

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜÇÜK SU HATTI ALANLI İKİZ TEKNE
(KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK
AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN
FİZİBİLİTE ARAŞTIRMASI**

Murat İhsan YILMAZ

**Ocak, 2020
İZMİR**

**KÜÇÜK SU HATTI ALANLI İKİZ TEKNE
(KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK
AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN
FİZİBİLİTE ARAŞTIRMASI**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Murat İhsan YILMAZ

Ocak, 2020

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MURAT İHSAN YILMAZ, tarafından PROF. DR. İZZET DENİZ ÜNSALAN yönetiminde hazırlanan “KÜÇÜK SUHATTI ALANLI İKİZ TEKNE (KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN FİZİBİLİTE ARAŞTIRMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir

Prof. Dr. İzzet Deniz ÜNSALAN

Yönetici

Dr. Öğr. Üyesi Emre ERGÜL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Gökdeniz NEŞER

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın konu seçiminden gelişimine ve nihai sonucuna kadar doğru kararlar vermemi sağlayan ve çalışmamın araştırma safhasında geniş bilgi kaynaklarıyla destekleyen Prof.Dr. Deniz ÜNSALAN'a, araştırma yaptığım alanlarda düzeltici yönlendirmeleriyle katkı sağlayan Prof.Dr. Turgut Kadri GÜRSEL'e ve yüksek lisans öğrenimim boyunca vermiş olduğu dersleriyle bilgi birikimimi arttıran Prof.Dr. Gökdeniz NEŞER'e teşekkür ederim.

Murat İhsan YILMAZ

KÜÇÜK SU HATTI ALANLI İKİZ TEKNE (KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN FİZİBİLİTE ARAŞTIRMASI

ÖZ

Dokuz Eylül Üniversitesine ait Koca Piri Reis Araştırma Gemisi (R/V K.Piri Reis), 1978 yılında Almanya’da inşa edilmiştir ve inşa tarihinden bu yana aktif olarak hizmet vermektedir. R/V K.Piri Reis, bilimsel araştırmaların yanı sıra Türkiye için önemli stratejik görevler icra eden Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü’ne bağlı dört araştırma gemisinden biridir. R/V K.Piri Reis gemisi 2018 yılında, denizlerdeki 40. yılını doldurmuştur. Dünya denizlerinde faaliyet gösteren araştırma gemileri incelendiğinde, ekonomik kullanım ömürlerinin yirmi ile otuz yıl arasında olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, ekonomik kullanım ömrünü doldurduğu farz ve kabul edilerek, orta ölçekli ve çok amaçlı bir araştırma gemisi için fizibilite çalışması yapılması Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsünce kararlaştırılmıştır.

Bu çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesinin yeni bir araştırma gemisi için yapılacak olan fizibilite çalışmalarına esas olmak üzere, dalgalardan etkilenmesi diğer gemi tiplerine göre en az olan “Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT) Tipi Araştırma Gemisi” nin çevre denizlerimizde kullanım koşulları uyumluluk matrisi ile analiz edilmiştir. Böylelikle, kamusal alan başta olmak üzere, çevre denizlerimizde kullanılabilecek araştırma gemileri tiplerinin fayda/mahsur, maliyet/etkinlik açısından durumları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: KSAİT, küçük su hattı alanlı ikiz tekne, araştırma gemisi, fizibilite

THE FEASIBILITY STUDY OF THE SMALL WATERPLANE AREA TWIN HULL (SWATH) CONCEPT FOR A MEDIUM-SIZED MULTIPURPOSE RESEARCH VESSEL

ABSTRACT

Dokuz Eylül University, Koca Piri Reis Research Ship (R/V K.Piri Reis) has reached its 40th anniversary in 2018. Built in Germany for marine research, the ship has been active since 1978.

Scientific research as well as important strategic tasks perform Koca Piri Reis ship for Turkey, Dokuz Eylül University is one of the four research vessels managed by the Institute of Marine Sciences and Technology. When the research vessels operating in the world seas are examined, it is seen that their economic life span is between twenty and thirty years.

In this study, in terms of feasibility studies for a new research vessel of the institute, the Small Waterline Area Twin Vessel (SWATH) Type Research Vessel which is least affected by the waves compared to other vessel types has been examined with the use compatibility matrix. In this context, the types of research ships that can be used in the surrounding seas, especially for the marine researches, are examined in terms of benefit/loss, cost/efficiency.

Keywords: SWATH, small waterplane area twin hull, research vessels, feasibility

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Tezin Kapsamı ve Hedefleri	3
1.3 Tezin Metodu	4
BÖLÜM İKİ – SWATH TÜR GEMİLER.....	5
2.1 SWATH Tür Gemi Geometrisi ve Bölümleri	11
2.1.1 Sualtı Gövde	12
2.1.2 Dikme	13
2.1.3 Üst Gövde	15
2.2 SWATH Tür Gemilerin Avantajları.....	15
2.3 SWATH Tür Gemilerin Dezavantajları	16
2.4 SWATH Tür Gemilerin Tarihçesi	17
2.5 SWATH Tür Gemilerin Kullanım Alanları.....	23
2.6 SWATH Tür Araştırma Gemileri.....	26
BÖLÜM ÜÇ – KÜÇÜK SU HATTI ALANLI İKİZ TEKNE (KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN FİZİBİLİTESİ	30

3.1 Görev Tanımı	32
3.2 Görev Gereklilikleri	33
3.2.1 Genel	33
3.2.2 Boyut	34
3.2.3 Kıyıdan Bağımsız Kendini İdame	34
3.2.4 Personel Kapasitesi.....	34
3.2.5 Sürat.....	35
3.2.6 Denizcilik.....	35
3.2.7 İstasyonda Mevki Tutabilme	37
3.2.8 Buza Karşı Güçlendirme.....	38
3.2.9 Güverte Çalışma Alanı	38
3.2.10 Kreynerler	39
3.2.11 Vinçler	39
3.2.12 Yandan Yükleme/boşaltma.....	40
3.2.13 Kablo/halat Çekme (Towing)	40
3.2.14 Laboratuvarlar.....	41
3.2.15 Bilimsel Araştırma İmkânları	41
3.2.16 Konteynerler	42
3.2.17 Vasıtalar	42
3.2.18 Bilimsel Yükler.....	42
3.2.19 Akustik Sistemler	43
3.2.20 Navigasyon / Konumlandırma.....	43
3.2.21 Dâhili İletişim	44
3.2.22 Dış İletişim.....	44
3.2.23 Gemi Kontrolü.....	44
3.3 Konsept Tasarım.....	44
3.3.1 Bilim İnsanlarının Konforu	45
3.3.2 Monohull Tür Araştırma Gemileri	48
3.3.3 Katamaran Tür Araştırma Gemileri.....	50
3.3.4 SWATH Tür Araştırma Gemileri	52
3.3.4.1 SWATH Tür Gemi Tasarımı	52
3.3.4.2 Yük Taşıma Kapasitesi	54

3.3.4.3 Geminin Boyutları	54
3.3.4.4 Geminin Draftının Limanlar İçin Uyumluluğu.....	58
3.3.5 Seyir Süresi.....	60
3.3.5.1 Türkiye’de Araştırma Gemileri.....	60
3.3.5.2 Türkiye’de Araştırma Gemilerinin Seyir Süreleri	63
3.3.5.3 Seyir Süresini Etkileyen Deniz Durumu.....	64
3.3.5.3.1 Türkiye’de Deniz Durumu	65
3.4 Ön Tasarım	68
3.4.1 Stabilite	68
3.4.1.1 Stabilite Kuralları.....	71
3.4.1.2 Çalışma Ortamının Stabilite Üzerindeki Etkileri	71
3.4.1.3 Stabilite Bukleti	72
3.4.2 Kaldırma Kuvveti	72
3.4.3 Ağırlık.....	73
3.4.4 Araştırma Gemisinin Denizciliği.....	74
3.4.4.1 Yalpa Önleyici Tank	78
3.4.4.2 Hareketli Gövde Kanatçıkları	78
3.4.4.3 Hareketli Salma.....	79
3.4.4.4 Yalpa Omurgası	79
3.4.4.5 Hareketli/Aktif Dümenler	79
3.4.4.6 Yumrubaş	79
3.4.5 Güç Sistemleri	80
3.4.5.1 Şaft ve Pervane Sistemleri	81
3.4.5.2 Su Jeti Tahrik Sistemi	82
3.4.5.3 Z-Tür Sistemler.....	83
3.4.5.4 Sikloidal İtçiler	84
3.4.5.5 Yönlendirilebilir İtçiler	84
3.4.5.6 Tahrik Sağlayıcılar.....	85
3.4.5.6.1 Dizel Tahrik Sistemleri	85
3.4.5.6.2 Dizel-Elektrikli Tahrik Sistemleri.....	86
3.5 Nihai Tasarım	87
3.5.1 Araştırma Gemisinin Maliyet Analizi	87

3.5.1.1 Hesaplama Yöntemi.....	87
3.5.1.2 Gemi İnşa Maliyeti	88
3.5.1.3 Gemi İşletme Maliyeti	90
3.5.1.3.1 Yakıt maliyetleri.....	91
3.5.1.3.2 Geminin Bakım/Onarım Maliyetleri	92
3.5.1.3.3 Gemi Personel Maliyetleri	92
3.5.1.3.4 Bilimsel Cihaz/Makinaların Bakım/Onarım Maliyetleri.....	92
3.5.1.3.5 Yönetim Giderleri	92
3.5.1.3.6 Diğer Giderler	93
BÖLÜM DÖRT – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKLAR	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Gemilerin suyun kaldırma şekline göre sınıflandırılması	5
Şekil 2.2 Su hattı alanının tanımı	5
Şekil 2.3 Çeşitli tür gemilerin su hattı alanı	6
Şekil 2.4 Bir dalganın yapısı (A Derin Su, B Sığ Su)	6
Şekil 2.5 Monohull ve SWATH tür gemilerin yalpa açılarının karşılaştırılması	7
Şekil 2.6 Monohull ve SWATH tür gemilerin dikey ivmelenme hızlarının karşılaştırılması	8
Şekil 2.7 Monohull ve SWATH tür gemilerin dikey ivmelenme hızlarının karşılaştırılması	8
Şekil 2.8 Monohull ve SWATH tür gemilerin yalpa, trim ve dikey ivmelenmelerinin karşılaştırılması	9
Şekil 2.9 Gemilerin suyun kaldırma şekline göre sınıflandırılması	9
Şekil 2.10 Monohull ve SWATH tür gemilerin dikey ivmelenme hızlarının karşılaştırılması	10
Şekil 2.11 SWATH tür gemi gövde şekilleri.....	12
Şekil 2.12 SWATH tür gemilerin patentlerine ilişkin şema.....	17
Şekil 2.13 C. G. Lundborg'in SWATH tür gemi tasarımına ait patent çizimi	18
Şekil 2.14 Frederick G. Creed'in SWATH tür uçak gemisi tasarımı patent çizimi .	19
Şekil 2.15 Shark Form isimli gemi.....	20
Şekil 2.16 Duplus isimli SWATH tür gemi.....	20
Şekil 2.17 Kaimalino isimli SWATH tür gemi	21
Şekil 2.18 Long Victorius isimli SWATH tür gemi.....	22
Şekil 2.19 Halcyon isimli SWATH tür gemi.....	22
Şekil 2.20 Radisson Diamond isimli SWATH tür gemi	23
Şekil 2.21 Sea Shadow isimli SWATH tür gemi	23
Şekil 2.22 Cloud X İsimli SWATH Tür Gemi	24
Şekil 2.23 Limanlarda kılavuz/pilot olarak kullanılan SWATH tür gemi.....	24
Şekil 2.24 Rüzgâr türbini bakımı için personel transferi.....	25
Şekil 2.25 Susitna İsimli SWATH Tür Gemi.....	25

Şekil 2.25	Scrunda İsimli SWATH Tür Askeri Gemi.....	26
Şekil 2.27	Artık karakol gemisi.....	26
Şekil 2.28	Planet İsimli Araştırma Gemisi.....	29
Şekil 2.29	Kilo Moana İsimli Araştırma Gemisi.....	29
Şekil 3.1	UNOLS'a ait araştırma gemilerinin hizmet dışına ayırma planı.....	31
Şekil 3.2	Gemi Tasarımı Sürecinde Denizcilik.....	48
Şekil 3.3	Monohull tür araştırma gemileri draft-boy oranları.....	56
Şekil 3.4	SWATH tür gemilerin draft-boy oranları.....	58
Şekil 3.5	Büyük gemilere hizmet veren limanlar.....	59
Şekil 3.6	Büyük gemilere hizmet veren limanların maksimum ve ortalama derinliklerinin rıhtım uzunluğu bazında dağılımı.....	60
Şekil 3.7	Karadeniz yıllık ortalama dalga yükseklikleri.....	65
Şekil 3.8	Karadeniz kış mevsimi dalga yükseklikleri.....	65
Şekil 3.9	Akdeniz kış mevsimi ortalama dalga yükseklikleri.....	66
Şekil 3.10	Akdeniz yaz mevsimi ortalama dalga yükseklikleri.....	66
Şekil 3.11	Ege Denizi yıllık ortalama dalga yükseklikleri.....	67
Şekil 3.12	Ege Denizi yaz mevsimi ortalama dalga yükseklikleri.....	67
Şekil 3.13	Türkiye çevre denizleri yıllık ortalama dalga yükseklikleri.....	68
Şekil 3.14	Yüzme şartı.....	68
Şekil 3.15	Başlangıç stabilitesi.....	69
Şekil 3.16	Metasantrik yükseklik-GM.....	70
Şekil 3.17	Doğrultucu moment kolu-GZ.....	70
Şekil 3.18	Gemi hareketleri.....	75
Şekil 3.19	Dalga yapısı.....	76
Şekil 3.20	Dalga yüksekliği.....	76
Şekil 3.21	Z-Tip tahrik sistemi.....	83

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 SWATH tür gemi çeşitleri	14
Tablo 2.2 SWATH tür gemi sınıfları	28
Tablo 2.3 SWATH tür araştırma gemileri	28
Tablo 3.1 Donanma gemileri için tasarım limitleri.....	47
Tablo 3.2 SWATH tür gemilerde dikme özellikleri.....	53
Tablo 3.3 Monohull tür araştırma gemilerinin draft-boy oranları.....	54
Tablo 3.4 SWATH tür gemilerin draft-boy oranları	
Tablo 3.5 Türkiye’de faaliyet gösteren araştırma gemileri.....	62
Tablo 3.6 R/V K.Piri Reis araştırma gemisinin 2009-2018 yılları seyir gün sayısı ..	64
Tablo 3.7 2400 Tonluk araştırma gemisi inşa maliyeti.....	89
Tablo 3.8 Gerçekleşen araştırma gemileri inşa maliyeti.....	90
Tablo 3.9 Gerçekleşen araştırma gemileri inşa maliyetlerine örnekler.....	91
Tablo 3.10 Araştırma gemileri işletme maliyetleri oranı	91
Tablo 8.1 Uyumluluk matrisi	94

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Denizlerimize ilişkin çıkarların ve bu denizlerdeki varlıkların sürdürülebilmesi ancak deniz bilimleri ve deniz teknolojisinin uygulandığı sistematik “Denize İlişkin Bilimsel Araştırmalar” (MSR)¹ yapmakla mümkündür (Topsoy, 2011). Denizdeki kaynakların araştırılmasının ve insanlığın yararına sunulabilecek teknolojilerin geliştirilmesinin ana organı denize ilişkin bilimsel araştırmalar yapan deniz araştırmaları kurumlarıdır (üniversitelerimizin deniz bilimleri ve deniz teknolojisi enstitüleri, özel sektör, Türk Silahlı Kuvvetleri vb.). Üniversitelerin bu görevleri etkin bir şekilde icra edebilmesi için en üst teknolojik düzeyde evrensel standartlara sahip olunması ve bu standartların daha da geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Denize ilişkin çevreyi araştırmak ve incelemek üzere başlıca vasıta, bu kapsamda kullanılan araştırma gemileridir. Araştırma gemileri üniversitelerimiz başta olmak üzere deniz araştırmaları yapan kurum ve kuruluşların en önemli unsurlarından biridir. Araştırma gemileri vasıtasıyla, canlı ve cansız deniz kaynaklarının yönetimiyle, fiziksel ve kimyasal oşinografi, deniz biyolojisi, balıkçılık, deniz jeolojisi, deniz jeofiziği ve arkeolojisi alanlarında çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir. Ülkemizde kullanımda bulunan araştırma gemileri, Avrupa ve Amerika’da kullanılan gemilere kıyasla eski gemiler olup, yine Avrupa ve Amerika’daki araştırma gemileri kullanım konseptine göre ekonomik kullanım ömürlerini doldurmuş durumdadırlar (Altunsaray ve diğer., 2018). Bu durum, gemi işleten kurum ve kuruluşların birçok idari ve mali sorunlarla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Mevcut araştırma gemilerinin teknoloji olarak donanımlarının yetersiz olması da, yabancı bayraklı araştırma gemilerinin ülkemiz karasularında araştırma yapmalarına neden olmaktadır (Yalçın ve Danışman, 2012).

Araştırma gemileri, bünyesinde bulundurduğu teknolojik imkânlarla, denizdeki canlı ve cansız kaynaklara ilişkin elde ettiği çeşitli bilgileri araştırma ve inceleme

¹ Marine Scientific Researches (MSR)

kapasitesine sahip gemilerdir. Araştırma gemileri, sahip oldukları bilimsel araştırma yapabilme kabiliyetleriyle, bir anlamda yüzen laboratuvarlardır (Yalçın ve Danışman, 2012). Gelişen uydu teknolojisi ve iletişim ağı, denize ilişkin kaynaklara ait verilerin elde edilmesinde ve toplanmasında kolaylıklar sağlamıştır. Ancak araştırma gemilerinden elde edilen verilerin yeri tam anlamıyla doldurulamamıştır (Yalçın ve Danışman, 2012). Bu kapsamda deniz araştırmalarının esas unsurunu oluşturan araştırma gemileridir.

Türkiye’de deniz ve denize ilişkin kaynaklarla ilgili araştırma ve çalışmalar, kamu kurum ve kuruluşların yanında özel şirketler tarafından yürütülmektedir. Kamu kurum ve kuruluşları olarak, üniversiteler ve bakanlıklar nezdinde kurulan araştırma enstitüleri sayılabilir. Bahse konu kurumlar, bünyelerinde çeşitli tip ve boyutta araştırma gemileri bulundurmaktadırlar. Deniz ve denize ilişkin bilimsel araştırmalar için araştırma gemilerinin teknik özellikleri son derece önemlidir. Araştırma gemilerinin teknik özelliklerinin yanı sıra maliyet etkin olarak kullanılması ve işletilmesi de günümüzde bir zorunluluktur (Türkiye Ulusal Deniz Araştırmaları Stratejisi², 2014).

1.1 Tezin Amacı

“Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT) Konseptinin Orta Ölçekli Çok Amaçlı Bir Araştırma Gemisi İçin Fizibilite İncelemesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü’nün araştırma gemisi ihtiyacı esas alınarak hazırlanmıştır. Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT), dünya literatüründe yaygın olarak SWATH³ olarak anılmaktadır. Bu çalışmada da KSAİT yerine SWATH kısaltması kullanılmıştır.

Almanya’da deniz araştırmaları için inşa edilen Koca Piri Reis Araştırma Gemisi 1978 yılından bu yana Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsüne bağlı olarak aktif olarak hizmettedir. 2018 yılında, denizlerdeki 40.

² TUDAS

³ Small Waterplane Area Twin Hull

yılını doldurmuştur. Dünya denizlerinde faaliyet gösteren araştırma gemileri incelendiğinde, ekonomik kullanım ömürlerinin yirmi ila otuz yıl arasında olduğu görülmektedir (European Science Foundation, 2007). Deniz araştırmalarında, bilim insanlarının gemi mürettebatı kadar denizci olmaması ve yapılacak bazı bilimsel araştırmalar sebebiyle araştırma gemisinin ivmelenmesi istenmemektedir. Bu kapsamda yapılan literatür taramasında ve kullanılan araştırma gemileri arasında, dalgalı denizlerde kullanım açısından SWATH tür gemilerin üstün özellikleri olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesinin yeni bir araştırma gemisi için yapılacak olan fizibilite çalışmalarına esas olmak üzere, SWATH tür araştırma gemisinin çevre denizlerimizde kullanım koşulları uyumluluk matrisi ile analiz edilmiştir. Böylelikle, kamusal alan başta olmak üzere, çevre denizlerimizde kullanılabilecek araştırma gemileri türülerinin fayda/mahsur, maliyet/etkinlik açısından durumları incelenmiştir.

1.2 Tezin Kapsamı ve Hedefleri

Dünya çapında bilimsel araştırma yapan kurumlar, SWATH tür gemileri özellikle açık denizler olan okyanuslarda yapılan denize ilişkin çalışmalarda tercih etmektedirler. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), Amerikan Deniz Kuvvetleri, denize ilişkin bilimsel araştırmalara önem vermekte ve kamu sektörünü bu yönde desteklemektedir (Üniversite Ulusal Oşinografik Laboratuar Sistemi⁴, 2006). Örneğin, araştırma gemisi R/V⁵ Kilo Moana, ABD Donanması'nın malı olmakla birlikte bilimsel araştırmalar yapmak üzere Hawaii Üniversitesi tarafından işletilmektedir. Ticari anlamda da SWATH tür gemilerin yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir. Özellikle Abeking&Rasmussen⁶ firmasının, Kuzey Denizi'nde ve Baltık Denizi'nde kullanılmak üzere inşa ettiği birçok SWATH tür gemi bulunmaktadır.

⁴ University National Oceanographic Laboratory System-UNOLS

⁵ Research Vessel-Araştırma Gemisi

⁶ Almanya'da bulunan bir tersane

Bu çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesinin yeni bir araştırma gemisi için seçilebilecek alternatiflerden birisi olan SWATH tür geminin, orta ölçekli ve çok amaçlı olarak dizayn edilmesi durumunda, monohull tür ve katamaran tür gemilerle kıyaslanarak çevre denizlerimizde kullanım koşulları analiz edilmiştir.

1.3 Tezin Metodu

Fizibilite araştırmasında metot olarak, yeni bir araştırma gemisinin orta ölçekli ve çok amaçlı bir SWATH tür olması durumunda, geminin;

- Sahip olacağı su çekimi ve bunun Türkiye'deki limanlara uyumluluğu,
- Türkiye'de araştırma gemilerinin seyir süresiyle kıyaslandığında verimli kullanılıp kullanılamayacağı,
- Türkiye'deki çevre denizlerindeki dalga durumuna göre, yıl boyunca yapabileceği seyir sayıları,
- ABD'de inşa edilen SWATH ve monohull araştırma gemilerinin inşa maliyetleri temel alındığında inşa maliyeti,
- ABD'de ve Avrupa Birliği'nde (AB) faaliyet gösteren araştırma gemilerinin işletme maliyetleriyle temel alınarak işletme maliyeti,
- Çok amaçlı olması dolayısıyla bilimsel yüklerin artışlarına müsaitlik durumu,

ele alınarak inceleme yapılmıştır.

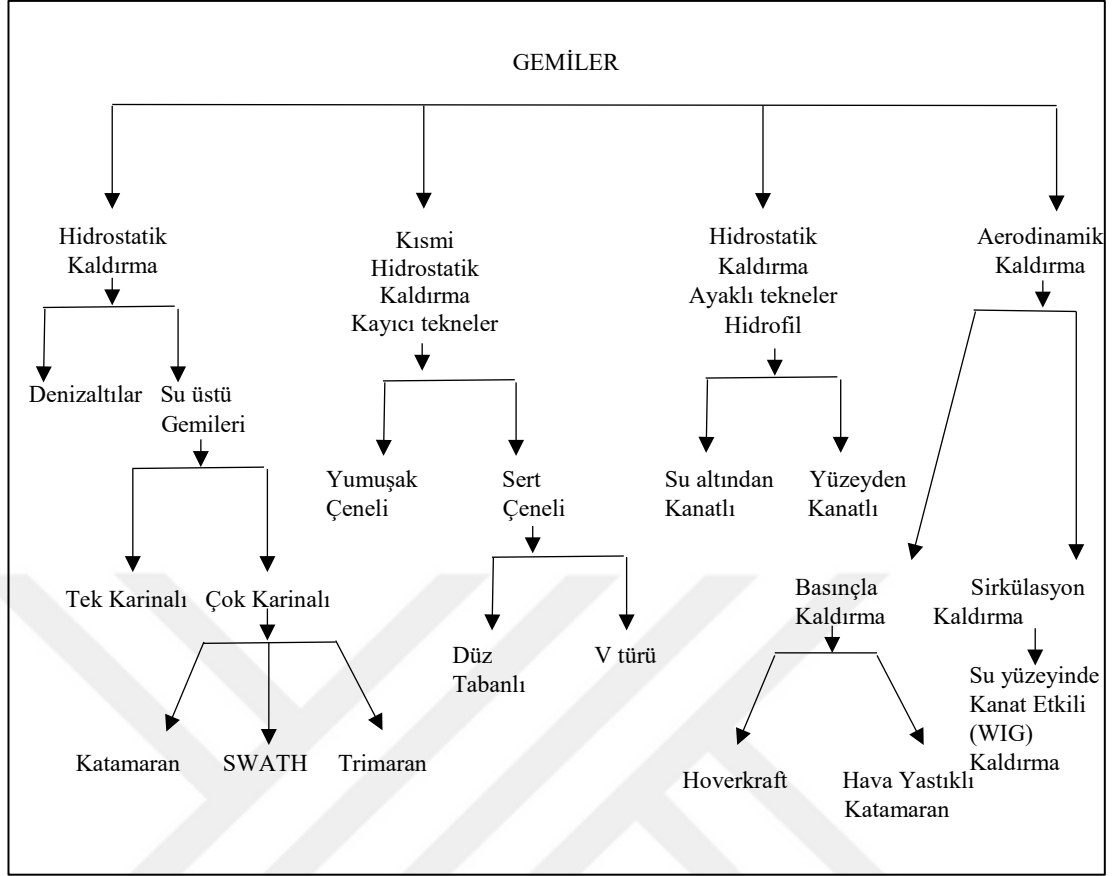
BÖLÜM İKİ

SWATH TÜR GEMİLER

“Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT)”, dünya literatüründe “Small Waterplane Area Twin Hull” kelimelerinin kısaltılmış hali olan SWATH tür gemi olarak bilinmektedir. Bu ifadenin ilk olarak Dr. Colen Kennell tarafından 1970 yılında kullanılmıştır (Djatkiko, 1992). SWATH kelimesi yaygınlaşmadan önce literatürde birçok kelime kullanılmıştır. Bunlar şu şekilde sıralanabilirler (Wu, 1985):

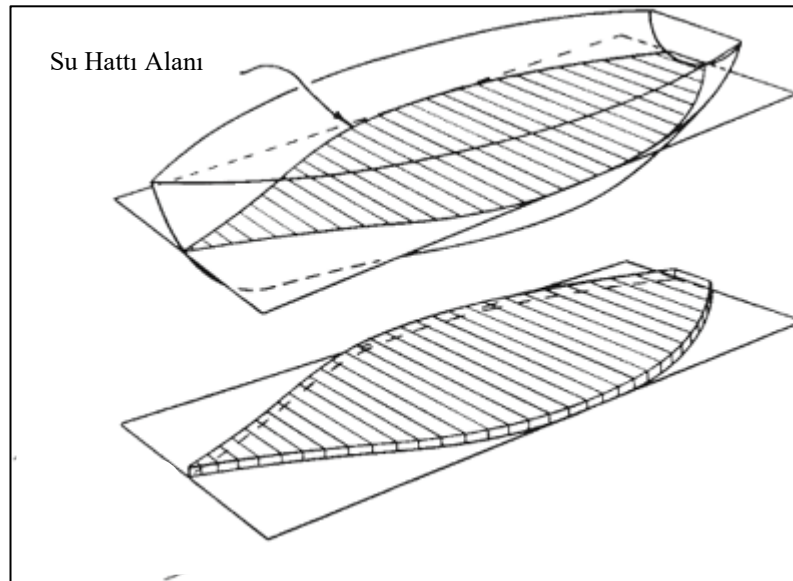
- SSS Semi Submerged Ship
- MODCAT Modified Catamaran
- LWP Low Water Plane
- TRISEC Three Section
- SSP Semi Submerged Platform
- SSC Semi Submerged Catamaran

SWATH tür gemiler, suyun kaldırma şekline göre sınıflandırmaya tabi tutulduklarında, suyun hidrostatik kaldırma özelliğini kullanan yüzey gemileri sınıfında, çoklu karina/gövde grubunun bir üyesi olarak yer almaktadır (Şekil 2.1).



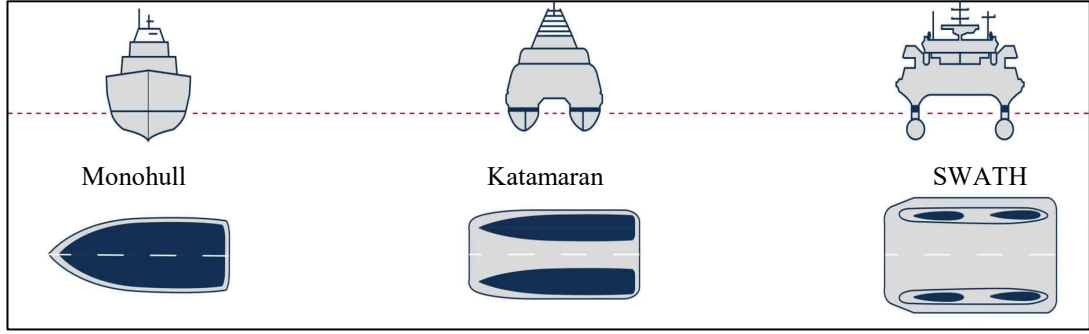
Şekil 2.1 Gemilerin suyun kaldırma şekline göre sınıflandırılması (Husodo, b.t.)

SWATH tür gemiler, adından anlaşılacağı üzere, su hattı alanının küçüklüğü ile ön plana çıkmaktadır. Su hattı, geminin su ile temas ettiği alanın bir ölçüsüdür (Şekil 2.2).



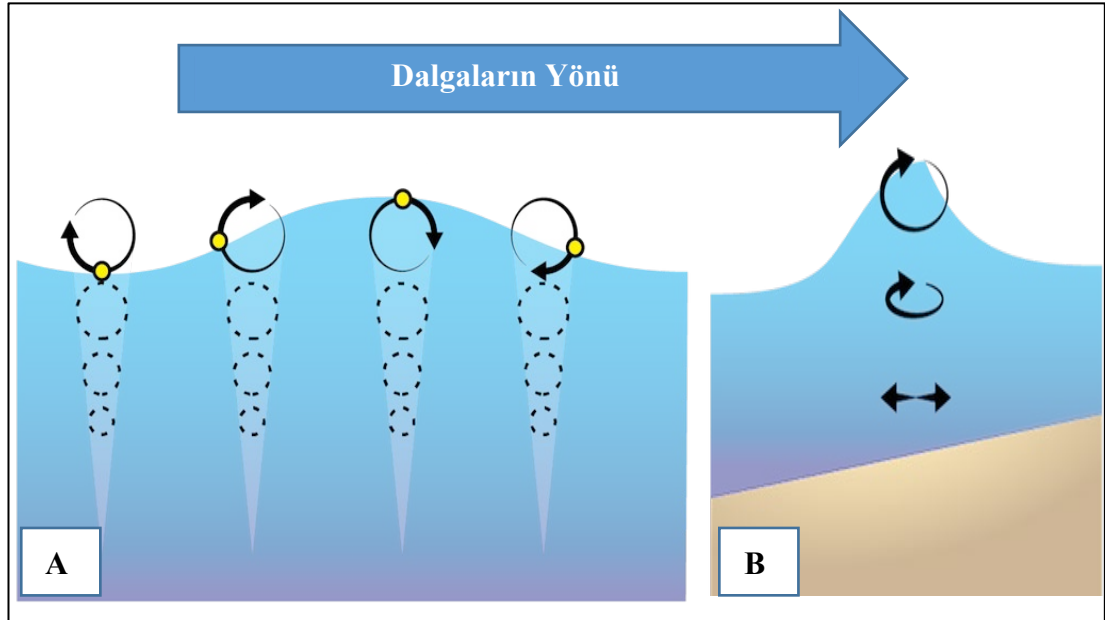
Şekil 2.2 Su hattı alanının tanımı (Bill, 2019)

SWATH tür gemiler, monohull olarak bilinen tek karinalı bir gemideki ve katamaran tür gemideki su hattı alanıyla kıyaslandığında, en düşük su hattı alanına sahiptir (Şekil 2.3).



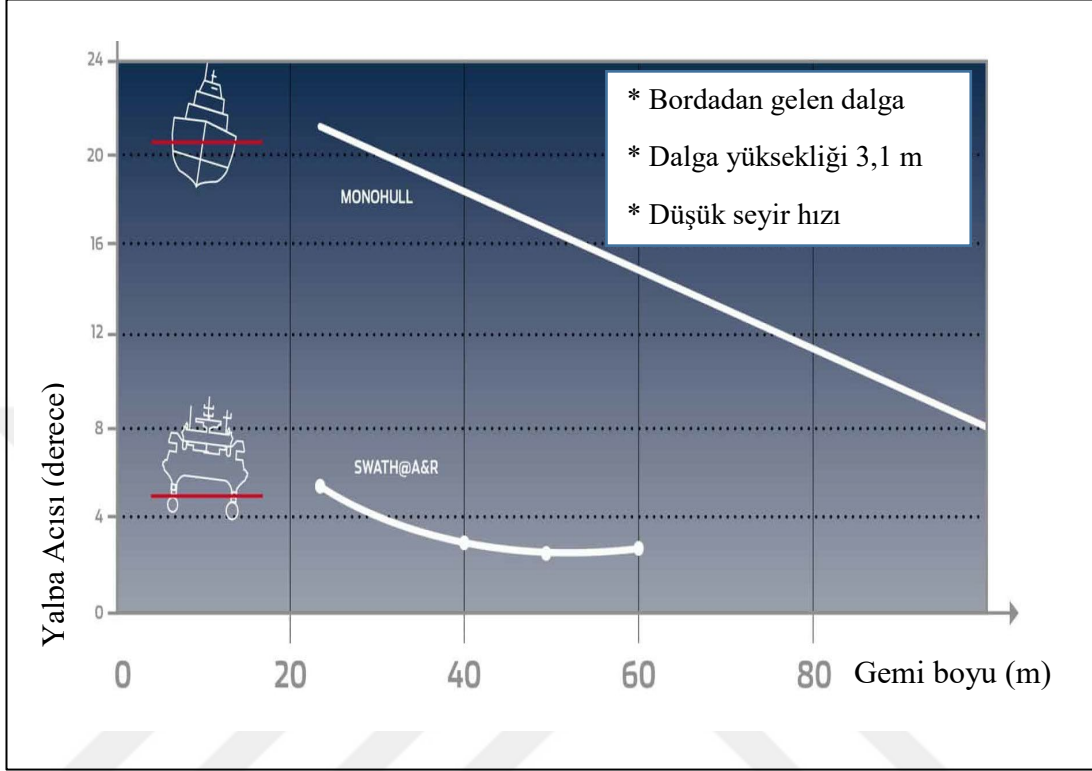
Şekil 2.3 Çeşitli tür gemilerin su hattı alanı (Grannemann, 2015)

SWATH tür gemilerin en önemli özelliği olan dalgalı denizlerdeki dikey ivmelenmesinin az olmasının nedeni, dalgaların özelliğinden kaynaklanmaktadır. Dalgalarda suyun hareketi, su yüzeyinde büyük dairesel hareketler şeklindeyken, derinlere doğru, küçülen ve nihayetinde sona eren bir davranış şeklindedir (Şekil 2.4). Buradan hareketle, gemi gövdesinin suyun yeterince altına indirilerek dalgalardan etkilenmesi ez aza indirilmeye çalışılmıştır.

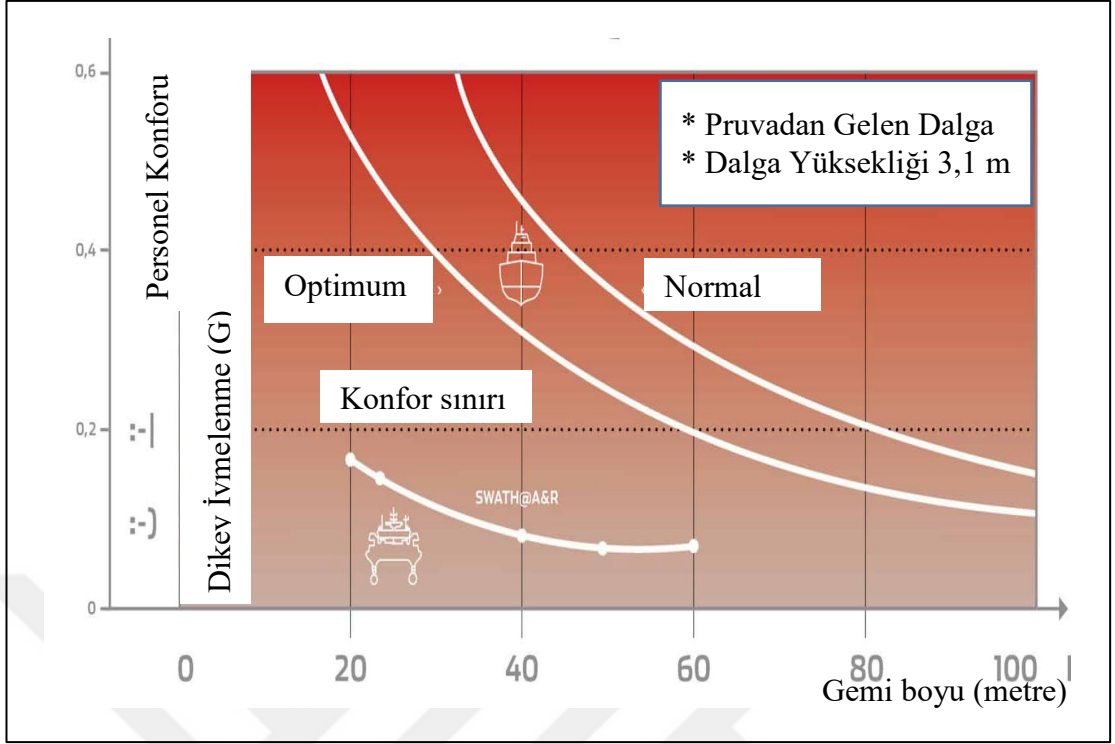


Şekil 2.4 Bir dalganın yapısı (A: derin su, B: sığ su) (Inouye, b.t.)

SWATH tür bir gemide, gemi ağırlığını taşıyan hacmin suyun altında olmasından dolayı, bu tür gemilerin dalgalı denizde yalpa açıları ve dikey ivmelenmeleri monohull tür bir gemi ile kıyaslandığında çok daha düşüktür (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6).

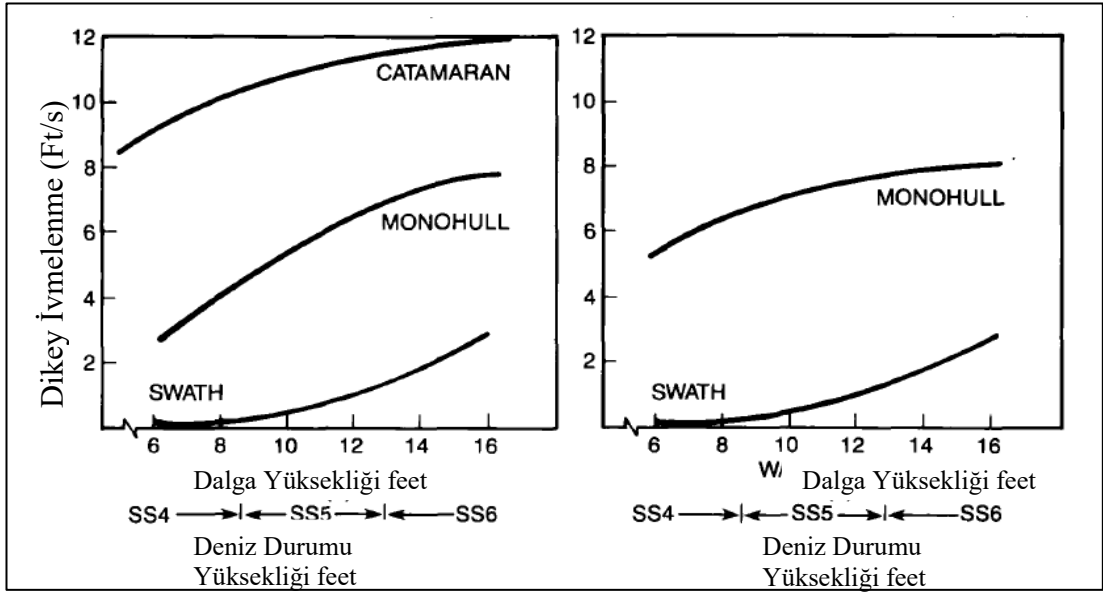


Şekil 2.5 Monohull ve SWATH tür gemilerin yalpa açılarının karşılaştırılması (Grannemann, 2015)



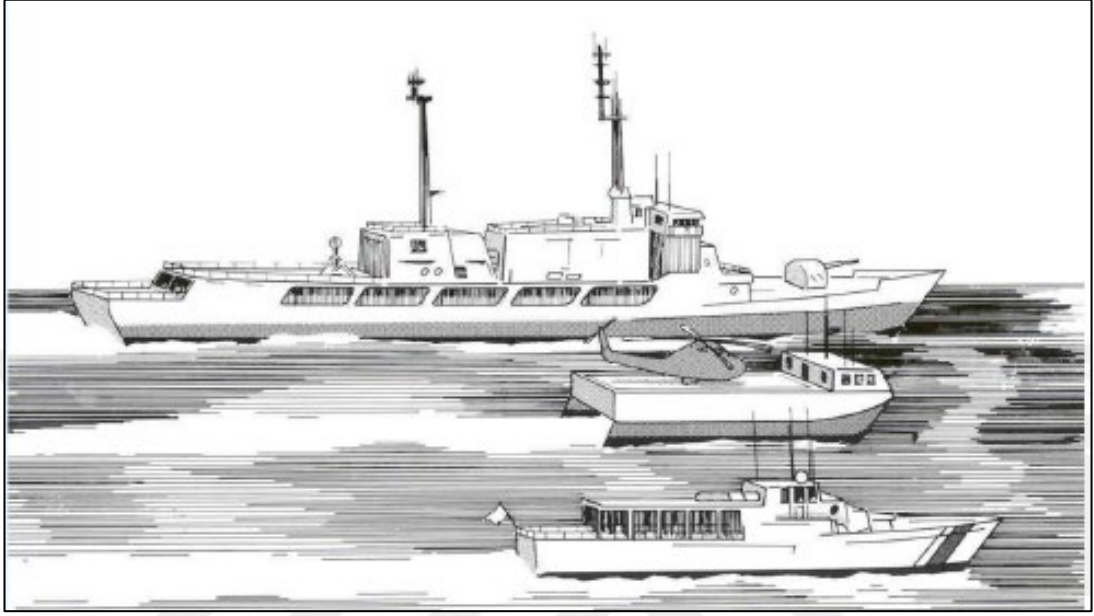
Şekil 2.6 Monohull ve SWATH tür gemilerin dikey ivmelenme hızlarının karşılaştırılması (Grannemann, 2015)

Dalgalı bir denizde dikey ivmelenmenin, SWATH, monohull ve katamaran tür gemiler arasındaki kıyaslamasında, en düşük dikey ivmelenme oranının SWATH tür gemilerde olduğu tespit edilmiştir (Gupta ve Schmidt, 1986) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Monohull, SWATH ve katamaran tür gemilerin dikey ivmelenme hızlarının karşılaştırılması (Gupta ve Schmidt, 1986)

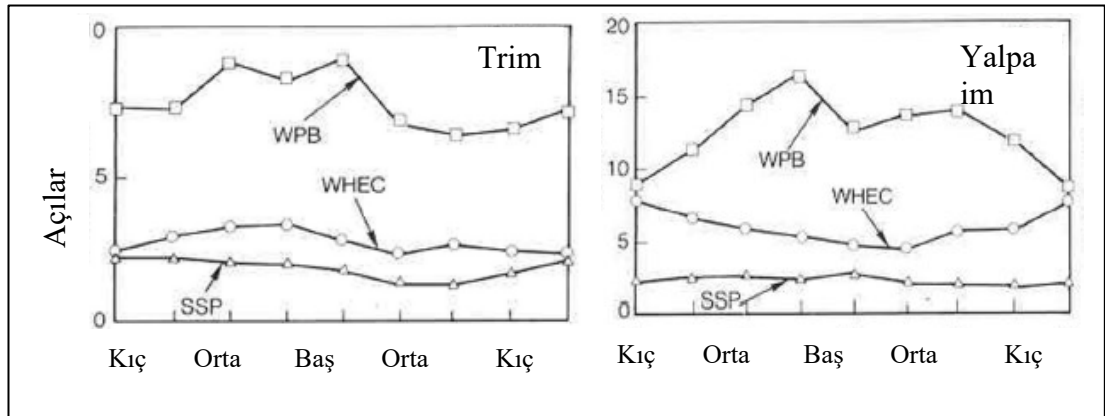
SWATH tür gemilerin, dikey ivlenmesinin, trim ve yalpa açılarının monohull tür gemilere göre düşüklüğü, Şekil 2.8’de resimleri yer alan gemilerin seyir tecrübelerinde tespit edilmiştir (Şekil 2.9 ve Şekil 2.10) (Gupta ve Schmidt, 2011).



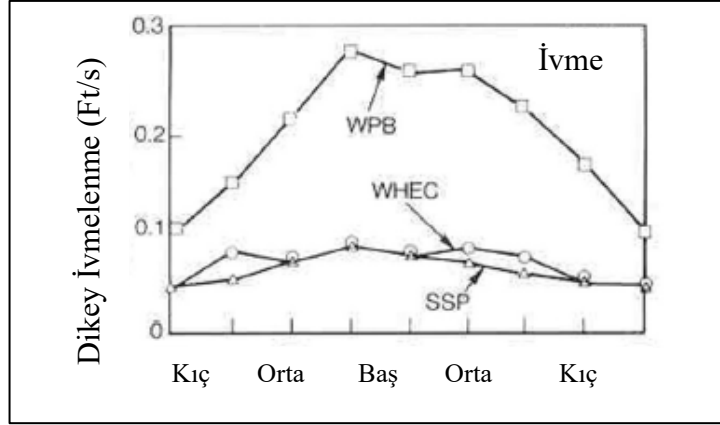
Şekil 2.8 Monohull ve SWATH tür (ortada yer alan) gemilerin yalpa, trim ve dikey ivmelenmelerinin karşılaştırılması (Morales, 2011)

Şekil 2.8’de yer alan gemiler:

- USCG Cape CORWIN (Monohull) (WPB) Boy 110 feet-Deplasmanı 110 ton
- USCG Mellon (Monohull) (WHEC) Boy 378 feet- Deplasmanı 3100 ton
- SSP Kaimalino (SWATH) (SSP) Boy 81 feet Deplasmanı 220 ton’dur.



Şekil 2.9 Monohull ve SWATH tür gemilerin yalpa ve trim açılarının karşılaştırılması (Gupta ve Schmidt, 1986)



Şekil 2.10 Monohull ve SWATH tür gemilerin dikey ivmelenmelerinin karşılaştırılması (Gupta ve Schmidt, 1986)

SWATH tür gemilerin, su altında bulunan gövdeleri sebebiyle, daha fazla ıslak alan ve buna bağlı olarak da sürtünme direnci fazlalığıyla, sakin denizlerde monohull tür gemilere göre aynı makine gücüne karşılık yüzde 5 ila 10 daha yavaş olduğu belirtilmektedir (Gupta ve Schmidt, 1986). Bununla birlikte, dalgalı denizlerde monohull tür bir gemi, baş/kıç vurmaları nedeniyle karşılaştığı dirençten dolayı, aynı şartlardaki SWATH tür bir gemiden yüzde 20 ila 30 oranında daha düşük sürat yapabilmektedir (Gupta ve Schmidt, 1986).

2.1 SWATH Tür Gemi Geometrisi ve Bölümleri

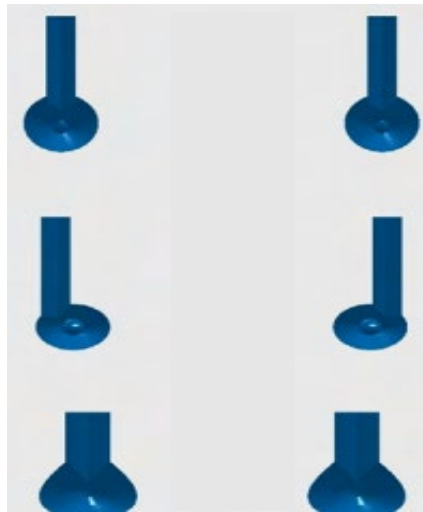
SWATH tür geminin toplam boyu, su altı gövde boyu ve dikme boyuna bağlıdır. İlk inşa edilen SWATH tür gemilerin toplam boyu, su altı gövde boyuyla yaklaşık olarak eşittir (Djatkiko, 1992). Gövde boyunun tespitinde, ihtiyaç duyulan güverte alanı, deplasman, direnç özellikleri, makinalar, balast tankları, yakıt düzeni ve dikme boyu parametreleri dikkate alınmaktadır.

SWATH tür bir geminin genişliği, boyu ve sahip olduğu deplasman, monohull tür bir gemiden farklılık göstermektedir. Geminin genişliği enine stabiliteyi etkilemektedir. En-boy oranının artması yalpa doğrultma momentini düşürmekte ancak enine doğrultudaki yapısal eğilme momentini arttırmaktadır (Djatkiko, 1992).

2.1.1 Su Altı Gövde

Yüzme kabiliyetini, su yüzeyinin monohull tür gemilere göre nispeten altına yerleştirilmiş karşılıklı gövdelerden alan SWATH tür bir gemi, dalgalı bir denizde sallantısız ve konforlu bir seyir yapabilir. Karşılıklı gövdeye sahip bir form, düşük su hattı alanı ile birleştiğinde, oluşan eylemsizlik momentlerine yeterli hidrostatik düzeltici momenti sağlamaktadır (Djatkiko, 1992). İnce hidrofıl şeklindeki gövde dikmeleri, dalgalı denizlerde srt kaybına etki eden direnci azaltmakta ve denizcilik performansını arttırmaktadır. Gövde ve dikmelerin bu şekilde düzenlenmesi, küçük bir su hattı alanı yaratarak, dinamik dalga hareketinde monohull ve katamaran tür gemilere göre daha çok konforlu olmasını sağlamaktadır. Bu sayede bir araştırma gemisinin bilimsel araştırma yapabilme kapasitesinin artmasını sağlanabilmektedir..

SWATH tür bir gemi, su altındaki ıslak yüzey alanının monohull tür bir gemiye göre fazlalılığı nedeniyle daha fazla sürtünme direncine maruz kalır. Bununla birlikte, alt gövdeye ilişkin en iyi boy-çap oranının seçilerek genel dirençte önemli bir gelişme sağlanabilmektedir (Djatkiko, 1992). Su altındaki gövdelerin kesit alanı dairesel, elips veya dikdörtgen şeklinde olabilmektedir (şekil 2.11). Diğer alternatifler, düzleştirilmiş üstleri ve altları olan daireler ve dikey oval bölümlerdir. Kesitin dairesel şekilli olması, birim kesit alanı başına minimum yüzey alanı ve bu nedenle de düşük sürtünme direnci oluşturmakta ve ayrıca tasarım basıncı için de en uygun şekli vermektedir.



şekil 2.11 SWATH tür gemi gövde şekilleri (Schellenberger, b.t.)

Alt gövdenin enine eliptik kesit şeklinde olması, daha az hidrodinamik yan yük sağlamakla birlikte geminin dikey ivmelenmesinde hareket sönümleme etkisi yaratmaktadır. Ancak sağladığı avantajların yanında, ağırlık artışları getirmeleri ve daha yüksek üretim maliyetleri oluşturmaları da eliptik kesitlerin dezavantajlarındandır. Dikdörtgen kesitli bir gövde ise imalatının kolaylığından dolayı en ucuz olmasına rağmen, fazla sürtünme ve küçük üst gövde boşluğu yaratmasından ötürü özellikle yüksek sürât istenen durumlarda uygun bir form değildir (Djatkiko, 1992). Bununla birlikte, dikdörtgen kesit, açık deniz sondaj kuleleri gibi sabit deniz platformları için uygun olabilmektedir.

Tasarım aşamasında gövdenin şekillendirmesi sadece kesiti için değil, aynı zamanda uzunlamasına düzlem için de geçerli bir işlemdir. Bu yönüyle geminin direnç ve denizcilik özellikleri geliştirilirken öncelikle makine ve sistemlerinin yerleşim alanına yönelik çalışmalar önemlidir. Gövde boyunca sabit kesitli, yuvarlatılmış baş ve kışa sahip basit gövde tasarımları imalat aşamasında kolaylık sağlamakta ancak geminin boyutunun küçük olduğu durumlarda makine yerleşim alanı için yeterli boşluk oluşturmamaktadır (Djatkiko, 1992).

Gövdenin baş ve kış taraflarına daha büyük yuvarlatılmış şişkinliklerin (bulb) eklenmesinin, yüksek sürâtlerde sürtünme direncini azalttığı ve sephiye dağılımı üzerinde daha fazla kontrol sağlamaya izin verdiği tespit edilmiştir (Djatkiko, 1992).

2.1.2 Dikme

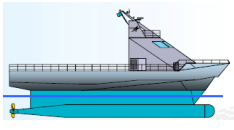
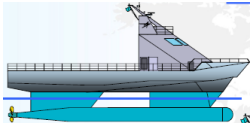
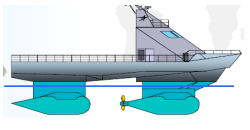
SWATH tür bir geminin su altı gövdesi ile su üstü gövdesini birleştiren kolonu dikme olarak adlandırılmıştır. Dikmelerin, genel olarak dairesel, dikdörtgen ya da kanat şeklinde üç kesit şekli vardır. Dairesel ve dikdörtgen şekil, genellikle denizde sondaj kulesi dikey kolonları için kullanılır. Bunun sebebi, direncin sabit bir deniz taşıtında en önemli tasarım bileşimi olmamasıdır. Bu nedenle, SWATH tür bir gemi için kanat şeklindeki veya aerodinamik yapıdaki dikmeler daha az direnç sağlaması sebebiyle en iyi seçenektirler.

SWATH tür gemi tasarımında, gövde başına dikme sayısının belirlenmesi de önemli bir tasarım kararıdır. Dikme sayısının belirlenmesinde, yan yüklerin büyüklüğü ve su direnci önemli bir husustur. Her bir gövdeye tek dikme tasarımı, ikili dikme yapılandırmasına göre daha fazla serbesti ve alt gövdeye daha kolay erişim sağlanabilmektedir. Gövde başına tekli ve ikili dikme arasındaki en kapsamlı karşılaştırma, Japonya Gemi Makineleri Geliştirme Birliği⁷ sponsorluğunda Mitsui firması tarafından Marine Ace isimli gemi üzerinde deneysel olarak yapılarak tekli dikmenin direncinin ikili dikmeye göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tasarım sırasında dikme yüksekliği, geminin üst gövdesi ile su yüzeyi arasındaki boşluğun ayarlamasında ve ayrıca su çekiminin (draft) belirlenmesinde önemli bir parametredir. Dolaylı olarak draftın yüksek değerde olması, pervane çapı seçiminde tasarımcıya esneklik sağlamaktadır. Bununla birlikte, daha derin bir draftın gemi direncini olumsuz etkilediği ve geminin iskele/liman tesislerini kullanımında sınırlama getirdiği göz önüne alınmalıdır. Araştırma gemileri için su çekimindeki artış, sonar özellikleri bakımından daha iyi su altı gözlemine izin vermektedir.

SWATH tür gemiler, tarihsel gelişim içerisinde, gövde ve dikme sayıları farklı yapılarda üretilmişlerdir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 SWATH tür gemi çeşitleri (Grannemann, 2015)

SWATH türü Gemi	Gövde ve Dikme Sayıları
1. Nesil 	2 Su altı Gövdesi, 2 Dikme
2. Nesil 	2 Su altı Gövdesi, 4 Dikme
3. Nesil 	4 Su altı Gövdesi, 4 Dikme

⁷ Japan Ship Machinery and Equipment Association (JSMEA)

2.1.3 Üst Gövde

SWATH tür bir geminin üst güverte geometrisi genellikle dikdörtgen şeklindedir. Üst güvertenin tabanı, dikmeler sayesinde her ne kadar su üstünde olsa da dalgalardan dolayı ıslak güverte olarak tanımlanmaktadır (Djatkiko, 1992). Bahse konu taban ile su hattı arasındaki boşluğun belirlenmesinde denizdeki dalgaların durumu belirleyicidir.

Üst gövdenin derinliğinin (kalınlığının) tasarımı, dikmelerin üzerinde yer alan bu yapının deniz dalgalarının yaratacağı yükleri karşılayabilecek eğilme momentleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Boyu 30 metrenin altında olan bir gemi için üst güverte tek bir blok halinde olabilirken daha büyük gemiler için çok sayıda bloktan oluşan bir üst güverte gerekebilir (Djatkiko, 1992).

2.2 SWATH Tür Gemilerin Avantajları

Boyut olarak eşdeğer monohull tür gemilerle karşılaştırıldığında, SWATH tür gemilerin avantajları şu şekilde özetlenebilir (Yaakob, 2006):

- Dalgalarda daha az hareketlenme ve ivmelenme,
- Dalgalı denizlerde daha az sürat kaybı (Monohull gemilerin baş-kıç vurmasından dolayı),
- Enine ve boyuna stabilitenin iyi olması (gövde dikmelerinin ayrı ve geniş olmasında dolayı),
- Üst güvertenin rezerv yüzdürme kabiliyeti sayesinde hasarlı stabilitesinde daha fazla güvenlik,
- Düşük sürâtlarda manevra ve dümen tutma kabiliyetinin iyi olması,
- Düz bir hattı doğrusal olarak takip edebilmesi (İkiz gövdelerin olması Monohull tür gemilerdeki (snaking) olayını önlemektedir),
- Daha kullanışlı kapalı hacim ve güverte alanı,

- Yüksek deniz durumlarında sürâtını koruyabilmesidir (SWATH tür gemilerin, dalgalara çarpmadan ilerlemesi, eşdeğer monohull tür gemilere oranla, dalgalar arasında sürâtlarını koruyabilmesini sağlamaktadır).

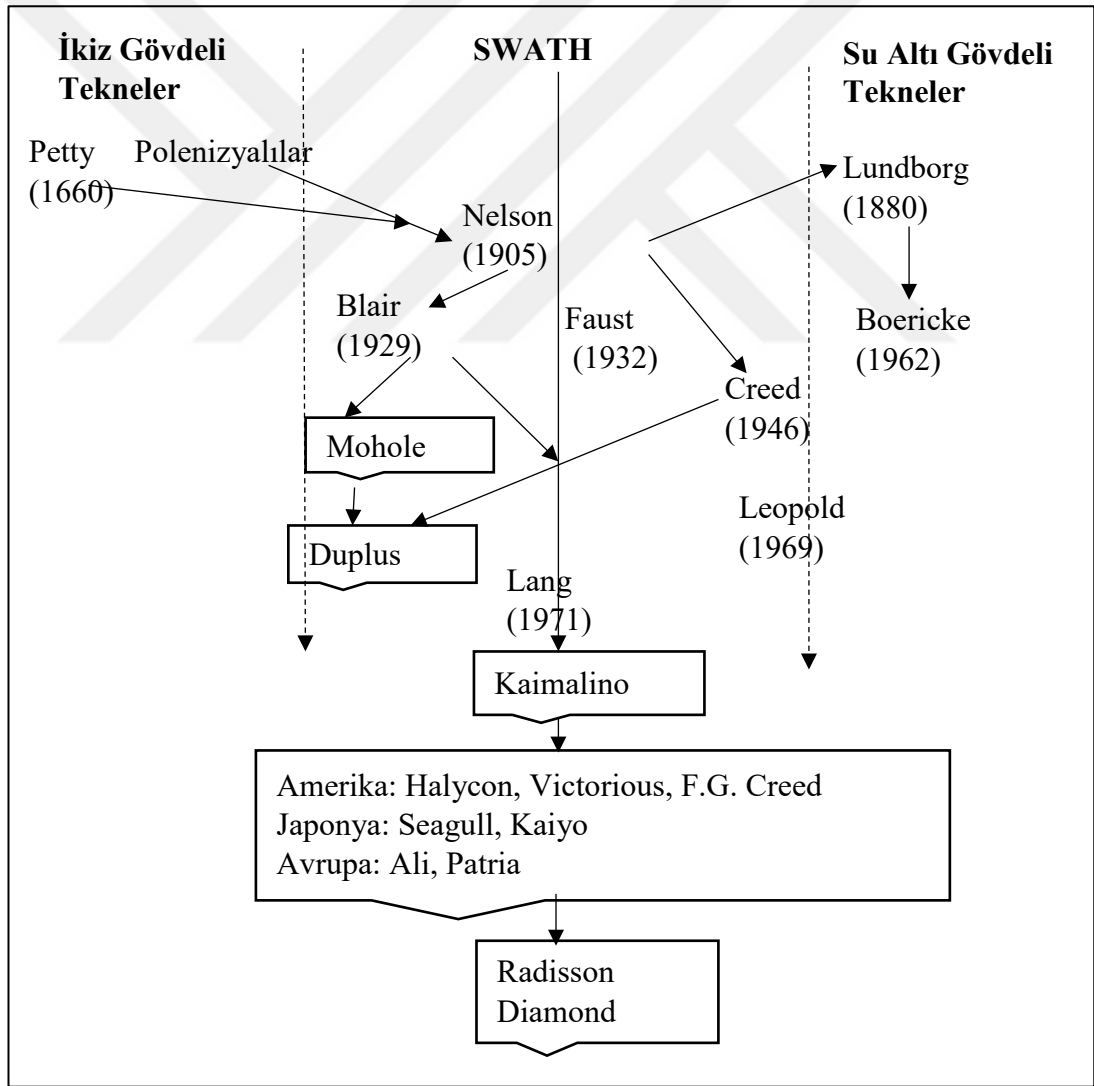
2.3 SWATH Tür Gemilerin Dezavantajları

Boyut olarak eşdeğer monohull tür gemilerle karşılaştırıldığında, SWATH tür gemilerin dezavantajları ise şu şekilde özetlenebilir (Yaakob, 2006):

- Tahrik gücünün yüksek olması (kaldırma kuvvetini sağlayan gövdenin su hattından aşağıda olması daha fazla ıslak yüzey alanı ve dolayısıyla su direncinin artmasına neden olur. Bu nedenle monohull tür bir gemiyle kıyaslandığında daha fazla tahrik gücüne ihtiyaç duyar.),
- Ağırlık değişikliklerine aşırı hassasiyet (kaldırma kuvveti sağlayan hacminin sabit olması sebebiyle ağırlık değişiklikleri draft, trim ve meyil değerlerinde aşırı duyarlılığa neden olmaktadır.),
- Su çekimlerinin (draft) fazla olması, (limanlarda derinlik açısından önemli kısıtlamalar getirmektedir.),
- Daha az yükleme marjinine sahip olması (gemi inşasında çelik sac kullanılması durumunda, eşdeğer bir monohull gemiye oranla daha az yükleme marjinine sahiptir.),
- Dönme çapı, boyuna oranla daha fazla olması (yüksek sürâtlı SWATH gemilerinde dönme çapı, boyuna oranla daha fazladır.),
- Gemi inşa maliyetleri yüksektir (monohull tip bir gemiyle kıyaslandığında, gövde formunun karmaşıklığı, ticari olarak uygulanabilirlik açısından yüksek inşaa maliyetleri yaratmaktadır).

2.4 SWATH Tür Gemilerin Tarihçesi

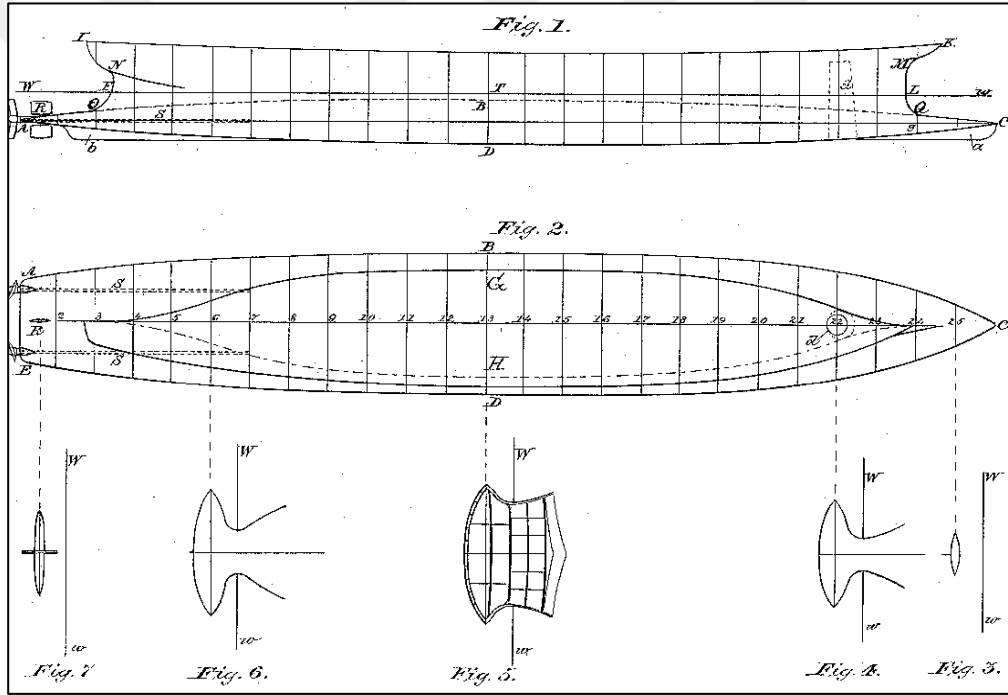
SWATH tür gemi inşası fikri, gemi güvertesini dalgalardan ıslatmadan ve mümkün olan en düşük ivmeli hareketle dalgalar arasında ilerleyebilen bir gemi düşüncesinden ortaya çıkmıştır. Teorik olarak, su hattından ne kadar aşağıya inilirse teknenin dalgalardan etkilenmesi o kadar az olmaktadır. Üstün denizcilik performansı SWATH tür gemilerin en önemli özelliğidir. SWATH tür gemilere ilişkin değişik patentler yine çeşitli tasarımcılar tarafından alınmıştır (Şekil 2.12). Bu tasarımcılara örnek olarak Nelson (1905), Blair (1929), Faust (1932), Creed (1946), Leopold (1969) ve Lang (1971) isimli mühendisler sayılabilir (Djatkiko, 1992).



Şekil 2.12 SWATH tür gemilerin patentlerine ilişkin şema (Djatkiko, 1992)

SWATH tür gemilerin tarihçesi, çok gövdeli gemilerin tarihçesi içinde incelenmektedir. Avrupa kıtasına ilk olarak Sir William Petty'nin 1660 yılında tanıttığı çok gövdeli gemileri, katamaran tür gemilerin inşası takip etmiştir. Bununla birlikte, bu tarihten birkaç yüzyıl önce, çok gövdeli gemileri kullanan Polinezyalıların⁸ olduğu belirtilmektedir (Djatkiko, 1992).

SWATH tür gemi, yazılı belgelerle somut olarak ilk defa, 1880 yılında, Lundbrog isimli bir mühendis tarafından tasarlanmıştır (Şekil 2.13). Patentli olan bu tasarımın ana nedeninin, taşınan yiyeceklerin/malzemelerin sarsıntıdan etkilenmesi önlemek olduğu tahmin edilmektedir (Djatkiko, 1992).

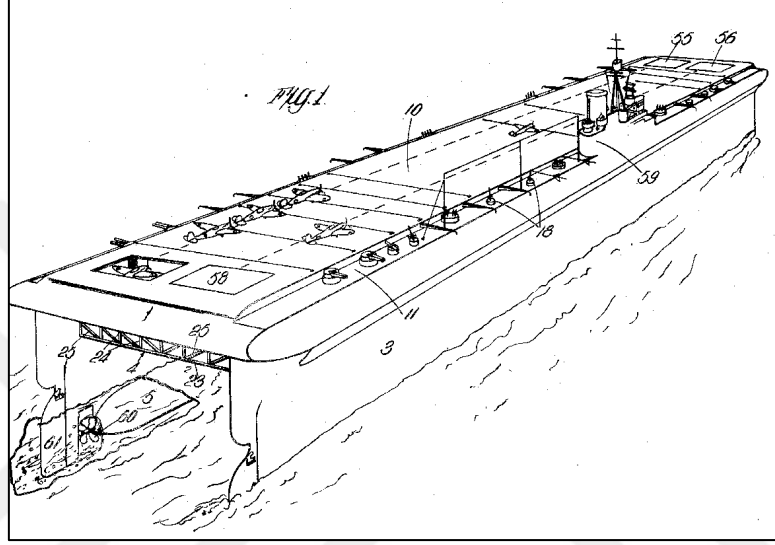


Şekil 2.13 C. G. Lundborg'in SWATH tür gemi tasarımına ait patent çizimi (Lundborg, 1880)

1880 yılından sonra SWATH tür gemi, bir İngiliz mucit olan Frederick George Creed sayesinde önem kazanmıştır. Frederick George Creed, aslında bir elektrik mühendisi ve Tele-Printer denilen basılı mesajlar almakta ve göndermekte kullanılan elektro-mekanik bir cihazın mucididir. İngiltere ve Amerika arasında sıkça seyahat

⁸ Polinezya; Büyük Okyanus'taki üç büyük ada olan Hawaii, Easter Adası ve Yeni Zelanda arasındaki üçgen biçiminde alan

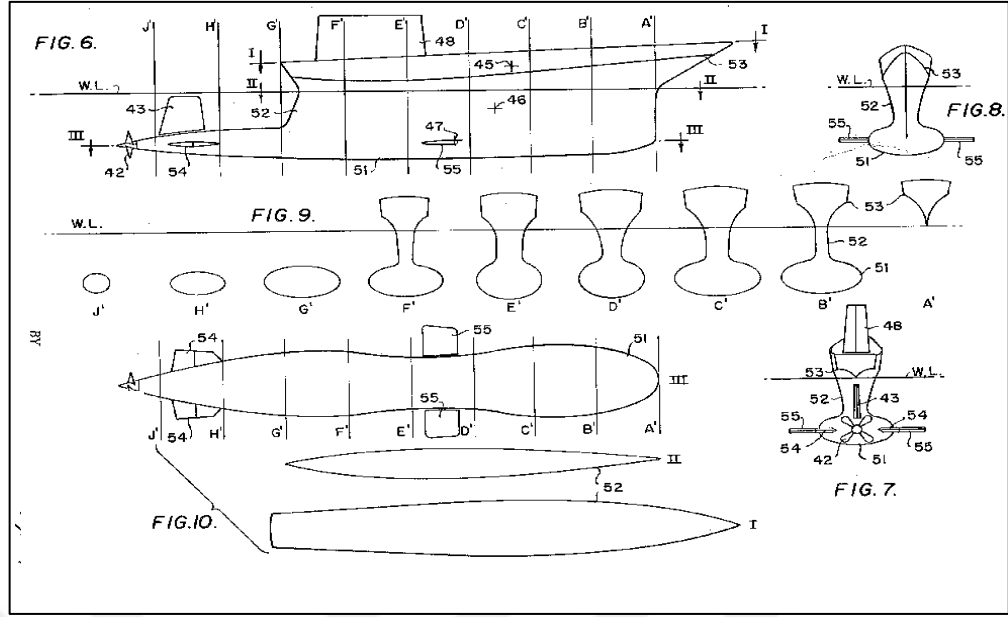
yapan bu mucit, okyanusta yaşadığı sıkıntılı seyahatler sonrası, gemilerde daha konforlu bir seyahatin nasıl olabileceği konusunda araştırmalar yapmıştır. Creed, bu düşüncesinden yola çıkarak Amerikan ve İngiliz Donanması için bir uçak gemisi tasarlamıştır. Creed, 1942 yılında İngiliz ve Amerikan Donanması'na bir nevi uçak gemisi olan Mobile Seadrome isimli platformu önermiş ancak bu ülkelerin diğer savaş öncelikleri nedeniyle planlamalarına alınmamıştır (Şekil 2.14) (Djatkiko, 1992).



Şekil 2.14 Frederick G. Creed'in SWATH tür uçak gemisi tasarımı patent çizimi (Creed, 1946)

1959 yılında, Boericke isimli mühendis tarafından tek gövdeli küçük su hattı alanlı bir tasarım yapılmış ancak enine yönde düzeltici moment yetersiz olduğundan hayata geçirilememiştir. Bu sorunun çözümü için tek gövdenin yanına bir benzerini inşa etmek ve ikisini de bir üst gövdede birleştirmek düşünülmüştür. Bu fıkirden hareketle, katamaran tür gemiler inşa edilmiştir (Djatkiko, 1992).

1962 yılında, H. Boericke isimli bir mühendis "Shark form" isimli SWATH tür bir gemi tasarımına patent almıştır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Shark Form isimli gemi (Boericke, 1962)

1968 yılında, Hollanda'da SWATH tür bir gemi olan ve maksimum 8 knot sürâte ulaşabilen “Duplus” isimli gemi inşa edilmiştir (Şekil 2.16). 1969 yılında, Litton firması tarafından geliştirilen TRISEC isimli SWATH tür geminin tasarımı yapılmıştır. 1970 yılında ise Lang isimli mühendis SWATH tür gemi tasarımında, su altı gövdesine dengeleyici kanatlar monte ederek patent almıştır. (Djatkiko, 1992).



Şekil 2.16 Duplus isimli SWATH tür gemi (Wikipedia, b.t.)

Gerçek anlamda SWATH tür bir gemi, Amerikan Deniz Kuvvetleri Okyanus Sistemi Merkezi'nin⁹ Hawaii Laboratuvarı için inşa edilen bir çalışma botu olmuştur. 190 tonluk “Kaimalino” isimli gemi (Şekil 2.17) San Diego merkezli Amerikan Deniz Kuvvetleri Su altı Merkezi'nde¹⁰ Lang isimli mühendis tarafından yönetilen bir ekip tarafından tasarımı 1960'larda başlayan Kaimalino, Curtis Körfezi'ndeki ABD Sahil Güvenlik Tersanesi'nde 1973 yılında yapılmıştır (Djatkiko, 1992).



Şekil 2.17 Kaimalino isimli SWATH tür gemi (Wikipedia, b.t.)

Kaimalino isimli gemiden sonra, ABD'deki SWATH çalışmaları Suave Lino ve Halcyon isimli gemilerin inşa edilmesiyle devam etmiştir. RMI firması 1980'lerin başında 58 tonluk Halcyon (Şekil 2.18) isimli bir SWATH tür gemiyi 1984 yılında tamamlamıştır. ABD'de dışında, SWATH gelişimi bir test aracı olarak Marine Ace isimli gemi inşasıyla Japonya'da başlamış ve SWATH tür gemilerin yaygınlaşmasını teşvik etmek için Japon hükümeti tarafından desteklenen Mitsubishi firması tarafından, hidrografik araştırma gemisi olan Mitsui, Seagull (Mesa 80), Kotozaki ve Ohtori isimli gemi inşaları ile devam etmiştir (Djatkiko, 1992).

⁹ Naval Ocean Systems Center (NOSC)

¹⁰ Naval Undersea Center (NUC)



Şekil 2.18 Halcyon isimli SWATH tür gemi (Flickrriver, b.t.)

Kaiyo isimli geminin Japonya'da inşa edilmesiyle, küçük 200 ila 300 tonluk gemilerden 3.500 tonluk bir gemiye atılım yapılmış (Gupta ve Schmidt, 1986) ve 3.500 tonluk ABD Donanması için inşa edilen Victorious (Şekil 2.19) isimli gemi ile devam edilmiştir.



Şekil 2.19 Long Victorious isimli SWATH tür gemi (Wikipedia, b.t.)

SWATH tür gemilerin en büyüğü Finlandiya'daki Rauma Tersanesinde inşa edilen 11.740 tonluk “Radisson Diamond” isimli gemi olmuştur (Şekil 2.20).



Şekil 2.20 Radisson Diamond isimli SWATH tür gemi (Wikipedia, b.t.)

1993 yılında ise Lockheed firması, ABD Donanması için Sea Shadow isimli görünmezlik teknolojisine sahip gemi inşa edilmiştir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21 Sea Shadow isimli SWATH tür gemi (Wikipedia, b.t.)

2.5 SWATH Tür Gemilerin Kullanım Alanları

SWATH tür gemiler günümüzde genellikle yolcu gemileri, feribot (Şekil 2.22), kılavuz olarak liman yardımcı gemisi (Şekil 2.23), rüzgâr türbini bakım/onarım gemisi ve araştırma gemileri olarak kullanılmaktadırlar.



Şekil 2.22 Cloud X isimli SWATH tür gemi (Myworldweb, 2009)



Şekil 2.23 Limanlarda kılavuz/pilot olarak kullanılan SWATH tür gemi (Wikimedia, b.t.)

Özellikle Avrupa’da yaygınlaşmaya başlayan ve denizin üzerine kurulan rüzgâr türbinlerinin bakım/onarım faaliyetlerinde, SWATH tür gemiler yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.24). Bunun en önemli sebebi, SWATH tür gemilerin dalgalı denizde bakım/onarım işini yapacak personeli, gemiden rüzgâr türbinine çıkarmada en güvenli ve konforlu (dengeli) gemi olmasıdır.



Şekil 2.24 Rüzgâr türbini bakım/onarım gemisi (International Institute of Marine Surveying, 2018)

2011 yılında, Alaska’da inşa edilen, 129 yolcu ve 20 araç kapasiteli SWATH tür bir gemi olan Susitna, toplam 30 ton taşıma kapasiteli olup üç modu bulunmaktadır (Şekil 2.25). Yüksek sürât modunda katamaran, dalgalı bir denizde SWATH tür ve sığ su anında çıkarma aracı modunda kullanılabilmektedir. Bu gemi iç güvertesini hidrolik bir sistemle denize doğru indirerek ikiz gövdesini yukarıya kaldırabilmekte ve yaklaşık bir metre derinlikteki kıyı sularına yanaşabilmektedir.



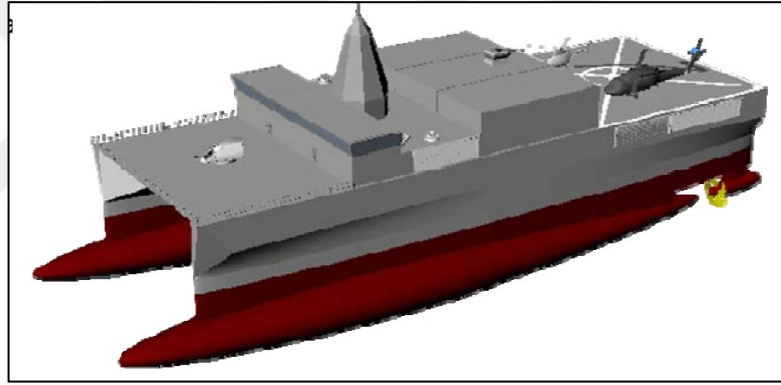
Şekil 2.25 Susitna isimli SWATH tür gemi (Wikimedia, b.t.)

SWATH tür gemiler, sağladığı avantajlar nedeniyle, askeri alanda da kullanılmaktadırlar (Şekil 2.26). Kuzey Kutup bölgesinde buzların erimesiyle birlikte,

keşif-karakol faaliyetlerine bulunacak SWATH tür bir gemi çalışması da yapılmıştır (O'Brien, 2009) (Şekil 2.27).



Şekil 2.26 Scrunda isimli SWATH tür askeri gemi (Wikimedia, b.t.)



Şekil 2.27 Artık karakol gemisi (Byers, Gilmour, Koch ve O'Brien, 2009)

2.6 SWATH Tür Araştırma Gemileri

SWATH tür gemilerin, dalgalı denizde dikey yönde ivmelenmesinin monohull ve katamaran tür gemilere göre daha az olması, denize ilişkin alanda araştırma yapan ve asıl mesleği denizci olmayan bilim insanları için büyük bir konfor sunmaktadır. Bu kapsamda, gerek bilim insanlarının gerekse yapılan bilimsel araştırmanın dalgalı denizden etkilenmesini en aza indirmek adına, SWATH tür araştırma gemileri inşa edilmekte ve kullanılmaktadır.

SWATH tür gemi teknolojisi, gemi inşa sanayinde monohull tür gemilere göre yeni bir gelişmedir. SWATH tür gemi tasarımları 19 yüzyılda ortaya çıkmıştır ve bugüne kadar inşa edilen SWATH tür gemi sayısı monohull tür gemilerden çok azdır. SWATH tür gemilerin belirgin özelliği su altında kalan gövdeleri sayesinde denizin yüzey dalgası hareketlerinden en az etkilenmesidir. Su altında kalan gövdeye seyir halindeyken dinamik stabilizasyon sağlamak üzere sabit/hareketli kanatlar da monte edilmektedir. Bahse konu avantajları sebebiyle SWATH tür gemiler, özellikle açık denizler ve okyanuslarda sağlayabileceği avantajlardan dolayı denizde bilimsel araştırma yapan kurum ve kuruluşlarca uygun platformlar olarak değerlendirilmektedirler (Dinsmore, 2004).

SWATH tür bir gemi için kaldırma kuvvetinin tamamı su altında kalan gövdeler tarafından sağlanmaktadır. Su hattı alanının düşük olması gemiyi yüzey dalgalarının hareketinden en az etkilenmesini sağlamaktadır. Buna mukabil monohull tür bir gemide geniş bir su hattı alanı sebebiyle dalgalardan kaynaklı baş/kıç, yalpa ve yüksek ivmeli yükselme/alçalma hareketleri sıklıkla görülmektedir. Monohull tür bir gemide personeli deniz tutması ve dalgaların güverteyi ıslatması olayı da daha fazladır.

Monohull tür gemiler, deniz akıntılarını bordalarından almayarak ve dalgaları takip ederek denizciliği olumsuz etkileyen hususlardan mümkün mertebe kaçınılırlar, ancak bir araştırma gemisi için görevi gereği yapılması gerekli bilimsel araştırmalar sırasında denizciliği olumsuz etkileyen bu hususlardan kaçınılamayabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) faaliyette bulunan araştırma gemileri, Üniversite Ulusal Oşinografik Laboratuar Sistemi (UNOLS¹¹) çatısı altında toplanmış olup, bu kurum içerisinde araştırma gemileri dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar; küresel, okyanus, bölgesel ve yerel sınıf olmak üzere gruplandırılmışlardır (Federal Oceanographic Facilities Committee¹², 2001) (Tablo 2.2).

¹¹ University National Oceanographic Laboratory System

¹² FOFC

Tablo 2.2 SWATH tür gemi sınıfları (FOFC, 2001)

Gemi Özelliği/Sınıfı	Küresel Sınıf	Okyanus Sınıf	Bölgesel Sınıf	Yerel Sınıf
Kıyıda bağımsız kendini idame gün sayısı	50 gün	40 gün	30 gün	20 gün
Seyir sığası	25.000 km	20.000 km	15.000 km	10.000 km
Boyu	>70 m	55-70 m	40-55 m	< 40 m
Bilim insanı konaklama kapasitesi	30-35	20-25	15-20	< 15

SWATH tür gemilerin en belirgin özelliği denizcilik performansdır. Araştırma gemileri arasında R/V Kaimalino gemisinin monohull tür gemilerle karşılaştırılmasından birçok işletme tecrübeleri elde edilmiştir (Gupta ve Schmidt, 1986). SWATH tür gemiler dengeli bir platform olmanın yanı sıra, oldukça kullanışlı ve esnek bir güverte çalışma alanı sunmaktadır. Diğer performans alanlarından akustik konusunda da SWATH tür gemilerinin eşdeğer monohull veya katamaranlardan daha sessiz ve titreşimsiz olduğu görülmüştür (Dinsmore, 2004).

SWATH tür gemilerin sağladığı avantajlar dolayısıyla, birçok kurum ve kuruluş bu gemileri kullanmaktadır. Kullanımda olan araştırma gemilerinden bazılarının boyutları Tablo 2.3’de verilmiştir. R/V Planet (Şekil 2.28), R/V Kilo Moana (Şekil 2.29), R/V Kaiyo, R/V Ferdinand R. Hassler, R/V Jakob Prei ve R/V Sea Fighter bu gemilerden bazılarıdır.

Tablo 2.3 SWATH tür araştırma gemileri (Medaković, Dario ve Blagojević, 2013)

SWATH Tür Araştırma Gemileri	Boy LOA (m)	Genişlik B (m)	Draft T (m)	Tonaj Δ (t)
R/V Jakob Prei	26,1	13	2,7	132,9
R/V Kilo Moana	57	27	7,6	2.588
R/V MCASD	20	9,6	1,5	60
R/V Planet	73	25	6,8	3.500
R/V Sea Fighter	79,9	22	3,6	950



Şekil 2.28 Planet isimli araştırma gemisi (Wikimedia, b.t.)



Şekil 2.29 Kilo Moana isimli araştırma gemisi (Wikimedia, b.t.)

BÖLÜM ÜÇ

KÜÇÜK SU HATTI ALANLI İKİZ TEKNE (KSAİT) KONSEPTİNİN ORTA ÖLÇEKLİ ÇOK AMAÇLI BİR ARAŞTIRMA GEMİSİ İÇİN FİZİBİLİTESİ

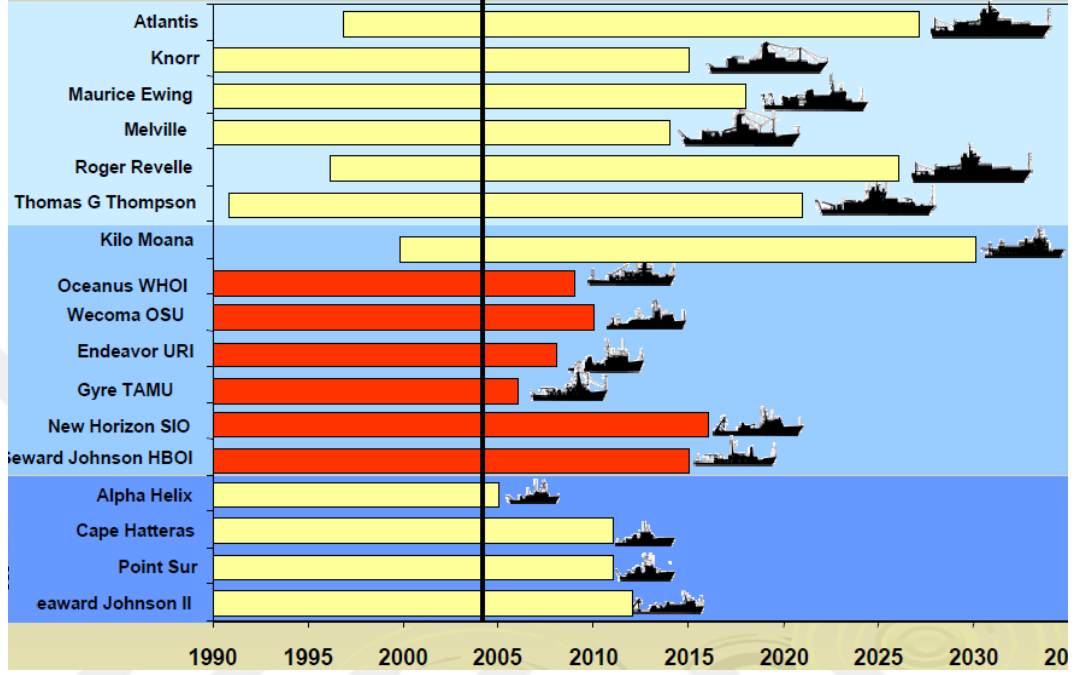
Dokuz Eylül Üniversitesine ait Koca Piri Reis Araştırma Gemisi, deniz araştırmaları için 1978 yılında Almanya’da inşa edilmiştir. 1978 yılından bu yana aktif olarak hizmet veren gemi, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsüne bağlı dört araştırma gemisinden biridir. Dokuz Eylül Üniversitesine bağlı olan ve 2018 yılında denizlerdeki 40. yılını dolduran R/V K. Piri Reis gemisinin yerine, yeni alınması/inşa edilmesine karar verilmesi durumunda yapılacak olan fizibilite çalışmalarına katkı sağlamaktan ilham alınarak bu çalışma hazırlanmıştır.

Deniz araştırmalarında, gerek bilim adamlarının denizci olmaması gerekse yapılacak bazı bilimsel araştırmalar için geminin dalga hareketlerinden en az seviyede etkilenmesi genel isterdir. Bu kapsamda yapılan literatür taramasında ve kullanılan araştırma gemileri arasında, dalgalı denizlerde kullanım açısından SWATH tür gemilerin üstün özellikleri olduğu tespit edilmiştir. Bu amaçla dalgalardan etkilenmesi diğer gemi türlerine göre en az olan “Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT) Tür Araştırma Gemisi” nin çevre denizlerimizde kullanım koşulları uyumluluk matrisi ile analiz edilmiştir. Böylelikle, kamusal alan başta olmak üzere, çevre denizlerimizde kullanılabilecek araştırma gemileri türlerinin fayda/mahsur, maliyet/etkinlik açısından durumları incelenmiştir.

Bugün dünya denizlerinde faaliyet gösteren araştırma gemilerinin çoğunluğu monohull tür gemilerden (tek karinalı) oluşmaktadır. Bu kapsamda, SWATH tür bir araştırma gemisi, monohull tür ve katamaran tür eş bir gemi ile karşılaştırılarak fizibilite çalışması yapılmıştır.

Amerikan Üniversite Ulusal Oşinografik Laboratuar Sistemi (UNOLS) çatısı altında toplanan araştırma gemileri için hizmet dışına ayırma planlarında her gemi için yaklaşık 30 yıllık bir ekonomik kullanım ömrü biçilmiştir (European Research Vessel

Operators¹³, 2008) Bu planlara göre yeni araştırma gemileri için komiteler kurulmakta ve çalışmaktadır. Örneğin Kilo Moana isimli araştırma gemisinin, 2032 yılında hizmet dışına ayrılması ön görülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 UNOLS'a ait araştırma gemilerinin hizmet dışına ayırma planı (ERVO, 2008)

Yeni bir gemi inşası planlanırken, tasarımın belirli aşamaları düşünülerek planlama yapılmalıdır. Bu kapsamda, yeni bir araştırma gemisi için de aynı aşamalar söz konusudur. Bunlar:

- Görev Tanımı
- Görev Gereksinimleri
- Konsept Tasarımı
- Ön Tasarım
- Nihai Tasarım

şeklinde gruplandırılabilir (Dinsmore, 2004).

¹³ ERVO

3.1 Görev Tanımı

Görev tanımı; inşa edilecek araştırma gemisinin asıl kullanımını, amaçlanan faaliyet alanını, yapacağı bilimsel çalışmalarını, operasyonel olarak yeteneklerini ve bilim insanlarının konaklama imkânlarını belirten kısa bir açıklama olarak tanımlanabilir (Dinsmore, 2004). Görev tanımı tasarım esnasında, gemiden istenen görevin ifası için ihtiyaçlarının belirlenmesinde ve inşa sonrasında ise geliştirilmesinde başlangıç noktasıdır. Görev tanımı kısa olmasının yanında son derece önemli bilgiler içerir. Tasarım geliştirme sürecinin nihai tasarım bölümünde yapılan maliyet analizi sonrasında geminin inşa maliyetinin çok yüksek olması veya tasarım gerekleri olarak uygun bulunmaması durumunda görev tanımında değişikliğe gidilmelidir.

Dokuz Eylül Üniversitesine bağlı olan R/V K.Piri Reis gemisinin yerine alınması/inşa edilmesi düşünülen yeni bir araştırma gemisi için görev tanımı:

- Akdeniz, Ege Denizi ve Karadeniz’de çalışabilmesi,
- Kıyı imkânlarından uzakta yaklaşık 40 gün denizde kendini idame edebilmesi,
- Sismik yeteneğinin modern ve etkin olması,
- Hidrografik ve oşinografik araştırma yapabilmesi,
- Kötü hava şartlarıyla karşılaşıldığında, barınabilecek lokasyona erişebilmek için yeterli hıza sahip olabilmesi,
- Güvertesinde, sahip olduğu vinçleri kullanarak her türlü bilimsel çalışmayı yapabilecek yetenekte olması,
- Düşük sürâtle seyirde ya da sabit bir mevkiye durduğu anda, dinamik olarak sabit bir pozisyonda kalma ve çalışma istasyon noktasındaki performansı, seyirdeki denizcilik özelliklerden daha önemli olması,
- Toplam 50 personel barındırabilmesi,
- 5 deniz durumunda, personelin araştırma çalışması yapabilmesine konfor sağlayabilmesi,
- 4.000 NM menzile sahip olması,

düşünülmektedir (DEÜ, 2008).

3.2 Görev Gereksinimleri

Tasarım sürecinde görev tanımının ardından görev gereksinimleri, bir araştırma gemisinin tasarımını yönlendirmek için bir nevi kılavuz işlevi görmektedir. Görev gereksinimleri; bilimsel araştırma için gereksinimler, geminin bilimsel araştırmalar için operasyonel yetenekleri, gemi çalışma ortamı, bilim insanlarının konaklama durumu ve gemi için donanım olarak tanımlanmaktadır (Dinsmore, 2004).

Hangi tür bir geminin araştırma gemisi olarak seçileceği, oluşturulan komitelerin, “Bilimsel Görev Gereksinimleri” (SMR¹⁴) adı altında geminin ekonomikliğini de irdeleyerek değerlendirmesi sonucu ortaya konmaktadır. Bilimsel görev gereksinimleri, aşağıdaki kategorileri içerir (Dinsmore, 2004):

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| · Genel | · Laboratuvarlar |
| · Boyut | · Kablo Çekme |
| · Kıyıdan Bağımsız Kendini İdame | · Bilimsel Araştırma İmkânları |
| · Personel Kapasitesi | · Konteynerler |
| · Sürât | · Çalışma Botu |
| · Denizcilik | · Bilimsel Yük Depolanması |
| · İstasyonda sabit durabilme | · Aqustik Sistemler |
| · Buza Karşı Güçlendirme | · Navigasyon Sistemleri |
| · Güverte Çalışma Alanı | · Dâhili İletişim |
| · Kreyler | · Harici İletişim |
| · Vinçler | · Gemi kontrolü |
| · Yükleme/boşaltma Çerçeveleri | · Toplama İşlemleri |

3.2.1 Genel

Bu ifade, diğer tüm tasarım gereksinimleri ile birlikte görev tanımının bir ifadesidir. Örneğin DEÜ’nin K. Piri Reis isimli araştırma gemisi yerine düşünülen gemi için

¹⁴ Science Mission Requirements

hidrografik, oşinografik, sismik, jeolojik ve jeofizik sörvey/araştırma yapması amaçlanmaktadır (DEÜ, 2008). Amaçlanan faaliyet alanı, bilimsel çalışmalar, operasyonel olarak yetenekler ve bilim insanlarının konaklama imkânları bu bölümde yer verilmektedir.

3.2.2 Boyut

Tasarımı düşünülen araştırma gemisinin boyutu, ortaya konulacak ihtiyaçlar kapsamında belirlense de, kullanıcılar için ilk etapta boy, draft ve tonajın önemli olduğu yerler bulunabilir. Örneğin araştırma gemisinin çalışma yapacağı coğrafi bölgede kanallar bulunabilir. Bu kanallardan geçebilmek için geminin boyutu sınırlamalara tabi tutulabilir.

3.2.3 Kıydan Bağımsız Kendini İdame

Bir araştırma gemisinin kıydan bağımsız kendini idame hususu, bilimsel çalışmalar için amaçlanan seyirde, seyir süresiyle ilintili olarak, geminin görev gereksinimlerini yerine getirmesini sağlamak üzere önemli bir kıstastır. Araştırma gemisinin planladığı seyir süresi ve bilimsel çalışma yapılacak istasyonda bulunulma süresi yapılacak araştırma için önemli sayılar olabilir. Belirlenen gün sayısına yönelik olarak, öncelikli olarak yakıt ve su tankları tasarım aşamasında hesaplanmalıdır. Bu kapsamda araştırma gemisinin kıydan bağımsız kendisini idame edeceği azami gün sayısı bu bölümde belirtilmelidir.

3.2.4 Personel Kapasitesi

Araştırma gemisinde çalışma yapacak bilim insanları ve mürettebat için barınma düzenlemeleri bu bölümde yer alır. Bir araştırma gemisinde, gemiyi idare eden ve sayısı belirli mürettebat yanında, yapılacak bilimsel çalışmaya göre sayısı değişebilen bilim insanı bulunacaktır. Bu kapsamda, özellikle bilim insanları için yeter sayıda kamara planlaması yapılması bilimsel çalışma için gereklidir. Genel itibariyle, iki kamara arasında ortak bir tuvalete sahip iki kişilik kamaralar yaygın şekilde

kullanılmaktadır (Dinsmore, 2004). Mürettebat ve bilim insanlarının sayısı bir araştırma gemisinde önemli bir kriter olduğundan mutlaka belirtilmelidir.

3.2.5 Sürât

Günümüz koşullarında, araştırma gemisi işleten kurum ve kuruluşlar için oluşturulan bütçe ve buna bağlı harcamalar bir disipline bağlıdır. Bu kapsamda, bir araştırma gemisinin, seyir süresi ve buna bağlı olarak da seyir maliyeti, gemi işleten kurum kuruluşlar açısından önemli bir faktördür. Bir araştırma gemisinin işletme maliyetini mümkün olan en düşük seviyede tutmak istense de, geminin seyir sürâtı yapılacak araştırmaya bağlı olarak bilimsel bir gereksinim şeklinde değerlendirilebilir.

Araştırma gemisinin optimum sürâtı, gemi makinalarının verimli yakıt harcaması ve seyir süresi düşünülerek hesaplanabilir. Geminin seyir sürâtı, özellikle yüksek sürâtlarda (araştırma gemileri için 20 knot üzeri) önemli bir tasarım parametresi olmaktadır. Tasarım sırasında, bilimsel araştırmaların yapılacağı deniz durumu düşünülerek makine seçimlerinin yapılması çok önemlidir. Yapılan çalışmalardan elde edilen deneyimler, çoğu araştırma gemisinin, hesaplanandan daha çok yük taşıdığı, bunun sonucunda daha derin draft değerlerine ulaştığı, direnç değerlerinin artmasıyla sonuç olarak tasarımda ön görülen seyir sürâtlarının elde edilememesi sonucunun yaşandığını göstermektedir (Dinsmore, 2004).

3.2.6 Denizcilik

Bir araştırma gemisinin denizciliği bilim insanları için en önemli unsurlardan biridir. Geminin denizciliği denildiğinde, kast edilen yalnızca geminin stabilitesi değildir (Dinsmore, 2004). Örneğin, dalgalı havada yalpa yapan bir araştırma gemisinin çok çabuk bir şekilde doğrulması stabilitesi açısından iyi olmakla birlikte mürettebat ve içindeki bilim insanları için konforlu bir durum yaratmaz. Denizcilik, araştırma gemisinde görevli bilim insanlarının, hem güvertede hem de laboratuvarında güvenli, etkili ve sürekli bir şekilde işlemlerini yapabilmesi ve yürütülmesini sağlamak için önemlidir. Özellikle küçük araştırma gemilerinin kıyıdan bağımsız kendini idame

süresi büyük gemilere oranla az olduğundan, bu gemilerde görev yapan bilim insanlarının dalgalı denizlerle karşılaşmasında verimsiz bir çalışma gerçekleştirmesi araştırma gemisinden beklenen görevin ifa edilememesi sonucunu yaratır.

Küçük bir araştırma gemisinin (25-30 m boyunda), 4 deniz durumundaki dalgalı bir denizde bilimsel çalışmasını sürdürebilmesi, bilim insanları ve kullanıcılar tarafından arzu edilen bir durumdur (Dinsmore, 2004). Bu kapsamda, yeni bir araştırma gemisi düşünülürken, geminin denizcilik faktörü, düşünülmesi gereken en önemli tasarım kriterlerindendir. Geminin, dalgadan kaynaklı hareketleri, yalpa omurgaları, hareketli kanatçıklar, hareketli balast tankları vb. önlemlerle azaltılabilmektedir.

Araştırma gemisinin bir çalışma mevkinde denizciliği, bu istasyonda sabit kalabilme yeteneği veya bir doğrultu boyunca geminin sapmadan görevini tamamlanmasına izin vermesi olarak tanımlanabilir. Araştırma gemisi olarak SWATH tür bir geminin, 4 deniz durumunda (1,25-2,5 dalga yüksekliğinde) aşağıda belirtilen kriterleri karşılaması beklenir (UNOLS, 2003):

- 9 knot seyir süratında araştırmaları sürdürebilmesi,
- 25 knot rüzgârda, 2 knot yandan dip akıntısında ± 5 metre navigasyon hassasiyetine sahip olması,
- Dinamik konumlama için gerekli zamanın % 80'ini gerçekleştirebilmesi,
- CTD¹⁵ işlemleri zamanın % 90'nını gerçekleştirmesi,
- Bağlama tesislerinin zamanın % 75'ini gerçekleştirmesi,
- Karot işlemleri zamanın % 50 ila % 75'i gerçekleştirmesi,
- ROV¹⁶ işlemleri zamanın % 50'sini gerçekleştirmesi,
- Dikey ivmelenmesi, 0,15 g (rms¹⁷) altında olması,
- Güverte seviyesinde maksimum yanal ivmelenmenin 0,05 g altına olması,
- Yalpa açısının 3 dereceden daha düşük olması,
- Maksimum eğimi 2 dereceden daha düşük olması.

¹⁵ Conductivity, Temperature, Depth

¹⁶ Remotely Operated Underwater Vehicle

¹⁷ Root-Mean-Square Acceleration

3.2.7 İstasyonda Mevki Tutabilme

Bir araştırma gemisi için istasyonda mevki tutabilme denildiğinde dinamik konumlama özelliği ile örneğin deniz durumu 4 olan, 25 knot rüzgârlı ve dip akıntısı 1 knot olan bir denizde istenilen bilimsel çalışmanın yapılabilmesi anlaşılmaktadır (Dinsmore, 2004).

Araştırma gemisinin bilimsel çalışma yapılacak bir istasyonda mevki tutabilmesi veya bir hat boyunca düz bir rotada ilerleyebilmesi, geminin denizciliğinin yanında, gemi kontrol ünitelerine ilave donanımlar eklenerek yapılabilir. Donanımlar olarak iticiler ve kontrol sistemleri kast edilmektedir. Küçük gemilerde manevralar, gemiyi yönlendiren serdümen tarafından, pervaneler ve varsa “Bow Thrustler” denilen baş iticilerle gerçekleştirilmektedir. Bu manevraların etkinliği, serdümenin becerine, geminin çift pervaneye sahip olmasına ve baş iticilerin etkinliğine bağlıdır (Dinsmore, 2004). Bahse konu donanımlar, GPS¹⁸ sistemine bağlı olarak otomatik olarak da yapılabilmektedir.

Araştırma gemisinin bir çalışma istasyonuna bağlanması ve istasyona bağlanabilmesi basit bir baş itici ile gerçekleştirilebilirken, istasyonda sürekli olarak mevki tutabilmek için “Azimuth Thruster” denilen farklı sistemlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Araştırma gemilerinden elde edilen tecrübeler, özellikle küçük araştırma gemilerinde, baş iticilerin sessizlik istenen alanlara yakın bulunduğu gürültü oluşturduğu ve bu sebepten bilim insanları tarafından tercih edilmediğini ortaya koymuştur (Dinsmore, 2004).

Büyük araştırma gemilerinde yaygınlaşan dinamik konumlandırma donanımları, ticari anlamda ulaşılabilirliğin artmasıyla küçük araştırma gemileri tarafından da kullanılmaya başlanmıştır. Araştırma gemilerinden elde edilen tecrübeler, kış iticiler ya da Azimut pervanesi olmadan dinamik konumlandırmanın başarısız olduğunu ve özellikle küçük tekne gövdesine sahip gemilerin kontrol edilmelerinin zor olduğunu göstermiştir (Dinsmore, 2004).

¹⁸ Global Positioning System

3.2.8 Buza Karşı Güçlendirme

Bir araştırma gemisinin görev yapması planlanan coğrafi koşullara göre inşası önemlidir. Örneğin, inşası planlanan araştırma gemisinin, Baltık Denizi, Kuzey veya Güney Kutbu bölgelerinde görev yapması düşünüldüğünde, geminin Loyd kurallarına göre sınıflandırması yapılmalıdır. Düşük sıcaklık, bilimsel çalışmanın yapılacağı ortamlarda birçok zorluklar ortaya çıkarır. Bu durum ekipman ve cihazlarda arızalara sebep olabilir. Aynı şekilde mürettebat ve bilim insanları için de, insan sağlığını korumak ve güvertede iş güvenliği için gerekli ek şartlar göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2.9 Güverte Çalışma Alanı

Her türlü araştırma gemisinin tasarımında, bilimsel çalışma ortamının düzeni çok önemlidir. Bu kapsamda, iç alanlarından açık güverte alanlarına geçişler dikkatlice düşünülmelidir. Genel bir kural olarak, ana güverte alanının üçte biri bilimsel çalışmalara ayrılmalıdır (Dinsmore, 2004). Dalgalı denizlerde geminin kıç tarafında daha düşük dikey ivmelenmeler oluşması sebebiyle bilimsel çalışmalar için genellikle kıç güverte kullanılmaktadır. Kıç güverte bilimsel donanımların çekme işlemleri ile helikopter/drone indirme-kaldırma işlemleri için tercih edilmektedir (Dinsmore, 2004).

Bilimsel çalışma yapılan güvertenin, mümkün olduğunca düzenli olması, yatay kaporta/kapakların aynı hizada olmasına dikkat edilmelidir. Çalışma güvertesi yüzeyinin düz olması ya da su gideri için hafif eğimli olması tasarım aşamısında düşünülmelidir. Güverte yüzeyinde açıkta boru hatlarının olmamasına, enerji kablo hatları için özel kablo hatları bulunmasına iş ve personel güvenliği açısından özen gösterilmelidir (Dinsmore, 2004).

3.2.10 Kreynler

Araştırma gemisinin bilimsel araştırmalar için kullandığı en temel donanımlardan biri kreynlerdir. Kreynler geminin boyutlarına ve öngörülen kullanımlarına uygun olarak ağırlıkları ve kaldırma kapasitelerine göre seçilmelidirler. Kreynler, genel olarak araştırma gemileri için çalışma platformunun ön ucunda veya çalışma platformuna bakan ve platformun her yerine ulaşabilen bir yapıda olmalıdır (Dinsmore, 2004).

Kreynler, kullanıcıların tercihiye göre teleskopik ya da eklemli olarak seçilebilirler. Teleskopik kreynler diğer kreyn türlerine göre genellikle daha büyük bir kapasiteye sahiptirler. Ana kreyn'e ilave olarak küçük boyutta eklemli kreynler de çalışma güvertesi üzerinde tercih edilebilmektedirler.

3.2.11 Vinçler

Araştırma gemisinin bilimsel araştırmalar için kreynle birlikte kullandığı en temel donanımlardan biri de vinçlerdir. Vinçler, kreynlerden farklı olarak uzanan kolları olmayan tamburlarına halat sarılan sistemlerdir. Vinçlerin cinsi ve boyutları, üzerlerindeki tel ve kabloların miktar ve boyutlarıyla doğru orantılı olarak değişmektedir. Bilimsel araştırmalar için gereksinimler, kurulacak vinçlerin türünü, sayısını ve boyutunu belirlemede temel unsurlardır (Dinsmore, 2004).

Hidrolik vinçler denizden dikey yönde su örnekleri, deniz tabanından da kitle örnekleri almada ve CTD işlemi için sıklıkla kullanılmaktadırlar. Trol Vinçleri, tarama veya karotlama¹⁹ için kullanılan daha ağır vinçlerdir.

Vinçlerin yaygın olarak kullanılan iki türü çekiş vinçleri ve tamburlu vinçlerdir. Tamburlu bir vinç, tel ya da halatı aynı tamburun üzerine sarar. Çekiş vinçleri ise tel ya da halatı yüksek gerilim altında depolanmazlar. Buna karşın tambur vinçlerden boyut olarak daha büyük ve pahalıdır. Bu sebeple küçük araştırma gemilerinde

¹⁹ Deniz tabanından toprağı delerek numune alma işlemi

uygulamaları azdır (Dinsmore, 2004). Küçük araştırma gemileri söz konusu olduğunda uygun vinci seçerken, vinci boyutu, elektrik/hidrolik gücü, tel sarım düzeneğinin olup olmadığı, halat/kablo izleme imkânı gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Halat/Kablonun, hızını ve gerginliği ölçmek için gerekli ölçüm cihazları mevcuttur. Tüm vinçlerde kablonun ne kadar salındığının bilinmesi bir zorunluktur. Bunun dışındaki ölçüm değerleri arzu edilmekle birlikte özellikle küçük araştırma gemileri için bir zorunluluk değildir. Küçük gemilerde, vinçler, genellikle güverte üzerinden ya da vinci yanından kontrol edilir. Vinci laboratuardan kontrol edilmesi de araştırma gemisine ayrıca bir esneklik ve kolaylık sağlamaktadır (Dinsmore, 2004).

3.2.12 Yükleme/boşaltma Çerçeveleri

Araştırma gemilerinde, kreyn ve vinç dışında, bordalarından ve kıç tarafından her türlü ihtiyaç duyulan malzeme/ekipmanın alınması/indirilmesi için çeşitli konstrüktif yapılar da kullanılmaktadır. Bir araştırma gemisi için en yaygın konstrüktif yapı, genellikle geminin kıç tarafında yer alan A-Çerçeve'lerdir (A-Frame) (Dinsmore, 2004). Çerçevelerin/yapının boyutu ve kapasitesi kullanılan teller ve kablolarla aynı oranda olmalıdır.

3.2.13 Kablo/halat Çekme (Towing)

Bir araştırma gemisinde ağ ve kablo/halat çekme işlemleri bilimsel çalışma kapsamında rutin yapılan faaliyetlerdendir. Araştırma gemisinin tasarımı yapılırken açılan ve kapanan ağların çekimleri ile yandan taramalı sonar gibi cihazların da dikkate alınması gerekmektedir. Tasarım esnasında, ağ ve kablo/halat çekme işlemleri için güverte alanının düzenlenmesi, A çerçevelerin boyutları ve gemi sürâtinin düşünülmesi gerektirmektedir.

3.2.14 Laboratuvarlar

Araştırma gemileri, sahip oldukları bilimsel araştırma yapabilme kabiliyetleriyle, bir anlamda yüzen laboratuvarlardır (Yalçın ve Danışman, 2012). Bu kapsamda, araştırma gemilerini diğer gemilerden ayıran en önemli unsur sahip olduğu bilimsel laboratuvarlardır. Bir laboratuvar için planlama, aşağıdaki unsurları içermelidir (Dinsmore, 2004):

- Laboratuvarlar çalışma alanına/güverteye yakın olmalıdırlar. Laboratuvarların büyüklüğü, bilimsel çalışma yapan personel sayısı, öngörülen seyir süresi ve iş yoğunluğu dikkate alınarak araştırma gemisinin görevine uyumlu olmalıdır.
- İklimlendirme, havalandırma, aydınlatma, gürültü seviyeleri ve titreşim engelleme dâhil tüm ortamlar dikkatli bir şekilde planlanmalıdır.
- Hareketli tezgâhlar, dolaplar, evyeler ve cihazların, seyir halindeyken açılıp kapatılması durumu planlanmalıdır.
- Gemide kullanılan laboratuvar malzemeleri deniz ortamına dayanıklı olmalıdır.
- Elektrik prizleri, geminin ihtiyaçları bakımından yeterli sayıdan fazla yerleştirilmelidir.
- Laboratuvarların lavabolarının giderleri, geminin ana tankına doğrudan gitmemeli, ayrı bir nötrleştirme tankına bağlanmalıdır.

3.2.15 Bilimsel Araştırma İmkânları

Araştırma gemisinin tasarımı sırasında, bilimsel görev gereksinimleri tespit edilirken potansiyel kullanıcıların önerileri dikkate alınmalıdır. Araştırma gemisi bünyesinde bilimsel çalışmalar için birçok kısım bulunur. Bunlara örnek olarak; eğitim için bilimsel atölye, numune saklama/işleme bölgesi, dalgıç destek ünitesi, deniz canlıları için akvaryum, insansız uzaktan kumandalı deniz araçları (ROV ve AUV²⁰) desteği, insansız helikopter (drone), deniz canlıları için kuluçka imkânı, fotoğraf işleme laboratuvarı, meteoroloji istasyonu örnek olarak verilebilir (Dinsmore, 2004).

²⁰ Autonomous Underwater Vehicle

3.2.16 Konteynerler

Bir araştırma gemisi için konteynerler, portatif olan özel bir bilimsel laboratuvar olarak düşünülebilir. Konteynerler özellikle büyük araştırma gemilerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ancak küçük araştırma gemileri için de eğer ağırlık marjini müsaade ediyorsa ve gerekli alan varsa uygulanabilirler. Araştırma gemisi için konteynerlerin kullanımı zorunlu ise, tasarım aşamasında açıkça bir bilimsel görev gereksinimi olarak belirtilmelidir. Standart konteynerler, gemi kullanımı için yaklaşık olarak 5,9 x 2,3 metre boyutundadır. Genel bir kural olarak, konteynerler ana güvertede taşınmamalıdır (Dinsmore, 2004).

3.2.17 Vasıtalar

Araştırma gemisinin ihtiyacına göre bilimsel amaç için deniz vasıtları kullanılabilir. Vasıta, bilimsel görev gereksinimi ise, tasarım aşamasında tanımlanmalıdır. Dalgıç destek üniteleri, yakıt depolama ve haberleşme cihazları da bu vasıtaların üzerinde istenebileceği düşünülmelidir (Dinsmore, 2004). Bunun yanısıra vasıtanın araştırma gemisi içersindeki yeri ve alma/indirme durumları en önemli unsur olarak göz önüne alınmalıdır. SWATH tür araştırma gemisinin yüksek draftı nedeni sebebiyle kıyısal alanlarda ve sığ sularda güvenle çalışamayacağı gerçeğinden hareketle, sığ sularda yürütülecek araştırmalar için de tabanı sert şişme (RIB²¹) türü özel bir bot gerekebilir (Dinsmore, 2004). Yerden kazanım açısından RIB botlara alternatif olarak tabanı düz şişirilen botlar da özellikle küçük araştırma gemiler için daha uygun olabilir.

3.2.18 Bilimsel Yükler

Araştırma gemilerinin bilimsel ekipmanlarının yerleştirilmesi ve depolanması özellikle küçük araştırma gemilerinin yer darlığı sebebiyle önemli problemlerin başında gelmektedir. Depolama alanının büyüklüğü, araştırma gemisinin büyüklüğüne ve ortalama seyir süresine bağlıdır. Genel bir kural olarak, ihtiyaç duyulan depolama alanı laboratuvar alanının yüzde 10 oranına eşittir (Dinsmore, 2004).

²¹ Rigid Inflatable Boat

3.2.19 Akustik Sistemler

Bilimsel çalışmalarda kullanılan sonar sistemi, araştırma gemisinin bilimsel görev gereksinimlerinin önemli bir bölümüdür. Küçük araştırma gemilerinde genellikle “echo sounder” denilen, ultrasonik ses dalgaları yardımıyla deniz dibi derinliğini ölçen ve dikey olarak deniz ortamındaki cisimlerin yüzeye olan mesafesini tespit eden cihazlar bulunmaktadır (Dinsmore, 2004). Ayrıca, akustik sistemler arasında, hassas derinlik kaydedici, tortu/su arayüzünün altında bulunan çeşitli deniz sediment katmanlarını ölçen “SubBottom Profil”, akustik Doppler akım profili alıcısı (ADCP²²), su kolonu içindeki parçacıklardan geri dağılmış ses dalgalarının Doppler etkisini kullanarak derinlik aralığında su akım hızlarını ölçmek için kullanılan, sonar ve akustik parakete benzeri bir hidro-akustik akım ölçüm cihazıdır. “Sığ Su Çoklu Işın Sistemi”²³, “Yandan Taramalı Sonar”²⁴ ve “Renkli Balık Bulucu”²⁵ diğer akustik ölçüm cihazlarıdır (Dinsmore, 2004).

Akustik sistemler, gemi kaynaklı gürültüden ve gövde boyunca ortaya çıkan hava kabarcığından etkilenmektedirler. Bu nedenle, makine türleri ve montajları, transdüserlerin yerleştirilmesi ve baş şekli önemli bir faktördür. Tüm bu hususların tasarımcıya bildirilmesi önem arz etmektedir. Tasarım yapılırken, ileride geliştirilebilecek yeni ve özel bir proje olduğunda, ilave bir transdücer yerleştirmeye ve bu transdücerin tekne gövdesine açılan bir kısmının olmasına dikkat etmek gerekmektedir (Dinsmore, 2004).

3.2.20 Navigasyon / Konumlandırma

Araştırma gemilerinde, bilimsel çalışmaların yapılacağı mevkinin, çeşitli veri sistemlerine bir girdi olarak doğru navigasyon değerlerinin sağlanması önem arz etmektedir. Özellikle yönlendirilebilir iticilerin kullanıldığı gemilerde, navigasyon verisi ve hassasiyeti önemlidir.

²² Acoustic Doppler Current Profiler

²³ Shallow Water MultiBeam System

²⁴ Side Scan Sonar

²⁵ Color Fish Finders

3.2.21 Dâhili İletişim

Araştırma gemisinin büyüklüğüyle orantılı yeterli bir iç iletişim sistemi sağlanmalıdır. Tüm bilim alanlarında ve çalışma alanlarında yüksek kaliteli sesli iletişim sağlaması, bilimsel alanlarda veri iletimi, izleme ve kayıt sistemi sunması, cihaz/ekipmanların denizde ve dış çalışma alanlarında kapalı devre sistemlerle izlenebilmesi önemlidir.

3.2.22 Dış İletişim

Sahilde bulunan istasyonlarla ve diğer gemilerle iletişim için uygun bir sistem tesisi gereklidir. Geminin büyüklüğüne ve çalışma alanlarına bağlı olarak, UHF, VHF ve uydu iletişiminin yanı sıra cep telefonları ile iletişim gerçekleştirilebilir. Araştırma gemilerinde bu amaçla kullanılan standart “Global Maritime Distress and Safety System” (GMDSS) kullanılmaktadır (Dinsmore, 2004).

3.2.23 Gemi Kontrolü

Bir araştırma gemisinde, geminin idaresini yürüten mürettebat için başlıca gereksinim, hem köprüüstünden hem de çeşitli istasyonlardan (vinç, ROV vb.), operasyonlar sırasında güverte çalışma alanlarının ve deniz yüzeyinin maksimum görünürlüğünün sağlanmasıdır (Dinsmore, 2004). Bu bakımdan, vinç/kreyn kontrol istasyonlarının işlevleri ve buradaki iletişim, gemideki ve bilimsel araştırmalardaki operasyonlara kolaylık sağlaması için tasarlanmalıdır.

3.3 Konsept tasarım

Dinsmore (2004), yeni gemi inşa tasarım sürecinde bilimsel görev gereksinimlerine katkıda bulunan katılımcıların çoğunun, geminin denizciliğinin özellikle geminin bilimsel araştırmalar yapılan istasyondaki ve çalışma ortamındaki denizciliğinin iyi olmasının en önemli öncelik olduğunu belirtmektedir. Burada kastedilen diğer bilimsel görev gereksinimlerinin düşük öneme sahip olması değildir. Örneğin, sürât unsuru

olarak araştırma gemisinin istenen tam yol sürâti gösterememesi halinde, bu faktörün bilimsel çalışma için yüksek öncelik derecesine sahip olacağı aşıkârdır (Dinsmore, 2004).

Konsept tasarım aşaması, istenen bilimsel gereksinimlerin gerçek tasarım sürecine dönüştürülmesindeki ilk adımdır (Dinsmore, 2004). Araştırma gemisinin tasarımında, göreve yönelik ihtiyaç olan gereksinimlere önem verilmesi son derece hayatidir. Laboratuvar düzenlemeleri, güverte üzerinde malzemelerin kaldırma/indirme işlemleri, depolama gibi genel düzenlemeleri geliştirmek için tasarımın bir ekip şeklinde kullanıcıların katkılarıyla yapılması gerekmektedir. Konsept tasarımdan sonra, kullanıcılar olarak bilim insanları ve mürettebat, tarif ettikleri geminin gerçekte amaçlanan olup olmadığını değerlendirebileceklerdir.

Konsept tasarımın kapsamı dâhilinde; tasarımın teknik olarak açıklaması, gemi teknik özelliklerinin özeti, genel yerleşim planları, iç ve dış güverte planları, bilimsel cihaz/ekipmanların yerleşimi, makine ve sistemlerinin yerleşimleri, işletme planları ve tahmini inşa maliyetleri bulunmaktadır (Dinsmore, 2004). Tasarım sürecinin bir sonraki aşamasında, gelen geri bildirimlerle ortaya çıkacak nihai tasarım, ilk tasarıma benzemeyebilir. Ancak bu durumda dahi, ilk tasarım kendisinden beklenen görevi yapmış sayılır (Dinsmore, 2004).

Araştırma gemisi yeteneklerini inceleme ve geliştirme çabalarının bir parçası olarak, UNOLS, SWATH tür gemiler için bir dizi bilim görev gereksinimleri geliştirmiştir (UNOLS, 2003). Burada bahsedilen hususlar, zorunlu olmayıp belirli görev hedeflerine ulaşmak ve SWATH tür gemi konseptlerini geliştirmek için kılavuz niteliğinde verildiği belirtilmektedir.

3.3.1 Personel Konforu

Araştırma gemilerinin mürettebata ve bilim insanlarına konfor sağlaması, bilimsel araştırmalar için önemli bir konudur. Konfor söz konusu olduğunda, büyük gemiler, benzer operasyonel yeteneklere sahip ancak boyut olarak küçük gemilerden daha

konforludurlar. Son yıllarda, katamaran ve SWATH tür gemilerin sağladığı konfor hakkında kamu oyunda genel bir ilgi bulunmaktadır (Dinsmore, 2004).

Bir geminin başlangıç stabilitesi, bordadan alınan bir rüzgârın etkisi altında ya da ağır bir yükün güverte üzerinde hareket etmesi sonucunda geminin sakin su yüzeyi ile yapacağı açının (meyilin) bir ölçüsüdür. Geminin stabilitesi arttıkça, gemi yalpa durumundan daha hızlı doğrulur. Ancak stabilitenin aşırı olması konforu olumsuz etkilemektedir. Örneğin düşük stabiliteye sahip bir gemi yavaş doğrulma sebebiyle çok konforlu gözüke de, dalgalı havalarda güverteye gelebilecek sularla alabora olma riski taşıyabilir.

Tasarımda, mümkün olan en yavaş yalpa hızına ulaşmak için gerekli başlangıç stabilitesini belirlenmeye çalışılır. Dalgalardan etkilenmeyi aza indiren derin su çekimi ve genişliğinde optimize edilmesi, ağır deniz koşullarında personele konfor sağlamaktadır. Su hattı alanı, dalgalarda geminin hareketini belirleyen en önemli parametredir. Dalgalar gövdenin altında geçerken, gemi gövdesinin kaldırma kuvveti aynı kalmaktadır. Su hattı alanında hacim değişikliği, deniz yüzeyi yukarı ve aşağı hareket ederken, su hattı alanını arttırıcı kuvvetler oluşturur, bu durum geminin hareketini arttırmaktadır. SWATH tür bir gemide su hattı alanının azaltılması en önemli kriterdir (Yalge, 2004). Monohull tür bir gemide, su hattı alanı, geminin ağırlıkları ve su çekimiyle orantılıdır. Gemide dalgadan dolayı bir kez yükselip alçalma meydana geldiğinde su hattı alanı değiştiğinden gemi, ataleti nedeniyle hareket etmeye devam eder ve su hattı alanı bu hareketi sönmülemeye çalışır. (Yalge, 2004).

Su hattı alanının fazla olduğu gövde formunun dezavantajı, gemiyi dalgalara karşı daha hassas hale getirmesidir. Özellikle dalgaların kısa ve öngörülemez hareketler olarak hissedileceği karışık ve düzensiz deniz durumlarında bu durum daha belirgin bir hale gelmektedir (Yalge, 2004).

Yapılan araştırmalarda, gemi hareketlerinin insan performansı üzerindeki etkilerinin beş faktör açısından tanımlanabileceğini tespit edilmiştir (Pattison ve Sheridan, 2004):

- Hareketten Kaynaklı Rahatsızlıklar (MII²⁶)
- Hareketten Kaynaklı Yorgunluklar (MIF²⁷)
- Bilişsel performans
- Hareketten Kaynaklı Hastalık Oranı (MSI²⁸)
- Alışkanlık

Gemi üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar esnasında, geminin dalgalardan dolayı sallanması, “Hareketten Kaynaklı Rahatsızlıklar”a (MII) yol açarak, mütetebat ve bilim insanların yeydana gelen yorgunluk (MIF) sonucunda görevlerindeki performanslarını önemli ölçüde düşürebilir. Geminin hareketi, bilişsel performans olarak, personel arasında önemli ölçüde değişen şekillerde çeşitli zihinsel ve psikomotor becerilerini etkilemektedir. Hareketten Kaynaklı Hastalık Oranı (MSI), her insanın performansına göre değişik şekillerde ve oranlarda olabilmektedir. İnsanlar hareket ortamına uyum sağlayarak alışabilirler, bu duruma alışkanlık denilmektedir (Pattison&Sheridan, 2004). Gemi Tasarımı Sürecinde, geminin denizciliği için şekil 3.2’de ve Tablo 3.1’da gösterilen kılavuz niteliğinde kriterler oluşturulmuştur (Pattison&Sheridan, 2004).

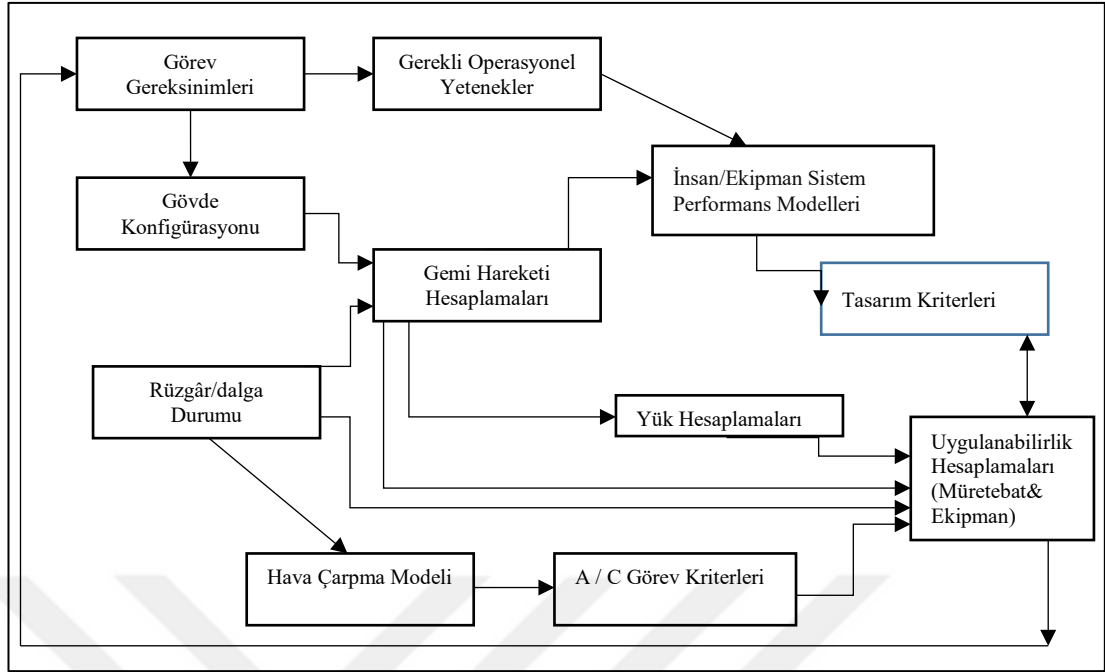
Tablo 3.1 Donanma gemileri için tasarım limitleri (Pattison&Sheridan, 2004)

Dinamik Hareket	Limitler
Yalpa	10 derece
Baş/kıç	3 derece
Dikey İvmelenme	0,4 g
Yanal İvmelenme	0,2 g
Dalga arpması (Dövünme)	20/saat
Güverte Islaklığı	30/saat

²⁶ Motion Induced Interruption

²⁷ Motion Induced Fatigue

²⁸ Motion Sickness Incidence



Şekil 3.2 Gemi tasarımı sürecinde denizcilik (Pattison ve Sheridan, 2004)

3.3.2 Monohull Tür Araştırma Gemileri

Araştırma gemileri olarak kullanılan monohull tür gemiler, birçok uygulamada diğer gövde şekillerine göre önemli avantajlara sahiptir. Bunlar; düşük satın alma maliyeti, kapalı hacminin verimli kullanımı, tahrik sistemi seçiminde ve montajında esneklik, manevra kabiliyeti, bakım/onarım maliyetlerindeki düşüklük sayılabilir SWATH, katamaran ve diğer çoklu gövde formlarına ilişkin araştırmalar ve uygulamalar giderek daha yaygınlaşmasına rağmen, monohull tür gövde tasarımı, çok yönlülüğü ve ekonomikliği ile özellikle küçük araştırma gemileri arasında önemli bir yer tutmaktadır (Wolff, 2004).

Bir araştırma gemisinin inşa edilmesi için öncelikle bu gemiye sahip olacak kurum veya kuruluşlarca fizibilite yapılması gerekmektedir. Fizibilitenin amacı bu gemiyi edinmek isteyen kurum veya kuruluşların, bütçelerini ve işletme maliyetlerini destekleyip desteklemediğini belirlemektir. Monohull tür gemiler, gövde yüzey alanı ile hacim arasındaki ilişkiden dolayı, birim hacim başına diğer gövde konfigürasyonlarından daha düşük bir maliyete sahiptir (Wolff, 2004). Monohull tür gemilerde inşa için harcanan malzeme miktarı ve gövdeyi monte etmek için gereken

emek miktarı azaldığından maliyetler düşük kalabilmektedir. Buna mukabil SWATH ve katamaran tür gemilerde, tahrik ve balast sistemleri için fazladan yer ihtiyacı olması ve bu sistemlerin karmaşıklığı maliyeti arttıran önemli hususlardır (Wolff, 2004).

Monohull tür gemilerde kapalı hacim, tek bir gövdede olduğu için, makine ve sistemlerinin düzeninde, güverte altında yer alan personel konaklama alanlarında, tasarım açısından geniş bir esneklik sağlanmaktadır. Monohull tür gemilerin istasyonda mevki tutabilmesi için de dinamik konumlandırma sistemleri montajı yapılabilmektedir. Baş ve kış iticiler (thrusters) vasıtasıyla 360 derece yön kontrolü yapılabilmektedir.

Monohull tür bir gemi, SWATH tür gemiye göre dar eni ve büyük su hattı alanı sayesinde birçok avantaja sahiptir. Küçük araştırma gemilerinin görev yaptığı ve bölgesel olarak bulunduğu pek çok coğrafi alanda, limanlar ve onarım/tersane tesisleri imkanları sınırlıdır. Bu sebepten, dar olan enleri, daha küçük marinalara, limanlara, kızaklara ve taş havuzlara girmesinin imkan sağlamaktadır. Monohull tür geminin büyük su hattı alanı, su çekiminin (draft) ağırlık artışından daha az etkilenmesini sağlamakta böylelikle diğer tür gemilerden daha az ağırlık değişim hassasiyetine sahip olmaktadır (Wolff, 2004). Monohull tür bir gemi, SWATH ve katamaran tür bir gemiyle, çalışma ve laboratuvar alanı kapsamında kıyaslandığında, genellikle yüzde 30 oranına kadar belirgin bir avantaja sahiptir (Wolff, 2004).

Monohull tür bir geminin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Ağırlık artışının göz önüne alındığı bir tasarımda büyük su hattı alanı avantaj sağlarken, denizcilik söz konusu olduğunda bu durum olumsuz bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Basit olarak, su hattı alanıyla orantılı olarak, geminin hareketinin dalgalardan etkileneceğini genelleştirebilir (Wolff, 2004). Böyle bir durumda, geminin dalgalardan kaynaklı hareketlerini azaltma yöntemlerine başvurulabilir, bu kapsamda hem aktif hem de pasif sistemler mevcuttur. Aktif sistemler, gemi hareketlerini ölçen ve yanıt veren sensörler tarafından kontrol edilen kanatçıklar ve dümenleri içerirler. Aktif sistemler özellikle gemi seyir halindeyken etkilidirler. Ancak gemi süratları azaldıkça, etkinlikleri büyük ölçüde azalmaktadır

(Wolff, 2004). Geminin dalgalardan kaynaklı hareketlerini azaltma yöntemlerinden aktif balans sistemleri ise karmaşıklığı ve maliyetinin yüksekliği nedeniyle küçük araştırma gemilerinde kullanılmamaktadırlar (Wolff, 2004).

Geminin dalgalardan kaynaklı hareketlerini azaltma yöntemlerinden pasif sistemler, yalpa önleyici tank, yalpa omurgaları, hareketli salma, derin bir merkez hattı omurgası sayılabilir. Yalpa omurgaları basitliği, düşük maliyeti ve tüm gemi sürâtlarında etkinliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Düzgün tasarlanmış yalpa omurgaları minimum direnç oluşturmakta ve yalpa genliğini azalırken yalpa süresi artmaktadır. Bunun tersine bir durumda ise yalpa omurgaları, yalpa genliğinde az bir iyileşme sağlarken geminin sürâtı azalmaktadır. Yalpa omurgalarının etkisini azaltmak pahasına, bazı tersanelerin yer darlığından gemiyi yandan kızaktan indirme işleminde geminin alabora olmasını önlemek için kesikli yalpa omurgaları yapılabilmektedir (Wolff, 2004).

3.3.3 Katamaran Tür Araştırma Gemileri

Katamaran tür gemilerin ticari olarak önemli gelişimi son yarım yüzyıla dayanmaktadır (Leer, 2004). Özellikle Norveç, Fransa ve Avustralya'da ticari katamaran inşasının yoğun olduğu ve bu konuda Det Norske Veritas (DNV) birliğinin sağladığı teknik desteğin önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Leer, 2004). Katamaran tür gemiler, monohull tür gemilerle kıyaslandığında yük taşıma kapasiteleri çok düşüktür. Bu sebepten dolayı, katamaran tür gemiler genellikle, günlük olarak yakıt ikmalinin yeterli olduğu seyir güzergahlarında, yüksek sürâtlı yolcu feribotları olarak kullanılmaktadır (Leer, 2004).

Katamaran tür gemilerinin menşeinin, Polinezya dönemi yelkenli gemilerden gelmediği, Batı'da yeni bir tür gemi olarak anılsa da, tarihsel süreçte Polinezya ve Okyanusya olarak bilinen bölgelerde geleneksel olarak kullanıldığı Leer (2004) tarafından belirtilmektedir.

Batı'da katamaran tür gemiler ilk olarak 1662'de Sir William Petty tarafından inşa edilmiştir (Leer, 2004). 1812 yılında Fulton isimli mühendis tarafından Jersey isimli buharlı bir vapur, gövdeler arasında çark tahrikli bir katamaran olarak inşa edilmiştir. Buharlı katamaran tür gemiler, Amerika, Avrupa ve Avustralya'da pervane bulunana kadar kullanılmışlardır.

Katamaran tür gemilerin ABD'de daha fazla kabul görmesini sağlayan olay, Dennis Conners isimli yatçının, Amerika Kupası'nda, kendisinden iki kat büyük monohull bir gemiye karşı yarış kazanması olmuştur.

Katamaran tür gemiler yüksek sürâtlı yolcu feribotları sayesinde ticari pazarda yaygın hale gelmişlerdir. Katamaran tür gemilerin, sığ su çekimi, geniş güverte alanları, yüksek itme verimi, denizcilik ve manevra kabiliyetinin yüksekliği gibi avantajlı özellikleri, ince bir yapıda ve geniş olarak birbirinde ayrılmış ikiz gövdelerinden kaynaklanmaktadır. Katamaran tür gemilerin, konfor sağlayan mükemmel denizcilik özelliklerinden dolayı, yük taşımacılığı uygulamalarından ziyade yüksek sürâtlı yolcu feribotları olarak kullanımını sağlamıştır. Yolcu feribotlarının çoğu, yakıtlarını günlük olarak aldıklarından dolayı yakıt tankları yük olarak daha az yer kaplamakta yarı kayıcı ve ince bir gövde formuna sahip olmalarıyla seyir sürâtları de nispeten daha yüksek olmaktadır.

Katamaran tür gemilerin, araştırma gemileri olarak tasarlanması durumunda, geminin seyir sığasını arttırmak için daha fazla yakıt deposu hacmi gerekeceğinden yük artışı, taşıma kabiliyeti az olan katamaran tür geminin, denizcilik özelliklerini kötüleşmesine neden olacağı öngörülebilir.

Katamaran tür gemi gövdelerinin tasarımında, gövdeler arasındaki dalgalar dikkate alınırken, seyirde baş kısmın yarattığı dalgalar da düşünülmelidir. Bu nedenlerle gövdeler arasındaki boşluğun dalgaların geçişi için yeterli genişlikte olması önemlidir. Bu kapsamda, yumru baş yapılar da dalgaları bastırmak ve baş/kıç hareketini azaltmak için kullanılmışlardır (Leer, 2004).

3.3.4 SWATH Tür Araştırma Gemileri

SWATH tür gemi teknolojisi, gemi inşa sanayinde monohull tür gemilere göre yeni bir gelişmedir. Her ne kadar bu konudaki tasarımlar 19 yy.da ortaya çıkmış olsa da, bugüne kadar inşa edilen gemi sayı monohull tür gemilere göre çok azdır. SWATH tür gemilerin belirgin özelliği su altında kalan gövdeleri sayesinde denizin yüzey dalgası hareketlerinden en az etkilenmesidir. Bahse konu avantajları sebebiyle SWATH tür gemiler, birçok kurum ve kuruluşu tarafından denizdeki bilimsel araştırmalar için uygun platformlar olarak kullanılmaktadırlar (Dinsmore, 2004).

3.3.4.1 SWATH Tür Gemi Tasarımı

SWATH tür gemilerde çok çeşitli gövde formları ve dikme konfigürasyonları olabilmektedir. Monohull tür gemi gövdesinin aksine, SWATH tür gemilerde su hattı alanı eğrisindeki değişiklikler az olduğundan tüm tasarımı etkilememekte, dikmeler ve alt gövdeler bir dereceye kadar birbirlerinden bağımsız olarak tasarlanabilmektedirler. Denizcilik özellikleri iyi bir gövde formu seçildiğinde, tasarımcı diğer bilimsel görev gereksinimlerine yoğunlaşabilmektedir (Dinsmore, 2004).

SWATH tür gemilerde genellikle birbirine paralel olarak tek dikme veya çift dikme kullanılmaktadır. Araştırma gemisinin, bilimsel araştırmalar için çalışma istasyonunda mevki almasında, çift dikmeli tasarımların daha üstün olduğu tespit edilmiştir (Dinsmore, 2004). Bununla birlikte çalışma istasyonu dışındaki bilimsel çalışmalar için tek dikmeli tasarımlar daha yaygındır. Yapısal olarak tek dikmeli modeller basit olmakla birlikte su altında daha geniş bir çalışma alanı için çift dikmeli modeller daha avantaj yaratmaktadır (Dinsmore, 2004). Model testleri ve analizleri, optimize edilmiş tek ve çift dikmede direnç değerlerinin yaklaşık olarak aynı olduğunu göstermektedir (Bondarenko, O.V., Boiko. A.P., Seropyan, I.R., 2013). Ancak çift dikmeli yapının gemi inşa aşamasında gövde şekillendirme işlemi daha uzun zaman gerektirmektedir. Çift dikmeli gemiler, tek dikmelilere göre daha kısa dönüş yarıçapına sahiptir. Özet olarak, tek veya çift dikmelerin seçilmesi görev gereksinimlerine bağlıdır. Tek ve çift

dikmeler birbirleriyle kıyaslandığında Tablo 3.2'deki özellikleri öne çıkmaktadır (Dinsmore, 2004).

Tablo 3.2 SWATH tür gemilerde dikme özellikleri (Dinsmore, 2004)

Değişken	Tekli Dikme	Çift Dikme
Direnç	Basit	Karmaşık
Genişlik	Küçük	Büyük
Boy	Uzun	Kısa
Su Hattı alanı	Büyük	Küçük
Güverte Yükleme	İyi	Kötü
Trim Yükleme	Kötü	İyi
Yandan Yükleme	İyi	Kötü
Boy/Genişlik Oran	2,1-2,6	1,8-2,1
Dururken Hareketleri	Kötü	İyi
Dinamik Konumlanma	Kötü	İyi

Küçük SWATH tür gemilerde (40 metrenin altında), gövdelerde aktif kanatçıkların kullanılması yaygındır. Bu kanatçıklar, geminin yüksek seyir sürâtinde baş/kıç hareketlerinde ve yalpalamasında iyileştirme sağlamaktadırlar. SWATH tür araştırma gemilerinde, üst yapının kutu şeklinde olması, geniş bir çalışma ve laboratuvar alanı sağlar. Bu kapsamda, monohull bir gövde yapısına göre iki kat daha geniş bir alan yaratmaktadır (Dinsmore, 2004).

Bir araştırma gemisinin, SWATH tür gemi olarak seçilmesi durumunda, dalgalı denizdeki avantajlarından faydalanabilmesi için boyunun, yaklaşık 20 metreden başlaması gerekmektedir (Dinsmore, 2004). Bundan daha küçük gövde boyutlarında geminin denizcilik kabiliyetlerinde azalma görülmektedir. Gemi boyunun küçülmesi aynı zamanda geminin su çekimi (draft) sebebiyle ağırlık hassasiyetini daha belirgin yapacak ve bu durumda da düzenlenemez hale gelecektir. Gemi boyunun küçülmesi, ayrıca geminin tahrik sistemleri için ayrılan yerlerin de azalması anlamına geleceğinden kullanışlı olarak değerlendirilmemektedirler (Dinsmore, 2004).

3.3.4.2 Yük Taşıma Kapasitesi

Araştırma gemileri bilimsel görev gereksinimlerini yerine getirirken, gemide sabit olarak bulunan cihaz/eçhizenin dışında, bilimsel çalışmanın özelliğine göre ilave malzemelere de ihtiyaç duyarlar. Gerek teknolojinin değışmesi, gerekse çok disiplinli bir gemi oluşturmadaki bilinmezlikler, gemilerde yk artışını da beraberinde getirmektedir. Bu kapsamda, monohull tür bir gemide, rezerv stabilitenin olması nedeniyle daha az problemlerle karşılaşılrken, SWATH tür bir gemide sabit yüzdürme alanı sebebiyle yk artışına müsaade edilememektedir.

3.3.4.3 Geminin Boyutları

Orta lçekli ve çok amaçlı bir araştırma gemisi için, düşünülen tasarım boyutlarında boy ve su çekimi en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Araştırma gemileri boylarına göre sınıflandırılmaktadır. Orta lçekli bir araştırma gemisi de okyanus sınıf bir araştırma gemisi olarak düşülmüştür. Bu kapsamda boy olarak yaklaşık 60 metrelik boy kıstas olarak alınmıştır. 60 metre uzunluğa sahip bir araştırma gemisinin su çekimi (draft) değeri ne olacağı konusunda, hali hazırda çeşitli ülkeler tarafından kullanılan monohull (Tablo 3.3) ve SWATH tür (Tablo 3.4) gemiler örnek alınarak çıkarım yapılmaya çalışılmıştır.

Tablo 3.3 Monohull tür araştırma gemilerinin draft-boy oranları (Medaković, Dario ve Blagojević, 2013)

Monohull Türü Araştırma Gemileri	<i>Boy</i> <i>L_{OA}</i> (m)	<i>Draft</i> <i>T</i> (m)
R/V Colonel Templar	56,55	5,60
R/V Biarni Saemundsson	56,00	4,60
R/V Wega	52,05	3,45
R/V A962 Belgica	50,90	4,60
R/V Rift	53,71	4,53
R/V Mta Sismik 1	55,75	3,96
R/V Le Suroit	56,34	4,10

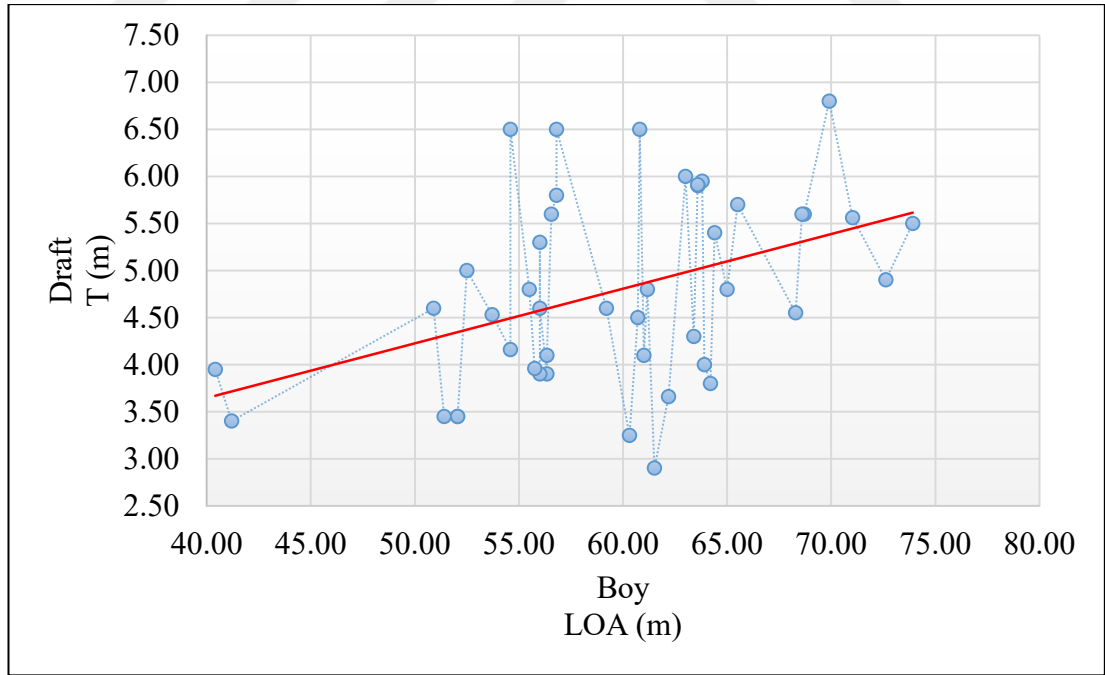
Tablo 3.3 devamı

R/V Kristine Bonnevie	56,80	6,50
R/V Kbv 181	56,00	5,30
R/V Horizont II	56,34	3,90
R/V Heincke	54,59	6,50
R/V Gunnar Thorson	56,00	3,90
R/V Dr. Fridtjof Nansen	56,80	5,80
R/V Deneb	52,05	3,45
R/V Atair	51,40	3,45
R/V Aegaeo	61,50	2,90
R/V Argos	61,17	4,80
R/V Arni Fridriksson	69,90	6,80
R/V Celtic Explorer	65,50	5,70
R/V Helmer Hansen	63,80	5,95
R/V Johan Hjort	64,40	5,40
R/V Komet	64,20	3,80
R/V Lance	60,80	6,50
R/V L Astrolabe	65,00	4,80
R/V Navigator XXI	60,30	3,25
R/V Nrp D.Carlos I	68,70	5,60
R/V Ogs Explora	72,63	4,90
R/V Posedion	60,70	4,50
R/V Roebuck	63,90	4,00
R/V Zirfaea	63,00	6,00
R/V Tubitak Marmara	41,20	3,40
R/V Çubuklu	40,41	3,95
R/V Çeşme	87,00	4,60
R/V Akademik	55,50	4,80
R/V Alkor	54,59	4,16
R/V Aranda	59,20	4,60
R/V Alaska	71,03	5,56

Tablo 3.3 devamı

R/V Bell M Shimada	63,58	5,91
R/V Independence	61,00	4,10
R/V Thomas Jefferson	63,40	4,30
R/V State Of Michigan	68,28	4,55
R/V Seaward Johnson	62,18	3,66
R/V Oskar Dyson	63,60	5,90
R/V Scotia	68,60	5,60
R/V Corystes	52,50	5,00
R/V Endeavour	73,91	5,50
R/V James Cook	89,50	5,70
R/V Discovery	99,70	6,50

Tablo 3.3’de yer alan gemilerin boyutları analiz edildiğinde, monohull tür 60 metrelik bir gemi için draft değeri 4,75 metredir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Monohull tür araştırma gemileri draft-boy oranları

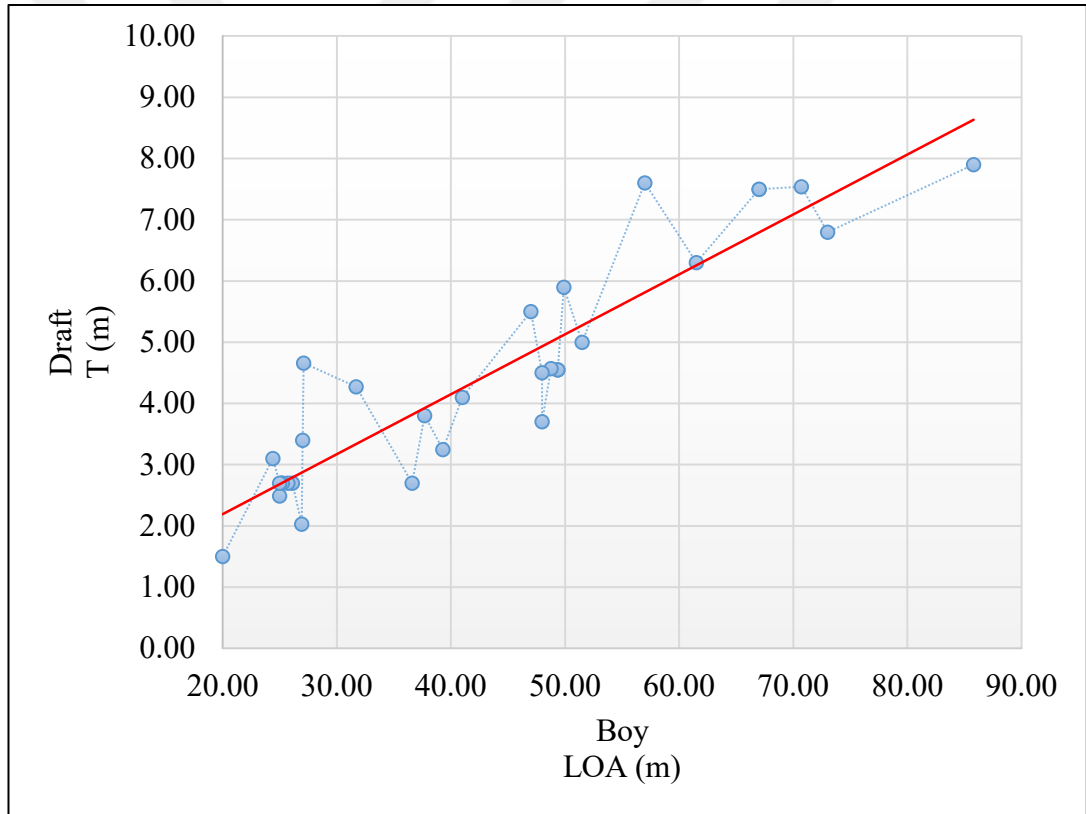
Tablo 3.4 SWATH tür gemilerin draft-boy oranları (Medaković, Dario ve Blagojević, 2013)

SWATH Tür Gemiler	Boy L_{OA} (m)	Draft T (m)
Duplus	47,00	5,50
Kaimalino	27,10	4,66
Kaiyo	61,50	6,30
Victorious	70,70	7,54
Radisson Diamond	131,00	8,00
Hibiki	67,00	7,50
Sea Gull 2	39,30	3,25
Ohtori	27,00	3,40
Skrunda	25,71	2,70
R/V Jakob Prei	26,10	2,70
Perseus	25,20	2,70
Ad Hoc 24m	26,93	2,03
Ad Hoc 41m	48,00	3,70
McAsd	20,00	1,50
Fob Swath	25,00	2,49
R/V Planet	73,00	6,80
Swath Opv	49,35	4,55
Mv China Star	131,00	8,40
Silver Cloud	41,00	4,10
Elbe	49,90	5,90
Dose, Duhnen	25,20	2,70
R/V Kilo Moana	57,00	7,60
R/V Sea Fighter	79,90	3,60
Navatek II	25,00	2,70
Nekton Pilot	24,40	3,10
Thrileon	48,00	4,50
Fbm	36,60	2,70

Tablo 3.4 devamı

Sea Slice	31,70	4,27
Impeccable	85,80	7,90
R/V Ferdinand R. Hassler	37,70	3,80
Borkum	49,35	4,55
Suncruz VI	48,78	4,57
Aegean Queen	51,50	5,00
Harima	67,00	7,50

Tablo 3.4’de yer alan gemilerin boyutları analiz edildiğinde, SWATH tür 60 metrelik bir gemi için draft değeri ise yaklaşık 6,00 metredir (Şekil 3.4).



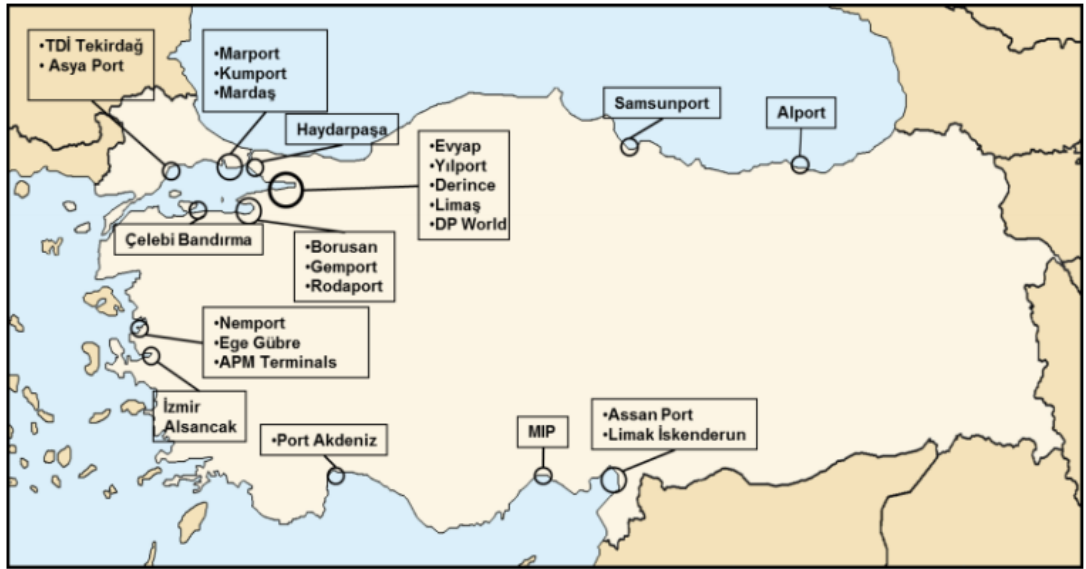
Şekil 3.4 SWATH tür gemilerin draft-boy oranları

3.3.4.4 Geminin Draftının Türkiye’deki Limanlar İçin Uyumluluğu

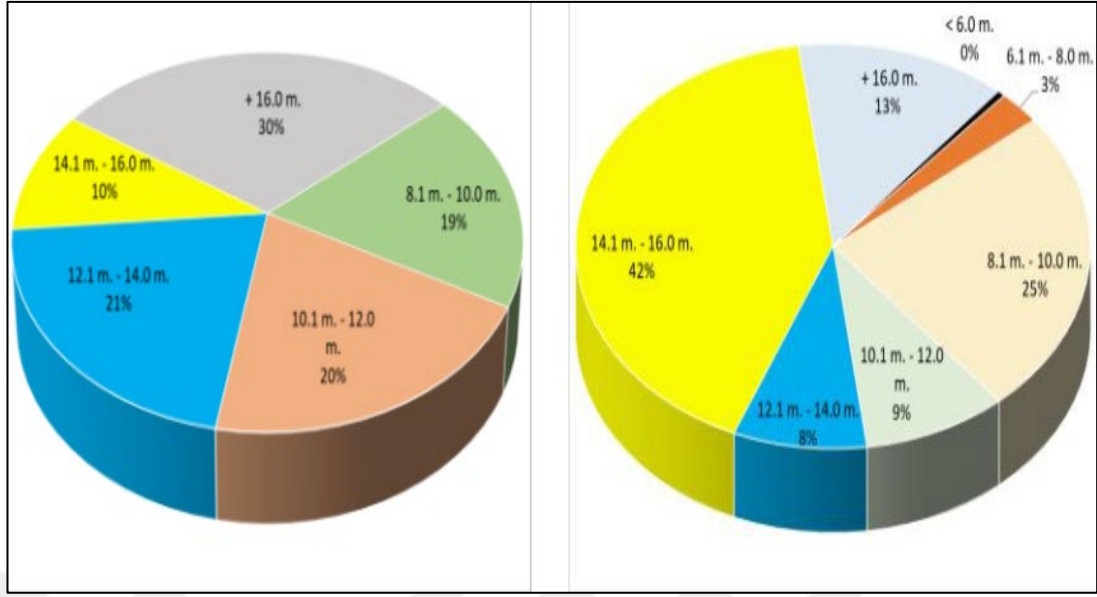
Bir araştırma gemisinin su çekiminin (draft) önemi, geminin araştırma yapacağı bölge ve alanları kısıtlayan önemli bir parametredir. Bilimsel çalışmalar, derin sularda

icra edilebildiği gibi sığ sularda da icra edilebilmesi bir araştırma gemisinden istenen bir özelliktir. Bu kapsamda orta ölçekli ve çok amaçlı bir araştırma gemisi için, dünya denizlerinde faaliyet gösteren araştırma gemilerinden örnekleme ile tespit edilen su çekiminin (monohull tür bir araştırma gemisinin yaklaşık olarak 4,75 metrelik, SWATH tür bir araştırma gemisinin ise 6 metre), ülkemiz çevre denizlerinde uyumluluğu incelenmiştir.

Monohull tür bir araştırma gemisinin yaklaşık olarak 4,75 metre bir drafta sahip olması durumunda, Şekil 3.5’de gösterilen önemli limanlarımızda su çekimi problemi yaşanmayacaktır. Buna karşın SWATH türü bir araştırma gemisinin 6 metre bir drafta sahip olması durumunda, önemli limanlarımızın yüzde 10’una giremeyeceği tespit edilmiştir (Şekil 3.6) (Oral, Pabuşcu ve Sultansu, 2017).



Şekil 3.5 Büyük gemilere hizmet veren limanlar (Oral ve diğer., 2017)



Şekil 3.6 Büyük gemilere hizmet veren limanların maksimum ve ortalama derinliklerinin rıhtım boyu bazında dağılımı (Oral ve diğer., 2017)

3.3.5 Seyir Süresi

Bir araştırma gemisinin fizibilitesini yaparken en önemli faktörlerden biri, geminin bir yıl boyunca yapacağı bilimsel çalışma süresidir. Araştırma gemisine sahip olan kurum ve kuruluşlar, yapılan bilimsel araştırmalarla finanse edilmektedirler. Bu kapsamda, araştırma gemisinden beklenen performansın alınıp alınmadığının bir ölçüsü olarak, geminin yıllık seyir süresi önemli bir parametredir. Ülkemiz çevre denizlerinde kullanılacak bir araştırma gemisinin fizibilite değerlendirmesi için, ülkemiz denizlerinin yıl içinde ortalama dalga durumları, araştırma gemilerinin teorik olarak bilimsel çalışma yapabileceği gün sayısını verebilecektir.

3.3.5.1 Türkiye’de Araştırma Gemileri

Ülkemiz denizlerindeki ilk bilimsel çalışmaların Rus, İngiliz, İtalyan ve Alman araştırmacılar tarafından gerçekleştirildiği ve bu çalışmaların da bilimsellikten ziyade stratejik bilgi elde etmek üzere yapıldığı Özsoy (2016) tarafından belirtilmektedir. Milli anlamda, Türkiye’de deniz araştırmalarının, “Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü”

adı altında 1951 yılında, Baltalimanı'ndaki enstitü ile başladığı kabul edilmektedir (Topsoy, 2011).

Seyir ve Hidrografi Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği ile Deniz Kuvvetleri Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığında (SHOD) oluşturulan “Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Hizmetleri Plan ve Koordinasyon Kurulu”na (KURUL) denizlerimizdeki her türlü çalışmanın koordinasyonu görevi verilmiş, TÜBİTAK'ın ise bu alandaki bilimsel araştırmaları desteklemesi görevi verilmiştir (Özsoy, 2016).

Bilimsel çalışmalara, Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) öncülüğünde 1970'li yıllarda yeniden başlamıştır. 1974 yılında Ege Denizi'nde petrol aramak amaçlı deniz araştırmaları yapılmıştır. 1980'den sonra başta Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı ve MTA olmak üzere, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Teknoloji Enstitüsü, Orta Doğu Üniversitesi Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü ve İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından bilimsel amaçlı deniz araştırma faaliyetleri yürütülmüştür (Topsoy, 2011).

1983 yılında “Deniz Alâka ve Menfaatleri Yüksek Koordinasyon Kurulu”nun onayı ile “Oşinografik ve Hidrografik Araştırmalar Ana Planı Ulusal Deniz Ölçme İzleme Programı” yürürlüğe konulmuştur. 1997 yılında TÜBİTAK öncülüğünde, “Ulusal Deniz Araştırmaları Programı (DAP)” yürürlüğe girmiştir. Ancak DAP 2002 yılından sonra yenilenmemiş ve yeni bir araştırma programı da oluşturulmamıştır (Topsoy, 2011).

Ülkemizde üniversitelere bağlı su ürünleri, ziraat ve deniz bilimleri fakülteleri, deniz bilimleri enstitüleri, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na bağlı araştırma enstitü ve daire başkanlığı, bakanlıklara bağlı araştırma enstitüleri, deniz ve içsularda araştırma yapan kamu kurum ve kuruluşları bulunmaktadır. Bu gemilerin listesi Tablo 3.5'de gösterilmiştir.

Araştırma gemileri, üniversitelerimiz başta olmak üzere deniz araştırmalar yapan kurum ve kuruluşların en önemli unsurlarından biridir. Araştırma gemileri vasıtasıyla, oşinografinin alt dalları olan fiziksel ve kimyasal oşinografi, deniz biyolojisi ve

balıkçılık, deniz jeolojisi ve deniz jeofiziği gibi çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir. Ülkemizde kullanımda bulunan araştırma gemileri, dünya genelinde kullanılan gemilere kıyasla eski gemiler olup, yine Avrupa ve Amerika'daki araştırma gemileri kullanım konseptine göre ekonomik kullanım ömürlerini doldurmuş durumdadırlar (Altunsaray vd, 2018).

Türkiyede'ki araştırma gemilerinin yaş dağılımına bakıldığında, araştırma gemilerinin yüzde 50'sinin 25-35 yaş aralığında olduğu tespit edilmiştir (Danışman ve Yalçın, 2012). Bir geminin yıpranma oranını olarak tanımlanabilen amortisman, özellikle yaşlı gemiler için işletme maliyetlerine ek yük getirmektedir (Danışman ve Yalçın, 2012). Amortisman, gemilerin resmi değeri üzerinden belirlenmekte ve her yıl Gelirler İdaresi Başkanlığı tarafından belirlenen bir oranda azalmaktadır. Devlet malı demirbaşlar için ortalama yüzde 10 olan bu oran ile gemilerin değer düşümleri yapılmaktadır. Yaşlı gemiler düşünüldüğünde (25-30 yıl), bu gemilerin ekonomik değerlerinin neredeyse sıfırlandığı görülebilmektedir (Danışman ve Yalçın, 2012).

Tablo 3.5 Türkiye'de faaliyet gösteren araştırma gemileri (Yalçın ve Danışman, 2012)

Kurum Adı	Araştırma Gemisi	İnşa Yılı
Akdeniz Üniversitesi	R/V Akdeniz Su	2007
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	R/V TCG Çeşme	1965
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	R/V TCG Çubuklu	1986
Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	R/V Mesaha 2	1994
Derinsu Su altı Müh. ve Danışma Hizmetleri	Beluga	1999
Derinsu Su altı Müh. ve Danışma Hizmetleri	Derinsu	2006
Dokuz Eylül Üniversitesi	R/V K. Piri Reis	1978
Dokuz Eylül Üniversitesi	R/V Dokuz Eylül 1	1997
Dokuz Eylül Üniversitesi	R/V Dokuz Eylül 3	2007
Dokuz Eylül Üniversitesi	R/V Dokuz Eylül 4	1991
Ege Üniversitesi	R/V Egesüf	1984
Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı	R/V Selen	2010
Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı	R/V Oruçreis	2017

Tablo 3.5 Türkiye’de faaliyet gösteren araştırma gemileri (Yalçın ve Danışman, 2012)

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	R/V Sismik1	1942
Akdeniz Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü	R/V Arama 1	2013
Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü	R/V Sürât Araştırma	1978
İstanbul Üniversitesi	R/V Yunus	1994
İstanbul Üniversitesi	R/V Alemdar 2	1966
Karadeniz Teknik Üniversitesi	R/V Denar 1	1990
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	R/V Bilim 2	1982
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	R/V Lamas 1	1981
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	R/V Karadeniz	1995
Sinop Üniversitesi	R/V Seydi Ali Reis	2012
Toma Denizcilik	R/V Denar2	1974
TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi	R/V TUBİTAK	2013
Türk Petrolleri (TP)	R/V Fatih	2011
Türk Petrolleri (TP)	R/V Yavuz	2011
Türk Petrolleri (TP)	R/V B.Hayreddin Paşa	2011

3.3.5.2 Türkiye’de Araştırma Gemilerinin Seyir Süreleri

Araştırma gemilerinin yıllık ortalama deniz çalışması gün sayısı geminin verimli kullanılıp kullanılmaması açısından önemlidir. Avrupa Birliği (AB) araştırma gemisi filosunun yıllık akademik çalışma gün sayısı 20 araştırma gemisinin 12 farklı bölgedeki ortalama gün sayısı 141’dir. (European Science Foundation, 2007). Fransız araştırma gemilerinin 2011-2017 yılları arasındaki ortalama seyir süresi ise 125,5 gündür (Morin, 2018). Amerika Birleşik Devletleri’nde ise 22 araştırma gemisi için ortalama gün sayısı 200’dür. (Goad, 2009)

Türkiye’deki araştırma gemilerinin yılda ortalama deniz çalışması ve eğitim amaçlı kullanılması 118 gün olarak belirtilmiştir (Danışman ve Yalçın 2012). Türkiye’deki araştırma gemilerinin yıllık yürüttükleri deniz çalışmalarının sayısı ve başka kurumlarca kiralanma durumu ise; kiralanmış araştırma gemilerinin yıllık ortalama

deniz çalışması gün sayısı 160 iken, kiralanmayan araştırma gemilerinin ortalaması 83 günde kaldığı tespit edilmiştir (Danışman ve Yalçın 2012).

Dokuz Eylül Üniversitesinin R/V K.Piri Reis Araştırma Gemisinin yıllık ortalama deniz çalışması gün sayısı 119'dur (Tablo 3.6).

Tablo 3.6 R/V K.Piri Reis araştırma gemisinin 2009-2018 yılları seyir gün

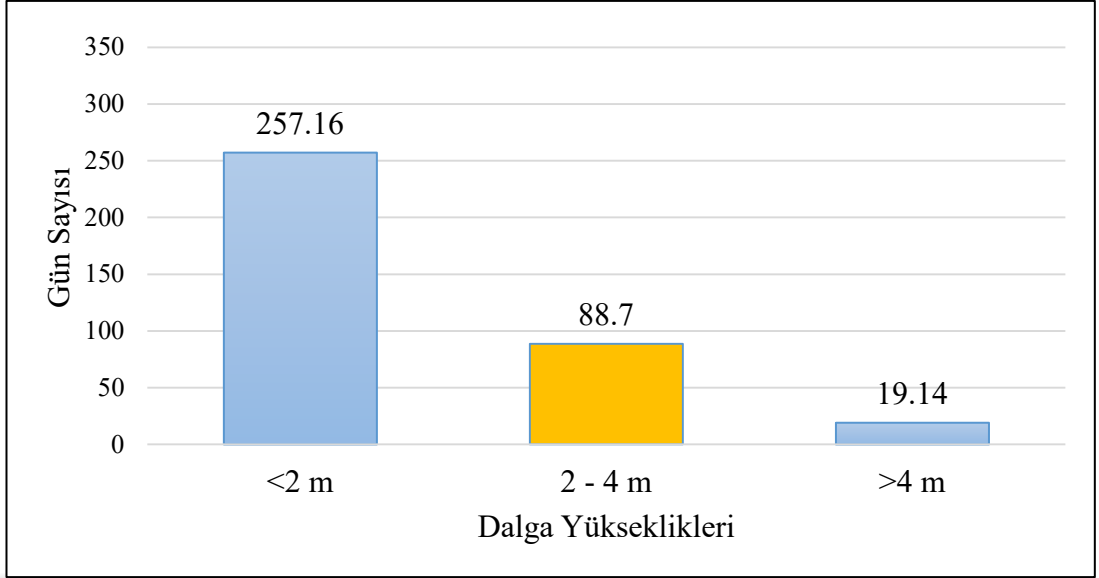
Yıllar	Seyir Gün Sayısı
2009	79
2010	166
2011	128
2012	53
2013	86
2014	61
2015	257
2016	183
2017	78
2018	100
Ortalama	119

3.3.5.3 Seyir Süresini Etkileyen Deniz Durumu

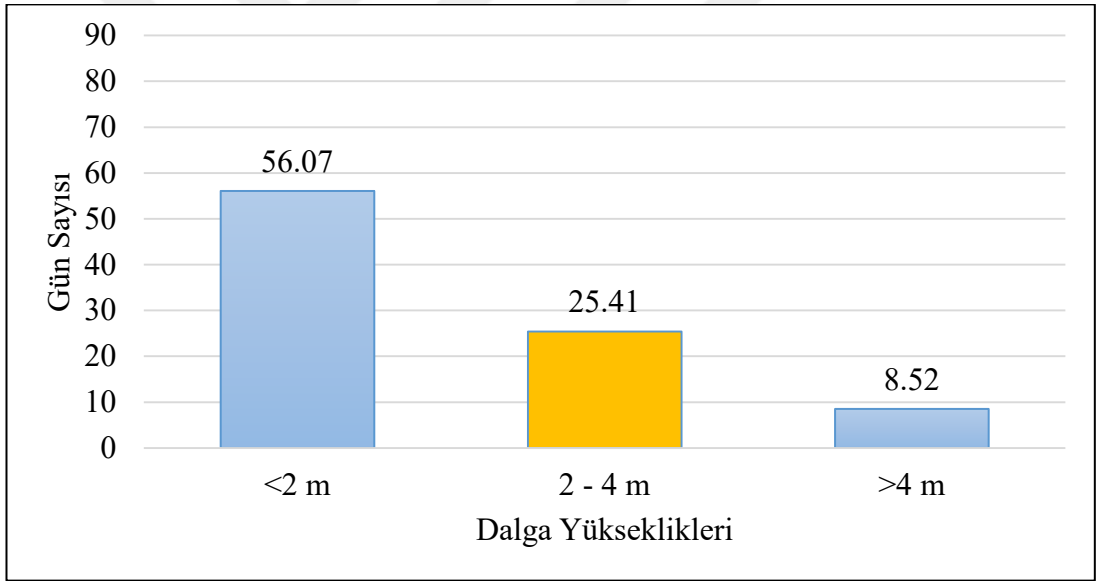
Yeni inşa edilmesi planlanan araştırma gemisinin 5 deniz durumunda görev yapabilmesi düşünüldüğünde, bahse konu araştırma gemisinin fizibilite çalışması için teorik olarak yıl içinde bilimsel amaçlı seyir yapabileceği gün sayısına ihtiyaç vardır.

Ülkemiz denizlerinin yıl içinde ortalama dalga durumları, Prof Dr. Erdal Özhan ve Doç.Dr. Saleh Abdalla tarafından hazırlanan “Türkiye Kıyıları için Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası”ndan faydalanılarak oluşturulmuştur.

3.3.5.2.1 *Türkiye’de Deniz Durumu.* Araştırma gemisinin yıl içerisinde Karadeniz’de yapabileceği bilimsel çalışma gün sayısı, ortalama 345 (257 + 88) gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Dalga yüksekliklerinin fazla olduğu kış mevsimi için (aralık, ocak ve şubat) 90 günde bilimsel çalışma için seyir yapılabilecek gün sayısı ortalama 81 (56 + 25) gündür (Şekil 3.8).

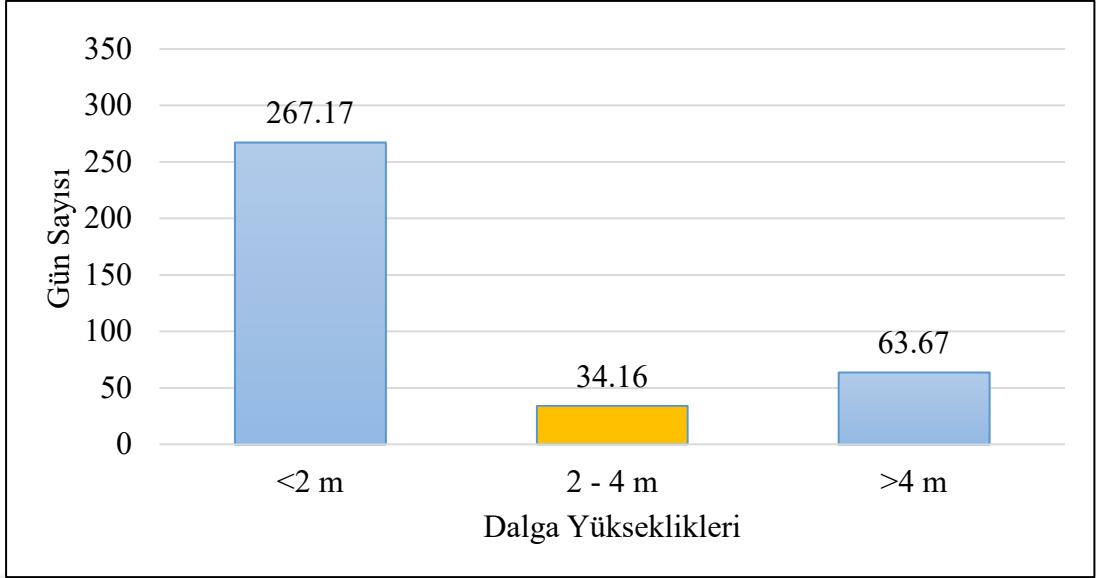


Şekil 3.7 Karadeniz yıllık ortalama dalga yükseklikleri

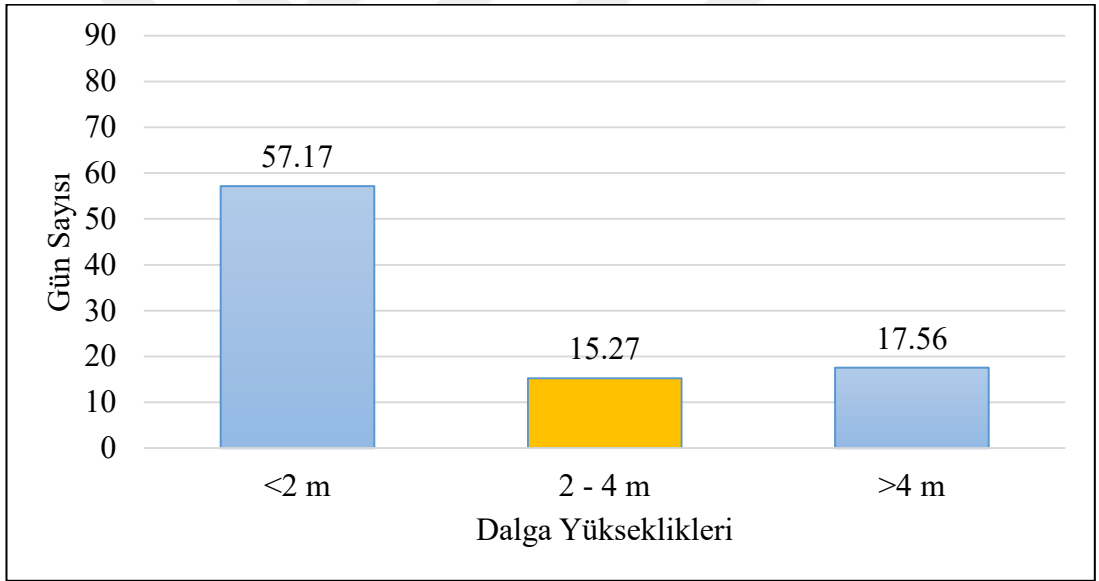


Şekil 3.8 Karadeniz kış mevsimi dalga yükseklikleri

Araştırma gemisinin yıl içerisinde Akdeniz’de yapabileceği bilimsel çalışma gün sayısı, ortalama 301 (267 + 34) gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.9). Dalga yüksekliklerinin fazla olduğu yaz mevsimi için 90 günde bilimsel çalışma için seyir yapılabilecek gün sayısı ortalama 72 (57 + 15) gündür (Şekil 3.10).

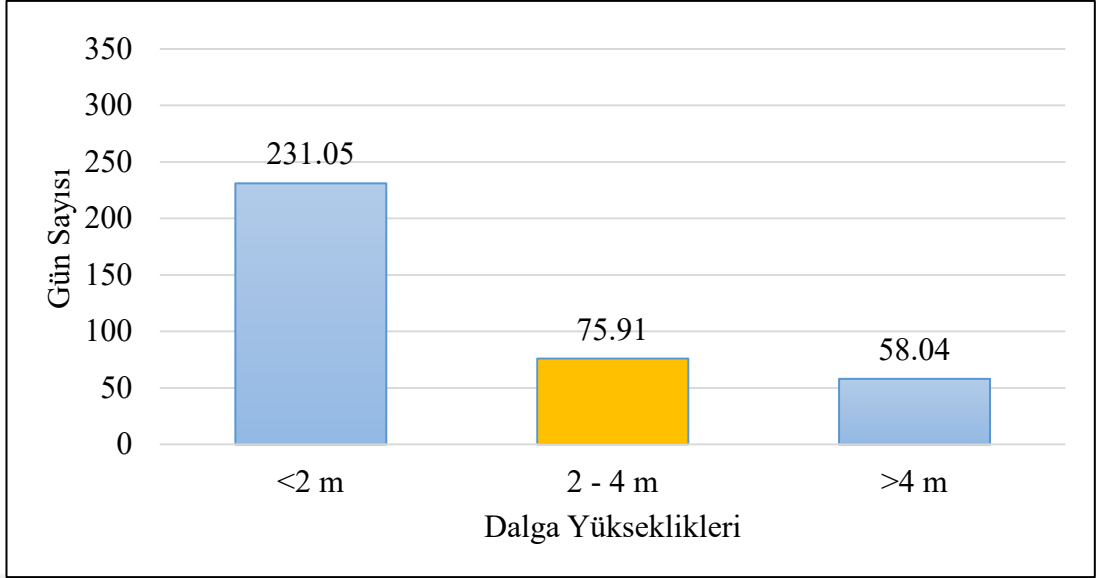


Şekil 3.9 Akdeniz kış mevsimi ortalama dalga yükseklikleri

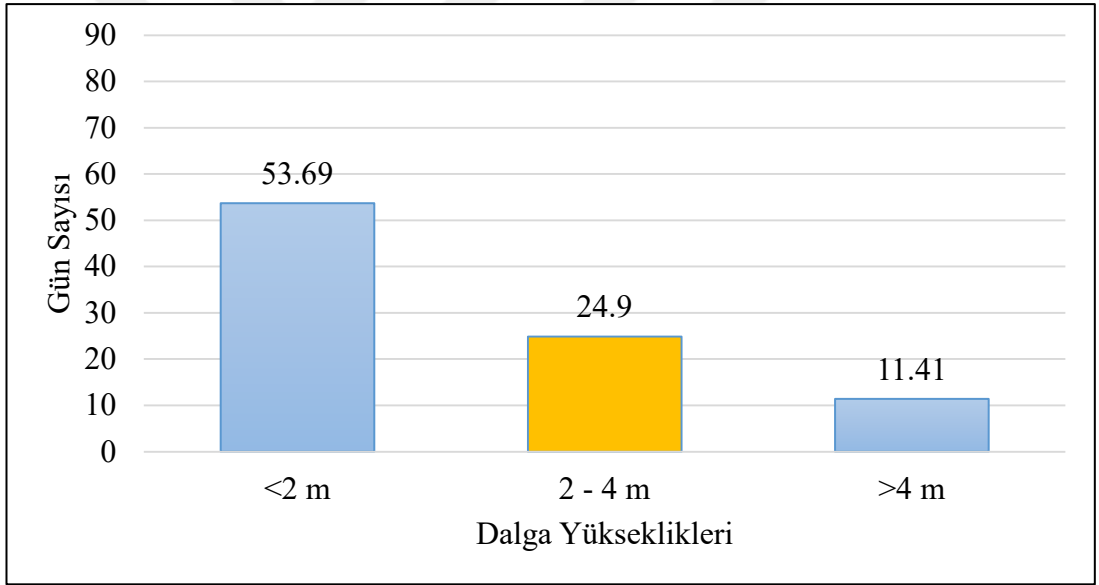


Şekil 3.10 Akdeniz yaz mevsimi ortalama dalga yükseklikleri

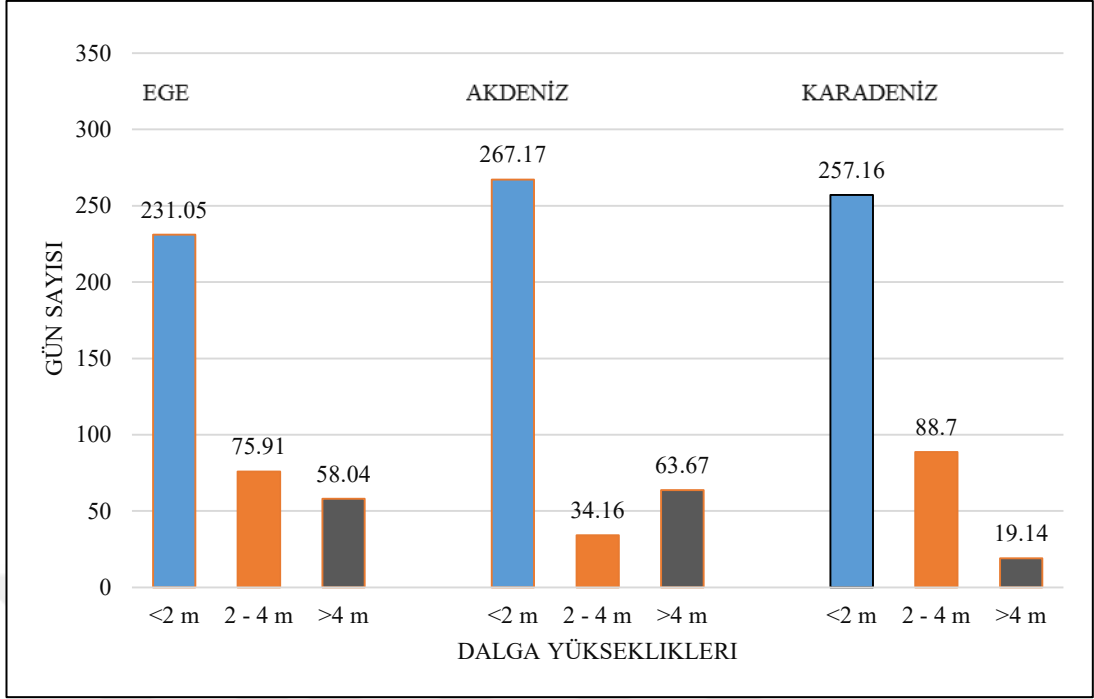
Araştırma gemisinin yıl içerisinde Ege Denizi'nde yapabileceği bilimsel çalışma gün sayısı, ortalama 307 (231 + 76) gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Dalga yükseklikleri kış mevsimi için (aralık, ocak ve şubat) 90 günde bilimsel çalışma için seyir yapılabilecek gün sayısı ortalama 79 (54 + 25) gündür (Şekil 3.12). Türkiye çevre denizlerindeki yıllık ortalama dalga yükseklikleri şekil 3.13'de verilmiştir.



Şekil 3.11 Ege Denizi yıllık ortalama dalga yükseklikleri



Şekil 3.12 Ege Denizi kış mevsimi ortalama dalga yükseklikleri

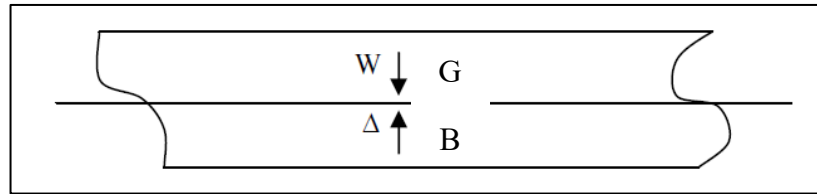


Şekil 3.13 Türkiye çevre denizleri yıllık ortalama dalga yükseklikleri

3.4 Ön Tasarım

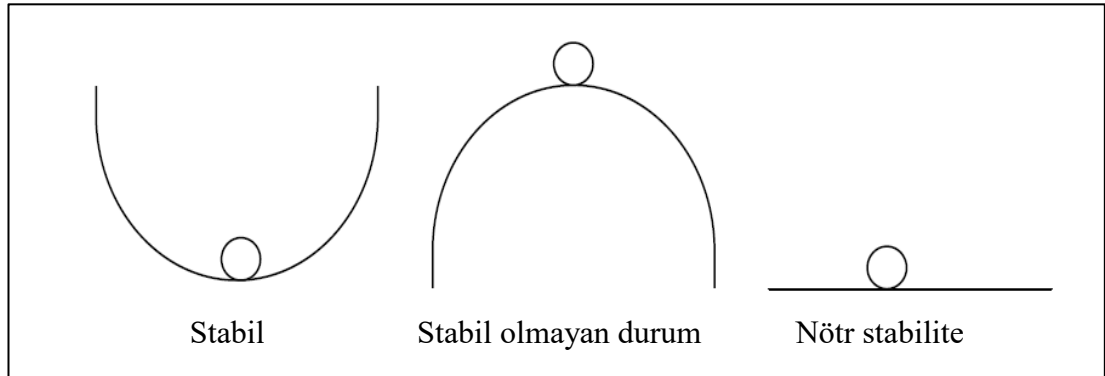
3.4.1 Stabilité

Bir geminin dengeli olmasından bahsedildiğinde, sabit bir şekilde herhangi bir açıda meyil yapmadan yüzebilme kabiliyeti ifade edilir. Genel prensip olarak bir gemiye, iki ana kuvvet etki eder. Bunlar cismin sephiyesi (Δ) ve ağırlığıdır (W). Yüzdürme kuvveti olan sephiye geminin ağırlığına eşit olduğu sürece gemi yüzecektir (Şekil 3.14). Geminin yandan gelen kuvvetlere karşı konumunu koruyabilme yeteneği yani stabilitesi bu iki temel kuvvetin gemide etki ettiği doğrultu tarafından belirlenir (Yagle, 2004).



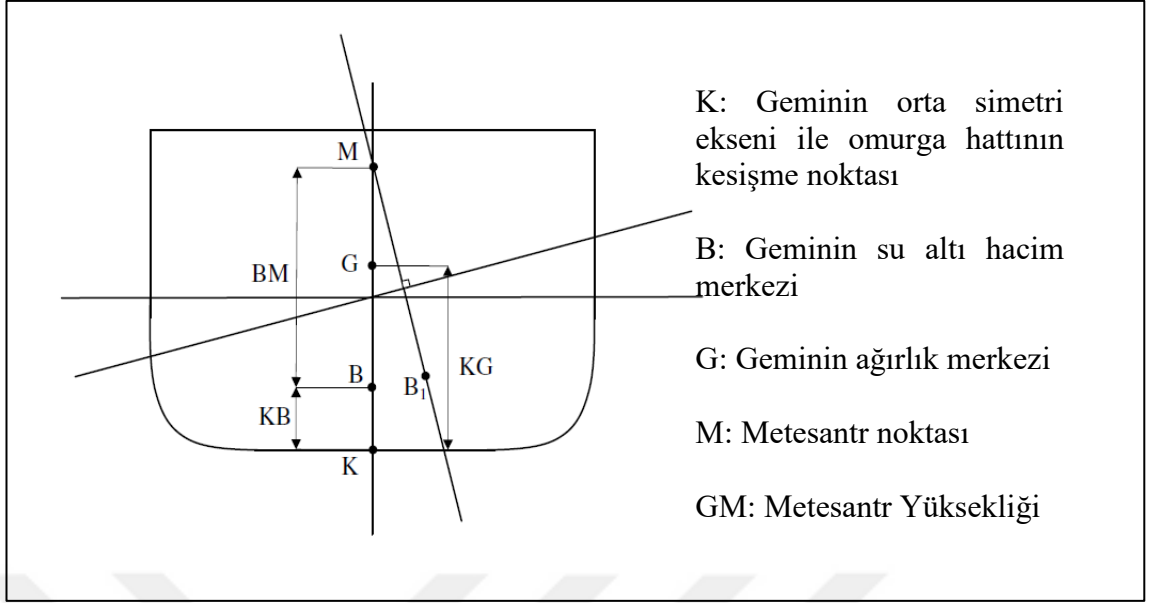
Şekil 3.14 Yüzme şartı (Docplayer, b.t.)

Başlangıç stabilitesi, gemiye herhangi bir dış kuvvetin geçici olarak etkimesi sonucu tekrar eski konumuna dönme kabiliyetidir (Şekil 3.15)



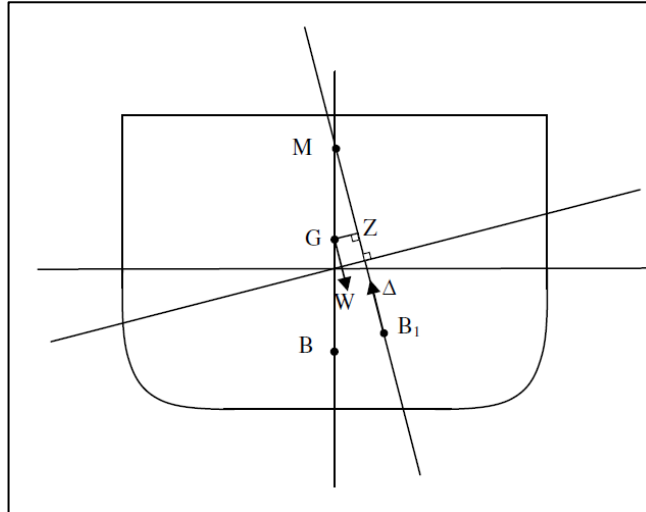
Şekil 3.15 Başlangıç stabilitesi (Docplayer, b.t.)

GM veya metasantrik yükseklik (Şekil 3.16) ilk kararlılığı ölçmek için kullanılan terimdir. GM metre veya feet cinsinden ölçülür, GM değerinin yüksek olması daha fazla stabilite olduğunun göstergesidir. Stabilitesi yüksek ve doğrulma süresi kısa olan bir gemi, stabilitesi düşük ve doğrulma süresi uzun olan bir gemiden daha yüksek bir GM değerine sahiptir (Yagle, 2004). Çok az GM değeri, uzun, yavaş yalpa yapan ve personel açısından konforlu olsa da alabora riski taşıyan bir gemi anlamına gelebilir. Bununla birlikte, aşırı GM, ağır deniz şartlarında hareket kaynaklı rahatsızlıklara katkıda bulunan personeli rahatsız edici hareketleri olan bir gemi anlamına gelir. Aşırı yüksek GM, bir dalga tarafından meyil etmeye zorlanan gemiyi, yüksek bir ivme ile dik konuma getirdiği için gemi üzerindeki cihaz/ekipmanlara zarar verebilir (Yagle, 2004).



Şekil 3.16 Metesentr yüksekliği-GM (Docplayer, b.t.)

Doğrulma enerjisi, bir geminin meyilden sonra kendini düzeltme yeteneğini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Yagle, 2004). Gemi meyil sonrası toparlanırken, yüzdürme merkezinin dikey vektörü ağırlık merkezinden uzaklaşır. Düzgün bir ağırlık dağılımına sahip bir gemi, en az 50 derecelik bir meyilde gerekli doğrultma enerjisine sahip olmalıdır (Yagle, 2004). En büyük doğrultucu moment kolunun (GZ) (Şekil 3.17) büyüklüğü aynı zamanda bir geminin dengesinin bir göstergesidir.



Şekil 3.17 Doğrultucu moment kolu-GZ (Docplayer, b.t.)

Geminin belirli bir gövde şeklinin, ağırlık ve yüzdürme arasındaki ilişkiden dolayı, hem GM hem de doğrultma enerjisi, yüklü bir teknenin ağırlık ve ağırlık merkezine göre önemli ölçüde değişir. Bu, bir geminin nasıl yüklendiği olgusunun, geminin dengesi üzerinde ne kadar büyük bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir.

3.4.1.1 Stabilite Kuralları

Gemi tasarımında yeterli stabilite için çeşitli stabilite kriterleri geliştirilmiştir. Hangi kriterlerin geçerli olduğu geminin işletme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin yolcu gemileri, fırkayetnler ve tankerlerin birbirinden farklı stabilite kriterleri vardır (Yagle, 2004). Bu kapsamda araştırma gemilerinin de kendi stabilite düzenlemeleri vardır. Bir araştırma gemisi için seçilecek stabilite kriterlerinden gemi büyüklüğü, görev ve bilimsel araştırma yapılan coğrafi bölge önemlidir.

3.4.1.2 Çalışma Ortamının Stabilite Üzerindeki Etkileri

Araştırma gemisi tasarımında geminin işletme koşullarının önemli etkileri vardır. Geminin çalışma ortamında, serbest yüzey etkisi geminin dengesini azaltıcı bir risk faktörü olarak görülebilir. Örneğin ağzına kadar (tam) sıvı dolu bir tanka sahip bir gemi meyil sonrası doğrulduğunda, tankın içeriği ve ağırlık merkezi değişmeyecektir. Buradan hareketle geminin dengesi de etkilenmeyecektir. Kısmi yani tam doldurulmamış bir tankta ise, tank içersindeki sıvı/nesne geminin hareketi ile yer değiştirmesi mevzu bahistir. Bunun sonucunda geminin ağırlık merkezi yana doğru hareket ederek gemiyi daha az kararlı bir hale getirecektir (Yagle, 2004). Burada söz konusu olan serbest yüzey etkisi, stabiliteyi azaltmakta ve geminin alabora olma riskini yükseltmektedir. Bu kapsamda araştırma gemisi tasarımında geniş tanklardan kaçınarak ve tank içerisine perdeler konularak serbest yüzey etkisi azaltılabilir

Geminin stabilitesi üzerinde bir başka önemi etki ise, yükleme ve boşaltma işlemleridir (Yagle, 2004). Örneğin, bir araştırma gemisinin bir kreyn ile ağır bir yükü

sudan kaldırılmasında, gemi meyil yapacaktır. Bu meyilin risk sınırları, tasarım ve işletme planlamasında mutlaka belirtilmelidir (Yagle, 2004).

Geminin dengesi konusunda, soğuk iklim şartlarında, kuzey ya da güney kutup bölgelerinde, hava koşullarından kaynaklanan şiddetli buzlanma görülebilir. Bu durumda buzlanma gemi üst yapısına ve direklere yüksek ağırlık ekleyerek dengeyi ciddi şekilde etkileyebilir. Özellikle ağır deniz koşullarının bulunduğu ortamlarda, bu tür buzlanmalar tehlike arz eder ve kaldırması/bertaraf edilmesi gerekebilir (Yagle, 2004).

3.4.1.3 Stabilite Bukleti

Araştırma geminin işletilmesinde, gemi dengesinin yani uygun stabilitenin sağladığından emin olmak için, gemi personelinin eğitilmesi ve farkındalığının artırılması önemlidir. Birkaç sayfa şeklinde temel çalışma sınırlarını ve kılavuzluğunu listeleyen bir stabilite bukleti küçük araştırma gemiler için rutin olarak hazırlanmalı ve gerekli yerlerde örneğin köprüüstünde bulunmalıdır (Yagle, 2004).

Yeni inşa edilecek bir araştırma gemisinin tasarım aşamasında hem ağırlık hem de yüzdürme marjininin uygun bir şekilde tatbik edilmesi, geminin denize indirildikten ve görev yapmaya başladıktan sonraki ağırlık artışının yakından izlenmesi, geminin ömrü boyunca yeterli stabiliteyi sağlamasında önemli bir kriterdir (Yagle, 2004). Geminin yeterli stabilitesinin sağlanması, belirli bir tekne formunun yükleme sınırlarının belirlenmesi ve her zaman bu sınırlar içinde çalışmayı içeren birçok unsurun bir kombinasyonudur. Mürettebatın ve bilim insanlarının can güvenliğini sağlamak ve cihaz/ekipman hatta gemi kaybını önlemek için, stabilite hususları her zaman işletme gereksinimlere göre en öncelikli işlem olmalıdır (Yagle, 2004).

3.4.2 Kaldırma Kuvveti

Bir geminin sephiyesi su altındaki gövde formunun hacmi ile belirlenmektedir. Gövde hacmi ne kadar büyük olursa, o kadar fazla ağırlık kaldırabileceği öngörülür

(Yagle, 2004). Bununla birlikte stabilite, bu gövde hacminin dağılımı ile belirlenir. Örneğin, gövde genişliğinin boyu stabilite üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Genel bir kural olarak, gemi ne kadar genişse o kadar dengelidir.

Bir araştırma gemisinin tasarımı yapılırken, tasarımı yapan mühendis geminin stabilite özelliklerini öncelikle kontrol altına alır. Tasarımda iyi bir uygulama, gemi inşa edilmeden önce gövdeye ilişkin bir stabilite marjini belirlemeyi içerir. Tüm iyi planlanmış tasarımlarda olduğu gibi, tasarım için kriterler ve işletme gereksinimleri arasında bir denge sağlanması son derece önemlidir (Yagle, 2004).

3.4.3 Ağırlık

Bir araştırma gemisinin ağırlığını, “lightweight” (LW) ve “deadweight” (DW) oluşturur. Geminin deadweight ağırlığı arttıkça, geminin sephiyesi ağırlığa eşit oluncaya kadar gövde suya batar. Bu durumda emniyet açısından yeterli bir “Freeboard”un olması önemlidir. “Freeboard”, su yüzeyi ile geminin çalışma güvertesi arasındaki mesafedir. Eğer, geminin küpeştesi gemi meyil yaptığı esnasında su altına girerse, geminin alabora olma tehlikesi artar. Yine aynı şekilde aşırı yüklenmiş bir gemide çok düşük bir freeboard olacaktır ve güverte hafif bir meyilde bile suya batabilir (Yagle, 2004).

Bir araştırma gemisinin “deadweight” ağırlığı kadar, bu ağırlığın nasıl dağılım gösterdiği de önemli bir unsurdur. Ağırlık merkezi, tekne gövdesinin tüm ağırlığının bir vektörün dikey olarak aşağıya doğru hareket ettiği noktadır. Genel bir kural olarak, daha derinde bir ağırlık merkezi daha stabil/istikrarlı bir gemi anlamına gelir.

Gemi tasarımcısı, tasarımın her aşamasında geminin ağırlık özellikleri sürekli kontrol etmelidir. Geminin en ince ayrıntısına kadar ağırlık tahmini yapılması, herhangi bir tasarım aşamasının önemli bir konusudur. Geminin istenilen ağırlığına ve ağırlık merkezine yakın durmasını sağlamak için donanım/ekipman seçimi ve düzenlemeleri sürekli kontrol altında tutulmalı ve takip edilmelidir. Hesaplamalarda

gözden kaçabileceği ön görüşüyle hesaplamalara ağırlık ve ağırlık merkezinin marjları da katılmalıdır (Yagle, 2004).

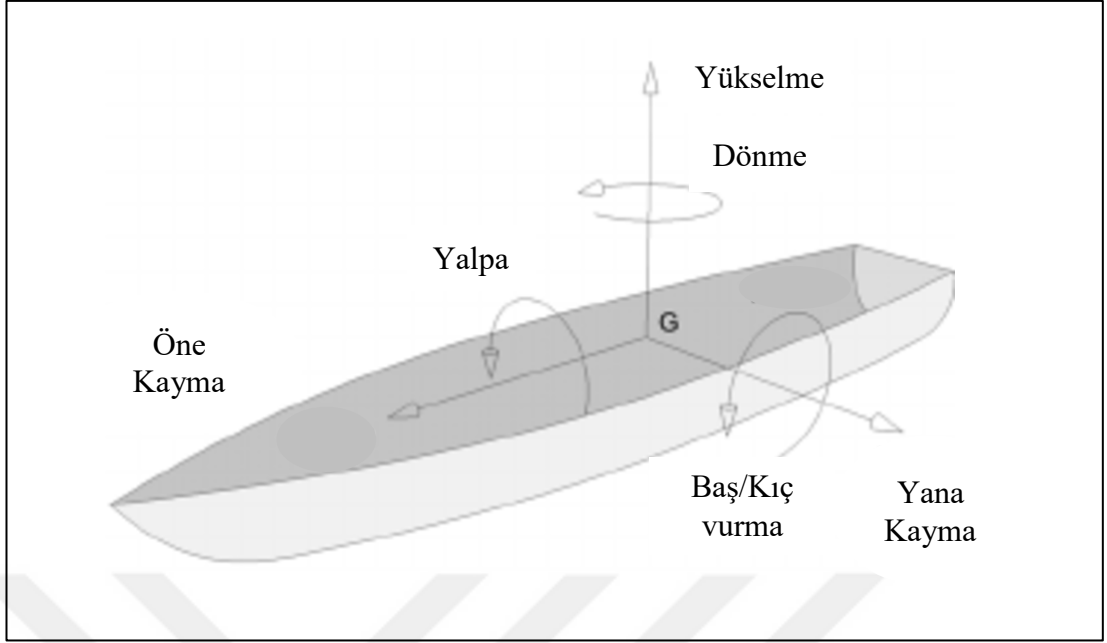
Teknenin kaldırma hacminin aksine, gemi ağırlığı değiştikçe geminin ağırlık merkezi de değişmektedir. Örneğin, bir üst güverteye yerleştirilen ağır bir cisim, bir alt güverteye yerleştirilen bir nesneden daha yüksek bir ağırlık merkezi buna mukabil de daha az stabilite üretecektir. Benzer şekilde, seyirde harcanan yakıt gibi bir sıvının, gemideki bir yükün kaldırılması, geminin ağırlık merkezinin yükselmesine neden olacak ve böylece stabilitesi/kararlılığı azaltacaktır (Yagle, 2004).

Bunun yanı sıra, bir geminin ömrü boyunca, donanım/ekipman/malzeme eklendikçe veya düzenlemelerde bulunuldukça gemiler ağırlık kazanırlar. İyi bir tasarım bir miktar ağırlık artışına izin verecektir, ancak uygulanabilir stabilite gereksinimlerini karşılamaya devam etmesini sağlamak için gemideki ağırlık değişikliklerine son derece dikkat edilmelidir (Yagle, 2004).

3.4.4 Araştırma Geminin Denizciliği

Waterhouse (2004), geminin denizciliğini, bir geminin dalgalarda hareket özelliğini ortaya koyan bir ifade olarak belirtmektedir. Söz konusu araştırma gemileri olduğunda geminin denizciliğinin iyi olması özellikle bilim insanları tarafından tercih edilen bir özelliktir. Araştırma gemisinin denizci müretabatının yanında denizci olmayan ya da denizci olması beklenmeyen bilim insanları bulunmaktadır.

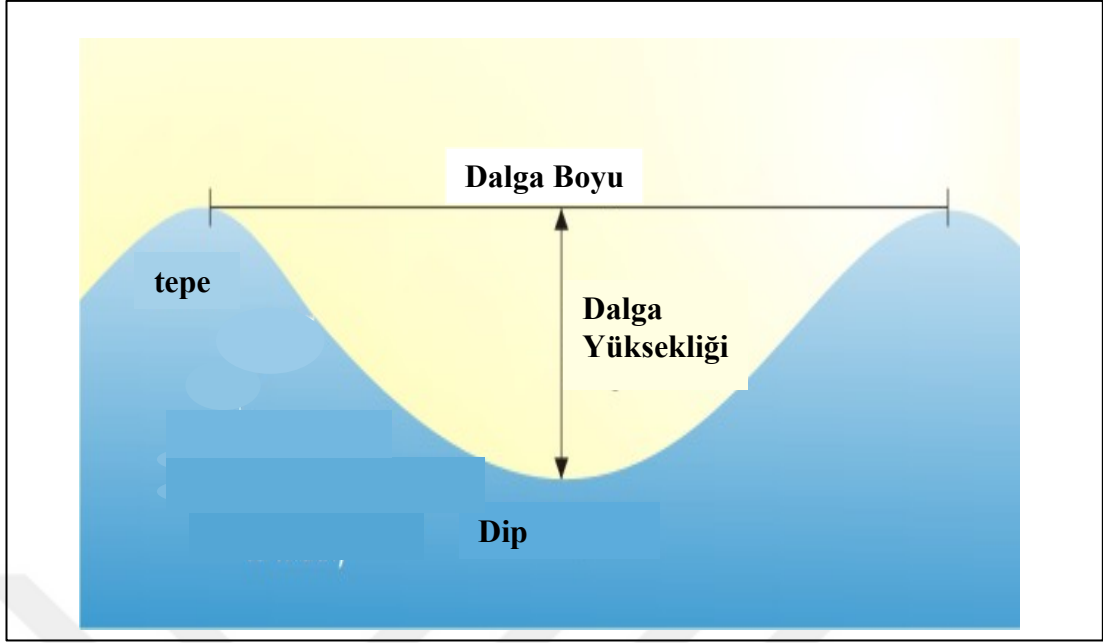
Bir gemide altı çeşit hareket vardır; üçü doğrusal (ikisi yatay biri dikey) üçü ise dönmedir (trim, dönme ve yalpa) (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Gemi hareketleri (Varela ve Soares, 2011)

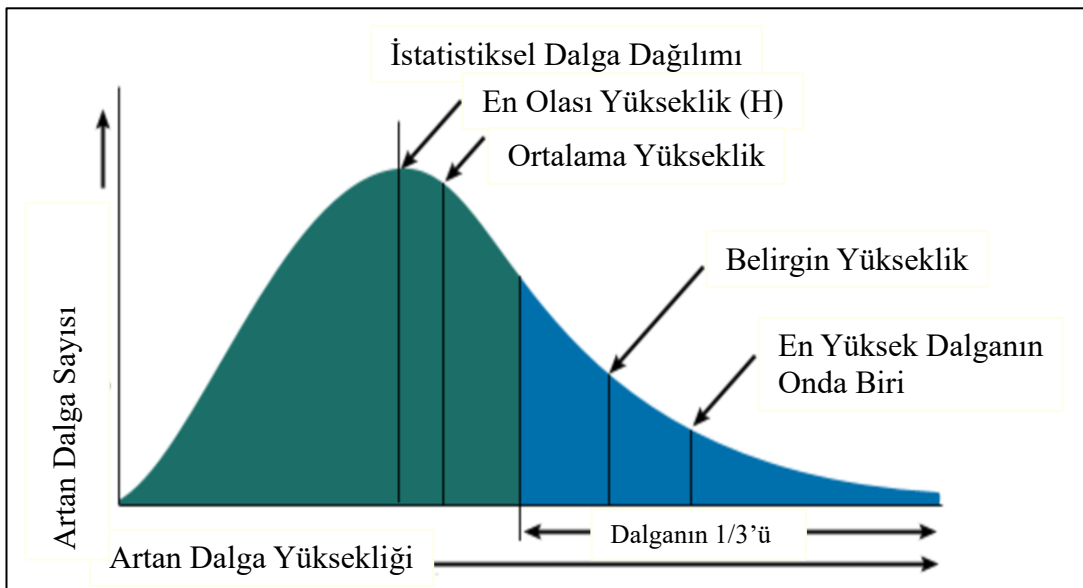
Bu hareket derecelerinin her biri, genlik, hız ve ivmeyle ilişkili değerlere sahiptir. Örneğin, geminin seyir yönüne dik açıyla gelen dalgalı bir denizinde hem meyil hem de dikey yönde ivmeli hareketler yapabilir. Burada bahsedilen ivmenin değeri ekipman ve insanlar üzerindeki etkileri sebebiyle önemli bir değerdir ve tasarımcılar tarafında dikkate alınmalıdır.

Gemideki hareketlerin ana kaynağı olan dalgalarda, belirgin bir yükseklik (dip ile tepe arasındaki mesafe) ve bir periyot (sonraki tepeler arasındaki zaman) vardır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Dalga yapısı (Wikipedia, b.t.)

Denizler farklı yükseklik ve periyotlara sahip çeşitli dalga türleri vardır. Bu çeşitli tip dalgaların bileşkesi iki parametre ile tanımlanabilir, bunlar dalga yüksekliği ve dalga periyodudur. Yapılan gözlemlerde dalga yüksekliği ve periyodunun Şekil 3.20'de gösterilen benzer bir grafik ürettiği tespit edilmiştir (Waterhouse, 2004). En yüksek dalga yüksekliğinin üçte birinin ortalama yüksekliği belirgin dalga yüksekliğini temsil etmektedir (Waterhouse, 2004).



Şekil 3.20 Dalga yüksekliği (Collins, 2014)

Dalgaları etkileyen diğer faktörler, dalganın olduğu denizin boyu ve derinliktir. Dalgalı denizin boyu bir dalga sisteminin gelişmesi için mevcut olan deniz suyun mesafesidir. Korunaklı körfezlerde çok az dalganın gelişebileceği alan vardır, bu bakımdan rüzgarlar ne kadar şiddetli olursa olsun, dalgalar tam olarak gelişemez. Su derinliği, dalga boyunun yarısından küçük olduğu durumlarda, daha büyük dalgalar üretebilir (Waterhouse, 2004).

Bir araştırma gemisi için aşırı dalgalı denizlerde güvertenin ıslanması ve “dövünme” (slamming) durumu ortaya çıkar. Güverte ıslaklığından kasıt, hafif sprey şeklinde değil, güverte üzerinden dalgaların su getirmesi anlamındadır. Dalgaların gemi güvertesinde olması, mürettebatın ekipmanı kullanma veya güvenli bir şekilde hareket etme kabiliyetini düşürür. Güverte ıslaklığı, bir araştırma gemisi için bilimsel çalışmayı sürdürüp sürdürmemekte bir kistas olarak da kullanılabilir (Waterhouse, 2004). Geminin baş bölgesinin dalgalara girip çıkması olan “dövünme”de ise dikey ivmelenme meydana gelir. “Dövünme” gemi gövdesi üzerinde yüksek basınç bölgeleri yaratır ve buna bağlı olarak gemi sallanır (Waterhouse, 2004). “Dövünme” durumunda gemi gövdesinin yapısal olarak zarar görmesini önlemek için genellikle geminin sürati düşürülür.

Bir araştırma gemisi tasarımcısı, geminin denizciliğini belirli ölçekler kullanarak ifade etmek zorundadır. Rüzgarların, yılın mevsimlerine göre çalışma alanlarında deniz tutması yaratmasına karşı, denize ilişkin istatistiklerin kullanılması gerekmektedir (Waterhouse, 2004). Araştırma gemisinin hangi deniz durumuna göre tasarlanacağını tanımlamadan önce, geminin hangi denizlerde ve nerede çalışacağını, bu bölgelerde yılın hangi saatlerinde hangi deniz türlerinin yaygın olduğunu ve gemi ile hangi bilimsel araştırmalar yapılacağını göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Gemi tasarımı yapan ve gemide görev yapacak bilim insanları gemiden beklenen görevi ve geminin sınırlarını öngörmek durumundadırlar (Waterhouse, 2004).

Araştırma gemisi, bir sönümleyiciye sahip doğrusal bir kütle yay sistemi olarak modellenebilir. Gemi bir kütle olarak ve yay, dalgalar altından geçerken tekneyi denge

pozisyonuna geri döndürmek için kullanılan kaldırma kuvveti olarak düşünülebilir. Sönümleyici ise sürtünme, türbülans ve çekmeye karşı direnç kuvvetlerinin bir toplamı olarak ele alınabilir (Waterhouse, 2004).

Geminin en dip kısmındaki ağırlığa bağlı olarak düşük ağırlık merkezi ile aynı ağırlığın güverte üzerinde taşınması durumundaki ağırlık merkezi, geminin farklı bir seyir sergilemesine neden olacaktır (Waterhouse, 2004). Seyirin daha iyi veya daha kötü olması, gemi gövdesinin şekli, dalga çeşitliliği ve gemi üzerindeki ağırlığın nasıl dağıldığı gibi faktörlere bağlı olacaktır. Bukapsamda gemideki ağırlığın dağılımı baş/kıç hareketi ve yalpa performansını etkilemektedir (Waterhouse, 2004).

Geminin denizciliğini iyileştirmek için, gövde şeklinin değiştirilmesinden aktif veya pasif eklentilere (örn. Kanatçıklar) kadar birçok farklı yöntem bulunmaktadır.

3.4.4.1 Yalpa Önleyici Tank

Gemilerin yalpa hareketini engellemek üzere sıvı balastına sahip farklı tank tasarımları mevcuttur. Bu tür tankları bir geminin üzerine yerleştirerek ve geminin doğal yalpa süresini ayarlayarak, yalpa hareketlerinde önemli iyileştirmeler sağlanabilir. Bu tür tankların bilinen dezavantajı, etkili olabilmelerini sağlamak için tankların geminin kıyıda köşe kalan bir yerinden ziyade önemli kısımlarına yerleştirilmeleri gerektiğidir. Bu durum bilimsel araştırmalar için ayrılan yerden tasarruf yapılması demektir.

3.4.4.2 Hareketli Gövde Kanatçıkları

Geminin su hattı alanının altındaki gövdesinin ortasındaki bir bölgeye yerleştirilmiş kanatçık şekilli uzantılar, gemi hareket halindeyken önemli oranda yalpa hareketinde azaltma sağlayabilmektedir (Waterhouse, 2004). Kanatçık şeklindeki bu uzantılar sahip oldukları harekete duyarlı sensorler vasıtasıyla, suya karşı kanat açılarını değiştirirler, böylece dalga hareketine karşı bir kuvvet uygulanmış olur. Kanatçık şeklindeki uzantılar tipik olarak elektro-hidrolik ünite olarak tanımlanabilirler

(Waterhouse, 2004). Geminin seyir sürâtı arttıkça verimlilikleri de o oranda artmaktadır.

3.4.4.3 Hareketli Salma

Bazı araştırma gemilerinde, kanatçık şeklinde ve üzerinde bir takım sensörler bulunan levhanın suda bulunması yalpa hareketinde azaltma sağlayabilmektedir (Waterhouse, 2004). Bu salmalar gövdeye geri çekilmelerini sağlayan bir mekanizmaya da sahiptirler.

3.4.4.4 Yalpa Omurgası

Klasik olarak bilinen ve yalpanın sönümlenmesinde kullanılan sabit bir elemandır. Geminin her iki yanında geminin boyunun yaklaşık yüzde 40 oranında uzunluğa sahip olarak yerleştirilmektedir. Yalpa omurgasının bir dezavantajı, sabit bir çıkıntı olduğundan, araştırma geminin yan taraflarından denize ekipman/cihaz indirirken dikkat edilmesi gerektirir.

3.4.4.5 Hareketli/Aktif Dümenler

Hareketli gövde kanatçıkları gibi, aktif dümen sistemi, dümeni geminin yalpa yapmasına karşı bir kuvvet oluşturmak için döndürür. Bu sistem mevcut bir ekipmanın kullanımını sağlasa da hareketli gövde kanatçıkları gibi verimli bir etkiye sahip değildir.

3.4.4.6 Yumrubaş

Yumrubaşlar esas itibariyle geminin dalgalar arasında ilerlerken meydana gelen direnci azaltmak için monte edilirler. Ancak araştırmacılar, yumrubaşın büyüklüğü ve şekline göre baş/kıç (pitch) vurma hareketine karşı direnç oluşturduğunu gözlemlediklerini rapor etmişlerdir (Waterhouse, 2004). Tasarımcı, kötü hava

şartlarında geminin baş kısmı su üstüne çıktığında, dalgaların çarpmasının daha fazla olabileceğini dikkate almalıdır (Waterhouse, 2004).

3.4.5 Güç Sistemleri

Araştırma gemileri için itme sistemleri seçilirken bilimsel görev gereksinimlerinin göz önüne alınması gerekmektedir. Genel olarak su jeti, 25 deniz mili seyir sürâtının üzerindeki yarı kayıcı veya kayıcı gemi gövdesi formundaki gemiler için uygundur. Pervaneli gemiler ise, daha sık yer değiştirme yapan deplasman tür gemilerde ve ya yarı kayıcı ve sürâti nispeten az olan gemilerde uygulanmaktadır (Waterhouse, 2004).

Bir araştırma gemisinde su jeti ya da pervane sistemlerinden hangisinin kullanılması gerektiğine, bu sistemlerin çalışma prensipleri göz önüne alınarak rahatlıkla karar verilebilir. Pervanenin devir sayısı değiştikçe pervane itme kuvveti ve gemi sürâti de değişir. Su jetinde ise itme kuvveti su jeti devir sayısından bağımsızdır. Pervane tahrikli bir gemide, pervanenin büyük çaplı olması, itme momenti ve su debisinin büyük olmasına ve buna mukabil pervane devrinin düşük olmasını sağlar (Waterhouse, 2004). Pervaneli gemilerde, gemi dalgaları yararak rüzgara karşı ilerlerken nispeten sabit bir gemi sürâti elde etmek mümkündür. Gemi sürâtları arttıkça şafta destek sağlayan braketler ve dümen uzantıları sürtünmenin artmasına neden olduğundan sürâtin düşmesine ve itme veriminin azalmasına sebep olurlar (Waterhouse, 2004).

Su jeti ile tahrik edilen bir geminin, su jeti içindeki küçük çaplı pervaneler olması, küçük itme momentumu, düşük su debisi, yüksek akış hızı ve yüksek devir sayısıdır. Su jeti, değişken dalga ve rüzgar kuvvetlerine karşı pervaneye göre daha hassastır. Gemi yükü rüzgar ve dalga kuvvetlerinden dolayı değiştiğinden, su jetinin itme kuvveti de değişir ve sabit bir gemi sürâtının korunması daha zor bir hale gelir (Waterhouse, 2004). Buna karşın su jetinin eklentileri ya yoktur veya çok azdır. Bu nedenle gemi sürâti arttıkça, itme verimliliği etkileyen artan bir ek sürtünme direnci yoktur (Waterhouse, 2004).

3.4.5.1 Şaft ve Pervane Sistemleri

Bir araştırma gemisi için, yüksek hızlı bir dizel makinayla çalıştırılan tornistan redüktöre sahip şaftlı sabit kanatçıklı bir pervane, ekonomiklik ve mekanik olarak basitlik anlamında en uygun tahrik sistemi olarak tanımlanabilir (King, 2004). Bahse konu sistem, tarih boyunca kullanılarak kendini kanıtlanmış ve güvenilir olduğunu ispatlamıştır (King, 2004). Bu kapsamda, bir araştırma gemisi için pervane ve şaft sistemi kurma konusunda birçok tersane yeter derecede deneyimlidir. Bu durum deniz aşırı seyir yapan gemilerin herhangi bir arıza yapma durumunda dünyanın birçok bölgesinde onarım görebilmesine imkan tanır. Küçük araştırma gemileri için düşük seyir sürât aralığında, geleneksel tahrik sistemi tüm tahrik sistemlerinin içinde en verimli olarak tanımlanabilir (King, 2004). Geleneksel bir pervaneye sahip dümenli bir gemi gövdesi, sığ sularda çalışabilecek şekilde tasarlanabilirliği sayesinde diğer sistemlere göre avantaj sağlamaktadır (King, 2004).

Bir araştırma gemisi için seçilen şaft pervane sisteminde, pervanenin devir sayısının düşürülerek pervanedeki itme kuvvetinin azaltılması mümkündür (King, 2004). Böylelikle araştırma gemilerinin bilimsel görev gereksinimleri anlamında operasyonel gereksinimleri için önemli bir avantaj elde edilmiş olur. Ancak bu sistemin önemli bir dezavantajı, bir araştırma gemisinin kış tarafından çekilen kablo ve halatlarının pervaneler ve dümene dolanma ihtimalidir (King, 2004). Bir başka dezavantaj ise araştırma gemisinden istenen ve çalışma istasyonunda mevki tutmasıyla ilgili olarak dinamik pozisyonlama özelliği geleneksel tahrik sistemi ile tam olarak sağlanamaz (King, 2004).

Geleneksel pervane şaft sisteminin, araştırma gemilerinin bilimsel görev gereksinimlerine yönelik operasyonel ihtiyaçlarına daha uygun olmasını sağlamak için değişken açılı (pitch kontrollü) pervane sisteminin kullanılmaktadır (King, 2004). Değişken açılı pervane sistemi, karmaşık ve başlangıç maliyeti yüksek olsada araştırma gemisine neredeyse sıfır itme noktasından geminin nominal sürâtına kadar sonsuz hız değişimi sağlamaktadır (King, 2004). Kontrol edilebilen açılı bir pervane sistemi, araştırma gemisinin çalışma istasyonunda mevki tutmasıyla ilgili olarak

dinamik konumlandırma sisteminin bir parçası olmasına olanak sağlar. Birçok küçük boyutlu gemi tarafından, pitch kontrollü pervane sistemi kullanılmaktadır (King, 2004). Elde edilen tecrübeler pitch kontrollü pervane sistemin güvenilir ve işletme maliyetlerini önemli ölçüde artırmadığı yönündedir (King, 2004).

Pervanenin düşük hızdaki itme kuvvetini arttırmak için, pervanenin bir nozül içine yerleştirilmesi uygulamada kendine yer bulmaktadır (King, 2004). Bir araştırma gemisi için bilimsel göre gereksinimleri içerisinde çekme işlemi vasa, nozül içindeki pervane sistemi avantaj sağlayabilmektedir (King, 2004). Nozül içindeki pervane sisteminin dezavantajı ise, 10-12 knot sürâtdan sonra, nozulların mevcudiyetinin sürtünmeyi artırması ve seyir performansını düşürmesidir. Ancak nozulların varlığı, pervane ve dümeni darbelerden koruduğu ve kablo/halatların pervaneye dolaşma olasılığını azalttığı için tercih edilmektedirler (King, 2004).

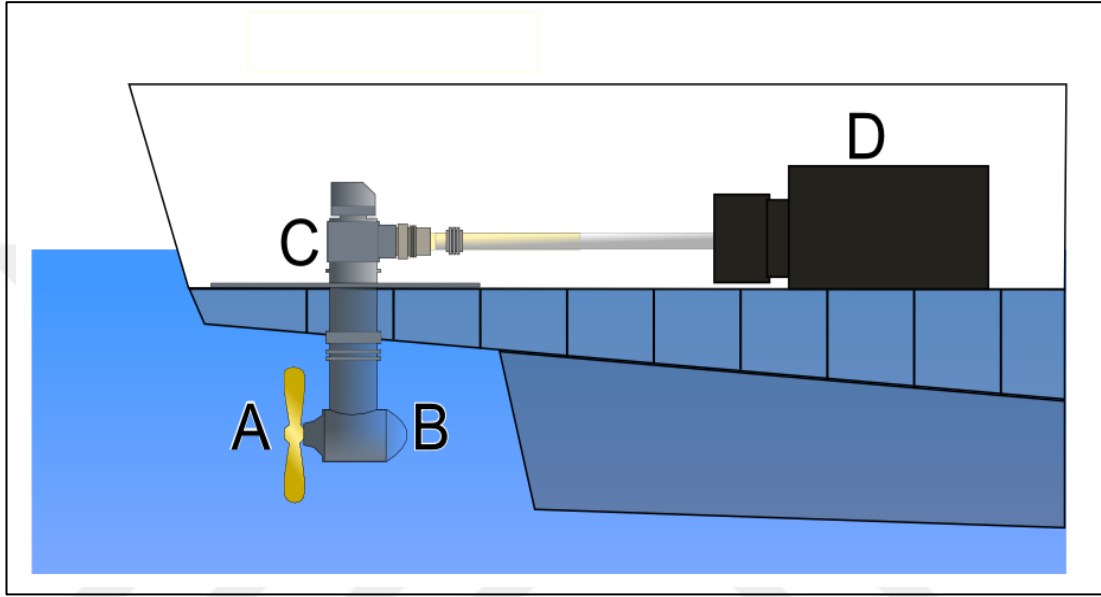
3.4.5.2 Su Jeti Tahrik Sistemi

Su jetleri küçük ve yüksek sürâtlı gemiler için bir dönem yoğun olarak kullanılmışlardır. Geminin sürâti 25 knot sürâtdan fazla olduğunda, su jeti sistemleri, geleneksel pervanelerden daha verimlidirler (King, 2004). Günümüzde su jetli tahrik sistemleri yavaş gitmesi istenen gemilerde de kullanılmaktadırlar. Su jetli tahrik sistemlerinde, geleneksel sabit açılı kanatçıklara sahip pervane gibi, çok düşük sürâtte itme seçeneği bulunmamaktadır (King, 2004). Ancak sabit açılı pervaneden farklı olarak, su jetli tahrik sistemleri, geri itme nozullarını kısmen kullanarak itme kuvvetlerini yumuşatıp bu sayede yavaş gidebilirler.

Su jeti kullanan gemiler sığ suda rahatlıkla kullanılabilirler. Su jetli bir gemi, itme sistemine zarar vermeden karaya veya tabana oturabilir (King, 2004). Su jeti tahrik sistemi, bir araştırma gemisinde kullanılabilecek diğer tahrik seçeneklerinden herhangi birine göre su altında bulunan dalgıçlara karşı güvenliliği ve kablo/halatlarına karışma olasılığı en düşük sistemdir (King, 2004).

3.4.5.3 Z-Tip Tahrik Sistemleri

Z-Tip tahrik sistemler, Z harfine benzeyen konfigürasyonları nedeniyle, motordan yatay, gövdeden dikey ve pervane göbeğinde tekrar yatay olarak (Şekil 3.21) konumlandırılmışlardır. Modern Z-tip tahrik sistemleri hali hazırda yardımcı sınıf gemilerde ve römorkör gemilerde tercih edilen itme sistemlerindendir (King, 2004).



Şekil 3.21 Z-Tip Tahrik Sistemi (King, 2004)

Z-Tip tahrik sistemlerinin ilk kurulum ve işletme/bakım maliyetleri, geleneksel pervane veya su jeti tahrik sistemlerinden daha yüksektir (King, 2004). Z-Tip tahrik sistemlerinde, sabit açılı kanatçıklar veya pitch kontrollü pervane versiyonları bulunabilir. Z-Tip tahrik sistemlerinde pervaneler nozul içinde veya açık olarak da bulunabilirler. Z-Tip tahrik sistemleri, itişlerini herhangi bir yöne döndürülebilirler ve monte edildikleri gemileri çok yönlü manevra kabiliyetine sahip hale getirebilirler. Yapılara gereği Z-Tip tahrik sistemlerinde dümen kullanılmaz. Bu kapsamda, bir araştırma gemisinin dinamik konumlandırması için en uygun sistemlerdendir (King, 2004).

Z-Tip tahrik sistemlerinin verimli ve etkili bir şekilde çalışması ve itici güçlerinin engellenmemesi için, gemi gövdesinin nispeten daha aşağılarında bulunmaları gerekir. Ancak bu durum özellekli küçük araştırma gemilerinde derin bir draft ve gövde altı uzantılar meydana getirir ki bunlar sığ sularda çalışmak için uygun koşullar değildirler

(King, 2004). Römorkörde olduğu gibi, Z-Tip tahrik sistemleri kış altına uygun bir şekilde yerleştirilip alt çarpmalarına karşı bir miktar korunma sağlanabilir, ancak bu çaba sistemin itme doğrultusundaki gücünü de azaltabileceğinden tasarım aşamasında dikkat edilmelidir (King, 2004).

3.4.5.4 Sikloidal İticiler

“Voith Schneider Propeller” (VSP) olarak da bilinen sikloidal pervanelerin kanatçıkları düşey doğrultuda yer alır. Bu kanatçıklar bir uçak kanadı gibi davranarak suda kaldırma kuvveti yaratırlar. Z-Tip tahrik sistemlerde olduğu gibi, sikloidal iticilerde de itişlerini herhangi bir yöne doğrultabilmelerinden ötürü dümen kullanılmaz (King, 2004). Sikloidal iticiler, gemi gövdesinin altına ve bir platform içine yerleştirilirler. Bu şekilde deniz tabanının olumsuz etkilerinden korunma sağlanmış olur. Sikloidal iticili gemiler nispeten derin drafta sahiptir, bu sebeple sığ sular için uygun sistemler değildirler (King, 2004). Dinamik konumlandırma sistemleri ve otomatik pilot sistemlerinde kullanıma uygun hale getirilebilirler. Sikloidal pervane sisteminin ilk kurulum ve işletme/bakım maliyetleri yüksektir. Sikloidal iticiler, günümüzde dünya çapında kullanılmaktadır, bu bakımdan son derece sağlam ve güvenilir sistemler oldukları kabul edilmektedir (King, 2004).

3.4.5.5 Yönlendirilebilir İticiler

Yönlendirilebilir itici sistemleri günümüzde birçok yüzer platformda kullanılmaktadır. Herhangi bir gövdeye montajları kolaylıkla yapılabilir. Geminin/platformun kış tarafına ya da gövdenin yan tarafına monte edilerek, bir nozul içindeki pervane vasıtasıyla suyu istenilen yöne iterek çalışırlar (King, 2004). Sığ suda yapılan çalışmalarda, dalgıçların kullanıldığı ortamlarda, kablo/halatla yapılan çalışmalar için uygun sistemlerdir. Dinamik konumlandırma sistemleri için de çok uygundurlar. Yönlendirilebilir iticiler nispeten yavaş ve verimi düşük olduklarından, asıl itici güç yerine yardımcı sistemler olarak kullanılmaktadırlar (King, 2004).

3.4.5.6 Tahrik Sağlayıcılar

Gemilerin itici sistemlerine güç sağlayanlar, dizel motor, gaz türbini veya elektrik motorudur. Çok iyi güç/ağırlık oranına sahip olması nedeniyle gaz türbini, özellikle bir su jeti ile birlikte yüksek sürâtlı gemilerde kullanılmaktadırlar (King, 2004). Gaz türbini, yüksek güç/ağırlık oranının bir seyir için önemli olmadığı bunun yanında düşük maliyetin bir seyir için önemli olduğu gemi projelerinde çok az uygulama bulmuşlardır (King, 2004). Bu nedenlerle araştırma gemilerinde kullanılmaları tercih edilmemektedir. Orta ölçekli ve küçük araştırma gemileri için daha çok dizel ve dizel elektrikli tahrik sistemleri kullanılmaktadır.

3.4.5.6.1 Dizel Tahrik Sistemleri. İticiye en yaygın güç sağlayıcılar doğrudan sisteme bağlanan dizel tahrik sistemleridir. En çok kullanılan sisteme bir örnek olarak, sabit açılı pervaneye sahip bir şafta bağlanmış ve redüksiyon dişlisiyle birleştirilmiş bir dizel motoru gösterilebilir. Bu sistemde öne veya arkaya doğru itme, kavrama ve redüksiyon dişlisi sayesinde gerçekleştirilir. Dizel motorun gavornörü, hız sinyalini kontrol ederek pervane itişini ve gemi sürâtını kontrol eder. Dizel motor, redüksiyon dişlisi ve şaft braketleri genellikle geminin ana gövdesine sabitlenirler (King, 2004).

Doğrudan tahrikli dizel motor/redüksiyon dişlisi kurulumu nispeten düşük maliyetli, montajı basit, güvenilir ve işletmesi kolay sistemlerdir. Daha önceden bahsedildiği gibi bir araştırma gemisinin düşük sürâtte yapması gerekli bilimsel görev gereksinimleri açısından bazı dezavantajlara sahiptir. Doğrudan dizel tahrikin hız kontrolü çoğu zaman pitch kontrollü pervane kullanılarak kolaylaştırılabilir. Değişken açılı kanatçıklara sahip bir pervaneye, itme yönü, pervanenin dönüş yönünü tersine çevirmek yerine pervane kanadı açılarının değiştirilmesi ile kontrol edilir. Böylece redüksiyon dişlisinin ters kavrama ve dişli kısmını kullanmaya gerek kalmaz.

Doğrudan tahrikli dizel motor, bir faundeyşına cıvatalanarak hizalama sağlanır. Motor faundeyşını, motorun ve redüktörün altında uzanır ve çoğu zaman şaft yataklarını destekleyen yapı ile bütünleşir. Faundeyşın ağır ve rijit bir yapıdır. Motor faundeyşını seyirde dahi tekne gövdesinin esnemesiyle tahrik sistemi ekipmanı arasındaki hizalamayı korumak için tasarlanmıştır. Ekipmanın birbirlerine ve tekne

yapısına doğrudan bağlanması, aynı zamanda, ekipman titreşimlerinin, burulma ve başka şekilde, birbirlerine ve geminin yapısı boyunca bir iletim yöntemine sahip olmaları anlamına gelir. Ekipman tasarımında ve seçiminde dikkatlice düşünülmezse, bu titreşimlerin diğer ekipmanların ömürlerine ve sağlıklı çalışmalarına zararlı etkisi olabilir. Titreşim konusu hem gemi içerisinde hem de çevre denizlerde gürültü şeklinde hissedilebilir. Bir araştırma gemisinde sevk sisteminden kaynaklı gürültü/titreşimi azaltmak için önceden tasarlanmış önlemler alınmış olmalıdır. Araştırma gemisinde bulunan mürettebat ve bilim insanları için yaşanabilir ve bilimsel görev gereksinimleri koşulların sağlanması gerekmektedir (King, 2004).

3.4.5.6.2 Dizel-Elektrikli Tahrik Sistemleri. Dizel-elektrikli tahrik sistemleri genellikle yüksek beygir gücüne sahip (1000 ve üzeri) olan büyük araştırma gemileri için tercih edilirler (King, 2004). Geçmişte, dizel-elektrikli kumanda sistemlerinin karmaşıklığı, bu sistemlerin küçük gemilerde uygulama bulmasına mani olmuştur. Ancak son teknolojik işlemler bu sorunun üstesinden gelmiştir. Hem geminin ihtiyacı olan elektriği hem de gemiyi hareket ettirmek için gerekli itici gücü sağlayan elektriği üreten dizel jeneratörlere sahip olmak mümkün olabilmektedir. Bu tür sistemlerde, itici gücü sağlayan bir elektrik motorudur. Tahrik motorları alternatif akım veya doğru akımla çalışıyor olabilirler. Doğru akım motorları daha küçük sistemlerde daha yaygındır. Elektirik motorunun itme gücü devir sayısı değiştirilerek sağlanır. Motorun ters yöne döndürülmesiyle geriye doğru hareket sağlanmış olur.

Doğru akımda motor voltajı değiştirilerek sürat kontrol edilir. Alternatif akım motor kurulumunda ise hız frekans değiştirilerek kontrol edilir. İki motor türünde de, sürat sıfır devirden motorun nominal devrine kadar sürekli olarak değişkendir. Bir araştırma gemisi için dizel-elektrik bağlantısını, diğer tüm özelliklerden daha çok öne çıkaran özelliği hassas olarak yapılabilen sürat kontrolüdür. Bu sistemde, doğrudan tahrikli dizel bir sistem gibi pitch kontrollü pervaneye veya redüksiyon dişlilerine ihtiyaç duyulmaz (King, 2004).

3.5 Nihai Tasarım

3.5.1 Araştırma Geminin Maliyet Analizi

3.5.1.1 Hesaplama Yöntemi

Orta ölçekli ve çok amaçlı bir araştırma gemisinin fizibilitesinin en önemli faöktörlerinden biri maliyet analizidir. Bir geminin maliyeti, gemiye sahip olacak kurum ve kuruluşların bütçe hesaplamalarının ana konusunu oluşturmaktadır.

Kurum ve kuruluşlar açısından, araştırma gemisinin, SWATH, monohull ya da katamaran tür bir gövdeden hangisi olacağı konusunda karar alırken, geminin maliyeti en önemli hususlardan birini oluşturacaktır. Bahse konu maliyet analizi, yeni bir gemi inşası mı yoksa kullanılmakta olan bir geminin dönüştürülerek kullanılması mı sorularına da açıklık getirebilecektir. Yeni gemi inşa ve kullanılmakta olan bir geminin dönüştürülerek kullanılması seçeneklerinin yanı sıra “refit” denilen ve ABD’de araştırma gemilerine uygulanan yarı ömür modernizasyonu da değerlendirmeye alınabilecektir.

Ülkelerin kısıtlı ham madde kaynakları, bu ülkelerin ilgisini denizlere çekmiş ve bilimsel çalışmalar için üretilmiş güvenli platformlara ihtiyaç doğmuştur. Bu kapsamda, araştırma gemileri, son yüzyılda tasarlanmaya başlanmış ve üretilmişlerdir (Rabalais, 2004). Araştırma gemileri olarak üretilene kadar, tüm araştırma gemileri, daha önce başka bir hizmette bulunan gemilerin araştırma gemisi şekline dönüştürülmesiyle kullanılmışlardır (Rabalais, 2004). Günümüzde de halen birçok gemi, araştırma gemisi olarak dönüştürülmekte ve kullanılmaktadır. Dönüşüm yapılacak gemilerin çoğunun boyları 30 metrenin altında olan ve genellikle yerel/kıyı bölgelerde kullanılan araştırma gemileridir (Rabalais, 2004).

Yapılan araştırmalar, mevcut bir geminin modifiye edilerek araştırma gemisi olarak kullanılmasının yeni bir gemi inşa etmekten daha ucuz olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda, dönüşüm maliyetlerinin, yeni bir gemi maliyetinin yaklaşık % 25'ine denk geldiği tespit edilmiştir (Rabalais, 2004). ABD San Diego Üniversitesi'ndeki Scripps Oşinografi Enstitüsü tarafından 1996'dan bu yana kullanımda olan R/V

Revelle isimli araştırma gemisi, yarı ömür modernizasyonu kapsamında 52 milyon dolarlık refit işlemine tabi tutularak, 15 ila 20 yıl daha hizmette kalması öngörülmüştür (Duffie, 2019). Bahse konu refit işlemi ile yeni bir araştırma gemisi inşa etmenin maliyeti olan 200 milyon dolardan tasarruf edilmesi hedeflenmiştir (Duffie, 2019).

Yeni inşa edilecek bir araştırma gemisinin, inşa standartlarına uygunluğun bakılması dahi yeni bir gemi için maliyet kalemlerinden biridir. Kullanılmakta olan bir geminin modifiye edilmesi, yeni gemi inşaatı sırasında ortaya çıkan malzeme maliyetinden de tasarruf yapılmasını sağlar. Kullanılmakta olan bir geminin değerlendirilmesiyle süre olarak uzun tasarım aşamalarından ve tersane süreçlerinin maliyetlerinden de kaçınılmış olmaktadır (Rabalais, 2004).

Kullanılmakta olan bir geminin, araştırma gemisine dönüşümünde, avantajların yanında dezavantajlar da mevcuttur. Örneğin, eski veya üretimi durdurulmuş makineler, bu gemilerde bakım maliyetlerini artırabilir. Eskiden kullanılmakta olan ancak halihazırda kullanılmayan asbest ürünlerinden yalıtımlar, eski güverte kaplamaları ve aydınlatma ekipmanlarının onarım ve tadilatlarının maliyeti yüksek olabilmektedir (Rabalais, 2004).

3.5.1.2 Gemi İnşa Maliyeti

Gemilerin inşa maliyetleri, inşada kullanılan ve temel malzeme olan çelik veya alüminyum miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Gemi gövdesinin monohull tür olması ve bu gövdeyi çelik kullanarak inşa etmek en düşük maliyetli üretim şekillerindendir. Monohull tür bir gemiye göre, SWATH ve katamaran tür gemi yapımı, yapılan araştırmalara göre yüzde 20 daha pahalıdır (Wiebe ve Hebert, 2005). Gemi inşasında çelik yerine alüminyum kullanılması maliyeti arttırmaktadır. Alüminyum kullanılırken gemi türünün SWATH veya katamaran olması da maliyeti daha da fazla arttırmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) Üniversite Ulusal Oşinografik Laboratuar Sistemi (UNOLS) tarafından, okyanus sınıfı bir araştırma gemisi için 2004 yılında bir fizibilite çalışması yapılmıştır (UNOLS, 2004).

Fizibiliteye konu olan gemi için bilimsel görev gereksinimleri olarak aşağıda bulunan kıstaslar getirilmiştir:

Barınma	20 Mürettebat ve 20-25 Bilim İnsanı
Seyir Sığıması	11 Knot seyir sürâtinde 10.800 NM
Seyir Sürâti	4 deniz durumunda 12 Knot
Denizcilik	5 deniz durumunda bilimsel çalışma yapabilme
Bilimsel Ekipman	200 Ton değişken + 200 Ton sabit bilim yükü
Dinamik Konum	35 Knot rüzgar ve 2 Knot deniz akıntısında sabit durabilme

Yapılan maliyet analizde, monohull tür gemi için 60 milyon dolar, SWATH tür gemi için 70 milyon dolar ve Katamaran tür gemi için ise 85 milyon dolar gemi inşa maliyeti hesaplanmıştır (UNOLS, 2004) (Tablo 3.7). Daha önceki yıllarda yeni inşa edilen araştırma gemi maliyetlerine ilişkin bilgiler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.7 2400 Tonluk araştırma gemisi inşa maliyeti (UNOLS, 2004)

2400 ton Deplasmanlı Gemi	Monohull Tür	SWATH Tür	Katamaran Tür
Gemi Maliyeti (\$)	60.000.000	70.000.000	85.000.000

Tablo 3.8 Gerçekleşen araştırma gemileri inşa maliyetleri (UNOLS, 2004)

	Sözleşme Bedeli (\$)	Deplasman (Ton)	Lightship ağırlığı (Ton)	Sözleşme bedelinin lightship'e oranı (\$)
Monohull				
NOAA FRV	43.000.000	2.439	1.810	29.211
AGOR 24	40.700.000	3.315	2.226	28.486
TAGS 60	53.900.000	4.800	2.970	30.000
TAGS 63	55.682.817	4.800	2.970	27.536
TAGS 64	60.854.922	4.800	2.970	28.366
TAGS 65	62.980.196	4.800	2.970	28.502
ORTALAMA			1.843	28.683
Okyanus Sınıf Araştırma Gemisi	52.863.344			
SWATH				
Kilo Moana	49.000.000	2.512	2.014	30.820
Okyanus Sınıf Araştırma Gemisi	62.071.734			

3.5.1.3 Gemi İşletme Maliyeti

ABD Üniversite Ulusal Oşinografik Laboratuar Sistemi (UNOLS) açık deniz (okyanus) tipi AGOR sınıfı bir gemi için yapılan araştırmada, monohull tür araştırma gemi için 20.145 dolar, SWATH tür araştırma gemisi için 21.184 dolar ve katamaran tür araştırma gemisi için ise 21.824 dolar işletme maliyeti hesaplanmıştır (Office Naval Research²⁹, 2004) (Tablo 3.9).

²⁹ ONR

Tablo 3.8 Gerçekleşen araştırma gemileri inşa maliyetlerine örnekler (ONR, 2004)

Maliyet Kalemleri	Monohull Türü (\$)	SWATH Türü (\$)	Katamaran Türü (\$)
Personel	2.756.310	2.756.310	2.756.310
Bakım/Onarım	721.174	785.083	745.584
Yakıt/yağ	692,995	883.208	1.099.200
Toplam Maliyet	5.734.734	6.030.440	6.212.780
Günlük İşletme Maliyeti (285 Gün için)	20.145	21.184	21.824

“Aurora Borealis Projesi” adı altında, Avrupa Birliği (AB) için yapılan bir çalışmada, işletme maliyeti adı altında yedi madde tespit edilmiş ve bu maddelerin işletme maliyetine oranları belirlenmiştir (Weber, 2009) (Tablo 3.10). Belirlenen maliyet kalemlerinden “helikopter maliyetleri”, çevre denizlerimizde kullanılacak bir araştırma gemisi için göz ardı edilerek altı madde dikkate alınmıştır.

Tablo 3.10 Araştırma gemileri işletme maliyetleri oranı (Weber, 2009)

İşletme Maliyetini Oluşturan Konular	Yüzdesi (%)
Yakıt Harcaması	44
Personel Giderleri	19
Geminin bakım/onarımları	11
Bilimsel cihaz/makinaların bakım/onarımları	13
Yönetim giderleri	3
Diğer giderler	10

3.5.1.3.1 Yakıt Maliyetleri. Yakıt maliyetleri, bir araştırma gemisinde işletme maliyetlerinin en önemli bölümünü temsil etmektedir. Aurora Borealis Projesi kapsamında yapılan çalışmada işletme maliyetlerinin yüzde 44 oranında yakıt harcamasının oluşturduğu tespit edilmiştir (Weber, 2009). Yakıt maliyetleri tahmin

edilmesi en zor olan işletme maliyetlerinden biridir. Çünkü toplam yakıt maliyeti üç kısıtasa bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Bunlar; yakıtın kategorisi, yakıtın fiyatı ve seyirdeki yakıt tüketimidir.

3.5.1.3.2 Personel Giderleri. Personel maliyeti, işletme maliyetleri arasında en yüksek ikinci kalem olarak tespit edilmiştir. Personel maliyeti, iki ana unsurdan etkilenmektedir. Bunlar, mürettebatın sayısı ve maaşlarının seviyesidir. Mürettebat arasında, görev dağılıma bağlı olarak değişen maaş oranları bulunmaktadır.

3.5.1.3.3 Geminin Bakım/Onarım Maliyetleri. Geminin bakım/onarım maliyetleri zamanın bir fonksiyonu olarak geminin teknik özelliklerinden ve coğrafi faaliyet alanına göre değişmektedir. Geminin görevde kaldığı süre de maliyetleri etkilemektedir.

3.5.1.3.4 Bilimsel Cihaz/Makinaların Bakım/Onarım Maliyetleri. Her bilimsel cihaz/makinaların farklı ömür döngüleri bulunduğundan, bilimsel ekipmanları bakım maliyetlerinin tespit edilmesinde zorluklarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan, buradaki zorluğun üstesinden gelmek için bakım maliyetlerinin, bilimsel ekipmanın ilk yatırım maliyetinin bir yüzdesine eşdeğer bir miktar olarak tahmin edilmesi düşünülmüş ve tespit edilmiştir (Weber, 2009). Bilimsel cihaz/makinaların bakım/onarım maliyetlerinin oranı tespitinde ülkeler bazında değişik oranların kullanılmaktadır (Weber, 2009). Örneğin, Hollanda'da, Hollanda Kraliyet Deniz Araştırmaları Enstitüsü tarafından yüzde 14'lük bir oran, Norveç'te ise yüzde 8'lik bir oran kullanılmaktadır (Weber, 2009).

3.5.1.3.5 Yönetim giderleri. Yönetici birim, geminin teknik yönetiminden ve işletmesinden sorumlu olan karadaki organizasyondur (Weber, 2009). Çalışma kapsamı, mürettebatın işe alınmasını, geminin düzenli servis ve bakım aralıklarıyla sözleşmesini ve diğer tüm idari prosedürleri vermeyi içermektedir.

3.5.1.3.6 *Diğer giderler*. Diğer giderler adı altında yer alan maliyetler işletme maliyeti içerisinde, yüzde 10'luk dilimi oluşturmaktadır. Diğer giderlerin içerisinde aşağıdaki kalemler yer almaktadır:

- Kıyıdaki denetim
- Mürettebat değişikliği (konaklama ve uçuşlar)
- Sigorta
- Liman masrafları
- İletişimin maliyeti
- Taşıma maliyetleri

Bu unsurların her biri, lojistik açıdan önemli olsa bile, genel bütçenin yalnızca bir kısmını temsil etmektedir. İşletme maliyetlerini tespit etmenin zorluğu sebebiyle, “diğer giderler” kaleminin oluşturulması ve genel işletme maliyetinin yüzde 10 oranına karşılık geldiği belirtilmiştir (Weber, 2009).

BÖLÜM DÖRT

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsüne bağlı Koca Piri Reis Araştırma Gemisinin aktif görevdeki 40. yılını doldurmasının ardından, ekonomik kullanım ömrü sebebiyle, yeni bir araştırma gemisi için çalışma başlatılmıştır. Bu kapsamda, Dokuz Eylül Üniversitesinin yeni bir araştırma gemisi için yapılacak olan fizibilite çalışmalarına esas olmak üzere SWATH türü araştırma gemisinin kamusal alan başta olmak üzere, çevre denizlerimizde kullanılabilecek bir araştırma gemisinin monohull, SWATH ve katamaran tür olarak gövde formları görev gereksinimleri bakımından incelenmiştir.

Bilimsel görev gereksinimleri başta olmak üzere, araştırma gemisinin gövde türü seçiminde kullanılmak üzere bir matris (Tablo 4.1) oluşturulmuştur.

Tablo 4.1 Uyumluluk matrisi

Değerlendirme Kriterleri	Monohull	SWATH	Katamaran
İnşa Maliyeti	Düşük	Yüksek	Yüksek
İşletme Maliyeti	Düşük	Yüksek	Yüksek
Liman Kullanımı	Uygun	Sınırlı	Uygun
5 Deniz Durumunda Bilimsel Çalışma Yapabilme Yeteneği	Uygun Değil	Uygun	Uygun
Bilimsel Yüklerin Artışı	Uygun	Sınırlı	Sınırlı
Yılda Bilimsel Çalışma Yapılabilecek Gün sayısı	Uygun	Uygun	Uygun
Karadeniz	257	345	301
Ege Denizi	231	306	268
Akdeniz	267	301	284

Matris incelendiğinde, “Küçük Su Hattı Alanlı İkiz Tekne (KSAİT)” konseptinde orta ölçekli çok amaçlı bir araştırma gemisinin, ekonomik yönden maliyetinin ve

işletmesinin yüksek olduğu ve bilimsel araştırmalar açısından ise çok amalılığı sağlayabilecek yk artışına izin vermediği tespit edilmiştir.

Ekonomik yönden inşa ve işletme maliyeti yüksek bir geminin, sürdürülebilir bir gelir/gider dengesiyle işletilebilmesi için, kendisinden beklenen performansın yanısıra, gemiyi işleten kurum ve kuruluşların yeterli sayıda bilimsel araştırma yapabilmesi ve bu çalışmalara maddi kaynak bulabilmesine bağlıdır.

Bir araştırma gemisinden istenen performansın alınıp alınmadığının bir lş olarak, geminin yıllık seyir süresi önemli bir faktördür. Bu kapsamda, Avrupa’da 141 gün, Amerika Birleşik Devletleri’de 200 gün ve ülkemizde 118 gün olan seyir süresi değerlendirildiğinde, ülkemizdeki denize ilişkin araştırmaların diğer ülkelerin gerisinde kaldığı görülebilir.

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsüne bağlı Koca Piri Reis Araştırma Gemisi merccek altında alındığında, son on yıllık ortalama seyir sresinin 119 olduğu eldeki arşiv bilgilerinden tespit edilmiştir.

SWATH tür gemiler, dalgalı denizde dikey yönde ivmelenmesinin monohull ve katamaran türü gemilere göre daha az olması, denize ilişkin alanda araştırma yapan ve asıl mesleği denizci olmayan bilim insanları için büyük bir konfor sunmaktadır. Bu kapsamda, gerek bilim insanlarının gerekse yapılan bilimsel araştırmanın dalgalı denizden etkilenmesini en aza indirmek adına, SWATH tür araştırma gemileri inşa edilmekte ve kullanılmaktadırlar. Ülkemiz evre denizlerinde, 2 ila 4 metre dalga yüksekliğinin altındaki gün sayısı ortalama 250 gündür. Ortalama 118 gün denizde bilimsel çalışma yapmak için, ekonomik yönden inşa ve işletme maliyeti yüksek bir geminin temin edilmesi maliyet etkin değildir.

Oşinografik araştırma gemileri için görev gereksinimlerini karşılamak adına yukarıda belirtilen avantajlar, dezavantajlardan daha ağır basmaktadır. SWATH tür gemilerin denizdeki hareketleri, büyük monohull tür bir gemiye eşdeğer olabilmektedir. Artan i hacim ve geniş güverte alanı SWATH tür gemi tasarımlarını

küçük ve orta düzey araştırma gemileri için benzersiz kılmaktadır. Ağırlık değişimlerine hassasiyet bir dezavantaj olasa da dikkatli bir tasarım ve kullanım konseptiyle bu sorun aşılabileceği belirtilmektedir (Dinsmore, 2004). SWATH tür gemilerin ticari piyasada inşa edilmeleri ve yaygınlaşmaları bu gemiler hakkında deneyimin artmasını sağlayacaktır. Bilimsel araştırma yapan kurum ve kuruluşların yüksek performans ve optimum büyüklükteki gemilere erişim isteği SWATH tür gemilerin yaygınlaşmasını sağlayabilecektir.



KAYNAKLAR

- Altunsaray, E., Neşer, G., Gürsel, K.T., Ünsalan, D., Taner, M. ve Önal, M. (2018). Araştırma gemisi işletim modelleri hakkında karşılaştırmalı bir analiz. *III. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı*. 20 Ekim 2019, <http://3udbk.deu.edu.tr/assets/3udbkkitap.pdf>.
- Bill, B. (2019). Wing foils below waterline. 12 Mayıs 2019, <https://www.boatdesign.net/threads/wing-foils-below-waterline.42773/>.
- Boericke, H. (1962). *Sub-surface craft*. U.S. Patent No. 3,063,397. 12 Mayıs 2019, <https://patentimages.storage.googleapis.com/60/96/d4/3f191063f9bc76/US3063397.pdf>.
- Bondarenko, O.V. Boiko. A.P., Seropyan, I.R., (2013). Determination of the main characteristics of the small waterplane area twin hull ships at the initial stage of design, *Polish Maritime Research*, 20 (77). 24 Kasım 2019, <https://content.sciendo.com/downloadpdf/journals/pomr/20/1/article-p11.pdf>.
- Byers, K., Gilmour M. ve O'Brien, T. (2009). *Arctic Patrol Vessel*. 11 Ekim 2019 <https://pdfs.semanticscholar.org/33dd/e8c6501b6cb9f7da0130b308b8f868c120de.pdf>.
- Collins, C. (2014). *Typhoon generated surface gravity waves measured by nomad-type buoys*. 26 Ağustos 2019, <https://pdfs.semanticscholar.org/7824/16ca58de230777397c417cbfbf95232d9fc2.pdf>.
- Creed, F. G. (1946). *Vessels or floating structures for aircraft*. U.S. Patent No. 2,405,115. 12 Mayıs 2019, <https://patentimages.storage.googleapis.com/41/c1/d5/b256c22187f2fe/US2405115.pdf>.

Danışman, İ. K. ve Yalçın, E. (2012). Türkiye araştırma gemileri teknik özellikleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 29 (2), 77-85.

Danışman, İ. K. ve Yalçın, E. (2012). Türkiye'deki kamu araştırma gemilerinin işletmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 29 (2), 87-93.

Dinsmore, R. (2004). *Small SWATH research vessel*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

Djatkiko, E. B. (1992). *Hydro-structural studies on SWATH type vessels*. Doktora Tezi, University of Glasgow, İskoçya.

Docplayer, (b.t.). *Gemi stabilitesi*. 10 Aralık 2019, <https://docplayer.biz.tr/26404710Gemi-stabilitesi-baslangic-stabilitesi-gm-statik-stabilite-gz-o-egrise-dinamik-stabilite-gz-o-egrise-altinda-kalan-alan.html>.

Duffie, W. (2019). *Office of Naval Research*. 14 Mayıs 2019, <https://www.onr.navy.mil/en/Media-Center/Press-Releases/2019/2019-Roger-Revelle-Midlife-Refit>.

European Science Foundation, (2007). *European Ocean Research Fleets: Towards a common strategy and enhanced use*. 18 Kasım 2019, http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/OFWG_report2.pdf.

Flickriver, (b.t.). *Halcyon*. 27 Ekim 2019, <https://www.flickriver.com/groups/swath/pool/>.

Goad, L. (2009). *Scheduling ships in the US academic research fleet*. 14 Eylül 2019, <https://www.noao.edu/nsf/presentations/NEON/TUN11%20GOAD%20ship%20scheduling%20process.pdf>.

Grannemann, F. (2015). *SWATH- A new concept for the Safety and Security at Sea*. 10 Haziran 2019, https://www.researchgate.net/publication/319167253_SWATH-_A_new_concept_for_the_Safety_and_Security_at_Sea/link/5a20cbcd4585158865c51710/download.

Gupta, S.K. ve Schmidt. (1986). Developments in SWATH technology. *Naval Engineers Journal*, 3 (98), 171-188.

Husodo, A. (b.t). *Ship classification and types*. 24 Kasım 2019, <https://www.slideshare.net/ikhulsys/2-ship-classification-and-types>.

Inouye, B. (b.t). *Wave motion models*. 21 Eylül 2019, https://manoa.hawaii.edu/sealearning/media_colorbox/2369/media_original/en.

Interagency Working Group on Facilities, (2007). *Federal oceanographic fleet status report*. 10 Ekim 2019, https://www.unols.org/sites/default/files/2007federal_ocean_fleet.pdf.

International Institute of Marine Surveying. (2018). *Ad hoc marine designs unveils 41m SWATH crew transfer vessel*. 13 Kasım 2019, <https://www.iims.org.uk/ad-hoc-marine-designs-unveils-41m-swath-crew-transfer-vessel/>.

King, B. (2004). *Propulsion*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

Leer., J.V. (2004). *Multihull-catamarans*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

Lundborg, C. G. (1880). *Shape of aft part*. U.S. Patent No. 234,794. 12 Mayıs 2019, <https://patentimages.storage.googleapis.com/1e/1a/24/971f4963ccfbda/US234794.pdf>.

Medaković, J., Dario, B., Blagojević, B. (2013). A comparison of hull resistances of a monohull and a SWATH craft. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 2 (4), 158-159.

Morales, A. (2011). *SWATH advanced Vessels solutions*. 02 Kasım 2019, <https://www.scribd.com/document/355489587/Morales-SWATH>.

Morin, P. (2018). *Activities of the French oceanographic fleet in the Mediterranean Sea (2011-2017)*. 19 Kasım 2019, [http://www.ervo-group.eu/np4/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=43&fileName=Pr_sentati_on_ERVO_Malta_0618.pdf](http://www.ervo-group.eu/np4/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=43&fileName=Pr_sentati_on_ERVO_Malta_0618.pdf)

Myworldweb. (2009). *Cloud X*. 12 Kasım 2019, <https://www.myworldweb.com/boating/2009/swath-ships/swath-ships.html>.

Oral, E., Pabuşcu, M. ve Sultansu E. (2017). *Türkiye ve yakın çevresindeki limanların karşılaştırmalı analizi*. 11 Kasım 2019, https://www.researchgate.net/publication/320697151_Turkiye_ve_Yakin_Cevresindeki_Limanlari_Karsilastirmali_Analizi.

Özhan, E., ve Abdalla, S. (1999). *Türkiye Kıyıları için Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası*. Ankara: ODTÜ.

Özsoy, E. (2016). *Deniz çevresi / deniz bilimleri durum tespiti*. 23 Ekim 2019, <http://kudenfor.ku.edu.tr/wp-content/uploads/2016/01/Deniz-Bilimleri.docx>.

Pattison, H., ve Sheridan, D., (2004). *Human performance factors and measures in hull form selection*. 12 Ekim 2019, <https://pdfs.semanticscholar.org/86c2/0973c830522f67c951bc63fd69ed8c460267.pdf>.

Rabalais, S. (2004). *Conversion and new construction*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

Roland, D. (2008). *US reseach vessel program*. 16 Temmuz 2019, [http://www.ervo-group.eu/np4/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=13&fileName=USA.pdf](http://www.ervo-group.eu/np4/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=13&fileName=USA.pdf).

Sariöz, K., Narli, E., (2005). Effect of criteria on seakeeping performance assessment. *Ocean Engineering*, 32 (10), 1161-1173.

Schellenberger, G. (b.t). *SWATH technology, advanced SWATH design methods*. 14 Kasım 2019, <http://mari-tech.org/wp-content/uploads/2011/11/03%20-%20swath%20technology%20small%20waterplane%20area%20twin%20hull.pdf>.

Technical specifications of DEU Çakabey Seismic Research Vessel. (2008). Dokuz Eylül University, İzmir.

Topsoy, F. (2011). *Denize ilişkin bilimsel araştırmalar (MSR) ve Türkiye*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Türkiye Ulusal Deniz Araştırma Stratejisi Belgesi Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (2014, 2 Ekim). Resmi Gazete (Sayı: 29137). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141002-4.htm>

UNOLS (2003). *Regional class research vessel science mission requirements*. 14 Mayıs 2019, https://www.unols.org/sites/default/files/rcsmr_version1_0.pdf.

UNOLS (2004). *2004 UNOLS Annual Meeting Appendix V - ONR Update Ocean Class* AGOR. 20 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/200410rvoap07.pdf>.

UNOLS (2006). *Navy supports of UNOLS*. 19 Nisan 2019, https://www.onr.navy.mil/-/media/Files/history/nrac-reports/2006_brief_unols.ashx?la=en.

Varela, J.M. ve Soares, C.G., (2011). *Interactive simulation of ship motions in random seas based on real wave spectra*. 10 Aralık 2019, https://pdfs.semanticscholar.org/c5f7/6591688eb89ec7420b5b3e3b1edddaf547bf.pdf?_ga=2.204885843.232448603.1577384230-2032127521.1566539857.

Waterhouse, J. (2004). *Sea keeping*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

Weber, J. (2009). *Deliverable 4.1 verified estimates on future running cost escalation, crewing and support of the vessel, european research icebreaker consortium Aurora Borealis*. 12 Eylül 2019, http://archives.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/ericon_del_4-1.pdf.

Wiebe, P. ve Hebert, D. (2005). *UNOLS letter*. 08 Ekim 2019, https://www.unols.org/sites/default/files/RADMCohen_letter_Mar72005.PDF.

Wikimedia, (b.t.). *SWATH pilot boat and bulk carrier*. 12 Kasım 2019, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SWATH_pilot_boat_and_bulk_carrier.jpg.

Wikipedia, (b.t.). *Duplus*. 12 Kasım 2019, <https://en.wikipedia.org/wiki/Duplus>.

Wikipedia,	(b.t.).	<i>Kaimalino.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Kaimalino .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Kilo moana.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/RV_Kilo_Moana_(T-AGOR-26) .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Planet.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Planet_(research_ship) .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Radisson Diamond.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Radisson_Diamond .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Sea Shadow.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Sea_Shadow_(IX-529) .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Skrunda class patrol boat.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Skrunda-class_patrol_boat .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Susitna.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Knik_Arm_ferry .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Victorious.</i>	12	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/USNS_Loyal_(T-AGOS-22) .					
Wikipedia,	(b.t.).	<i>Wind wave.</i>	21	Kasım	2019,
https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_wave .					
Wolff, D.	(2004).	<i>Monohulls.</i>	23	Ağustos	2019,
https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf .					

Wu, J.Y. (1985). *SWATH vertical motions with emphasis on fixed fins control*. Doktora Tezi, Glasgow Üniversitesi, Glasgow.

Yaakob, O. (2006). *Development of a semi-swath craft for malaysian waters*. 07 Haziran 2019, <http://eprints.utm.my/id/eprint/2642/1/74204.pdf>.

Yagle, J. (2004). *Stability*. 23 Ağustos 2019, <https://www.unols.org/sites/default/files/UNOLS%20Small%20Research%20Vessel%20Compendium.pdf>.

