

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**BİR GEMİNİN KAVRAMSAL TASARIMI SÜRECİNDE
KALİTE FONKSİYONU GÖÇERİMİ VE ANALİTİK
HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞİK
KULLANIMI**

Yüksek Lisans Tezi

ERÇİN GÖKSU

İSTANBUL, 2019

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ**

**BİR GEMİNİN KAVRAMSAL TASARIMI
SÜRECİNDE KALİTE FONKSİYONU GÖÇERİMİ
VE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ
YÖNTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞİK KULLANIMI**

Yüksek Lisans Tezi

ERÇİN GÖKSU

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. GÜL TEKİN TEMUR ASLAN

İSTANBUL, 2019

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tezin Adı: Bir Geminin Kavramsal Tasarımı Sürecinde Kalite Fonksiyonu Göçerimi ve
Analitik Hiyerarşi Sürecinin Bütünleşik Kullanımı
Öğrencinin Adı Soyadı: Erçin GÖKSU
Tez Savunma Tarihi: 29.05.2019

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi Yücel Batu SALMAN
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Yaman Ömer ERZURUMLU
Program Koordinatörü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Alper CAMCI

Üye
Doç. Dr. Hür Bersam BOLAT

TEŞEKKÜR

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan anne ve babama; çalışmama yaptığı katkılardan dolayı Haldun Doğu'ya, Muharrem Samanlı'ya, Kayhan BİLEKDEMİR' e ve Ömer BALTA'ya; çalışmamın bütün aşamalarında tüm zorlukları benimle göğüsleyen, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve desteğini her zaman arkamda hissettiğim eşim Aysel Göksu'ya, kendilerine ayırdığım kısıtlı zamanı hoşgörüyle karşılayan çocuklarım Derin ve Doruk'a teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında kıymetli bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Gül Tekin Temur ASLAN'A teşekkür ve saygılarımı sunarım.

İstanbul, 2019

Erçin GÖKSU

ÖZET

BİR GEMİNİN KAVRAMSAL TASARIM SÜRECİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNİN BÜTÜNLEŞİK KULLANIMI

Erçin GÖKSU

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mühendislik Yönetimi Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN

Mayıs 2019, 63 Sayfa

Yatırımcıların ve kullanıcıların gereksinimlerini karşılayan bir ticari gemi tasarımı yapmak çok sayıda farklı disiplinin bir araya geldiği, ileri düzeyde bir uğraş gerektirir. Tasarım; ekonomik, teknolojik, tasarım standartları ve kural koyucularını şart koştuğu regülasyonlar, fiziksel ve fonksiyonel ihtiyaçlar gibi birbiriyle çatışan faktörlerin bulunduğu bir belirsiz ortamda başlar. Tasarım standartları ve kural koyucuların regülasyonlarının başarıyla karşılanması, yatırımcı ve son kullanıcının gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalabilir. Bu nedenle, sadece teknik kural ve regülasyonlara uyan bir tasarım yapmaktan öte, kullanıcıların tercihlerini ve gereksinimlerini ön sıraya alan sistematik bir tasarım çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, ticari bir geminin kavramsal tasarım sürecinde müşterinin gereksinimlerini göz önüne alarak beklentilerini azami seviyede karşılamak için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve kalite fonksiyon göçerimi (KFG) tekniğini birlikte kullanılmaktadır. Yapılan örnek bir vaka çalışması sonucunda, ileri mühendislik ve simülasyon yazılımları kullanımı, sevk sistemi çözümleri, ana boyutların, hız/güç ve tekne formunun optimizasyonu birincil derecede öne çıkan müşteri gereksinimleridir. Hızlı yük elleçleme sistemleri, geniş ve konforlu yaşam mahalleri ve çok çeşitli yüklerini taşıyabilmek ise müşteri gereksinimi açısından son sırada çıkan gereksinimlerdir.

Anahtar Kelimeler: Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Gemi Kavramsal Tasarım Süreci

ABSTRACT

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) INTEGRATION IN A SHIP CONCEPT DESIGN PROCESS

Erçin GÖKSU

Natural and Applied Sciences

Institute Engineering Management Master of Science Program

Thesis Advisor: Ass. Prof Gül Tekin TEMUR ASLAN

May 2019, 63 Pages

Designing a commercial ship that meets the needs of investors and operators requires an advanced level of engagement, with many and different disciplines coming together. Design begins with an uncertain environment where there are conflicting factors, such as physical, functional, and regulatory requirements that require economic, technological factors, design standards and regulations. To meet design standards and regulations can be insufficient to meet the needs of the investor and operators. Therefore, there is a need for a systematic design framework that prioritizes the preferences and requirements of users, rather than simply fits the technical rules and regulations.

In this study, Analytic Hierarchy Process (AHP) and quality function propagation (QFD) technique are used together to meet the expectations of the customer in the conceptual design process of a commercial ship in order to maximize their expectations. As a result of a case study, A, B, C are the primary requirements of the user. Fast cargo handling systems, large and comfortable living spaces for crew and ability to carry various type of cargoes are the last requirements in terms of customer requirements.

Keywords: Quality Function Deployment (QFD), Analytic Hierarchy Process (AHP), Ship Concept Design Process

İÇİNDEKİLER

TABLolar	IX
ŞEKİLLER	X
KISALTMALAR	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. TEZİN AMACI	2
1.2. KULLANILAN YÖNTEM.....	2
1.3. TEZİN İÇERİĞİ	3
2. GEMİ TASARIM SÜRECİ	4
2.1. TASARIMIN AMACI	4
2.2. GEMİ TASARIM SÜREÇLERİ	5
2.2.1. Kavramsal Tasarım	5
2.2.2. Kontrat Tasarımı	6
2.2.3. Detay Tasarım	6
2.3. TASARIMIN DOĞASI.....	6
2.4. TASARIMIN KARARLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	7
2.5. TASARIM STANDARTLARI.....	8
2.6. TASARIM FELSEFESİ	8
2.7. GEMİ TASARIM FELSEFESİNDEKİ KİLOMETRE TAŞLARI	9
3. LİTERATÜR TARAMASI.....	11
4. KARAR VERME SÜRECİ.....	13
4.1. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	15
4.1.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi	16
4.1.2. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	16
4.1.3. TOPSIS	17
4.1.4. ELECTRE.....	18
4.1.5. Analitik Hiyerarşi Prosesi	22
5. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ.....	26
5.1. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN TARİHÇESİ.....	26
5.2. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN TANIMI.....	28
5.3. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ METODOLOJİSİ	29

5.4.	KALİTE EVİ.....	30
5.4.1.	Müşteri Gereksinimlerini Toplanması.....	31
5.4.2.	Müşteri Gereksinimlerinin Önemini Derecelendirmek.....	31
5.4.3.	Rakip Ürünler İçin Müşteri Değerlendirmesi Yapılması.....	32
5.4.4.	Teknik Gereksinimleri Belirlenmesi	33
5.4.5.	İlişki Matrisinin Derecelendirilmesi.....	33
5.4.6.	Teknik Gereksinimler Arası İç İlişkinin Derecelendirilmesi.....	34
5.4.7.	Teknik Gereksinimlerin Mutlak ve Bağlı Önem Değerlerinin Hesaplanması	35
5.4.8.	Teknik Gereksinimler İçin Hedef Performans Değerlerinin Belirlenmesi.....	36
5.5.	KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN GÜÇLÜ ZAYIF YÖNLERİ	36
5.6.	AHP YÖNTEMİNİN KFG METODUNDA KULLANIMI.....	37
6.	UYGULAMA	38
6.1.	UYGULAMANIN YÖNTEMİ VE İÇERİĞİ	38
6.2.	KAVRAMSAL TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ.....	39
6.3.	KRİTERLERİN NİSBİ ÖNEM ÖLÇEĞİNİN BELİRLENMESİ.....	44
6.4.	KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI VE ÖNEM SIRALARININ BELİRLENMESİ.....	45
6.4.1.	Ana Kriterler Bakımından İkili Karşılaştırma Matrisi	46
6.4.2.	İnşa Süreci Verimliliği Ana Kriterine Ait Alt Kriter	47
6.4.3.	İşletme Süreci Verimliliği Alt Kriterleri Karşılaştırma Matrisi.....	48
6.4.4.	Güvenilirlik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Matrisi	49
6.4.5.	Güvenlik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Matrisi	50
6.4.6.	Çevresel Kriterler Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Matrisi.....	51
6.4.7.	Teknik Performans Alt Kriterleri İkili Karşılaştırma Matrisi.....	52
6.5.	KARAR VERME KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	53
6.6.	KALİTE EVİNİN OLUŞTURULMASI	55
6.6.1.	Müşteri Gereksinimlerini Kısmının Oluşturulması.....	55
6.6.2.	Müşteri Gereksinimlerinin Önemini Derecelendirilmesi.....	55
6.6.3.	Teknik Gereksinimleri Belirlenmesi	55
6.6.4.	İlişki Matrisinin Derecelendirilmesi.....	58

6.6.5.	Korelasyon Matrisinin Belirlenmesi.....	59
6.6.6.	Teknik Gereksinimlerin Mutlak ve Bağıl Önem Dereceleri	60
6.6.7.	Kalite Evi	61
7.	ÖZET VE SONUÇLAR.....	62
	KAYNAKÇA	64



TABLÖLAR

Tablo 3.1:Bütünleşik AHP-KFG Konusunda Yapılmış Çalışmalar	11
Tablo 4.1:ÇKKV Kategorileri.....	14
Tablo 4.2:AHP Önem Skalası	23
Tablo 6.1:Kavramsal Tasarım Kriterleri ve Ağaç Yapısı	40
Tablo 6.2: Ankete Katılan Uzmanların Tecrübe ve Pozisyon Tablosu.....	45
Tablo 6.3:Ana Kriterler İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi	46
Tablo 6.4:İnşa Süreci Verimliliği İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi	47
Tablo 6.5:İşletme Süreci Verimliliği İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi.....	48
Tablo 6.6: Güvenilirlik Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi.....	49
Tablo 6.7:Güvenlik Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi	50
Tablo 6.8:Çevresel Kriterler için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi	51
Tablo 6.9:Teknik Performans Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi	52
Tablo 6.10:Kriterlerin Öncelikleri ve Sıralaması.....	53

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Dizayn Spirali (Evans,1959).....	7
Şekil 2.2: Gemi Tasarımının Gelişiminde Kilometre Taşları	9
Şekil 4.1:AHP Hiyerarşi Modeli	22
Şekil 5.1: KFG Açılımı	28
Şekil 5.2: Kalite Evi	30
Şekil 5.3: Müşteri Gereksinimleri Matrisi	31
Şekil 5.4:Müşteri Gereksinimlerinin Önemi Derecelendirme	32
Şekil 5.5: Rakip Ürün Değerlendirmesi	32
Şekil 5.6:Teknik Gereksinimlerin Belirlenmesi.....	33
Şekil 5.7: İlişki Matrisinin Derecelendirilmesi	34
Şekil 5.8:Kalite Evi Çatısının Oluşturulması	35
Şekil 5.9:Mutlak ve Bağıl Önem Dereceleri	35
Şekil 6.1: Çalışmada Kullanılan AHP-KFG Metodolojisi.....	39
Şekil 6.2 İkili Karşılaştırma Matrisi Form Sayfası Örneği	44
Şekil 6.3:Ana Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması	46
Şekil 6.4:İnşa Süreci Verimliliği Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralaması	47
Şekil 6.5:İşletme Süreci Verimliliği Alt Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralaması	48
Şekil 6.6:Güvenilirlik Kriterinin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması.....	49
Şekil 6.7:Güvenlik Kriterinin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması	50
Şekil 6.8:Çevresel Kriterlerin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması	51
Şekil 6.9:Teknik Performans Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması	52
Şekil 6.10:Kriterlerin Yüzde Değerleri	54
Şekil 6.11:Müşteri Gereksinimleri ve Teknik Gereksinimler Arası İlişki Matrisi	58
Şekil 6.12:Teknik Gereksinimler arası Korelasyon Matrisi.....	59
Şekil 6.13:Teknik Gereksinimlerin Mutlak ve Bağıl Önem Dereceleri.....	60
Şekil 6.14:Kalite Evi	61

KISALTMALAR

AÇY	:	Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
AHP	:	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ATY	:	Ağırlıklı Toplam Yöntemi
ÇAKV	:	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
ÇÖKV	:	Çok Ölçütlü Karar Verme
ECA	:	Emisyon Kontrollü Bölgeler
HoQ	:	House of Quality (Kalite Evi)
KFG	:	Kalite Fonksiyonu Göçerimi
MG	:	Müşteri Gereksinimleri
SECA	:	Kükürt Emisyon Kontrollü Bölgeler
TG	:	Teknik Gereksinimler

1. GİRİŞ

Büyük sermaye gerektiren gemi inşa projeleri, çok disiplinli doğası gereği yüksek derecede belirsizlikler içeren bir ortamda başlar. Ekonomik, teknolojik, teknik kural koyucuların (sınıflandırma kuruluşu, IMO, SOLAS, bayrak devleti vb.) talepleri, fiziksel ve fonksiyonel ihtiyaçlar gibi çoğu zaman birbiriyle çatışan faktörler için alınan tasarım kararları projenin başarısı üzerine etki eder.

Birçok yatırımcının proje başında karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, inşa ettireceği ve ticaret yapacağı geminin özelliklerini belirlemektir. Bu zorluğun birçok nedeni mevcuttur. Modern bir gemi çeşitli ekipman, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini birleştiren çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Yeni bir gemiye yatırılan sermaye miktarı çok büyüktür ve bir geminin yaşam döngüsü 20 yıldan daha fazladır. Bu yaşam döngüsü boyunca denizcilik piyasası ve çevresel etkenler değişmeye devam etmektedir ve zaman içerisinde değişen birçok belirsiz faktör vardır.

Tüm bu belirsizlikler içinde tercih edilecek gemiye çeşitli seçenekler arasından karar vermek, sadece nicel değerlendirmeleri değil aynı zamanda nitel değerlendirmeleri de içeren karmaşık bir karardır. Tercih edilen gemi, yatırımcıların bakış açısından, tüm zorunlu düzenlemelere uyarken en yüksek karı veya en düşük işletme maliyetini sağlayabilen gemidir. Bu talebin yanı sıra, bir geminin başarılı bir şekilde çalışması için birçok başka önemli gereksinim de olabilir. Örneğin, bir geminin görünüşünün, sahibinin şirketinin imajını temsil ettiği düşünülebilir ve dikkat çekici olmasını isteyebilir. Gemideki çalışacak personele sunduğu yaşam standardı ve konfor, kaybetmek istemeyeceği yetkinlik ve tecrübeye sahip personel için cazip olabilir. Bir armatör tarafından özellikleri sebebiyle tercih edilen bir gemi, aynı özelliklerin önemi farklı armatörler için aynı olmaması sebebiyle, tercih edilmeyen bir gemi olmayabilir.

Benzer şekilde, matematiksel yaklaşımlar kullanarak sadece nicel özellikler göz önüne alınarak tasarlanan bir gemi, sayısal olmayan özellikleri öncelikli olarak talep eden yatırımcı tarafından reddedilebilir. Ne de olsa, mevcut tüm bilgilerin etkin bir şekilde kullanılmasını gerektiren çok yönlü bir faaliyet olan gemi seçim kararına etki eden birçok özellik vardır. Bu, birçok seçenek arasından en iyi gemiyi seçme

kararının birden fazla faktör ve farklı bakış açılarıyla akıcı olduğu anlamına gelmektedir.

1.1. TEZİN AMACI

Bu tezin temel amacı, gemi sahibinin inşa edilmesini istediği geminin tarif ve garanti edildiği kavramsal tasarım sürecinde, geminin tasarımcısının karar vereceği teknik gereksinimler ve daha sonra sürdüreceği tasarım süreçlerini gemi sahibinin gereksinim ve bakış açısına göre önceliklendirmek için bir çerçeve oluşturmaktır.

Yatırımcının inşa ettirecekleri gemiden talep ettikleri çeşitli nitelikler olacaktır. Eğer çok sınırlı sayıda niteliğe dayalı bir tasarım yapılacaksa, deneyimli bir tasarımcının en uygun tasarıma ulaşması zor olmayabilir. Ama talep edilen nitelikler arttıkça, tasarımcının sezgisel olarak talepleri değerlendirerek en iyisini seçmeleri zorlaşır. Bu nedenle, ortaya çıkan tasarım kararlarını problemini sistematik olarak ele almak için yaklaşımların kullanılması gerekir.

Kavramsal tasarım süreci, tasarım sürecinin en başında yer alan temel süreçtir ve bu süreçte müşteri gereksinimleri teknik gereksinimlere dönüştürülmektedir. Bu tasarım sürecinin sonunda geminin işlevsel gereksinimleri, genel yerleşim planı, formu ve güç hesapları, alt sistemlerine karar verilir ve iteratif şekilde tasarımın ilerleyen süreçlerinde detaylı olarak yeniden gözden geçirilir.

Yapılan çalışma kavramsal tasarım aşamasıyla sınırlandırılmıştır. Karmaşık ve çok disiplinli sistemlerden oluşan ve önemli bir geliştirme süresine ihtiyaç duyulan ticari gemi tasarımı incelenmiştir. Savaş gemileri ve yatlar gibi eğlence amaçlı üretilen gemiler kapsam dışı tutulmuştur.

1.2. KULLANILAN YÖNTEM

Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşteriden gelen geri bildirimlerin değerlendirilmesinde ve bu geri bildirimler ışığında ürüne ait kalite karakteristiklerinin oluşturulması ve bu karakteristiklerden yola çıkılarak ürün bileşenlerine ait teknik gereksinimlere karar verilmesi için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kalite Fonksiyon Göçeriminde (KFG) müşteri istek ve ihtiyaçlarına ait yüzde önemler hesaplanırken, kantitatif örüntüye sahip bazı yöntemler dikkate alınabilmektedir. Önem derecelerinin doğru

şekilde belirlenmesi doğru sonuçların elde edilebilmesi ve yorumlanabilmesi için büyük önem sahiptir.

Bu tez kapsamında bütünleşik AHP-KFG yönteminden kullanılmıştır. İlk aşamada, müşterinin sesinin toplanması ve kalite evini oluştururken müşteri beklentilerinin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yönteminin kullanılmıştır. Kalite evinde kullanılan müşteri gereksinimlerinin birbirlerine göre olan önem dereceleri anket yoluyla sorulmuş ve bu gereksinimlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bir sonraki adımda, müşteri istekleri ve ürüne ait teknik detaylar ile kalite evine yerleştirilmiş ve teknik gereksinimlerin önem dereceleri hesaplanmıştır.

1.3. TEZİN İÇERİĞİ

Bölüm 1'de problemin tanımı, tezin amacı, kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

Bölüm 2'de tezin daha kolay anlaşılabilmesi için gemi inşaatında tasarım sürecini belirleyen başlıca konular hakkında bilgi verilmiş, ana kriterlerin oluşturulma sürecinin anlaşılması için açıklamalar yapılmıştır.

Bölüm 3'de AHP-KFG yönteminin bütünleşik olarak kullanıldığı uygulamaların literatür taraması yapılmış, ilgili çalışmanın kim / kimler tarafından hangi yılda yapıldığı ve çalışmanın konusu açıklanmıştır.

Bölüm 4'de karar verme süreci, çok ölçütlü karar verme problemleri ve bu problemlerin çözümü için kullanılan başlıca yöntemler anlatılmaktadır.

Bölüm 5'te Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) tanımı, tarihçesi, kalite evi, KFG'nin güçlü ve zayıf yönleri ve metodun kullanımıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

Bölüm 6'da önceki bölümlerde teorik olarak açıklanan KFG & AHP metodolojilerinin bütünleşik olarak kullanılarak bir geminin kavramsal tasarım sürecinde müşteri beklentilerini teknik gereksinimlere dönüştürmek için bir uygulama yapılmıştır.

Bölüm 7'de bir özet ve sonuçlar kısmı yer almaktadır.

2. GEMİ TASARIM SÜRECİ

Bu bölümün amacı, gemi inşaatında tasarım süreçlerini etkileyen, yatırımcı ve tasarım ekibinin tercihlerine göre değişen gemi tasarım felsefesinin anlaşılmasını tanımlamaktır. Günümüzde tek bir gemi tasarım metodu ve anlayışı yoktur, gemi tasarım süreci her geçen gün gelişip değişmektedir. Bunun yanında, Lamb (2003) aşağıda bahsi geçen maddelerin değişmeden kalacağı öngörülmektedir.

- a) Tasarım sürecinin amaçları,
- b) Tasarımcının, yatırımcının talep ettiği gereksinimlerini özümseme ve aynı zamanda gereksinimlerini iyileştirmesine yardımcı olma ihtiyacı,
- c) Süre ve kaynak kısıtlamaları,
- d) Hem bilimin hem de sanatın gemi tasarım sürecinin bir parçası olması,
- e) Yaratıcılık ve ekip çalışmasının daima sürecin temel taşları olacağı gerçeği.

2.1. TASARIMIN AMACI

Gemi inşası süreci, belirlenmiş fonksiyonları yerine getirmek üzere bir geminin çelik, makine, donatım, elektrik, elektronik, izolasyon, mobilya, mefruşat gibi pek çok farklı sanayi kolu ürünlerinin bilimsel ve teknolojik temellere dayalı olarak belli bir sistematik disiplin içinde tersanelerde bir araya getirilmesi ve birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkartılması sürecidir. Bütün bu disiplinler bağlamında, ticari gemiler için tasarımın temel amacı minimum maliyetle ve maksimum verimle gemi inşa etmek için gerekli bilgileri yaratmak ve yatırımcının gereksinimlerini karşılamaktır. Bir geminin yaşam döngüsü içerisinde oluşan başlıca maliyetler tasarım, inşaat, işletme ve bakım-tutum maliyetlerini içermektedir. Yeni teknolojileri içeren tasarımlar için araştırma ve geliştirme maliyetleri de bu kapsama dâhil edilmelidir. Tasarımcının sorumluluklarından biri de yatırımcının ilk inşa maliyetini artırsa bile gemi ömrü boyunca işletme/bakım-tutum maliyetlerinde daha da fazla tasarruf sağlayacak tasarım seçeneklerine yatırımcının farkındalığını sağlamaktır.

Tasarımın amacının ortaya koyulduğu en önemli belge ise geminin teknik şartnamesidir. Bu belgede, analiz, hesaplama veya yapılan seçimler sonucu ortaya çıkan ve geminin sahip olması istenen bütün teknik özellikler ana başlıklar içerisinde tanımlanır. Teknik şartnamenin temel fonksiyonu gemi sahibinin gereksinimlerini

karşılığını gösterilebilmektir. Uluslararası standart ve ilgili klas kuruluşlarının gereksinimleri de yazım esnasında dikkate alınır. Bu hedeflerin ötesinde, tasarımcılar, yatırımcının memnun kalacağı bir gemi oluşturmak için her türlü çabayı göstermelidir.

2.2. GEMİ TASARIM SÜREÇLERİ

Bir gemi tasarımı projesi; yapılabirlik analizi ve kavramsal tasarım başlayan, kontrat tasarım ile devam eden, detay tasarım ile geminin inşa süreçlerine bağlanan ve inşa sonrasında doğrulama deneyleri ve sertifikasyon işlemleriyle son bulan bir süreçler bütünü olarak tanımlanabilir. Bu projenin içerisinde gemi inşa mühendisliği, makina mühendisliği, endüstri ürünleri tasarımcılığı, endüstri mühendisliği, elektrik mühendisliği, elektronik mühendisliği ve iç mimarlık gibi çok sayıda ve farklı disiplinler bir araya gelmektedir.

Değişik kaynaklarda süreçlerin isimleri ve sayısı değişiklik göstermekle birlikte gemi tasarımı, kavramsal (konsept/ön) tasarım, kontrat (temel) tasarım ve detay tasarımdan oluşan üç sürece ayrılır. Her bir süreçteki amaç oldukça belirgindir ve bir sonraki aşamaya geçmek için tamamlanması gerekli aktiviteler içerir.

2.2.1. Kavramsal Tasarım

Kavramsal tasarım aşaması, gemi sahibinin inşa edilmesini istediği gemiyi tarif ve garanti eden belgelerin hazırlandığı süreci içerir.

Kavramsal tasarım aşamasında ileriki süreçlere de yol gösterecek bir tasarım felsefesi oluşturulur. Kavramsal tasarım aşaması, eldeki bilgi çok kısıtlı olduğu ve tasarımcı çok büyük bir esnekliğe sahip olduğu süreçtir. Tasarımcı, mühendisliğin yanında sanatını da en yoğun olarak bu süreçte kullanır. Bu aşamada alınan kararlar ve yapılan seçimler geminin tüm teknik ve ekonomik performansını etkiler. Bu nedenle kavramsal tasarım aşamasında kullanılan yöntem ve tekniklerin güvenilir olması son derece önemlidir.

Sürecin başlangıç noktası çoğunlukla ise yatırımcı tarafından belirlenen gereksinim ve geminin görev tanımı, nadiren pazar araştırmasına uygun olarak bir ürün geliştirme çabasıdır. Bu süreçte görev tanımı ve gereksinimler bir dizi çalışma sonucunda teknik gemi özelliklerine çevrilir. Projenin içeriğine göre değişmekte birlikte kavramsal tasarım süreci çıktısı olarak genel yerleşim planı, kısa teknik şartname, endaze planı, ön orta kesit planı, denge ve mukavemet hesapları, hız-güç hesabı, ağırlık hesabı, tonaj hesabı, ekipman numarası hesabı ve ön maliyet hesabı hazırlan

2.2.2. Kontrat Tasarımı

Bir gemi inşaatı projesinde kontrat tasarım aşaması, başlıca tasarım hesaplarının yapıldığı, konfigürasyon ve tasarım kararlarının tamamlandığı, tersanede akıcı bir inşa sürecinin işlenmesinin ve son ürünün müşteri gereksinimlerine tam uyumlu olarak teslim edilmesinin garanti altına alındığı en kapsamlı tasarım sürecidir.

Kontrat tasarımın başlıca girdileri, kavramsal tasarımın çıktıları, fonksiyonel gereksinimler, kural ve kaideler, dizayn standartları ve tersanenin üretebilirlik yeteneğidir.

Projenin içeriğine göre değişmekle birlikte genellikle bu aşama tekne yapısal planlarının, ana tahrik sistemi, tüm gemi sistemlerine ait şematik diyagramlarının, demirleme, manevra, seyrüsefer, can kurtarma ve yangınla mücadele ve çevre kontrol sistemlerinin, denizcilik hesaplarının hazırladığı ve sınıflandırma kuruluşu onayına gönderildiği tasarım aşamasıdır.

2.2.3. Detay Tasarım

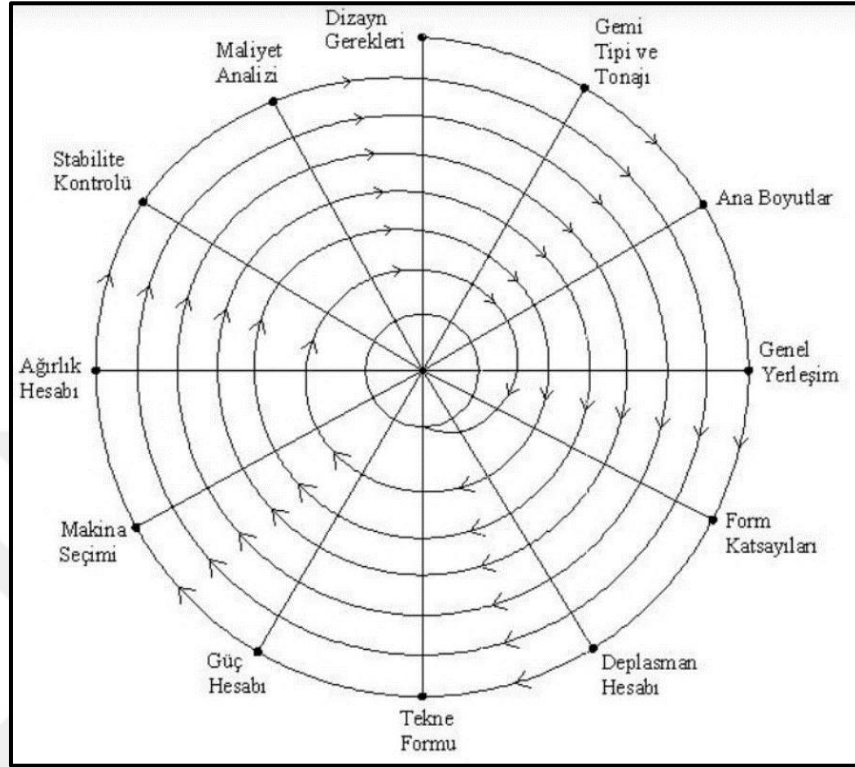
Detay tasarım aşamasında kontrat tasarımı yapılmış bir gemi projesi için inşa ile ilgili bütün belgeler ve bilgiler içeren iş paketleri hazırlanmaktadır. Bu esnada çoğunlukla gemi tasarımı için özelleşmiş CAD/CAM yazılımlarından yararlanılarak bilgilerin bir veri tabanında saklandığı tekne, borulama ve teçhiz disiplinleri için 3B gemi üretim modeli oluşturulur. Daha sonra, bu veri işlenerek tersanenin üretim yeteneği ve kapasitesine uygun olarak üretim resimleri hazırlanır.

2.3. TASARIMIN DOĞASI

Gemi tasarımı, özellikle kavramsal tasarım aşamasında, çok sayıda belirsiz içeren, çeşitli faktörlerden etkilenen karmaşık, yinelenen ve çok yönlü bir süreçtir. Bu aşamada tasarımın ana amacı gemi boyutlarını, teknik şartnameye ve gemi maliyetlerine uygun olarak optimize edecek şekilde yaklaşık olarak tayin etmektir. Gemi tasarımcısı müşterinin gereksinimlerini merkeze alarak, uluslararası ve ulusal kurallar ve düzenlemeler sınırları dahilinde belirlenmiş bir görev için en uygun maliyetli gemiyi geliştirmek zorundadır. Gemi tasarımında, geleneksel yöntemde Şekil 2.1'de gösterildiği biçimde bir spiral şeklinde ilerler. (Evans, 1959) Bu spiralde, önceki çevrimin sonuçları bir sonraki çevrimin girdisi olarak kullanılır. Tasarım sürecinin her

aşamasında dizayn spirali kullanılır. Çevrime, tüm gereksinimler ve ideal çözüm elde edilinceye kadar tekrar tekrar devam edilir.

Şekil 2.1: Dizayn Spirali (Evans,1959)



Bu çevrimin hedefi, gemi tasarımının hedeflenen çıktılarının bir denklem kümesi ile çözümlenecek kadar karmaşık olmasıdır. Bu sebeple süreci başlatmak için gemi boyu, deplasman, kargo hacmi vb. hakkında tasarımcı tecrübesine istinaden öngörde bulunabilir veya ampirik formüllerden yararlanabilir.

2.4. TASARIMIN KARARLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Gemi tasarımı süreci üzerinde tasarım kararlarını etkileyen faktörler şunlardır (Lamb, 2003):

- a) Ekonomik trendler,
- b) Mevcut ve beklemede olan kural, regülasyon ve düzenlemeler,
- c) Kirlilik kontrolü gibi konularda uluslararası düzenlemelerin durumu,
- d) Büyük ekipman kalemleri için boyutlar,
- e) Yatırımcı talepleri, gereksinimleri,
- f) Yatırımcı ve tersanenin kısıt olarak koyduğu şartlar.

2.5. TASARIM STANDARTLARI

Tasarım standartları yeni bir tasarıma uygulanan, geniş bir tasarım, inşaat, denetim ve test şartları kategorisine karşılık gelir. Bunlar, kargo kapasitesi, hız ve dayanıklılık gibi tipik olarak üst seviye performans gereksinimleri olan yatırımcının gereksinimlerinden belirgin bir şekilde farklıdır.

Geminin sınıflandırılmasında, sınıflandırma kuruluşunun esas aldığı kurallar, birer tasarım standardıdır. Personel sağlığı ve güvenliği, güvenli seyir ve kirlilik kontrolü gibi konularda ulusal ve uluslararası düzenlemeler mevcuttur. Bu düzenlemeler de tasarım standartlarını oluşturur.

Ayrıca, büyük filolara sahip olan gemi sahiplerinin genellikle kendi tasarım standartları bulunmaktadır. Daha önce tanımlandığı gibi tasarım standartları, yeni bir tasarım üzerinde ve hatta tasarım sürecinin kendisinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Bu nedenle, tasarım ekibinin tasarımın başlangıcında uygulanabilir tüm tasarım standartlarını göz önüne alması çok önemlidir. Bu durum göz ardı edilirse veya tasarım sürecinin ilerleyen aşamalarında önüne alınırsa, boşa harcanmış efora ve hatalı satın alma masrafları dahil olmak üzere daha büyük sorunlara neden olabilir.

2.6. TASARIM FELSEFESİ

Lamb'e (2003) göre bir tasarımın felsefesi, tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesinde kullanılan, istenen tasarım / gemi özelliklerinin ağırlıklı bir listesidir. Bu özelliklere örnek olarak şunlar verilebilir:

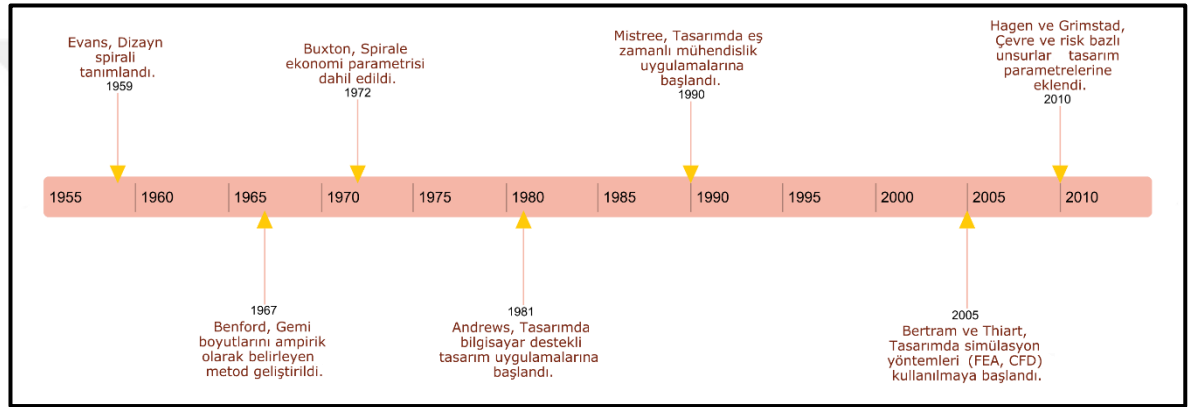
- a) İlk yatırım maliyeti,
- b) İşletme maliyeti,
- c) Gereken asgari personel sayısı,
- d) Kar yapma potansiyeli,
- e) Çoklu görev yeteneği,
- f) Güvenilirlik ve sürdürülebilirlik,
- g) Güvenlik,
- h) Risk yönetimi (maliyet, zaman ve teknik)

Tasarım felsefesi, tasarım ekibinin üyelerinin tasarımı geliştirme sürecinde tasarım alternatiflerini değerlendirirken kullanılan bir rehberdir. Bir tasarım felsefesine olan ihtiyaç, tasarım katılımcılarının sayısı büyük olduğunda ve / veya tasarım ekibi coğrafi olarak ayrıldığında artar. Tasarım felsefesi, tüm ekip üyelerini, tasarım kararları verirken aynı yönde ilerlemesini sağlar.

2.7. GEMİ TASARIM FELSEFESİNDEKİ KİLOMETRE TAŞLARI

Bu bölüm, gemi tasarımı ile ilgili literatürün gözden geçirilmektedir. Gemi tasarımının gelişiminin kilometre taşlarını gösteren zaman çizelgesi, Şekil 2.2'de gösterilmektedir.

Şekil 2.2: Gemi Tasarımının Gelişiminde Kilometre Taşları



Gemi tasarımına ilişkin ilk kilometre taşlarından biri, Evans tarafından tanıtılan dizayn spiraledir. (Evans, 1959) Spiralin başlangıç noktası misyon gereksinimlerinin tanımlanmasıdır ve gemi formu, makine gücü, sevk-direnç, geminin işlevleri arasındaki ilişkiler, sıralı ve döngüsel olarak ele alınarak detay tasarıma doğru ilerler. Evans tarafından ortaya atılan spiral, potansiyel çözüm varyantlarının araştırılması içermekten öte, optimal çözümü sağlayan tekil bir çözüm üzerine odaklanır. Spiralin adımları tasarımcının tecrübesi veya sezgisel becerileri kullanılarak ilerletilir. Bu sebeple, dizayn spirali her ne kadar tasarım sürecinde artan ayrıntı seviyesini tanımlamakta başarılı olsa da değişik alternatiflere, alternatiflerin sunduğu çözümlere veya gereksinimlerine cevap vermekten uzaktır.

Evans tarafından ortaya konan tasarım spiralinin yaklaşık on yıl sonra, Benford (1967) tasarımın odağını değiştirmiş ve kargo kapasitesini belirlerken gemi büyüklüğünün ampirik yöntemlerle belirlenmesi konusunda bir bağıntı önermiştir. Bu bağıntı, belli bir kargo hacmine sahip gemi için en ekonomik tasarım için bir optimizasyon algoritması içermektedir. Benford böylece form-işlev odağının ötesinde, yatırımcının karını en üst

düzeye çıkarmakla ilgilenmiş, ilk yatırım maliyeti ve yatırımın geri dönüşünün de gemi tasarımının parametreleri ortaya koymuştur.

Kısa bir süre sonra, Buxton (1972), gemi tasarımına uygulanan mühendislik ekonomisini üzerine çalışmaya devam etmiştir. Tasarımın, geminin ekonomik ömrünü (ve yatırım amortisman zamanını) dikkate alarak en uygun ekonomik performans için tasarlanması gerektiğini belirtmiş ve hem teknik hem de ekonomik yönleri içeren bir tasarım algoritmasını ana hatlarıyla ortaya koymuştur.

Andrews (1981), 1980'li yıllarda bilgisayarların daha erişilebilir hale gelmesiyle, tasarımın erken aşamalarında bilgisayar destekli araçların kullanımını savunmuştur.

Mistree (1990), geleneksel tasarım spiralini, tasarım sürecinin sıralı olduğunu varsaydığı ve geminin yaşam döngüsüyle ilgili konuları dahil etme kapasitesinin sınırlı olması sebebiyle eleştirmiştir. Etkinliği ve verimliliği artırmak için, tasarıma yaşam döngüsü özelliğini de katabilmek adına eş zamanlı mühendislik ve sistemsel düşünmeyi içeren karar verme tabanlı dizayn (Decision Based Design) adı verilen bir yöntem önermiştir.

Bertram ve Thiart (2005), 21. yüzyılda bilgisayarların işlem gücünün çok artmasıyla birlikte tasarımın geleneksel ampirik yöntemler yerine analiz ve simülasyon temelli tasarıma (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği-CFD, Sonlu Elemanlar Analizi-FEA, vb.) doğru kayması gerektiğini belirtmiştir.

Hagen ve Grimstad (2010), tasarımın ilk aşamalarına teknik veya ekonomik unsurların yanında deniz kirliliği, ekosistem, yakıt emisyonları ve risk gibi diğer ilgili gereklilikler ve unsurları da dikkate almak gerektiğini belirtmiş, bu yeni unsurları da ekleyerek tasarımın sınırlarını genişletmeyi önermiştir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde; AHP-KFG yönteminin bütünleşik olarak kullanıldığı uygulamaların literatür taraması yapılmış, ilgili çalışmanın kim / kimler tarafından hangi yılda yapıldığı ve çalışmanın konusu açıklanmıştır.

Kalite Fonksiyon Göçesimi (KFG), yaklaşık 50 yıldan beridir üretim sektörü, turizm sektörü, lojistik sektörü, eğitim sektörü gibi sektörlerde yeni ürün geliştirme, süreç iyileştirme, malzeme seçimi, yer seçimi, öncelikli gereksinimlerin belirlenmesi gibi konularda müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması için geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Geniş uygulanabilirliği ve kullanım kolaylığı nedeniyle, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) son 30 yıl boyunca yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Son yapılan çalışmalarda, tekil olarak KFG uygulaması yerine önceliklerin belirlenmesinde bütünleşik AHP uygulamalarına yönelim olduğu görülmektedir (Ho, 2008).

Aşağıda yer alan Tablo 3.1’de bütünleşik AHP-KFG yönteminin kullanıldığı bazı çalışmalar listesi yer almaktadır. Tabloda bulunan çalışmalar bugüne kadar yapılan bütün çalışmaları kapsamamakta, literatürde yapılmış olan çalışmalardan yapılan çalışmalar arasından bazı seçimleri içermektedir.

Tablo 3.1:Bütünleşik AHP-KFG Konusunda Yapılmış Çalışmalar

YAZAR	UYGULAMA
Lu M., Madu C.N, (1994)	Uzun vadeli bir pazarlama politikası için stratejik planlama çerçevesi geliştirme
Park T., Kim K.J., (1998)	Kalite Evi kullanılarak optimal tasarım gereklilikleri kümesinin belirlenmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması
Köksal, G., Eğitim, A. (1998)	Eğitim kalitesinin ve uygun öğretim tekniğinin planlanması
Zakarian A., Kusiak A., (1999)	Müşteri gereksinimleri ve ürün özellikleri göz önüne alınarak çok fonksiyonlu takım oluşturma metodolojisi
Chuang, P.T., (2001)	Bir tesis için yer seçimine karar verme
Bhattacharya A., ve diğ. (2005)	Teknik gereklilikler ve müşteri gereksinimler göz önüne alınarak endüstriyel bir robot seçim problemi
Kahraman C., Ertay T., (2006)	Tasarımda göz önünde bulundurulacak ürün teknik gereksinimlerinin belirlenmesi

Tablo 3.1 (Devam)

Das D., Mukherjee K., (2008)	Turistlerin turistik ihtiyaçlarını karşılayan bir turizm ürününün tasarlanması
Nagahanumaiah S., ve ark., (2008)	Daha kısa teslim süresi, daha yüksek kalite ve daha düşük maliyete sahip kalıplama sistemi elde etmek için değiştirilebilecek kritik özelliklerin belirlenmesi
Felice F., Petrillo A., (2010)	Bir seramik filtrenin, performans ve fiyat açısından rekabetçi olabilmesi için işlevsel özelliklerini belirleme
Yılmaz H., (2011)	Bir seramik lavabo tasarımında müşteri beklentilerini
Shad Z. ve ark., (2014)	Belirsizlik koşullarında tedarikçi geliştirme sorunları çözme ve müşteri memnuniyetini en üst seviyeye çıkarma
Nan T., Zhang ve ark., (2011)	Yeni bir kulaklık geliştirme esnasında müşteri gereksinimlerinin göz önüne alınması
Mayyas A. ve diğ., (2011)	Kavramsal tasarım aşamasındaki bir otomobilin beyaz gövde yapısı için malzeme seçimi
Jovanovic J. ve Delibasic B., (2014)	Elektronik bileşenlerin üreten bir firmanın tedarikçi seçim uygulaması
Doğan Ö.N., Karakuş Y., (2014)	Turizm sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilme ve turistlerin hizmet kalitesine ilişkin öncelikli beklentilerini belirleme
Subbaia K.V., ve ark., (2015)	Araştırma gemilerinin tasarımında konsept tasarım sürecinin gereksinimlerini anlama
Parvez S., Hoque M., (2016)	Müşteri tercihlerini ürün geliştirme sürecine dahil etme
Fehlmann T., Mazur G., (2016)	Geleneksel yaklaşımların ISO 16335 (ISO16355-1: 2015, 2015) tarafından belirlenen yeni standartlarla karşılaştırılması
Üçler Ç., (2017)	Hidrojen yakıtıyla çalışan bir uçağın kavramsal tasarım esnasında ürün konseptinin ortaya koyulması

4. KARAR VERME SÜRECİ

İnsanoğlu, gün içerisinde hayatının her alanında ve her düzeyde bilinçli veya bilinçsiz, çoğu anlık olarak birçok kez karar alır. Bu kararlar mikro seviyede kişisel yatırım kararları olabileceği gibi, bir holdingin ve devletin stratejik önceliklerinin belirlenmesi gibi makro seviyede de olabilir. Alınması gereken kararlar tek değişkenli, karmaşık yapıda olmayan, basit konularla ilgili olabileceği gibi çok değişkenli, birbiriyle çelişen ve kontrol edilemeyen ve belirsiz değişkenlerin yer aldığı karmaşık bir karar verme süreci de içerebilir.

Griffin (2012), karar vermeyi bir dizi rasyonel alternatifler arasından bir tanesi seçmek olarak tanımlamaktadır. Griffin'e göre tanımdaki rasyonel ifadesi önemlidir çünkü bir kişi için rasyonel olan bir husus başka bir kişi için rasyonel olmayabilir.

Ünal'a (2010) göre karar verme, belirli bir amacın gerçekleştirilebilmesi için birbiriyle çelişebilen tüm alternatifler arasından en uygun olanı seçme sürecidir.

Saaty (2000), karar verme sürecini sezgisel ve analitik olarak ikiye ayırmaktadır. Sezgisel kararlar veriler ve analizlerle desteklenmez ve çoğunlukla karar vericinin geçmiş deneyimleri, karar verme sürecindeki ortaya çıkan önceki karar motiflerinin etkisi ve o anki ruh haliyle verilirler. Derinliği olmayan ve basit karar durumlarında bu yaklaşım başarıya ulaşabilir. Ancak karmaşık karar durumlarında, sezgilerle verilen kararlarda en optimum çözüme göre büyük sapmalar olması kuvvetle muhtemeldir. Sapmaların görülmediği veya en optimum çözüme göre az miktarda sapma görülen durumlar için karar vericinin "iyi karar verdiği" ifadesi kullanılır. Analiz kullanmadan elde edilen "iyi karar verme" durumun ise sanat, üstün yetenek olarak değerlendirilir.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi, bir dizi karar alternatifi arasından bir alternatifin seçilmesini içerir. Alternatiflere ait çözüm kümelerinin oluşturulması esnasında iki olasılık mevcuttur; sonlu sayıda alternatif içeren bir çözüm kümesi ve sonsuz sayıda alternatif içeren bir çözüm kümesi. Bu yaklaşımla çok kriterli karar verme problemleri iki kategoriye ayrılabilir.

- a) Çok Ölçütlü karar verme (ÇÖKV) [Multi Attribute Decision Making]: Sonlu bir alternatifler listesi içerisinde açıkça tanımlanmış alternatif kümelere dayalı karar verme.

- b) Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) [Multi Objective Decision Making]: Teorik olarak sonsuz sayıda çözüm içeren, amacın matematiksel bir fonksiyon olarak tanımlanabildiği, alternatif kümelere dayalı karar verme.

ÇÖKV probleminin ÇAKV probleminden en önemli ayırt edici özelliği, sınırlı sayıda önceden belirlenmiş alternatifin arasında nitelikler arası karşılaştırmalar yapılarak çözümün elde edilmeye çalışılmasıdır. ÇAKV problemlerinde, sonsuz sayıda alternatif arasından, en iyi alternatifin tasarlanması için doğrusal programlama gibi matematiksel teknikleri kullanılır ve ÇAKV bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Tablo 4.1:ÇKKV Kategorileri

	Çok Ölçütlü Karar Verme	Çok Amaçlı Karar Verme
Kriterlerin tanımı	Nitelikler vasıtasıyla	Hedefler vasıtasıyla
Hedefler	Kısmen / Net değil	Net
Niteliklerin Tanımı	Net	Kısmen / Net değil
Kısıtlar	Aktif değil	Aktif
Alternatifler	Sonlu sayıda	Sonsuz
Kullanım Alanı	Seçim / Değerlendirme	Tasarım

Kaynak: Misra (2015)

Gemi gibi birçok alt sistemden oluşan karmaşık bir sistemde, tasarımcı yani karar verici, gemi sahibinin talep ve gereksinimlerini karşılamak durumundadır ve bu esnada da birçok alternatifi göz önüne almak durumundadır. Yalnızca alt sistemlerin gereksinimlerinin eniyilemesi çoğu zaman en ideal sonucu vermeyecektir, aynı zamanda alt sistemler arasındaki etkileşimler de göz önüne alınmalıdır. Bu durumda ortaya çıkan çelişki ve çatışmalar, gemi tasarım sürecini çok ölçütlü karar verme problemine dönüşmesine yol açar (Hootman, 2003). Ek olarak, karar vericinin öznel kararları sebebiyle, hangi kriterlerin diğerlerine göre çıktığını belirleyebilmek problemin çözümü etkileyebilir. Bu sebeple, soruna sistematik bir çözüm bulabilmek adına çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden yararlanılır. Bu bölümde en çok kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri ele alınmıştır.

4.1. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok ölçütlü karar verme, bir karar vericinin sonlu sayıdaki alternatif arasından genellikle birbiri ile çelişen kriterler arasında yaptığı seçim işlemidir. Çok ölçütlü karar verme esnasında izlenen adımlar genel olarak aşağıdaki gibidir.

- a. Problemin tanımlanması,
- b. Verilecek kararın amaçlarının oluşturulması,
- c. Hedeflerin önem sırası da göz önüne alınarak tespit edilmesi,
- d. Kriter ve alternatiflerin tüm hedefler göz önüne alınarak belirlenmesi,
- e. Kriterlerin nispi önem derecelerini tespit edilmesi,
- f. Her bir alternatifin kriterlere göre değerlendirilmesi ve sıralanması.

Uygulamada esnasında sıkça kullanılan temel kavramlar tanım olarak şu şekildedir.

Alternatif; karar vericinin sorunu çözmek için kullanabileceği farklı yollardan her biridir. Ele alınan problemlerde birkaç veya daha çok sayıda alternatif olabilir.

Kriter; çeşitli çözüm alternatiflerinin değerlendirilerek en uygun olanına karar verebilmek, bir alternatifin yeterliliğini kanıtlayabilmek veya amacı ne ölçüde gerçekleştirebileceğini ortaya koyabilmek için kullanılan karar elemanlarıdır.

Amaç; kriterlerin karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şeklidir (Karakaşoğlu, 2008). Ulaşılması ve gerçekleştirilmesi istenen şeyin ifadesidir ve nitelikler doğrultusunda kararın gelmesi istenen yönü gösterir.

Hedef; amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şeklidir. Hedefler, gerçekleştirilmesi istenen amaca ulaşmak için belirlenmiş seviyeleri belirtir (Menteş, 2000).

Sıklıkla kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri şunlardır (Karakaşoğlu, 2008);

- a. Ağırlıklı Toplam Yöntemi (ATY)
- b. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (AÇY)
- c. TOPSIS
- d. ELECTRE
- e. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

4.1.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin en basiti ve uygulaması en kolay türlerinden biridir. Basitliği sebebiyle, özellikle tek boyutlu karar verme problemlerinde en yaygın olarak kullanılan karar verme yaklaşımlarından birisidir. Bu yöntem, her alternatifin farklı ölçütlere göre elde ettiği performans değerlerinin ölçüt göreceli önemlerine göre ağırlıklı ortalaması alınarak ağırlıklı ölçüt değerinin elde edilmesine dayanır.

n sayıda alternatiften oluşan, m ölçütlü bir karar verme probleminde karar matrisi (D) şekildeki gibi tanımlanır.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix}$$

Her bir ölçüte göre $w_j, j=1,2,\dots,m$ göreceli ağırlıkları verildiğinde, her bir alternatif için ağırlıklı ölçüt değerleri toplamı aşağıdaki formüle göre belirlenir.

$$A_i = \sum_{j=1}^m w_j a_{ij}, \quad i=1,2,\dots,n$$

Ağırlık ölçüt değeri en yüksek çıkan alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

4.1.2 Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Ağırlıklı toplam yöntemine benzeyen bu yöntemde, alternatifleri sıralamak için toplama işlemi yerine çarpma işlemi kullanılmaktadır.

Karar matrisi, satırların karar seçeneklerini (alternatifleri) ve sütunların ölçütleri gösterdiği bir matris formatında tasarlanır. Her bir alternatif, kriterler için belirlenen ağırlıklar ile çarpılarak, diğer alternatifler ile karşılaştırılır. A_k ve A_l gibi iki alternatifi karşılaştırmak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$R(A_k / A_l) = \prod_{j=1}^m (a_{kj} / a_{lj})^{w_j}, \quad k, l=1,2,\dots,n, \quad k \neq l$$

$R(A_k / A_l) > 1$ ise, A_k alternatifi A_l alternatifine göre daha iyi bir tercihtir.

4.1.3 TOPSIS

TOPSIS, C.L. Hwang ve K. Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. TOPSIS'in İngilizce açılımı "Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution", Türkçe karşılığı ise "İdeal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği" şeklindedir. Yöntem, alternatifler arasında çözümün geometrik anlamda pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafe olma esasına dayanır. (Monjezi vd., 2010). Örneğin, amacımız getiri elde etmek ise ideal çözüme yakınlık demek getirinin maksimizasyonu, negatif ideal çözüme uzaklık ise maliyetin minimizasyonu anlamına gelmektedir. Arzulanan alternatifin ideal çözüme yakınlığı beklenirken bir o kadar da negatif ideal çözümden uzak olması beklenir.

Bu yöntemin adımları aşağıdaki gibidir:

- a) Karar Matrisinin Oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. A matrisinde "m" karar noktası sayısını, "n" değerlendirme faktörü sayısını verir.

$$A = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix}$$

- b) Standart karar matrisi (R) oluşturulur. Karar matrisindeki kriterlere ait değerlerin kareleri toplamının karekökü alınarak matris normalleştirilir. Standart karar matrisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$Z_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}} \quad R = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix}$$

(i = 1, ..., n; j = 1, ..., k)

- c) Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulur. Normalleştirilmiş karar matrisinin elemanlarının kriterlere verilen öncelikler doğrultusunda nisbi ağırlık değerleri bulunur. Değerlendirme kriterlerine ilişkin belirlenen ağırlıklar (wi) ile standart karar matrisi çarpılarak bulunan matris, ağırlıklı standart karar (V) matrisidir.

$$V = \begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m1} & \cdots & w_{mn} \end{bmatrix}$$

- d) İdeal (A+) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulur. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyüğü (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Maksimum ideal noktaya olan uzaklık:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - x_j^+)^2}$$

Minimum ideal noktaya olan uzaklık:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - x_j^-)^2}$$

- e) İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanır. Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının C_i^* hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad 1 \geq C_i \geq 0$$

- f) Elde edilen yakınlık katsayılarının değerlerine göre alternatifler sıralanır. Yakınlık katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır. Değerlendirilen alternatifler arasında yakınlık katsayısı en yüksek olan en iyi olarak kabul edilir.

4.1.4 ELECTRE

Karar Grubundaki alternatifler arasından en iyileri seçmeyi amaçlayan, sıralamadan çok seçim gerektiren sorunların çözümüne odaklanan yöntem, ilk kez 1966 yılında Benayoun tarafından ortaya konmuştur (Benayoun ve ark., 1966). ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yönteminin esası, her bir değerlendirme faktörü (kriter) için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır. Yöntem öne geçme veya baskınlık ilişkisine dayanan bir yöntemdir, her bir ölçüt için bir verimlilik bir de önem ölçüsü tespit edilir. Tayin edilen verimlilik ölçüleri üzerinden her bir seçeneğe not verilir. Proje seçimi, tedarikçi seçimi, makine seçimi, yer seçimi, insan kaynakları yönetimi gibi alanlarda kullanım alanı bulmuştur. Yöntemin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

- a) Karar matrisinin oluşturulur. Bu matriste, sütunlar alternatiflere, satırlar ise değerlendirme faktörlerine (kriterlere) ayrılmaktadır. Karar matrisinin örnek gösterimi aşağıdaki şekildedir. Matriste “m” alternatif sayısını, “n” değerlendirme faktörü sayısını göstermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

- b) Normalize karar matrisinin (X) oluşturulur. Bu adımda, karar matrisinin girişlerini aşağıdaki denklem kullanılarak boyutsuz karşılaştırılabilir girişlere dönüştürülür.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

Sonrasında aşağıdaki X matrisi elde edilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

- c) Ağırlıklı normalize karar matrisinin (Y) oluşturulur. X matrisinin her bir sütunundaki elemanlar, karşılık gelen karar kriterinin önem derecesiyle (Wi) değeriyle çarpılarak ağırlıklı normalize matris (Y) oluşturulur. Karar verici tarafından ($w_1 > w_2, w_3, \dots, w_n$) olarak belirtilen değerlendirme faktörü ağırlıkları belirlenir. Ağırlıkların toplamı bire eşit olmalıdır.

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix}$$

- d) Uyum ve uyumsuzluk setlerinin belirlenir. Uyum ve uyumsuzluk setleri, karar vericinin iki alternatif arasında seçim yaparken hissettiği hoşnut ve hoşnutsuzluk ölçüsü olarak ele alınır. Uyum kümelerinin belirlenebilmesi için Y matrisi kullanılır ve karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanır.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\}$$

Formül temel olarak satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin karşılaştırılmasına dayanır. Electre yönteminde uyum seti (C_{kl}) kadar uyumsuzluk seti (D_{kl}) vardır. Uyumsuzluk seti elemanları, ilgili uyum setine ait olmayan j değerlerinden oluşmaktadır.

- e) Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) matrislerinin oluşturulur. Uygunluk matrisindeki (C) elemanların bağlı değeri uygunluk endeksi vasıtasıyla hesaplanır. Uyum endeksi C_{kl} , uyum setinde yer alan kriterlerle ilgili ağırlıkların toplamıdır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j$$

C matrisi aşağıda gösterilmiştir. Matris, mxm boyutunda olup k=l için değer almaz.

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2m} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

Uyuşmazlık matrisi (D), belirli bir Ak alternatifinin karşılaştırılan başka bir At alternatifinden ne kadar daha kötü olduğunun derecesini ifade etmek için kullanılır. Uyuşmazlık matrisinin d_{kl} öğeleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|}$$

Aşağıdaki eşitlikte görülebilen $m \times m$ boyutundaki D matrisi, olup $k=l$ için değer almaz.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

- f) Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) matrislerinin oluşturulur. Uyum üstünlük matrisi (F), uyumluluk endeksi için bir eşik değer vasıtasıyla oluşturulur. Örneğin, A_k alternatifine karşılık gelen uygunluk indeksi C_{kl} , belirli bir eşik değeri f_{yi} aşarsa, alternatif A_l 'den üstündür.
- g) Toplam Baskınlık Matrisinin (E) oluşturulur. Toplam baskınlık matrisinin (E) elemanları (e_{kl}), f_{kl} ve g_{kl} elemanlarının karşılıklı çarpımına eşittir. Matris, $m \times m$ boyutunda olup $k=l$ için değer almaz, diğer değerler 1 ve 0'dan oluşur.
- h) Karar noktalarının önem sırasının belirlenir. Toplam baskınlık matrisinin herhangi bir sütununda 1'e eşit en az bir eleman varsa, bu sütundaki alternatif karşılık gelen satırdaki alternatife tarafından üstündür. Örneğin baskınlık matrisi aşağıdaki gibi oluşmuşsa, ikinci karar noktasının birinci karar noktasına, üçüncü karar noktasının birinci karar noktasına ve üçüncü karar noktasının da ikinci karar noktasına üstünlüğünü ifade eder. Bu durumda önem sırası $A_3 > A_2 > A_1$ şeklindedir.

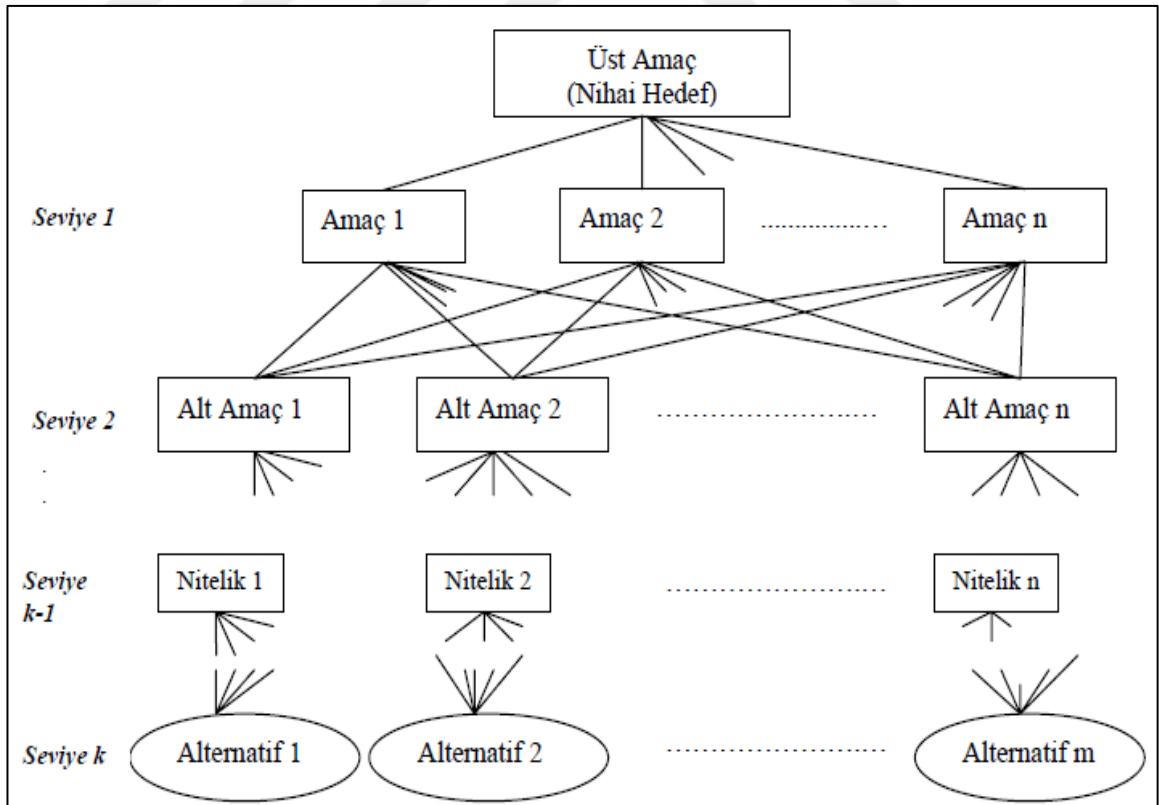
$$E = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 \\ 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

4.1.5 Analitik Hiyerarşi Prosesi

1977 yılında Saaty tarafından bir karar alma modeli olarak geliştirilen Analitik Hiyerarşi Proses (Analytic Hierarchy Process – AHP), bir kararın hem niteliksel hem de niceliksel yönlerinin dikkate alınarak önceliklerin belirlenmesine ve en iyi kararların alınmasına yardımcı olacak potansiyel olarak güçlü ve esnek bir karar verme sürecini temsil eder. Modeli geliştiren Saaty'nin (1990) kendi tanımlamasına göre AHP; ikili karşılaştırmalar ve puanlamalardan ölçek değerleri türeten, tanımlayıcı, nicel ve nitel kriterleri kullanan çok kriterli bir ölçme teorisi ve bilginin iletişimi ve anlamı için bir araçtır. Karmaşık karar problemlerini basitleştirerek ikili karşılaştırmalar dizisine indirger ve önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak karar vericilerin cevapları üzerinden sonuca ulaşmaya çalışır. Şekil 4.1'de AHP'nin hiyerarşik yapısı gösterilmektedir (Razmi ve ark., 2002).

En üstte hedef yer alır, burada amaç en iyi kararı verme veya en iyi alternatifi seçmektir. Hiyerarşinin daha alt seviyelerinde genel değerlendirme kategorileri, amaçlar, nitelikler ve en alt seviyede karar alternatifleri yer almaktadır.

Şekil 4.1:AHP Hiyerarşi Modeli



AHP ile yapılacak seçimle ilgili karar probleminde genel olarak 4 aşama mevcuttur, izlenecek ana adımlar aşağıdaki gibi tarif edilebilir.

- a) Karar problemini tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulur. Bu aşamada problem tanımlanır ve sorun olabildiğince ayrıntılı olarak ortaya konur. Hedef, amaçlar, ana nitelikler, alt nitelikler ve alternatiflerin (karar noktalarının) tespitini yapılır ve bir hiyerarşi oluşturulur. Hiyerarşide en üst nokta nihai hedef, en alt nokta ise karar alternatifleridir.
- b) İkili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulur. İkili karşılaştırma matrisleri, bütün kriterleri ikili karşılaştırma ölçeğine göre kıyaslanmasında kullanılan faktörlerdir. İkili karşılaştırmaları elde etmek için göreceli veya mutlak ölçümler kullanılır (Dağdeviren, 2008). İkili karşılaştırma matrisi, 1-9 ölçeğinin kullanıldığı $n \times n$ boyutunda bir kare matristir. Matrisin köşe değerleri yani $i=j$ olduğunda 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Bu değerlendirmede Tablo 4.2’de gösterilen ölçek kullanılır. İkili karşılaştırma matrisinde w_i/w_j terimi, i . kriterinin j . kriterinden ne kadar daha önemli olduğunu belirtir. Örneğin bu değer 9 ise, i . kriterin j . kriterine göre çok yüksek derecede kuvvetli önemli olduğu anlaşılır. j kriterinin i . Kriterine göre önem düzeyinin ise $1/9$ düzeyinde olduğu anlaşılır.

Tablo 4.2:AHP Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki kriter eşit öneme sahiptir.
3	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Bir kriter diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Bir kriter diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmelidir.
9	Bir kriter diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerler için kullanılır.

- c) Kriterlerin önem derecelerinin belirlenir. Karşılaştırma matrisindeki kriterlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını

belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli aşağıda gösterilen B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Sonuçta, n adet B sütun vektörü elde edilir ve aşağıda gösterilen C matrisi oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü elde edilir.

- d) Kriterlerin kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür. Kriterler ve alternatifler arası kıyaslamalar tamamlandıktan sonra, yapılan karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını ölçmek için tutarlılık analizi yapılmalıdır. Tutarlılıktan kasıt, A kriteri B kriterine tercih ediliyor ve B kriteri C kriterine tercih ediliyorsa, A kriteri C kriterine tercih edilmelidir. Tutarlılığın hesaplanabilmesi için, öncelikle ikili karşılaştırma matrisi W vektörü çarpılarak yeni bir vektör elde edilir. Bu vektörün her bir satırı ile W vektörünün karşılık gelen satırı çarpılarak λ_i ($i=1, \dots, n$) değerlerinden oluşan λ vektörü elde edilir. Sonra, $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ eşitliği ile λ değeri elde edilir ve $(\lambda_i - n)/(n-1)$ eşitliğinden tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranının sıfır (0) olması karar vericinin değerlendirmelerinde tamamen tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu oranının yüzde10 ve daha altında olması istenir (Forman ve Selly, 2001). Ancak, bazı durumlarda yüzde10'dan daha yüksek tutarsızlık oranları kabul edilebilir.
- e) Alternatiflerin Yüzde Önem Derecelerinin Belirlenir. Bu adımda, her bir kriter açısından karar noktalarının yüzde önem dereceleri belirlenir. İkili karşılaştırmalar ve matris işlemleri kriter sayısı kadar tekrarlanır. Her bir karşılaştırmadan sonra

mx1 boyutlu ve değerlendirilen kriterin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren üstünlük sütun vektörleri elde edilir. Bu vektörler bir araya getirilerek mxn boyutundaki K karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi aşağıda tanımlanmıştır.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

AHP'nin güçlü ve zayıf yönleri konuyla ilgili uzmanlar arasında tartışmalar neden olmaktadır. Yine de AHP çok kriterli kadar verme yöntemleri arasında en güvenilir yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Chan, 2004).

AHP yönteminin güçlü yönleri aşağıdaki şekilde belirtilmektedir:

- a) Uzmanlık gerektirmez. Yapısı sebebiyle kullanımı kolaydır, karmaşık problemleri bile basitleştirir. Kullanıcılar yöntemin ikili karşılaştırma biçimini basit ve kullanışlı bulmaktadır. Bu sebeple geniş bir kullanım alanına sahiptir.
- b) Geniş katılımlı grup kararları için uygun bir yöntemdir.
- c) Problem kurulurken kriterlerin hiyerarşik yapıda oluşturulması sebebiyle her bir kriterin ve alt kriterin önemi belirginleşmektedir.
- d) Yöntem, elde edilen sonucu tutarlılık yönünden analiz eden bir mekanizmaya sahiptir.

AHP yönteminin zayıf yönleri aşağıdaki şekilde belirtilmektedir:

- a) AHP yöntemine getirilen en büyük eleştiri, probleme yeni eklenen veya probleminden çıkartılan bir alternatif sonrasında sıralamanın değişebilmesidir.
- b) Kriter ve alt kriterlerin sayısı arttığında ikili karşılaştırmaların sayısı çok fazla büyür ve karşılaştırmalar uzun bir görev halini alır.

5. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ

5.1. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN TARİHÇESİ

Kalite Fonksiyon Göçerimi ilk kez 1966 yılında Yoji Akao tarafından Japonya’da ortaya koyulan yöntemdir.

Japonya, 1960'ların ortasından itibaren ekonomisini uluslararası rekabete açmış, yeni bir endüstriyel gelişim tipini ortaya çıkararak ağır sanayide (otomobil, gemi ve makina) büyük gelişim sağlamıştır. 1960'lı yılların sonlarında Japonya, düşük maliyetle çelik üretebilen ülkelerinden biri olmuş ve bu avantajını; stratejik sanayileşme planlarını gemi endüstrisine odaklayarak kullanmaya karar vermiştir. Düşük hammadde maliyeti avantajıyla 1970'li yıllar itibariyle dünyanın büyük tonajlı gemi üretimindeki lideri olmuştur. Gemi inşası sektörü, müşteri ihtiyaçlarına göre gemi spesifikasyonlarının belirlendiği, gemi spesifikasyonlarına bağlı olarak tasarım ve üretim sürecinin oluşturulduğu bir sektördür. Seri üretim uygulaması çok düşük, ürünlerdeki değişkenlik yüksektir. Genellikle siparişe göre üretimin yapılır ve yüksek yatırım maliyetleri gerekir (Sezen, 2008). Aslında her seferinde üretilen bir gemi olmasına rağmen; her müşterinin istekleri ve ihtiyaçları farklılaştığından, her yeni gemi yeni ve farklı bir ürün anlamına gelmektedir. Dolayısıyla tasarım her seferinde bir ürün konseptinden bir diğer ürün konseptine doğru değişmektedir. Bütün bu nedenlerle bir gemi üretmek lojistik bir kabusu dönüşebilir (Guinta ve Praizler, 1993).

Japonya'da üretilen bu büyük tonajlı gemilerden bazıları da Mitsubishi Heavy Industries şirketine ait Kobe tersanesinde üretilmekteydi. 1960'lı yılların sonunda Mitsubishi; bu karmaşık gemilerin üretim lojistiğinin geliştirilmesinde Japon hükümetinden yardım istemiştir. Hükümet; üretim sürecinin her aşamasının özel bir müşteri isteğini karşılamaya yönelik olmasını sağlayacak bir sistem geliştirmek için; çok sayıda üniversite profesörüyle bağlantı kurmuş ve böylece bugün Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) adı verilen yöntem ortaya çıkmıştır (Guinta ve Praizler, 1993). 1972 yılında da Mitsubishi; yöntemi gemi üretiminde kullanmaya başlamıştır. Dr. Yoji Akao Kalite Fonksiyon Göçerimi yöntemi ile Toplam Kalitenin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Japon firmalarının imalat departmanlarında 1950'li ve 1960'lı yıllarda hızla yayılan Toplam Kalite düşüncesi; 1960'lı yılların sonunda müşteri isteklerinin öneminin anlaşılmasına kadar ulaşmıştır. Önceleri müşteri isteklerinin belirlenmesi ve tasarım kalitesinin oluşturulması için balık kılıcı diyagramları (neden-sonuç diyagramları)

kullanılırken; Dr. Akao 1966'larda tasarım ve imalatta kalitenin güvence altına alınması için kritik noktaların belirlenmesi gerektiği görüşünü açıklamıştır. Böylece Kalite Fonksiyon Göçerimi düşüncesi meyve vermeye başlamış ve ilk kez 1972 yılında, Kobe tersanesinde Dr. Mizuno ve Dr. Furukawa ilk KFG matrisini oluşturmuşlardır (Shillito, 1994). 1978 yılında Dr. Yoji Akao ve Dr. Mizuno'nun birlikte editörlüğünü yaptıkları bir kitap sonrasında KFG Japonya'da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1980 sonrasında yönetime yeni teknolojiler entegre edilerek, kritik konularda kökten gelişmelerin sağlanmasında kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra Toyota ve tedarikçileri yöntemi çeşitli şekillerde geliştirmişlerdir. Toyota'da KFG'nin kullanımı ilk olarak, altmışlı ve yetmişli yıllardaki Japon arabalarının ününü kötü şekilde etkileyen ve onarım ve garanti süreci maliyetleri çok yüksek oranda arttıran otomobil gövdesi korozyonu sorununu azaltmak ve kontrol etmek için başladı ve sonrasında KFG firmada kilit bir prosedür haline geldi. Japon imalatçılar yöntemi, elektronik tüketim mallarında, ev eşyalarında, giyimde, entegre devrelerde, sentetik kauçuk üretiminde, inşaat donanımında ve tarım makinalarında başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar.

Bu süre zarfında Japon ürünlerinin kalitesine dayanan başarı, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki şirketlerinin ilgisini çekti (Bounds ve ark., 1994). 1984 yılında Don Clausing, KFG'yi bir metod olarak Ford Motors'da uygulamaya başladı. (Ginn ve ark., 2010). Bu dönemde ortaya çıkan Bob Haus (GOAL/QPC'nin kurucusu), John Hauser ve Larry Sullivan (Amerikan Tedarikçi Enstitüsü kurucusu) ABD'de QFD'nin büyümesine katkıda bulunan öncüler olarak tanındı. (Martins ve Aspinwall, 2001) 1986'da Ford ve Xerox'un uygulamaya başladığı KFG, sonraki 15 sene içerisinde sıra tipik ürün tasarım uygulamalarının yanında havacılık, yazılım mühendisliği, otelcilik, bankacılık, hizmet sektörü, pazarlama gibi endüstrilerde ve çok uluslu firmalar da dahil olmak üzere kendisine geniş bir kullanım alanı buldu (Benitez ve ark., 2007; Gonzales ve ark., 2004).

Avrupa'da KFG'nin kullanımının ilk örnekleri İngiltere'de, seksenli yıllardan beri başladı. Diğer taraftan, Almanya'nın ilk uygulama 1987'de Saatweber'in tarafından yapıldığı gözlemlenmiştir (Saatweber, 2007). Alman QFD Enstitüsü "QFD-Institut Deutschland" 1996 yılında kurulmuştur. Türkiye'deki yöntem ilk olarak 1994 yılında olmuştur. Arçelik, KFG uygulamasını bulaşık makinelerinde uygulamıştır.

5.2. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN TANIMI

Kalitenin tabiatlarından biri farklı insanlara, hatta aynı kişiye ama farklı zamana göre değişen göreceli bir kavram olmasıdır. Bu ifadeyle iki kavrama vurgu yapılmıştır. İlki, doğru müşteri gereksinimlerini yakalamak için her bir müşterinin kendi perspektifinden bakmak gerekir. İkincisi, müşteri gereksinimleri dinamiktir.

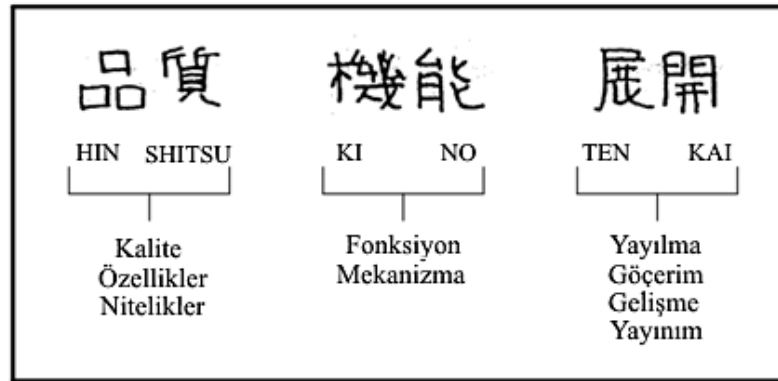
Bu yaklaşım üzerine kurulmuş olan Kalite Fonksiyon Göçerimi müşterilerin satın almayı arzu ettiği ürün veya hizmette bulunmasını istedikleri niteliklerin, bu nitelikleri yerine getirecek fonksiyonlara dönüştürülüp, bu fonksiyonları gerçekleştirilmesiyle ilgili işleri yapma görevinin örgüt içindeki uygun birimlere aktarılmasıdır. (Yenginol, 2002)

Kalite Fonksiyon Göçerimi, ilk defa Japonya’da ortaya çıkmış bir kavramdır. Kalite Fonksiyon Göçerimin Japon dilindeki özgün karşılığı “Hin Shitsu, Ki Nou, Ten Kai” olup, İngilizce’ye “Quality Function Deployment” olarak tercüme edilmiştir. Türkçe ’de en yaygın kullanımı “Kalite Fonksiyon Göçerimi” olmakla birlikte “Kalite Fonksiyon Yayılımı”, “Kalite Fonksiyonu Açınımı”, “Kalite İşlev Konuşlandırma” gibi çeşitli isimlendirmeleri de mevcuttur. (Yenginol, 2002).

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), 70’lerden itibaren dünyaya Yoji Akao ve Shigeru Mizuno (kino terimini kullanan) tarafından tanıtılan bu yaklaşımın Japon dilindeki karşılıkları şu şekildedir;

- a) Hinshitsu: Kalite, özellikler nitelikler
- b) Kino: Fonksiyon, mekanizma
- c) Tenkai: Yayılım, göçerim, dağıtım, gelişim

Şekil 5.1: KFG Açılımı



KFG’nin farklı yazarlar ve farklı bilim adamları tarafından birçok tanımı yapılmıştır. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yönteminin temellerini atan Yoji Akao yöntemi

“Müşteri tatminini amaçlayan, müşteri gereksinimlerini tasarım hedefleri haline getirip bunların en önemli kalite güvenceleri olmasını sağlayan ve bu anlayışın üretimin her noktasında kullanılmasını gerekli kılan, kalite tasarımının geliştirilmesi” olarak tanımlamaktadır (Akao, 1990).

Dr. A. V. Feigenbaum’a göre KFG; beklenen kalite standartlarında bir ürünün üretilmesi ve piyasaya arzı için gerek duyulan organizasyonel ve fonksiyonel prosedürler içeren kalite sistemidir (Akao, 1988).

Guinta ve Praizler (1993) KFG’yi, “müşterileri dinleyip tam olarak ne istediklerini öğrendikten sonra, bu ihtiyaçların eldeki kaynaklarla en iyi şekilde nasıl karşılanacağını belirlemenin mantıksal bir yoludur” şeklinde tanımlamaktadır.

KFG, bir geliştirme ekibinin müşteri istek ve ihtiyaçlarını açıkça anlamasını sağlayan ve bu istek ve ihtiyaçların karşılanması için önerilen ürün ya da hizmetlerin yeteneklerini sistematik olarak değerlendiren, yapılaşmış bir üretim planlama ve geliştirme yöntemidir (Cohen,1995).

5.3. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ METODOLOJİSİ

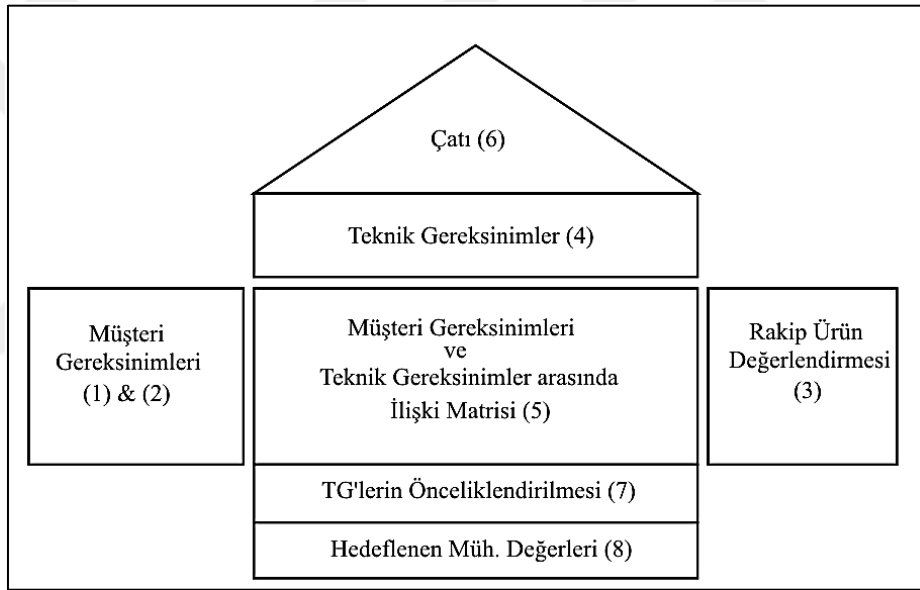
KFG'nin başlangıcı, geliştirilmeye çalışılan ürün veya hizmetle ilgili potansiyel müşterileri, onların beklentilerini belirlemektir. Müşterileri ve beklentilerini belirledikten sonraki adım, mevcut pazarda müşteriye sunulan ürün veya hizmetleri, pazarın ileriye dönük yönelimini ve müşteri beklentilerini (standart, beklenen ve heyecan yaratacak) analiz etmektir. Müşteriye ait gereksinim listesinin müşterinin kendi sözleriyle oluşturması nedeniyle Müşterinin Sesi (VOC – Voice of Customer) olarak adlandırılır. Müşterinin sesini dikkatlice analiz etmek, KFG uygulayıcılarının müşterilerin isteklerini yakalamaları için en büyük yardımcısıdır (Shillito, 1994). Daha sonra, bu seslerin (beklentilerin) karşılanması için teknik gereksinimlere karar verilir, KFG'nin müşteriler ile tasarımcılar arasında en büyük boşluk bıraktığı kısım alandır. Müşterinin sesini ürünün veya hizmetin teknik gereksinimlerine dönüştürmek için bir matris kullanılır. En çok bilinen matris, müşteri beklentilerinin mühendislik veya tasarım şartnamelerine çevrilmesini sağlayan Kalite Evi'dir. Bu matris yardımıyla, belirlenen teknik hedeflerin müşteri beklentilerini ne ölçüde karşıladığını belirlemek için konuyla bir gözden geçirme geçirilir, bu konunun sorumlusu ilgili teknik uzmanlardır. Ürün pazara sunulduktan sonra zaman içerisinde müşteri beklentilerinin değişmesi ve teknolojik gelişmeler neticesinde teknik gereksinimlerin müşteri

beklentilerini sağlayabilme yeteneğinin artmasıyla KFG matrisleri gözden geçirilmelidir.

5.4. KALİTE EVİ

Kalite Evi, Kalite Fonksiyon Göçerimi metodolojisinin temel yapıtaşıdır. Müşteri gereksinimleriyle bu gereksinimleri karşılamaya yönelik olarak belirlenen teknik gereksinimlerini ilişkilendirmeye; ürün özelliklerini belirlemeye, teknik gereksinimler aralarındaki olumlu ya da olumsuz korelasyonları belirlemeye yarayan bir matrisler setidir. Akao'ya (1997) göre, çatıya benzeyen üçgen üst yapısı nedeniyle (Şekil 5.2) bu isim verilmiştir.

Şekil 5.2: Kalite Evi



Griffin ve Hauser (1993), Kalite Evinin ana adımları aşağıdaki gibi özetlemiştir.

- Müşteri gereksinimlerini toplanması
- Müşteri gereksinimlerinin önemini derecelendirilmesi
- Rakip ürünler için müşteri değerlendirmesi yapılması
- Teknik gereksinimleri belirlenmesi
- İlişki matrisinin derecelendirilmesi
- Teknik gereksinimler arası iç ilişkinin derecelendirilmesi
- Teknik gereksinimlerin mutlak ve bağıl önem değerlerinin hesaplanması
- Teknik gereksinimler için hedeflenen mühendislik değerlerinin belirlenmesi

5.4.1. Müşteri Gereksinimlerini Toplanması

Kalite evinin oluşturulmasında ilk adım, müşteri gereksinimlerinin oluşturulmasıdır. Müşteri gereksinimlerinin doğru şekilde belirlenmesi kalite evinin en önemli adımıdır. Çünkü daha sonra yapılacak bütün çalışmalar, bu aşamada belirlenmiş gereksinimler doğrultusunda ilerleyecektir. Müşteri gereksinimleri, Şekil 5.3’de gösterilen şekilde matrisin sol tarafında listelenir. Müşteri gereksinimlerine, müşteri ihtiyaçları da denilebilmektedir ve genellikle birincil, ikincil ve üçüncül talepler hiyerarşisinde yapılandırılırlar. Müşteri gereksinimleri genellikle odak gruplarla yüz yüze, anket yoluyla toplanır. Bu gereksinimler, müşterilerin ihtiyaçlarının, isteklerinin ve beklentilerinin kendi sözleriyle tanımlanmasıyla elde edildiği için “müşterinin sesi” olarak adlandırılır. Örneğin, birçok Japon şirketi, ürünlerini halka açık alanlara yerleştirerek müşterilerini dinler ve potansiyel müşterileri bu ürünleri test etmeye teşvik eder ve rakip ürünleri analiz eder. (Hauser ve Clausing,1988) Müşteri gereksinimlerinin elde edilmesi hususunda önemli bir sorun, müşterilerin sözcük ve çıkarımlarının konuyla ilgilenen uzman ekip tarafından doğru olarak tanımlanabilmesidir (Hauser ve Clausing, 1988).

Şekil 5.3: Müşteri Gereksinimleri Matrisi

Müşteri Gereksinimleri (NE)	Teknik Gereksinim 1	Teknik Gereksinim 2	Teknik Gereksinim 3	Teknik Gereksinim 4	Teknik Gereksinim 5	Teknik Gereksinim 6	Teknik Gereksinim 7	Teknik Gereksinim 8	Teknik Gereksinim 9	Teknik Gereksinim 1
Müşteri Gereksinimi 1										
Müşteri Gereksinimi 2										
Müşteri Gereksinimi 3										
Müşteri Gereksinimi 4										

5.4.2. Müşteri Gereksinimlerinin Önemi Derecelendirmek

Geleneksel yöntemde, Şekil 5.4’e benzer olarak müşteri gereksinimlerinin önemini derecelendiren uzman ekip üyeleri, müşteri gereksinim ve ihtiyaçlarına ait önem derecesini doğrudan deneyimlerine dayanarak veya örneğin anket yoluyla değerlendirir. Müşteri gereksinimlerinin farklı yorumlanması sonuçların farklı yorumlanmasında yol açacağından, bu adımın doğru olarak belirlenmesi nihai sonuçların yorumlanması açısından çok önemlidir. Bu nedenle, literatürde bu kritik öneme sahip konuyla başa

anlamına gelir. Bu durumda matrise yeni bir teknik gereklilik eklenir ve karşılanamamış olan müşteri gereksinimi en az bir teknik gereksinimle ilişkilendirilir. (Şekil 5.7)

Şekil 5.7: İlişki Matrisinin Derecelendirilmesi

Müşteri Önceli	Maksimum İlişki	Müşteri Gereksinimleri (NE)	Teknik Gereksinimler (MASIL)															
			Teknik Gereksinim 1	Teknik Gereksinim 2	Teknik Gereksinim 3	Teknik Gereksinim 4	Teknik Gereksinim 5	Teknik Gereksinim 6	Teknik Gereksinim 7	Teknik Gereksinim 8	Teknik Gereksinim 9	Teknik Gereksinim 10	Teknik Gereksinim 11	Teknik Gereksinim 12	Teknik Gereksinim 13	Teknik Gereksinim 14	Teknik Gereksinim 15	Teknik Gereksinim 16
7,5	9	Müşteri Gereksinimi 1	○	●		△		●	○		○	△	△	●		○	●	○
3,7	9	Müşteri Gereksinimi 2	●											△				
4,7	9	Müşteri Gereksinimi 3			●													
10,1	9	Müşteri Gereksinimi 4					●	○								●	○	
3,2	9	Müşteri Gereksinimi 5				●												
2,9	9	Müşteri Gereksinimi 6					△		●					○				
5,5	9	Müşteri Gereksinimi 7			△			○			●							
1,7	9	Müşteri Gereksinimi 8						○								●	△	
4,5	9	Müşteri Gereksinimi 9						△	○	○	●							
4,9	9	Müşteri Gereksinimi 10								●	○							
12	9	Müşteri Gereksinimi 11								△		●						
7,6	9	Müşteri Gereksinimi 12							○		○	●						
8	9	Müşteri Gereksinimi 13							●					●	○			
4,7	9	Müşteri Gereksinimi 14					●	○								○	●	

MG-TG İlişkiler Matrisi

Güçlü-9 ●

Orta-3 ○

Zayıf-1 △

5.4.6. Teknik Gereksinimler Arası İç İlişkinin Derecelendirilmesi

Altıncı adımda, teknik gerekliliklerin kendi aralarındaki iç ilişkilerini gösterildiği, çatıyı oluşturan korelasyon matrisini oluşturulur. Matristeki bu oda, Kalite Evi teriminin isminin geldiği yerdir, çünkü matris bu şekliyle çatılı bir eve benzer. (Şekil 5.8) Ekip üyeleri, her bir teknik gereksinimin diğer teknik gereksinimler üzerindeki etkisini değerlendirir (Saatweber, 2007). Bir önceki adımda olduğu gibi bu adımda da ilgili odada harf veya sembol kullanmak, tanımlar arasındaki iç ilişkileri seviyelerini göstermek açısından faydalı olacaktır. Ekip üyeleri, teknik gereksinimlerin kendi içerisindeki çelişkileri ve karar verirken elde edilen kazanıma karşılık kayıpları görebilmek adına teknik gereksinimler arasındaki güçlü negatif ilişkileri ortaya çıkarmalıdır.

5.4.8. Teknik Gereksinimler İçin Hedef Performans Değerlerinin Belirlenmesi

Son olarak sekizinci adımda, çok disiplinli bir KFG ekibinin müşteri gereksinimleri ve müşteri memnuniyeti değerlerini göz önünde bulundurarak performans hedef değerlerini belirler (Hauser ve Clausing, 1988).

5.5. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİNİN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ

KFG'nin 50 yıllık tarihi boyunca, yöntemin kullanıcılarına birçok yararı olduğunu gözlemlenmiştir. KFG yöntemi hemen hemen tüm alanlarda, dünya çapında birçok firmada KFG kullanılmaktadır. KFG'nin birçok avantajlarına rağmen, araştırmacı ve uygulayıcılar yöntemin bazı dezavantajları da ortaya koyulmuştur.

KFG yöntemi, dünya çapında kurumları ve şirketleri bu yöntemi kullanmaya teşvik eden birçok avantaja sahiptir. KFG, müşteri memnuniyetinin artırılmasına katkıda bulunarak kuruluşta müşterinin sesinin etkin şekilde duyulmasını sağlar (Griffin ve Hauser, 1993).

Bergman ve Klefsjö'e (1994) göre bir kuruluşun kalitesi, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılama yeteneğine olduğu bağlı için KFG tekniğinin kullanılması kuruluşta kaliteyi artırır. KFG, sadece dış bağlamda, müşterinin doğrudan temas halinde olduğu bölümleri ve ürünleri geliştirmez, aynı zamanda iç bağlamda da şirketteki çeşitli bölümler arasındaki iletişimi başlatır ve geliştirir.

Günümüz piyasasındaki KFG, kritik müşteri gereksinimleriyle şirket hedefleri arasında bir denge sağlamaya yardımcı olarak ürünlerdeki değişiklik sayısını azalmasına, ürünün tasarımını geliştirerek hataların ortaya çıkmadan önlenmesine ve şirketlerin rekabet gücünü korumalarına yardımcı olur (Vonderembse ve ark., 1997).

Öte yandan, KFG'nin birçok dezavantajı ve metodolojik sorunlu sorunları da vardır. KFG ilişki matrisi çözümü zorlaştırıcı bir şekilde büyüyebilir ve çözümü büyük çaba ve zaman gerektiren bir uğraşa dönüşebilir (Kazemzadeh ve ark., 2009).

Ayrıca, müşteri gereksinimleri göz önüne alındığında birçok sorunla karşılaşmaktadır; örneğin, bazen müşteri gereksinimleri belirsiz, çelişkili ve/veya çok fazla çeşitlilik gösterebilmektedir, müşteri gereksinimleri arasındaki bu çelişkilerin ve çeşitliliklerin çözülmesi kolay değildir (Bouchereau ve Rowlands, 2000).

Ek olarak, müşteri gereksinimleri dinamiktir, zaman içinde değişime uğrar. Müşterinin sesi verisi toplandıktan sonra bu değişimler çözüm esnasında göz önüne alınmaz (Chong ve Chen, 2010).

Teknik ihtiyaçlar düzeyinde, KFG'yi kullanırken dikkat edilmesi gereken konular mevcuttur. Müşteri gereksinimlerinin teknik gereksinimlere çevrilmesinde, bazen çok sayıda teknik gereksinime ihtiyaç duyulmaktadır, ancak teknik gereksinimlerin bazıları zaman ve karmaşıklık sorunları nedeniyle kalite evinde göz önüne alınamaz (Reich ve Levy, 2004).

KFG'nin bir başka sorunu da uzman ekip matristeki önem derecelerine karar verirken hata yapabilir, KFG ekipleri kendi birimleriyle ilgili konulara daha yüksek puan verme eğilimindedirler (Kahraman ve ark., 2006).

5.6. AHP YÖNTEMİNİN KFG METODUNDA KULLANIMI

Carnevali ve Miguel (2008) tarafından yapılan çalışmaya göre, AHP yönteminin KFG ile bütünleştirilerek kullanılmasının son yıllarda oldukça popüler olduğunu belirtmiştir. AHP'nin KFG metodunda kullanılmasının sebep olan temel dört neden mevcuttur.

- a) AHP değerlendirme ölçeği kullanılarak elde edilen önem dereceleri, KFG kullanımı sonucunda elde edilen teknik gereksinim önceliklerinin belirlenmesinde büyük önem taşır.
- b) Müşteri gereksinimlerinin önem derecelerinin AHP kullanılarak belirlenmesi durumunda önem derecelerinin tutarlılıkları da kontrol edilir. 1-5 puanlama sistemi uygulanan geleneksel KFG'de bu durum mümkün değildir.
- c) “Her şey eşit derecede önemlidir” hatasından kaçınılmasını sağlar. Müşteriler puanlama yaparken bütün gereksinimlere eşit ve yüksek puan verme eğilimindedirler. Bu durumda ortaya çıkacak öncelikli teknik gereksinimler hatalı hesaplanabilecektir.
- d) Grup kararlarında önem derecelerinin belirlenmesini büyük ölçüde kolaylaştırır. Grup kararlarındaki kullanım kolaylığı ve değerlendirmelerdeki tutarsızlığı ele alma yeteneği diğer çok kriterli metotlarla karşılaştırıldığında AHP'nin en büyük avantajıdır.

6. UYGULAMA

Bu bölümde, önceki bölümlerde teorik olarak açıklanan KFG & AHP metodolojilerinin bütünleşik olarak kullanılarak bir geminin kavramsal tasarımı sürecinde müşteri beklentilerini teknik gereksinimlere dönüştürmek için bir uygulama yapılacaktır.

6.1. UYGULAMANIN YÖNTEMİ VE İÇERİĞİ

KFG & AHP metodolojileri kullanarak, denizcilik sektörüne ticari gemi tasarımı yapan bir firmanın müşterinin sesini dinleyerek müşteri ihtiyaçlarını belirlenmesi, önceliklendirmesi ve müşteri beklentilerinin teknik gereksinimlere çevrilerek bir geminin spesifikasyonunun ortaya çıkartılması sonucunda müşteri memnuniyetinin artırılması amaçlanmaktadır.

Uygulama için 7000 DWT yük taşıma kapasitesine sahip petrol ürünleri ve kimyasal bir tanker göz önüne alınacaktır.

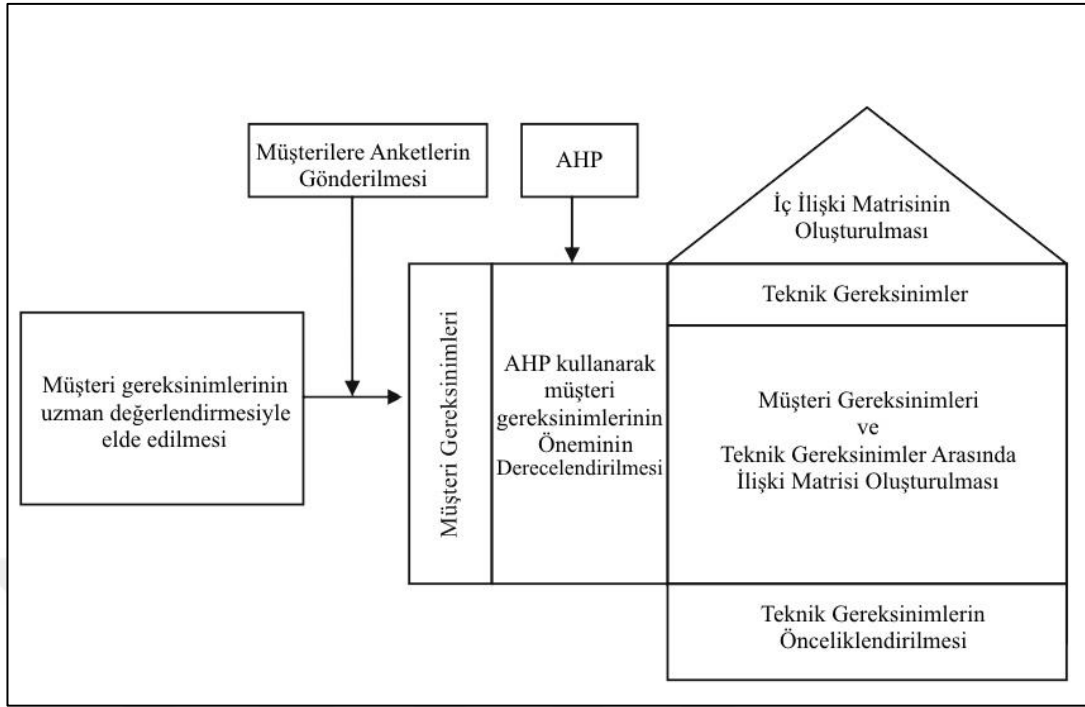
Uygulama aşamasında öncelikli olarak tasarım kriterleri belirlenmiştir. Sonrasında belirlenen tasarım kriterleri için alt kırılımları da mevcut olan hiyerarşik yapı oluşturulmuş, sonrasında müşteri beklentilerinin elde edilmesi için AHP yöntemine göre değerlendirilmeye tabi tutulacak bir anket, 3 adet uzmana gönderilmiş ve bu anketi cevaplamaları istenmiştir.

Gelen cevaplardaki tutarlılık değerleri göz önüne alınarak güçlü bir anlaşma sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Tutarlılığı yüksek olan kararlar, uzlaşmış nihai grup kararları olarak kabul görmüştür.

Müşteriye gönderilen anketlerde, AHP prosedürünün gerektirdiği uzun hesaplama adımlarından kaçmak, bir link vasıtasıyla anketi uzmanların değerlendirmesine göndererek çevrimiçi web tabanlı olarak doldurabilmeleri sağlamak, sonrasında yapılmış değerlendirmeleri uygulamanın çevrim içi sistemde kayıt altına almak, bireysel ve grup değerlendirmeleri için karşılaştırma matrisleri, yüzde önem dereceleri, öncelik dereceleri, tutarlılık oranlarını hesaplamak için Goepel tarafından 2014 yılında geliştirilmeye başlanan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP-OS) Çevrimiçi Yazılım Aracın web tabanlı çevrimiçi uygulanması kullanılmıştır (Goepel, K.D., BPMSG).

Son adımda, AHP yöntemiyle önceliklendirilmiş müşteri gerekliliklerinin KFG yöntemiyle kalite evine yerleştirilerek teknik gereksinimlerin önem dereceleri elde edilmiştir.

Şekil 6.1: Çalışmada Kullanılan AHP-KFG Metodolojisi



6.2. KAVRAMSAL TASARIM KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Kavramsal tasarım sürecinde müşterilerin beklentilerini toplamaya başlamadan önce bir önemli kriterlerin yer aldığı bir anket çalışması oluşturulmuştur. Bu anket çalışmasına, değişik fonksiyonlarda görev alan uzmanlar katılmıştır. Geminin yaşam döngüsü göz önüne alınarak, müşterinin beklenti içerisine girmesi muhtemel olacağı kriterler bir hiyerarşi yapı altında oluşturulmuştur. Ana kriter; inşa süreci verimliliğiyle ilgili kriterler, inşa süreci verimliliğiyle ilgili kriterler, güvenilirlik konusundaki kriterler, denizde can ve mal güvenliğiyle ilgili kriterler, çevre dostu tasarım konusundaki kriterler ve teknik hususlardaki kriterler belirlenmiştir. Hiyerarşinin her bir düğümü için bir alt kriterler seviyesi daha mevcuttur.

İnşa süreci verimliliğiyle ilgili alt kriterler; düşük inşa maliyeti ve inşanın çabuk tamamlanarak geminin hızlı teslimi olarak belirlenmiştir.

İşletme süreci verimliliğiyle ilgili alt kriterler; değişik tipte yükler taşıyabilme, düşük yakıt tüketimi, hızlı yükleme-boşaltma süresi, düşük mürettebat sayısı, düşük bakım-tutum maliyeti olarak belirlenmiştir.

Güvenilirlikle ilgili alt kriterler; yüksek yaralı stabilite yeteneği, düşük ekipman arıza sıklığı, kritik sistemlerin devre dışı kalmaması olarak belirlenmiştir.

Güvenlikle ilgili alt kriterler; yüksek yangın güvenliği ve denizde yüksek can güvenliği olarak belirlenmiştir.

Çevresel kriterlerle ilgili alt kriterler; ECA/SECA bölgesinde ticaret yapabilme seyir enerji verimliliği, atık atıkların düşük depolama, imha ve tasfiye maliyeti olarak belirlenmiştir.

Teknik performansla ilgili alt kriterler; yüksek yapısal dayanım, uzun menzil, yüksek hız, yüksek denizcilik performansı, buzlu denizde seyir yeteneği, personel için konforlu bir ortam olarak belirlenmiştir.

İlgili kriter ve alt kriterler aşağıda yer alan Tablo 6.1’de gösterilmektedir.

Tablo 6.1: Kavramsal Tasarım Kriterleri ve Ağaç Yapısı

Seviye 0	Seviye 1	Seviye 2
Kavramsal Tasarım Kriterleri	İnşa Süreci Verimliliği Kriterleri	Düşük İnşa Maliyeti
		İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi
	İşletme Süreci Verimliliği Kriterleri	Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme
		Düşük Yakıt Tüketimi
		Hızlı Yükleme-Boşaltma Süresi
		Düşük Mürettebat Sayısı
		Düşük Bakım-Tutum Maliyeti
	Güvenilirlik Kriterleri	Yüksek Yaralı Stabilitate Yeteneği
		Düşük Ekipman Arıza Sıklığı
		Kritik Sistemlerin Devre Dışı Kalmaması
	Güvenlik Kriterleri	Yüksek Yangın Güvenliği
		Denizde Yüksek Can Güvenliği
	Çevresel Kriterleri	ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme
		Seyir Enerji Verimliliği (EEOI)
		Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye Maliyeti)
	Tekne/Teknik Performans Kriterleri	Yüksek Yapısal Dayanım
		Uzun Menzil
		Yüksek Hız
		Yüksek Denizcilik Performansı
		Buzlu Denizde Seyir Yeteneği
Personel için Konforlu bir Ortam		

Ana ve alt kriterlere ait tanımlamalar şu şekildedir;

a) İnşa Süreci Verimliliği Kriterleri:

Düşük İnşa Maliyeti: İnşa maliyeti ana hatlarıyla 3 kategoriye ayrılabilir. Malzeme maliyeti, işçilik maliyeti ve genel gider maliyeti. Malzeme maliyeti iki ana alt kırımdan oluşur; tekne maliyeti ve donatım maliyeti. Tekne maliyeti gemide kullanılan sac ve profillerden; donatım maliyeti gemide kullanılan sevk sistemi, sistemlere ait ekipman ve borular, mobilyalar, seyrüsefer ekipmanları gibi maliyetlerden oluşur. İşçilik maliyetleri, tekne, makine ve donatım sistemlerinin inşası için ortaya çıkan masraflardır. İnşa için harcanan efor arttıkça işçilik maliyetleri de artar. Aynı zamanda inşanın kompleks bir yapıya sahip olması inşa maliyetini arttırır. Genel gider maliyetleri, ürünün inşası ile doğrudan ilişkilendirilememiş destek maliyetleridir, tasarım hizmeti, sınıflandırma hizmeti, üretim yapılan tersanede işletme maliyetleri bu sınıfa girer.

İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi: İnşanın çabuk tamamlanması geminin operasyonuna daha erken girmesi ve getiri elde etmeye başlaması demektir. İnşa süresi; gemi tipine, tasarımın üretimi kolaylaştıracak şekilde hazırlanmasına (üretim odaklı tasarım), armatörün inşanın ara vermeden devam etmesi için gerekli sermayesinin olup olmaması gibi faktörlerden etkilenir.

b) İşletme Süreci Verimliliği Kriterleri:

Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme: Değişik tipte yükler taşımak işletmenin rekabetçiliğini arttıran başlıca unsurlardandır. Kargo tanklarının değişik tipte yük taşıyacak şekilde inşa edilmesi, daha kolay yük bulmak, yatırımın daha hızlı geri dönüşü demektir.

Düşük Yakıt Tüketimi: Ana makine tipi, makine gücü ve tekne formunu optimizasyonu yakıt tüketimine etki eden başlıca faktörlerdir.

Hızlı Yükleme-Boşaltma Süresi: Geminin limanda yükünü doldurup veya boşaltması için harcadığı süredir. Bu işlemin hızla tamamlanması geminin bir sonraki limana hareket etmek için daha az süreye ihtiyaç duymasına ve seyahat verimliliğinin artmasına sebep olur.

Düşük Mürettebat Sayısı: Düşük mürettebat sayısı, personele harcanan bütçenin azalmasına sebep olduğu için işletme giderini azaltacak önemli faktörlerden biridir.

Düşük Bakım-Tutum Maliyeti: Bu maliyet tipi OPEX'in bir parçası olarak değerlendirilebileceği gibi sistemlerin (özellikle makine ve ana sistemler) bakım aralığı, parça değişim süreleri ve öngörülen maliyetleri değerlendirmek için bağımsız olarak da kullanılabilirler

c) Güvenilirlik Kriterleri:

Yüksek Yaralı Stabilité Yeteneği: Kural koyucular, gemilerin karşılaması gereken asgari stabilite (yüzer denge konumu) gereksinimlerinin belirtmişlerdir. Bu asgari gereksinimlerin üzerine çıkmak, özellikle çevreye zarar taşıyan yük taşıyan gemiler ve yolcu taşıyan feribot-yük gemileri için herhangi bir olumsuz koşulda yüzerliliğin sağlanması açısından katkı sağlar.

Düşük Ekipman Arıza Sıklığı: Seçilen ekipmanın arıza yapma olasılığının düşük ve arıza yapma sıklılığının az olmasını ifade etmektedir.

Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi: Kritik bir sistemdeki bileşenlerinin bir arıza durumuna dahi geminin güvenli bir şekilde operasyona devam edebilmesi için ilgili bileşenlerin veya sistemin yedeklenerek üst sistemin emniyet altına alınması durumudur.

d) Güvenlik Kriterleri:

Yüksek Yangın Güvenliği: Kural koyucular, gemilerin karşılaması gereken asgari yangın güvenliği gereksinimlerinin belirtmişlerdir. Bu gereksinimlere ilave önlemler almak, olası bir yangın durumunda yangının erken tespit edilmesi, daha kısa sürede söndürülmesini sağlayarak mal, can ve çevre güvenliğini sağlanması durumudur.

Denizde Can Güvenliği: Bir kaza durumunda geminin terk edilmesi gerektiğinde gemideki personel ve yolcuların can güvenliğinin sağlanması durumudur.

e) Çevresel Kriterler:

ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme: Gemi kaynaklı hava kirliliği etkilerinin azaltılması için gemiden atmosfere salınan egzoz gazındaki kükürt, sülfür miktarının belli bir oranın altında kalması durumudur.

Enerji Verimliliği Operasyon İndeksi (EEOI): Gemi tahrik sistemlerinin işletilmesi esnasında optimum yakıt tüketimiyle birlikte asgari CO2 gazı salınarak emisyonun azaltılması ve sevk esnasında enerji verimliliğini üst seviyeye çıkarma durumudur.

Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye Maliyeti): Geminin normal faaliyetleri sonucu açığa çıkan atıkların çevreye zarar vermemeden yönetmeliklere uygun şekilde depolama ve tasfiyesi için gereksinimlerin oluşturulması durumudur.

f) Tekne/Teknik Performans Kriterleri:

Yüksek Yapısal Dayanım: İç ve dış yüklere maruz kalan geminin yapısal bütünlüğüne koruyabilme özelliği, bu geminin öngörülen yükler için yeterli mukavemete sahip ifade eder. Hiçbir yapı, sonsuz büyüklükteki yüklerin dayanımı dikkate katılarak tasarlanmaz. Tasarım esnasında, deniz ortamından gelen veya bünyesel yükler altındaki doğrusal veya doğrusal olmayan yerel veya global gerilmeler, doğal veya zorlanmış titreşime sebep olan unsurlar, darbe esnasında dinamik şok yükleri, periyodik yüklere maruz kalan yapının ömür tayini gibi etkiler göz önüne alınarak geminin yapısal olarak dayanabileceği konstrüksiyona karar verilir.

Uzun Menzil: Menzil, bir geminin yakıt tankları tam doldurduktan sonra öngörülen servis hızında yakıtı bitmeden gidebileceği mesafedir. Gün olarak da belirtilir. Yük bulurken, yakıt ve atık planlaması gibi operasyonel planlamalar yaparken göz önüne alınması önemli faktörlerden biridir.

Yüksek Hız: Gemi tipi ve taşınan yüke göre gemi servis hızının önemi değişir. Genel olarak, yapılan kontrata göre değişkenlik gösterebilmekte birlikte, yüksek hız teslim alınan malın daha kısa sürede teslim edilmesi ve yıl içerisinde yapılan taşıma çevriminin artması demektir. Aynı zamanda, daha yüksek hız ihtiyacı daha yüksek ilk yatırım maliyeti ve daha yüksek direnç sebebiyle seyir esnasında daha yüksek yakıt harcanması demektir.

Yüksek Denizcilik Performansı: Gemilerin belirli hava ve deniz koşullarına kadar planlanan görevleri hız ve rotasını koruyarak eksiksiz yerine getirmesi beklenir. Hava ve deniz durumunun gemi yeteneği üzerindeki etkileri; ilave direnç, denge kayıpları, dövünme sebebiyle yapısal ilave yükler ve mürettebat üzerinde etkilere sahiptir.

Buzlu Denizde Seyir Yeteneği: Geminin seyir yapacağı rota üzerinde veya yakınlarında buzlanma varsa veya buzlanma ihtimali mevcutsa geminin yapısal dayanım, sevk sistemi, haberleşme donanımı ve güverte ekipmanlarının bu şartlarda seyir yapmaya elverişli olması gereklidir. Gemiye sonradan ilave edilebilmesi mümkün olmayan veya çok ciddi modifikasyon ihtiyacı gerektiren bu gereksinimler ilk tasarım esnasında göz önüne alınmalıdır.

Personel için Konforlu bir ortam: Uzun aylar boyunca çok kısıtlı bir alan içerisinde, ailesinden ve sosyal çevresinden uzakta çalışan personelin motivasyonu işletme performansına etki eden önemli faktörlerdendir. Motivasyonu kaybetmiş bir personel, işiyle yeteri kadar ilgilenmediği için çok sayıda arıza meydana gelebilir veya firmayla kontratını imzalamayarak, istemeyen bir durum olan çalışan devir hızının artmasına sebep olabilir. Gemideki kamara ve sosyal alan büyüklükleri, bu alanların ekipman, donanım ve olanaklara sahip olup olmama durumu gibi konular personelin konforunu ve dolayısı ile motivasyonu etkiler.

6.3. KRİTERLERİN NİSBI ÖNEM ÖLÇEĞİNİN BELİRLENMESİ

Kriterlerin oluşturulması tamamlandıktan sonra müşteri beklentilerin elde edilmesi ve kalite evine girdi oluşturmak için vasıtasıyla Goepel K.D. tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi Çevrimiçi Yazılım Aracı (AHP-OS) uygulamasıyla hazırlanan anket formunun linki 3 adet karar verici uzmana gönderilmiş ve bu link vasıtasıyla ilgili ankete web tabanlı olarak erişimleri sağlanmıştır.

Uzmanların yapacağı ikili karşılaştırmalar için 1-9 arasındaki önem derecelerine sahip olan Saaty Değerlendirme Ölçeği kullanmıştır. Böylece hem ana kriterler hem de alt kriterler için karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. Ankete formuna ait örnek bir sayfası Şekil 6.2’de görülebilir.

Şekil 6.2 İkili Karşılaştırma Matrisi Form Sayfası Örneği

	A - wrt Tasarım Kriterleri - or B?		Equal	How much more?								
1	<input checked="" type="radio"/> İnşa Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> İşletme Süreci İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
2	<input checked="" type="radio"/> İnşa Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Güvenilirlik İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
3	<input checked="" type="radio"/> İnşa Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Güvenlik İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
4	<input checked="" type="radio"/> İnşa Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Çevresel İsterler	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
5	<input checked="" type="radio"/> İnşa Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Tekne/Teknik Performans	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
6	<input checked="" type="radio"/> İşletme Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Güvenilirlik İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
7	<input checked="" type="radio"/> İşletme Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Güvenlik İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
8	<input checked="" type="radio"/> İşletme Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Çevresel İsterler	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
9	<input checked="" type="radio"/> İşletme Süreci İsterleri	or <input type="radio"/> Tekne/Teknik Performans	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	
10	<input checked="" type="radio"/> Güvenilirlik İsterleri	or <input type="radio"/> Güvenlik İsterleri	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	

Ankete katılan karar verici uzmanlar, kendi alanlarında en az 15 yıl deneyim sahibi, gemi inşa ve gemi işletme operasyonların birlikte yürütüldüğü, sektörün en büyük

firmalarında üst düzey konumlarda görev almaktadır. Ankete katılan uzmanların nitelikleri Tablo 6.2’te gösterilmektedir.

Tablo 6.2: Ankete Katılan Uzmanların Tecrübe ve Pozisyon Tablosu

	Tecrübe	Çalışılan Pozisyon
Uzman 1	15 sene	Yeni İnşa Müdürü
Uzman 2	17 sene	Yeni İnşa Pazarlama Müdürü
Uzman 3	25 sene	Operasyon Müdürü

6.4. KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI VE ÖNEM SIRALARININ BELİRLENMESİ

Kriterlerin karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, web tabanlı çevrimiçi sistemle uzmanlara gönderilen anketlerin değerlendirmelerine geçilmiştir. AHP-OS uygulaması karşılaştırma matrislerinin gerek bireysel olarak seçilen karar vericiler için gerekse grup bazında değerlendirilmesine imkân vermektedir. Farklı karar vericiler değerlendirdiği kriterlerin ağırlık dağılımı, Shannon α ve β entropisine dayanan çeşitlilik kavramından türetilmiştir. (Goepel, 2013).

Bireysel karşılaştırma matrislerinin birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkan grubun görüş birliğinin seviyesi çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere beş kategoride olabilir; bu kategorilerin sınıflandırması yüzdesel olarak aşağıdaki gibidir.

- Çok düşük seviyede görüş birliği: yüzde50'nin altında değerler, grup içerisinde bir uzlaşmaya varılmadığını ve grup üyelerinin çok farklı yönlerde değer yargılarının bulunduğunu göstermektedir.
- Düşük seviyede görüş birliği: yüzde50-yüzde65
- Orta seviyede görüş birliği: yüzde65-yüzde75
- Yüksek seviyede görüş birliği: yüzde75-yüzde85
- Çok yüksek seviyede görüş birliği: yüzde85'in üzerindeki değerler, karar vericilerin önceliklerin çok yüksek oranda üst üste geldiğini göstermektedir.

6.4.1. Ana Kriterler Bakımından İkili Karşılaştırma Matrisi

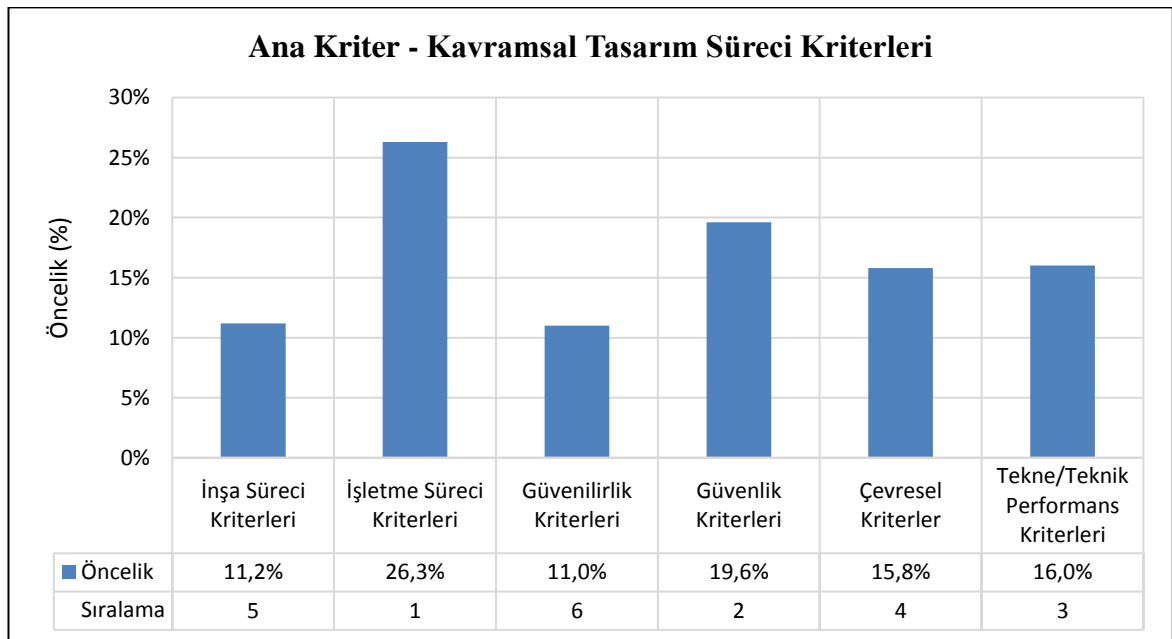
Tablo 6.3'deki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.3'deki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, kavramsal tasarım sürecinde İşletme Süreci verimliliğine dair kriterler en yüksek öneme sahip ana kriter olarak öne çıkmıştır. Diğer kriterler; Güvenlik Kriterleri, Tekne/Teknik Performans Kriterleri, Çevresel Kriterleri, İnşa Süreci Kriterleri ve son sırada Güvenilirlik Kriterleri şeklinde sıralanmıştır.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde2, grubun görüş birliği yüzde87,4 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının düşük seviyede olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde85'ten yüksek olması sebebiyle karar vericiler tam bir uzlaşma içindedir.

Tablo 6.3: Ana Kriterler İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	İnşa Süreci Kriterleri	İşletme Süreci Kriterleri	Güvenilirlik Kriterleri	Güvenlik Kriterleri	Çevresel Kriterler	Teknik Performans
İnşa Süreci Kriterleri	1	0,35	1,44	0,58	0,87	0,44
İşletme Süreci Kriterleri	2,88	1	2,29	1	1,82	1,82
Güvenilirlik Kriterleri	0,69	0,44	1	0,69	0,79	0,69
Güvenlik Kriterleri	1,71	1	1,44	1	1	1,44
Çevresel Kriterler	1,14	0,55	1,26	1	1	1,26
Tekne/Teknik Performans Kriterleri	2,29	0,55	1,44	0,69	0,79	1

Şekil 6.3: Ana Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.2. İnşa Süreci Verimliliği Ana Kriterine Ait Alt Kriter

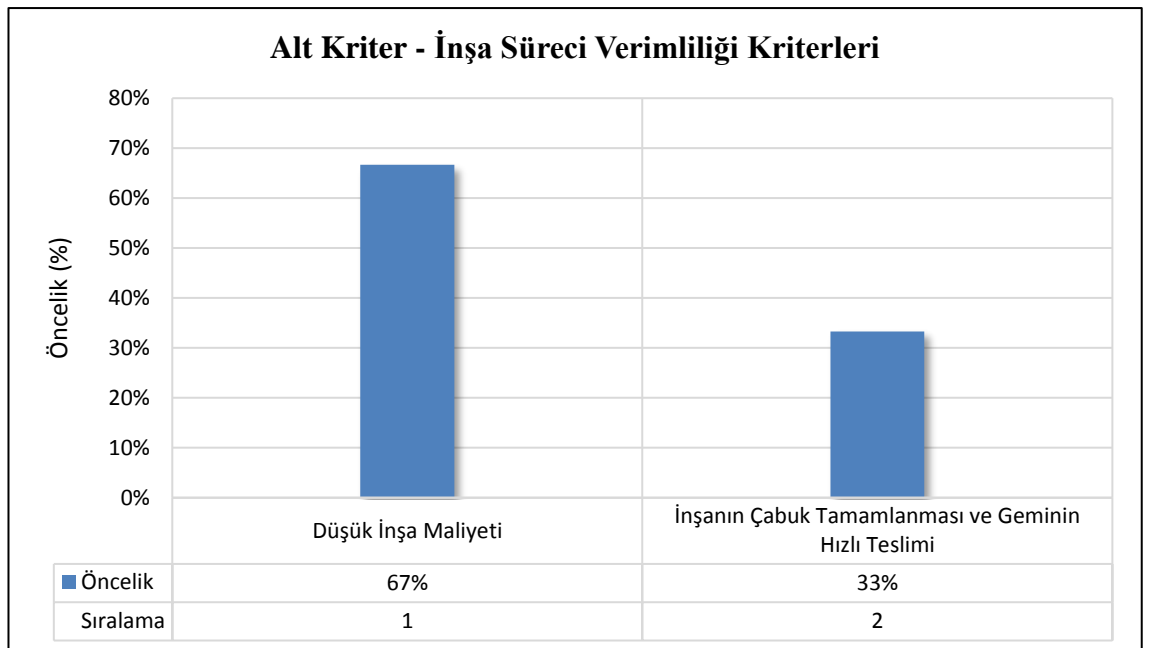
Tablo 6.4'deki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.4'deki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, İnşa Süreci Verimliliği ana kriteri için en yüksek öneme sahip alt kriter olarak Düşük İnşa Maliyeti olarak tespit edilmiştir. İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi kriteri ise en düşük öneme sahip kriter olarak tespit edilmiştir.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde0 olarak hesaplanmış olup ikili karşılaştırmalar çok tutarlıdır. Grubun görüş birliği yüzde63,7 olarak hesaplanmıştır, bu sebeple karar vericiler arasında yüksek düzeyde bir görüş birliğinden söz edilemez.

Tablo 6.4: İnşa Süreci Verimliliği İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	Düşük İnşa Maliyeti	İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi
Düşük İnşa Maliyeti	1	2,00
İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi	0,50	1

Şekil 6.4: İnşa Süreci Verimliliği Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.3. İşletme Süreci Verimliliği Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

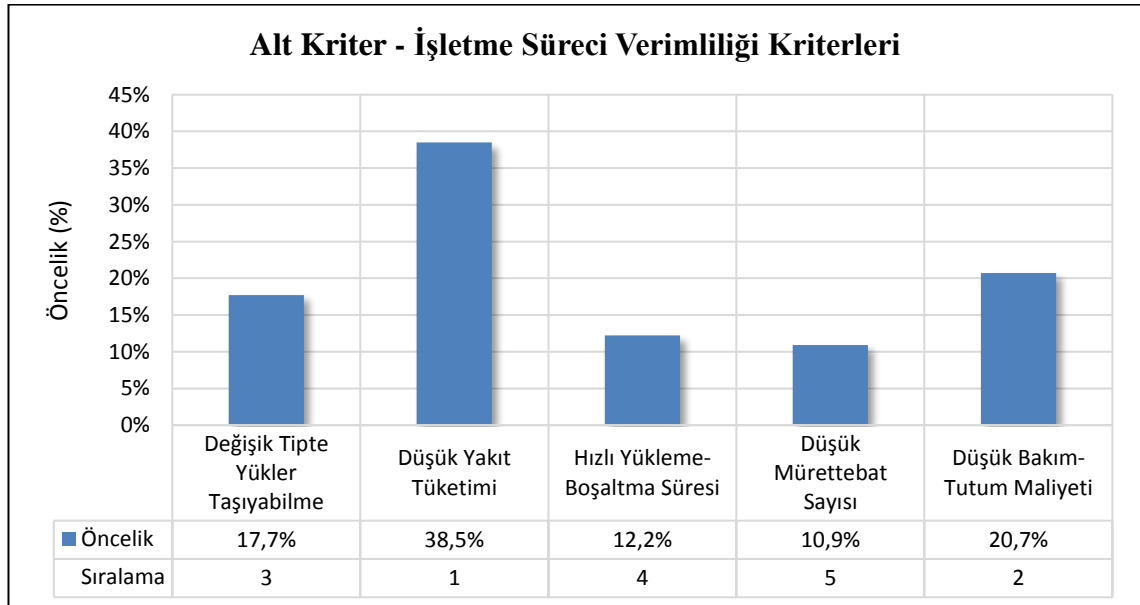
Tablo 6.5'deki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.5'deki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, İşletme Süreci Verimliliği ana kriteri için en yüksek öneme sahip alt kriter olarak Düşük Yakıt Tüketimi olarak tespit edilmiştir.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde2, grubun görüş birliği yüzde82,1 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının düşük seviyede olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde85'e çok yakın olması sebebiyle karar vericiler arasında büyük bir uzlaşma olduğu söylenebilir.

Tablo 6.5: İşletme Süreci Verimliliği İçin Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme	Düşük Yakıt Tüketimi	Hızlı Yükleme-Boşaltma Süresi	Düşük Mürettebat Sayısı	Düşük Bakım-Tutum Maliyeti
Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme	1	0,55	0,94	1,75	1
Düşük Yakıt Tüketimi	1,82	1	3,78	2,92	2,29
Hızlı Yükleme-Boşaltma Süresi	1,06	0,26	1	1	0,48
Düşük Mürettebat Sayısı	0,57	0,34	1	1	0,44
Düşük Bakım-Tutum Maliyeti	1	0,44	2,08	2,29	1

Şekil 6.5: İşletme Süreci Verimliliği Alt Kriterlerinin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.4. Güvenilirlik Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

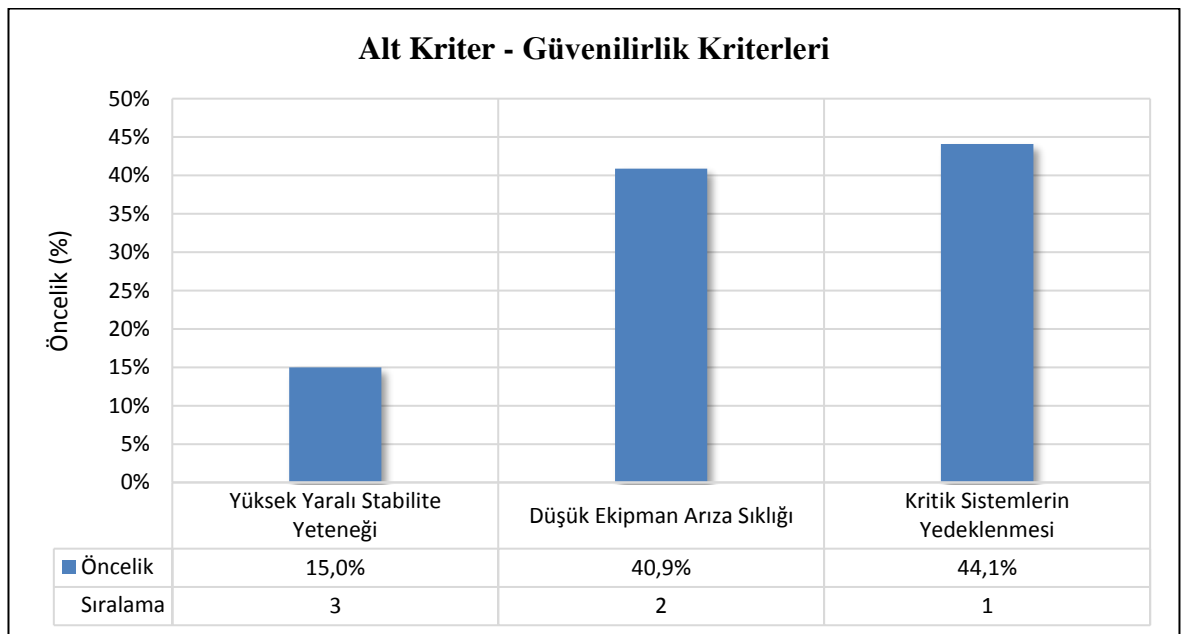
Tablo 6.6'daki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.6'daki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, Güvenilirlik ana kriteri için en yüksek öneme sahip alt kriter olarak Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi olarak tespit edilmiştir. Diğer bir alt kriter olan Düşük Ekipman Arıza Sıklığı ikinci sırada olup önem yüzdesi olarak birinci kritere çok yakın düzeydedir.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde0,4 grubun görüş birliği yüzde84,9 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının çok düşük seviyede olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde85 seviyesinde olması sebebiyle karar vericiler arasında tam bir uzlaşma olduğu söylenebilir.

Tablo 6.6: Güvenilirlik Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	Yüksek Yaralı Stabilite Yeteneği	Düşük Ekipman Arıza Sıklığı	Kritik Sistemlerin Devre Dışı Kalmaması
Yüksek Yaralı Stabilite Yeteneği	1	0,35	0,36
Düşük Ekipman Arıza Sıklığı	2,88	1	0,87
Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi	2,76	1,14	1

Şekil 6.6:Güvenilirlik Kriterinin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.5. Güvenlik Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

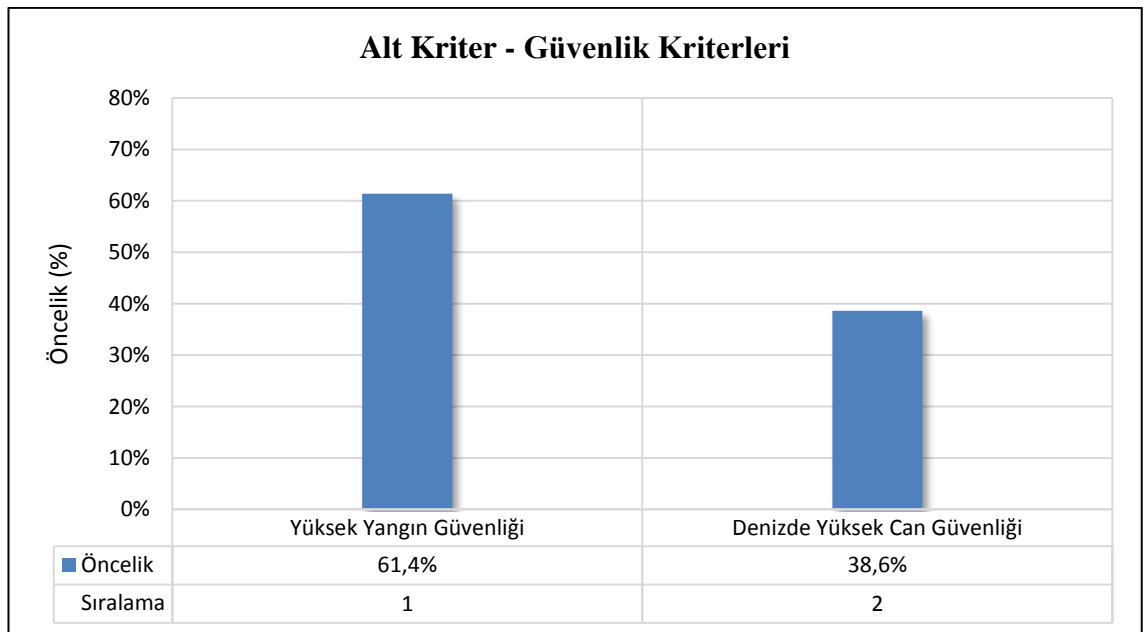
Tablo 6.7'deki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.7'deki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, Güvenlik ana kriteri için en yüksek öneme sahip alt kriter Yüksek Yangın Güvenliği olarak tespit edilmiştir. Denizde Yüksek Can Güvenliği kriteri ise ikinci sıradadır.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde0 grubun görüş birliği yüzde86,0 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının sıfır (0) olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde85'den yüksek seviyede olması sebebiyle karar vericiler arasında tam bir uzlaşma olduğu söylenebilir.

Tablo 6.7:Güvenlik Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	Yüksek Yangın Güvenliği	Denizde Yüksek Can Güvenliği
Yüksek Yangın Güvenliği	1	1,59
Denizde Yüksek Can Güvenliği	0,63	1

Şekil 6.7:Güvenlik Kriterinin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.6. Çevresel Kriterler Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

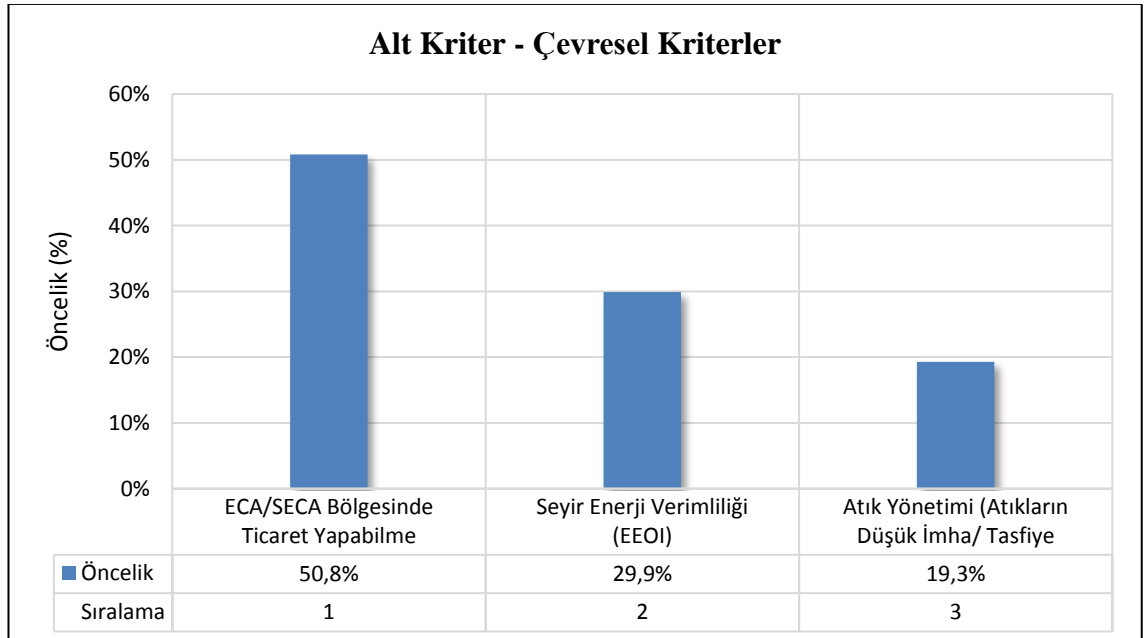
Tablo 6.8'deki konsolide edilmiş karar matrisi ve Şekil 6.8'deki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, Çevresel Kriterler ana kriteri göz önüne alındığında en yüksek öneme sahip alt kriter ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme olarak tespit edilmiştir. Seyir Enerji Verimliliği (EEOI) ikinci sırada, Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye Maliyeti son sıradadır.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde0,4 grubun görüş birliği yüzde69,0 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının sıfır (0) olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde69 seviyesinde olması sebebiyle karar vericiler arasında orta seviye bir uzlaşma olduğu mevcuttur.

Tablo 6.8:Çevresel Kriterler için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme	Seyir Enerji Verimliliği (EEOI)	Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye
ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme	1	1.82	2.47
Seyir Enerji Verimliliği (EEOI)	0.55	1	1.65
Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye	0.41	0.61	1

Şekil 6.8:Çevresel Kriterlerin Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması



6.4.7. Teknik Performans Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

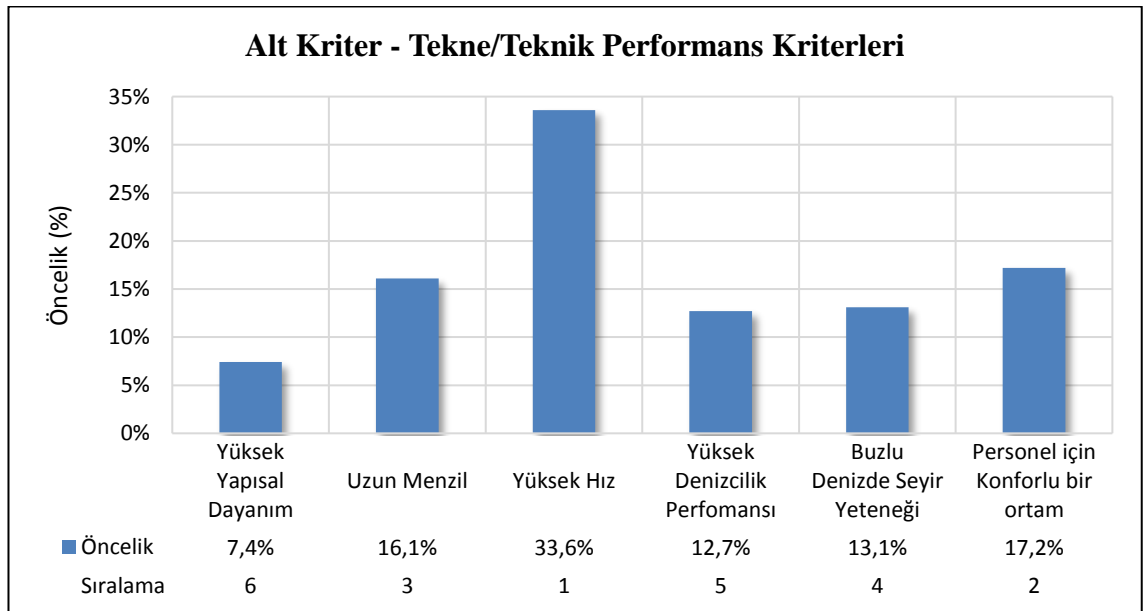
Tablo 6.9'daki konsolide edilmiş karar matrisi ve Tablo 6.9'daki öncelik matrisinden elde edilen verilere göre, Tekne ve Teknik Performansa ait ana kriteri göz önüne alındığında en yüksek öneme sahip alt kriter Yüksek Hız olarak tespit edilmiştir.

Matrisin tutarlılık oranı yüzde2,3 grubun görüş birliği yüzde80,4 olarak hesaplanmıştır. Gerek tutarlılık oranının sıfır (0) olması gerekse grup görüş birliği oranının yüzde80 seviyesinde olması sebebiyle karar vericiler arasında orta seviye bir uzlaşma olduğu mevcuttur.

Tablo 6.9:Teknik Performans Kriteri için Konsolide Edilmiş Karar Matrisi

	Yüksek Yapısal Dayanım	Uzun Menzil	Yüksek Hız	Yüksek Denizcilik Performansı	Buzlu Denizde Seyir Yeteneği	Personel için Konforlu bir ortam
Yüksek Yapısal Dayanım	1	0.41	0.28	0.79	0.50	0.35
Uzun Menzil	2.47	1	0.48	0.79	1.26	1.26
Yüksek Hız	3.63	2.08	1	2.88	2.00	2.88
Yüksek Denizcilik Performansı	1.26	1.26	0.35	1	1.06	0.58
Buzlu Denizde Seyir Yeteneği	2.00	0.79	0.50	0.94	1	0.63
Personel için Konforlu bir ortam	2.88	0.79	0.35	1.71	1.59	1

Şekil 6.9:Teknik Performans Alt Kriterlerin Ağırlıkları ve Sıralaması



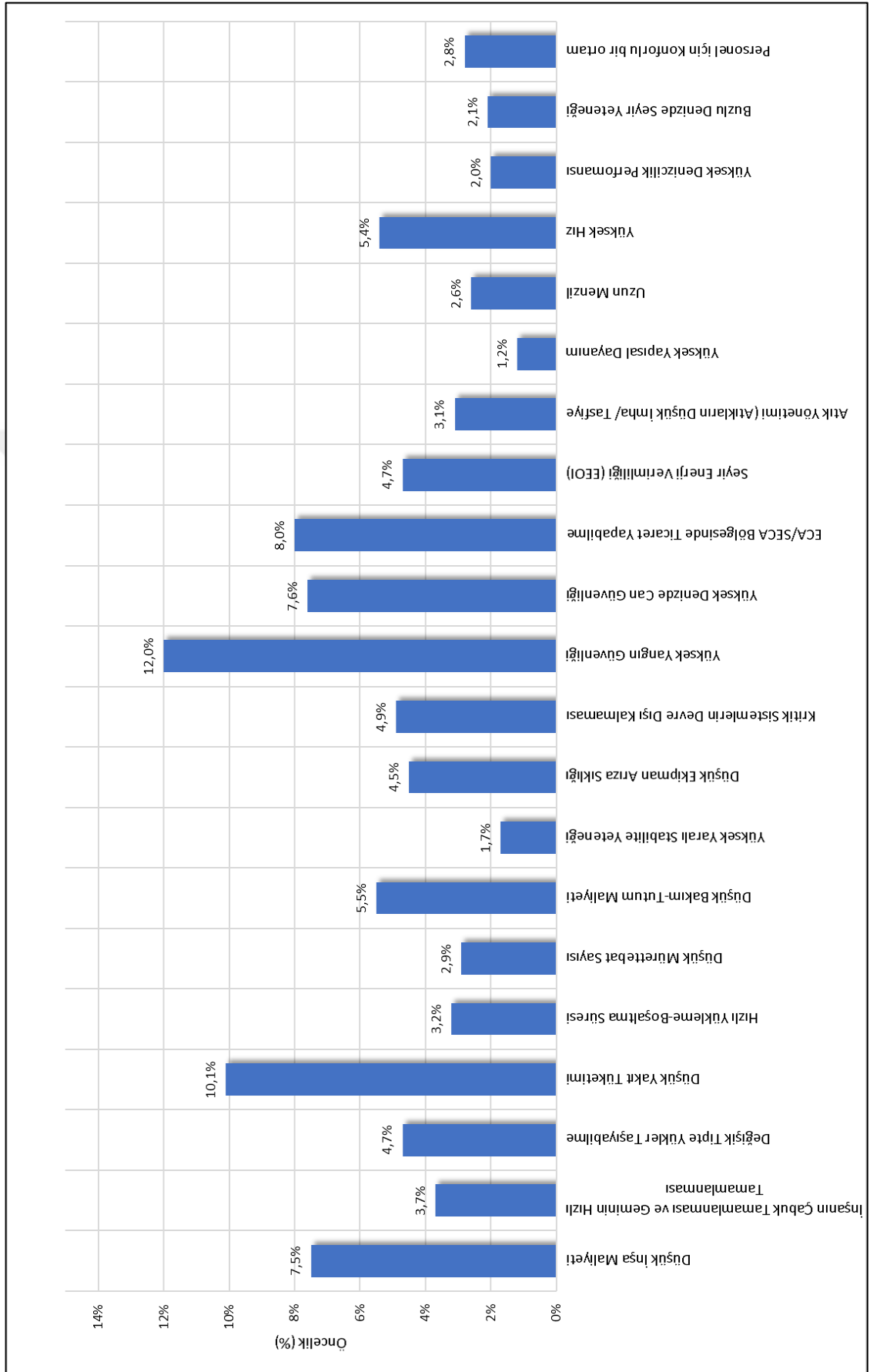
6.5. KARAR VERME KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tasarım ekibindeki uzmanlar tarafından hazırlanan ve karar verici uzmanlara anket yoluyla gönderilen ana ve alt kriterlerin ağırlıkları ve sıralaması Tablo 6.10 ve Şekil 6.10'daki gibidir.

Tablo 6.10: Kriterlerin Öncelikleri ve Sıralaması

Ana Kriterler	Önem Derecesi	Alt Kriterler	Önem Derecesi	Sıralama
İnşa Süreci Verimliliği Kriterleri	%11,2	Düşük İnşa Maliyeti	%7,5	5
		İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Tamamlanması	%3,7	12
İşletme Süreci Verimliliği Kriterleri	%26,3	Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme	%4,7	9
		Düşük Yakıt Tüketimi	%10,1	2
		Hızlı Yükleme-Boşaltma Süresi	%3,2	13
		Düşük Mürettebat Sayısı	%2,9	15
		Düşük Bakım-Tutum Maliyeti	%5,5	6
Güvenilirlik Kriterleri	%11,0	Yüksek Yaralı Stabilite Yeteneği	%1,7	20
		Düşük Ekipman Arıza Sıklığı	%4,5	11
		Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi	%4,9	8
Güvenlik Kriterleri	%19,6	Yüksek Yangın Güvenliği	%12,0	1
		Denizde Yüksek Can Güvenliği	%7,6	4
Çevresel Kriterler	%15,8	ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme	%8,0	3
		Seyir Enerji Verimliliği (EEOI)	%4,7	9
		Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/Tasfiye Maliyeti)	%3,1	14
Tekne/Teknik Performans Kriterleri	%16,0	Yüksek Yapısal Dayanım	%1,2	21
		Uzun Menzil	%2,6	17
		Yüksek Hız	%5,4	7
		Yüksek Denizcilik Performansı	%2,0	19
		Buzlu Denizde Seyir Yeteneği	%2,1	18
		Personel için Konforlu bir ortam	%2,8	16

Şekil 6.10: Kriterlerin Yüzde Değerleri



6.6. KALİTE EVİNİN OLUŞTURULMASI

6.6.1. Müşteri Gereksinimlerini Kısmının Oluşturulması

Çalışmada müşteri gereksinimlerini belirlemek için Gemba Analizinden yararlanılmıştır. Gemba, Japonca “olay yeri” anlamına gelmekte olup, ürünün müşteri tarafından kullanıldığı ve değere dönüştüğü ortamdır. KFG takımındaki teknik uzmanlarla yapılan toplantılarla müşterinin kavramsal tasarım aşamasındaki beklentileri belirlenmiştir.

6.6.2. Müşteri Gereksinimlerinin Önemi Derecelendirilmesi

Teknik uzmanlarca belirlenen gereksinimler web üzerinden cevaplanabilen bir anket haline getirilerek anketin linki 3 adet uzmana gönderilmiş ve bu link vasıtasıyla müşterilerin geri bildirimleri alınmıştır. Böylece, ana kriterler ve de alt kriterler için önem dereceleri belirlenmiştir.

6.6.3. Teknik Gereksinimleri Belirlenmesi

Bu aşamada, müşteri gereksinimlerinin karşılanabilmesi için teknik gereksinimlere karar verilmiştir. Gereksinimler belirlenirken, kuruluşun kendi teknik yeterlilik ve imkanlarını göz önünde bulundurulmuştur. KFG takımı tarafından belirlenen çok sayıdaki teknik gereksinim yapılan toplantılar sonucunda aşağıdaki gibi şekillendirilmiştir.

- a) Üretim Odaklı Tasarım Konsepti: Tasarım esnasında kolayca üretilebilecek veya temin edilebilecek standart alt parça ve ekipmanların yer verilmesi; karmaşık, eğimli geometrilerden ve hassas montaj toleranslarından kaçınılması; yalın üretim felsefesinin gözetilmesi esaslarına dayanır.
- b) Ekonomik Ekipman/Malzeme Seçimi: İlk inşa maliyetinin azaltılması adına uygun fiyatlı çelik, boru, sevk sistemi, yardımcı sistem seçimine gidilerek tasarım bu girdilere göre ilerletilebilir. Bu yöntemin uzun vadede işletme ve bakım tutum maliyetlerini arttıracığı göz önüne alınmalıdır.
- c) Çeşitli Yükleri Taşımaya Uygun Tasarım Konsepti: Kurallar, tehlike sınıfına göre yükleri sınıflandırmıştır. Her sınıftaki yüklerin taşınabilmesi için göz önüne alınması gereken yük yoğunluğuna göre geminin fiziksel dayanım

gereksinimleri, gemideki sac ve boya koruma sistemlerine ait kimyasal özellik ve taşıma kondisyonuyla ilgili şartlar bulunmaktadır.

- d) Hızlı Yük Elleçleme Sistemleri: Geminin limana yanaştıktan sonra en kısa sürede yükleme veya yükünü boşaltma operasyonu için gerekli tasarım ve ekipman çözümlerinin bulunmasıdır. Gemilerin limanda geçireceği sürenin azaltılması, açık denizde daha düşük süratte seyir yapma ve dolayısıyla yakıt tasarrufu sağlar.
- e) Ana Boyutlar, Tekne Formu ve Hız/Güç optimizasyonu: Gemi boyutlarının ve en/boy oranının gemi direnci üzerindeki etkisi çok büyüktür. Gemi boyunun arttırılması direnç üzerinde olumlu etki yapmakta, daha küçük güçle daha fazla sürat yapmayı mümkün kılmaktadır. Ortaya çıkan en büyük olumsuz etkiler, stabilite, denizcilik ve alan yerleşimi konusunda olmaktadır.
- f) Sevk Sistemi Çözümleri: Sevk ve pervane sistemi, geminin su içerisinde hareket etmesini sağlar. Yakıt tasarrufu ve kural koyucuların zorunlu koştuğu çevresel gereksinimler sebebiyle sevk sisteminde performansın arttırılması ve egzoz gazındaki emisyon oranlarının azaltılması açısından önemlidir. Konuyla ilgili tasarım alternatifleri, SO_x ve NO_x oranı düşük temiz yakıtlara göre tasarımın ilerletilmesi, atık ısıdan enerjinin geri kazanımıdır
- g) Seyrüsefer, Makine ve Kargo Kontrol Otomasyon ve Durum İzleme Sistemleri: Gemilerde otomasyon kontrollü sistemlerin kullanımı hem personel sayısının azalması hem de tüm verilerin entegre olarak değerlendirilmesiyle optimum çalışma performansı sağlar.
- h) Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA): Gemideki sistem, alt sistem ve ekipmanların potansiyel hata türlerinin belirlenir, bu hata ve kayıpların sebep olduğu riskler tanımlanır. Söz konusu potansiyel hatanın önlenmesi veya ortaya çıktığında etkisinin azaltılması için yapılacak eylemler belirlenir.
- i) Hata Oranı Düşük Ekipman Seçimi: Maliyet/fayda analizi yapılarak ekipmanın arıza yapma sıklığı, bakım aralıkları, bakım süresi, sistem üzerindeki kontrol sistemleri ile hatanın önceden tespit edilebilme durumları göz önüne alınır.
- j) Yangından Korunma Sistemleri ve Yapısal Tasarım: Yüksek yangın bütünlüğü sağlayabilmek adına gemideki bölmelerin bütünlüğü olan yanmaz perdeler ile ayrılması, ısı yalıtkan bölmeler ile bölünmesi, kapı ve yangın kaçışlarının yangın

korunmalı olması, erken uyarı ve sabit yangın söndürme sistemlerinin kurulması gibi önlemler göz önüne alınır.

- k) Çatışmadan/Kazadan Korunma Sistemleri: Denizlerdeki gemi kazaların sebebi insan kusurlardır. Akıllı otomasyon sistemleri ve elektronik seyir yardımcılarının kullanımıyla insan faktörü kaynaklı hataları ve olası kötü sonuçlarını azaltırken personelin performansının artması sağlanabilir.
- l) SCR / Scrubber teknolojisinin kullanımı: Deniz taşımacılığında kaynaklanan emisyonların küresel iklim ve hava kalitesine olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bu sebeple gerekli şartları sağlamayan gemilerinin seyir ve ticaret yapmasının engelleyen bazı emisyon kontrollü bölgeler belirlenmiştir. SCR ve scrubber teknolojisinin kullanımıyla emisyonların değerlerini limitler altına indirmek mümkün olmaktadır.
- m) Geri Dönüşüm ve Çöp Yönetim Sistemleri: Gemi kaynaklı çevre kirliliğinin kabul edilemez seviyelere ulaşması sebebiyle, oluşan atıkların yönetimi, azaltılması, yakılarak bertaraf edilmesi gibi yöntemler çöp yönetim planı hazırlanarak belirlenmektedir.
- n) Tasarım Esnasında İleri Mühendislik ve Simülasyon Yazılımı Kullanımı: Yüksek bütçeli gemi projelerin başarıya ulaşması için tasarım süreçlerinde yüksek teknolojinin ürünü yazılım ve donanımların kullanımı kaçınılmaz bir duruma gelmiştir. Elle yapılması zor, zaman alan ve hataya açık mühendislik ve görsel tasarımlar ve mühendislik analizleri yazılımlar vasıtasıyla daha hızlı, kolay ve doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.
- o) Gemi Ağırlığı: Tasarım esnasında yüksek mukavemete ve düşük ağırlığa sahip malzemelerin kullanımı gemi ağırlığında önemli kazanımları elde edilmesine sebep olur. Çelik ağırlığındaki yüzde20'lik bir azalma tahrik gücünde yüzde9'lük bir kazanca sebep olmaktadır.
- p) Geniş ve Konforlu Yaşam Mahalleri: Gemide çalışan personelin konforunu arttırmak için büyük, aydınlık ve tek kişilik kabinler, sosyal yaşam alanlarının tasarlanması, tasarım esnasında ergonominin göz önüne alınması, ses ve titreşim seviyelerinin asgari seviyeye çekilmesi ve geminin denizcilik seviyesinin artırılması gibi seçenekler göz önüne alınabilir.

6.6.4. İlişki Matrisinin Derecelendirilmesi

Teknik gereksinim ve müşteri gereksinimleri arasındaki ilişkiyi belirlemedeki ana amaç, bu teknik gereksinimlerin önem sırasını belirlemektir. Müşteri gereksinimleri ve bunlara karşılık gelen teknik gereksinimler karşılaştırılması Şekil 6.11’de gösterilmiştir. Matriste ilişki derecelerinin gösteriminde semboller kullanılmıştır. Sembollerin sayısal karşılıkları, 9 - güçlü dereceli ilişki (●), 3 - orta dereceli ilişki (○), 1 - zayıf dereceli ilişki (Δ) şeklindedir. Matriste herhangi bir değerlendirme sembolüne sahip olmayan hücrelerde, müşteri gereksinimi ve teknik gereksinim arasında bir ilişki kurulmadığını ifade etmektedir.

Şekil 6.11:Müşteri Gereksinimleri ve Teknik Gereksinimler Arası İlişki Matrisi

Maksimum İlişki	Gelişimin Yönü	Teknik Gereksinimler (NASIL)															
		▲	▲	◇	◇	▲	◇	◇	◇	▼	▲	▲	◇	◇	▲	▼	▲
Müşteri Gereksinimleri (NE)		Üretim Odaklı Tasarım Konsepti	Ekonomik Ekipman/Malzeme Seçimi (Çelik Tekne, Sevki Sistemi, Yardımcı Sistemler, vb.)	Çeşitli Yükleri Taşıyıcıya Uygun Tasarım Konsepti	Hızlı Yük Elleçleme Sistemleri	Ana Bayutlar, Tekne Formu ve Hız/Güç optimizasyonu	Sevki Sistemi (Çözümleri (Yakıt Tipi, Temiz Enerji (Çözümleri, Atık Isı Geri Kazanımı))	Seyir Enerji, Makine ve Kargo Kontrol Otomasyon ve Durum İzleme Sistemleri	Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA)	Hata Oran Düşük Ekipman Seçimi	Yangından Korunma Sistemleri ve Yapısal Tasarım	Çatışmadan/Kazadan Korunma Sistemleri	SCR / Scrubber teknolojisi	Gerçek Dönüşüm ve Çöp Yönetim Sistemleri	Tasarım Esnasında İleri Mühendislik ve Simülasyon Yazılımı Kullanımı	Gemi Ağırlığı	Gemi ve Konforlu Yaşam Mahalleri
9	Düşük İnşa Maliyeti	○	●		Δ		●	○		○	Δ	Δ	●		○	●	○
9	İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi	●											Δ				
9	Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme			●													
9	Düşük Yakıt Tüketimi					●	○								●	○	
9	Hızlı Yük Elleçleme (Yükleme-Boşaltma)				●												
9	Düşük Mürettebat Sayısı					Δ		●				○					
9	Düşük Bakım-Tutum Maliyeti			Δ			○			●							
9	Yüksek Yaralı Stabilité Yeteneği					○									●	Δ	
9	Düşük Ekipman Arıza Sıklığı						Δ	○	○	●							
9	Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi								●	○							
9	Yüksek Yangın Güvenliği								Δ		●						
9	Denizde Yüksek Can Güvenliği							○		○	○	●					
9	ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme						●	○				●	○				
9	Seyir Enerji Verimliliği (EEO)					●	○								○	●	
9	Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye Maliyeti)											○	●				
9	Yüksek Yapısal Dayanım		○												●	○	
3	Uzun Menzil					○	○								Δ		
9	Yüksek Hız					●	Δ								○	Δ	
9	Yüksek Denizcilik Performansı (Seakeeping)					●									●		
3	Buzlu Denizde Seyir Yeteneği														○		
9	Personel için Konforlu bir Yaşam Ortamı					Δ	Δ								●		●

6.6.5. Korelasyon Matrisinin Belirlenmesi

Bu aşamada, Şekil 6.12’de gösterildiği şekilde müşteri gereksinimlerinin karşılamak için belirlenen her bir teknik gereksinimin diğer teknik gereksinimler üzerindeki etkisini belirlenerek evin çatısında yer alan ilgili hücelere sembol vasıtasıyla iç ilişkileri seviyelerini tanımlanmıştır. Bu sayede, hangi teknik gereksinimlerinin birbiriyle, hangilerinin zıt düştüğü anlaşılacaktır. Birbirine zıt düşen teknik tanımlar, farklı yöndeki müşteri beklentilerinin sonucudur ve problem çözümü esnasında yol ayrımlarının (trade-off) belirlenmesinde kullanılacaktır.

Şekil 6.12: Teknik Gereksinimler arası Korelasyon Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Üretim Odaklı Tasarım Konsepti	▲	▲	◇	◇	▲	◇	◇	◇	▼	▲	▲	◇	◇	▲	▼	▲
Ekonomik Ekipman/Malzeme Seçimi (Çelik Tekne, Sevki Sistemi, Yardımcı Sistemler, vb.)	+	-														
Çeşitli Yükleri Taşımaya Uygun Tasarım Konsepti																
Hızlı Yük Elleçleme Sistemleri																
Ana Boyutlar, Tekne Formu ve Hız/Güç optimizasyonu																
Sevki Sistemi Çözümleri (Yakıt Tipi, Temiz Enerji Çözümleri, Atık Isı Geri Kazanımı)																
Seyrüsefer, Makine ve Kargo Kontrol Otomasyon ve Durum İzleme Sistemleri																
Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA)																
Hata Oranı Düşük Ekipman Seçimi																
Yangından Korunma Sistemleri ve Yapısal Tasarım																
Çatışmadan/Kazadan Korunma Sistemleri																
SCR / Scrubber teknolojisi																
Geri Dönüşüm ve Çöp Yönetim Sistemleri																
Tasarım Esnasında İleri Mühendislik ve Simülasyon Yazılımı Kullanımı																
Gemi Ağırlığı																
Geniş ve Konforlu Yaşam Mahalleri																

6.6.6. Teknik Gereksinimlerin Mutlak ve Bağıl Önem Dereceleri

Yapılan çalışma sonucunda müşteri gereksinimlerinin karşılanması için sağlanması gereken teknik gereksinimlerin mutlak ve bağıl önem dereceleri Şekil 6.13'deki gibi ortaya çıkmıştır.

Müşteri gereksinimlerinin en kuvvetli ilişki içerisinde olduğu teknik gereksinim yüzde12,5 bağıl önem derecesiyle tasarım esnasında ileri mühendislik ve simülasyon yazıları kullanımınıdır. Bu teknik gereksinimi yüzde12,4 ile sevk sistemi çözümleri (yakıt tipi seçimi, temiz enerji çözümleri kullanımı, atık ısı geri kazanımı), yüzde12,3 ile ana boyutlar, tekne formu ve hız/güç optimizasyonu izlemektedir.

Müşteri gereksinimlerinin en kuvvetli ilişki içerisinde olduğu teknik gereksinim 2,0 bağıl önem derecesiyle hızlı yük elleçleme sistemleri olarak belirlenmiştir. Sonraki en düşük teknik gereksinim yüzde2,7 ile mürettebatın konforunu arttıracak teknik gereksinimler olarak ortaya çıkmıştır.

Şekil 6.13:Teknik Gereksinimlerin Mutlak ve Bağıl Önem Dereceleri

	Üretim Odaklı Tasarım Konsepti	Ekonomik Ekipman/Malzeme Seçimi (Çelik Tekne, Sevk Sistemi, Yardımcı Sistemler, vb.)	Çeşitli Yükleri Taşımaya Uygun Tasarım Konsepti	Hızlı Yük Elleçleme Sistemleri	Ana Boyutlar, Tekne Formu ve Hız/Güç optimizasyonu	Sevk Sistemi Çözümleri (Yakıt Tipi, Temiz Enerji Çözümleri, Atık Isı Geri Kazanım)	Sevrişerler, Makine ve Kargo Kontrol Otomasyon ve Durum İzleme Sistemleri	Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA)	Hata Oranı Düşük Ekipman Seçimi	Yangından Korunma Sistemleri ve Yapısal Tasarım	Çatışmadan/Kazadan Korunma Sistemleri	SCR / Scrubber teknolojisi	Geri Dönüşüm ve Çöp Yönetim Sistemleri	Tasarım Esnasında İleri Mühendislik ve Simülasyon Yazılım Kullanımı	Gemi Ağırlığı	Geniş ve Konforlu Yaşam Mahalleri
Maksimum İlişki	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Teknik Önem Derecesi	55,689	67,365	51,297	36,228	217,96	220,46	61,976	92,216	126,95	138,02	84,431	152,2	51,796	221,46	150,5	47,605
Göreceli Ağırlık	3,1%	3,8%	2,9%	2,0%	12,3%	12,4%	3,5%	5,2%	7,1%	7,8%	4,8%	8,6%	2,9%	12,5%	8,5%	2,7%
Sıralama	12	10	14	16	3	2	11	8	7	6	9	4	13	1	5	15
Yüzde Grafiği																
Sütun #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

6.6.7. Kalite Evi

Tüm tabloların bir araya getirildiğinde ortaya çıkan kalite evi Şekil 6.14'deki gibidir.

Şekil 6.14: Kalite Evi

Kolerasyon Matrisi		Gelişimin Yönü																						
Güçlü Pozitif ++		▲																						
Pozitif +		▲																						
Negatif -		◊																						
Güçlü Negatif --		◊																						
İlişki Yok		▲																						
MG-TG İlişkiler Matrisi		Gelişimin Yönü																						
Güçlü-9 ●		▲																						
Orta-3 ○		◊																						
Zayıf-1 △		◊																						
Gelişimin Yönü		Gelişimin Yönü																						
Arttır ▲		▲																						
Hedef ◊		◊																						
Azalt ▼		▼																						
Sıra #	Yüzde Grafiği	Göreceli Ağırlık	Müşteri Önerisi	Maksimum İlişki	Müşteri Gereksinimleri (NE)	Sütun #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1		7,5%	7,5	9	Düşük İnşaat Maliyeti	1	○	●		△	●	○												
2		3,7%	3,7	9	İnşanın Çabuk Tamamlanması ve Geminin Hızlı Teslimi	2	●											△						
3		4,7%	4,7	9	Değişik Tipte Yükler Taşıyabilme	3			●															
4		10,1%	10,1	9	Düşük Yakıt Tüketimi	4				●	○										●	○		
5		3,2%	3,2	9	Hızlı Yük Elleçleme (Yükleme-Boşaltma)	5				●														
6		2,9%	2,9	9	Düşük Mürtebat Sayısı	6					△		●				○							
7		5,5%	5,5	9	Düşük Bakım-Tutum Maliyeti	7			△			○												
8		1,7%	1,7	9	Yüksek Yaralı Stabilite Yeteneği	8					○										●	△		
9		4,5%	4,5	9	Düşük Ekipman Arıza Sıklığı	9						△	○	○			●							
10		4,9%	4,9	9	Kritik Sistemlerin Yedeklenmesi	10									●	○								
11		12,0%	12	9	Yüksek Yangın Güvenliği	11									△			●						
12		7,6%	7,6	9	Denizde Yüksek Can Güvenliği	12									○			●						
13		8,0%	8	9	ECA/SECA Bölgesinde Ticaret Yapabilme	13						●						●	○					
14		4,7%	4,7	9	Seyir Enerji Verimliliği (EEOD)	14				●	○										○	●		
15		3,1%	3,1	9	Atık Yönetimi (Atıkların Düşük İmha/ Tasfiye Maliyeti)	15				○								○	●					
16		1,2%	1,2	9	Yüksek Yapısal Dayanım	16															●	○		
17		2,6%	2,6	3	Uzun Menzil	17					○	○										△		
18		5,4%	5,4	9	Yüksek Hız	18					●	△									○	△		
19		2,0%	2	9	Yüksek Denizcilik Performansı (Seakeeping)	19					●											●		
20		2,1%	2,1	3	Buzlu Denizde Seyir Yeteneği	20																○		
21		2,8%	2,8	9	Personel için Konforlu bir Yaşam Ortamı	21					△	△										●	●	
Hedef Değerler					Standartizasyon(1)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Maksimum İlişki					Kargo Subasında Duplex (2205) Paslanmaz Saclar	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Teknik Önem Derecesi					Kargo Pompası: 200 m3/saat (her tank için)	55,689	67,365	51,297	36,228	217,96	220,46	61,976	92,216	126,95	138,02	84,431	152,2	51,796	221,46	150,5	47,605			
Göreceli Ağırlık					Ter III, MGO Yakıt	3,1%	3,8%	2,9%	2,0%	12,3%	12,4%	3,5%	5,2%	7,1%	7,8%	4,8%	8,6%	2,9%	12,5%	8,5%	2,7%			
Sıralama					Önemlilik ve İsteme Statüleri: (1)	12	10	14	16	3	2	11	8	7	6	9	4	13	1	5	15			
Yüzde Grafiği					FMEA ve Risk Analizi: (1)																			
Sütun #					Have Yangın Bölmeleri ve Kapıları: (1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Hedef Değerler					BNWAS: (1)																			
Maksimum İlişki					SCR: (1)																			
Teknik Önem Derecesi					Yakma Fırını: (1)																			
Göreceli Ağırlık					CFD, FEA, Abstrak Yazılımlar kullanımı																			
Sıralama					200 ton donatılmış boy tekne ağırlığı																			
Yüzde Grafiği					Kıvrım Alanı: 10 m2/cm az																			
Sütun #					Habitatör Odası																			

7. ÖZET VE SONUÇLAR

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri gereksinimlerini teknik gereksinimlerle eşleştirmek ve bir üründe müşterinin beklentisini karşılayacak ya da aşacak yüksek kalitede ürünler geliştirmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

Ürün ve hizmet üreten şirketlerin pazarda rekabet edebilirliği geliştirdikleri veya pazara sundukları ürün ve hizmetlerin kalitesiyle, diğer bir ifadeyle müşteri beklentilerini karşılama seviyesiyle doğrudan ilişkilidir. Pazarda rekabet edebilmek açısından Yeni Ürün Geliştirme Sürecinin etkililiği ve etkinliği kuruluş için önemli başarı şartlarından birisi olarak ortaya çıkmaktadır.

Tasarımın ilk aşaması olan kavramsal tasarım aşaması, gemi sahibinin inşa edilmesini istediği gemiyi tarif ve garanti eden belgelerin hazırlandığı faaliyetleri içerir. Bu aşamada, tasarımın ileriki süreçlerine de yol gösterecek bir tasarım felsefesi oluşturulur. Kavramsal tasarım aşaması, eldeki bilgi çok kısıtlı olduğu için tasarımcı çok büyük bir esnekliğe sahiptir. Bu aşamada alınan kararlar ve yapılan seçimler geminin tüm teknik ve ekonomik performansını etkiler. Bu nedenle kavramsal tasarım aşamasında beklentilerin doğru şekilde anlaşılması ve tasarımın bu yönde ilerletilmesi müşteri memnuniyeti açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada, kavramsal tasarımı sürecinde müşteri beklentilerinin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi, bu beklentilerin teknik gereksinimlerinin ortaya çıkartılması, hangi teknik gereksinimin daha yüksek önem derecesine sahip olduğunun tespiti ve en nihayetinde müşterinin teslim edilen üründeki memnuniyetini eniyilemek için KFG yönteminden yararlanılmıştır. Geleneksel KFG'nin önem derecesin tanımlandığı sütununda 1-5 puanlama sistemi, karar vericilerin bütün gereksinimlere eşit ve yüksek derecede puan verme eğiliminde olması ve grup kararlarından ortak bir uzlaşmayı zorlaştırdığı için hesaplama sonucunda ortaya çıkan teknik gereksinimler hatalı olabilmektedir. KFG modelinin bu eksikliğini gidermek için AHP'ye dayalı KFG modeli önerilmiş, AHP'nin kalite evinde yer alan müşteri gereksinimlerinin önceliklerini belirlemek için yararlı bir araç olabileceği değerlendirilmiştir. Bu sayede geleneksel KFG yöntemine göre objektifliğin artırılması ve değerlendirmelerin daha tutarlı olması amaçlanmıştır.

Bu amaçla ilk olarak KFG ekibi tarafından yapılan toplantılar sonucunda müşteri gereksinimleri tanımlanmıştır. Müşteri gereksinimleri belirlenirken müşteri gereksinim listesi olabildiğince geniş tutulmuştur.

Sonrasında ana ve alt nitelikler belirlenerek bir hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Bu hiyerarşik yapıya uygun olarak hazırlanan anket üç adet uzmana gönderilmiş ve müşteri gereksinimlerinin önceliklendirilmesi sağlanmıştır.

Son adımda müşteri gereksinimleri teknik gereksinimlere dönüştürülmüş, kalite evinde müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler arasındaki etkileşimler ve bağımlılıklar, ilişkilendirilmiş, teknik gereksinimler arası iç ilişki derecelendirilmiş ve en nihayetinde teknik gereksinimlerin mutlak ve bağıl önem dereceleri saptanmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen değerlere göre üç adet kriter müşteri beklentilerinin karşılanmasında birbirine çok yakın değerler elde etmiştir ve görece önem dereceleri diğer teknik gereksinimlere göre daha fazladır. Bu üç teknik gereksinim aşağıdaki gibi tespit edilmiştir. Tasarım süresince en fazla öneme sahip aşağıdaki üç teknik gereksinimin sağlanması için yoğun emek harcanması gerektiği söylenebilir.

- a) İleri mühendislik ve simülasyon yazılımları kullanımı (yüzde12,5)
- b) Sevk sistemi çözümleri (yüzde12,4)
- c) Ana boyutların, hız/güç ve tekne formunun optimizasyonu (yüzde12,3)

Görece önem dereceleri en düşük teknik gereksinimler ise aşağıdaki gibidir. Tasarım esnasında bu teknik gereksinimlerin karşılanması için yapılması gereken çalışmalar, diğer teknik gereksinimlerin karşılanması gereken çalışmalarla çatışıyorsa ilk olarak göz ardı edileceklerdir.

- a) Hızlı Yük Elleçleme Sistemleri (yüzde2,0)
- b) Geniş ve Konforlu Yaşam Mahalleri (yüzde2,7)
- c) Çeşitli Yükleri Taşımaya Uygun Tasarım Konsepti (yüzde2,9)

KAYNAKÇA

Kitaplar

Akao, Y., 1988. Practical Applications of QFD for New Product Development. Tokyo: Japan Standards Association.

Akao, Y., 1990. *Quality Function Deployment Integrating Customer Requirements into Product Design*. Massachusetts: Productivity Press.

Bergman, B., Klefsjö, B., 1994. *Quality: From Customer Needs to Customer Satisfaction*. London: McGraw-Hill.

Bounds, G., Yorks, L., Adams, M., Ranney, G., 1994. *Beyond Total Quality Management*. New York: McGraw-Hill.

Clausing, D., 1994. *Total Quality Development: A Step-by-Step Guide to World Class Concurrent Engineering*. New York: ASME Press.

Cohen, L., 1995. *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Inc.

Forman, E. H ve Selly, M. A., 2001. *Decision by Objectives*. Petersburg: World Scientific Pub. Co.

Griffin, W.R., 2012. *Management*. 11. Edition. Boston: Houghton Mifflin Company.

Lamb, T. 2003. *Ship Design and Construction*. New Jersey: Society of Naval Architects and Marine Engineers.

Misra, S.C., 2015. *Design Principles of Ships and Marine Structures*. Florida: CRC Press.

Saaty T.L., 2000. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. 2. Edition, Pittsburgh: RWS Publications.

Shillito, M. L., 1994. *Advanced QFD, Linking Technology to Market and Company Needs*. New York: Wiley Inter-Science.

Sürelî Yayınlar

- Benitez, Y., Leslie F., Carolyn H. & Debra T., 2007. Hospital Reduces Medication Errors Using DMAIC and QFD. *Quality Progress*. **40** (1), pp.38-45.
- Bhattacharya, A., Sarkar, B., & Mukherjee, S. K., 2005. Integrating AHP with QFD for robot selection under requirement perspective. *International Journal of Production Research*. **43** (17), pp.3671-3685.
- Bouchereau, V., Rowlands, H., 2000. Methods & Techniques to Help Quality Function Deployment (QFD) in Benchmarking. *An International Journal*. **7** (1), pp.8-20.
- Carnevali, J.A. ve Miguel, P.A.C. (2008). Review, Analysis and Classification of the Literature on QFD - Types of Research, Difficulties and Benefits. *International Journal of Production Economics*, **114** (2), pp.737-754.
- Chong, Y. T., Chen, C.H., 2010. Management and Forecast of Dynamic Customer Needs: An Artificial Immune and Neural System Approach. *Advanced Engineering Informatics*. **24**, pp.96-106.
- Chuang, P.T., 2001. Combining the Analytic Hierarchy Process and Quality Function Deployment for a Location Decision from a Requirement Perspective. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. **18**, pp.842–849.
- Dağdeviren, M., 2008. Decision Making in Equipment Selection: An Integrated Approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of Intelligent Manufacturing*. **19** (397), pp.397-406.
- Debadyuti D., Mukherjee K., 2008. Development of an AHP-QFD framework for designing a tourism product. *Int. J. Services and Operations Management*. **4** (3), pp.312-344.
- Evans, J.H., 1959. Basic Design Concepts. *Naval Engineers Journal*, November. pp. 671-678.
- Felice F. ve Petrillo A., 2010. A multiple-choice decision analysis: an integrated QFD – AHP model for the assessment of customer needs. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. **2** (9), pp.25-38.
- Goepel, K.D., 2018. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic

- Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. **Vol. 10**, Issue 3, pp. 469-487.
- Gonzalez, M., Gioconda Q., Federico P. & Carl A.E., 2004. Customer Satisfaction Using QFD: An E-Banking Case. *Managing Service Quality*. **14** (4), pp.317-330.
- Griffin, A. & Hauser, J. R., 1993. The Voice of Customer. *Marketing Science*. **12**, pp.1-27.
- Hagen, A. & Grimstad, A., 2010. The Extension of System Boundaries in Ship Design. *International Journal of Maritime Technology*. **Vol.152**, pp. 265-288.
- Hauser, J. R., Clausing, D., 1988. The House of Quality. *Harvard Business Review*. (May/June), pp.63-73.
- Jovanovic, B., ve Delibasic, B., 2014. Application of integrated QFD and fuzzy AHP approach in selection of suppliers. *International Journal Management*. **19**, pp.25-35.
- Kahraman, C., Ertay, T., Büyüközkan, G., 2006. A Fuzzy Optimization Model for QFD Planning Process Using Analytic Network Approach. *European Journal of Operational Research*. **171**, pp.390-411.
- Kim, K.J., Cho, H.W., Jeong, I. & Lim, I.G., 2003. A Synopsis of Recent Methodological Enhancements on Quality Function Deployment. *International Journal of Industrial Engineering*. **10** (4), p.462-466.
- Kim, K-J. & Park, T., 1998. Determination of an Optimal Set of Design Requirements Using House of Quality. *Journal of Operations Management*. **16**, pp.569-581.
- Köksal, G. ve Eğitman, A., 1998. Planning and Design of Industrial Engineering Education Quality. *Computers & Industrial Engineering*. **35**, pp.639-642.
- Martins, A. ve Aspinwall, E.M., 2001. Quality Function Deployment: an Empirical Study in the UK. *Total Quality Management*. **12** (5), pp.575-588.
- Mayyas A.T., Mayyas A.R., Omar M., 2012, Sustainable lightweight vehicle design: A case study in eco-material selection for body-in-white. *Int. J. Sustainable Manufacturing*. **2** (4), pp.317-337.
- Mistree, F., 1990. Decision Based Design: A Contemporary Paradigm for Ship. *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*. **98**, pp.565-597

- Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T. N., Sayadi, A.R. ve Gholinejad, A., 2010. Application of TOPSIS Method for Selecting the Most Appropriate Blast Design. *Arabian Journal of Geosciences*. **No.5**, pp.95-101.
- Nagahanumaiaha K., Subburaj B. & Ravi B., 2008. Computer Aided Rapid Tooling Process Selection and Manufacturability Evaluation for Injection Mold Development. *Computers in Industry*. **Volume 59**, Issues 2–3, March, pp.262-276
- Park, T. Kim, K.J., 1998. Determination of an Optimal Set of Design Requirements Using House of Quality. *Journal of Operations Management*. **16**, pP.569–581.
- Razmi, J., Rahnejat, H. ve Khan, M. K., 2002. The New Concept of Manufacturing DNA within an Analytic Hierarchy Process-Driven Expert System. *European Journal of Innovation Management*. **3** (4), p. 199-211.
- Saaty, T. L., 1990. How to Make a Decision: Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*. **48** (1), pp.9–26.
- Sezen B., 2008. Gemi İnşaatında Tasarım Performansını Etkileyen Faktörler. *İş, Güç-Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*. **10** (3), ss.1-26.
- Vonderembse, M. A., Van Fossen, T., Raghunathan, T.S., 1997. Is Quality Function Deployment Good for Product Development? Forty Companies Say Yes. *Quality Management Journal*, **4** (3), pp.65-79.

Diğer Yayınlar

- Andrews D, 1981. Creative Ship Design. *Joint Meeting*. Newcastle: The Royal Institution of Naval Architects. pp.1-54
- Benford H., 1967. On the Rational Selection of Ship Size. *Pan American Congress of Naval Architecture and Maritime Transportation*, 28 May – 4 June 1966, pp.1-46
- Bertram, V., Thiart, G.D., 2005. Simulation-based ship design. *Europe Oceans 2005*, France, Vol.1, pp. 107-112.
- Bilici A., Helvacıoğlu Ş., 2008. Gemi İnşaatı Sektöründe Kullanılan Yazılımların Gemi Dizaynındaki Gelişmelere Etkisi. *Gemi İnşaatı Teknik Kongresi*, 24- 25 Kasım 2008 İstanbul: İTÜ, Cilt2, s.391-405.
- Fehlmann T. ve Mazur G., 2016. Using AHP in QFD – The Impact of the New ISO 16355 Standard. *The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*. August 2016, Zürich.
- Goepel, K.D. Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS), <https://bpmsg.com>. [Erişildi 04.04.2019]
- Goepel, K. D., 2013. Implementing the Analytic Hierarchy Process as A Standard Method for Multi-Criteria Decision Making In Corporate Enterprises - A New AHP Excel Template with Multiple Inputs. *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*. 23-36 June 2013 Kuala Lumpur, Malaysia.
- Hootman, J.C., 2003. A Military Analysis and Decision-Making Framework for Naval Ship Design and Acquisition. *Thesis for the M.A. Degree*. Cambridge: M.I.T.
- Karakaşoğlu N., 2008. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Denizli: P.Ü. SBE.
- Nan T., Tian Z., Qiuyun H., Haofeng Z. & Yahui L., 2011. Applying combined AHP-QFD method in new product development: A case study in developing new sports earphone. *MSIE 2011*. Harbin 2011, pp. 80-85.
- Shad Z, Roghanian, E. & Mojibian, F., 2014. Integration of QFD, AHP, and LPP methods in supplier development problems under uncertainty. *Journal of Industrial Engineering International*. <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0051-0> [Erişildi

05.01.2019]

Ucler, C., 2017. Brainstorming the cryoplane layout by using the iterative AHP-QFD-AHP approach. *Aviation*. www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/16487788.2017.1344138
[Erişildi 08.03.2019]

Ünal, Ö. F., 2010. Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Isparta: S.D.Ü. SBE.

Yenginol F., 2002. Neden Kalite Fonksiyon Göçerimi?. 1. *Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu*, İzmir.

Yılmaz H., 2009. Ürün Tasarımında Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemleriyle Ürün Optimizasyonu: Seramik Lavabo Örneği. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: İ.Y.T.E. FBE.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Erçin GÖKSU

Doğum Yeri: Isparta

Doğum Tarihi: 1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Mühendisliği Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği, 2003

Yüksek Lisans Öğrenimi: Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi, 2019

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer: -

b) Katıldığı Projeler: -

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Delta Denizcilik Mühendislik, (2003 - Halen)

İLETİŞİM

E-posta Adresi: ercingoksu@gmail.com