bunlar servo ve sarj pompasıdır.

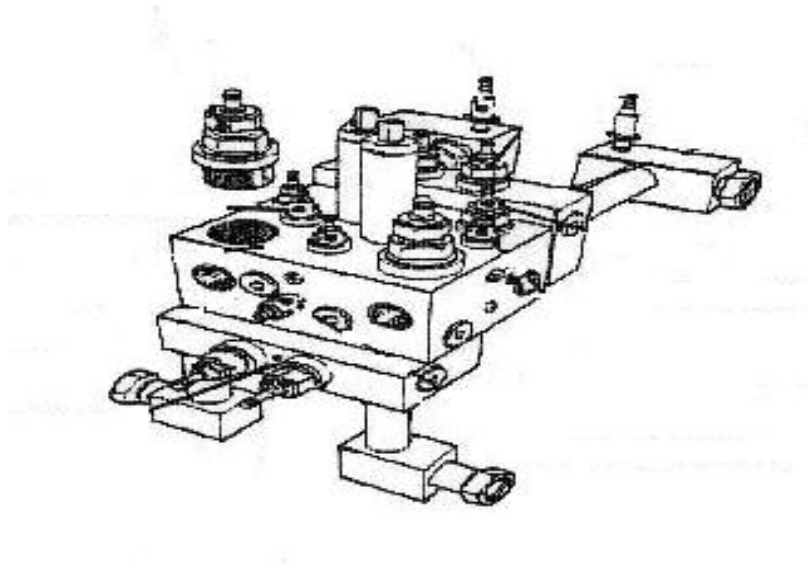
e. PBCB Valf : Selenoid valfin motor kontrolöründen aldığı 115 VAC ile çalışmaktadır. PBCB valfin üç adet çalışma pozisyonu vardır. Bunlar “Test”, “Normal Running” ve “Pump on Bypass” dır. Sistemin çalışma durumunda “Normal Running” de olması gerekir. Pompa çalıştırıldığında birkaç saniyelik gecikme ile yağı sisteme bağlar, bu gecikme şarj pompasının yağı ana pompanın portuna getirip hidrolikle doldurması için konulmuştur.

f. Akustik Filtre : Hidrolik pompadan çıkan basınçlı yağın vibrasyon ve sesini azaltmak amacıyla flexible hortumlarla devrelere bağlanmıştır. Ana birimin alt kısmındadır.

g. Akümülatör : Lastikten yapılmış, içerisinde nitrojen gazı bulunan bir yağ akümülatörüdür. Şarj pompası tarafındaki yağ basıncının anlık düşmesini engellemek ve yağ devrelerinde oluşacak gürültüyü azaltmak için kullanılmaktadır.

ğ. Supply Tank : Gemi karinasının iç kısmına kaynak ile iki kısımdan oluşacak şekilde imal edilmişlerdir. Sistemde kullanılan hidrolik yağı depo etmek ve yağın sıcaklığını azaltmak için kullanılmaktadır. Dış kısımda olan deniz suyu ile soğutulmakta ve bu self-test birimle manuel olarak ayarlanabilmektedir.

h. Dağıtım Kutusu: Ana hidrolik birimden aldığı yağı flexible hortumlarla sisteme dağıtır. Üzerinde; bypass, rilif, doldurma ve boşaltma, dengeleyici kanat merkezleme ve geyç valfları bulunmaktadır. Dağıtım kutusu Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7 Dağıtım kutusu

1. Actuators : Hidrolik yağ akışını mekanik harekete çeviren elemandır. dengeleyici kanadını hareket ettiren piston olarak da adlandırılabilir.

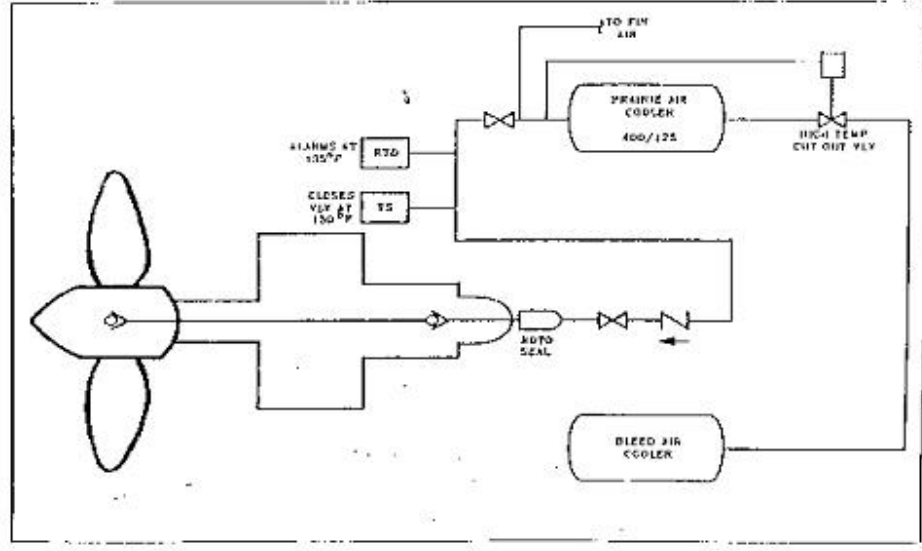
i. Mekanik Kilitler : Dengeleyici kanatlar sıfır derecede kilitlenir. Her sistemde iki adet kilit mevcuttur. Kilitlerin arka kısmında elektriki mikro süviçler vardır. Kilitler kilitlendiğinde elektriki olarak dengeleyici kanat sisteminin kullanılmasını engeller. Dengeleyici kanatler kullanılmadığı zamanlarda sıfır pozisyonuna getirilir ve mekanik kilitler vasıtasıyla emniyete alınır.

3.5 Yüzeyleme/Maskeleme Hava Sistemi

Praeire/Maskeleme hava sistemini anlamak için önce bleed hava sistemini bilmek gerekir. Bleed havası gaz türbininin kompresör kısmının 16. basamağından elde edilen sıkıştırılmış havaya denir. Gaz türbinlerinden temin edilen bleed havası önce bir basınç düşürücü valfdan geçirilerek basıncı 17 bar'dan 5 bar'a daha sonra ana yangın sisteminden beslenen bir soğutucudan geçirilerek sıcaklığı 490°C'dan 205°C'a düşürülür. Buradan Yüzeyleme ve Maskeleme hava sistemlerine beslenir.

3.5.1 Yüzeyleme Hava Sistemi

Pervane kanatlarından sıkıştırılmış hava saçarak pervanenin hidrodinamik gürültüsünü azaltmak için kullanılır. Aynı zamanda sonar tarafından yapılan pervane kanat ve dönüş sayısı ölçümlerini engeller. Bleed havası 205°C'ye düşürüldükten sonra soğutucuda 50°C'ye düşürülür ve shaft içindeki Yüzeyleme hava tüpü aracılığıyla pervane kanatlarındaki hava kanallarına girer, bu kanallarda bulunan 302 adet orifis vasıtasıyla denize verilir. Gemimize ait Yüzeyleme hava sistemi Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.8 Yüzeyleme hava sistemi

3.5.2 Maskeleye Hava Sistemi

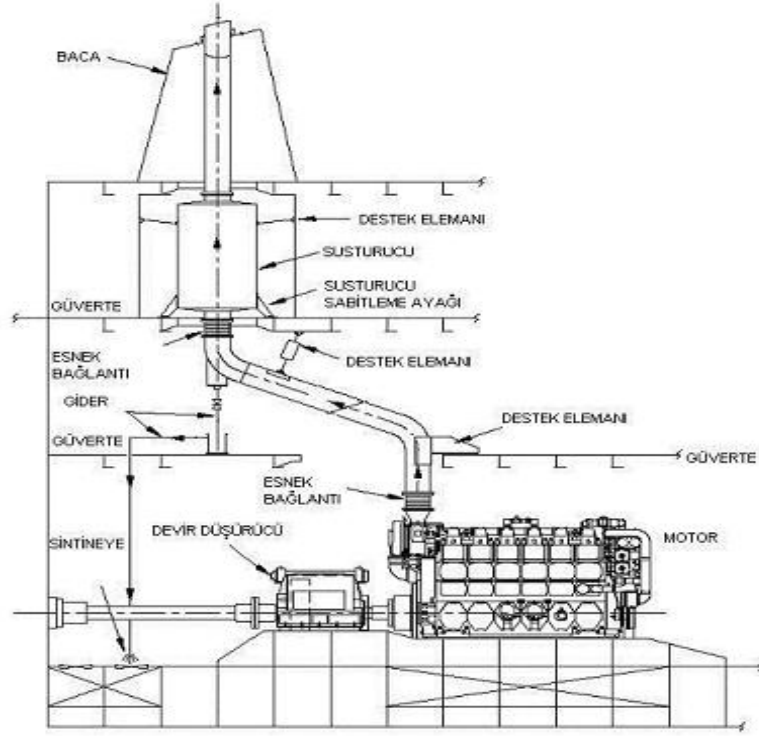
Maskeleye hava sistemi makine gürültülerini minimize etmek ve gizlenmek üzere gemi sancak ve iskele taraf karinasından denize verilen bleed havası (gaz türbininin kompresör kısmının 16. basamağından elde edilen sıkıştırılmış hava) ile beslenen bir sistemdir. Bu amaçla geminin karinasını çevreleyen 2'şer adet kuşak mevcuttur. Bu kuşaklardan çıkan hava kabarcıklar halinde geminin etrafında yükselerek yabancı sonarlar tarafından geminin gerçek boyutunun belirlenmesini zorlaştırır. Bleed havası deniz suyu soğutucusundan geçtikten sonra maskeleye hava sistemini besleyen valfin açılmasıyla sistemi beslemeye başlar.

3.6 Egzoz ve Baca Sistemleri:

Egzoz sistemi, yanma sonucu ortaya çıkan yüksek sıcaklıktaki zehirli gazların gemiyi terk edinceye kadar geçtikleri devredir.

Egzoz sisteminin ana görevi, egzoz gazlarını en küçük dirençle ve emniyetli bir biçimde atmosfere atmaktır. Gemi personeli, ana tahrik sistemi elemanları ve geminin yangın güvenliği açısından emniyet birinci önceliktir. Bu yüzden gemi personelinin zehirlenmemesi için gaz sızdırmaz olmalı, ana tahrik sistemi üreticileri tarafından müsaade edilen egzoz geri basıncı sınırları içerisinde geri basınç oluşturmalı ve gemide yangına neden olmayacak sıcaklığa

düşürülecek şekilde izole edilmelidir.



Şekil 4.9 Tipik bir egzoz sistemi

Ticari gemilerde egzoz gazı ile dışarı verilen atık ısıdan yararlanmak amacıyla atık ısı kazanı kullanılır. Savaş gemilerinde ise, kızıl ötesi alıcılara sahip güdümlü mermilere karşı, geminin kızıl ötesi izini azaltmak amacıyla, kızıl ötesi iz bastırma sistemi (egzoz gazlarını soğutma sistemi) kullanılır. Egzoz gazı devrelerinin, savaş gemilerinin en yüksek sıcaklığa sahip bölümlerinden biri olması ve kızıl ötesi başlığa sahip güdümlü mermiler tarafından geminin tespit edilmesini kolaylaştırması nedeniyle bu bölümün özenle tasarlanması ve izole edilmesi gerekmektedir. CODAG sistemi ile sevk edilen gemimizde mevcut egzoz sisteminin basınç kaybı ve egzoz devresinden ortama verilen kullanılabilir ısı, ampirik denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

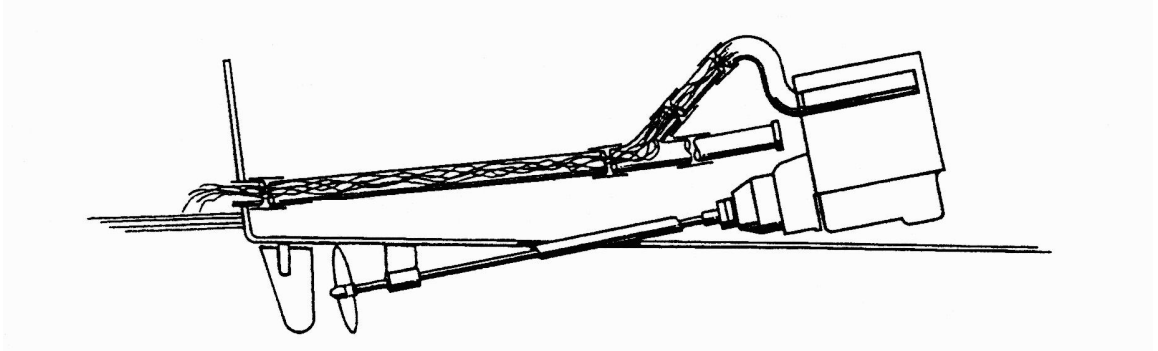
Egzoz sisteminin temel elemanı, egzoz boru devresidir. Egzoz gazının egzoz boru devresindeki hareketi sonucu ortaya çıkan gürültüyü azaltmak amacıyla boru devresi üzerine susturucu yerleştirilmiştir. İlave olarak, egzoz gazındaki muhtemel kıvılcımların gemi dışına atılmasını engellemek amacıyla egzoz boru devresi üzerine kıvılcım tutucular yerleştirilmiştir. Şekil 4.9'da

tipik bir egzoz sistemi görülmektedir.

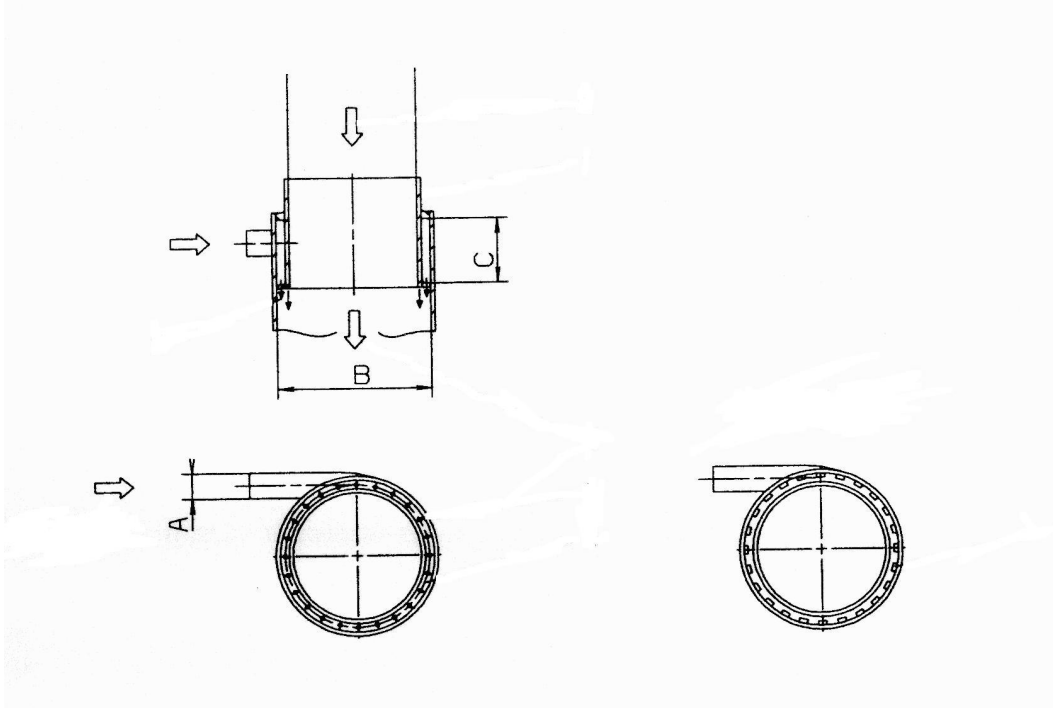
İyi bir egzoz sistemi, asgari seviyede geri basınca sahiptir. Egzoz geri basıncı, makineden geçen hava miktarını düşürme eğilimi gösterdiğinden, belli bir seviyeye kadar kabul edilebilir. Gemilerde egzoz sistemleri yaş tip ve kuru tip olmak üzere genellikle iki farklı yapıdadır.

3.6.1 Yaş Tip Egzoz Sistemi

Egzoz, egzoz gazı ve ilgili sistem elemanının sıcaklığını düşürmek amacıyla, bir soğutma ceketini içerisine su verilmesi ve/veya suyun egzoz gazı akışı içerisine püskürtülmesi ile soğutulur. Su püskürtülmesi ile soğutma yapılan tipik bir yaş tip egzoz sistemi Şekil 4.10'da, su püskürtücü ise Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Soğutma için gerekli su, makine veya devir düşürücü dişli kutusunun soğutma devresi çıkışından sağlanır. Makinenin çalışması esnasında akışı düzenlemek amacıyla, bir regülatör elemanı sistemde kullanılmalıdır (MTU, 1994).



Şekil 4.10 Tipik bir yaş tip egzoz sistemi (Caterpillar, 1997)



Şekil 4.11 Tipik egzoz gazına su püskürtücü (MTU, 1994)

3.6.2 Kuru Tip Egzoz Sistemi

Kuru tip egzoz sisteminde, egzoz gazına maruz devrelerin parçaları 650°C 'yi aşan sıcaklıklara ulaşabilir. Bu nedenle gerekli yalıtımın yapılması gerekir. Egzoz devresinin akışa sahip uzun kısımları, nemin akmasını sağlayacak kapanlara sahip olur. Devrenin egzoz çıkışının yakınındaki en Düşük noktasına yerleştirilecek kapanlar, yağmur suyunun makineye yürümesini engeller. Egzoz bacaları, makine egzozunun, gemi üst binası etrafındaki rüzgâr akımı nedeniyle hava türbülansından yeteri kadar yükseğe boşaltılmasını sağlayacak şekilde tasarlanır.

Susturucular ve kuru tip egzoz sistemine ait diğer büyük elemanlar, en etkin çalışacağı şekilde makine dairesinin dışına yerleştirilmelidir. Bunun nedeni, makine daireleri havalandırma sistemi yükünü azaltmaktır. Egzoz boru devrelerinin büyüme ve küçülmesi hesaba katılmalıdır, aksi takdirde egzoz boru devresi ve destek elemanları üzerinde aşırı yüke neden olacaktır. Uzun kuru egzoz boruları, genişleme veya kasılma nedeniyle ağır gerilimlere maruz kalır. Çelik egzoz borular, soğuk durumundan her 100°C sıcaklık artışında $0,11 \text{ mm/m}$ genişir. Bu, 35°C 'den 510°C sıcaklığa artışta metrede 52 mm demektir. Uzun egzoz boruları, aralarında esnek

bağlantılar olmak üzere parçalara bölünmelidir. Her bir parçanın bir ucu sabitlenirken diğer ucunun genişlemesine müsaade edilmelidir.

Egzoz boru devresi, esnek bağlantılar yardımıyla makineden yalıtılmalıdır. Aşırı titreşim gerilmelerinden kaçınmak açısından yumuşaklık veya esneklik çok önemlidir. Esnek bağlantılar, belirsiz süre dayanabilmek amacıyla uzun yorulma ömrüne sahip olmalıdır. Yumuşaklık, titreşimin bağlantı ötesine iletilmesini önler. Yorulma dayanımı, titreşim veya geri döngü gerilmeleri nedeniyle kırılmasını önler.

3.7 Piç Kontrollü Pervane (CPP)

Piç kontrollü pervanenin karakteristik özelliği, kanatlarının kendi ekseni etrafında dönebilmesidir. Kanat ekseni pervane şaftına dik açıdadır. Köprüüstünden pervaneler ayrı ayrı kontrol edilebildiği gibi, pervane içindeki hidrolik mekanizma yardımıyla her pervanenin 5 kanadı da aynı anda dönebilir. Açısal dönüş kanatların tornistana da ayarlanabilmesini sağlar ki bu, tornistan manevra için pervane şaftı dönüş yönünün aksettirilmesini ortadan kaldırır.

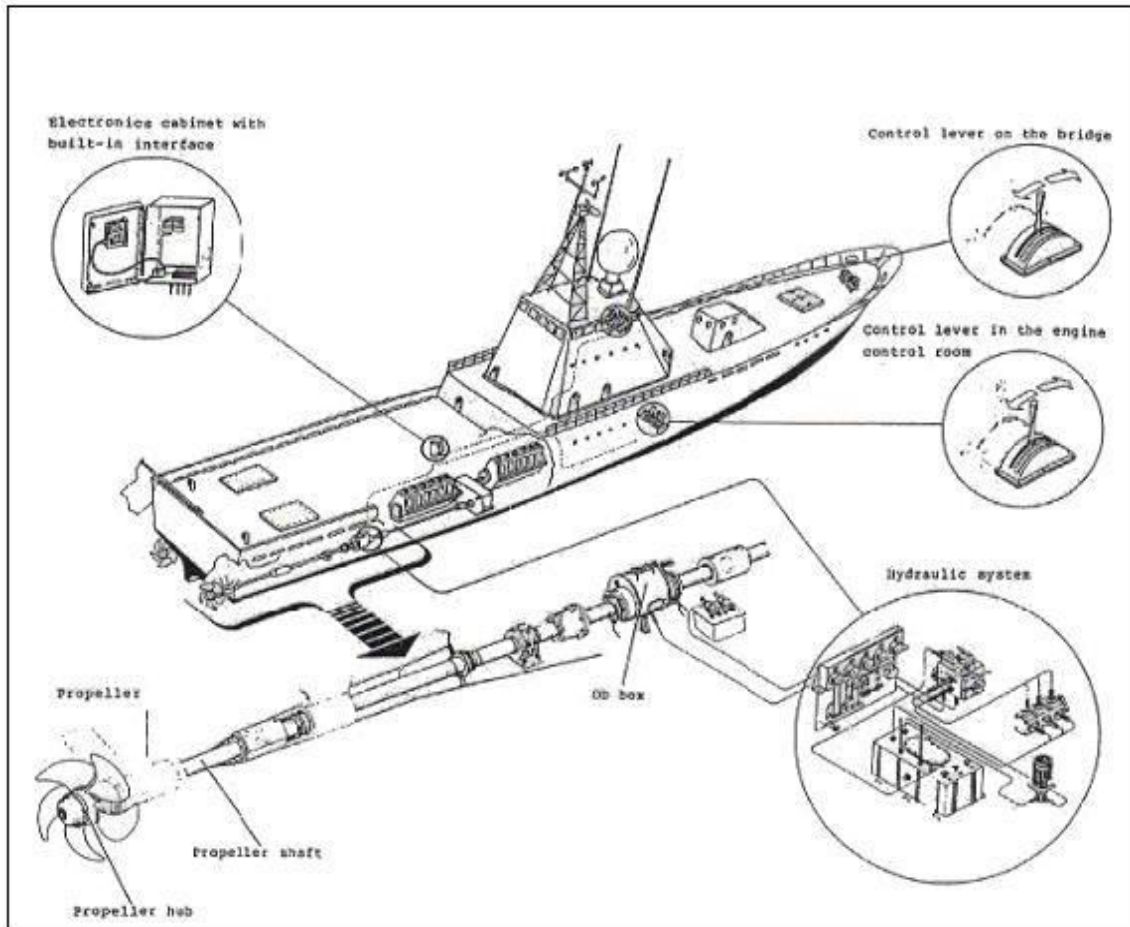
Piç kontrollü kanatların gerçek anlamı istenen gücün %100' üne kadar kullanılabilmesidir. Benzer koşullarda sabit kanatlı pervanelerde, makineler aşırı yüklenebilir. Aşırı yüklenme daima makine çıkış gücü ve süratinde bir düşme gerektirir. Piç kontrollü pervanelere manevra yaptırabildiğinden tornistana gitmek için makinenin stop edilmesine gerek yoktur. Bu olay sürat ve hızlı manevra yeteneği yanında ekonomik çalışmayı da sağlar. Bu yüzden gemimizde sabit kanatlılara göre daha avantajlı olduğu değerlendirildiğinden Piç Kontrollü Pervane (CPP) kullanımına karar verilmiştir. CPP'nin gemimizdeki genel yerleşim şeması Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Gemide sancak ve iskele olmak üzere iki adet pervane mevcut olup her birinde aşağıdaki birimler mevcuttur.

- a. Servo kontrollü pervane piç ayar mekanizmalı 5 adet pervane kanadı,
- b. Şaft, kaplinler ve pervane şaftı içindeki valf rodu,
- c. Pervane göbeği içine yağ pompalamak ve feed back amacıyla yağ dağıtım kutusu,
- ç. Valflar ve pompalar ile hidrolik sistem,

d. 5 adet pervane piçinin remote kontrolü amacıyla ara birimi-sistemi ile elektronik kapalı lup sistemi.

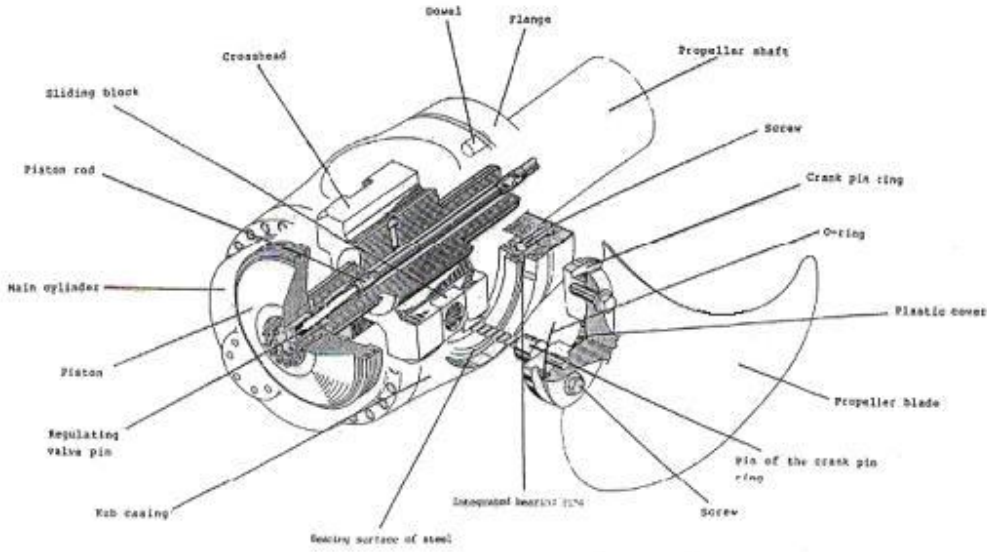
Elektronik kabininden yağ dağıtım kutusuna interfeys üzerinden elektrik sinyalleri gönderilir. Bu sinyaller valf rodunda harekete çevrilir ve köprüüstünden verilecek ileri yol veya tornistan komutuna göre yağ basıncı regülatör valf ile emredilen kumandaya göre pervane içinde yönlendirilir.



Şekil 4.12 CPP genel yerleşim şeması

Pervane kanatlarının ayarlanması köprüüstünden ve makine kontroldeki kontrol panellerinden yapılabilmektedir. Bu işlem, kontrol panelinden elektronik kabinete bir elektrik kumanda sinyali gönderilerek gerçekleştirilmektedir. Yağ dağıtım kutusundaki servo valfa elektronik kabinetten sinyal gönderilir. Servo valf, servo motora basıncı arttırılmış yağ pompalar, bu servo motor şaft

üzerindeki kayıcı ringe bağlıdır. Servo motor, valf rodun ve pervane göbeği içindeki regülatör valfin hareketini kontrol eder. Yağ dağıtım kutusunda hidrolik sistemden gelen yağ bir kolla pervane göbeği içindeki pistonu hareket ettirir. Bir diğer kol ile de yardımcı servo motora yağ sağlar. Hidrolik sistemin pompaları yağı hidrolik tankından yağ dağıtım kutusunun yüksek basınç kısmına ve daha ileride pervane şaftındaki valf roda transfer etmektedir ve böylece yağ valf rodundan pervane göbeğine doğru hareket etmektedir. Şekli 4.13'te pervane göbeği görülmektedir.

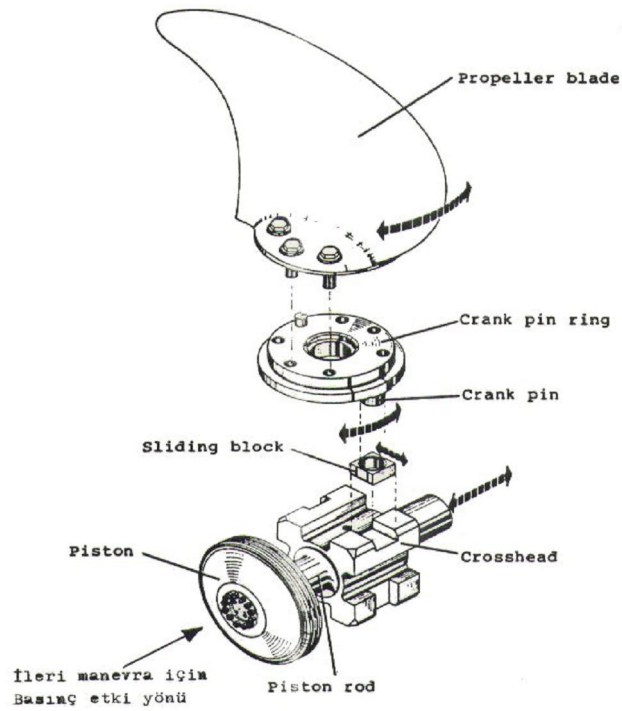


Şekil 4.13 Pervane göbeği

Pervane kanatlarının ayarı için pervane göbeği içine servo motor (piston ve piston rod) yerleştirilmiştir. Pistonun hareketi iki tarafı arasındaki basınç farkına göre sağlanmaktadır. Pistonun bu hareketi pervane kanatlarına yeni bir piç değeri verir. Servo motora veya servo motordan yağ gelişi valf rodı üzerindeki sabitlenmiş regülatör valf tarafından kontrol edilir. Regülatör valf ileri doğru (başa) hareket ettiğinde yüksek basınçlı yağ, pistonunun arka tarafına transfer edilir. Aynı zamanda ileri doğru hareketten yağ dönüşü için pistonun baş tarafında bir çıkış portu açılır. Burada piston rodı ileri doğru hareket etmekte ve ileri istikamette pervane kanatlarının piçi değişmektedir. Dönen yağ valf rodı dışı boyunca yağ dağıtım kutusuna geri transfer edilir. Piston rodun ileri doğru hareketiyle krosshead ve kayıcı ayaklar piston ile beraber hareket edecektir. Pervane kanatlarının piçi ileri doğru değişir. Regülatör valfi kıça doğru hareket

ettiğinde yüksek basınçlı yağ, pistonun baş tarafına gönderilir, aynı zamanda geriden yağ toplamak için pistonun arka tarafındaki port ve piçler tornistan kıymeti alır. Piston/Piston rod gurubu regülatör valftan geçen basınçlı yağ ile hareket eder.

Pervane göbekleri arzu edilen herhangi piç değerini belirli bir maksimum-minimum piç açısı içinde sağlayıp muhafaza edecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Şekil 4.14'te pervane dizaynı görülmektedir.



Şekil 4.14 Pervane dizaynı

Regülatör valf hareketli kısmı valf rod vasıtasıyla ileri doğru hareket ettiğinde, basınçlı yağ pistonunun arka tarafına sevk edilir. Aynı zamanda yağın dönüşü için pistonun baş tarafındaki valf girişi açılır. Daha sonra piston rod ileri hareket eder ve kanat piçini ileri doğru değiştirir.

Regülatör valf hareketli kısmı geriye hareket ettiğinde, basınçlı yağ pistonunun ön tarafına gönderilir. Aynı zamanda pistonun arka tarafındaki yağ girişi geriye hareket eder ve pervane piçi tornistana değişir.

4. SONUÇLAR

Bugüne kadar yerli askeri gemi ve inşası üzerine çok az sayıda yazılı çalışmanın yapıldığı ülkemizde, bu tez ile Türk Deniz Kuvvetleri'nin MİLGEM'den sonraki büyük projesi olan; TF-2000 çalışmalarına ve yerli tasarımcılara kaynak teşkil edebilecek çalışmalar yapılmıştır.

Savaş gemileri ait olduğu ülkenin karasularında ve çevre denizlerin uluslararası sularında emniyetle seyir yapabilecek şekilde tasarlanmış, yüksek güvenilirlik ve az bakım ile idame edilebilirlik niteliklerine sahip gemiler olması açısından önemlidirler. Bu kapsamda, savaş gemilerinde kullanılan tüm cihazların seçim ve yerleştirilmesinde, bakım-tutum kolaylığı, hareket ihtiyaçlarının karşılanması ve ömür boyu maliyetin en alt seviyelerde tutulabilmesi gibi şartların sağlanması gerekmektedir. Savaş gemilerine monte edilecek cihazların her türlü çevre ve deniz koşulunda fonksiyonlarını, yüksek performansla ve cihazın fonksiyonuna göre yedekli olarak yerine getirebilmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışmalarda ülkemizde mevcut Alman ve Amerikan yapımı iki tip fırkateynin yardımcı sistemleri üzerinde incelemeler yapılmış, bu iki tip fırkateynde görev yapmış bir deniz subayı olarak, sistemlerde yaşanan avantaj ve dezavantajlar ışığında kullanılacak sistemlere, Türkiye şartları da göz önüne alınarak, karar verilmiştir.

Bu çalışma esnasında bir geminin harp şartlarında tam verimle kullanılabilirliği üst limit olarak kabul edilmiş ve bir askeri geminin faaliyetlerini her durumda (savaşta seyir/liman, barışta seyir/liman) sürdürdüğü değerlendirilerek bu durumlara göre gemi için gerekli toplam güç ihtiyacı hesaplanmıştır. Hesaplamalar, gemide bulunan tüm sistem/cihazları işlevlerine göre gruplandırılarak (havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, ana makine sistemleri, transformatör ve konvertörleri, aşhane, bulaşıkhanesi, çamaşırhanesi sistemleri, teknisyen atölyesi sistemleri, ırgat, Yardımcı pervane sistemi, Dengeleyici Kanat Sistemi, kompresör, dümen, D/G, pompa, valf ve diğer sistemler) yapılmıştır. Bu hesaplamalara ek olarak diğer ülkelere ait benzer fırkateyn elektrik sistemleriyle de karşılaştırılma yapılmış ve geminin yük ihtiyacının 4400 kW olduğuna karar verilmiştir. Bu yük ihtiyacı 1100 kW gücünde 4 adet yardımcı makine ile karşılanmıştır.

Geminin aydınlatma, revir, bulaşıkhanesi ve çamaşırhanesi gibi iş ocakları ve yaşam mahallerinde Türk tipi el aleti ve cihazların 220V kullanımı için 440/220V transformatörler kullanılmıştır.

Ayrıca gemide acil besleme olarak 24V üreten akü grupları ve doğrutucular kullanılmıştır. Geminin elektrik dağıtımı birbirinden bağımsız 10 ayrı bölme halinde belirlenmiş ve bir bölmedeki elektrik probleminin diğer bölmeleri de etkilemesi önlenmiştir. Bununla yanında gemide elektrik güç dağılımı çok önemlidir. Her sistemin Savaş gemisi olduğundan her koşulda tüm sistem/cihazların faal olması önemlidir. Her sistemin yedeğinin olmasının yanında her sistemin elektrik beslemesinin bir ya da önemine göre daha fazla yedekli olması gerekmektedir.

Türk Deniz Kuvvetleri özellikle son yıllarda çevre denizlerde ve açık denizlerde NATO ve Birleşmiş Milletler emri altında yaklaşık 6 ay gibi uzun süreli seyirlere iştirak etmektedir. Bu gibi uzun süreli faaliyetlerde personel motivasyonunun yüksek tutulabilmesi önemlidir. Bu hususta, gemi tasarımının personelin özellikle yaşam standartlarını kısıtlamayacak şekilde yapılması önem arz etmektedir. Bunun yanında gemi dahilinde kullanılacak hava kanalı miktarının en az seviyeye indirilmesi, hacim kayıplarının azaltılması ve yangına müdahalede avantaj sağlanması önemlidir. Bu nedenle hava gemi içerisi 2 yerde alınmaktadır.

Gemimiz 434 kemereden oluşmakta olup makine daireleri 195 ile 394 no'lu kemereleler arasına yerleştirilmiştir. Gemi için gerekli elektrik yükünü sağlayacak 4 adet dizel yardımcı makineleri 1, 2, 3 ve 4 no'lu dizeller olarak adlandırılmış ve yerleşimi için 3 adet yardımcı makine dairesine karar verilmiştir. Dizellerin yerleşiminde geminin sancak veya iskeleden hasar alması durumunda, dizellerin birbirini yedekleyebilmesi maksadıyla ikisinin iskele tarafa diğer ikisinin de sancak tarafa yerleştirilmesinde fayda vardır. Bu yüzden 1 ve 3 no'lu dizeller sancak, 2 ve 4 no'lu dizeller ise iskele tarafa yerleştirilmiştir.

Gemide personelin moral motivasyonuna etki edecek akla gelen ilk sistemin havalandırma sistemi olacağı düşünülmüştür. Bu sistemlerin özellikle yaşam mahalleri için yaz-kış 24 saat çalışacağı düşünüldüğünde gerekli kifayete sahip olması gerektiğini anlayabiliriz. Ayrıca hayati öneme haiz silah ve diğer savaş sistem/cihazları için de yeterli soğutmayı sağlayabilecek havalandırma sistemine ihtiyaç vardır. Bunların dışında havalandırma sistemi ile gemide temiz havanın solunabilmesi, mahallerin pis kokulardan arındırılabilmesi, istenilen nem oranının sağlanabilmesi vb. gibi birçok ihtiyaç karşılanacaktır. Türkiye'nin yaz ve kış şartlarına göre sıcaklık, nem ve deniz suyu ısı değerleri de dikkate alınarak çeşitli mahaller için çeşitli fanlar, fan kangalları ve diğer iklimlendirme cihazları seçilmiştir. Bu seçim aşamasında gemideki mahallerin isterleri de dikkate alınarak gereksiz tasarımlardan kaçınılmıştır. (Örn: Makine daireleri zaten sıcak olduğu için bu mahallerde ısıtma sisteminin kullanılmaması gibi.)

Yukarıdaki yardımcı sistemlerin dışında gemimizde kullanılan; deniz suyu arıtma sistemi (Ters Osmoz), Kompresör, Yardımcı pervane sistemi, Dengeleyici Kanat Sistemi, Yüzeyleme/Maskeleme Hava Sistemi, Egsoz/Baca ve Piç Kontrollü Pervane Sistemlerinin özellikleri ve sağladıkları avantajlar, “Diğer Sistemler” başlığı altında belirtilmiştir.

Küreselleşen dünyamızda devletler arasındaki sıcak harplerin yerini ekonomik alandaki üstünlükler almıştır. Bu kapsamda yerli fırkateyn inşasının devlet bütçesine sağlayacağı katkı tartışılmaz bir gerçektir. Bunun dışında milletimize ve Türk Deniz Kuvvetleri personeline yaratacağı özgüven ve gurur da düşünüldüğünde bu proje ülkemizin bu alanda atacağı çok büyük bir adım olacaktır.

Sonuç olarak bu tezde, milli askeri gemi inşasının bir bölümü olan gemi yardımcı sistemlerinin seçim kriterleri ile tasarıma etkileri kapsamlı bir şekilde analiz edilmiş ve 125 metre boyundaki Hava Savunma Harbi maksatlı Türk fırkateyninin yardımcı sistemleri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın müteakip yıllarda bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgül, D., (2006), Türkiye’de Ters Osmoz ve Nanofiltrasyon sistemleri ile içme ve kullanma suyu üretiminin maliyet analizi, İstanbul.
- Baker, R. W., (1991), Membrane Separation Systems: Recent Developments and Future Directions, Noyes Data Corp.
- Ball, R.E, Calvano, C.N., (1994), “Establishing the Fundamentals of A Surface Ship Survivability Design Discipline”; Naval Engineers Journal.
- Bulgurcu, H., “İklimlendirme Esasları” Balıkesir Üniversitesi Ders Notları.
- Büyükalaca, O., (1998), “Termodinamik Ders Notları” Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Adana.
- BV30 “Bauvorschrift Für Schiffe der Bundeswehr Marine 30 E Anlagen Planung und Allgemeine Richtlinien.
- Can, A, (1995), “Hava Şartlandırma ve Klima Tekniği”, Tesisat Mühendisliği, Cilt:3, Sayı:2, İstanbul.
- Caterpillar, (1997), Marine Engines Application and Installation Guide, Ventilation - Exhaust System.
- Çelebi, S.M., Geçer, O., Hoşoğlu, S. ve Işık, R., (1999), “DSH Kabiliyetli Hücumbot Öntasarımı”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul.
- Çubuğuuzun, T.,”Gaz Türbinli Gemilerde Ekserji ve Termodinamik Analiz,” Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Gemi İnşaatı Müh., İstanbul.
- Dikili, C., (1999), “Öntasarım Aşamasında Gemi Gücünün Belirlenmesi ve Değişik Tip Gemiler İçin Model Deneyleri İle Karşılaştırılması”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul.
- Eralp F., (1998), “Gemi Yardımcı Makineleri”, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Ergin, S., (2005),”Askeri Gemi Tasarım ve İnşaatı”, Savunma Sanayi Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi.
- Förster, M., (2005), “The Diesel Engine: Developments For Merchant And Naval Vessels Surveyed”, Naval Forces Aldershot.
- F. Kasaplı (2007) Gemi Dümen Kontrol sistemlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi.Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Hugnes, C.N., (1989), “Ship Performance”, Lloyds of London Pres Ltd.ISBN 1 85044 1499, London.
- Kesgin, U., (2003), Gemi Makinelerinde Özel Konular Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Küçükşahin, F., (2000), Gemi Makineleri Operasyonu-1, Güven Kitap Yayın Dağıtım, İstanbul.

- Kıvanç, H., (2006), “Türkiye’de Askeri Gemi İnşa Sanayinin Geliştirilmesi” (Savunma Sanayi Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi), Ankara.
- MIL-E-23457B(SHIPS), (1976), Military Specification, Engines, Diesel Marine, Propulsional and Auxiliary, Medium Speed.
- MİLGEM Proje Ofisi, Pendik, İstanbul.
- MTU, (1994), Tecnical Project Guide, Main Propulsion Plants with MTU Series 396TE/TB.4 Diesel Engines.
- Nesler, (1986), ”Automated Controller Tuning for HVAC Applications”, ASHRAE Trans.
- NSTM, (1999), Naval Ships’ Technical Manual, Chapter 234, Marine Gas Turbines.
- Okan, O.B., (1996), Kapalı Çevrim Dizel Makineler, Bitirme Ödevi, Deniz Harp Okulu Komutanlığı, 1996.
- Okan, O.B., (2005), “Savaş Gemilerinde Egzoz Ve Baca Sistemleri ve Tasarımlarının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Gemi İnşaatı Müh., İstanbul.
- Önder, M., (1996), “Buhar Türbinli, Gaz Türbinli ve Düşük Devirli, iki Zamanlı, SüperSarjlı Dizel Motorlu Tesislerin Enerji Üretiminde Ekonomiklik Sınırlarının Araştırılması”,Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, M., (2002), “IMO Kurallarındaki Değişimler ve Yenilikler”, Türk Loydu’nun 40. Kuruluş Yıldönümü Nedeniyle Düzenlenen Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi.
- Özünel, S., Güleç K., Uyarel A., (1998), ”İklimlendirme ve Soğutma”, Cilt 1, Cilt 2.
- Perez, T. ve Blanke, M., (1998), “Mathematical Ship Modeling for Control Applications”, Technical Report.
- Sarıöz, K., (1999), “Suüstü Savaş Gemileri için Denizcilik Performans Analizi”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, Bildiri Kitabı, İstanbul.
- Skjetne, R. ve Fossen, T. I., (2001), “Nonlinear Maneuvering and Control of Ships”, Proc. of Oceans.
- Sürer, F., (2003), ”Kombine Gaz /Buhar Türbinli Kojenerasyon Sistemlerinin Termodinamik Ve Ekonomik Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Gemi İnşaatı Müh., İstanbul.
- SOLAS (2001), Amendments 2000, IMO, London.
- S9234-AD-MMO-010/LM-2500 Volume 1, Part 1-2, Propulsion G/T Module LM-2500 (Description, Operation and Installation)
- Şahin B., (1999), “Termodinamik Ders Notları” Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Taylan, M., (1999), “Güvenli Gemi İşletmeciliği ve ISM Kodu”, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi, İstanbul.
- Thomas, G. D., (2003), “Critical Significance of Human Factors in Ship Design”, Proceedings of

the 2003 RVOC Meeting, University of Minnesota.

Tikkanen, S., (1995), "Fuzzy Controllers in Hydrostatic Transmission", IEE Savoy Place, London.

Tur, N., ve Necip, H., Nalbantoğlu (2004), "Gemi Sanayisinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği", Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu, İstanbul.

Türk Loydu, (1999), Çelik Gemileri Klaslama Kuralları, Cilt B, Kısım 4 Makine Kuralları.

Yılmaz, T., (2002), "Isıtma ve İklimlendirme" Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Adana.

Yılmaz, T., (2008), Gemi mühendisliği El Kitabı, İstanbul.

Zadeh, L.A.Fu, Tanaka K, Shimura K., (1975), Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes, Academic Press, New York.

Wang, J., (2000), "A Subjective Modelling Tool Applied to Formal Ship Safety Assessment", U.K.

Wharton, (1992), A.J., "Diesel Engines" Stanford Maritime Ltd. ISBN 0 7506 02171, Oxford.

WHO, (2005), Nutrients in Drinking Water, WHO Press, Geneva.

WHO, (1984), Guidelines for Drinking Water Quality, Vol. 2, Healthcare and Other Supporting Information, WHO Press, Geneva.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	06.12.1982	
Doğum yeri	Uşak	
Lise	1997–2001	Uşak İzzettin Çalışlar Lisesi
Lisans	2001–2005	Deniz Harp Okulu Komutanlığı Gemi İnşa Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2007-2010	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı kurumlar :

2006-2007	TCG GEDİZ K.lığında Y/S.Subayı Yardımcısı
2007-2008	TCG GEDİZ K.lığında Yardımcı Makine Subayı
2008-2009	TCG YILDIRIM K.lığında Elektrik Subayı
2009-----	Harp Filo K.lığında Makine Uzmanı