MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UÇAK GEMİSİ TASARIMINDA GEMİ ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE ANALİZİ

KURTULUŞ KELLECİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Şafak SAĞLAM

İSTANBUL, 2023

UÇAK GEMİSİ TASARIMINDA GEMİ ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE ANALİZİ

KURTULUŞ KELLECİ

523119006

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Şafak SAĞLAM

İSTANBUL, 2023

MARMARA UNIVERSITY

INSTITUTE FOR GRADUATE STUDIES IN PURE AND APPLIED SCIENCES

MODELING AND ANALYSIS OF THE SHIP ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEM IN AIRCRAFT CARRIERS DESIGN

KURTULUŞ KELLECİ

MASTER THESIS

Department of Electrical and Electronics Engineering

Thesis Supervisor

Prof. Dr. Şafak SAĞLAM

ISTANBUL, 2023

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Kurtuluş KELLECİ'nin "**Uçak Gemisi Tasarımında Gemi Elektrik Dağıtım Sisteminin Modellenmesi ve Analizi**" başlıklı tez çalışması, …/…/…… tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Şafak SAĞLAM (Danışman)
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

Dr.Öğr.Üyesi Süreyya KOCABEY (Üye)
Sağlık Bilimleri Üniversitesi ..... (İMZA).....

Dr.Öğr.Üyesi Murat İSPİRLİ (Üye)
Marmara Üniversitesi ..... (İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun …/…/…… tarih ve ……. sayılı kararı ile Kurtuluş KELLECİ'nin Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Programında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Bülent EKİCİ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında sabrı, nezaketi ve geniş hoşgörüsü ile yanımda olup desteğini esirgemeyen, motive ve teşviğiyle sorunları aşmamda her daim katkısını sunan, bilgi ve birikimini benimle sınırsız paylaşarak bana vizyonumu genişletme şansını veren, her zaman şükranla anacağım danışman hocam Sayın, Prof. Dr. Şafak SAĞLAM'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanması sürecinde desteğini sunan, nazik yaklaşımıyla beni motive eden, bilgi ve birikimini benimle her zaman paylaşan Sayın, Prof. Dr. Bülent ORAL'a çok teşekkür ederim.

Tez süresince desteklerini esirgemeyip motive edici yaklaşımlarıyla hep yanımda olan eşim Buket KELLECİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
SEMBOLLER viii
KISALTMALAR ix
ŞEKİL LİSTESİ x
TABLO LİSTESİ xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
1.1. Giriş 1
1.2. Amaç ve Önem 2
2. UÇAK GEMİLERİ 3
2.1. Uçak Gemilerinin Tarihçesi 3
2.2. Uçak Gemilerinin İmkân ve Kabiliyetleri 6
3. GEMİ ELEKTRİK GÜÇ DAĞITIM SİSTEMİ 11
3.1. Gemi Elektrik Güç Dağıtım Sistemi Özellikleri 11
3.2. Elektrik Güç Dağıtım Sistemi Elemanları 12
3.2.1. Ana Tevzi Tabloları 12
3.2.2. Acil Durum Jeneratörü ve Acil Durum Tevzi Tablosu 14
3.2.3. Ana Dağıtım Tabloları 15
3.2.4. Sahil Bağlantı Panosu 15
3.2.5. Otomatik/Manuel Transfer Panoları 16
3.2.6. Arıza Güç Dağıtım Sistemi Panoları 16

4. YÜK ANALİZİ 18
4.1. İşletme Koşulları 18
4.1.1. Limanda Barış Zamanı Seyir Hazırlığı (Sahil) 18
4.1.2. Barış Zamanında Seyir Durumu 18
4.1.3. Savaş Zamanı Seyir Durumu 19
4.1.4. Savaş Durumu 19
4.2. Jenerik Bir Uçak Gemisinin Jeneratör Kapasitesinin Belirlenmesi 19
4.2.1. 115 V 400 Hz Yük Analizi 19
4.2.2. 440 V 400 Hz Yük Analizi 21
4.2.3. 220 V 60 Hz Yük Analizi 23
4.2.4. 115 V 60 Hz Yük Analizi 25
4.2.5. 440 V 60 Hz Yük Analizi 27
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 33
KAYNAKLAR 36

ÖZET

UÇAK GEMİSİ TASARIMINDA GEMİ ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNİN MODELLENMESİ VE ANALİZİ

Uçak gemileri tıpkı diğer harp gemileri gibi zorlu şartlarda görev yapmak üzere tasarlanırlar ve savaş ortamında isabet veya yara almaları muhtemeldir. Belirli istisnai durumlar hariç olmak üzere isabet veya yara alsalar bile görevlerine devam edebilecek şekilde dizayn edilmektedirler. Uçak gemisinde belirli bir bölgenin tahrip olması sonucunda meydana gelebilecek yangın vb. acil durumlarda geminin elektrik üretim ve dağıtım sistemi görevine devam etmelidir. Hasarın boyutuna bağlı olarak hayati öneme haiz sistemleri alternatif yöntemler ile beslemeye devam edebilecek yeterlilikte tasarlanmalıdır. Bu durumda geminin hayatta kalması ve görevine devam edebilmesi bir savaşın kaderi açısında önemli olmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı görevine devam ederken zorlu seyir/harp şartlarıyla karşılaşan ve içerisinde karmaşık yapıda birçok silah, sensör, platform ve hava araçları kalkış sistemi barındıran uçak gemilerinin elektrik dağıtım sisteminin kırılımlarını incelemek ayrıca jenerik bir uçak gemisinin elektrik tasarımındaki en önemli parametre olan yük ve güç analizini detaylandırmaktır.

Birinci bölümde tez çalışmasına giriş yapılmış, uçak gemisine sahip ülkeler için gemilerin önemleri ve dünya bahriyelerinde kullanılan uçak gemilerinin amaçları hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde uçak gemilerinin harekât özellikleri incelenmiş, sahip oldukları imkân ve kabiliyetlerden bahsedilmiş ve dünya bahriyelerinde kullanılan uçak gemileri gösterilmiştir.

Üçüncü bölümde uçak gemilerinin elektrik dağıtım sistemi ve mimarisi detaylı bir şekilde ele alınmış, elektrik güç dağıtım sistemini oluşturan sistemler ve fonksiyonları detaylandırılmıştır.

Dördüncü bölümde, jenerik bir uçak gemisinin farklı gerilim kademelerindeki yük analizleri yapılmış ve geminin ihtiyacı olan elektrik üretim sisteminin kapasitesi bu analizler sonucunda belirlenmiştir. Tez çalışmasında uygulanan analiz yöntemi ayrıntıları

ile anlatılmıştır.

Beşinci bölümde tez çalışmasından elde edilen kazanımlar ve çalışmanın sağlayacağı katkıya değinilmiştir. Bu bölümde ayrıca gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik önerilere de yer verilmiştir.

ABSTRACT

MODELING AND ANALYSIS OF THE SHIP ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEM IN AIRCRAFT CARRIERS DESIGN

Electrical distribution systems are designed for aircraft carriers that can continuously feed vital loads that can operate under damage. The carrier's electrical distribution system must be capable of providing alternative supply routes for critical loads such as weapons, propulsion and damage control systems. Aircraft carriers, like other warships, are designed to serve in warfare and are likely to be hit/damaged in the war environment. A combat hit/damage on an aircraft carrier may cause a multidimensional and widespread electrical failure, and insufficient electrical power generation for the loads in the circuit may also cause the systems to fail. In this case, it is important for the ship to survive and continue its mission.

The aim of this article is to examine the basic elements of the electrical distribution system of aircraft carriers, which have to continue their duty under difficult conditions and which contain a complex multi-platform, combat and aircraft carriers take-off system. It is also to detail the load analysis, which is the most important parameter in the design of a generic aircraft carrier.

In the first chapter, the thesis study is introduced, information is given about the general characteristics of aircraft carriers.

In the second part, the operational characteristics of aircraft carriers are examined, their possibilities and capabilities are mentioned, and the aircraft carriers used in the world's naval navy are shown.

In the third part, the electrical distribution system and architecture of aircraft carriers are examined in detail, and the systems that make up the electrical power distribution system and their functions are detailed.

In the fourth section, load analyzes of a generic aircraft carrier at different voltage levels were made and the capacity of the electricity generation system needed by the ship was

determined as a result of these analyses. The analysis method applied in the thesis study is explained in detail.

In the fifth chapter, the gains obtained from the thesis study and the contribution of the study are mentioned. This section also includes recommendations for future work.

SEMBOLLER

KVA **:** Kilo Volt Amper

MW **:** Mega Watt

KW **:** Kilo Watt

W **:** Watt

ºC **:** Santigrat Derece

V **:** Volt

kA **:** Kilo Amper

A **:** Amper

Hz **:** Hertz

m **:** Metre

cos φ **:** Güç faktörü

KISALTMALAR

IEC **:** Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
AC **:** Alternatif akım
DC **:** Doğru akım
PCB **:** Baskı devre kartı
PMS **:** Güç Yönetim Sistemi
Li-Po **:** Lityum Polimer
Li-Ion **:** Lityum İyon
ADC **:** Analog Dijital Çevirici (Analog Digital Converter)
G **:** Generatör
K **:** Kablo
TL **:** Türk Loydu
GES **:** Gemi Elektrik Sistemi
DŞR **:** Devre Besleme ve Akü Şarj Rektifayeri
ŞR **:** Şarj Rektifayeri
ATD **:** Ana Tahrik Dizeli
NBC **:** Nuclear Biological Chemical
ATS **:** Ana Tahrik Sistemi
SHM **:** Savaş Harekat Merkezi
DJS **:** Dizel Jeneratör Seti
VLS **:** Vertical Launcher System
UPS **:** Uninterruptible Power Supply
KBRN **:** Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Tehditler
IPMS **:** Integrated Platform Management System
LPH **:** Landing Platform Helicopter

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1 USS Gerald R. Ford 1
Şekil 2. 1 Eugene Ely 14 Kasım 1910'da USS Birmingham'dan kalkış yaparken 3
Şekil 2. 2 Eugene Ely 18 Ocak 1911'de USS Pennsylvania'ya iniş yaparken 4
Şekil 2. 3 Pearl Harbor Saldırısı, 7 Kasım 1941 5
Şekil 2. 4 USS Lexington batmadan önce 5
Şekil 2. 5 USS Lexington uçak gemisi 76 yıl sonra bulunduğunda 6
Şekil 2. 6 INS Vikramaditya, Hindistan 7
Şekil 2. 7 Havuzu bulunan bir uçak gemisi 7
Şekil 2. 8 Amiral Kuznetsov Rusya 8
Şekil 2. 9 Cavour, İtalya 8
Şekil 2. 10 Liaoning, Çin 10

TABLO LİSTESİ

Tablo 3. 1 Uçak Gemilerinde Kullanılan Gerilim Seviyeleri 12
Tablo 4. 1 115 V 400 Hz Tahmini Yük Dağılımı 20
Tablo 4. 2 115 V 400 Hz Yük Analizi 21
Tablo 4. 3 440 V 400 Hz Tahmini Yük Dağılımı 22
Tablo 4. 4 440 V 400 Hz Yük Analizi 23
Tablo 4. 5 220 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı 24
Tablo 4. 6 220 V 60 Hz Yük Analizi 25
Tablo 4. 7 115 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı 26
Tablo 4. 8 115 V 60 Hz Yük Analizi 27
Tablo 4. 9 440 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı 28
Tablo 4. 10 440 V 60 Hz Yük Analizi 31

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Uçak gemileri askeri nakliyat ve lojistik görevlerini icra edebilecek yüksek savaş yetenekleriyle donatılmış gemilerdir.

Uçak gemilerinin ana amacı diğer harp gemilerinden farklı olarak denizaşırı askeri lojistik faaliyetleri sağlamak ve deniz kuvvetlerinin uzak mesafelerde kıyı operasyonları görevlerini icra edebilmesine katkıda bulunmaktır. Geminin diğer amaçları:

- Deniz kuvvetlerinin lojistik imkanlarını geliştirmek,
- Çıkarma operasyonlarında esneklik ve sürat kazandırmak,
- Bölgesel barışı desteklemek, taşınabilecek personel sayısını artırmak ve birliklerin harekât karargahlarını intikal ettirmek, ana üs desteği gerektirmeksizin bu birliklere lojistik destek sağlamak,
- Doğal afetlerde yardım imkânı sağlamak,
- Gerginlik durumlarında insan tahliye/transferi sağlamaktır.



Şekil 1. 1 USS Gerald R. Ford [1]

Dünyanın en büyük uçak gemisi unvanına sahip ABD Deniz Kuvvetleri'ne ait USS Gerald R. Ford gemisi Şekil 1.1'de gösterilmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

Uçak gemilerinin ana amacı askeri harekata katılacak personeli ve onların teçhizatlarını uzun mesafe operasyon bölgelerine intikal ettirebilmek ve uzun mesafe kıyı operasyonları görevlerini icra edebilmektir.

Bu görevleri yerine getirebilecek imkân ve kabiliyetteki uçak gemileri; kıyıya direk aborda olma imkanına, helikopter indirme ve uçuş güvertesine, kıyıya çıkacak araçları taşıma ve kıyıya indirme güvertesine ve diğer tekerlekli araçları ile onların ekipmanlarımı barındırma alanlarına sahiptir.

Uçak gemileri, içerisinde bulunan geniş alanlar sayesinde askeri transferi sağlayan helikopterleri, uçakları ve mekanize araçları barındırma ve indirme imkanına sahiptir. Bu imkanlar gemilerin ana üsten bağımsız olarak karşı operasyonlarda destek imkânı verebilmesini sağlamakta ve bu özellikler gemilerin daha kapsamlı kulanılmasına olanak tanımaktadır.

Son yıllarda envantere katılan ve zorlu coğrafi şartlarda başarılı görevler icra eden özellikle korvet sınıfı ve çıkarma sınıfı gemiler ile birlikte Türk Deniz Kuvvetleri hem bulunduğu coğrafyada hem de tüm dünya denizlerinde barışın ve huzurun sağlanması adına etkin bir şekilde rol almaktadır.

Bahse konu harp gemilerine ilave olarak yakın zamanda envantere katılan çok maksatlı amfibi hücum gemisi, açık denizlerde ya da münhasır ekonomik bölgelerde meydana gelebilecek anlaşmazlıklarda ülke menfaatlerinin korunması açısından donanmamıza önemli bir caydırıcılık kazandırmaktadır.

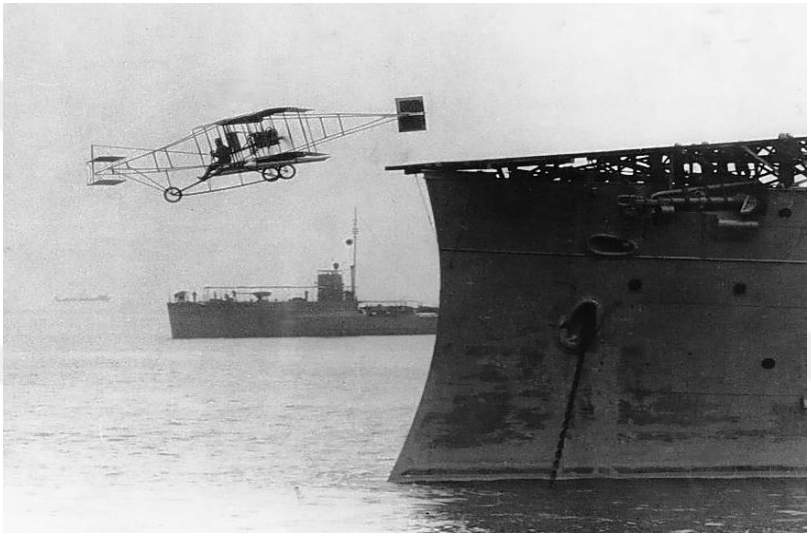
İlerleyen yıllarda ülkemizin ihtiyaçları doğrultusunda milli imkanlar ile tasarımı yapılacak uçak gemileri, envanterde bulunan diğer harp gemilerimizin de desteğiyle gerek mavi vatanda gerekse dünya denizlerinde donanmamızın ve ülkemizin prestij ve güç açısından ivme kazanmasında hayati bir öneme sahip olacaktır.

2. UÇAK GEMİLERİ

2.1. Uçak Gemilerinin Tarihçesi

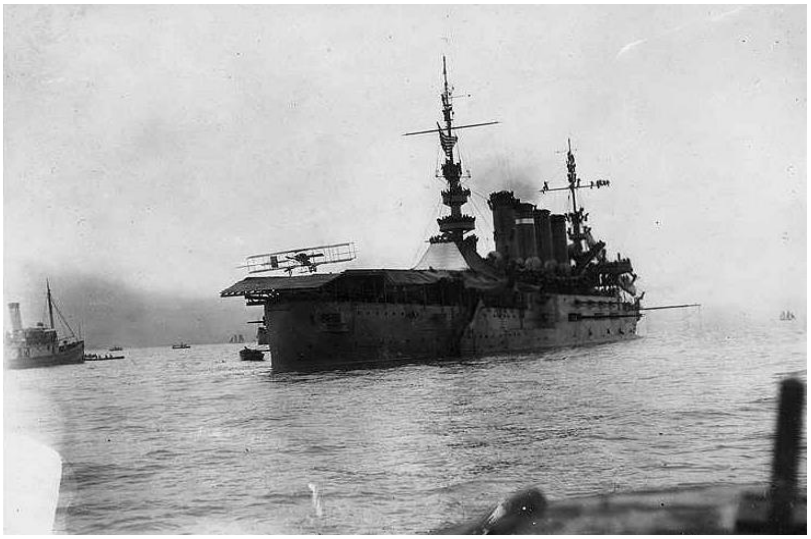
20. yüzyılın başlarından itibaren uçaklar gelişmeye başladıkça dünyadaki çeşitli donanmalar gözlem yapmak amacıyla savaş gemilerinin üzerinde uçakların kullanımlarıyla ilgilenmeye başlamışlardır. Uçakların gemiler üzerinde böyle bir kullanım tarzını test etmek için birçok sayıda deneme uçuşları yapılmıştır.

Eugene Ely adlı bir pilot Kasım 1910'da ABD zırhlı kruvazörü USS Birmingham'ın üzerine sabitlenmiş bir yapıdan havalanmış ve havada yaklaşık beş dakika kalmıştır. Eugene Ely, sabit bir gemiden kalkış yapan ilk pilottur.



Şekil 2. 1 Eugene Ely 14 Kasım 1910'da USS Birmingham'dan kalkış yaparken [2]

Eugene Ely aynı zamanda 18 Ocak 1911'de sabit bir gemiye inen ilk pilot olmuştur. San Francisco sahiline demirlemiş olan USS Pennsylvania'nın güvertesinde kum torbalarından ve iplerden yapılmış bir fren sisteminden oluşan bir geçici yapıya inmiştir.



Şekil 2. 2 Eugene Ely 18 Ocak 1911'de USS Pennsylvania'ya iniş yaparken [2]

Temelde uçak gemilerinin ilk örnekleri sayılabilecek gemiler Birinci Dünya Savaşı öncesinde görülmektedir (Şekil 2.2). Birinci Dünya Savaşı başladığında İngiltere, harp filosuna ticari gemilerden dönüştürülmüş uçak gemilerini eklenmiştir.

Bahse konu ticari gemilere çok hızlı bir şekilde eklenen yapılar ile özellikle ön güverte üzerinde genişletilmiş hangarlar ve kalkış platformları sayesinde oluşturulan uçak gemileri hem keşif ve saldırı görevlerinde kullanılan deniz uçaklarını hem de harp filosunun hava savunmasını ve Alman Donanması'nın zeplinlerine karşı önleme operasyonları için avcı uçaklarının kullanılmasını sağlamıştır.

Birinci Dünya Savaşı sonlarına gelindiğinde ise tüm büyük donanmalar uçak gemilerinin gelecekteki operasyonlarda önemli bir rol oynayacağı kanısına varılmıştır. 1924 yılında İngiliz donanması bir gemi dönüştürme faaliyetinden ziyade ilk defa uçak gemisi olarak kullanmak üzere tasarlanan HMS Hermes'i donanmaya dahil etmiştir.

İkinci dünya savaşına kadar olan süreçte ise ülkelerin uçak gemilerine ilgileri artarak devam etmiştir. 1939 yılına gelindiğinde Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Japonya'nın sahip olduğu uçak gemileri sayıları artarak filo düzeyine gelmiştir. Hatta bahse konu ülkeler ikinci dünya savaşı sırasında dahi uçak gemisi tasarımı ve inşa faaliyetlerine devam etmiştir.

Uçak gemileri ne kadar etkili olabileceklerini ve caydırıcılıklarını özellikle ikinci dünya savaşı sırasında Japon Donanmasının gerçekleştirdiği "Pearl Harbor" (Şekil 2.3) ve Kraliyet Donanmasının gerçekleştirdiği "Taranto" baskınlarıyla net bir şekilde

göstermiştir.



Şekil 2. 3 Pearl Harbor Saldırısı, 7 Kasım 1941 [3]

Uçak gemilerinin tarihsel süreçteki öneminin ne kadar arttığını göstermesi adına önemli bir eşik olan iki ülkenin de ana karasından uzakta 4-8 Mayıs 1942 tarihlerinde Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya donanmaları arasında gerçekleşen Mercan Denizi Savaşı sırasında tarihte ilk kez uçak gemileri birbirlerine karşı doğrudan değil gemilerin üzerinden havalanan uçaklar ile üstünlük sağlamaya çalışmıştır. Bu çatışmalar sırasında Birleşik Devletler donanmasına ait USS Lexington batırılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2. 4 USS Lexington batmadan önce [4]

1942 yılında batırılan USS Lexington uçak gemisi 2018 mart ayında batırıldığı bölgede yaklaşık 3000 m derinlikte bulunmuştur (Şekil 2.5).



Şekil 2. 5 USS Lexington uçak gemisi 76 yıl sonra bulunduğunda [5]

İkinci dünya savaşı sonrasındaki dönemde ise önemi hızla artan uçak gemileri donanmaların sancak gemisi konumuna gelmiştir. Dünyada gelişen teknolojik gelişmeler ve tasarımda yapılan iyileştirmeler ile bağlantılı olarak açı verilen uçuş pistleri, güverteden kısa mesafede kalkış ve dikey iniş yapabilen hava araçları gibi birçok yeniliğe sahip olan uçak gemileri günümüzdeki modern görünümlerini almıştır.

2.2. Uçak Gemilerinin İmkân ve Kabiliyetleri

Bir uçak gemisinin en belirgin özelliği üzerinde bulunan uçuş güvertesi ve hangarlar sayesinde helikopter ve uçaklar ile harekât icra edebilmesidir. Gemi beraberinde helikopterleri ve uçakları amfibi harekât bölgesine taşıyabilmekte; üzerine konuşlu çok sayıda iniş platformu sayesinde süratli bir şekilde çıkarma birliklerini ve cephanelerini yükleyerek harekatın ilerleyişini hızlandırabilmektedir.

Kıyıya çıkarma yapan birliklerin hava desteği ile desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü değişen durumlar karşısında süratli hava vasıtaları ile cevap verebilmelidir.

Helikopterler ve uçaklar hem havada üzerlerine konuşlandırılmış silahlarla muharebeye havadan ateş gücü temin ederken; 18-20 kişilik timleri taşıyabilecek kapasitede ki helikopterlerle stratejik açıdan önemli olan noktalara birliklerin indirilmesi; cephane, erzak taşınması; büyük helikopterler ile top ve zırhlı araçların spesifik noktalara bırakılması; yaralıların süratli bir şekilde alınarak gemiye getirilmesi gibi birçok koldan amfibi harekâtı desteklemektedir.

Uçan birlikler havada fazla süre kalamadıklarından dolayı yakıt ihtiyaçlarını karşılamak üzere gemilerin uçuş güvertesini kullanabilmektedirler. (Şekil 2.6)



Şekil 2. 6 INS Vikramaditya, Hindistan [1]

Gemilerin bazılarının kıç taraflarında havuzlar bulunmaktadır. Mevcut kapağın açılması ve gemi kıç tarafına kontrollü bir şekilde trim yapılması sonucunda kıçta bulunan havuz 3 metreye kadar su alabilmektedir. Şekil 2.7'de görüldüğü gibi belli boyut ve draftaki gemiler bu havuz sayesinde gemiye alınarak havuzlanabilmektedir.



Şekil 2. 7 Havuzu bulunan bir uçak gemisi [1]

Havuzda bulunan gemiler ana gemi ile beraber operasyon bölgesine emniyetli bir şekilde sevk edilebilmektedir. Aksi taktirde kapak atabilecek özellikte alçak draftlı; boyutları kısmen küçük olan çıkarma gemilerinin uzun mesafelere seyretmeleri ve kötü deniz

durumlarında emniyetli bir şekilde denize çıkmaları mümkün değildir. Ancak ufak boyutlarda olan gemiler mataforalarda taşınabilir.



Şekil 2. 8 Amiral Kuznetsov Rusya [1]

Geminin bünyesinde bulunan mevcut asansör sistemleri sayesinde üst katlarda bulunan tank, zırhlı araç, cephane ve diğer yükler süratli bir şekilde en alttaki güverteye indirilip havuzda bulunan çıkarma gemilerine yüklenebilir. (Şekil 2.8) Bu sayede çıkarma bölgesine yakın bölgede konuşlandırılmış bir uçak gemisi sayesinde; üzerindeki birlikler, araçlar ve yükleri kıyıya çıkartan bir çıkarma gemisi uçak gemisine döner ve süratli bir şekilde tekrar yüklenerek harekâtı desteklemeye devam edebilir. Aynı anda uçaklarda uçak gemisinin üzerinde sorti yapabilir.



Şekil 2. 9 Cavour, İtalya [1]

Gemi nakliye amacıyla veya amfibi birlikleri desteklemek için bünyesinde tekerlekli ve paletli birçok tankı ve zırhlı araçları taşıyabilmektedir. Bazı gemiler uygun liman şartlarında ro-ro gemilerine benzer bir şekilde yana kapak atmakta ve araçlar kendi tekerlekleri üzerinde gemi bünyesine süratli bir şekilde yerleştirilebilmektedir (Şekil 2.9).

Güverteler arasında araç geçişleri hidrolik asansörler ile sağlanmaktadır. Eğer gemi nakliye maksadıyla kullanılıyorsa uçuş güvertesi araç taşıma amacı olarak da kullanılabilmektedir. Aynı şekilde uçuş güvertesinde bulunan helikopterlerde kanat ve kuyruğunu kapatarak asansör ile bir alt kattaki araç güvertesinde muhafaza edilerek taşınabilmektedir.

Uçak gemileri normal şartlarda 900 ile 4000 kişi arasında deniz piyadesini teçhizatları ile beraber operasyon bölgesine sevk edebilmekte ve 20-30 gün arasında hiçbir ikmal desteği almadan suda kalabilmektedir. Aksi taktirde etkili ve geniş kapsamlı bir çıkarma harekâtı icra edebilmek için harekât bölgesine yakın mesafede bir üsse ihtiyaç duyulacaktır. Çıkarma yapacak piyadelerin denizde bulundukları süre içerisinde yaşam şartlarından ve kötü deniz durumundan etkilenmemeleri gerekmektedir. Uçak gemileri bu ihtiyaca cevap vermekte ve gerekli tesisler için yeterli alanı sağlamaktadırlar.

Gemilerin hastane imkân ve kabiliyetleri oldukça gelişmiştir. Ameliyathaneler, x-ray cihazları, diş hekimi, laboratuvar gibi imkanlara sahiptir. Sınırlı sayıda hastayı yatırarak; büyük bir sayıdaki hasta ve yaralıları ise ayakta tedavi edebilecek imkân ve kabiliyete sahiptir. Amfibi harekât esnasında yaralanan bir amfibi personel helikopter vasıtası ile gemiye alınarak süratli bir şekilde geminin imkanları ile yardım edilebilir.

Gemilerin iç hacminde tamir atölyeleri için de yer verilmiştir. Hangarlarda helikopterlerin tamir ve bakım ihtiyaçları karşılanırken aynı şekilde havuzda ve araç güvertelerinde çıkarma gemileri ve zırhlı araçların bakım, onarım işleri ile kapsamlı olarak ilgilenilebilmektedir.



Şekil 2. 10 Liaoning, Çin [1]

Gemiler amfibi harekâtı koordine edebilmek maksadıyla geniş komuta kontrol sistemleri ve cihazları ile donatılmıştır. Yeni nesil uçak gemilerinin komuta kontrol kabiliyetleri arttırılmıştır (Şekil 2.10). Yeni nesil uçak gemilerinde iki adet operasyon merkezi gemi üzerinde konuşlandırılmıştır. Bir tanesi çıkarma harekatının yürütüldüğü çıkarma merkezi, diğeri ise harp grup komutanlığı olarak kullanılmaktadır.

Uçak gemileri üst ve alt güvertelerinde yüksek tonajda yük taşıyabilirler. Kendi üzerlerine konuşlandırılmış olan 1-2 adet 25-30 tonluk kreynler ile liman imkanlarına bağlı olmadan yükleme ve boşaltma yapabilmektedirler. Bu sayede yardımcı sınıf bir gemi gibi deniz ortasında kolay bir şekilde diğer gemilere ikmal sağlayabilirler.

Gemiler sahip oldukları yüksek tonajda yük taşıyabilme ve liman imkanlarından bağımsız yükleme-boşaltma yapabildiklerinden dolayı afet bölgelerine süratli bir şekilde gıda, ilaç gibi hayati önem taşıyan malzemelerin sevkinde kullanılabilirler. Gemide mevcut hastane imkanlarından kazazedelerin faydalanması sağlanabilir. Gerekirse gemi üzerindeki hangarlar sahra hastanesi olarak kullanılabilir.

Gemi yardımcı makinaları ile üretilen elektrik, elektriklerin kesik olduğu afet bölgesinde hastane gibi cihazların çalıştırılmasının hayati öneme sahip olduğu yerlere elektrik temin edebilir.

3. GEMİ ELEKTRİK GÜÇ DAĞITIM SİSTEMİ

Uçak gemisi elektrik güç dağıtım sistemleri benzersiz özelliklere sahiptir ve karmaşık yapıda olan seyir, manevra, muhabere, silah, harekât sistemleri ve sensörler için enerji sağlar.

Gemideki sistemler hayati öneme haiz ve hayati öneme haiz olmayan yükler olmak üzere ikiye ayrılır. Görevi ve gemi güvenliğini etkileyen yükler hayati yükler olarak adlandırılırken; Kesintiye uğraması halinde görevin ve geminin güvenliğini tehlikeye atmayan elektrik yüklerine hayati olmayan yükler denir [6-10].

Gemilerdeki hayati öneme haiz yüklerin sürekli beslenmesi bir zorunluluktur ve bunun için elektrik dağıtım sistemleri çift kaynaklı olarak bu tür yükleri besleyecek şekilde tasarlanmıştır. Hayati yükleri besleyen besleme hatları gemide aynı kompartıman ve güverteden geçmeyecek yani gemi içerisinde iki dağıtım panosu arasında bölgesel ayrım olacak şekilde tesis edilir. Bu dağıtım hatlarının birbirine yakın olmamasının nedeni, savaş sırasında hayati yükü besleyen hem ana hem de yedek hatların hasar altında arızalanmasını önlemektir.

3.1. Gemi Elektrik Güç Dağıtım Sistemi Özellikleri

Gemi elektrik güç sistemi, geminin güç üretim, dönüşüm, dağıtım sistemleri ile uç kullanıcılar arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.

Geminin ana elektrik gücü, acil durum kaynaklarının ve yedek kaynakların yardımı olmaksızın, ihtiyaç duyulacak gücü sağlayacak kapasitede elektrik çıkış gücüne haiz birbirleri ile paralel çalışabilecek dizel-jeneratörler ile sağlanmaktadır. Toplam dizel jeneratör setinin yarısı paralel konumda çalıştığında her bir set %90 (yüzde doksan)'dan fazla yüklenmeden yük analizi sonucunda ortaya çıkan her bir seyir durumundaki güç değerini karşılayabilmelidir.

Ayrıca gemi tasarımcısının kararına bağlı olarak savaş yönetim sistemi, operatör konsolları, IPMS (Integrated Platform Management System) ve gemide mevcut diğer kesintisiz güç kaynaklarının AC güç ihtiyacını elektrik kesilmeleri sırasında karşılayacak, su kesim hattının üzerinde olan bir bölgede hava soğutmalı acil durum jeneratörü bulunabilir.

Elektrik dağıtım sistemleri ve tabloların yerleri büyüklükleri ve sayıları, gemi

servislerinin devamlılığı, minimum yer prensipleri ve ağırlık prensiplerine göre belirlenmektedir. Gemide kullanılacak sistemlerin gerilim karakteristiğine göre ana kuvvet dağıtım sisteminin karakteristik özellikleri tespit edilmektedir. Böyle bir durumda ana tahrik sisteminin ya da yardımcı tahrik sistemi elemanlarının belirlenmiş olması önemli bir etkendir [11–13]. Eğer ana ya da yardımcı tahrik sistemi elektrik tahrikli olacaksa ya da çok fazla güç talep eden başka bir sistem gemide mevcutsa tasarımcı ana tevzi tablolarındaki gerilim seviyesini 4160 V/6600 V kademelerine kadar çıkarabilir.

Genel olarak NATO üyesi ülkelerin uçak gemilerinde kullanılan gerilim seviyeleri aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Tablo 3. 1 Uçak Gemilerinde Kullanılan Gerilim Seviyeleri [6–10]

Sistem	**Gerilim Karakteristikleri**
Ana Tahrik Sistemi	4160/6600 V 60 Hz
Ana Besleme	440 V 60 Hz
Silah Sistemleri ve Yardımcı Sistemler	115 V 60Hz
Aydınlatma	220V 60Hz
Statik Konverterler	440V 400Hz
Silah Sistemleri	115V 400Hz
Acil Aydınlatma ve Akü Şarj Üniteleri	24 V DC
Helikopter Start Rektifayerleri	28 V DC

3.2. Elektrik Güç Dağıtım Sistemi Elemanları

Gemilerde elektrik güç dağıtım sistemi temel olarak aşağıdaki sistemlerden oluşmaktadır.

- Baş ve Kıç Ana Tevzi Tabloları,
- Acil Durum Ana Tevzi Tablosu,
- Dağıtım panoları,
- Sahil bağlantı panosu,
- Transfer tabloları
- Arıza güç dağıtım sistemi panoları.

3.2.1. Ana Tevzi Tabloları

Uçak gemilerinde her biri birbirini yedekleyebilecek ve her biri tüm sistemi besleyebilecek kapasitede en az iki adet(baş/kıç) tevzi tablosu bulunmaktadır. Ana tablolar sadece aynı mahalde meydana gelen bir yangın veya diğer olaylardan etkilenmeyecek şekilde jeneratörlerle ilişkili olarak yerleştirilmektedir [14–17].

Ana tevzi tabloları jeneratörlerin çalıştırılmasını ve korunmasını paralel çalışmalarını sahil ile jeneratör arasında yük transferlerini gemi yardımcı sistemleri, gemi manevra sistemleri ve ana tahrik sistemi elemanlarının devre kesicilerinin kontrol ve korumasını sağlayacak şekilde dizayn edilmektedir.

Ana tevzi tabloları jeneratörlerin paralelliği, sahil gemi- sahil geçişlerini, yük transferi ve kontrolünü ve arz kaçak kontrolünü sağlayacak yeterli sayıda kontrol ve gösterge ile donatılmaktadır. Ana tevzi tabloları manuel olarak kullanılabileceği gibi aynı zamanda bir haberleşme protokolü ile güç yönetim sistemi üzerinden de kontrol edilebilmektedir [9-10].

Standartlara göre gemide jeneratörler için mevcut asgari elektriksel korumalar aşağıdaki gibidir [6-10].

- Aşırı akım,
- Kısa devre,
- Ters güç,
- Faz sırası,
- Yüksek voltaj,
- Yüksek frekans,
- Düşük Gerilim.

Standartlara göre Ana tevzi tabloları için mevcut asgari elektriksel korumalar aşağıdaki gibidir [6-10].

- Yüksek voltaj,
- Düşük Voltaj,
- Yüksek Frekans,
- Aşırı Yük,
- Sahil Aşırı Akım,
- Gereksiz Yüklerin Atımı,
- Aşırı Akım,
- Kısa Devre.

İstenmeyen bir sebeple geminin enerjisiz kalması durumunda transfer şalterlerinin kararmadan önceki pozisyonlarını korumalarını sağlamak için transfer şalterleri üzerinde

düşük gerilim bobini kullanılmamaktadır. Bu asgari korumalar dışında tablolar üzerinde başka korumalar mevcuttur.

3.2.2. Acil Durum Jeneratörü ve Acil Durum Tevzi Tablosu

Geminin acil durum şartlarında elektrik enerjisi ihtiyacı acil durum jeneratörü üzerinden sağlanmaktadır. Bu sebeple gemide su kesim hattının üzerinde hava soğutmalı yük analizi sonucunda ve askeri standartlar ve klas kuruluşlarınca belirlenmiş özellikte genellikle bir adet acil durum jeneratörü bulunmaktadır. Acil Durum jeneratörü olması bir zorunluluk değildir. Tasarımcının inisiyatifinde olan bir durumdur. Tasarımcı ek güç kaynağını gemi üzerinde yara savunma konseptine bağlı olarak kesintisiz güç kaynakları ve onlara bağlı inverter gruplar ile de sağlayabilir [17–19].

Eğer gemide acil durum jeneratör konsepti belirlenmişse acil durum şartları oluştuğunda (geminin ana besleme hattının vurulması, ana güç kaynaklarının arıza yapması veya kullanılamaması vb.) acil durum jeneratörü otomatik olarak devreye girecektir. Ana besleme kaynaklarının sebeplerine bağlı olarak bu geçiş kısa süreli kararma veya kararma olmadan olabilir.

Acil Durum Ana Tevzi Tablosu devreye girdiğinde gemi de artık sadece hayati öneme sahip yükler (geminin ve personelin emniyeti ile ilgili sistemler) beslenecektir. Aşhane, çamaşırhane ve büfe grupları gibi hayati öneme sahip olmayan yükler beslenmeyecektir.

Acil Durum Jeneratörü asıl amacının dışında geminin yanaştığı sahilde şebeke geriliminde dalgalanmalar olması, şebeke geriliminin olmaması ya da limanda gemi için gerekli bağlantı panosunun bulunmaması durumunda liman jeneratörü olarak da kullanılabilmektedir.

Sonuç olarak Acil Durum Ana Dağıtım Tablosu aşağıda modlarda çalıştırılabilir.

- Acil Durum modu,
- Test modu (acil durum modunun düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için),
- Liman modu.

Acil Durum Jeneratörü ve Acil Durum Tevzi Tablosu için asgari elektriksel korumalar aşağıdaki gibidir [6-10].

- Aşırı akım,

- Kısa devre,
- Faz sırası,
- Yüksek voltaj,
- Düşük Gerilim.

3.2.3. Ana Dağıtım Tabloları

Geminin her bir yangın ve yara savunma bölgesinde en az bir adet olmak üzere toplamda en az yara savunma bölgesi kadar ana dağıtım panosu bulunur. Ana tahriki elektrikli olan uçak gemilerinde dağıtım için gerekli olan 440 VAC 60 Hz gerilim 4160/440 V ya da 6600/440 V transformatörlerden üzerinden elde edilmektedir [6–10].

Bahse konu dağıtım panolarından bazıları tasarımcının kararına bağlı olarak aynı zamanda acil durum güç dağıtım panosu ve sahil bağlantı panosuna bağlanabilmektedir.

Ana dağıtım tabloları servis transformatörlerin geçici paralelliği sahil-gemi-sahil geçişlerini, yük transferi ve kontrolünü ve arz kaçak kontrolünü sağlayacak yeterli sayıda kontrol ve gösterge ile donatılmaktadır.

Daha önce de bahsedildiği gibi tasarıma bağlı olarak acil durum ana dağıtım tablosu bu ana dağıtım tabloları üzerinden beslenebilmektedir. Bu sayede ihtiyaç olması durumunda acil durum jeneratörü liman jeneratörü olarak da kullanılabilmektedir.

3.2.4. Sahil Bağlantı Panosu

Geminin jeneratörlerinin çalışmadığı liman durumunda veya gemi-gemi besleme durumunda gerekli yük ihtiyacını karşılamak amacıyla geminin tasarımına ve boyutuna bağlı olarak en az iki adet sahil bağlantı panosu bulunmaktadır.

Gemideki sahil bağlantı panolarının güç değerleri yük analizi sonucunda limanda çekilecek akım değerine göre dizayn edilir. Yük analizi sonucunda elde edilen akım değerlerine bağlı olarak diğer gemileri de kısıtlı olarak beslemek mümkün olmaktadır [19–21].

Sahil gemi modunda gemimiz sahilden veya başka bir gemi üzerinden beslenir. Sahil bağlantısı manuel olarak ve güç yönetim sistemi üzerinden yapılabilmektedir. Sahil bağlantısı ile dizel jeneratörler arasında geçiş geminin karartılmasına gerek kalmadan yapılabilmektedir.

Gemi-gemi modunda ise; gemimiz başka bir gemiyi beslemektedir. Bu modda geminin ana ağ gerilim ihtiyacı ana tevzi tablolarına bağlı jeneratörlerden sağlanmaktadır.

3.2.5. Otomatik/Manuel Transfer Panoları

Gemiye ait elektrik güç dağıtım sistemi birincil grup (hayati öneme haiz cihazlar) ve ikincil grup (hayati öneme sahip olmayan sistemler) tüketicileri beslemek üzere iki farklı yapıda dizayn edilmektedir.

Gruplar tüm tevzi tablolardan beslenir ve beslemeleri birincil ve ikincil grup olmasına göre otomatik ya da manuel olarak değiştirilebilmektedir. Transfer tabloları ana beslemeden yedek beslemeye otomatik/manuel geçişi sağlarlar [21–24].

Otomatik transfer tabloları Ana tevzilere ve arıza güç dağıtım sistemine sürekli bağlıdırlar.

Manuel transfer tabloları Ana tevzilere sürekli bağlıdırlar ancak arıza güç dağıtım sistemine bağlanmamaktadır.

Enerji var ise öncelik her zaman tasarımcının belirlediği ve genellikle aynı yara savunma bölgesinde bulunan ana beslemededir. Ana beslemede sorun olduğunda yedek beslemeye otomatik/manuel geçiş aktarım yapılmaktadır. Her iki (ana ve yedek) beslemede de sorun var ise hayati öneme haiz cihazlar için arıza güç dağıtım sistemine manuel geçiş sağlanmaktadır.

3.2.6. Arıza Güç Dağıtım Sistemi Panoları

Gemide meydana gelebilecek olası bir vurulma, yara alma ya da herhangi bir sebeple ile güç dağıtım sisteminden enerji alınamaması durumunda geminin güvenli seyri ve personelin emniyeti açısından enerjisiz kalmasına müsaade edilmeyen hayati öneme haiz cihazları besleyen sistemdir. Arıza güç dağıtımı sisteminden beslenen sistemlerin bazıları aşağıdaki sıralanabilir [25–27].

- Yangın tulumba kontrolörleri,
- Balast tulumbası kontrolörleri,
- Muhabere panelleri,
- Hidrolik kreynler,
- Demirleme donanımı,

- Makine daireleri hayati öneme haiz cihazlar,
- Silah elektronik panelleri,
- Uçuş güvertesi aydınlatma panelleri,
- Dalgıç pompa panelleri,
- Dümen sistemi panelleri vb.

Geminin tasarımına bağlı olarak en az yara savunma bölgelerinin sayısı kadar arıza güç dağıtım sistemi panosu bulunmaktadır.

Arıza güç dağıtım sistemi panolarından ilgili panolara besleme bağlantısı yapmak için kompartıman geçişlerinde yük analizine göre belirlenmiş akım taşıma kapasitesine sahip soketler bulunmaktadır [28–32]. Bu soketler vasıtasıyla enerji ilgili panolara seyyar kablolar ile sağlanmaktadır. (Tavan yüksekliği fazla olan ağır araç güverteleri ve hafif araç güverteleri hariç)

4. YÜK ANALİZİ

Gemi elektrik sistemi tasarımının en önemli aşaması gemide bulunacak her bir yük için gerekli olan elektrik gücünü tespit etmektir.

Bu aşamadan sonra ortaya çıkan yük listesi askeri gemilerde farklı operasyon koşullarında (liman, barış seyri, savaş seyri ve savaş durumu) yüklerin devrede olma katsayılarına göre analiz edilmektedir. Bu analiz sonucunda elde edilen değerlere göre jeneratör kapasitesi belirlenmektedir [6–7].

Yük analizinde hesaba dâhil edilecek operasyon koşulları ve devrede olma katsayıları, yüklerin hayati öneme haiz olanları ile hayati öneme haiz olmayanları ayrıca acil durumda devrede olması gereken yük sınıfları askeri standartlarda tarif edilmektedir.

4.1. İşletme Koşulları

Her bir senaryo için maksimum güç tüketimini tanımlamak amacıyla her çalışma koşulu için aşağıdaki varsayımlar ve açıklamalar dikkate alınır.

4.1.1. Limanda Barış Zamanı Seyir Hazırlığı (Sahil)

Bu hazır olma durumu, geminin iskeleye bağlı olması ve elektriğini kıyıdan alması anlamına gelmektedir [6-7]. Kıyı bağlantı düzenlemeleri, bu durum için belirlenen güç talebine göre tasarlanmalıdır.

Yardımcı Jeneratörler bu durumda çalışmaz ve genel hizmetlerin yardımcı sistemleri azaltılmış çalışma koşullarında çalışır ve mürettebat gemide sayılır, ancak gemiye dahil kuvvetler olarak kabul edilmez. Silah, Uçak, Navigasyon ve Manyetikliği Giderme sistemlerinin devre dışı olduğu kabul edilir.

4.1.2. Barış Zamanında Seyir Durumu

Bu senaryoda, bir geminin muharebe hazırlığı ile ilgili personel ve malzeme durumu, okyanus taşımacılığına katılma gereklilikleri ile sınırlıdır [6–7]. Balast pompaları çalışmıyor olarak kabul edilecektir, dengeleme tankları için bir merkezi balast pompası düşünülebilir. Bir yangın pompasının sabit tüketicileri, tahrik konvertörlerini ve makine ve yardımcı odaların soğutmasını kapsamak için yeterli olduğuna dikkat edilmelidir.

4.1.3. Savaş Zamanı Seyir Durumu

Bu durum, harekât istasyonlarına doğrudan geçişe izin veren, artan muharebe hazırlığına sahip sürekli bir tahrik modudur. Bu durum için güç dengesi, ekonomik çalışma ve NBC önlemleri [6–7] yönlerine bağlı olarak maksimum güç talebi hakkında bir açıklama yapılmasına izin vermelidir. Balast pompaları, yalnızca düşük hızda amfibi operasyonlar için kullanıldıklarından, devre dışı kabul edilecektir, dengeleme tankları için bir balast pompası düşünülebilir.

4.1.4. Savaş Durumu

Bu çalışma koşulunda, tüm gemi istasyonları tam savaşa hazırdır [6–7]. Bu durumda gereken güç, özel bir güç dengesi sonucu daha yüksek bir güç talep edilmediği sürece, jeneratör çıkışını belirlemeye yarar. Balast pompaları çalışmıyor olarak kabul edilecektir, dengeleme tankları için bir merkezi balast pompası düşünülebilir. Bu senaryo sırasında geminin NBC durumunda olduğu düşünülmez çünkü daha yüksek tüketiciler hasar kontrol sınıflandırmasına göre kapatılır ve bağlantısı kesilir. Bu nedenle yük analizi için en kötü durum olmaz [6–7]. Savaş sistemi ekipmanları çalışır durumda kabul edilir. Yemekhane ekipmanları çalışmıyor olarak kabul edilecektir.

4.2. Jenerik Bir Uçak Gemisinin Jeneratör Kapasitesinin Belirlenmesi

Bu bölümde ana tahrik sistemi, konvansiyonel dizel tahrikli olan ve alt yüklerinin bilindiği kabul edilen STOVL (Short Take-Off Vertical Landing) Sınıfı bir uçak gemisinin jeneratör kapasitesinin belirlenmesi için analiz yapılmıştır.

Analiz için kullanılan gemi elektrik sisteminin, ana besleme gerilimini üreten dizel jeneratör setlerinden ve acil durum beslemesi için kullanılan bir adet acil durum dizel jeneratör setinden oluştuğu varsayılmıştır. Gemide mevcut yükler normal koşullarda ana dizel jeneratör setleri aracılığıyla beslenmektedir.

4.2.1. 115 V 400 Hz Yük Analizi

Gemide mevcut silah sistemleri, hava aracı sistemleri, ateşleme sistemleri ve etkinleştirme panelleri gibi 115 V 400 Hz gerilim karakteristiği özelliklerine sahip alt yüklerin beslendiği transformatörün gücünü belirlemek amacıyla yapılan analizdir.

Tablo 4. 1 115 V 400 Hz Tahmini Yük Dağılımı

Sıra No	Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
1	Silah Sistemleri	15,20	1	15,20	1	1			15,20	15,20	0,00	0,00
2	Hava Aracı Sistemleri	23,70	1	23,70	1	1			23,70	23,70	0,00	0,00
3	Ateşleme Sistemleri	13,50	2	27,00	1	1			13,50	13,50	0,00	0,00
4	Etkinleştirme Panelleri	4,50	2	9,00	2	2			9,00	9,00	0,00	0,00

Tablo 4.1'deki yük dağılımında, ilk sütunda sıra numarası gösterilirken ikinci sütunda ilgili yükün ait olduğu platform sistemi belirtilmektedir. Üçüncü sütunda her birimdeki güç değeri kW olarak gösterilirken dördüncü sütunda ilgili yükün platformdaki toplam miktarı belirtilmektedir. Beşinci sütunda ilgili yükün toplam kurulu gücü kW olarak gösterilmektedir. Altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sütunlarda sırasıyla savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman koşullarında platformda çalışacağı değerlendirilen yüklerin adetleri gösterilmektedir. Onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü sütunlarda belirtilen işletme koşullarında platformun ihtiyacı olan güç değerleri kW olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.1'de belirtilen alt yüklere göre 440V/115V 400 Hz transformatör kapasitesinin belirlenmesi için yapılan analiz Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 2 115 V 400 Hz Yük Analizi

TOPLAM GÜÇ DEĞERLERİ				ÇALIŞMA KOŞULLARI			
			Toplam Güç	Savaş Durumu (1)	Savaş Seyri (2)	Barış Seyri (3)	Barışta Liman (4)
			kW	kW	kW	kW	kW
Toplam Kurulu Güç			74,90	61,40	61,40	0,00	0,00
Toplam Sistem Kapasitesi			80	80	80	80	80
ANALİZ SONUÇLARI							
Üretilen Güç				Tüketilen Güç			
Çalışma Koşulları	Birim Güç	Adet	Toplam Güç			Gerçek Yük	Yüklenme Oranı
	kW		kW			kW	
Savaş Durumu (1)	80	1	80			61,40	76,75%
Savaş Seyri (2)	80	1	80			61,40	76,75%
Barış Seyri (3)	80	1	80			0,00	0,00%
Barışta Liman (4)	80	1	80			0,00	0,00%

Tablo 4.2'de yapılan analizde "Analiz Sonuçları" satırı öncesindeki veriler ilgili yük dağılımından alınmıştır. Bu analizde bahse konu veriler ile optimum yüklenme durumlarını sağlayacak şekilde güç dönüşüm ekipmanının birim gücü ve sayısı belirlenmektedir. Analizde dikkat edilmesi gereken en önemli husus özellikle savaş durumu işletme koşulunda geminin bekası açısından gerekli olan yedekliliğin sağlanmasıdır.

Yapılan analiz sonucunda 80 KW gücünde bir adet 440V/115 V 400 Hz transformatörün yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bu durumda savaş durumu ve savaş seyri işletme koşullarında transformatörün %76,75 yükleneceği görülmüştür.

4.2.2. 440 V 400 Hz Yük Analizi

Gemi içerisinde özellikle silah sistemleri, hava araçları sistemleri, test panel atölyeleri gibi sistemleri beslemek amacıyla kullanılan mevcut dağıtım sisteminin frekansını 400 Hz'e çeviren statik konverterin gücünü belirlemek amacıyla yapılan analizdir. Toplam konverter kapasitesi savaş durumunda geminin ihtiyacı olan elektrik gücünü %100 yedeklemelidir.

Tablo 4. 3 440 V 400 Hz Tahmini Yük Dağılımı

Sıra No	Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
1	Hava Araçları Transformatörü	112,0	1	112,0	1	1	1	1	112,0	112,0	112,0	112,0
2	440/115V, 400 Hz Transformatörler	79,6	2	159,2	1	1			79,6	79,6	0,0	0,0
3	Elektrik Atölyesi	14,0	1	14,0					0,0	0,0	0,0	0,0
4	Elektronik Atölyesi	14,0	1	14,0					0,0	0,0	0,0	0,0
5	Silah Sistemleri	12,0	1	12,0	1	1	1		12,0	12,0	12,0	0,0
6	VLS Sistemi	43,2	1	43,2	1	1			43,2	43,2	0,0	0,0

Tablo 4.3'teki yük dağılımında, ilk sütunda sıra numarası gösterilirken ikinci sütunda ilgili yükün ait olduğu platform sistemi belirtilmektedir. Üçüncü sütunda her birimdeki güç değeri kW olarak gösterilirken dördüncü sütunda ilgili yükün platformdaki toplam miktarı belirtilmektedir. Beşinci sütunda ilgili yükün toplam kurulu gücü kW olarak gösterilmektedir. Altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sütunlarda sırasıyla savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman koşullarında platformda çalışacağı değerlendirilen yüklerin adetleri gösterilmektedir. Onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü sütunlarda belirtilen işletme koşullarında platformun ihtiyacı olan güç değerleri kW olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.3'te belirtilen alt yüklere göre konverter kapasitesinin belirlenmesi için yapılan analiz Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. 4 440 V 400 Hz Yük Analizi

TOPLAM GÜÇ DEĞERLERİ				ÇALIŞMA KOŞULLARI			
			Toplam Güç	Savaş Durumu (1)	Savaş Seyri (2)	Barış Seyri (3)	Barışta Liman (4)
			kW	kW	kW	kW	kW
Toplam Kurulu Güç			354,40	246,80	246,80	124,00	112,00
Toplam Sistem Kapasitesi			500	500	500	250	250
ANALİZ SONUÇLARI							
Üretilen Güç				Tüketilen Güç			
Çalışma Koşulları	Birim Güç	Adet	Toplam Güç			Gerçek Yük	Yüklenme Oranı
	kW		kW			kW	
Savaş Durumu (1)	250	2	500			246,80	49,36%
Savaş Seyri (2)	250	2	500			246,80	49,36%
Barış Seyri (3)	250	1	250			124,00	49,60%
Barışta Liman (4)	250	1	250			112,00	44,80%

Tablo 4.4'te yapılan analizde "Analiz Sonuçları" satırı öncesindeki veriler ilgili yük dağılımından alınmıştır. Bu analizde bahse konu veriler ile optimum yüklenme durumlarını sağlayacak şekilde güç dönüşüm ekipmanının birim gücü ve sayısı belirlenmektedir.

Analizde dikkat edilmesi gereken en önemli husus özellikle savaş durumu işletme koşulunda geminin bekası açısından gerekli olan yedekliliğin sağlanmasıdır.

Yapılan analiz sonucunda farklı yara savunma bölgelerine yerleştirilen her biri 250 KW gücünde iki adet konverterin yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bahse konu konverterler ile birlikte savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman işletme koşullarında gemide %100 yedeklenme sağlanmıştır.

4.2.3. 220 V 60 Hz Yük Analizi

Gemide mevcut platform kontrol sistemleri, balast sistemi kontrol panoları, hafif araç kontrol panoları, veri ağı kabinetleri, ameliyathane ekipmanları, otel yükleri ve aydınlatma dahil olmak üzere 220 V 60 Hz karakteristiklerine sahip ekipman/sistemleri besleyecek transformatörlerin kapasitesini belirlemek amacıyla yapılan bir analizdir.

Tablo 4. 5 220 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı

Sıra No	Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
1	Platform Kontrol Sistemleri Kontrol Panoları	4,2	4,0	17,0	2	2	2		8,5	8,5	8,5	0,0
2	Balast Sistemi Kontrol Panoları	4,8	4,0	19,0	2	2	2		9,5	9,5	9,5	0,0
3	Ağır Araç Kontrol Panoları	7,6	4,0	30,2	2	2	2		15,1	15,1	15,1	0,0
4	Hafif Araç Kontrol Panoları	4,5	4,0	18,0	2	2	2		9,0	9,0	9,0	0,0
5	Hava Araçları Kontrol Panoları	6,4	4,0	25,6	2	2	2		12,8	12,8	12,8	0,0
6	Tehdit İhbar Panoları	2,4	6,0	14,4	3	3	3		7,2	7,2	7,2	0,0
7	Buat-Linye	125,5	1,0	125,5	1	1	1	1	125,5	125,5	125,5	125,5
8	Buat-Priz Linye	257,1	1,0	257,1	1	1	1	1	257,1	257,1	257,1	257,1
9	Hasar Kontrol Panoları	23,4	4,0	93,6	2	2	2	2	46,8	46,8	46,8	46,8
10	Güverte Aydınlatma Paneli	48,7	2,0	97,4				2	0,0	0,0	0,0	97,4
11	Pres Ütü	2,0	8,0	16,0		4	4	4	0,0	8,0	8,0	8,0
12	Kaporta Kontrol Panoları	16,4	8,0	131,2	4	4	4		65,6	65,6	65,6	0,0
13	Veri Ağı Kabinetleri	30,8	4,0	123,2	2	2	2	2	61,6	61,6	61,6	61,6
14	Büfe Çağrı Panelleri	1,0	5,0	5,0		5	5	5	0,0	5,0	5,0	5,0
15	Test Panelleri	4,5	4,0	18,0					0,0	0,0	0,0	0,0
16	Elektronik Paneller	4,5	4,0	18,0					0,0	0,0	0,0	0,0
17	Su Arıtma Sistemleri	5,2	4,0	20,8		4	4	4	0,0	20,8	20,8	20,8
18	Mikro Dalga Fırın	1,6	8,0	12,8		4	4	4	0,0	6,4	6,4	6,4
19	Buzdolabı	0,4	25,0	11,2		25	25	25	0,0	11,2	11,2	11,2
20	Çöp Öğütme	2,5	4,0	10,0		2	2	2	0,0	5,0	5,0	5,0
21	Ameliyathane Güç Dağıtım Panosu	7,5	2,0	15,0	2	2	2	2	15,0	15,0	15,0	15,0
22	Çamaşır Makinası	2,0	12,0	24,0		12	12	12	0,0	24,0	24,0	24,0
23	Çamaşır Kurutma Makinası	2,6	12,0	31,2		12	12	12	0,0	31,2	31,2	31,2
24	Makine Atölyesi Güç Dağıtım Panosu	6,4	2,0	12,8	2	2	2	2	12,8	12,8	12,8	12,8

Tablo 4.5'teki yük dağılımında, ilk sütunda sıra numarası gösterilirken ikinci sütunda ilgili yükün ait olduğu platform sistemi belirtilmektedir. Üçüncü sütunda her birimdeki güç değeri kW olarak gösterilirken dördüncü sütunda ilgili yükün platformdaki toplam miktarı belirtilmektedir. Beşinci sütunda ilgili yükün toplam kurulu gücü kW olarak gösterilmektedir. Altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sütunlarda sırasıyla savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman koşullarında platformda çalışacağı değerlendirilen yüklerin adetleri gösterilmektedir. Onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü sütunlarda belirtilen işletme koşullarında platformun ihtiyacı olan güç değerleri kW olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.5'te belirtilen alt yüklere göre 440V/220V 60 Hz transformatör kapasitesinin belirlenmesi için yapılan analiz Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 6 220 V 60 Hz Yük Analizi

TOPLAM GÜÇ DEĞERLERİ				ÇALIŞMA KOŞULLARI			
			Toplam Güç	Savaş Durumu (1)	Savaş Seyri (2)	Barış Seyri (3)	Barışta Liman (4)
			kW	kW	kW	kW	kW
Toplam Kurulu Güç			1146,99	646,51	758,11	758,11	727,83
Toplam Sistem Kapasitesi			1296	1296	1296	1296	1296
ANALİZ SONUÇLARI							
Üretilen Güç				Tüketilen Güç			
Çalışma Koşulları	Birim Güç	Adet	Toplam Güç			Gerçek Yük	Yüklenme Oranı
	kW		kW			kW	
Savaş Durumu (1)	54	24	1296			646,51	49,89%
Savaş Seyri (2)	54	24	1296			758,11	58,50%
Barış Seyri (3)	54	24	1296			758,11	58,50%
Barışta Liman (4)	54	24	1296			727,83	56,16%

Tablo 4.6'da yapılan analizde "Analiz Sonuçları" satırı öncesindeki veriler ilgili yük dağılımından alınmıştır. Bu analizde bahse konu veriler ile optimum yüklenme durumlarını sağlayacak şekilde güç dönüşüm ekipmanının birim gücü ve sayısı belirlenmektedir. Analizde dikkat edilmesi gereken en önemli husus özellikle savaş durumu işletme koşulunda geminin bekası açısından gerekli olan yedekliliğin sağlanmasıdır.

Yapılan analiz sonucunda farklı yara savunma bölgelerine ve farklı güvertelere yerleştirilen her biri 54 KW gücünde yirmi dört adet transformatörün yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bahse konu konverterler ile birlikte savaş durumu işletme koşulunda %100 yedeklenme sağlanırken; en ağır işletme koşulu olan savaş seyrinde yüklenme durumu %58,5 ile sınırlı kalmıştır.

4.2.4. 115 V 60 Hz Yük Analizi

Gemi içerisinde özellikle kimyasal biyolojik radyolojik ve nükleer tehditlere karşı tespit ve teşhis sistemi, silah sistemleri, hava araçları sistemleri, atış kontrol sistemleri gibi sistemleri beslemek amacıyla kullanılan mevcut ana dağıtım sisteminin gerilimini 115 V'a dönüştüren transformatörlerin gücünü ve sayısını belirlemek amacıyla yapılan

analizdir. Toplam transformatör kapasitesi savaş durumunda geminin ihtiyacı olan elektrik gücünü %100 yedeklemelidir.

Tablo 4. 7 115 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı

Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
Elektronik Karıştırma Sistemi	8,0	8,0	64,0	4	4			32,0	32,0	0,0	0,0
Elektronik Aldatma Sistemi	5,3	6,0	32,0	3	6	6	6	16,0	32,0	32,0	32,0
Gemi Veri Dağıtım Sistemi	6,4	12,0	76,8	6	6	6	6	38,4	38,4	38,4	38,4
Hava Aracı Gösterge Güç Dağıtım Kutusu	15,3	6,0	91,7	3	3	3	3	45,8	45,8	45,8	45,8
Cayro Sistemi	1,2	4,0	4,8	2	2	2	2	2,4	2,4	2,4	2,4
Elektronik Harp Kabinetleri	16,0	8,0	128,0	4	4	4	4	64,0	64,0	64,0	64,0
KBRN Kontrol ve İzleme Birimleri	4,2	4,0	16,8	4	4			16,8	16,8	0,0	0,0
Balast Kontrol Sistemi	2,3	4,0	9,3	2	4	4		4,6	9,3	9,3	0,0
Savaş Yönetim Sistemi	35,5	4,0	142,0	4	4	4	4	142,0	142,0	142,0	142,0
Uçuş Güvertesi Işıklandırma Sistemi	16,0	6,0	96,0	3	3	3		48,0	48,0	48,0	0,0
Silah Güç Dağıtım Birimi	3,2	10,0	32,0	10	10			32,0	32,0	0,0	0,0
Aydınlatma Radarı Üniteleri	1,6	8,0	12,8	4	4	4		6,4	6,4	6,4	0,0
SHM Kumanda Birimleri	1,3	4,0	5,1	4	4	4		5,1	5,1	5,1	0,0
Uçuş Güvertesi Asansör Kontrol Sistemi	32,2	6,0	193,2	3	6	6		96,6	193,2	193,2	0,0
Basınçlı Hava Sistemi	28,2	6,0	169,2	3	3	3	3	84,6	84,6	84,6	84,6
Torpido Güç Dağıtım Panosu	36,2	4,0	144,8	2	2	2		72,4	72,4	72,4	0,0
Atış Kontrol ve Kumanda Sistemi	36,2	4,0	144,8	2	2			72,4	72,4	0,0	0,0

Tablo 4.7'deki yük dağılımında, ilk sütunda sıra numarası gösterilirken ikinci sütunda ilgili yükün ait olduğu platform sistemi belirtilmektedir. Üçüncü sütunda her birimdeki güç değeri kW olarak gösterilirken dördüncü sütunda ilgili yükün platformdaki toplam miktarı belirtilmektedir. Beşinci sütunda ilgili yükün toplam kurulu gücü kW olarak gösterilmektedir. Altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sütunlarda sırasıyla savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman koşullarında platformda çalışacağı değerlendirilen yüklerin adetleri gösterilmektedir. Onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü sütunlarda belirtilen işletme koşullarında platformun ihtiyacı olan güç değerleri kW olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.7'de belirtilen alt yüklere göre 440V/115V 60 Hz transformatör kapasitesinin belirlenmesi için yapılan analiz Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 8 115 V 60 Hz Yük Analizi

TOPLAM GÜÇ DEĞERLERİ				ÇALIŞMA KOŞULLARI			
			Toplam Güç	Savaş Durumu (1)	Savaş Seyri (2)	Barış Seyri (3)	Barışta Liman (4)
			kW	kW	kW	kW	kW
Toplam Kurulu Güç			1363,25	779,58	896,81	743,61	409,21
Toplam Sistem Kapasitesi			1600	1600	1600	1600	1600
ANALİZ SONUÇLARI							
Üretilen Güç				Tüketilen Güç			
Çalışma Koşulları	Birim Güç	Adet	Toplam Güç			Gerçek Yük	Yüklenme Oranı
	kW		kW			kW	
Savaş Durumu (1)	200	8	1600			779,58	48,72%
Savaş Seyri (2)	200	8	1600			896,81	56,05%
Barış Seyri (3)	200	8	1600			743,61	46,48%
Barışta Liman (4)	200	8	1600			409,21	25,58%

Tablo 4.8'de yapılan analizde "Analiz Sonuçları" satırı öncesindeki veriler ilgili yük dağılımından alınmıştır. Bu analizde bahse konu veriler ile optimum yüklenme durumlarını sağlayacak şekilde güç dönüşüm ekipmanının birim gücü ve sayısı belirlenmektedir. Analizde dikkat edilmesi gereken en önemli husus özellikle savaş durumu işletme koşulunda geminin bekası açısından gerekli olan yedekliliğin sağlanmasıdır.

Yapılan analiz sonucunda farklı yara savunma bölgelerine ve farklı güvertelere yerleştirilen her biri 200 KW gücünde sekiz adet transformatörün yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bahse konu transformatörler ile birlikte savaş durumu, barış seyri ve barışta liman işletme koşullarında gemide %100 yedeklenme sağlanmıştır.

4.2.5. 440 V 60 Hz Yük Analizi

Çalışmanın önceki kısımlarında yapılan analizler sonucunda farklı gerilim ve frekans karakteristiklerine sahip yüklerin beslendiği güç dönüşüm ekipmanlarının kapasiteleri belirlenmişti.

Çalışmanın bu aşamasının amacı ise gemi ana ağ gerilimi 440 V 60 Hz ana tevzi tabloları üzerinden beslenen diğer platform sistemlerinin yüklerinin de ilave edilmesiyle gemi

elektrik dağıtım sistemini besleyecek jeneratör setlerinin kapasitesini ve sayısını belirlemektir.

Bu analiz sonucunda istenen, savaş durumu işletme koşulunda geminin elektrik dağıtım sisteminin %100 yedeklenmesidir. Jeneratör setlerinin gücünü ve kapasitesini etkileyecek olan analiz bu aşamadır.

Tablo 4. 9 440 V 60 Hz Yük Tahmini Dağılımı

Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
Hava Aracı Hangar Kapısı Kontrol Panoları	31,6	1	31,6	1	1	1	1	31,6	31,6	31,6	31,6
Kapak Ana Kontrol Panosu	37,6	1	37,6					0,0	0,0	0,0	0,0
Torpido Kovanları Kapakları Kontrol Panosu	12,0	2	24,0	2	2			24,0	24,0	0,0	0,0
ATS UPS	10,0	3	30,0	3	3	3		30,0	30,0	30,0	0,0
ATD Akustik Kapsül Fan	20,8	2	41,6	2	2	2		41,6	41,6	41,6	0,0
ATD Akustik Kapsül Isıtıcı	48,0	2	96,0				1	0,0	0,0	0,0	48,0
ATD Akustik Kapsül Ekipmanları	4,4	2	8,8	2	2	2		8,8	8,8	8,8	0,0
Soğutma Fanı Kontrol Paneli	38,0	1	38,0	1	1	1		38,0	38,0	38,0	0,0
Balast Sistemi	528,0	2	1056,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Kompresör Yıkama Sistemi	31,2	1	31,2					0,0	0,0	0,0	0,0
Hidrolik Yağ Transfer Tulumbası	4,4	1	4,4					0,0	0,0	0,0	0,0
Deniz Suyu Tulumbası Kontrol Panel	70,8	2	141,6					0,0	0,0	0,0	0,0
Yakıt Besleme Ünitesi	7,2	2	14,4	1	1	1	1	7,2	7,2	7,2	7,2
Yakıt Sistemi	48,0	1	48,0		1	1	1	0,0	48,0	48,0	48,0
Yakıt Islah Ünitesi	7,2	2	14,4	2	2	2	2	14,4	14,4	14,4	14,4
Yağlama Yağı Transfer Tulumbası ve Kirli Yağ Tulumbası	12,0	1	12,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Yağlama Yağı Prufayeri Isıtıcısı	160,0	1	160,0		1	1	1	0,0	160,0	160,0	160,0
Yağlama Yağı Prufayeri Starter	38,4	1	38,4		1	1	1	0,0	38,4	38,4	38,4
Statik Konverter	200,0	2	400,0	2	2	2	2	400,0	400,0	400,0	400,0
UPS Trafo	57,6	2	115,2	1	1	1	1	57,6	57,6	57,6	57,6
UPS Klima	6,4	2	12,8	1	1	1	1	6,4	6,4	6,4	6,4
440/115V, 60 Hz Transformatör	200,0	8	1600,0	4	4	4	4	800,0	800,0	800,0	800,0
DJS Jeneratör Başı Panelleri	40,0	4	160,0	4	4	4		160,0	160,0	160,0	0,0
Transformatör 440/220V, 60 Hz	54,0	24	1296,0	16	16	16	16	864,0	864,0	864,0	864,0
440V Priz	70,0	6	420,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Manyetik İz Giderme Sistemi	160,0	1	160,0	1	1	1		160,0	160,0	160,0	0,0
Elektronik Test Atölyesi	40,8	1	40,8					0,0	0,0	0,0	0,0
Elektrik Test Atölyesi	40,8	1	40,8					0,0	0,0	0,0	0,0

Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
Uydu Muhabere Sistemi	9,6	1	9,6	1	1	1	1	9,6	9,6	9,6	9,6
Radar Güç Dağıtım Birimi	203,2	1	203,2	1	1	1		203,2	203,2	203,2	0,0
VLS Güç Çevrim Birimi	41,2	1	41,2	1	1	1	1	41,2	41,2	41,2	41,2
Sonar Sistemi	396,0	1	396,0	1	1	1		396,0	396,0	396,0	0,0
Elektronik Harp Sistemi	266,6	1	266,6	1	1	1	1	266,6	266,6	266,6	40,0
Torpido Karıştırma Sistemi	68,0	1	68,0	1	1	1		68,0	68,0	68,0	0,0
Atış Kontrol Sistemi	56,0	2	112,0	2	2	2		112,0	112,0	112,0	0,0
Aydınlatma Radarı	128,0	2	256,0	2	2	2		256,0	256,0	256,0	0,0
Ortam Isıtıcısı	118,0	1	118,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Elektrikli Isıtıcı Ünitesi	136,0	1	136,0		1	1	1	0,0	136,0	136,0	0,0
Hava Isıtıcısı	171,5	1	171,5				1	0,0	0,0	0,0	171,5
Fanlar	135,3	1	135,3	1	1	1	1	135,3	135,3	135,3	135,3
NBC Filtre Ünitesi (Isıtıcı)	24,0	5	120,0					0,0	0,0	0,0	0,0
NBC Filtre Ünitesi (Fan)	18,4	5	92,0	5	5			92,0	92,0	0,0	0,0
Makine Dairesi Fanları	140,1	1	140,1	1	1	1	1	140,1	140,1	140,1	140,1
Soğutulmuş Su Ünitesi	1280,0	2	2560,0	2	2	1	1	460,0	460,0	230,0	115,0
Soğutulmuş Su Devirdaim Tulumbaları	138,0	4	552,0	2	2	1	1	276,0	276,0	138,0	138,0
Kontrol Panelleri-Fanlar	418,6	1	418,6	1	1	1	1	418,6	418,6	418,6	418,6
Kontrol Panelleri-Isıtıcılar	1017,2	1	1017,2		1	1	1	0,0	1017,2	1017,2	508,6
İklimlendirme Cihazı Kontrol Panelleri	90,9	1	90,9	1	1	1	1	90,9	90,9	90,9	90,9
İklimlendirme Cihazı Isıtıcısı	48,0	1	48,0		1	1	1	0,0	48,0	48,0	24,0
Nemlendirici	57,6	1	57,6					0,0	0,0	0,0	0,0
Buz Odaları Soğutma Ünitesi Kontrol Panosu	78,4	1	78,4	1	1	1	1	78,4	78,4	78,4	78,4
Motorlu Valf	47,8	1	47,8					0,0	0,0	0,0	0,0
Ana Yangın ve Deniz Suyu Tulumbası	208,8	7	1461,6	3	1			626,4	208,8	0,0	0,0
Yardımcı Sistemler Deniz Suyu Tulumbası	139,6	3	418,8	3	2	2	1	418,8	279,2	279,2	139,6
Acil Durum Atık ve Pis Su Tulumbaları	12,0	2	24,0		1	1	1	0,0	12,0	12,0	12,0
Arıtma Sistemi	26,0	1	26,0		1	1	1	0,0	26,0	26,0	26,0
Vakum Sistemi	28,8	1	28,8		1	1	1	0,0	28,8	28,8	28,8
Yağ Tutucu	76,0	1	76,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Ters Ozmoz Cihazı	31,2	2	62,4		2	2		0,0	62,4	62,4	0,0
Tatlı Su Hidroforu	12,0	2	24,0		1	1	1	0,0	12,0	12,0	12,0
Sıcak Su Devir. Tulumbaları	420,0	1	420,0		1	1	1	0,0	420,0	420,0	420,0
Yakıt Transfer Tulumbası	30,0	2	60,0	1	1	1		30,0	30,0	30,0	0,0
Yakıt Purifayerleri ve Besleme Tulumbası	66,0	2	132,0	2	2	1	1	132,0	132,0	66,0	66,0

Yük / Sistem	Birim Güç (kW)	Adet	Toplam Güç (kW)	1	2	3	4	Savaş Durumu (kW) (1)	Savaş Seyri (kW) (2)	Barış Seyri (kW) (3)	Barışta Liman (kW) (4)
Jp-5 Yakıt Transfer ve Besleme Sistemi	56,0	1	56,0	1	1	1		56,0	56,0	56,0	0,0
Yüksek Basınç Hava Kompresörü	64,8	2	129,6	2	2	2	1	129,6	129,6	129,6	64,8
Alçak Basınç Hava Kompresörü	64,4	1	64,4	1	1	1		64,4	64,4	64,4	0,0
Dümen Sistemi Hidrolik Güç Ünitesi	144,6	2	289,3	2	2	2		289,3	289,3	289,3	0,0
Dümen Sistemi Açı Göstergeleri Dağıtım Panosu	2,0	1	2,0	1	1	1	1	2,0	2,0	2,0	2,0
Yalpa Sönümlendirme Sistemi	218,6	2	437,1	2	2	2		437,1	437,1	437,1	0,0
Denizde İkmal Sistemleri	25,2	2	50,4					0,0	0,0	0,0	0,0
Dikey Kayıcı Mapa Sistemi	44,0	2	88,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Transfer Asansörü	34,2	2	68,4	1	1	1		34,2	34,2	34,2	0,0
Cephane Asansörü	6,0	1	6,0	1	1			6,0	6,0	0,0	0,0
Demir Irgatı	91,2	2	182,4					0,0	0,0	0,0	0,0
Manevra Irgatı	63,2	2	126,4					0,0	0,0	0,0	0,0
Vasıta Mataforası	133,2	1	133,2					0,0	0,0	0,0	0,0
Bot Vinci	72,0	1	72,0					0,0	0,0	0,0	0,0
28V Start Rektifayeri	28,8	1	28,8	1	1			28,8	28,8	0,0	0,0
Tortu Transfer Tulumbası	10,4	1	10,4				1	0,0	0,0	0,0	10,4
Sintine Separatörü	24,0	1	24,0		1	1	1	0,0	24,0	24,0	24,0
Borda İskelesi Kontrol Panosu	6,0	1	6,0					0,0	0,0	0,0	0,0
Aktif Katodik Koruma Sistemi Kontrol Panosu	22,0	1	22,0	1	1	1	1	22,0	22,0	22,0	22,0
Fritöz	48,0	1	48,0		1	1	1	0,0	48,0	48,0	48,0
Kuzine	88,0	1	88,0		1	1	1	0,0	88,0	88,0	88,0
Kaynatma Tenceresi	72,0	1	72,0		1	1	1	0,0	72,0	72,0	72,0
Kızartma Tavası	48,0	1	48,0		1	1	1	0,0	48,0	48,0	48,0
Izgara Sistemi	96,0	1	96,0		1	1	1	0,0	96,0	96,0	96,0
Ekmek Fırını	60,0	1	60,0		1	1	1	0,0	60,0	60,0	60,0
Çamaşır Yıkama Makinası	17,6	2	35,2		2	2	2	0,0	35,2	35,2	35,2
Çamaşır Kurutma Makinası	20,0	1	20,0		1	1	1	0,0	20,0	20,0	20,0
Silindir Ütü	32,0	1	32,0		1	1	1	0,0	32,0	32,0	32,0
Katı Atık Sıkıştırma Cihazı	4,4	1	4,4		1	1		0,0	4,4	4,4	0,0
Bulaşık Yıkama Makinası	24,8	1	24,8		1	1	1	0,0	24,8	24,8	24,8
Makine Atölyesi Güç Dağıtım Panosu	4,8	1	4,8	1	1	1	1	4,8	4,8	4,8	4,8
Top Sistemi	284,0	1	284,0	1	1			284,0	284,0	0,0	0,0
Silah Grubu	86,4	1	86,4	1	1			86,4	86,4	0,0	0,0
VLS Sistemi	220,4	1	220,4	1	1			220,4	220,4	0,0	0,0
Ceraskal	8,0	2	16,0	2	2			16,0	16,0	0,0	0,0

Tablo 4.9'daki yük dağılımında, ilk sütunda sıra numarası gösterilirken ikinci sütunda ilgili yükün ait olduğu platform sistemi belirtilmektedir. Üçüncü sütunda her birimdeki

güç değeri kW olarak gösterilirken dördüncü sütunda ilgili yükün platformdaki toplam miktarı belirtilmektedir. Beşinci sütunda ilgili yükün toplam kurulu gücü kW olarak gösterilmektedir. Altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sütunlarda sırasıyla savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman koşullarında platformda çalışacağı değerlendirilen yüklerin adetleri gösterilmektedir. Onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü sütunlarda belirtilen işletme koşullarında platformun ihtiyacı olan güç değerleri kW olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.9'da belirtilen yüklere göre jeneratör setlerinin kapasitesinin ve sayısının belirlenmesi için yapılan analiz Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 10 440 V 60 Hz Yük Analizi

TOPLAM GÜÇ DEĞERLERİ				**ÇALIŞMA KOŞULLARI**			
			Toplam Güç	Savaş Durumu (1)	Savaş Seyri (2)	Barış Seyri (3)	Barışta Liman (4)
			kW	kW	kW	kW	kW
Toplam Kurulu Güç			18879,42	8575,56	10579,56	9179,16	5743,05
Toplam Sistem Kapasitesi			8960	8960	8960	4480	3000
ANALİZ SONUÇLARI							
Üretilen Güç				Tüketilen Güç			
Çalışma Koşulları	Birim Güç	Adet	Toplam Güç	Nominal Yük	Yük Faktörü	Gerçek Yük	Yüklenme Oranı
	kW		kW	kW		kW	
Savaş Durumu (1)	2240	4	8960	8575,56	0,42	3601,74	40,20%
Savaş Seyri (2)	2240	4	8960	10579,56	0,45	4760,80	53,13%
Barış Seyri (3)	2240	2	4480	9179,16	0,3	2753,75	61,47%
Barışta Liman (4)	3000	1	3000	5743,05	0,4	2297,22	76,57%

Tablo 4.10'da yapılan analizde "Analiz Sonuçları" satırı öncesindeki veriler ilgili yük dağılımından alınmıştır. Yük dağılımından elde edilen nominal yük değerleri, dünya bahriyelerinin tecrübeleri ile edinilen ve uluslararası standartlar tarafından da kabul gören yük faktörleri değerleri ile indirgenerek platformun ihtiyaç duyacağı gerçek yük değerleri belirlenmektedir

Bu analizde bahse konu veriler ile optimum yüklenme durumlarını sağlayacak şekilde dizel jeneratör setlerinin birim gücü ve sayısı belirlenmektedir. Analizde dikkat edilmesi gereken en önemli husus özellikle savaş durumu işletme koşulunda geminin bekası

açısından gerekli olan yedekliliğin sağlanmasıdır.

Yapılan analiz sonucunda farklı yara savunma bölgelerine ve farklı güvertelere yerleştirilen her biri 2240 KW gücünde dört adet jeneratör setinin yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bahse konu jeneratör setleri ile birlikte savaş durumu işletme koşulunda %100 yedeklenme sağlanırken; en ağır işletme koşulu olan savaş seyrinde yüklenme durumu %53,13 ile sınırlı kalmıştır. Barış seyri işletme koşulunda gemi mevcut jeneratör setlerinin yarısı ile seyir edebilmektedir.

Barışta liman işletme koşulunda mevcut dört jeneratör setinin haricinde hava soğutmalı ve su kesim hattının üzerinde bir bölgeye yerleştirilmiş olan bir adet 3000 KW gücüne sahip acil durum dizel jeneratörün yeterli olacağı ön görülmüştür. Acil durum jeneratörü barışta liman işletme koşulunda %76,57 yüklenerek geminin yabancı limanlarda ya da limanda yeterli şartların bulunmadığı durumlarda sahil şebekesine bağlanmadan faaliyetlerini icra edebilecektir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada uçak gemilerinin tarihçelerinden yola çıkarak yıllar içerisinde meydana gelen gelişmeler özetlenerek tarihsel süreç ele alınmış, uçak gemilerinin elektrik dağıtım sisteminin modellenmesi için en önemli parametreler olan gemi güç dağıtım sistemi elemanları ve yük analizi üzerinde detaylı analizler yapılmıştır.

Gemi elektrik güç dağıtım sistemi başlığı altında ana tevzi tabloları, acil durum jeneratör setleri, acil durum tevzi tablosu, ana dağıtım panoları, sahil bağlantı panoları ve arıza güç dağıtım sisteminin tasarımı yapılırken uluslararası standartlara göre dikkat edilmesi gereken asgari şartların üzerinde durulmuştur.

Yük analizi başlığı altında ise gemi elektrik güç dağıtım sisteminin yük analizinin neden ve nasıl yapılması gerektiği anlatılmış olup jenerik bir uçak gemisinin her bir gerilim kademesinde savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman işletme koşullarında ayrı ayrı yük analizi yapılarak tüme varım metoduyla geminin ihtiyacı olan jeneratör seti kapasitesi ve sayısı ile birlikte acil durum jeneratör kapasitesi ve sayısı belirlenmiştir.

Bu analizler yapılırken öncelikle her bir gerilim ve frekans karakteristiğine sahip yükler ayrı ayrı incelenmiş ve dünya bahriyelerinde mevcut uçak gemilerinin sahip oldukları sistemler detaylandırılmaya çalışılmıştır.

Yapılan yük dağılımlarında aynı platform sistemine ait yüklerin farklı gerilim kademelerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun temel nedeni olarak, platformda mevcut bazı sistemlerin farklı gerilim ve frekans karakteristiğine sahip ekipmanlarının bulunması ya da farklı çalışma koşullarında farklı gerilim ve frekans karakteristiği isterlerinin olması olarak değerlendirilebilir.

Analiz yapılırken her bir alt gerilim kademesinde ayrı ayrı yük faktörü uygulaması yapılmamıştır. Uluslararası metodolojide kabul gören yöntemlerden biri olan, ana ağ gerilimi (440 V 60 Hz) üzerinde her bir işletme koşulunda farklı yüklenme faktörleri uygulaması yapılmıştır.

Dünyada farklı bahriyelerde farklı yük analizi metotları görülmektedir. Özellikle Birleşik Devletler, Almanya ve Birleşik Krallık gibi çok uzun zamandan beri kendi tasarımını yapan ve kendi gemilerini inşa eden ülkeler gemi elektrik dağıtım sisteminin en önemli parametresi olan yük analizi konusunda da kendi standartlarını oluşturmuşlardır.

Türk Deniz Kuvvetleri 2000'li yıllarda "Milli Gemi Projesi" kapsamında bir milli tasarım ofisi kurarak Türk mühendis subaylarının yoğun çaba ve özverisiyle yerli bir harp gemisi tasarımı oluşturmuştur. Bahse konu harp gemilerinin dünya denizlerinde gösterdiği performansla Türk Deniz Kuvvetleri dünyada gemi tasarımı konusunda yetkinliğini ispatlamıştır.

Dünyada kendi gemisini dizayn eden diğer donanmalar gibi Türk Deniz Kuvvetleri'nin de milli tasarımlardan elde ettiği bilgi birikimi ve bu gemilerin seyirlerde edindiği tecrübeler ile zaman içerisinde kendi normlarıyla gemi elektrik dağıtım sistemi için bir yük analizi standardı oluşturmak istemesi yadsınamaz bir gerçektir.

Gelecekte yapılacak uçak gemisi ya da harp gemisi tasarımlarında kullanılmak üzere yük analizi standardı oluşturulması için aşağıda sıralı halde verilen veriler ile bir bilgi havuzu oluşturulabilir.

- Bahriyedeki mevcut gemilerden elde edilecek gerçek güç değerleri ve çalışma süreleri,
- Yeni inşa edilmiş gemilerin donanmaya katılışından sonra alınacak geri dönüşler,
- Yeni geliştirilen silah, sensör veya radar sistemlerinin gemilere entegre edilmesi sonucunda elde edilen veriler,
- Gemilerin savaş durumu, savaş seyri, barış seyri ve barışta liman gibi farklı çalışma koşullarında ayrı ayrı alınan yük değerleri,
- Kış mevsimi şartlarında devrede olan ısıtma yüklerinin tüketim değerleri,
- Yaz mevsimi şartlarında devrede olan soğutma yüklerinin tüketim değerleri.

Oluşturulacak bu bilgi havuzu neticesinde dünyadaki diğer standartlara göre envanterdeki gemilere tekrar bir yük analizi yapılması sağlanacaktır. Bu analizlerden elde edilen sonuçlar ile gemilerden toplanan veriler karşılaştırılabilecektir.

Tüm bu verilerin ışığında Türk Deniz Kuvvetleri gerçeğe en yakın sonuçları verebilecek ve yeni teknolojik gelişmeler ile birlikte kendini sürekli güncel tutabilecek bir yük analizi standardı oluşturabilecektir.

Elde edilen bu yük analizi standardı neticesinde ilerleyen zamanlarda dizayn edilmesi planlanan uçak gemileri, muhrip gemileri için gerçeğe en yakın kapasitede ve sayıda dizel jeneratör setleri ve transformatör, konverter gibi güç dönüşüm ekipmanları

seçilebilecektir. Ayrıca projelerde önemli maliyet kalemi olan bu sistemlerin en optimum seçimi sayesinde projeler daha maliyet etkin hale getirilebilecektir.

Bu çalışma yapıldığı alanda özgün katkılar sağlamakta olup sonrasında yapılacak yeni çalışmalara rehber ve standartların gelişmesine katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_carrier (14.11.2022).

[2] https://airandspace.si.edu/stories/editorial/eugene-ely-and-birth-naval-aviation-january-18-1911 (27.11.2022).

[3] https://www.nationalww2museum.org/war/topics/pearl-harbor-december-7-1941 (15.12.2022).

[4] https://www.history.navy.mil/content/history/museums/nmusn/explore (19.12.2022).

[5] https://www.cbc.ca/news/science/uss-lexington-1.4563812 (27.12.2022).

[6] Germanisher Lloyds, “Rules and Guidelines 2017”.

[7] Turkish Lloyds, “Rules and Guidelines 2020”.

[8] DDS 310-1 Rev 1 Electric Power Load Analysis (EPLA) for Surface Ships dated 17 Sept 2012.

[9] MIL-STD-1399-680, High Voltage Electric Power, Alternating Current.

[10] MIL-STD-1399 Section 300B, Interface Standard, Electric Power, Alternating Current.

[11] C. Corey, G. Castles, C. Wilgress-Pipe, H. Moon, “Electric Propulsion for Modern Naval Vessels”, MADEX 2021 (International Maritime Defense Industry Exhibition), Busan, South Korea, 2021.

[12] N. Doerry, J. Amy Jr, “ Electric Ship Power and Energy Systems Architecture, Part III”, Presented at IEEE ESTS 2017, August 14-17,2017. Alrington, VA.

[13] J. Amy Jr., N. Doerry, "Electric Ship: Historical Perspective," IEEE Electric Ship Technology Symposium (ESTS 2019) Arlington, VA, August13, 2019.

[14] Giammarco, Kristin; Hunt, Spencer; Whitcomb, Clifford Using the Design Reference Mission for Framing Naval Ship Design Problems," Naval Engineers Journal, Volume 130, Number 1, 1 March 2018, pp. 53-63(11).

[15] Goff, Christy I., Charles L. McNamara, Joseph M. Bradley, Christopher S. Trost, William J. Dalton, and Michael E. Jabaley, Jr., " Maximizing Platform Value:

Increasing VIRGINIA Class Deployments ," Naval Engineers Journal, Volume 123, Number 3, September 2011 , pp. 119-139.

[16] Hannapel, Shari, and Nickolas Vlahopoulos, " Introducing Uncertainty in Multidiscipline Ship Design ," Naval Engineers Journal, Volume 122, Number 2, 1 June 2010 , pp. 41-52.

[17] Hannapel, Shari E., Nickolas Vlahopoulos, and David J. Singer, " Including Principles of Set-Based Design in Multidisciplinary Design Optimization," AIAA 2012-5444, 12th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference and 14th AIAA/ISSM 17 - 19 September 2012, Indianapolis, Indiana.

[18] Kehoe, CAPT James W., Kenneth S. Brower, and Herbert A. Meier, " The Impact of Design Practices on Ship Size and Cost ," Naval Engineers Journal, Volume 94, Number 2, 1 April 1982 , pp. 68-86.

[19] Lawson, Charles, E.," SEAMOD - A New Way to Design, Construct, Modernize and Convert U.S. Navy Combatant Ships ," 14th Annual Technical Symposium, Association of Scientists and Engineers of the Naval Air and Sea Systems Command, March 1977.

[20] Leopold, Reuven," Mathematical Optimization Metrhods Applied to Ship Design," Massachusetts Institute of Technology, Reporrt No. 65-8, October 1965.

[21] McKenney, Thomas A.; Lauren F. Kemink; and David J. Singer, Adapting to Changes in Design Requirements Using Set-Based Design , Naval Engineers Journal, Volume 123, Number 3, September 2011 , pp. 67-77.

[22] Mercer, CAPT C. P., Ship to Shore Connector (SSC) A Turning Point in Naval Ship Design , Presentation, Amphibious Warfare Program Office PMS 377, 9 September 2010.

[23] Mierzwicki, Timothy S.," Risk Index for Multi-Objective Design Optimization of Naval Ships ," Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, April 24, 2003.

[24] Parsons, Michael G., David J. Singer, and John A. Sauter, " A Hybrid Agent Approach for Set-Based Conceptual Ship Design," the International Conference on Computer Applications in Shipbuilding, Cambridge, MA June 7-11, 1999.

[25] Surko, CDR Steve, and Michael Osborne, " Operating Speed Profles and the Ship Design Cycle," Naval Engineers Journal, Volume 117, Number 3, 1 July 2005 , pp. 79-85.

[26] Whitcomb, Clifford; Hernandez, Alejandro; Vizzini, Mary, " Engineering Reasoning in Set-Based Design ," Naval Engineers Journal, Volume 131, Number 1, 1 March 2019, pp. 55-63(9).

[27] Yukish, Michael A; Miller, Simon W; Martin, Jay D; Bennett, Lorri A; Hoskins, Meghan E, " Set-Based Design, Model-Based Systems Engineering, and Sequential Decision Processes ," Naval Engineers Journal, Volume 130, Number 4, 1 December 2018, pp. 93-104(12).

[28] Little, Commander G.T., Commander P.A. Erskine, and P. Norton, " Demonstrating the Electric Ship," Naval Engineers Journal, Volume 115, Number 4, 1 October 2003 , pp. 91-105.

[29] Gray, Alexander Westley, " Enhancement of Set-Based Design Practices Via Introduction of Uncertainty Through the Use of Interval Type-2 Modeling and General Type-2 Fuzzy Logic Agent Based Methods." PhD dissertation, Naval Architecture and Marine Engineering, University of Michigan 2011.

[30] Gray, Alexander W.; Rigterink, Douglas T.; McCauley, Peter, " Point-Based Versus Set-Based Design Method for Robust Ship Design Naval Engineers Journal, Volume 129, Number 2, 1 June 2017, pp. 83-96(14).

[31] Gray, Alexander W.; Rigterink, Douglas T., " Set-Based Design Impacts on Naval Ship Upgradability ," Naval Engineers Journal, Volume 130, Number 3, 1 September 2018, pp. 117-126(10).

[32] Parsons, Michael G., Hyun Chung, Eleanor Nick, Anthony Daniels, Su Liu, and Jignesh Patel, " Intelligent Ship Arrangements: A New Approach to General Arrangement ," Naval Engineers Journal, Volume 120, Number 3, 1 December 2008 , pp. 51-65.