

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DRAFT SÖRVEYİN GÜVENİLİRLİĞİ VE YAPILAN HATALARIN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Refik CANIMOĞLU**

**HAZİRAN 2019**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DRAFT SÖRVEYİN GÜVENİLİRLİĞİ VE YAPILAN  
HATALARIN ARAŞTIRILMASI**

**Refik CANIMOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**  
**“DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME YÜKSEK MÜHENDİSİ”**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 / 05 / 2019**

**Tezin Savunma Tarihi : 20 / 06 / 2019**

**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Umut YILDIRIM**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalında  
Refik CANIMOĞLU Tarafından Hazırlanan**

**DRAFT SÖRVEYİN GÜVENİLİRLİĞİ VE YAPILAN HATALARIN ARAŞTIRILMASI**

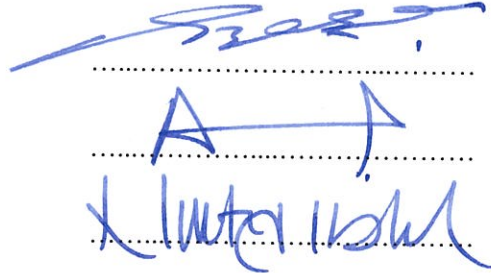
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28/05/2019 gün ve 1806 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof.Dr. Ersan BAŞAR**

**Üye : Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ**

**Üye : Dr.Öğr.Üyesi Umut YILDIRIM**

  
.....  
.....  
.....

**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma bulanık AHS yöntemi kullanılarak draft sorveyin zaaflarını belirlemek ve bu zaafların iyileştirilmesi için çözüm önerileri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarım esnasında desteğini ve ilgisini esirgemeyen Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Umut Yıldırım'a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında desteklerini gördüğüm sevgili aileme ve değerli vakitlerini ayırarak anketin hazırlanması ve doldurulması aşamasında çalışmalarına katkı sunan değerli uzmanlara çok teşekkür ederim.

Refik CANIMOĞLU  
Trabzon 2019

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Draft Sörveyin Güvenilirliği ve Yapılan Hataların Araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Umut YILDIRIM’ın danışmanlığında tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili labaratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/06/2019

Refik CANIMOĞLU

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Dökme Kuru Yüklerde Alternatif Yük Miktarı Ölçüm Yöntemleri.....	3
1.2.1. Kantar ile Yük Ölçümü .....	4
1.2.2. Sabit/Mobil Çuvallı Yük Tartısı.....	4
1.2.3. Otomatik Dökme Tahıl Tartısı .....	4
1.2.4. Otomatik Yük Hücresi Tartısı .....	5
1.2.5. Konveyör Bandı Tartı Sistemi.....	5
1.2.6. Elektronik Kapma İçi Yük Tartısı .....	6
1.2.7. Alternatif Yük Miktarı Ölçüm Yöntemlerinin Zaafları.....	6
1.3. Draft Sörvey .....	7
1.3.1. Yüzdürme Kanunları .....	7
1.3.2. Deplasman .....	8
1.3.2.1. Boş Deplasman.....	8
1.3.2.2. Yüklü Deplasman.....	8
1.3.3. Yük Miktarı .....	9
1.3.4. Sörveye Başlarken Dikkat Edilecek Hususlar.....	9
1.3.5. Draft Markaları ve Draftların Okunması.....	10
1.3.6. Stabilitate Kitabı.....	13
1.3.7. Sarkma ve Bel Verme Durumları.....	15

1.3.8.	Trim Düzeltmeleri .....	16
1.3.9.	Geminin İçinde Yüzdüğü Suyun Yoğunluğu .....	17
1.3.10.	Gemideki Sıvıların Ölçümü.....	18
1.3.11.	Sabit-Bilinmeyen Ağırlıklar .....	22
1.3.12.	Yük Miktarının Tespiti.....	23
1.4.	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) .....	23
1.4.1.	Analitik Hiyerarşi Süreci Kavramı .....	24
1.4.2.	AHS Yönteminin Tanımı .....	24
1.4.3.	AHS Ölçeği .....	25
1.4.4.	AHS Çözüm Aşamaları .....	26
1.4.5.	AHS'nin Aksiyomları.....	27
1.4.5.1.	Karşılıklı Aksiyomu .....	27
1.4.5.2.	Homojenlik Aksiyomu .....	27
1.4.5.3.	Bağımsızlık Aksiyomu .....	29
1.4.5.4.	Beklentiler Aksiyomu.....	29
1.4.6.	Tutarlılık.....	30
1.4.7.	AHS'de Grup Kararı .....	31
1.4.8.	AHS'nin Faydaları .....	32
1.4.9.	AHS'ye Eleştiriler .....	34
1.4.10.	AHS Uygulama Alanları .....	34
1.4.11.	AHS Matematiksel Altyapısı.....	36
1.5.	Bulanık AHS .....	39
1.5.1.	Bulanık Mantık.....	41
1.5.2.	Bulanık Kümeler .....	43
1.5.3.	Bulanık Kümelerde Ana Kavramlar.....	43
1.5.4.	Bulanık Sayılar .....	44
1.5.5.	Bulanık Sayılarda Temel İşlemler.....	47
1.5.6.	Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi .....	48
1.6.	Benzer Çalışmalar .....	51
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR .....	57
2.1.	Yöntem .....	57
2.2.	Aynı Seferlere Ait Draft Sörvey Analizleri.....	57
2.3.	Karar Hiyerarşisinin Oluşturulması.....	60

2.4.	Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri.....	63
3.	İRDELEME.....	71
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	75
5.	KAYNAKLAR.....	79
6.	EKLER.....	85
	ÖZGEÇMİŞ	





Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DRAFT SÖRVEYİN GÜVENİLİRLİĞİ VE YAPILAN HATALARIN ARAŞTIRILMASI

Refik CANIMOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Umut YILDIRIM  
2019, 84 Sayfa

Dünya denizyolu taşımacılığında en büyük gemi filosuna dökme ve genel kargo gemileri sahiptir. UNCTAD verilerine göre 2017 yılı dünya dökme yük gemi filosu 796.581.000 ton, dünya genel kargo gemi filosu 74.824.000 tonluk büyüklüğe sahiptir. Bu tip gemilerle cevher, hububat, demir-çelik ürünleri, kömür, hurda vs. birçok ürünün ticareti gerçekleştirilmektedir. Dökme yük ve genel kargo gemilerinde yük miktarının tespitinde kullanılan yöntem genel olarak draft sömvey hesabıdır. Çalışma kapsamında dökme yük ve genel kargo gemilerinden 2011-2018 yılları arasında yapılmış aynı sefer numarasına ait yükleme ve tahliye draft sömvey raporları toplanmış ve bu raporlar arasındaki fark incelenmiştir. Draft sömvey ve draft sömveyde oluşabilecek hatalar ile ilgili literatür taraması yapılmış ve uzman görüşlerine başvurularak hata kaynaklarıyla ilgili hazırlanan bulanık AHS anketi gemi uzakyol kaptanları ve birinci zabıtlarına uygulanmış ve konu ile ilgili belirlenen kriterlerin önem dereceleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bulanık AHS anketi değerlendirmelerinde draft sömveyde oluşan hatalar önem sırası ile %38 draftların okunması, %32 sömveyör eğitim eksikliği, %19 balast ölçümü ve %11 deplasman hesabı olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Draft Sömvey, Draft Sömveyde Hata Kaynakları, Draft Sömveyin Güvenilirliği, Bulanık AHS

Master Thesis

SUMMARY

RELIABILITY OF DRAUGHT SURVEY AND INVESTIGATION OF THE ERRORS

Refik CANIMOĞLU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Maritime Transportation and Management Engineering Graduate Program  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Umut YILDIRIM  
2019, 84 Pages

World bulk carrier fleet and general cargo fleet is bigger than any other kind of ship fleets in the World in total. According to UNCTAD data 2017 world bulk carrier fleet tonnage is 796,581,000 metric tons and world general cargo ship tonnage is 74,824,000 metric tons. Trade of grains, ores, coal, scrap etc. are being made by these ships around the world. Main cargo weight measuring method at bulk carriers and general cargo vessels is draught survey calculation. Within scope of the study, loading and discharging draught survey reports dated between 2011-2018 has been collected from the ships and difference between loading and discharging figures has been analyzed. Literature about draught survey and draught survey error sources has been reviewed. A fuzzy AHP questionnaire was prepared in the light of opinions of the experts and the questionnaire was answered by captains and chief officers for the purpose of taking their opinion and determining priority vector of the criteria at draught survey error sources. As a result, priority vector of the criteria were found as %38 draught reading, %32 lack of surveyor education, %19 ballast measurement and %11 displacement calculation.

**Key Words :** Draught Survey, Draught Survey Error Sources, Draught Survey Reliability, Fuzzy AHP

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. Dünya Ticareti Denizyolu Taşımacılığında Tonaj Bazında Yüklerin Yüzdelik Dağılımı .....	3
Şekil 2. Imperial draft markaları .....	10
Şekil 3. Metrik Sistem draft markaları .....	11
Şekil 4. Draft markaları için draft düzeltme tablosu .....	12
Şekil 5. Stabilitate kitabından örnek bir sayfa .....	14
Şekil 6. Sarkma (sag) ve bel verme (hog) durumları .....	15
Şekil 7. Gemilerin draft değişimi ve Lcf noktası .....	16
Şekil 8. Balast tankı ölçümü.....	19
Şekil 9. Tank iskandil cetveli .....	21
Şekil 10. Karar hiyerarşisi.....	27
Şekil 11. Hacimleri birbirinden çok farklı olan nesnelerin karşılaştırılması.....	28
Şekil 12. AHS'nin faydaları .....	33
Şekil 13. Üçgen üyelik fonksiyonu .....	45
Şekil 14. C bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu .....	46
Şekil 15. Sayılar ve harcamalarla yük hasarı .....	52
Şekil 16. Baş, kış ve vasat draft okuma hatalarının MMM'ye etkisi.....	54
Şekil 17. Draft sörvey hata kaynaklarına ait karar hiyerarşisi .....	61

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünya Taşımacılığı ve Denizyolunun Payı .....	2
Tablo 2. Karşılaştırmalarda kullanılan AHS ölçeği .....	26
Tablo 3. AHS ile yapılmış bazı çalışmalar ve çalışma alanları .....	35
Tablo 4. Karşılaştırma matrisi.....	36
Tablo 5. Karşılaştırma matrisinin ondalık gösterimi. ....	36
Tablo 6. Normalize edilmiş karşılaştırma matrisi ve öncelik vektörü .....	37
Tablo 7. Normalizasyon öncesi değerlerin öncelik vektörleri ile çarpılması .....	37
Tablo 8. Öncelik vektörü toplamlarının bulunması .....	38
Tablo 9. $\lambda_{max}$ hesabı.....	38
Tablo 10. Farklı uzmanlardan RI değerleri.....	39
Tablo 11. Üçgensel bulanık sayı değerleri.....	45
Tablo 12. Bulanık ikili karşılaştırma matrisi. ....	49
Tablo 13. Kriterlerin sentez değerinin bulunması.....	49
Tablo 14. Draft sorvey AHS matrisi ve önem dereceleri.....	55
Tablo 15. Gemilerden toplanan draft sorvey raporları.....	58
Tablo 16. Kriterler ve alternatifler için kısaltmalar tablosu.....	64
Tablo 17. Ana kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi. ....	64
Tablo 18. Draft okuma kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi.....	64
Tablo 19. Balast Ölçümü kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi. ....	65
Tablo 20. Sorveyör Eğitimi kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma Matrisi .....	65
Tablo 21. Deplasman hesabı kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma Matrisi.....	65
Tablo 22. Draft okuma kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi.....	65
Tablo 23. Balast ölçümü kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ....	66
Tablo 24. Sorveyör eğitimi kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi. ....	66
Tablo 25. Deplasman hesabı kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi .....	67

Tablo 26. Alternatiflerin ana kriterlere göre ağırlık vektörleri .....	69
Tablo 27. Alternatiflerin hedefe göre ağırlık vektörleri.....	70
Tablo 28. Olay çalışması yük miktarı farkları. ....	72



## KISALTMALAR LİSTESİ

ABS	: Amerika Denizcilik Bürosu (American Bureau of Shipping)
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
BL	: Yük Konşimentosu (Bill of Lading)
BÖ	: Balast Ölçümü
BY	: Balast Suyu Yoğunluğu Hataları
CETOA	: Kömür İhraç Eden Terminal Operatörleri Birliği (Coal Exporting Terminal Operators' Association)
CI	: Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)
CR	: Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
DD	: Draft Düzeltmesi Hataları
DH	: Deplasman Hesabı
DO	: Draftların Okunması
DS	: Draft Sörvey (Draught Survey)
DT	: Deniz Tarafı Baş ve Kıç Draftların Okunamaması
DTO	: Deniz Ticaret Odası
DWT	: Gemi Tonaj Kapasitesi : (Deadweight)
DY	: Denizciliğe Yabancılık
EB	: Eğitim ve Belgelendirme
EE	: Etik Eğitim Eksikliği
EQUASIS	: Avrupa Kaliteli Denizcilik Bilgi Sistemi (European Quality Shipping Information System)
GD	: Draft Markalarının Görüş Durumu
GM	: Gemideki Meyilin İhmal Edilmesi
HD	: Elverişsiz Hava Durumu
IIMS	: Uluslararası Denizcilik Sörvey Enstitüsü (International Institute of Marine Surveying)
IMDO	: İrlanda Denizcilik Geliştirme Ofisi (Irish Maritime Development Office)
İH	: İskandil Hataları
LCF	: Boyuna Yüzdürme Merkezi (Longitudinal Centre of Floatation)

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MMM	: Ortalamanın ortalamasının ortalaması (Mean of Mean of Mean)
MTC	: Gemi Trimini Bir Santimetre Değiştirecek Moment (Moment to Change Trim 1 Cm)
P&I	: Deniz Sigortaları (Protection & Indemnity)
RI	: Rassal İndeks (Random Index)
RK	: Resmi Kurum Kontrolü
SE	: Sörveyör Eğitim Eksikliği
SS	: Draft Sörveyde Standardizasyon
TD	: Trim Düzeltmesi Hataları
TE	: Teknik Eğitim Eksikliği
TPC	: Gemiyi Bir Santimetre Batıracak Kütle (Ton Per Centimetre)
UN-ECE	: Birleşmiş Milletler-Avrupa Ekonomik Komisyonu (United Nations-Economic Comission for Europe)
YÖ	: Deniz Suyu Yoğunluğu Ölçüm Hatası

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Draft sörvey temelde Arşimet prensiplerine dayanan ve deniz yolu taşımacılığında kabul gören bir yük hesabı metodu olarak tanımlanabilir. Draft sörvey her gemi tipinde veya her yükte uygulanmaz; draft sörvey hesabının uygulandığı ana gemi tipleri kuru yük gemileri ve genel yük gemileridir. Bu gemilerde çelik parça yük gibi yüklerde yük sayımı yapıp draft sörvey genelde uygulanmaz. Draft sörveyin uygulanma alanı genel olarak dökme kuru yüklerdir. Gemi tank ölçümleri ve sahil değerleri arasında büyük fark olması gibi bazı durumlarda tankerlerde de draft sörvey hesabı yapıldığı görülebilir (Erol, 1992).

Gemilerde yükleme öncesi ve yükleme sonrası yapılan draft sörvey hesaplarında sonuçlar arasındaki fark yüklenen kargo miktarını verecektir. Draft sörveyin yapılabilmesi için öncelikle geminin suya batan kısmının derinliğinin ölçülmesi gerekir. Bu işlem baş, kıç ve vasatta bulunan draft markalarının okunması ile yapılır. Hesaplanan ortalama draft kullanılarak gemi stabilite kitapçığından geminin “deplasman, TPC, LCF, MTC” gibi gerekli değerleri alınıp draft sörvey hesabı yapılır (IIMS, 2018).

Yüksüz bir gemi üzerinde 3 öge bulunur; geminin boş ağırlığı (lightship), geminin bilinmeyen ağırlıkları ve gemideki sıvılar (balast, yakıt, tatlı su). Yüklü bir gemide ise bunlara ek olarak sadece yük bulunur. Geminin boş ağırlığı ve gemi konstantı sabit kabul edilen, gemideki sıvılar ise değişken olan ağırlıklardır. Geminin deplasmanını belirleyen bu ağırlıkların toplamıdır. Geminin stabilite kitapçığı ve draftları yardımıyla belirlenen deplasmandan geminin boş ağırlığı, constantı ve gemideki sıvılar çıkarıldığında gemide bulunan yük miktarı hesaplanmış olacaktır (UK P&I Club, 2008).

Draft sörvey hesabı yapılırken birçok aşamada düzeltmeler ve enterpolasyon işlemleri uygulanması gereklidir. Bu durum hata yapma olasılığını arttıran bir etkidir. Bunun yanında ticareti yapılan yükün miktarı draft sörveye belirleneceğinden taraflarda ticari baskı oluşmakta ve sörveye katılan tarafların kendi işverenleri lehine hesap yapma girişimlerine sebep olabilmektedir. Bu gibi etkenler draft sörveydeki hata payının artmasına sebep olup draft sörveyin güvenilirliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır.

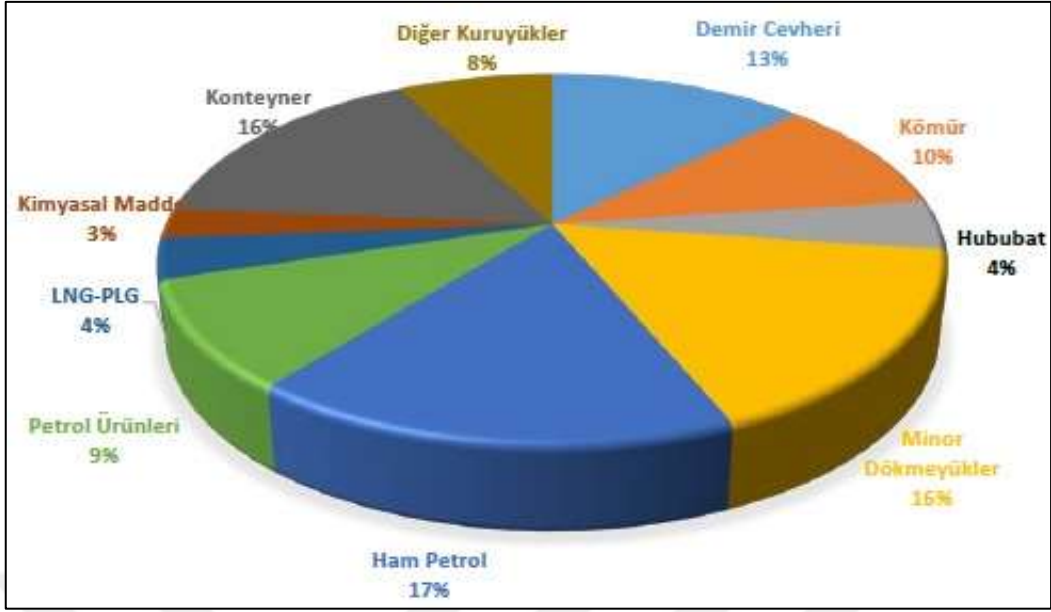
Uluslararası ticaretin büyük çoğunluğunu dökme kuru yüklerin oluşturması sebebiyle bu yüklerin miktar tespitinde kullanılan yöntemin mümkün olan en doğru değeri asgari



hata payı ile vermesi önemlidir. Şekil 1’de gösterilen yüklerden demir cevheri, kömür, hububat ve minör dökme yükler, yükleme ve tahliyesi büyük oranda draft sörvey ile yapılan yüklerdir. Şekil 1’deki bilgiler ışığında bu yüklerin denizyolu taşımacılığının %43’ünü oluşturduğu görülmektedir. Buna ek olarak tablo 1 incelendiğinde uluslararası ticarete kullanılan ana taşımacılık yönteminin denizyolu taşımacılığı olduğu anlaşılmakta ve 2018 dünya ticaret hacminin %84’lük bölümünün denizyolu taşımacılığı ile sağlanacağı öngörülmektedir. Equasis verilerine göre 2011 yılına ait ticari gemi filosuna dair yapılan değerlendirmede dünya ticari gemi filosunun 79074 adet gemiden oluştuğu ve bu gemilerin 26631 tanesinin dökme katı yük ve genel yük gemileri olduğu belirtilmiştir. Bahsi geçen sayı toplam gemi filosunun %33,7’sini oluşturmakta olup diğer tüm gemi tiplerine bu konuda üstünlük sağlamıştır (Uğurlu, 2015). Bu durumda kuru dökme yüklerin miktar tespitinde kullanılan yöntemlerdeki hata payının ve dolayısıyla bu hata payının asgariye indirilmesinin dünya ticaretine etkisi büyük olacaktır.

Tablo 1. Dünya Taşımacılığı ve Denizyolunun Payı (DTO, 2018)

Yıllar	Dünya Taşımacılığı (Tüm Yollar) Milyar Ton	Dünya Taşımacılığı Değişim (%)	Dünya Denizyolu Taşımacılığı (Milyar Ton)	Dünya Taşımacılığında Denizyolunun Payı
2008	10,86	-	8,61	79%
2009	9,56	-12%	8,29	87%
2010	10,82	13%	9,07	85%
2011	11,54	7%	9,47	83%
2012	11,83	3%	9,88	84%
2013	12,19	3%	10,21	84%
2014	12,58	3%	10,54	84%
2015	12,88	3%	10,77	84%
2016	13,18	4%	11,10	85%
2017	13,72	4%	11,59	85%
2018 (öngörü)	14,28	3.5%	12,00	84%



Şekil 1. Dünya ticareti denizyolu taşımacılığında tonaj bazında yüklerin yüzdeleri dağılımı (DTO, 2018)

Yapılacak olan araştırma ile draft sorveyde hataya sebep olan etkenler ve sebep oldukları hataların büyüklükleri analiz edilecek; hataların azaltılması ve draft sorveye güvenin artması için yapılabilecekler ortaya konulacak ve öneriler bulanık AHS metodu ile sunulacaktır.

## 1.2. Dökme Kuru Yüklerde Alternatif Yük Miktarı Ölçüm Yöntemleri

Dökme kuru yüklerin taşınması sırasında yük miktarında bazı kayıp ve sapmaların olması kaçınılmazdır. Ticareti yapılan yükteki eksikliğin alışlagelmiş oranları aştığı durumlarda genelde taşıyan sorumlu tutulur. Eksiklik durumlarıyla karşılaşılmasının ana sebeplerinden biri büyük tonajlar halinde taşınan yüklerin karada veya gemide miktar ölçümünün tam ve net olarak yapılmasının pratikte mümkün olmamasıdır. Yük miktarı ölçümünde kullanılan tüm yöntemlerin hata payı bulunur ve taraflar (alıcı ve satıcı) yükleme ve tahliyenin hangi ölçüm yöntemiyle yapılacağına yöntemin avantaj ve zaaflarını değerlendirerek karar verirler (Erol, 1992).

Draft sorveye alternatif olarak kabul edilen yük miktarı ölçüm yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Isbester, 1993);

- Kantar ile yük ölçümü

- Sabit/mobil çuvalı yük tartısı
- Otomatik dökme tahıl tartısı
- Otomatik yük hücresi tartısı
- Konveyör bandı tartı sistemi
- Elektronik kapma içi yük tartısı

### **1.2.1. Kantar ile Yük Ölçümü**

Genelde kamyonların boş ve dolu hali ölçülerek aradaki farkın yük miktarı olarak kabul edildiği ölçüm yöntemidir. Ülkemizdeki dökme kuru yük elleçlemesi yapan limanlarda gümrük kantarları bulunur. Bu kantarlar ile gümrük idaresi ülkeye giriş-çıkış yapan yük miktarını takip eder ve kayıt altına alır. Buna ek olarak limanlar, fabrikalar gibi özel kuruluşların da kendine ait kantarları olabilmektedir. Kantarların  $-10^{\circ}\text{C}$  ile  $50^{\circ}\text{C}$  arası ortam sıcaklıklarında sorunsuz çalışabildiği kabul edilir. Bu sıcaklık değerlerinin dışındaki ortamlarda kantar üreticisine danışılmalıdır Kantar ölçümünün kurallara uygun ve tarafsız yapılması durumunda  $\pm \%0,2$  potansiyel hata payı bulunmaktadır (Marshall ve Murphy, 2013).

### **1.2.2. Sabit/Mobil Çuvalı Yük Tartısı**

Yükün aynı anda tartılıp paketlenildiği bir sistemdir. Sadece tahıl, üre, işlenmiş şeker gibi akışkan katı yükler için kullanılabilir. Kurallara uygun, bakımı ve kalibrasyonu yapılmış sistemlerde 20-50 kg arası paketleme yapan makinelerin  $\pm \%1$ , 100-250 kg arası paketleme yapan makinelerin  $\pm \%0,5$  potansiyel hata payı olduğu değerlendirilir (Schwartz, 2000).

### **1.2.3. Otomatik Dökme Tahıl Tartısı**

Tahıl ambarı, silo, konveyör, depo gibi büyük ölçekli yük depolanabilen birimlerden yük operasyonu esnasında yük miktarı ölçümüne olanak sağlayan ve sisteme giren yük miktarının bilgisayar vasıtasıyla anlık olarak takip edilebildiği bir sistemdir. Sistem bünyesinde 30 kg - 5 ton arası yük tutup tartabilen ve saatte 1000 ton'a kadar yük

elleçlemesi yapabilen modellere sahiptir. Bu sistemler gerekli bakım, tutum ve kalibrasyonu yapıldığı durumlarda ve tarafsız yetkili bir otorite tarafından kontrol edilmesi halinde  $\pm \%0,1$  potansiyel hata payına sahip olacağı değerlendirilir. Buna karşılık bazı üreticiler ürünlerinin  $\pm \%0,3$  oranında hata payına sahip olabileceğini belirtip daha gerçekçi bir yaklaşımda bulunmuşlardır (UK P&I Club, 2018).

#### **1.2.4. Otomatik Yük Hücresi Tartısı**

Boyutları 25 mm'yi geçmeyen akışkan katı yüklerin miktar ölçümünde kullanılabilir. Sistem 10 ila 50 kg arası sürekli tartım yaparak çalışır. Potansiyel hata payının düzenli bakım tutum yapılması halinde  $\pm \%0,2$  aralığında olduğu değerlendirilir (Schwartz, 2000).

#### **1.2.5. Konveyör Bandı Tartı Sistemi**

Konveyörün belirlenmiş bir uzantısından geçen yük miktarı konveyör bandında ölçülerek konveyörün hızıyla çarpılır ve sistem nispi/ortalama bir değer verir. Konveyör sistemlerinde saatlik yükleme hızı arttıkça doğruluk oranının arttığı söylenebilir (Isbester, 1993). Saatlik yükleme kapasitesi 2000 ton olan bir konveyörün potansiyel hata oranının  $\pm \%1$  ile  $\pm \%2$  aralığında olduğu değerlendirilir. Saatlik yükleme kapasitesi 6000 ton olan bir konveyör için bu oran ortalama  $\pm \%0,5$  dolaylarındadır (UK P&I Club, 2018).

Konveyör bandı tartı sistemi gelişmiş terminallerde sıklıkla rastlanabilecek bir yükleme aracıdır. Yükleme ve tahliye limanlarında yük miktarı konusunda anlaşmazlık çıktığında yükleme konveyör aracılığıyla yapılmışsa tarafların konveyör broşürüne ve burada yazan potansiyel hata oranına dikkat çekmeleri oldukça olasıdır. Ayrıca sistemin bazı durumlarda konveyör sisteminin bakım eksikliği, kalibrasyon ve ayar hataları veya sistem sorunları sebepleriyle  $\pm \%10$ 'a varan hatalı ölçümlerle karşılaştığı görülmüştür (Isbester, 1993).

### 1.2.6. Elektronik Kapma İçi Yük Tartısı

Yükleme veya tahliye esnasında yükün kapma içinde elektronik bir sistem vasıtasıyla tartılmasıdır. Kapmanın bağlı olduğu bilgisayar sistemi elleçlenen yük miktarını kayıt altına alarak yük miktarını verir.

Üretici firmaların bazıları hata oranının  $\pm \%0,1$  dolaylarında olduğunu belirtirler de bu oran kapmanın hareketsiz olduğu ve rüzgârsız koşullarda elde edilen değerdir ve pratikte bu koşulların sağlanması çoğu durumda mümkün olmayacağından bu hata oranı gerçekçi kabul edilmez (Isbester, 1993).

### 1.2.7. Alternatif Yük Miktarı Ölçüm Yöntemlerinin Zaafları

Bakım tutum düzenli yapıldığında, sistemler düzenli kalibre edildiğinde ve sistemi yöneten veya gözleyen çalışanlar tarafsız ve adil olduğunda dahi her sistemin işleyiş ve dizaynı, çalışma yöntemi ve çevresel koşullar gibi etkenler bakımından bazı hataları bulunmaktadır (Erol, 1992).

Alternatif yük ölçüm yöntemleri, yük miktarını karada yani gemiye yüklenmeden önce ölçen yöntemlerdir. Yüklenirken denize, rıhtıma veya güverteye dökülen yük bu sistemlerden geçtiği için gemiye yüklenmiş gibi görünmekte ve hesaplanmaktadır. Aynı şekilde hafif yüklerde elleçleme anında uçuşan yük aslında gemiye yüklenememektedir (Isbester, 1993).

Karadaki yük ölçüm yöntemleri genelde elektronik sistemlere dayalı olduğundan bazı durumlarda operatör hatası, sistem hatası gibi basit fakat büyük miktarda hatalarla karşılaşılabilir. Bunun önüne geçmek ve ikili kıyaslama yapabilmek adına dökme kuru yük yükleyen gemilerin, yük miktarı kiralama sözleşmesine göre sahil figürüne göre belirlenecek dahi olsa draft sörvey yaparak yük miktarını kontrol etmeleri gerekmektedir (Japan P&I Club, 2016)

Zaman kavramı yük elleçlenmesi esnasında önemli bir kriterdir. Gemilerin liman operasyonunu mümkün olan en kısa zamanda bitirip limandan ayrılması hedeflenir. Alternatif yük miktarı ölçüm yöntemleri genel olarak draft sörveyden daha çok zaman gerektiren yöntemler olarak değerlendirilebilir. Kamyonların ölçüm için kantara girmesi, kantarda sıra beklenmesi, konveyör sisteminin arıza vermesi gibi durumlar zaman kaybına sebep olabilecek durumlara örnek olarak gösterilebilir. Alternatif yöntemlerin çoğu akışkan

katı dökme yüklerin elleçlenmesine uygun olsalar da diğer katı dökme yüklerin elleçlenmesine uygun olmayabilirler. Örneğin hurda demir taşıyan bir geminin yük operasyonu konveyör veya otomatik dökme tahıl tartısı ile yükleme/tahliye yapılmasına müsait değildir (Erol, 1992).

### **1.3. Draft Sörvey**

Draft sörvey, ticari olarak kabul gören bir yük miktarı tespit yöntemidir ve kökeni Arşimet'in suyun kaldırma kuvveti prensibine dayanır. Arşimet prensibine göre katı bir madde kısmen veya tamamen suda yüzdüğünde, kendi ağırlığına eşit su kütlesinin yer değiştirmesine sebep olur. Diğer bir deyişle yüzen bir gemiye yer değiştirttiği suyun kütlesi kadar bir kaldırma kuvveti etki eder (Derrett, 1990).

Draft sörvey kısaca gemi tonajının yük operasyonu öncesi ve sonrası hesaplanarak yüklenen veya tahliye edilen yükün belirlenmesi işlemidir. Bu işlemin yapılabilmesi için geminin suya batış derinliği draft markaları yardımıyla okunur ve geminin hidrostatik kitapçığından hesaplanan draft değerindeki deplasman ve ilgili diğer değerleri bulunur. Gerekli düzeltmeler ve hesaplar yapıp draft sörvey tamamlandığında yüklenen veya tahliye edilen yük miktarı hesaplanmış olur (Sügen, 1996).

#### **1.3.1. Yüzdürme Kanunları**

Arşimet prensiplerine göre bir sıvı içine tamamen veya kısmen batan bir cisim, batma etkisiyle yer değiştiren sıvının ağırlığı kadar bir yüzdürme kuvvetine maruz kalır. Maruz kaldığı yüzdürme kuvveti cismin ağırlığından büyük ise cisim yüzer; yüzdürme kuvveti cismin ağırlığından küçük ise cisim batar (Megel J. ve Kliava J., 2009).

Masif bir demir parçası su içinde batacaktır fakat demir işlenerek şekillendirilip en az sekiz kat daha fazla suyun yer değiştirmesini sağlayacak bir şekle sokulursa yüzdüğü görülecektir. Aynı demir kütlesi kendi masif hacminin bin katı kadar fazla hacim kaplayacak şekilde işlendiğinde hem yüzecek hem de kendi ağırlığının yaklaşık bin katı kadar yük taşıyabilmesi sağlanacaktır. Gemilerin yapımında bu ana prensip kullanılır. Gemi yük aldıkça suya batan kısmının hacmi ve dolayısıyla geminin draftı artar; yük tahliye edildikçe suya batan kısmının hacmi ve geminin draftı azalır (IMDO, 2018).

### 1.3.2. Deplasman

Bir geminin herhangi bir zamandaki toplam ağırlığı, o geminin deplasmanıdır. Geminin deplasmanı yani geminin ağırlığı, yer değiştirmesine sebep olduğu suyun kütlesi hesaplanarak ölçülür. Bu ölçüm draft sörvey yöntemi ile yapılır (Can, 2007).

Farklı durumlar için kullanılan deplasman terimleri vardır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir;

#### 1.3.2.1. Boş Deplasman

Boş deplasman, geminin yüksüz haldeki deplasmanıdır. Bu deplasmanı oluşturan ağırlıklar aşağıdaki gibidir;

- Geminin boş ağırlığı
- Balast suyu
- Yakıtlar
- Makine yağlama yağları
- Tatlı su
- Konstant (bilinmeyen ağırlıklar)

Boş deplasmandan bilinen ağırlıklar çıkarıldığında (balast suyu, yakıtlar, makine yağlama yağları, tatlı su), boş net deplasman bulunur (Akın, 2000).

#### 1.3.2.2. Yüklü Deplasman

Yüklü deplasman, boş deplasmana ek olarak geminin üstünde yük bulunması halidir. Yüklü deplasmanı oluşturan ağırlıklar;

- Geminin boş ağırlığı
- Balast suyu
- Yakıtlar
- Makine yağlama yağları
- Tatlı su
- Konstant (bilinmeyen ağırlıklar)
- Yüklenen yük

Yüklü deplasmandan bilinen ağırlıkların (balast suyu, yakıtlar, makine yağlama yağları, tatlı su) çıkarılması ile yüklü net deplasman bulunur (Akın, 2000)

### 1.3.3. Yük Miktarı

Yük miktarı 2 durum için hesaplanır; yükleme ve tahliye. Yükleme yapılacağı durumda yüklemeye başlamadan önce geminin boş deplasmanı hesaplanır. Yükleme bitimi geminin yüklü deplasmanı hesaplanarak ve yakıt, balast suyu, tatlı su, yağlama yağları gibi değişkenler hesaba katılarak yüklenen yük miktarı hesaplanır. Tahliye operasyonu sırasında tahliye edilen yük miktarını belirlemek için ise öncelikle tahliye öncesi yüklü deplasman hesaplanır. Tahliye bitimi sonrası geminin boş deplasmanı hesaplanarak yakıt, balast suyu, tatlı su, yağlama yağları gibi değişkenler hesaba katılıp tahliye edilen yük miktarı bulunur. Diğer bir deyişle yüklü net deplasmandan boş net deplasman çıkarıldığı zaman yüklenen veya tahliye edilen yük miktarı belirlenmiş olur (Erol, 1992).

### 1.3.4. Sörveye Başlarken Dikkat Edilecek Hususlar

Draft sörveyin güvenli bir şekilde uygulanması için aşağıdaki kriterlere dikkat edilmesi gerekmektedir;

- Gemi genel olarak iyi kondisyonda ve tamamen yüzer durumda olmalıdır.
- Gemi draft sörveye katılacak sörveyörlere gereken kitapçık ve bilgileri sağlamalıdır.
- Gemi tercihen sıfır yatıklığa sahip olmalıdır; fakat yatıklık hiçbir koşulda yarım dereceyi geçmemelidir.
- Trim değerinin tercihen düşük olması gerekir; fakat hiçbir koşulda trim stabilite kitapçıklarında (iskandil kitabında) belirtilen değerden yüksek olmamalıdır.
- Gemi ambarlarında balast suyu bulunmamalıdır.
- Plimsol markaları ve draft markaları görünür ve okunabilir durumda olmalıdır. Draftlar sörvey esnasında gemide herhangi bir sıvı operasyonu (balast, yakıt vs.) yapılmamalıdır.
- Draft sörvey sona ermeden herhangi bir yük operasyonu yapılmamalı; yük operasyonu sörveyörlerin onayı alındıktan sonra başlatılmalıdır.



- Tüm iskandil boruları engelsiz, iskandilmetrenin girişine müsait ve amacına hizmet edecek şekilde iskandil almaya hazır olmalıdır (UN-ECE, 1992).

### 1.3.5. Draft Markaları ve Draftların Okunması

Gemilerin omurgasından su yüzeyine kadar suya ne kadar battıklarının ölçülebilmesi için her gemi draft rakamlarıyla markalanmıştır. Bu rakamlar geminin baş, kıç ve vasat bölümünde iskele ve sancak taraflarda olmak üzere toplam 6 adettir.

Draft markaları imperiyal ve metrik sistem olmak üzere 2 çeşit olsa da imperiyal sistem bazı eski tip gemilerde bulunan ve yakın gelecekte ortadan kalkacak bir sistemdir. İmperiyal sistemde draft markaları feet cinsinden işaretlenmişken, metrik sistemde metre cinsinden işaretleme yapılmıştır (IIMS, 2018).



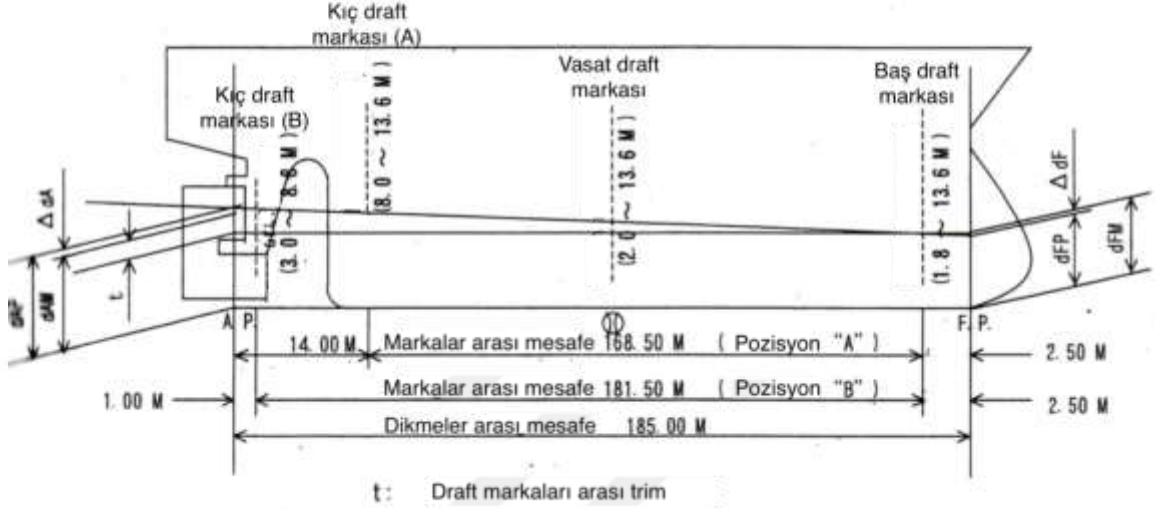
Şekil 2. Imperial draft markaları (URL-1, 2018)



Şekil 3. Metrik sistem draft markaları (URL-2, 2018)

Draftlar geminin sancak ve iskele taraflarından baş, vasat ve kıçtan olmak üzere toplam altı noktadan okunur. Baş, vasat ve kıç draftlarının iskele ve sancak taraflarından okunan draftların ortalaması alınarak baş, vasat ve kıç draftları belirlenmiş olur. Okunan draftlar gemi dikmeleri üzerinde değilse, bu draftlara düzeltme uygulanarak dikmeler üzerindeki draftlar hesaplanır. Düzeltmesi yapılan draftlar geminin düzeltilmiş gerçek draftlarıdır (Barrass ve Derrett, 2006).

## 3. DRAFT MARKALARI İÇİN DÜZELTME TABLOSU



## DÜZELTME DEĞERİ HESABI

(1) Kıç draft "A" pozisyonundan okunduğunda

$$\Delta d_A = \frac{14.00}{168.50} \times t$$

$$d_{AP} = d_{AM} + \Delta d_A$$

$$\Delta d_F = \frac{2.50}{168.50} \times t$$

$$d_{FP} = d_{FM} - \Delta d_F$$

(2) Kıç draft "A" pozisyonundan okunduğunda

$$\Delta d_A = \frac{1.00}{181.50} \times t$$

$$d_{AP} = d_{AM} + \Delta d_A$$

$$\Delta d_F = \frac{2.50}{181.50} \times t$$

$$d_{FP} = d_{FM} - \Delta d_F$$

Not :  $t = d_{AM} - d_{FM}$

## ÖRNEK :

Görünen draftların aşağıdaki gibi olduğunu kabul edelim;

Kıç draft	6.36 M,	yani draftın okunduğu pozisyon "B"
Baş draft	= 4.75 M	
Kıç draft	= 6.36 M	
Görünen trim (t)	= 1.61 M	Kıça doğru

Dikmelerdeki draftların hesabı için aşağıdaki düzeltmeler yapılır.

$$\text{Baş dikmedeki draft} = 4.750 - 0.022 = 4.728 \text{ M}$$

$$\text{Kıç dikmedeki draft} = 6.360 + 0.009 = 6.369 \text{ M}$$

$$\text{Gerçek trim} = 6.369 - 4.728 = 1.641 \text{ M}$$

Şekil 4. Draft markaları için draft düzeltme tablosu (Ocean Destiny gemisi, 2012)

Geminin düzeltilmiş baş, vasat ve kıç draftları bulunduktan sonra bu verilerden faydalanarak draft ortalamasının ortalamasının ortalaması bulunur ve bu MMM olarak tanımlanır. MMM, draft sörveyde stabilite kitaplarından bakılarak deplasmanın bulunmasını sağlayan geminin ana draft değeridir (MEB, 2012).

Gemi stabilite kitabında eğer omurga kalınlığı belirtiliyorsa, omurga kalınlığı bulunan MMM değerinden çıkarılmalı ve stabilite kitabından draft değeri girilerek elde edilecek veriler omurga kalınlığı çıkarılmış draft değeri girilerek alınmalıdır.

Sakin suda draftların okunması işlemi rahat olsa da yüksek swell durumunda hata yapma olasılığı yüksektir. Swell durumunda bir draft markasından 6 adet yüksek ve 6 adet düşük draft değeri alınır. Bu değerlerden en büyüğü ve en küçüğü dikkate alınmaz ve kalan 10 adet draft değerinin ortalaması alınarak en doğru draft değeri bulunabilir (Dibble ve Mitchell, 2005).

### **1.3.6. Stabilite Kitabı**

Tüm gemiler geminin farklı draft değerleri için deplasman, LCF, MTC, TPC gibi değerleri gösteren klas kuruluşu onaylı bir stabilite kitabına sahip olmak zorundadır. Tüm bu değerler draft sörvey hesabının yapılması için gerekli olan değerlerdir ve stabilite kitaplarından alınırlar (IIMS, 2018).

Stabilite kitabından alınan deplasman değeri geminin içinde yüzdüğü su yoğunluğunun 1,025 kg/l olduğu durum için geçerli olan deplasman değeridir. Su yoğunluğu bu değerden farklı ise kitaptan alınan deplasman değerine yoğunluk düzeltmesi uygulanır.

TPC, geminin draftını 1 santimetre değiştirecek olan kütle miktarıdır. Bu değer draft sörveyde trim düzeltmeleri esnasında kullanılmaktadır.

LCF geminin boyuna yüzdürme merkezidir ve sayısal değeri gemi ortasından hesaplanır. Geminin su altında kalan hacminin geometrik ortasını ifade etmektedir. LCF değeri birinci trim düzeltmesinin işaretini tayin edeceğinden doğru bilinmesi hesabın doğruluğu açısından önem teşkil etmektedir. Trim ile LCF aynı yöne doğruysa LCF pozitif, farklı yöne doğruysa LCF negatiftir. Ayrıca LCF değeri draft ile doğru orantılıdır ve draft arttıkça artıp azaldıkça azalacaktır (Erol, 1992).

Carl Bro a/s - DMC  
NAPA/D/HYD/040506  
P40357500/CXS4204  
P40357500

MS SPAR LYRA  
HYDROSTATIC DATA  
TRIM = 3

DATE 2006-03-28  
TIME 08:34  
USER JAN  
Page 8-14

Calculated for trim=3

T	DISP	DW	LCB	VCB	LCF	GMT	MCT	TPC	CB	WLA	NSA
m	t	t	m	m	m	m	tn/cm	t/cm		m2	m2
2.50	10590	-454	87.61	1.33	98.12	35.39	482.7	47.7	0.694	4658	5152
2.60	11068	24	88.06	1.38	98.18	34.15	487.1	47.9	0.697	4675	5198
2.70	11548	504	88.49	1.43	98.22	33.01	491.3	48.1	0.701	4691	5243
2.80	12030	986	88.88	1.48	98.25	31.96	495.4	48.2	0.704	4706	5288
2.90	12513	1469	89.24	1.53	98.28	30.98	499.5	48.4	0.707	4722	5332
3.00	12998	1953	89.58	1.58	98.31	30.08	503.6	48.6	0.710	4737	5377
3.10	13484	2440	89.89	1.62	98.33	29.23	507.6	48.7	0.713	4752	5421
3.20	13972	2927	90.19	1.67	98.35	28.45	511.6	48.9	0.716	4767	5465
3.30	14461	3417	90.46	1.72	98.36	27.71	515.6	49.0	0.719	4781	5509
3.40	14952	3907	90.72	1.77	98.36	27.02	519.5	49.2	0.721	4795	5553
3.50	15443	4399	90.97	1.82	98.36	26.37	523.4	49.3	0.724	4809	5597
3.60	15937	4893	91.20	1.87	98.36	25.76	527.3	49.4	0.726	4823	5640
3.70	16432	5388	91.41	1.92	98.34	25.19	531.1	49.6	0.729	4836	5683
3.80	16928	5884	91.62	1.97	98.33	24.65	534.9	49.7	0.731	4849	5727
3.90	17426	6382	91.81	2.02	98.31	24.14	538.7	49.8	0.733	4862	5770
4.00	17925	6881	91.99	2.08	98.28	23.66	542.5	50.0	0.736	4875	5813
4.10	18426	7381	92.16	2.13	98.25	23.20	546.2	50.1	0.738	4888	5856
4.20	18927	7883	92.32	2.18	98.21	22.77	550.0	50.2	0.740	4901	5899
4.30	19430	8386	92.47	2.23	98.17	22.37	553.8	50.4	0.742	4913	5942
4.40	19934	8890	92.61	2.28	98.13	21.98	557.7	50.5	0.744	4926	5984
4.50	20440	9396	92.75	2.33	98.08	21.61	561.5	50.6	0.746	4938	6027
4.60	20946	9902	92.88	2.38	98.03	21.26	565.3	50.7	0.748	4950	6070
4.70	21454	10410	93.00	2.43	97.97	20.93	569.2	50.9	0.750	4963	6113
4.80	21964	10920	93.11	2.48	97.91	20.61	573.1	51.0	0.752	4975	6156
4.90	22474	11430	93.22	2.53	97.85	20.31	576.9	51.1	0.754	4987	6198
5.00	22986	11942	93.32	2.59	97.78	20.02	580.7	51.2	0.755	4999	6241
5.10	23499	12455	93.42	2.64	97.62	19.77	586.5	51.4	0.757	5017	6290
5.20	24015	12971	93.51	2.69	97.37	19.55	593.8	51.7	0.759	5041	6344
5.30	24532	13488	93.59	2.74	97.29	19.30	597.8	51.8	0.761	5053	6387
5.40	25050	14006	93.66	2.79	97.20	19.06	601.8	51.9	0.762	5065	6430
5.50	25570	14526	93.73	2.85	97.10	18.83	605.8	52.0	0.764	5077	6473
5.60	26091	15047	93.80	2.90	97.00	18.61	609.9	52.2	0.766	5089	6516
5.70	26613	15569	93.86	2.95	96.90	18.39	614.0	52.3	0.767	5101	6559
5.80	27137	16093	93.92	3.00	96.80	18.19	618.1	52.4	0.769	5113	6603
5.90	27662	16617	93.97	3.06	96.68	18.00	622.3	52.5	0.771	5126	6646
6.00	28187	17143	94.02	3.11	96.57	17.82	626.5	52.7	0.772	5138	6689
6.10	28715	17671	94.07	3.16	96.45	17.64	630.8	52.8	0.774	5150	6733
6.20	29243	18199	94.11	3.21	96.32	17.47	635.2	52.9	0.775	5162	6777
6.30	29773	18729	94.15	3.27	96.19	17.31	639.7	53.0	0.777	5175	6820
6.40	30304	19260	94.18	3.32	96.05	17.15	644.3	53.2	0.779	5187	6865
6.50	30836	19792	94.21	3.37	95.91	17.00	649.0	53.3	0.780	5200	6909
6.60	31370	20325	94.24	3.42	95.76	16.86	653.8	53.4	0.782	5213	6954
6.70	31905	20860	94.26	3.48	95.60	16.72	658.7	53.6	0.783	5226	6999
6.80	32441	21397	94.29	3.53	95.44	16.59	663.8	53.7	0.785	5240	7044
6.90	32979	21934	94.30	3.58	95.28	16.46	668.8	53.8	0.786	5253	7089
7.00	33518	22474	94.32	3.64	95.12	16.34	673.8	54.0	0.787	5266	7135
7.10	34058	23014	94.33	3.69	94.98	16.22	678.0	54.1	0.789	5278	7181
7.20	34599	23555	94.34	3.74	94.84	16.11	682.3	54.2	0.790	5289	7228
7.30	35143	24099	94.34	3.80	94.42	16.00	694.3	54.5	0.792	5316	7287
7.40	35689	24644	94.34	3.85	94.17	15.90	701.6	54.7	0.793	5334	7337
7.50	36236	25192	94.34	3.90	94.01	15.80	706.4	54.8	0.795	5346	7381
7.60	36784	25740	94.33	3.96	93.85	15.70	711.2	54.9	0.796	5358	7426
7.70	37334	26290	94.32	4.01	93.69	15.61	715.8	55.0	0.798	5370	7470
7.80	37885	26841	94.31	4.07	93.53	15.52	720.3	55.2	0.799	5382	7514

Şekil 5. Stabilite kitabından örnek bir sayfa (Carl Bro, 2006)

Şekil 5'te verilen T değeri draft değerini, Disp değeri o drafttaki deplasman değerini göstermektedir. LCF değeri boyuna yüzdürme merkezini, MCT değeri trimi 1 cm

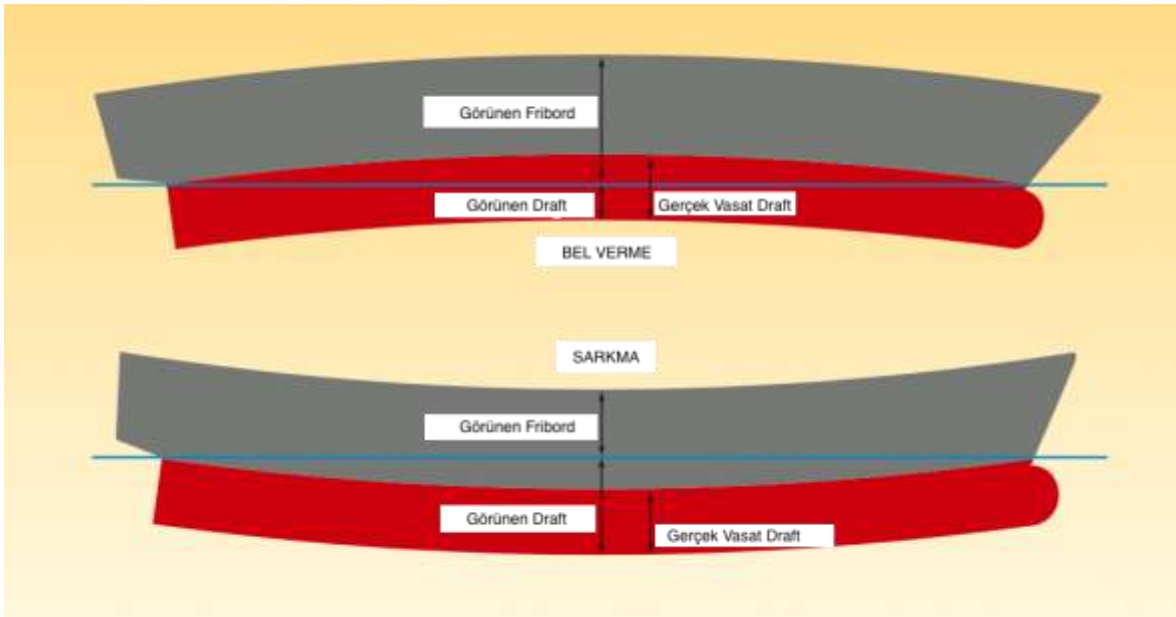
değiştirecek moment değerini ve TPC değeri gemiyi 1 cm batıracak olan ağırlık miktarını ifade etmekte olup bu değerler draft sörvey hesaplamalarında kullanılan değerlerdir.

### 1.3.7. Sarkma ve Bel Verme Durumları

Bir gemi yapısı gereği birçok etkeninde etkisiyle düz durmayabilir ve gövdesi sarkmış veya bel vermiş olabilir. Geminin vasat draftı sarkma ve bel verme durumları yok ise baş ve kıç draftların aritmetik ortalamasına eşit olur. Fakat bu durum sık rastlanan bir durum değildir. Yük miktarının gemi içindeki dağılımı, güneşin gemi gövdesine etkisi gibi etkenler gemi şeklinin bozulmasına ve sarkma veya bel verme durumlarının oluşmasına sebep olmaktadır (IIMS, 2018).

Sarkma ve bel verme durumlarının draft hesabına etkisini en aza indirmek ve draft sörvey hesabını doğru yapabilmek için MMM hesaplanır. Bu işlem vasat draftın 6 ile çarpılarak baş ve kıç draftlarla toplanması ve çıkan değer 8'e bölünmesi ile bulunur.

Büyük gemiler sarkma/bel verme durumundan küçük gemilere kıyasla daha çok etkilenirler. Örneğin güneşin gündüz güvertenin üst bölümünün ısınmasını sağlaması ile bel verme durumu gözlenirken; gece vakti üst güvertenin ısınıp kaybetmesi ile geminin sarkma durumuna geçmesine sebep olabilecektir (Dibble ve Mitchell, 2005).

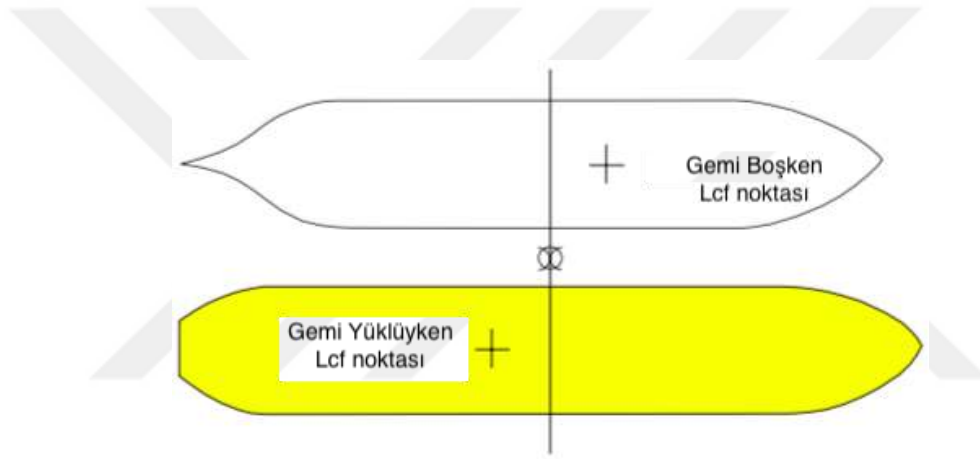


Şekil 6. Sarkma (sag) ve bel verme (hog) durumları (Dibble ve Mitchell, 2005)

### 1.3.8. Trim Düzeltmeleri

Gemilerin stabilite kitaplarında yer alan deplasman skalası gemi trimsiz ve yatık olmadığı durumlarda kullanılması için verilen değerlerdir. Fakat gemiler çok nadiren bu koşulları sağlarlar. Geminin LCF noktasından ve bu noktanın geminin su altında kalan hacminin geometrik ortası olup geminin trimlendiği nokta olduğundan daha önce bahsetmiştik.

Geminin draftı değiştiğinde LCF noktasında değişecektir. Bunun sebebi gemilerin şeklidir ve gemiler suya battıkça LCF noktaları yani suya batan hacimlerinin geometrik ortası geminin şekli gereği kıça doğru kayacaktır.



Şekil 7. Gemilerin draft değişimi ve LCF noktası (IIMS, 2018)

LCF noktasının pozisyonu draft sorvey için kritik öneme sahiptir. Normal şartlarda geminin deplasmanının LCF noktasındaki draftından ölçülmesi gerekir. Yani geminin hesaplanan doğru draftı, o geminin vasat noktasında ölçülen draftı değil; geminin LCF noktasındaki draftı değeridir. Fakat dünyada kabul gören metod, MMM hesaplanması ve bulunan değere LCF noktasının konumuna göre birinci trim düzeltmesinin uygulanmasıdır. Trim ile LCF noktasının vasattan olan mesafesi çarpılarak LBP'ye bölünür ve bu hesap ile vasat draft ve LCF noktasındaki draft farkı bulunmuş olur. Bulunan draft farkı TPC ile çarpılır ve sonuç olarak oluşacak deplasman farkı hesaplanmış olur. Hesap işlemi yapılırken LCF ve TPC değerlerine stabilite kitabından bakılır (IIMS, 2018).

LCF ile trim aynı yönlü ise bulunan düzeltme değeri deplasmana eklenir; LCF ile trim farklı yönlü ise düzeltme değeri deplasman değerinden çıkarılır. Örneğin gemi kıça

trimli iken LCF gemi vasatından kıça doğru ise bulunan birinci trim düzeltmesi değeri deplasman değerine eklenmelidir.

Stabilite kitaplarında LCF noktasının gösterimi hakkında farklı yöntemler kullanılabilir. Bazı kitaplar LCF noktasını gemi vasat noktasından uzaklık şeklinde ve (+) veya (-) olarak vermektedir. Fakat bu yöntem kafa karışıklıklarına sebep olabilmektedir. Rus ve Kore tersanelerinde stabilite kitapları hazırlanırken (-) işareti gemi vasatından kıça doğru olan bölümü ifade ederken, aynı zamanda (-) işareti kıça trimi de ifade etmektedir. Avrupa sistemi ve dolayısıyla Avrupa tersanelerinde (-) işareti gemi vasatından baş tarafa doğru olan bölümü ifade eder. Yani (-) veya (+) ile ifade edilen LCF noktası, karışıklıklara yol açabilmektedir. Bu durumu netleştirmek için şu kural unutulmamalıdır; LCF draft arttıkça artmalı ve draft azaldıkça azalmalıdır (Erol, 1992).

LCF noktası stabilite kitaplarında a veya f işaretleriyle veya kıç dikmeden mesafe şeklinde gösterilebilir. “a” işareti vasatın kıç tarafında olduğunu temsil ederken “f” işareti vasatın baş tarafında olduğunu ifade eder ve LCF noktasının yerini açık ve karmaşaya yer bırakmayacak şekilde gösterir. LCF noktasının kıç dikmeden mesafe şeklinde verildiği durumlarda ise LBP değeri ikiye bölünerek stabilite kitabında verilen kıç dikmeye olan mesafeden çıkarılır ve LCF noktasının yönü değerlendirilerek (-) veya (+) olarak işaretlenip hesaba dahil edilir (UK P&I Club, 2008).

İkinci trim düzeltmesi, LCF noktasının trim sebebiyle yer değiştirmesinden kaynaklanan farkın hesaplanması için kullanılır. Japon bir gemi inşa mühendisi olan Nemoto tarafından geliştirilmesi sebebiyle Nemoto düzeltmesi olarakta anılır. Normalde stabilite kitaplarında verilen LCF değeri, gemilerin trimsiz olması durumunda alınabilecek LCF değeridir. Gemiler trimli olduğunda LCF noktası değişecektir ve ikinci trim düzeltmesi bu değişimden kaynaklanacak olan farkın hesaplanmasında kullanılır. Trim karesi, 50 ve MTC değerlerinin çarpılıp LBP'ye bölünmesi ile bulunur. İşareti her zaman pozitifdir ve bulunan deplasman değerine eklenir (Dibble ve Mitchell, 2005).

### **1.3.9. Geminin İçinde Yüzdüğü Suyun Yoğunluğu**

Geminin içinde yüzdüğü suyun yoğunluğu, draftlar alındığı sırada cam bir hidrometre ile ölçülür. Ölçüm yapılan hidrometrenin maksimum hata miktarını gösteren bir kalibrasyon sertifikası olmalıdır. Hidrometre, 0,990 kg/l ve 1,040 kg/l yoğunluk değerlerini



ölçebilen ve standart çalışma sıcaklığı 15 santigrat derece olan bir yapıya sahip olmalıdır (UN-ECE, 1992).

Suyun yoğunluğu ölçüldükten sonra, trim düzeltmeleri sonrasında bulunan deplasmana su yoğunluğu düzeltmesi uygulanır. Su yoğunluğu düzeltmesi uygulandıktan sonra doğru deplasman değeri hesaplanmış olur.

Geminin içinde yüzdüğü suyun yoğunluğu yük miktarını önemli derecede etkileyen bir etmendir. Örneğin 75000 ton deplasmana sahip yüklü bir geminin aldığı yük hesaplanırken aslında 1,024 kg/l olan suyun yoğunluğu 1,025 kg/l ölçüldüğünde hata miktarı 63 ton olacaktır. Yani yoğunluğun doğru tespiti oldukça önemlidir ve yoğunluk tespiti doğru ve özenli şekilde yapılmalıdır (Sügen, 1996).

Su yoğunluğunun doğru tespiti bazı etkenler sebebiyle oldukça zordur. Liman bölgesine dökülen bir nehrin varlığı, akıntı ve gelgitler gibi etkenler suda yoğunluk katmanları oluşturabilir. Bu durumlarda yoğunluğu az olan su yüzeyde bulunurken derinlere doğru su yoğunluğu artış gösterebilir. Bu gibi durumlarda geminin deniz tarafından ve farklı derinliklerden deniz suyu örneği alıp yoğunluk ölçümü yapılmalıdır. Eğer geminin bağlı olduğu limanda akıntı, gelgit, akarsu etkisi gibi etkenler yoksa deniz suyu yoğunluğu sabit olacaktır (West of England P&I, 2018).

### **1.3.10. Gemideki Sıvıların Ölçümü**

Gemide bulunan balast, tatlı su, yakıt ve yağlama yağı gibi sıvıların ölçümü doğru ekipmanla ve özenli bir şekilde yapılmalıdır. Balast suyu geminin boş yani yüksüz olduğu durumlarda gemiyi yeterince suya batırıp gemiyi yüzdürecek bir denge kurabilmek için gereklidir. Bazen yüklü gemilerde amaçlanan trimi sağlamak veya gemideki yatıklığı gidermek amacıyla da balast alınabilmektedir. Tatlı su gemide kuzinede kullanmak, personelin temiz su ihtiyacını karşılamak, makinenin bazı parçalarında soğutma suyu ihtiyacını gidermek vs. için kullanılmaktadır. Yakıt, geminin seyri, teknik operasyonlarının enerji ihtiyacını ve elektrik ihtiyacını karşılar; yağlama yağları makine aksamalarının çalışması için gerekli olan sıvılardır.

İskandil ölçümü yapılırken iskandil kurşununun tank dibine temas ettiğinden emin olunmalıdır. Tüm tankların iskandil ölçümleri eksiksiz şekilde yapılmalıdır. Tank iskandilleri iskandilmetre vasıtasıyla yapılır ve daha doğru sonuç almak ve su derinliğini doğru okumak için iskandilmetreye suyla temas edince renk değiştiren su macunu veya su

macunu yok ise tebeşir sürülür. Bu işlemin uygulanabilmesi için tanktaki yaklaşık su seviyesinin bilinmesi gerekmektedir. İskandil, tanklarda bulunan iskandil boruları vasıtasıyla alınır. İskandil boruları genellikle çapı 400-500 mm olan ve tanktaki sıvı miktarının ölçülmesine olanak tanıyan borulardır. İskandil boruları gemiler genelde kıç trimli olduğundan tankların kıç kısmında bulunurlar (MEB, 2012).



Şekil 8. Balast tankı ölçümü (URL-3, 2018)

İskandil ölçümü yapılırken iskandilmetrenin suya yavaş bir şekilde salınması önemlidir çünkü iskandilmetrenin tank dibine hızlı bir şekilde çakılması durumunda iskandil değeri doğru okunamayacaktır. İskandilmetrenin tank dibine yavaşça dokundurulması en doğru ölçümü verecektir. Havanın kötü olduğu ve yalpa dolayısıyla sıvı tankı ölçümlerinde farklı sonuçlar elde edilmesi durumunda iskandil alma işlemi birkaç defa tekrar edilmeli ve bulunan değerlerin ortalaması alınmalıdır (IIMS, 2018).

Balast tankları büyük ve hacimli tanklar olduğundan bu tanklardaki ölçüm işlemleri özellikle çok dikkatli yapılmalıdır. İskandilmetre tank dibine yatırılmamalı, iskandilmetre aşınmış durumda ise daha iyi durumda bir iskandilmetre ile değiştirilmeli, su yüksekliği okunurken titiz davranılmalıdır. Balast tanklarının tamamen boş veya dolu olması daha doğru sonuç alınmasını sağlayabilecek olsa da liman prosedürleri tank taşırmaya izin vermediğinden bu işlem genelde mümkün olmamaktadır. Balast tanklarının içinde bulunan

suyun yoğunluğu, bu sudan örnek alınarak hidrometre yardımıyla ölçülmelidir (UN-ECE, 1992).

Tatlı su tankları diğer tanklar gibi iskandil edilebilir. Bazı gemilerde tanktaki suyun miktarını metreküp cinsinden veren sayaçlar mevcuttur. Bu durumda tatlı suyun yoğunluğu 1 kg/l olarak kabul edildiğinden sayacın verdiği değer iskandil alınmadan tatlı su miktarı olarak kabul edilebilir.

Gemide bulunan yakıt ve yağlama yağları ölçümünde gemi personeline refakat edilerek ölçümler kayıt altına alınır. Yakıt ve yağlar ölçülürken ullage alma yöntemi kullanılabilir. Yakıtların bir kısmı yoğun yapıları olduğundan iskandilmetrenin iskandil borusundan tank dibine daldırılması kolay olmayabilir. Bu durumlarda tankın boş olan üst kısmının uzunluğu ölçülür ve bu mesafe kaydedilir. Yakıt tankının toplam derinliği stabilite kitaplarında bulunur ve toplam derinlikten ullage mesafesi çıkarıldığında tanktaki yakıtın derinliği hesaplanmış olur (Erol, 1992).

Tank iskandilleri alındıktan sonra gemide bulunan klas kuruluşu onaylı iskandil cetvellerinden ilgili tanklarda kaç metreküp su, yağ veya yakıt olduğuna bakılır. Stabilite kitaplarında her tank için ayrı bir iskandil cetveli bulunur. Ölçülen iskandil değerleriyle bu cetvellerden tanktaki sıvı miktarlarına bakılır. Alınan değer tankta bulunan sıvının hacmi olduğundan hesaplamada bu değer kullanılmaz. Hacim değeri tanktaki sıvının yoğunluğu ile çarpılarak tanklardaki sıvıların kütlesi ton cinsinden bulunup hesaplamalara bu değer ile girilerek işlem yapılır (MEB, 2012).

TANK KALİBRASYON TABLOSU									REV.	STANDARD NO
									ORI	HDS-60-M025
Kompartman : NO.6A S.F.O.TK(P) ***** İskandil Cetveli *****										
İskandil Değeri CM	Başa Trim 1.0M	Trimsiz 0.0M	Birim: Metreküp Kıça Trim					Ullage Derinliği CM		
			-0.5M	-1.0M	-1.5M	-2.0M	-2.5M			
250.0	136.61	136.1	135.9	135.60	135.4	135.1	134.86	1103.1		
255.0	140.10	139.6	139.3	139.09	138.8	138.6	138.34	1098.1		
260.0	143.61	143.1	142.8	142.60	142.3	142.1	141.85	1093.1		
265.0	147.14	146.6	146.4	146.13	145.9	145.6	145.38	1088.1		
270.0	150.70	150.2	149.9	149.68	149.4	149.2	148.93	1083.1		
275.0	154.27	153.8	153.5	153.26	153.0	152.8	152.50	1078.1		
280.0	157.86	157.4	157.1	156.85	156.6	156.3	156.07	1073.1		
285.0	161.03	161.0	160.7	160.31	160.0	159.6	159.27	1068.1		
290.0	163.21	163.0	162.9	162.83	162.6	162.4	162.08	1063.1		
295.0	165.17	165.0	164.9	164.80	164.7	164.6	164.48	1058.1		
300.0	167.15	167.0	166.9	166.78	166.7	166.6	166.51	1053.1		
305.0	169.15	169.0	168.9	168.78	168.7	168.6	168.50	1048.1		
310.0	171.16	171.0	170.9	170.79	170.7	170.6	170.52	1043.1		
315.0	173.19	173.0	172.9	172.82	172.7	172.6	172.55	1038.1		
320.0	175.24	175.0	175.0	174.86	174.8	174.7	174.59	1033.1		
325.0	177.30	177.1	177.0	176.92	176.8	176.7	176.65	1028.1		
330.0	179.37	179.2	179.1	178.99	178.9	178.8	178.72	1023.1		
335.0	181.45	181.3	181.2	181.08	181.0	180.9	180.81	1018.1		
340.0	183.55	183.4	183.3	183.18	183.1	183.0	182.91	1013.1		
345.0	185.66	185.5	185.4	185.29	185.2	185.1	185.02	1008.1		
350.0	187.79	187.6	187.5	187.42	187.3	187.2	187.14	1003.1		
355.0	189.92	189.7	189.6	189.55	189.5	189.4	189.28	998.1		
360.0	192.07	191.9	191.8	191.70	191.6	191.5	191.43	993.1		
365.0	194.22	194.0	193.9	193.86	193.8	193.7	193.59	988.1		
370.0	196.39	196.2	196.1	196.02	195.9	195.8	195.75	983.1		
375.0	198.56	198.4	198.3	198.20	198.1	198.0	197.93	978.1		
380.0	200.75	200.6	200.5	200.38	200.3	200.2	200.12	973.1		
385.0	202.94	202.8	202.7	202.58	202.5	202.4	202.31	968.1		
390.0	205.13	205.0	204.9	204.78	204.7	204.6	204.51	963.1		
395.0	207.34	207.2	207.1	206.98	206.9	206.8	206.72	958.1		
400.0	209.55	209.4	209.3	209.19	209.1	209.0	208.93	953.1		
405.0	211.76	211.6	211.5	211.41	211.3	211.2	211.15	948.1		
410.0	213.98	213.8	213.7	213.63	213.5	213.5	213.38	943.1		
415.0	216.21	216.0	215.9	215.86	215.8	215.7	215.60	938.1		
420.0	218.44	218.3	218.2	218.09	218.0	217.9	217.84	933.1		
425.0	220.67	220.5	220.4	220.33	220.2	220.2	220.08	928.1		
430.0	222.91	222.7	222.7	222.57	222.5	222.4	222.32	923.1		
435.0	225.15	225.0	224.9	224.81	224.7	224.6	224.56	918.1		
440.0	227.39	227.2	227.1	227.06	227.0	226.9	226.81	913.1		
445.0	229.64	229.5	229.4	229.31	229.2	229.1	229.06	908.1		
450.0	231.89	231.7	231.6	231.56	231.5	231.4	231.32	903.1		
455.0	234.15	234.0	233.9	233.82	233.7	233.7	233.57	898.1		
460.0	236.40	236.2	236.2	236.08	236.0	235.9	235.83	893.1		
465.0	238.66	238.5	238.4	238.34	238.3	238.2	238.09	888.1		
470.0	240.92	240.8	240.7	240.60	240.5	240.4	240.36	883.1		
475.0	243.18	243.0	242.9	242.86	242.8	242.7	242.62	878.1		
480.0	245.45	245.3	245.2	245.13	245.0	245.0	244.89	873.1		
485.0	247.72	247.6	247.5	247.40	247.3	247.2	247.16	868.1		
490.0	249.98	249.8	249.7	249.67	249.6	249.5	249.43	863.1		
495.0	252.25	252.1	252.0	251.94	251.9	251.8	251.70	858.1		

Şekil 9. Tank iskandil cetveli (URL-4, 2018)

Tank iskandil cetvelleri farklı iskandil ölçümleri için tank içinde bulunan sıvı miktarını hacim cinsinden verirler. Tank içinde bulunan sıvı aynı zamanda trim ile değiştiğinden iskandil cetvellerinde trim bölümü yer alır. İskandil ölçüldüğü zamanki geminin trim değeri de hesaba katılarak tankta bulunan sıvı miktarı ölçülebilir. Örneğin şekil 9 incelendiğinde ölçülen iskandil değerinin 3,03 olması durumunda, gemi trimsiz ise kırmızı işaretli sıradan, gemi trimi 1,20 kıça doğru ise sarı işaretli sıradan enterpolasyon işlemi yapılarak tanktaki sıvı miktarı saptanmış olur. Hesabın doğru yapılabilmesi için

iskandiller alındığı esnada geminin trim değerinin iskandil cetvelinde belirtilen trim değerleri aralığında olmasına önemle dikkat edilmelidir.

Ölçümü yapılan tank balast tankı ise birkaç tanktan balast suyu örneği alınarak balast suyunun ortalama yoğunluğu hidrometre yardımıyla ölçülür. Tatlı su tanklarında su yoğunluğu 1,00 kg/l olarak kabul edilir. Yakıt tanklarında ise yakıt alımı sonrasında verilen yakıt sertifikasında belirtilen yoğunluk değeri alınarak hesap işlemi yapılır. Bazı tanklarda yoğunluğu farklı yakıtlar karışmış olabilir. Bu durumda yakıtların hacimleri oranında yoğunluğa etki ettiği düşünülebilir (Dibble ve Mitchell, 2005).

Çoğu durumda yakıt tanklarının ölçümünün yapılması yerine toplam yakıt değeri gemi baş mühendisinden alınmaktadır. Amaç yük miktarını ölçmek ise yakıt değerlerinin gemi personelinden alması bir fark yaratmayacaktır çünkü oluşabilecek yanlış veri aktarımı geminin konstant değerine yansıtacaktır. Ayrıca geminin liman içindeki yakıt harcamı yaklaşık olarak bellidir ve çoğu gemide 3 tonu geçmeyecektir. Eğer gemi limanda yakıt ikmali yapmadıysa deklere edilen toplam yakıt miktarı geminin limanda ortalama yakıt harcamı göz önünde bulundurularak kontrol edilebilir (Isbester, 1993).

### **1.3.11. Sabit-Bilinmeyen Ağırlıklar**

Bilinmeyen ağırlıklar, genel olarak gemide net bir şekilde ölçülemeyen ağırlıkların tanımı olarak kullanılır. İngilizce “constant” kelimesinden gelir ve Türkçe’ye “sabit” olarak çevrilebilir. Gemi boşken hesaplanır ve geminin yüklü olduğu durumda değişmediği kabul edilir. Bilinmeyen ağırlıkların sabit olması gerekirken her yük hesabında değişiklik göstermesi bazılarınca kafa karıştırıcı olarak bulunsa da bu normal bir durumdur çünkü gemi kumanya ve malzeme stoklarındaki değişiklikler, makine atık tanklarındaki atık miktarı değişimleri, draft sörveydeki küçük hatalar gibi etkenler bilinmeyen ağırlık miktarına etki eden faktörlerdir (MEB, 2012).

Yüksüz bir gemi, personel, gemi teknik ve kumanya stokları, atıklar, geminin ölü ağırlığı, balast suyu, tatlı su, yakıt ve makina yağlama yağlarından oluşur. Bunlardan balast suyu, tatlı su, yakıt ve makine yağlama yağları hesaplanabilir ve geminin ölü ağırlığı bilinen ağırlıklardır. Bunların yanında personel, gemi stokları ve atıklar hesaplanamayan ağırlıklar olarak kabul edilir. Yüksüz haldeki gemiye draft sörvey işlemi bilinmeyen sabit ağırlığın hesaplanması için yapılır. Bilinmeyen ağırlıklar, aynı liman operasyonu içinde eğer gemi stoklarında veya atıklarında önemli ve bilinen bir değişim yoksa sabit kabul

edilir. Ayrıca bazı gemilerde makine yağlama yağlarının bilinmeyen ağırlıklar içine dahil edildiği ve ayrıca hesaplanmadığı görülebilir (Can, 2007).

### **1.3.12. Yük Miktarının Tespiti**

Yüklü haldeki gemiden balast suyu, tatlı su, yakıtlar, yağlar, geminin ölü ağırlığı ve konstant çıkarıldığı zaman yüklenen veya tahliye edilen yük miktarı hesaplanmış olur.

Geminin stabilite kitaplarının klas kuruluşu onaylı ve tutarlı olduğu durumlarda, draft sörvey hesabının donanımlı ve deneyimli sörveyörler tarafından yapılması durumunda doğruluk oranının dünya uluslararası kuru dökme yük piyasalarınca makul ve uygulanabilir olduğu kabul edilen  $\pm 0,5\%$  aralığında olacağı görülebilir. Uygun ortam ve koşulların sağlanması durumunda dünyanın çeşitli bölgelerinde aynı gemilerle bağımsız sörveyörler tarafından yapılan draft sörvey uygulamalarında doğruluk payının  $0,1\%$  limitleri içinde kaldığı saptanmıştır (UN-ECE, 1992).

### **1.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)**

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından karmaşık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünü sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntem, belirli veya belirsiz durumlar için çok sayıda alternatif arasından seçim yapılırken, çok sayıda karar vericinin birçok kriter arasından karar vermesi durumudur. Karar vericiler, karmaşık problemleri problemin hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir yapıda değerlendirmelerini sağlayan bir forma çevirir (Ecer ve Küçük, 2018).

Çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri mevcuttur. Bu teknikler içinde AHS'nin üstün yönleri kullanım kolaylığı ve nesnel yargılarla birlikte öznel yargıları da içinde barındıran karmaşık problemlerde sonuca varırken başarıyla uygulanabilir olmasıdır (Kou vd., 2016).

AHS, kriter ve alt kriterleri birbirleriyle kıyaslayarak önem derecelerini saptayıp çok boyutlu problemleri tek boyuta indirgeyen bir işleve sahiptir. Birçok etken veya sonuç içinde doğruya en yakın olanın belirlenmesi için kararlar sıralamayı meydana getiren öncelik vektörleriyle belirlenmektedir. AHS ile değişik deneyim, bilgi ve ihtisas sahibi

kişilerin yorumları birleştirilerek tek bir neticeye varılabilir. AHS, bir konuda deneyimli, düşünce sahibi veya uzman kişilerin şahsi fikirlerini sentezleyerek ortak bir neticeye varılmasında etkili bir yöntemdir. Fikir beyan eden katılımcıların fikirlerinin dikkate alınmasının katılımcılara ek motivasyon sağlaması sürecin ek kazanımları arasında gösterilebilir (Klutho, 2013).

#### **1.4.1. Analitik Hiyerarşi Süreci Kavramı**

Analitik, analiz kelimesinden türemiştir. Herhangi somut veya soyut bir olguyu tamamlayıcı etmenlere ayırma anlamına gelir.

Hiyerarşi, aynı anda odaklanması zor olan ve birçok ortak noktası bulunan sistemlerin incelenmesini ve bu sistemlerin alt sistemlere bölünerek basitleştirilmesini sağlamaktadır. Hiyerarşi gerçeğin küme ve alt kümeleriyle ağaca benzer bir yapıda gösterilmesidir.

Süreç ise bir sona veya sonuca varılmasını sağlayan bir dizi faaliyet, değişiklik veya işlemdir. Analitik hiyerarşi süreci bu terimlerin sentezinden oluşmaktadır (Ünal, 2010).

#### **1.4.2. AHS Yönteminin Tanımı**

AHS, matematik ve psikoloji bilimlerini kullanarak geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan bir çok ölçütlü karar verme yöntemidir. Karar hiyerarşisinin uygulanabilir olması durumunda kullanılan, sonucu etkileyen öğelerin sonuca etkilerini yüzdeler olarak tanımlayan bir karar verme ve tahminleme metodu olarak tanımlanabilecek bir karar verme yöntemidir. AHS, belirlenmiş bir karşılaştırma ölçütü kullanılarak kararı etkileyen kriterler ve bu kriterlerin karar üzerindeki önem değerleri bakımından karşılaştırılması yöntemine dayanır. Sonuç olarak belirlenen kriterler karar noktasında önem derecesi açısından yüzdeler olarak ifade edilecektir (Abalı vd, 2012).

AHS, geçmişte mevcut olan birçok kavramı kendi içinde sentezleyip birleştirerek bünyesinde içeren bir yöntemdir. AHS karar seçeneklerinin kıyaslanmasında ve karar verme sürecinde çözüme ulaşılmasında aktif olarak rol almaktadır. Komplike karar verme problemleri çözümlenirken AHS yöntemi kullanılarak seçenekler ve kriterler göreceli bir şekilde değerlendirilip önem sırasına göre dizilir. Böylece AHS kullanılarak karar verme

mekanizması çalıştırılıp sonuca varılır. AHS kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak nitel ve nicel olguların ölçülmesinde sayısal ölçek sunan çok kriterli karar verme aracıdır (Cabala, 2010; Akyuz ve Celik, 2014).

AHS'nin en önemli avantajlarından biri sayısal değerleri olmayan olguların sayısal verilerle analizine olanak tanınmasıdır. Karar verme problemlerinde AHS yöntemi kullanılırken çeşitli bilgisayar programları kullanılabilir ve bu programlar sayesinde veriler sayısal olarak ifade edilebilir. Bunlar içinde en sık kullanılanları "Expert Choice" ve "Super Decision" programlarıdır. Bahsi geçen programlar menüleri ve görsel araçları yardımıyla model oluşturulmasına olanak vermektedir. Bunun yanında bir AHS modeli Microsoft Excel programında modellenilebilmekte ve çözülebilmektedir. Microsoft Excel programında modelleme ve çözümlenme yapabilmek için programın matris işlemlerini ve formülizasyonu bilmek yeterlidir (Forman & Gass, 1999).

### **1.4.3. AHS Ölçeği**

Karar verilecek konu ile ilgili konuyu etkileyen kriterler arasında kıyaslama yapabilmek için kıyaslanan kriterlerin birbirleri arasındaki önem ve baskınlık derecesini gösteren bir ölçeğe ihtiyaç vardır. Bir kriterin diğerine ne kadar baskın olduğu veya ele alınan konuya etkisinin ne kadar daha fazla olduğunu bu ölçeği kullanarak belirleyebilmemiz gerekmektedir (Saaty, 2008).

AHS'de karşılaştırmalar kriterlerin önem derecelerini birbiriyle kıyaslayan AHS ölçeği ile yapılır. Bu ölçeğe göre en düşük değer 1/9, önem derecesinin eşit olduğunu ifade eden değer 1 ve en yüksek ve baskın değer 9 olarak kabul edilmektedir (Keçeci & Yurtören, 2010).



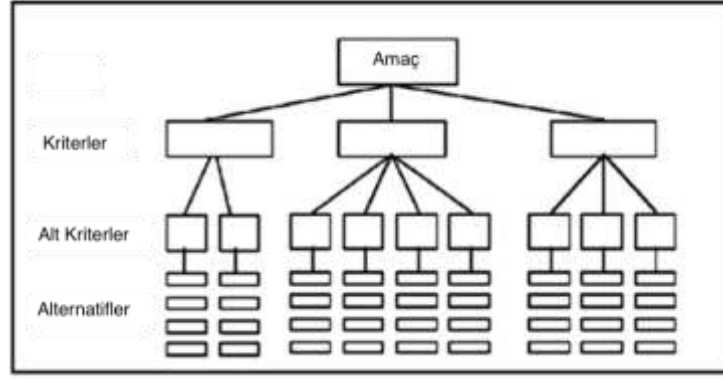
Tablo 2. Karşılaştırmalarda kullanılan AHS ölçeği (Yıldırım &amp; Önder, 2018)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faktör aynı öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetli derecede daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemli	Faktörlerden biri diğerine göre kesinlikle daha önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerler	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki değerlerin ara değerleridir.
Karşılıklı Değerler	i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

#### 1.4.4. AHS Çözüm Aşamaları

Karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması için her bir kriterin öncelik değerinin hesaplanması ve bunun yapılabilmesi için ise kriterlerin ve alt kriterlerin her birinin kendi aralarında ikili karşılaştırmalarının yapılması gerekmektedir. AHS yöntemi kullanılarak karar problemi çözümlenirken şu aşamalar izlenir;

- Karar verme probleminin ve amacın belirlenmesi
- Amaca ulaşmak için gereken karar kriterlerinin listelenmesi
- Olası karar alternatiflerinin belirlenmesi
- Karar probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulması
- Kriterlerin ikili karşılaştırması
- Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi
- Kriter alternatiflerinin ikili karşılaştırması ve önceliklerinin hesaplanması
- Uyum oranının hesaplanması
- Öncelik değerlerine göre alternatiflerin sıralanması
- Duyarlılık analizinin yapılması (Bayar, 2010).



Şekil 10. Karar hiyerarşisi (Küçükönder vd., 2013)

### 1.4.5. AHS'nin Aksiyomları

AHS'nin karşılıklılık, homojenlik, bağımsızlık, beklentiler şeklinde sıralanabilecek 4 aksiyomu mevcuttur.

#### 1.4.5.1. Karşılıklılık Aksiyomu








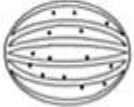
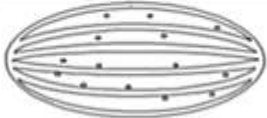
Çift taraflılık ya da geçiş aksiyomu olarakta adlandırılmaktadır. İki taraflı olma veya tersi olma olarak tanımlanabilir. Herhangi bir kriterin x. ve y. alternatiflerinin birbirleri arasında karşılaştırıldığını düşünelim. Bu alternatiflerden birinin diğerine karşılaştırma değerini bilmek bize tam tersi karşılaştırma değerini verecektir. Örneğin x alternatifi y alternatifine 3 (orta derecede daha önemli) seviyesinde daha önemli olsun. Bu durumda karşılıklılık aksiyomuna göre y alternatifinin x alternatifine karşı değeri  $1/3$  olacaktır. Bu aksiyom sayesinde AHS anketlerinde uzmanlara sorulacak soru sayısı yarıya düşmüş olmaktadır (Ünal, 2010)

#### 1.4.5.2. Homojenlik Aksiyomu

Homojenlik aksiyomuna göre birbirleriyle karşılaştırılan kriterler birbirlerinden çok farklı olmamalıdır. Kriterlerin birbirlerinden çok farklı olması durumunda hatalı sonuçlar elde edilebilir. Olgu veya elementleri ikili olarak karşılaştırabilmek için ortak bir özellik bakımından birbirlerine yakın olmaları ve çok farklı olmamaları gerekmektedir.

Birbirinden tamamıyla farklı iki olguyu birbirleriyle karşılaştırmak anlamsız olacağı için homojenlik aksiyomu gereklidir. Amaç bakımından anlamlı kriterleri kullanmak karşılaştırma yapabilmeyi olanaklı kılacaktır (Saaty, 2011).

Olgunlaşmamış misket domates ile büyük bir karpuzu hacimlerini karşılaştıracak şekilde kıyaslamak aralarında herhangi bir benzerlik bulunmaması sebebiyle zordur ve bu iki öğenin birbirleriyle direkt olarak karşılaştırılması önemli hatalar sebep olabilir. Bunun yerine misket domatesi önce kendisine benzer nesnelere kıyaslamak ve kıyas yapılan nesnelere kümeler ayırıp aşamalı olarak karpuzun boyutuna yaklaşıp şekilde seçmek bize daha doğru bir sonuç verecektir.

 .07	 .28	 .65
Misket domates	Olgun domates	Limon
 .08	 .22	 .70
Limon $\frac{.08}{.08} = 1$ .65H1=.65	Greyfurt $\frac{.22}{.08} = 2.75$ .65H2.75=1.79	Kavun $\frac{.70}{.08} = 8.75$ .65H8.75=5.69
 .10	 .30	 .60
Kavun $\frac{.10}{.10} = 1$ 5.69H1=5.69	Küçük karpuz $\frac{.30}{.10} = 3$ 5.69H3=17.07	Büyük karpuz $\frac{.60}{.10} = 6$ 5.69H6=34.14
Bu hesaba göre büyük karpuz misket domatesten $34.14/0.07=487.7$ kat daha büyüktür.		

Şekil 11. Hacimleri birbirinden çok farklı olan nesnelere karşılaştırılması (Saaty, 2011)

Şekil 11’de gösterildiği gibi misket domates önce kendi hacmine daha yakın olan olgun domates ve limon ile karşılaştırılmıştır. Birinci grupta bulunan limon bir alt grup olan ikinci grupta birinci grubu temsil etmiş ve gruplar arası bağlantıyı sağlamıştır. Yine aynı şekilde ikinci grupta bulunan kavun üçüncü grupta da bulunarak birinci ve ikinci grubun üçüncü gruba arasındaki bağlantıyı kurmuş ve böylece büyük karpuz ile misket domates arasında hacimsel bir kıyaslama yapmamızı sağlamıştır (Saaty, 2011).

Yukarıdaki şekli matematiksel olarak irdelediğimizde; her grupta 3 eleman bulunmakta ve her grup için elemanlar toplamı 1 kabul edilmektedir. Birinci grupta misket

domates 0,07, küçük yeşil domates 0,28 ve limon 0,65 olarak değerlendirilmiştir. Buna göre limon, misket domatesten 9,29 kat daha büyüktür. Bir alt grupta limon 0,08, greyfurt 0,22 ve kavun 0,7 olarak değerlendirilmiştir. Bu durumda kavun, limondan 8,75 kat daha büyüktür. Son grupta kavun 0,10, küçük karpuz 0,30 ve büyük karpuz 0,60 olarak değerlendirildiğinden büyük karpuz kavundan 6 kat daha büyüktür. Bu bilgiler ışığında büyük karpuzun misket domatesten 487,7 kat daha büyük olduğu sonucuna varabiliriz.

### **1.4.5.3. Bağımsızlık Aksiyomu**

Ağırlık katsayılarını bulmak için kriterler ve alternatifler arasındaki ikili karşılaştırmalar karşılaştırma bileşenleri dışındaki diğer kriter ve alternatiflerden bağımsız olmak zorundadır. İki kriter bağlı oldukları bir üst kriter veya hedef elemente göre karşılaştırıldıklarında, bahsi geçen karşılaştırmanın diğer kriterlerden veya alternatiflerden bağımsız olması gerekmektedir (Yıldırım ve Önder, 2018).

### **1.4.5.4. Beklentiler Aksiyomu**

Beklentiler aksiyomu AHS ile ilgili iki düşünce ortaya koymaktadır. Bunlardan ilki, insanların düşüncelerinin altyapısında çeşitli bilgilerden türetilen gerçekler vardır ve insanlar kendi fikirlerinin sonuçlara etki etmesini ister. İkinci düşünce ise alternatiflerin önem sırasının hem karar vericinin fikrine hem de karar probleminin doğasına bağlı olacağını belirtmektedir (Ünal, 2012).

Bir karar verme probleminin çözümünde AHS tekniği uygulanırken tüm alternatiflerin, kriterlerin, açık ve kapalı beklentilerin hiyerarşik yapıda bulunması beklenir. Yani hiyerarşi karar vericilerin beklentilerine cevap vermeli ve karar problemine dair tüm öğeleri kapsadığı konusunda uzmanları tatmin etmelidir. Bunlara ek olarak gereksiz ve ilgisiz unsurlar hiyerarşide yer almamalıdır (Klutho, 2013).

Beklentiler aksiyomu biraz anlaşılması güç bir yapıda olsa da AHS’de önemli bir yere sahiptir. AHS tekniğinin genel olarak birçok alanda ve birçok şekilde kullanılabilir olması bu tekniğin uygun olmayan yollarla ve yanlış şekillerde kullanılmasını mümkün kılabilir. Beklentiler aksiyomu bunun önüne geçmektedir ve bu sebeple oldukça önemlidir. Beklentiler aksiyomuna göre sonucun verdiği öncelikler karar vericinin beklediği

sonuçlardan ve sahip olduğu ön bilgilerden büyük oranlarda farklı olmamalıdır (Ünal, 2010).

#### 1.4.6. Tutarlılık

Karmaşık bir karar problemi genelde soyut ve somut kriterlerden oluşur. Dolayısıyla ikili karşılaştırmalarla belirlenen yargılar doğası gereği öznel olacaktır. Çok sayıda yapılan ikili karşılaştırmalar da kendi aralarında tutarlılık göstermeyebilir. Karşılaştırmalardaki tutarsızlık alternatiflerin öncelik sıralamasının da tutarsız olmasına sebep olabilir. Karar vericinin tutarlılığı iki şekilde anlamlandırılabilir; geçişli tercihlerin tanımlanması ve tercihlerin önemini gösteren karşılaştırmaların diğer karşılaştırmalar ile olan ilişkisi. Geçişli tercih, eğer X Y'ye tercih ediliyor ve Y Z'ye tercih ediliyor ise X Z'ye tercih edilmelidir anlamına gelir. Tercihlerin öneminde karşılaştırmaların birbirine etkisi ise şu şekilde özetlenebilir; X Y'den 2 kat önemli ise ve Y Z'den 3 kat önemli ise, bu durumda X Z'den 6 kat önemlidir. Çoğu defa anketin uygulandığı uzmanlar bu ilişkiyi doğru kuramayabilir. Netice olarak bu ilişkinin göz ardı edilmesi tutarsızlığa yol açar (Forman ve Gass, 1999).

Tutarsızlığın birçok sebebi vardır. Yargılar bilgisayara girilirken hatalı değer girişi en yaygın hatalardandır. Araştırılan konu ve karşılaştırılan kriterler hakkında karar vericilerin yeterli bilgisi yoksa yüksek tutarsızlık ortaya çıkacaktır. Uzmanların yargılama sürecinde yorgun ve bitkin olması konsantrasyonlarını olumsuz etkileyip tercihlerinin tutarsız olmasına sebep olabilir. Tutarsızlığın diğer bir sebebi gerçek dünyanın tamamen tutarlı olmaması ve hatta çoğu zaman tutarsız olmasıdır. Örneğin spor müsabakalarında A takımının B takımını yenmesi, B takımının C takımını yenmesi durumunda mutlak tutarlılık için A takımının C takımını yenmesi gerekir. Fakat C takımı A takımını yenebilir ve bunun olması durumunda yüksek tutarsızlık oluşur. Dünya tabiatında tutarsızlık vardır ve bu tutarsızlık insan yargılarında da kendini gösterir (Yıldırım ve Önder, 2018).

AHS'de tutarsızlığın yüksek çıkması durumunda yöntemin geliştiricisi olan Saaty tarafından önerilen, izlenebilecek bazı iyileştirme yöntemleri bulunur. Anketteki en tutarsız yargılar tespit edilip karar vericiden veya karar vericilerden akla daha yatkın ve gerçekçi cevaplar vermeleri istenebilir. Bunun yanında karar vericiden kriterler ve konu hakkında daha fazla bilgi edinmesi ve hiyerarşik yapıyı tekrar incelemesi istenebilir. Sonuca

ulaşırken kullanılan ikili karşılaştırmalar da gözden geçirilip tekrar değerlendirme yoluna gidilebilir (Ünal, 2010).

AHS yöntemi kusursuz bir tutarlılık talep etmediğinden dolayı yapılan seçimlerin %100 tutarlı olması beklenmez. Saaty'ye göre %10 tutarsızlık oranı kabul edilebilir bir orandır. Düşük tutarsızlık oranı, karar verme sürecinin hedefi olmamalıdır. Düşük tutarsızlık gereklidir fakat yeterli değildir. Doğru olmak tutarlı olmaktan daha önemlidir (Saaty, 1987).

#### 1.4.7. AHS'de Grup Kararı

AHS yöntemi uygulanırken genelde tek kişinin fikirlerine başvurmak yerine, çalışma yapılan konuda uzman olan bir grubun fikir ve yargılarına göre sonuca varılmaya çalışılır. AHS anketi gruba uygulanırken gruptaki uzmanların konuyu birbirinden bağımsız değerlendirmeleri gerekir. Neticede her uzmanın fikri ve yargısı hakkında bilgi edinilir ve edinilen bilgiler sentezlenip matematiksel olarak analiz edilir.

Uzmanların şahsi yargıları matematiksel olarak sentezlenir ve ikili kıyaslamaların geometrik ortalamaları alınır. Düzenlenen grup matrisinin tutarlılık oranı 0,1 değerinin altında olmalıdır. Uzmanların ikili kıyaslama ile elde edilen öncelik değerinin geometrik ortalaması hesaplandığında tutarlılık oranı yüksek ihtimalle 0,1 değerinin altında olacaktır. Burada dikkat edilecek nokta her uzmanın tek tek geometrik ortalama alınmadan önce anket değerlerinin tutarlı olmasıdır. Diğer bir deyişle tutarlılık oranı her uzman görüşü için geometrik ortalama alınmadan kendi kişisel değerlemeleri için hesaplanmalıdır. Tutarsız çıkan anketler uzmana tekrar yaptırılmalı, analizden çıkarılmalı ya da en tutarsız yanıtlar belirlenerek düzeltilip tutarlılık oranının 0,1 değerinden daha düşük olması sağlanmalıdır (Subramanian ve Ramanathan, 2012).

Grup kararı belirlenirken gruptakilerin bireysel yargılar sentezlenerek bütün grubu temsil edecek tek ve nihai yargıyı oluşturulması sağlanmalıdır. Buna ek olarak bireysel yargılardan bir grup tercihi yapılandırılmalıdır. Karşılıklılık aksiyomu gruptaki kişisel yargıların birleştirilmesi ile grup yargısı oluşturulmasında etkili olmaktadır. AHS sisteminde ankete katılan uzmanlar arasında tecrübe veya derece farkı varsa tercihleri oranlanarak sonrasında geometrik ortalaması alınabilir. Örneğin akademik ünvana sahip uzmanlara uygulanan AHS anketinde tercihler Arş. Grv. 0,05, Dr. 0,1, Yrd. Doç. Dr. 0,15, Doç. Dr. 0,3 ve Prof. Dr. 0,4 olacak şekilde oranlanabilir (Yıldırım Ve Önder, 2018).

AHS grup kararları kişisel tercihler şeklinde veya grup üyelerinin tartışmaları neticesinde belirlenecek ortak grup yargısı şeklinde belirlenebilir. Grup kararı verilirken önemli olan noktalar grup içi kişisel tercihlerin bütün grubu temsil edecek tek yargıyı oluşturmasının nasıl sağlanacağı ve grup tercihinin bireysel tercihlerden yola çıkılarak nasıl belirleneceğidir. Karşılıklılık aksiyomu grup içindeki bireysel tercihlerin nihai yargıya dönüşmesinde önemli bir işlemdir. Yargılar bütünleştirilirken birleştirilen yargıların çarpmaya göre tersi ile her bir yargının çarpmaya göre tersinin sentezi eşit olmalıdır. Bu ancak geometrik orta kullanılarak sağlanabilecektir. Saaty'nin 1-9 ölçeğinde doğru değerlendirme geometrik ortalama ile yapılabilir ve aritmetik ortalama kullanılması yanlış sonuçlar verecektir.

#### **1.4.8. AHS'nin Faydaları**

AHS'nin en büyük başarılarından biri nitel olguların yanında nicel olguların değerlendirilmesine de olanak tanınmasıdır. AHS yöntemi karar verme problemlerini böl ve yönet stratejisi ile çözmektedir. Karar verme problemlerinin çoğu karmaşık bir yapıya ve kararı etkileyen birçok kritere sahiptir. Bu yüzden böyle karmaşık problemlerin küçük parçalara ayrılıp değerlendirilmesi fayda sağlayacaktır. AHS birden çok değerlendirme kriterini hesaba katarak değerlendirme yapabilen esnek bir karar verme yöntemidir. Kriterlerle birlikte alt kriterler de hesaba katılarak ikili karşılaştırmalar yapılmakta ve çok karmaşık bir yapıya bürünmeden birçok kriter analize katılmaktadır. Bu yapısından dolayı AHS, birçok yargıyı tutarlı olacak şekilde tek bir çatı altında toplayabilmektedir (Uğurlu vd, 2015).

Neredeyse her bilgisayarda mevcut olan Microsoft Excel programı, AHS modellemesi yapmak için yeterlidir. AHS kullanılması, anlaşılması ve sonuca varılması kolay bir yöntemdir. Karmaşık yapılar alt birimlere ayrıştırılıp değerlendirildiğinden büyük ölçekli problemlerin çözümüne olanak vermektedir. Uygulama alanı esnek yapısı sayesinde çok geniştir (Ilgaz, 2018).

AHS süreci hiyerarşik bir oluşum ve geri bildirim yoluyla karar vericilere genelden özele olacak şekilde kriterler arasındaki ilişki ve bu ilişkilerin kuvvetini anlama ve muhtemel neticeleri belirlemede düşünce ve gözlemlerini yapmalarına olanak verir. İnsanlar fikirlerini kendi sezgilerinden ve mantıktan yola çıkarak belirttiği için ve farklı

katılımcıların görüşleri neticeye ulaşılırken sentezlendiğinden uzmanların uzun süre tartışmalarına gerek kalmamaktadır.

Farklı yerlerde farklı uzmanların üzerinde çalıştığı aynı problemlerin sonuçlarının birleştirilmesi, aşamalı ve daha başarılı çalışmalar yapılması mümkün olmaktadır. Büyük problemlerin parça analizlerinin birleştirilebilmesinin yanı sıra büyük problemler parçalara ayrılarak problemlerin daha anlaşılır bir yapıya dönüştürülmesi sağlanabilmektedir.

Sıralama ve puanlama metotları sayesinde diğer yöntemlerle değerlendirilmesi zor veya mümkün olmayan problemlerle başa çıkabilme özelliği AHS'nin en önemli faydalarından biridir (Kou vd., 2016).

AHS, Hiyerarşideki her unsurun oransal önemini bulmada etkin bir çözüm sunmaktadır. Bu oranlar matematiksel olarak ele alınmaktadır ve bu oranlarla dört işlem yapılabilir.

Karar vericiler hedef, deneyim, sezgi ve bilgilerini uyumlu bir şekilde sentezleyerek seçim yapıp alternatiflerin üstünlüklerini belirleyebilmektedirler. AHS ile soyut ve somut birçok etken aynı anda değerlendirilip sistem yaklaşımıyla sonuca varılabilir.



Şekil 12. AHS'nin faydaları (Ünal, 2010)



### 1.4.9. AHS'ye Eleştiriler

AHS bazı araştırmacılar tarafından olumsuz eleştiriler de alan bir yöntemdir. Sürecin tamamıyla uzmanların şahsi düşüncelerine dayanması ve sonuçların doğruluğunu tasdik eden bağımsız bir sistemin bulunmaması bu eleştirilerden biridir. Yani her uzman için öznele olan tecrübe, bilgi ve fikirler baz alınarak veri oluşturulması eleştirilmektedir. Bütün kriterlerin göreceli olması ve dolayısıyla kesin ölçü değerlerinin belirlenemeyeceği sisteme yapılan eleştirilenden bir diğeridir. Analize sonradan bir kriter eklendiğinde bütün sürecin sıfırdan tekrar edilmesi gerekliliği yöntemin zayıf noktalarından olarak değerlendirilmektedir. Büyük boyutlu matrisler oluşturulurken çok fazla sayıda ikili karşılaştırma yapılmasının gerekliliği de eleştiri konusudur.

### 1.4.10. AHS Uygulama Alanları

AHS, karar probleminin hiyerarşik bütününü belirleyerek çözüm alternatiflerini ortaya koyar. Ayrıca karar vericinin en iyi alternatifleri belirlemesine olanak verirken aynı zamanda kriterlerin önem derecelerini belirlemeye de olanak tanır. AHS, işletmecilik, ekonomi, sosyal bilimler, eğitim bilimleri ve endüstri başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.

AHS'de sıklıkla ele alınan incelenen problem türleri planlama, en iyi alternatifin seçimi, fikir ayrılıklarının çözülmesi ve optimizasyon olarak öne çıkmaktadır. Problem türlerine göre konular: seçim, değerleme, fayda-maliyet analizi, kaynakların değerlendirilmesi, planlama ve geliştirme, sıralama, karar verme, tahminleme, kalite ve fonksiyon analizi konu başlıkları altında toplanabilir. Yöntemin uygulama alanları kişisel araştırmalar, politika, üretim, sosyal, eğitim, mühendislik, devlet, sanayi, genel yönetim, çevre yönetimi, spor sektörü, bankacılık, borsa, proje yönetimi, taşımacılık sektörü gibi oldukça farklı konulardan oluşabilmektedir (Vaidya ve Kumar, 2004).

AHS, denetim kararları, veri tabanı seçimi, tasarım, mimarlık, ekonomik kararlar, finansal tahminler, müşteri memnuniyeti, ürün geliştirme, reklamcılık, mekan seçimi, iş verimi analizi, politik kararlar, çevre sorunları, sağlık, hukuk, tıp, teknolojik yatırım kararları vb. Çok çeşitli alanlarda karar verme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca politik problemler, strateji belirleme, müşteri tercihlerini belirleme, performans değerleme, iş yeri seçimi, tedarikçi seçimi, kalite değerlendirme gibi problem çözümlerinde soyut ve

somut etkenleri göz önünde bulundurabilmesi ve sentezlemesi sayesinde AHS önemli ve tercih edilen bir yöntemdir. AHS, lojistik alanında personel seçimi, denizcilik eğitim kalitesinin analizi, deniz kazalarının analizi, dar kanal geçişlerinde risk analizleri gibi çok çeşitli konularda problem çözme yöntemi olarak kullanılmıştır (Keçeci ve Yurtören, 2010: Şenol vd., 2013: Ilgaz, 2018).

Tablo 3. AHS ile yapılmış bazı çalışmalar ve çalışma alanları (Vaidya ve Kumar, 2004)

NO	YIL	YAZARLAR	ÇALIŞMA ALANI
1	1986	Brad J. F.	Üretim
2	1986	Golden B. L., Wasil E. A.	Mühendislik
3	1987	Libertore M. J.	Sosyal Bilimler
4	1990	Hegde G. G., Tadikamalla P. R.	Sosyal Bilimler
5	1990	Murlidhar K., Shantharaman R.	Mühendislik
6	1991	Tadisa S. K., Troutt M. D., Bhasin V.	Eğitim Bilimleri
7	1991	Schniederjans M. J., Wilson R. L.	Mühendislik
8	1992	Kim C. S., Yoon Y.	Eğitim Bilimleri
9	1994	Ceha R., Hiroshi Ohta	Politika
10	1995	Yurimoto S., Masui T.	Sosyal Bilimler
11	1995	Shang J.	Üretim
12	1995	Ahire S. L., Rana D. S.	Sosyal Bilimler
13	1996	Korpela J., Tuominen M.	Sosyal Bilimler
14	1997	Schniederjans M. J., Garvin T.	Kişisel Çalışma
15	1997	Cheng C. H.	Sosyal Bilimler
16	1998	Mohanty R. P., Deshmukh S. G.	Üretim
17	1998	Ghodsypour S. H., O'Brien C.	Kişisel Çalışma
18	1999	Raju K. S., Pillai C. R. S.	Devlet İşleri
19	1999	Kuo R. J., Chi S. C., Kao S. S.	Politika
20	1999	Jung H. W., Choi B.	Mühendislik
21	1999	Lai V., Trueblood R. P., Wong B. K.	Mühendislik
22	2000	Noci G., Toletti G.	Endüstri
23	2001	Byun Dae Ho	Kişisel Çalışma
24	2001	Al Harbi K. M. Al-S	Kişisel Çalışma
25	2001	Tam M. C. Y., Tummala V. M. R.	Kişisel Çalışma
26	2001	Kengpol A., O'Brien C.	Mühendislik
27	2002	Lai V., Wong B. K., Cheung W.	Mühendislik
28	2002	Al Khalil M. I.	Sosyal Bilimler
29	2003	Bahurmoz A. M. A.	Eğitim Bilimleri
30	2003	Ferrari P.	Politika
31	2003	Ngai E. W. T.	Endüstri
32	2003	Vaidya O. S., Kumar S.	Mühendislik

2001 Adapazarı depremi sonrası yerleşim yeri seçiminde, 1998 yılında Britanya Havayolları uçaklarının koltuklarında bulunan eğlence konsolu tedarikçisinin

belirlenmesinde, 1999'da Ford müşteri memnuniyeti araştırmasında, 1995 yılında ABD tarafından Çin'e telif hakları ile ilgili yaptırım kararı uygulanıp uygulanmaması konularında karar verme noktasında AHS yöntemi kullanılmıştır.

#### 1.4.11. AHS Matematiksel Altyapısı

Karar problemine etki eden kriterlerin önem veya baskınlık derecesi AHS anketinin uzmanlara uygulanması ile belirlenir. İkili kıyaslamalardan bir karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Örnek bir karşılaştırma matrisi oluşturulursa AHS'nin matematiksel işlemleri daha kolay anlaşılacaktır.

Tablo 4. Karşılaştırma matrisi

	K1	K2	K3	K4
K1	1	5	4	7
K2	1/5	1	1/2	3
K3	1/4	2	1/2	3
K4	1/7	1/3	1/3	1

Kesirli sayılar ondalık sisteme çevrilip sütunlarda yer alan sayı değerleri birbirleri ile toplanır. Bu işlem normalizasyon işleminin ilk aşamasıdır. Normalizasyon işlemi kriterlerin önem dereceleri bulunurken kriterlerin toplam önem derecelerinin bütünü temsil eden 1 sayısına eşitlenmesine olanak tanıyan işlemdir.

Tablo 5. Karşılaştırma matrisinin ondalık gösterimi

	K1	K2	K3	K4
K1	1	5	4	7
K2	0,2	1	0,5	3
K3	0,25	2	0,5	3
K4	0,14	0,33	0,33	1
TOPLAM	1,59	8,33	5,83	14

Normalizasyon işlemi, her hücrede bulunan sayısal değerin kendi sütununda bulunan toplam değere bölünmesi ile gerçekleştirilir. Diğer bir deyişle K1 sütununda bulunan sayılar 1,59'a, K2 sütununda bulunan sayılar 8,33'e, K3 sütunundaki sayılar 5,83'e ve K4 sütununda bulunan sayılar 14'e bölündüğünde normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiş olur. Normalizasyon işlemi sonrasında aynı satırlarda bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak her bir kriterin önem derecesini sayısal olarak ifade eden öncelik vektörü hesaplanmış olacaktır.

Tablo 6. Normalize edilmiş karşılaştırma matrisi ve öncelik vektörü

	K1	K2	K3	K4	ÖNCELİK VEKTÖRÜ
K1	0,6289	0,6002	0,6861	0,500	0,6038
K2	0,1258	0,1200	0,0858	0,2143	0,1365
K3	0,1572	0,2401	0,1715	0,2143	0,1958
K4	0,0898	0,0400	0,0572	0,0714	0,0646

Öncelik vektörleri hesaplandıktan sonra tutarlılık değeri hesaplanır. Yapılan çalışma ile ilgili uzmanların verdiği cevapların, belirlenen ikili kıyaslama sorularının vs. tutarlı kabul edilmesi için tutarsızlık değerinin 0,10 değerinin altında çıkması yani diğer bir deyişle tutarsızlığın %10'dan küçük çıkması istenir. Yöntemin geliştiricisi olan Saaty'e göre %10'un altındaki tutarsızlık değeri kabul edilebilir bir değerdir.

Tutarsızlık değeri hesaplanırken normalizasyon yapılmadan önceki karşılaştırma matrisi değerleri ile her kritere ait öncelik vektörleri çarpılır. Çarpım sonucu bulunan değerler toplanıp öncelik vektörlerinin toplamı bulunur.

Tablo 7. Normalizasyon öncesi değerlerin öncelik vektörleri ile çarpılması

	K1	K2	K3	K4
K1	1*0,6038	5*0,1365	4*0,1957	7*0,0646
K2	0,2*0,6038	1*0,1365	0,5*0,1957	3*0,0646
K3	0,25*0,6038	2*0,1365	0,5*0,1957	3*0,0646
K4	0,14*0,6038	0,33*0,1365	0,33*0,1957	1*0,0646

Tablo 8. Öncelik vektörü toplamlarının bulunması

	K1	K2	K3	K4	ÖNCELİK VEKTÖRÜ TOPLAMLARI
K1	0,6038	0,6825	0,7832	0,4522	2,5217
K2	0,1208	0,1365	0,0979	0,1938	0,5490
K3	0,1510	0,2730	0,1958	0,1938	0,8136
K4	0,0863	0,0455	0,0653	0,0646	0,2616

Öncelik vektörlerinin toplamları bulunduğundan sonra bu değerler öncelik vektörlerine bölünür. Her kriter için bulunan  $\lambda_{\max}$  değerlerinin aritmetik ortalaması alınır. Aritmetik ortalama bize genel  $\lambda_{\max}$  değerini verecektir.

Tablo 9.  $\lambda_{\max}$  hesabı

	ÖNCELİK VEKTÖRÜ TOPLAMLARI	ÖNCELİK VEKTÖRÜ	$\lambda_{\max}$
K1	2,5217	0,6038	4,1762
K2	0,5490	0,1365	4,0225
K3	0,8136	0,1958	4,1553
K4	0,2616	0,0646	4,0488

Örneğimizdeki  $\lambda_{\max}$  değeri 4,1007'dir ve bu değer kullanılarak tutarlılık indeksi (consistency index) hesaplanır. Tutarlılık indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Formüldeki n, kriter sayısını ifade eder. Değerler yerlerine konduğunda CI değerinin 0,0336 olduğu hesaplanmaktadır.

Tutarlılık oranının (CR) hesaplanabilmesi için tutarlılık indeksi, rassal indeks (RI) adı verilen standart düzeltme değerine bölünür. Rassal indeks değeri matristeki kriter sayısına göre değişkenlik göstermektedir (Ömürbek ve diğerleri, 2015).

Tablo 10. Farklı uzmanlardan RI değerleri (Alonso ve Lamata, 2006)

Kriter Sayısı	Oak Ridge	Wharton	Golden Wang	Lane, Verdini	Forman	Noble	Tumala, Wan	Aguaron	Alonso, Lamata
3	0,382	0,58	0,5799	0,52	0,5233	0,49	0,50	0,525	0,5245
4	0,946	0,90	0,8921	0,87	0,8860	0,82	0,834	0,882	0,8815
5	1,22	1,12	1,1159	1,1	1,1098	1,03	1,046	1,115	1,1086
6	1,032	1,24	1,2358	1,25	1,2539	1,16	1,178	1,252	1,2479
7	1,468	1,32	1,3322	1,34	1,3451	1,25	1,267	1,341	1,3417
8	1,402	1,41	1,3952	1,40		1,31	1,326	1,404	1,4056
9	1,35	1,45	1,4537	1,45		1,36	1,369	1,452	1,4499
10	1,464	1,49	1,4882	1,49		1,39	1,406	1,484	1,4854
11	1,576	1,51	1,5117			1,42	1,433	1,513	1,5141
12	1,476		1,5356	1,54		1,44	1,456	1,535	1,5365
13	1,564		1,5571			1,46	1,474	1,555	1,5551
14	1,568		1,5714	1,57		1,48	1,491	1,57	1,5713
15	1,586		1,5831			1,49	1,501	1,583	1,5838

Tutarlılık oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Örneğimizde hesaplanan tutarlılık indeksi değeri 0,0336, 4 kriterli matris rassal indeksi olan 0,946 değerine bölüldüğünde tutarlılık oranının 0,0355 olduğu hesaplanacaktır. Tutarlılık oranı 0,1 değerinden düşük olduğundan yapılan çalışmanın tutarlı olduğu sonucuna varılabilir.

### 1.5. Bulanık AHS

Bulanık AHS yöntemi, birçok bilim alanında yapılandırılmamış problemleri modellemede başvurulan bir analitik süreç olan Saaty'nin geliştirdiği AHS yönteminden türetilen ileri bir analitik yöntem olarak düşünülebilir. Bulanık AHS konusunda ilk çalışma 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından yapılmıştır (Toksarı ve Toksarı, 2011). Çok kriterli karar verme problemlerinde hem nicel hem de nitel kriterleri hesaba katmada AHS'nin tutarlılığına karşın, karar vericinin yargılarındaki belirsiz veya bulanık noktalar AHS yönteminde net sayılarla ortaya konmaktadır ve karar vericinin bulanık fikirleri

değerlendirmede kesinmiş gibi ele alınmaktadır. AHS'de önceliklerin sırası, uzmanların algılarına bağlı yargıları olduğundan, bulanık AHS daha gerçekçi sonuçlar vermektedir (Özdağoğlu, 2008). Yani AHS'nin içindeki net olmayan ve muğlak kalan noktalar bulanık AHS ile iyileştirilmektedir (Emrouznejad ve Ho, 2018).

AHS yöntemi problemlerin çözümünde sık başvurulan çok kriterli problem çözme yöntemlerindedir. Fakat uzmanların düşüncelerini değerlendirirken tam ve kesin değerlerin kullanılması, ikili karşılaştırmalardaki muğlaklığı ve dikkatsizlikleri değerlendirmedeki yetersizliği sebebiyle eleştiriler almaktadır. Oysa birçok karar verme probleminin en büyük sorunları arasında bulanıklık yani muğlaklık bulunmaktadır. Yani çözülmesi hedeflenen problemde muğlaklık mevcutsa, bu muğlaklığın problem çözme yöntemi tarafından tolere edilebilmesi gerekmektedir (Denizhan vd, 2017; Büyüközkan ve Çifçi, 2012).

Karar verme süreci, konuya uygun alternatiflere dayanarak karara varmayı gerektirmektedir. Süreç içinde bazı karar kriterleri birbirleri ile çatışabilir. Bu sebeple karar sürecinde alternatifler, bütün kriterleri eş zamanlı değerlendirecek bir metodoloji içinde analiz edilmelidir. AHS yönteminde karar vericilerin düşünceleri değerlendirilirken, bu düşüncelerin tam ve kesin değerlerle değerlendirilmesi şüphe yaratmaktadır (Karğın, 2010).

Bulanık AHS'nin avantajları;

- İnsanın düşünme şekline benzer olması
- Matematiksel model gereksinimi olmaması
- Uygulanmasının hızlı olması
- Uygulamanın yüksek bütçe gerektirmemesi
- Karmaşık, belirsizlik barındıran, geleneksel yöntemler kullanılarak oluşturulamayan sistemlerin oluşumuna olanak tanınması olarak sıralanabilir (Dursun, 2009).

Bulanık AHS'nin zayıf yanları ise;

- Uygulamalarda uzman deneyim ve görüşlerine bağımlılık
- Bulanık mantıkla oluşturulan sistemlerin kararlılık analizinin yapılamaması (Dursun, 2009).

### 1.5.1. Bulanık Mantık

Bulanıklık, bir araştırmacının araştırdığı konu hakkında tam olarak bilmediğı bilgilerin olması durumunda konuyla ilgili eksik veya belirsiz bilgilerin tamamı olarak tanımlanabilir. Bulanık mantık yöntemiyle araştırılan konuların incelenmesinde bilgi bakımından bir belirsizlik bulunsa dahi, bulanık mantığın işleyişi ve yöntemi belirgindir (Dursun, 2009).

Bulanık mantık kavramını dünyaya tanıtan kişi Azeri asıllı Amerikalı bir profesör olan Lotfi Al Askerzadeh'tir. Zadeh, bilinen klasik matematiksel yöntemlerle çözülmesi zor veya imkansız olan problemleri tanımlamış ve bu biçimdeki karmaşık problemleri basitleştirmek amacıyla kullandığı metodolojiden söz etmiştir. Genel anlamda belirsizliklerin sözel şekilde ifade edilmesi ve kesin bir ifadeyle anlatılamaması durumlarında bulanık mantık, karar verme sürecini basite indirgemektedir. 70'li yıllardan bugüne artarak kabul görmüş, yayılmış ve ticaret, tıp, yönetim, mühendislik, mekatronik, endüstri gibi çok çeşitli alanlarda bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır (Bulut, 2013; Özdemir, 2015).

Zadeh'in çalışmasının sonrasında bulanık mantık ile farklı alanlarda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. 1975 senesinde Holmblad ve Ostergaard'ın yaptığı çalışmada, bir çimento fabrikasının verimi ile yönetim aşaması değerlendirilmiştir. 1980 yılında Holmblad ve Ostergaard'ın çalışmasının model alınarak geliştirilmesi ile Danimarka'da bulunan bir çimento fabrikası ilk defa ticari bir işletmede bulanık mantık yöntemini kullanmıştır. Yaşanan bu gelişmeler bulanık mantık yönteminin uygulanabilir olduğunu göstermiş, yönetime olan güveni arttırmış ve özellikle Japon şirketlerinin bulanık mantık üzerine yoğunlaşp bu alanda çalışmalar yapmasına öncülük etmiştir. Ünlü Japon elektronik şirketi Hitachi, bulanık mantık yaklaşımıyla 1987 yılında Sendai şehir metrosundaki verimi arttırmak amacıyla çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışma ile metronun daha az enerji ve daha yüksek hız ile çalıştırılıp veriminin artırılması hedeflenmiş ve bu hedefe ulaşılmıştır. Bunun yanında 1988 yılında ekonomi sektörüyle ilgili yapılan bir değerlendirmede, Japonya'da yaşanan ekonomik krizin bulanık mantık kullanılarak haftalar öncesinden öngörülmesi bulanık mantığa olan ilgi ve güvenin her geçen gün artmasını sağlamıştır (Özdemir, 2015).

Dünyada ün yapmış IBM, Toshiba, Hitachi gibi 51 adet kurumsal elektronik firmalarından oluşan bir topluluk LIFE (laboratory for interchange fuzzy engineering)



adını verdikleri ve bulanık mantık ile yapılan mühendislik çalışmalarının geliştirilmesi, paylaşılması ve değerlendirilmesi amacıyla 2015 yılında bir organizasyon kurmuşlardır. Günümüzde teknolojik makine ve sistemlerin neredeyse hepsinde bulanık mantık sistemi kullanılmaktadır. Teknoloji şirketleri bulanık mantık sistemiyle insanın düşünme yapısına benzer akıllı ve öğrenebilen cihazlar üretebilmektedirler. Bu gelişmeler yapay zeka kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yapay zeka ile insan yapısına benzeyen akıllı makineler yapılması hedeflenmiştir. Günlük hayatta kullanılan cep telefonları, tıbbi ekipmanlar, buzdolapları gibi insan hayatının her alanında kullanılan cihazlar ve elektronik sistemler bulanık mantık ile öğrenebilen akıllı makineler olarak hayatımıza girmiştir. Bulanık mantık ile gerçekleştirilen bu gelişmeler otomatik dümen sistemleri, insansız uçaklar, kendi kendine park eden otomobil teknolojileri gibi ileri düzey yapay zeka sistemleriyle artarak devam etmektedir. Bu gibi sistem ve teknolojik gelişmelerin temelinde bulanık mantık yer almaktadır (Özdemir, 2015; Palit ve Babuska, 2001; Chou, 2007; Bulur, 2013; Dalgaldere, 2014; Hung vd., 2002; Cheng ve Chen, 2008, Şenol, 2010).

Gündelik hayatta kullanılan kavramlardan birçoğu özünde bulanık yapı niteliğindedir. Bulanık mantıkta hızlı-yavaş, soğuk-sıcak, genç-yaşlı gibi kavramlar biraz kuru, çok sıcak, oldukça zayıf gibi sözel terimlerle nitelendirilebilir. Örneğin bir insanın yaşı için çok genç, genç, orta yaşlı, çok yaşlı gibi tanımlamalar yapılması aslında bulanık mantık yönteminin kullanılması anlamına gelir. Bir futbol mücadelesinde topa vuruş kuvvetinin çok yavaş, yavaş, sert veya çok sert olarak nitelendirilmesi de gündelik hayattan bulanık mantık kullanımına örnek olarak verilebilir. Tüm bu durumlar, insanın kesinlik içermeyen yani belirsiz durumlarda ne şekilde davrandığını ve olayları nasıl tanımlayıp değerlendirdiğini göstermektedir (Liang, 1999; Razmi vd., 2009; Tsaur vd., 2002; Başaran, 2013).

Bulanık mantığın genel olarak iki farklı kullanım durumu vardır. Bunların ilki, ele alınan konu hakkında yeterli bilgi bulunmaması ve konunun karmaşık olması sebebiyle insanların fikirlerine ihtiyaç duyulmasıdır. İkinci durum ise bir konu hakkında karar verebilmek için ele alınan konuyla ilgili insanların deneyim, bilgi ve görüşlerine ihtiyaç duyulmasıdır (Şen, 2004; Bulut, 2013; Özkan, 2011).

### 1.5.2. Bulanık Kümeler

Sosyal ve ekonomik olayların analizinde insan zihninin tam olarak olgunlaşmamış olması sebebiyle birçok kez belirsizliklerle karşılaşılır. Sosyo-ekonomik ve teknik konularda belirsizliğin belirtilmesinde başvurulan bulanık kümeler kuramı ilk defa Lotfi Zadeh tarafından 1965 senesinde bulanık kümeler (fuzzy sets) adlı makalesinde ortaya atılmıştır (Şengül vd., 2013). Zadeh, bulanık kümelerde üyelik oranının 0 ve 1 arasında olabileceğini belirtmiştir. Bulanık küme kuramı biraz, nadiren, düşük, orta, sık gibi sözel terimleri kullanarak dereceli bilgi yapısı oluşturmaktadır. Bulanık kümeler kuramı, geniş uygulama alanına sahip olmasının yanı sıra gündelik hayatla uyumlu bir mantığa sahiptir (Karğın, 2010; Mosadeghi vd., 2015).

Bulanık kümelerde, küme üyelik oranının “0” olması kesin bir şekilde kümeye üye olmamayı, küme aitlik oranının “1” olması ise kesin olarak kümeye ait olmayı ifade eder. Ara değerler ise kısmen üyelik ve kısmen üye olmama durumlarında kullanılır. Örneğin bir kümeye aitlik oranı 0,75 ise, aynı kümeye ait olmama durumu 0,25 olmaktadır. Diğer bir deyişle kümeye ait olma durumu yüzde 75, kümeye ait olmama durumu yüzde 25 paya sahiptir. Yüksek üyelik oranı, kümeye ait olma oranının daha yüksek olduğunu gösterecektir (Dağdeviren, 2007).

Bulanık mantığın temelini bulanık küme kuramı oluşturur ve bu kuram belirsizlik içeren kavramların formüllerle ifade edilmesi olarak tanımlanabilir. Bulanık kümelerde her ögenin kümeyle ilişkisi, üyelik derecesi ile belirtilir. Diğer bir deyişle bulanık küme, farklı üyelik derecelerine ait öğeleri içinde bulunduran bir zincirdir. Klasik kümelerde mutlak sınırlar ve kurallar vardır ve bir ögenin kümenin elemanı olup olmaması bu sınırlar ve kurallarla kesin olarak tespit edilmektedir. Bulanık kümelerde ise ölçme tekniği olarak tecrübeler ve sezgisel bilgiler kullanılmakta ve ölçüm sonucu öğelerin kümeye aitlik derecelerini vermektedir (Özdemir, 2015).

### 1.5.3. Bulanık Kümelerde Ana Kavramlar

Bulanık kümelerin ana kavramları aşağıdaki gibi açıklanabilir;

E evrensel bir küme kabul edilir,  $A \subseteq E$  kriterini karşılar ve aynı zamanda boş olmayan bir küme olursa,

$$\forall x \in E \text{ için } \mu_A(x) \rightarrow [0,1]$$

fonksiyonuna A kümesine ait üyelik fonksiyonu denir. A kümesinin sonlu bir küme olması durumunda A kümesi simgesel olarak aşağıdaki formül ile gösterilir;

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{(x_1)} + \frac{\mu_A(x_2)}{(x_2)} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{(x_n)} \right\} = \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) \right\} \quad i = (1, \dots, n) \quad (3)$$

A kümesinin sonlu bir küme olmaması durumunda A kümesinin elemanları simgesel olarak aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi formüllerle;

$$A: \left\{ \int \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \quad (4)$$

A bulanık kümesinin en yüksek üyelik oranına o kümenin yüksekliği denir ve aşağıdaki eşitlikle gösterilir;

$$h(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x) \quad (5)$$

#### 1.5.4. Bulanık Sayılar

Bulanık sayı, basitleştirilmiş biçimde gerçek bir kümenin bulanık olan alt kümeleri olarak tanımlanabilir. Uzmanların bir konu hakkındaki görüşlerini kesin sayılarla vermek yerine, daha gerçeğe yakın bir seçenek olan sözel terimlerle vermeleri daha uygun olacaktır. Burada bahsedilen sözel terimler, yargı aralığını belirten üçgensel bulanık sayılardır ve bulanık AHS hesaplamalarında bu üçgensel bulanık sayı değerleri kullanılmaktadır (Özdağoğlu, 2008).

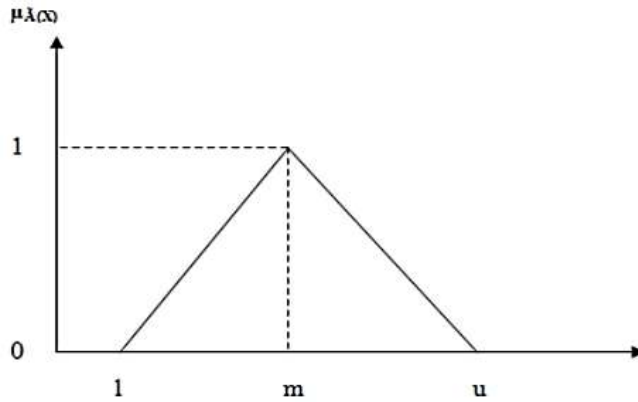
Tablo 11. Üçgensel bulanık sayı değerleri (Özdağoğlu, 2008)

Durum	Üçgensel Bulanık Sayılar	Üçgensel Bulanık Karşılık Değerleri
Eşit öneme sahip	1, 1, 1	1, 1, 1
Az öneme sahip	2/3, 1, 3/2	2/3, 1, 3/2
Önemli	3/2, 2, 5/2	2/5, 1/2, 2/3
Daha önemli	5/2, 3, 7/2	2/7, 3, 2/5
Kesinlikle daha önemli	7/2, 4, 9/2	2/9, 1/4, 2/7

Üçgensel bir bulanık sayı,  $(l/m, m/u)$  ya da  $(l,m,u)$  şeklinde gösterilebilir.  $l, m, u$  ifadeleri sıra ile bulanık bir durumda muhtemel en düşük değeri, en muhtemel değeri ve muhtemel en yüksek değeri ifade eder. A üçgensel bulanık bir sayıyken, üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Akman ve Alkan, 2006);

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (6)$$

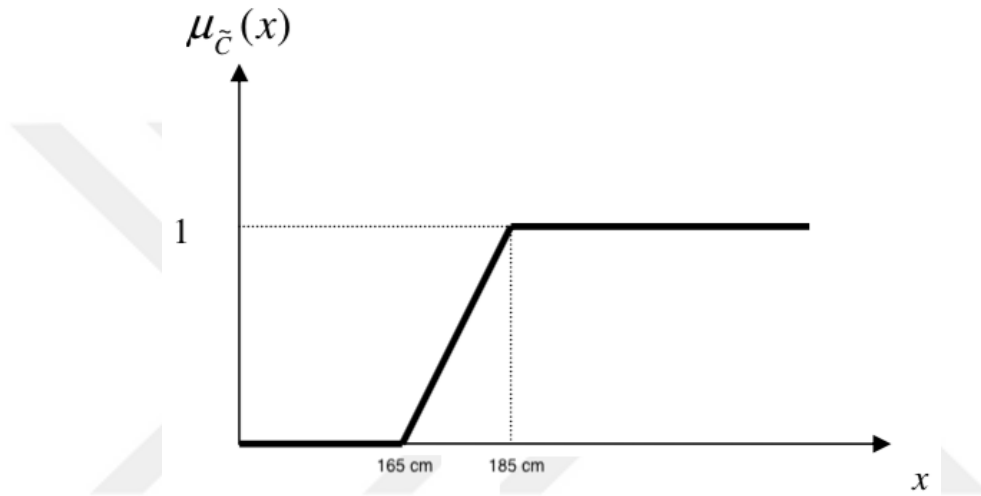
A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilmektedir.



Şekil 13. Üçgen üyelik fonksiyonu (Kargı ve Aydın, 2017).

Klasik kümelerde bir eleman kümenin elemanıdır veya elemanı değildir. Yani sonuç elemanın kümeye ait olduğunu gösteriyor ise 1, elemanı olmadığını gösteriyor ise 0'dır. Klasik kümelerde ara değerler yoktur. Bulanık kümelerde, klasik kümelerden farklı olarak ara değerler vardır. Örneğin 185 cm boyunda bir bireyin uzun kabul edildiği klasik bir

küme olduğunu düşünürsek, klasik kümelere göre 184 cm boyunda bir birey kesin olarak uzun değildir; diğer bir deyişle kesin olarak kısadır. Fakat 185 cm boyundaki birey kesinlikle uzundur ve kesin olarak kısa değildir. Klasik kümelere göre 185 cm boyunda bir bireyin uzun olma değeri 1 iken kısa olma değeri 0'dır. Fakat bu bireyden 1 cm kısa olan 184 cm boyundaki birey klasik kümelere göre 1 oranında kısadır ve 0 oranında uzundur. Bulanık kümelerde ise uzun ve kısa olgularına aitlik dereceleri kümenin üyelik fonksiyonu ile belirlenir. C kümesinin üyelik fonksiyonunu aşağıdaki gibi kabul edelim;



Şekil 14. C bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu

C bulanık kümesinin üyelik fonksiyonundan yola çıkıldığında 185 cm boyundaki bireyin kesin olarak uzun kabul edildiği görülecektir. Bunun yanında 165 cm boyunda bir birey kesin olarak kısa kabul edilmiştir. Bu durumda 185 cm boyundaki birey C bulanık kümesinin tam ve kesin olarak yani sayısal ifade ile 1 oranında üyesi iken 165 boyundaki birey kesin olarak üyesi değildir. Diğer bir deyişle 165 cm boyundaki birey kümenin 0 oranında üyesidir. Fakat 165 cm ve 185 cm arasındaki değerlerde C bulanık kümesine kısmi üyelik söz konusudur. Üçgen üyelik fonksiyonundan 184 cm boyundaki bireyin kümeye 0,95 oranında üye olduğu ve 0,05 oranında üye olmadığı görülmektedir. Bu durum, 184 cm boyundaki bireyin yüzde 95 oranında uzun ve yüzde 5 oranında kısa olduğu şeklinde değerlendirilebilir. Bulanık sayılar bu şekilde uzun, kısa, biraz, sıklıkla gibi sözel terimlere sayısal anlam yükleyebilmemize olanak vermektedir (Göksu ve Güngör, 2008).

### 1.5.5. Bulanık Sayılarda Temel İşlemler

Gerçek sayılarla yapılabilen dört işlem hesaplamaları bulanık sayılarda da yapılabilmektedir. Üçgensel bulanık sayılarla yapılan dört işlem hesaplamaları, A  $(a_1, a_2, a_3)$  ve B  $(b_1, b_2, b_3)$  şeklinde gösterilen iki bulanık sayı ve k sayısı sabir bir gerçek sayı kabul edildiği takdirde aşağıdaki gibi gerçekleştirilebilir;

Toplama:

$$A \oplus B = (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (7)$$

$$k + (a_1, a_2, a_3) = (k + a_1, k + a_2, k + a_3)$$

Çıkarma:

$$A - B = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3) \quad (8)$$

$$k - (a_1, a_2, a_3) = (k - a_1, k - a_2, k - a_3)$$

Çarpma:

$$A \otimes B = (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \quad (9)$$

$$k \times (a_1, a_2, a_3) = (k \times a_1, k \times a_2, k \times a_3)$$

Bölme:

$$A \oslash B = (a_1, a_2, a_3) \oslash (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \div b_1, a_2 \div b_2, a_3 \div b_3) \quad (10)$$

$$k \oslash (a_1, a_2, a_3) = (k \div a_1, k \div a_2, k \div a_3)$$

İşaret değiştirme:

$$-(a_1, a_2, a_3) = (-a_3, -a_2, -a_1) \quad (11)$$

Tersini alma:

$$(a_1, a_2, a_3)^{-1} = (1 \div a_3, 1 \div a_2, 1 \div a_1) \quad (12)$$

### 1.5.6. Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi

Bulanık AHS sisteminin kullanıldığı birçok karar verme probleminde Chang'ın 1996 yılında geliştirdiği genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde gerekli olan gerçek sayı önem dereceleri, Zadeh'in önerdiği genişleme prensibini temel alan yöntemden hesaplanmaktadır (Güner, 2005; Celik vd., 2009).

Genişletilmiş analiz sistemine göre her alternatif bir kritere yönelik amacı gerçekleştirmek üzere değerlendirilir. Tanımdaki "genişletilmiş" ifadesi alternatif bölümünde yer alan her bir nesnenin amaçları ayrı ayrı ne kadar gerçekleştirdiğini ifade etmektedir. Genişletilmiş analiz değerleri,  $M_{gi}^j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ;  $i=1,2,\dots,n$ ) şeklinde ifade edilen üçgensel bulanık sayılardır (Güner, 2005).

Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre analiz aşamaları şu şekildedir;

- Probleme ait hiyerarşik yapı oluşturulur.
- Hiyerarşideki elemanların ikili karşılaştırmaları bulanık sayılarla yapılır.
- Matrisler oluşturulur.
- Çözümleme ve sonuca varma gerçekleştirilir (Zhu, 1999).

Hiyerarşinin oluşturulması ve uzman görüşlerinin alınmasından sonra matris oluşturulur. Oluşturulan matristen seçeneklerin sentez değeri ( $S_i$ ) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (13)$$

Formülü açacak olursak;

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (14)$$

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (15)$$

şeklinde hesaplanacaktır.

Bir örnekle açıklamak gerekirse, kriterlerin matris değerleri elde edildikten sonra bu eşitlik uygulamasında aşağıdaki matriste hesaplandığı gibi kullanılır;

Tablo 12. Bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	K1	K2	K3	TOPLAM
K1	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1/3, 1/2, 1)	(3,33, 4,5, 6)
K2	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(3,25, 4,33, 5,5)
K3	(1, 2, 3)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2,25, 3,33, 4,5)

Toplamlar alındıktan sonra her kriterin l, m ve u değerleri toplanır ve (16, 12,17, 8,83) bulanık sayıları bulunur. Formüle göre bu değerlerin tersi alınır ve (1/16, 1/12,17, 1/8,83) bulanık sayıları elde edilir. Sentez değeri (S<sub>i</sub>) kriterlerin toplam değerleriyle ters alma işleminin sonucu çarpılarak bulunur.

Tablo 13. Kriterlerin sentez değerinin bulunması

	Kriter Toplamları	Çarpım Değerleri	Sentez Değeri
K1	(3,33, 4,5, 6)	(1/16, 1/12,17, 1/8,83)	(0,21, 0,37, 0,68)
K2	(3,25, 4,33, 5,5)	(1/16, 1/12,17, 1/8,83)	(0,20, 0,36, 0,62)
K3	(2,25, 3,33, 4,5)	(1/16, 1/12,17, 1/8,83)	(0,14, 0,27, 0,51)

Hesaplanan sentez değerleri kıyaslanarak hiyerarşideki karar elemanlarının önem dereceleri belirlenir. Fakat sentez değerleri, üçgensel bulanık sayılar olduğundan kıyaslamalar yapılırken bazı hususların dikkate alınması gerekir.  $K_1=(l_1, m_1, u_1)$  ve  $K_2=(l_2, m_2, u_2)$  olmak üzere iki üçgensel bulanık sayıyken  $K_2 \geq K_1$  eşitliğinin olasılık derecesi aşağıdaki formülle ifade edilir (Güner, 2005);

$$V(K_2 \geq K_1) = \sup[\min(\mu_{K_1}(x), \mu_{K_2}(y))] \quad (y \geq x) \quad (16)$$



(16) eşitliği,  $y \geq x$  eşitsizliğinin genişleme ilkesine göre belirtilmiş şeklidir. Eşitlik,  $y \geq x$  ve  $\mu_{K_1}(x) = \mu_{K_2}(y)$  benzeri bir ilişki bulunan  $(x,y)$  sayılarının arasındaki büyüklük bağlantısını yani  $K_2$ 'nin  $K_1$ 'den büyük olma ihtimalini gösteren değerin  $V(K_2 \geq K_1) = 1$  olduğunu göstermektedir. Bu eşitlikte,  $K_2$ 'nin orta değeri  $K_1$ 'in orta değerinden büyükse,  $K_2$ 'nin  $K_1$ 'den büyük olma olasılığı 1 olacaktır. Aksi halde, olabilirlik (17) numaralı eşitlikle hesaplanabilir. Fakat sadece  $V(K_2 \geq K_1)$  değerinin hesaplanması iki bulanık sayının kıyaslanması için yeterli olmayacaktır. Bunun yanında  $V(K_1 \geq K_2)$  değerinin de hesaplanması gerekecektir.  $K_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $K_2 = (l_2, m_2, u_2)$  bulanık sayılar olmak üzere  $V(K_2 \geq K_1)$  değerini hesaplamak üzere aşağıdaki eşitlik kullanılacaktır (Güner, 2005);

$$= \begin{cases} 1, \text{ eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, \text{ eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, \text{ diğer durumlarda} \end{cases} \quad (17)$$

(17) numaralı eşitlikten yola çıkarak örneğimizdeki olabilirlik hesabı;  $V(K_1 \geq K_2) = 1$ ,  $V(K_1 \geq K_3) = 1$ ,  $V(K_2 \geq K_1) = 0,98$ ,  $V(K_2 \geq K_3) = 1$ ,  $V(K_3 \geq K_1) = 0,75$ ,  $V(K_3 \geq K_2) = 0,78$  şeklinde yapılacaktır.

İkili kıyaslama hesabından sonra her kriterin diğer iki kriterle kıyasından elde edilen sayıların düşük olanı hesaba katılır ve bu işlem aşağıdaki eşitlikle açıklanır;

$$V(K \geq K_1, K_2, \dots, K_n) = V[(K \geq K_1) \text{ ve } (K \geq K_2) \text{ ve } \dots (K \geq K_n)] \quad (18)$$

$$= \min V(K \geq K_i)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, k$$

$$\forall k = 1, 2, 3, \dots, k$$

$$k \neq i \text{ için}$$

Örneğimizdeki  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  kriterlerinin olabilirlik hesabının birbirleriyle kıyaslamasında her kriter için en düşük karşılaştırma değeri alınarak önem dereceleri belirlenmiş olur. Bu durumda ağırlık vektörleri (W) şu şekilde olacaktır:  $W = (1, 0,98, 0,75)$ .

Ağırlık vektörleri normalize edilerek her kriter için bulanık olmayan, sayısal ağırlık vektörleri hesaplanmış olur. Bu işlem üç ağırlık vektörünün toplanarak her vektörün toplamın sonucuna bölünmesi ile bulunur.

$$W' = \left(\frac{1}{2,73}\right), \left(\frac{0,98}{2,73}\right), \left(\frac{0,75}{2,73}\right) = (0,37, 0,36, 0,27)$$

Buradan anlaşılacağı gibi kriterlerin önem dereceleri  $K_1$  için 0,37,  $K_2$  için 0,36 ve  $K_3$  için 0,27 olarak bulunmuştur.

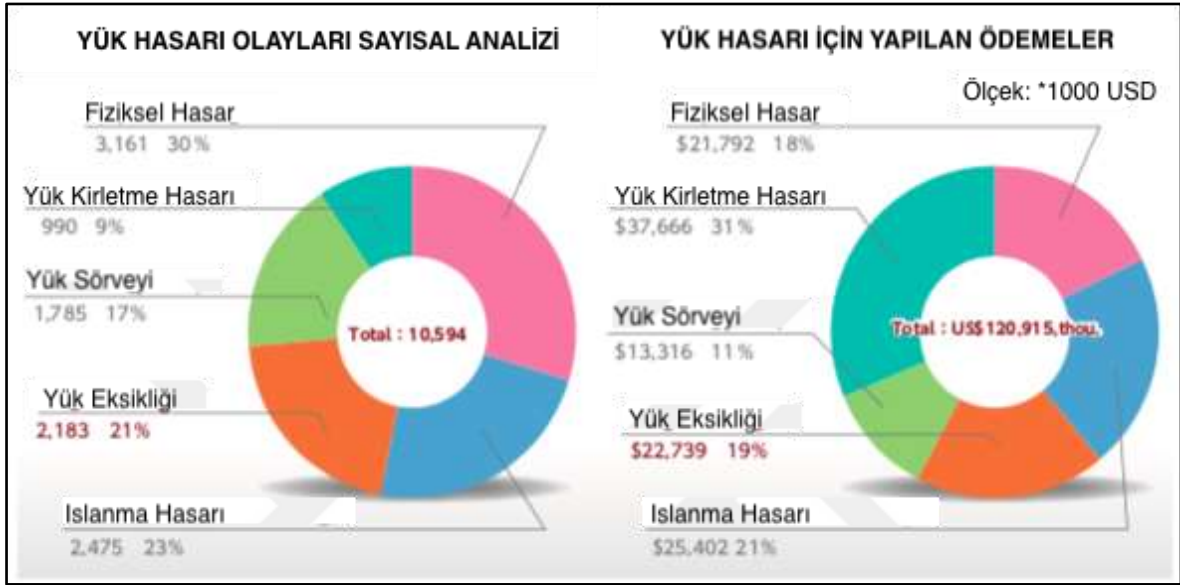
## 1.6. Benzer Çalışmalar

Draft sorvey, doğası gereği kesinlik içeren bir bilim değildir. Deniz sigorta kulüpleri, tarafların draft sorvey tutarsızlıkları sonucu iddia edilen yük eksikliği sebebiyle sürekli telafi ödemeleri yapmaktadır. Bu sebeple deniz sigorta kulüplerinin (P&I) draft sorveydeki tutarsızlıklarla ilgili yaptırdığı çalışmalar mevcuttur (West of England). P&I sigortası, İngilizce’de “Protection & Indemnity” olarak ifade edilen ve Türkçe’ye Koruma & Tazmin olarak çevrilebilecek bir sigorta türüdür. Armatörlerin üçüncü şahıslara, çevreye, gemi personeline ve geminin taşıdığı yüke karşı olan sorumluluklarını üstlenen bir yapısı vardır ve bu sebeple yük eksikliği halinde zararın tazmini genelde P&I sigortaları tarafından karşılanmaktadır (İstanbul Deniz Ticaret Odası, 2016).

Tahıl, kömür, maden gibi yüklerin taşımada B/L ve tahliye limanında tahliye edilen toplam yük miktarları karşılaştırılır ve bu miktarlar arasındaki farkın ticari kabul edilebilir limit olan %0,5’in üstünde çıkması durumunda genelde yük eksikliği iddiasıyla karşılaşılır. Özellikle tahıl gibi yüklerde yüklemenin sahil ölçümüyle yapıp B/L’nin sahilde ölçülen miktara göre düzenlenmesi durumunda yükleme ve tahliye limanları arasındaki yük miktarlarının ticari kabul edilebilir limitin üstünde çıkması durumu oldukça yaygındır (Japan P&I Club, 2016).

Japon deniz sigortaları kulübü, 2016 yılında yayınladığı bir sirkülerinde yük eksikliği ile ilgili istatistik çalışması yapmış ve yük eksikliğini sebepleri ile yük eksikliğini önüne geçilmesi için yapılabilecekler konularında değerlendirmeler sunmuştur. Yapılan analizlerde 2008 ve 2014 yılları arasında toplam 10594 adet yük kaynaklı hasar olayı ile karşılaşıldığı saptanmış ve bu olaylardan 2183 adetinin yük eksikliği ile ilgili olduğu

görülmüştür. Yani yük kaynaklı olayların %21'lik bölümü yük eksikliği kaynaklıdır. Yük hasarı için aynı yıllar içinde Japon deniz sigortaları kulübünün bütçesinden yapılan toplam ödeme 121 milyon USD olurken bu ödemenin 23 milyon USD'lik bölümü yani %19'u yük eksikliğinden kaynaklanmıştır (Japan P&I Club, 2016).



Şekil 15. Sayılar ve harcamalarla yük hasarı (Japan P&I Club, 2016)

Japon P&I kulübü draft sörveydeki tutarsızlıkların sebebini aşağıdaki sebeplere bağlamıştır;

- Seyir esnasında tahliye edilen ambar sintinesi suyu
- Yükleme sahil ölçümüne göre yapılıyorsa yükleme esnasında güverteye, rıhtıma veya ambar dışına dökülen yükler
- Draft okuma hataları
- Deniz suyu yoğunluğunun yanlış ölçülmesi
- Gemideki değişken ağırlıkların (sıvıların-balast, tatlı su, yakıt vs) miktarının hatalı tespiti.

Bu tutarsızlıklara karşı alınacak önlemler ise şu şekilde listelenmiştir;

- Gemiden sefer boyunca tahliye edilen ambar sintine suyu kayıtları düzenli ve titiz bir şekilde tutulmalıdır.
- B/L sahil ölçümüne göre doldurulsa dahi draft sörvey yapılmalı ve eğer yük miktarında fark tespit edilirse protesto mektubu verilmelidir.

- Dalgalı deniz gibi durumlarda draftlar net okunamıyorken draftlar en az 10 defa okunmalı ve okunan değerlerin ortalaması alınmalıdır.
- Deniz suyu yoğunluğunu ölçen hidrometre'nin güvenilir ve kaliteli bir marka olmasına dikkat edilmelidir. Yoğunluğun nehir veya nehir ağzı gibi deniz suyu ile tatlı suyun birleştiği ve su yoğunluğunun çok değişken olduğu sulardan alınması durumunda suyun birçok farklı yerinden örnek alınmalı ve yoğunluk ölçümü yapılır bulunan değerlerin ortalaması alınmalıdır.
- Gemideki sıvılar ölçülürken geminin trimi minimuma indirilmeli, yarı dolu tanklar eğer mümkünse tamamen doldurulmalı veya tamamen boşaltılmalı, balast suyu yoğunluğu ölçülmeli ve mümkünse draft sörvey esnasında gemide ağır balast bulunmamalıdır (Japan P&I Club, 2016).

West of England deniz sigortaları kulübüne göre draft sörvey esnasında oluşabilecek olası tutarsızlıkların sebebi aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Draft markalarının boya ve bakım kondisyonunun kötü olması
- Hava durumunun draft sörvey için elverişsiz olması
- Deniz suyu yoğunluğunun yanlış ölçülmesi
- Balast suyu miktarının ölçümünde oluşan hatalar
- Nehir veya kanal içindeki rıhtımlarda squat etkisinden kaynaklı hatalar
- Bazı yüklerde görülen ambar sintinesine su süzülmesi durumu.

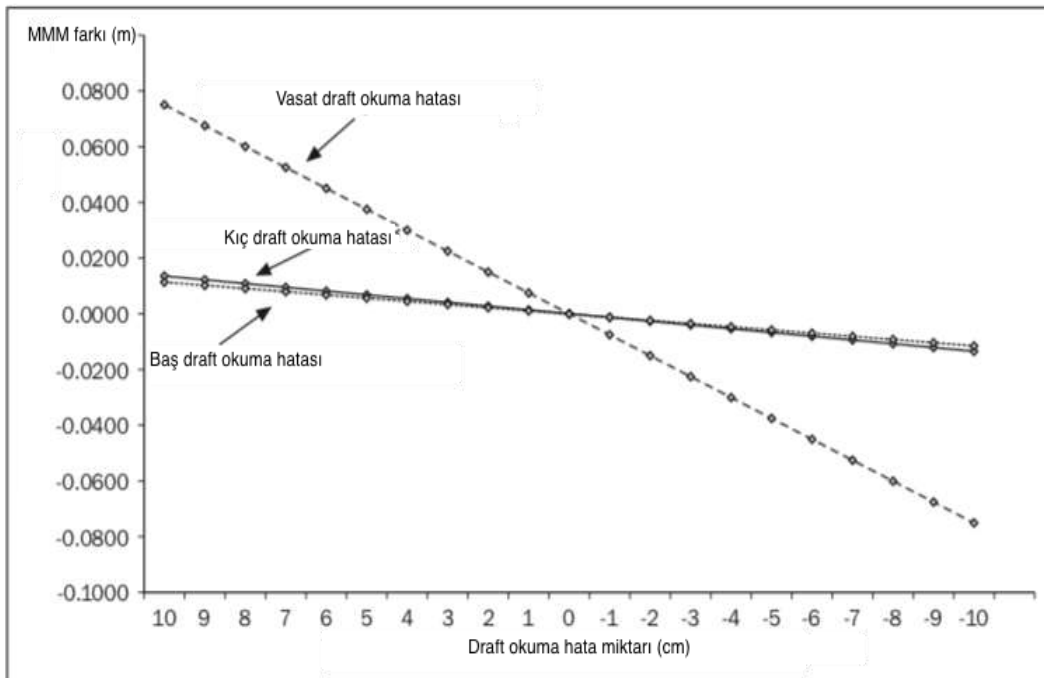
UN-ECE (1992) draft sörvey koduna göre draft sörveydeki hatalar West of England ve Japon deniz sigortalarının araştırmaları ile paralellik göstermektedir. Draft sörveydeki tutarsızlıklar hatalı gemi stabilite kitaplarından, balast tankındaki çamur oluşumundan, denizin dalga gibi etkenler sebebiyle sörveye elverişsiz olmasından, hatalı deniz suyu yoğunluğu ölçümünden, squat etkisinden, asimetrik sarkma ve bel verme durumlarından kaynaklanmaktadır.

Tutarlılığın artırılması için yapılması gerekenler şu şekilde sıralanabilir;

- Yükleme veya tahliye limanına varışta geminin trimi tank iskandil cetvelinde belirtilen değeri aşmamalıdır.
- Gemi tercihen yatık olmamalı fakat yatıklık kesinlikle 0,5 dereceyi geçmemelidir.
- Tüm draft markaları ulaşılabilir ve net görülür durumda olmalıdır.

- Draft sörvey esnasında balast, yakıt veya tatlı su alımı veya transferi yapılmamalıdır.
- Gemi ambarlarında kesinlikle balast bulunmamalıdır. Gemide ağır balast bulunması durumunda draft sörveye ağır balast basılana kadar başlanmamalıdır.
- Yükleme veya tahliye operasyonuna draft sörvey tamamlanana kadar başlanmamalıdır.
- Gemi personeli dışardan gelen sörveyörlerle kesin işbirliği içinde olmalıdır (UN-ECE, 1992).

Ivce (2011), draftların okunması esnasında büyük hatalar oluşabileceğini, özellikle vasat draftlardaki okuma hatalarının büyük tutarsızlıklar yaratabileceğini belirtmiştir. Draft okumadan kaynaklı hatalar sistematik veya kazayla yapılmış hatalar olabilir. Geminin sarkma ve bel verme durumları, deniz suyu yoğunluk düzeltmesi gibi hatalar draft değerlerine etki edebilecek hatalar olarak değerlendirilebilir. Geminin hareket ettiği durumlarda, güçlü akıntı durumlarında, geminin kuvvetli yalpa yapması halinde draftların okunmaması gerekse de pratikte bu durumun mümkün olmadığı ve draft sörveyin neredeyse her koşulda yapıldığı bilinmektedir.



Şekil 16. Baş, kış ve vasat draft okuma hatalarının MMM'e etkisi (Ivce vd., 2011)

Yapılan bir diğer çalışma draft sörveydeki muhtemel hataları AHS yöntemiyle değerlendirmeyi amaçlamıştır. AHS yönteminin çok kriterli karmaşık problemlere çözüm üretebileceğinden yola çıkılarak draft sörveyde doğru değere ulaşılmasının önünde risk kabul edilen etkenler ikili karşılaştırma ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada draftların okunması, gemideki sıvı miktarlarının ölçülmesi, deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi ve hesaplama aşamaları ana kriterler olarak belirlenmiştir. (Xu vd., 2018).

Karar hiyerarşisinin belirlenmesinden sonra uzmanlar ve deneyimli draft sörveyörlerle yapılan değerlendirme sonucunda aşağıdaki önem dereceleri hesaplanmıştır;

Tablo 14. Draft sörvey AHS matrisi ve önem dereceleri (Xu vd., 2018)

	Draft Okuma	Gemideki Sıvıların Ölçümü	Deniz suyu yoğunluğunun ölçümü	Hesaplama aşaması	Öncelik Vektörü
Draft Okuma	1	2	3	5	0,471
Gemideki Sıvıların Ölçümü	0,5	1	2	4	0,284
Deniz suyu yoğunluğunun ölçümü	0,33	0,5	1	3	0,172
Hesaplama aşaması	0,2	0,25	0,33	1	0,074

Yapılan araştırma sonucunda draft sörveydeki en büyük hata payı draftların okunması olarak belirlenmiştir. Bundan sonra en önemli paya sahip hata kaynakları sırasıyla gemideki sıvıların ölçülmesi, deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi ve hesaplama aşamasındaki hatalar olarak sıralanmıştır (Xu vd., 2018).

Draftların okunmasının süreçteki etkisinin bu kadar büyük olduğu göz önüne alındığında, bu kriterin alt kriterlerinin önemi anlaşılacaktır. Yapılan araştırma draft okumada hataya sebep olan alt faktörleri kişisel etkenler (deneyim ve dürüstlük), doğa ve hava durumu (yağmur, kar, dalga), draftların nereden okunduğu (bot, rıhtım, çarmıh) ve geminin durumu (draft markaların durumu, sarkma/bel verme durumu) olmak üzere dört başlıkta incelemiştir. Bu kriterlerden en büyük etkiye 0,543 önem derecesi ile deneyim ve dürüstlük gibi kişisel etkenlerin sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı araştırma gemideki sıvıların ölçümüne ait alt kriterlerden gemi kaynaklı etkenleri (sarkma/bel verme, trim ve yatıklık düzeltmeleri) 0,727 önem değeri ile diğer iki alt kriter olan kişisel etkenler ve ölçüm cihazlarından daha etkili bulmuştur. Deniz suyu yoğunluğunun ölçümüne dair alt

kriterler ölçüm cihazları (hidrometre, örnek kabı), örneğin alındığı mevki, örnekleme zamanı olarak belirlenmiş ve hata riski en yüksek alt kriter 0,586 önem derecesi ile ölçüm cihazları olarak saptanmıştır. Son olarak önem derecesi 0,074 ile en düşük alt kriter olan hesaplama aşamasının alt kriterleri kişisel etkenler, gemi kitapçık bilgileri ve hesap araçları olarak belirlenmiş ve içlerinden en önemlisi 0,633 önem derecesi ile gemi kitapçıklarından kaynaklı hatalar olarak değerlendirilmiştir (Xu vd., 2018).

Xu'nun çıkarımlarına göre draftların okunması aşaması draft sörveyde hata riski taşıyan en önemli aşamadır ve alt kriterlerin değerlendirilmesinden de anlaşılacağı gibi bu aşamadaki en önemli etken sörveyörün kendisidir. Sörveyör, işi aceleye getirmeden, dikkatlice ve tarafsız bir şekilde draft okuma işini yerine getirmelidir. Diğer bir önemli etken draft sörveyin nereden yapıldığıdır. Son yıllarda çarmıh yerine draft okuma işleminin bot yardımıyla yapılmaya başlanmasının draftların okunması aşamasındaki anlaşmazlıkları ve tutarsızlıkları oldukça azalttığı belirtilmiştir. Bunun yanında gece yapılan sörveylerde gece görüşü fonksiyonu olan gözlük gibi cihazların kullanılmasının draft okuma hatalarına düzeltici etki sağlayacağı fikri öne sürülmüştür. Balast miktarı ölçümünde trim ve meyilin göz ardı edilmeden hesap yapılması gerektiği ve eğer gemi iskandil cetveli trim veya meyil düzeltmelerini içermiyorsa geminin ideal sörvey şartlarına getirildikten sonra sörveye başlanması gerektiği belirtilmiştir. Deniz suyu yoğunluğu ölçümünde doğru ve lisanslı ekipmanların kullanılmasının önemine değinilmiş ve hesap aşamasında bilgisayar destekli bir hesaplama programının kullanılmasının hesap hatalarının önüne geçebileceği vurgulanmıştır (Xu vd., 2018).

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR**

### **2.1. Yöntem**

Dünya deniz taşımacılığı dikkate alındığında katı dökme yük taşımacılığı önemli bir yer tutmaktadır. Bu taşımacılık türünde yük eksikliği sıkça karşılaşılan sorunlardan biridir. Katı dökme yük taşıyan gemilerde yük miktarı genel olarak draft sörvey hesabıyla belirlenmektedir. Bu sebeple draft sörveyde oluşabilecek hataların incelenmesi ve hataların azaltılması için ne gibi önlemlerin alınabileceği konusu bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmada uzmanların görüşleri alınarak bulanık AHS anketi hazırlanmış ve hazırlanan anket yeterliği en az uzakyol birinci zabıt olan ve en az 6 yıl deniz tecrübesine sahip gemi kaptan ve zabıtlarına uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında farklı gemilerden 100 adet aynı sefere ait draft sörvey raporları toplanmıştır. Yükleme limanı draft sörvey miktarı ile tahliye limanı draft sörvey miktarı arasındaki farklar analiz edilmiş ve oluşan farkların sebepleri bu çalışma ile araştırılmıştır. İdeal durumda sıfır olması gereken farkın ne ölçüde farklılık gösterdiği toplanan bilgiler ile analiz edilmiştir.

Birinci aşamada uzman görüşleri alınarak bir karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Karar hiyerarşisinden yola çıkılarak ana kriterlerin, alt kriterlerin ve her kriter kümesi için alternatiflerin karşılaştırıldığı bir bulanık AHS anketi hazırlanmıştır. İkinci aşamada anket uzmanlara uygulanmış ve uzmanların kararları analiz edilerek ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Ana kriterlerin karşılaştırılması, her ana kriterin alt kriterlerinin karşılaştırılması ve her alt kriter için alternatiflerin karşılaştırılması şeklinde 17 adet karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada hazırlanan matrisler değerlendirilmiş ve bulanık analitik hiyerarşi sürecinin duyarlılık analizleri yapılmıştır. Böylece ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin öncelik dereceleri hesaplanmıştır.

### **2.2. Aynı Seferlere Ait Draft Sörvey Analizleri**

Draft sörvey neticesinde ne ölçüde farklar oluşabildiğini incelemek amacıyla gemilerden draft sörvey raporları toplanmıştır. Raporların detayları aşağıdaki tabloda belirtildiği gibidir;



Tablo 15. Gemilerden toplanan draft sörvey raporları

No	Kapasite (Dwt)	Yükleme DS miktarı	Tahliye DS miktarı	Fark (Ton)	Fark (%)
1	45046	32138,648	32176,772	38,124	0,12%
2	47059	29920,506	29930,546	10,04	0,03%
3	58680	57506	57715,7	209,7	0,36%
4	58680	19720,7	19749,8	29,1	0,15%
5	52949	49734,308	49755,023	20,715	0,04%
6	52949	49080,171	49080	-0,171	0,00%
7	52949	51147,623	51027,702	-119,921	-0,23%
8	19167	10462,233	10464,2	1,967	0,02%
9	55848	28000	28006,3	6,3	0,02%
10	55848	41231	41687	456	1,11%
11	55848	53273,271	53400,46	127,189	0,24%
12	55848	52899,661	52914,364	14,703	0,03%
13	55848	50301	50302	1	0,00%
14	48377	38500,34	38522,255	21,915	0,06%
15	48377	47665,345	47665	-0,345	0,00%
16	57592	55000,65	55000,45	-0,2	0,00%
17	57592	50914,844	50914,765	-0,079	0,00%
18	57592	55000,121	55020,217	20,096	0,04%
19	57592	55033,348	55172	138,652	0,25%
20	57592	44599,544	44581,505	-18,039	-0,04%
21	31727	29700,468	29715,498	15,03	0,05%
22	32942	21998,128	22025,91	27,782	0,13%
23	9215	4933,609	4938,313	4,704	0,10%
24	60550	46196,73	46209,674	12,944	0,03%
25	63449	52500	52330,27	-169,73	-0,32%
26	35000	24150	24155,812	5,812	0,02%
27	55638	52500	52503	3	0,01%
28	55638	36693,092	36695,59	2,498	0,01%
29	52508	28178,883	28186,098	7,215	0,03%
30	56811	37799,347	37803,62	4,273	0,01%
31	42584	29924,028	29932,603	8,575	0,03%
32	61299	58631,237	58784,491	153,254	0,26%
33	61299	58293,298	58316,701	23,403	0,04%
34	58018	52500	52503,175	3,175	0,01%
35	7386	3991,777	4002,095	10,318	0,26%
36	24804	23448,649	23450,019	1,37	0,01%
37	36913	30453,067	30453,653	0,586	0,00%
38	56945	38196,11	38198,083	1,973	0,01%
39	57809	40094,088	40000,783	-93,305	-0,23%
40	172492	167451	167212,953	-238,047	-0,14%
41	3355	2227,189	2230,658	3,469	0,16%
42	48183	39757,08	39779,721	22,641	0,06%
43	52988	47300	47118,798	-181,202	-0,38%
44	180199	169200	169243,536	43,536	0,03%
45	169092	162301	162305,132	4,132	0,00%
46	178564	170310	170251,298	-58,702	-0,03%
47	27099	23496,98	23555,054	58,074	0,25%
48	7447	5920,37	5935,141	14,771	0,25%
49	7332	5407,19	5385,356	-21,834	-0,40%
50	58058	44000	44000,688	0,688	0,00%
51	177536	169490	169501,947	11,947	0,01%
52	55803	45073,154	45074,905	1,751	0,00%
53	45572	39712,783	39612,119	-100,664	-0,25%

Tablo 15'in devamı

54	56847	44863,071	44868,194	5,123	0,01%
55	16778	14849,63	14856,28	6,65	0,04%
56	4069	2200	2195,753	-4,247	-0,19%
57	58107	45098,25	45102,251	4,001	0,01%
58	2381	2050	2037,043	-12,957	-0,63%
59	56969	45092	45071,503	-20,497	-0,05%
60	56969	51365,571	50971,475	-394,096	-0,77%
61	50296	39760,32	39707,496	-52,824	-0,13%
62	11485	10744,395	10746,195	1,8	0,02%
63	32740	28233,088	28238,218	5,13	0,02%
64	17199	16005,24	16007,869	2,629	0,02%
65	45719	43300,98	43302,297	1,317	0,00%
66	49047	44000	44002,91	2,91	0,01%
67	45768	35970,633	35975,278	4,645	0,01%
68	16813	14755,17	14713,026	-42,144	-0,29%
69	55947	41566,97	41571,137	4,167	0,01%
70	34544	8478,275	8444,479	-33,796	-0,40%
69	45194	42055,447	42062,519	7,072	0,02%
70	18920	12114,392	12175,685	61,293	0,51%
71	17287	13778,985	13781,56	2,575	0,02%
72	43189	38499,584	38353,955	-145,629	-0,38%
73	7332	5407,19	5385,356	-21,834	-0,40%
74	58058	44000	44000,688	0,688	0,00%
75	53377	32993,294	32995,847	2,553	0,01%
76	38885	36153,54	36097,52	-56,02	-0,15%
77	2886	2200	2199,345	-0,655	-0,03%
78	45704	32212,455	32213,587	1,132	0,00%
79	23357	16039,841	16047,283	7,442	0,05%
80	6070	3971,25	3871,765	-99,485	-2,51%
81	17541	12599,6	12599,48	-0,12	0,00%
82	11485	9982,64	9984,449	1,809	0,02%
83	10584	9201,195	8694,767	-506,428	-5,50%
84	7321	4605,215	4604,527	-0,688	-0,01%
85	17069	10422,503	10424,182	1,679	0,02%
86	13975	10005,757	10011,132	5,375	0,05%
87	24105	16025,721	16026,924	1,203	0,01%
88	43665	38499,977	38964,063	464,086	1,21%
89	22359	18734,155	18734,841	0,686	0,00%
90	58758	37227,62	37230,447	2,827	0,01%
91	5484	5010,35	5010,903	0,553	0,01%
92	N/A	20918,311	20908,291	-10,02	-0,05%
93	3100	2497,988	2478,044	-19,944	-0,80%
94	N/A	15763,232	15690,487	-72,745	-0,46%
95	37141	35581	35596	15	0,04%
96	37141	20087,76	20143,82	56,06	0,28%
97	32535	29700,234	29703,787	3,553	0,01%
98	32535	28363,75	28380,71	16,96	0,06%
99	32535	31150,01	31181,433	31,423	0,10%
100	6154	2573,83	2505,806	-68,024	-2,64%

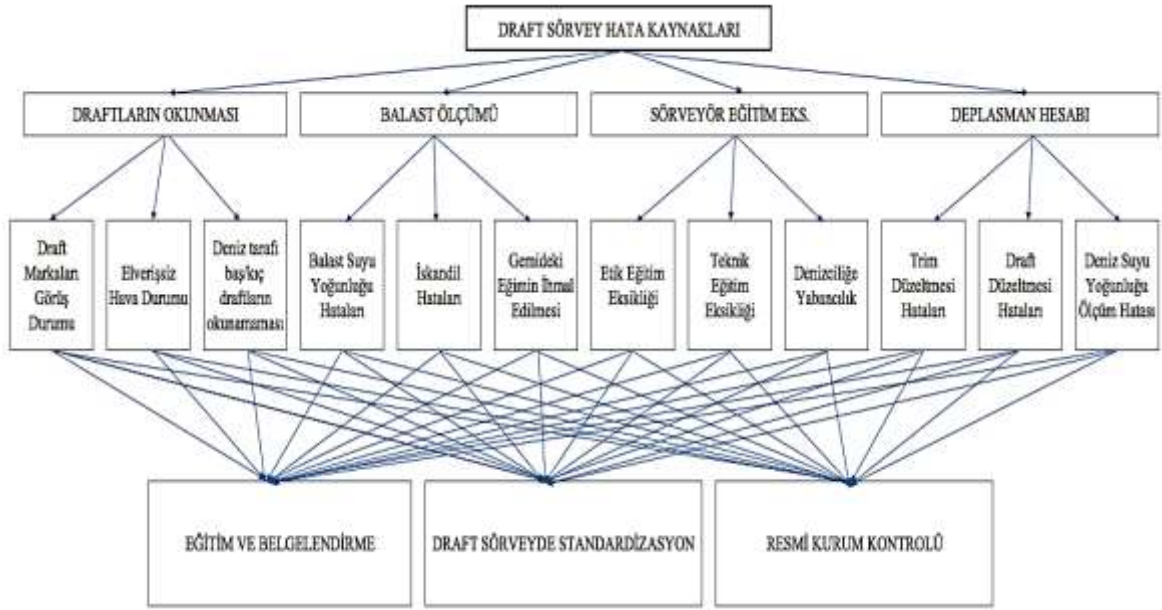
Tablo 15’te görüldüğü gibi gemideki aynı yük için yükleme draft sörvey miktarı ile tahliye draft sörvey miktarı arasında büyük farklar çıkabilmektedir. Bunun yanında bazı durumlarda aynı gemide ve aynı anda farklı tarafların yaptığı draft sörvey hesaplarında da büyük farklar görülebilmektedir. Tablo 15’te bulunan 100 adet draft sörvey yükleme-tahliye raporundan 9 tanesi kabul edilebilir hata değeri olan %0,5 değerinin üzerinde bir farka sahiptir. Japon deniz sigortaları kulübünün olay çalışmasında Çin’de tahliye yapan bir gemide tahliye bitimi yapılan draft sörvey sonucunda gemi birinci zabiti ile gümrük memurunun yaptıkları draft sörvey sonucunda taraflar arasında 724 ton fark olması buna bir örnektir. Bu çalışma ile bu tutarsızlıkların sebebi araştırılmaktadır.

### **2.3. Karar Hiyerarşisinin Oluşturulması**

Gemi kaptan ve birinci zabitlerinden ve draft sörveyörlerden oluşan toplam 15 uzmanla yapılan görüşmeler sonucu karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Karar hiyerarşisinde hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler uzman görüşleri yardımıyla oluşturulmuştur.

Oluşturulan karar hiyerarşisine göre draft sörveydeki tutarsızlıkların 4 ana sebebi vardır. Bu sebepler; draftların okunması sırasında oluşan hatalar, balast suyu ölçümünde oluşan hatalar, sörveyör eğitim eksikliğinden kaynaklı hatalar ve hesap aşamasında oluşan hatalardır. Ana kriterler kendi içlerinde alt kriterlere ayrılarak hata sebepleri detaylandırılmıştır. Buna göre uzman görüşlerine göre draftların okunmasına ait alt kriterler elverişsiz hava durumu, draft markalarının görüş durumu ve deniz tarafı baş ve kıç draftların bazı durumlarda okunamaması olmuştur. Balast ölçümü kaynaklı hataların alt kriterleri balast suyu yoğunluğundan kaynaklı hatalar, iskandil hataları ve gemideki eğimin dikkate alınmaması şeklinde belirlenmiştir. Sörveyör eğitim eksikliği alt kriterleri, etik eğitim eksikliği, teknik eğitim eksikliği ve denizcilik alanına yabancılık olmuştur. Son olarak deplasman hesabından kaynaklı hataların alt kriterleri trim düzeltmelerindeki hatalar, draft düzeltmelerindeki hatalar ve deniz suyu yoğunluğu ölçüm hataları olarak belirlenmiştir.

Kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesine müteakip uzmanlarla bu kriterlerin ortak çözüm yolları hakkında müzakereler yapılmış ve alternatifler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler; eğitim ve belgelendirme, draft sörveyde standardizasyon ve resmi kurum kontrolü şeklindedir.



Şekil 17. Draft sömvey hata kaynaklarına ait karar hiyerarşisi

Draftların okunması: Draft okuma aşaması esnasında karşılaşılan zorlukları ve bu zorluklardan kaynaklı olarak meydana gelebilecek hataları içeren kriterdir. Alt kriterlerde belirtilen draft markalarının görüş durumu, elverişsiz hava durumu ve bazı durumlarda deniz tarafındaki baş ve kık draftların okunamayıp hesabi alınması draft okuma esnasında karşılaşılan başlıca zorluklar olarak gösterilebilir.

Draft markalarının boyasız veya paslı olması, gemilerin görüşü zorlaştıran kavisli bölümlerine denk gelmesi, gece yapılan draft okumaları gibi durumlar draft markalarının görüş durumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Net biçimde okunamayan draft markaları, draft okuma hatalarına sebep olabilir. Elverişsiz hava şartları, akıntı ve dalga gibi hava olaylarının draftların okunması aşamasında sömveyörlere çıkardığı zorlukları içermektedir. Dalga boyunun yüksek olması, hata olasılığını ve hata miktarını arttırıcı bir etken olacaktır. Bunların yanında bazı durumlarda deniz tarafındaki baş ve kık draftların okunamadığı zamanlar olabilmektedir. Deniz tarafındaki draftlar bot yardımıyla değil çarmıh yardımıyla okunuyorsa, deniz tarafı baş ve kık draftların çarmıhla okunması emniyetli olmadığından bu draftlar hesabi alınabilir. Hesabi alınan draftlar geminin her zaman simetrik olmayacağı ve iskele sancak draft markalarının aralarındaki mesafenin tam olarak bilinmesinin mümkün olmadığı hesaba katılırsa pek sağlıklı olmayacaktır.

Balast Ölçümü: Gemide bulunan balast suyu miktarının ölçümü, draft sömveydeki tutarlılığa etki edecek aşamalardandır. Balast suyu yoğunluğunun doğru alınmaması,

tankları iskandil etme işlemi esnasında oluşabilecek hatalar, iskandil değerlerinden tanktaki balast suyunun hacmi bulunurken gemideki meyilin önemsenmemesi gibi durumlar balast suyu miktarının ölçümünde karşılaşılabilecek başlıca hata kaynakları olarak değerlendirilebilir.

Balast suyu yoğunluğu birçok sörveyörün ihmal ettiği bir etkidir ve draft sörveylerin birçoğunda balast suyu yoğunluğu ölçülmemekte ve gemi tarafından deklere edildiği gibi alınmaktadır. Oysa doğru verilerin elde edilmesi için ölçüm yapılması şarttır. Tankların iskandil edilmesi esnasında şeritmetrenin tanka fazla veya az daldırılması, şeritmetredeki tahribatlar, iskandil borusundaki nemin yanıltıcı değerlere sebep olması gibi etkenler iskandil değerleri alınırken hatalı ölçümlere sebep olabilmektedir. Bazı durumlarda meyilin az olması sebebiyle ihmal edilmesi ve bazı durumlarda gemi stabilite kitaplarında meyil düzeltmesinin bulunmaması meyil düzeltmelerinin ihmal edilmesine sebep olabilir.

Sörveyör eğitim eksikliği: Draft sörvey, eğitim gerektiren bir iştir. Bu işi icra eden sörveyörlerin draft sörveyin inceliklerini detaylı olarak bilmesi yapılan sörveyin tutarlılığını ve doğruluğunu arttıracak bir etki yapacaktır. Draft sörveye katılan sörveyörlerin etik değerleri gözeterek doğru ve adil bir sörvey yapmaları, draft sörvey aşama ve hesaplamalarına hakim olmaları ve genel olarak yapılan işlemlerin amacını ve mantığını bilmeleri, draft sörveyin doğruluğuna ve tutarlılığına pozitif etkide bulunacaktır.

Genel olarak sörveyörlerin müşteri lehine sörvey yapma çalışmaları olmaktadır. Müşteri lehine draft okuma, iskandil alma, taraflı hesap yapma gibi etkenler draft sörveyin doğruluğunu fazlasıyla etkileyebilmektedir. Etik kuralların uygulanmasının doğru bir sörvey için şart olduğu bir gerçektir. Etik kuralların yanında teknik bilgi donanımı da doğru bir sörvey için önemlidir. Sörveyörün her adımda işine hakim olması, yapılanları tüm aşamalarda incelikleriyle bilmesi ve olası hata sebeplerinin farkında olması gibi etkenler teknik yeterliliğini belirleyecektir. Bunun yanında kullanılan terimlere aşinalık, geminin ve genel yapısının tanınması gibi etkenlerin eksikliği denizciliğe yabancılık alt kriteri içinde değerlendirilmektedir.

Deplasman hesabı: Hesap işlemlerinde yapılabilecek bazı hatalar vardır. Trim düzeltmelerindeki olası hatalar, draft düzeltmelerinde yapılabilecek hatalar, deniz suyu yoğunluğunun hesap işleminin doğruluğuna negatif etkisi gibi hatalar deplasman hesabında karşılaşılabilecek problemlerdendir.

LCF noktasının işaretinin hatalı alınması, trim düzeltmelerinde sık karşılaşılan hatalardandır. LCF değerinin stabilite kitaplarında net bir gösterim şekli yoktur. Kimi stabilite kitapları vasat noktasından mesafe olarak verirken, kimi kitaplar kış dikmeden mesafeyi vermektedir. Bunun yanında bazı stabilite kitapları vasattan kışa doğru olan noktaları pozitif kabul ederken, bazı kitaplar bunun tam tersini kabul ederek basılabilmektedir. Bu durum bazı sörveyörlerde kafa karışıklığı yaratabilmektedir. Bu gibi hatalar trim düzeltmelerinin hatalı yapılmasına sebep olabilmektedir. Draft düzeltmelerindeki hatalar kış tarafta iki farklı yerde draft markası bulunan gemilerde draft düzeltme miktarının aynı alınması, omurga kalınlığının ihmal edilmesi gibi durumlardan kaynaklanabilir. Deniz suyu yoğunluğunun yanlış ölçümü de hesap aşamasında yanlışlara sebep olabilmektedir. Su numunesinin yüzeyden veya çok dipten alınması, sertifikasız ve hatalı hidrometre kullanılması gibi etkenler bu hatalara sebep olabilmektedir.

Karar hiyerarşisinin alternatifler bölümünde bahsi geçen eğitim ve belgelendirme, draft sörveyörlerin belirlenmiş bir eğitim alarak işi bildiğini belgeleyen bir sertifika ile iş yapmalarının sağlanmasını önermektedir. Draft sörveyde standardizasyon, draft sörvey aşamalarının standarda bağlanmasını, her aşamanın inisiyatifler dahilinde değil kurallar dahilinde yapılmasını önermektedir. Örneğin draft okumaya botla çıkılması, yüksek dalgalı denizlerde (örneğin 1 metre) draft sörvey yapılmaması veya yapılıyorsa güvenli olmayan şartlarda sörvey yapıldığının rapora yazılması gibi konuların kurallaştırılmasını ve keyfiyete bırakılmamasını önermektedir. Resmi kurum kontrolü ise alıcı, satıcı, kiracı, armatör gibi taraf tutan sörveyörlerin yanında tamamen tarafsız, işten ticari bir beklentisi veya kaygısı olmayan ve draft sörvey kural ve inceliklerinden haberdar bir devlet memurunun draft sörveye katılımını önermektedir.

#### **2.4. Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri**

En az uzakyol 1. Zabit yeterliğine sahip ve gemilerde en az 6 yıl çalışmış ve aynı zamanda sörvey şirketleri adına draft sörveyörlük yapmış toplam 7 uzman ile yapılan değerlendirmeler sonunda ana kriterleri karşılaştıran 1 matris, alt kriterleri karşılaştıran 4 matris ve her alt kriter için alternatifleri karşılaştıran 12 matris olmak üzere 17 matris oluşturulmuştur.

Tablo 16. Kriterler ve alternatifler için kısaltmalar tablosu

No	Kriter ve Alternatifler	Kısaltma Karşılığı
1	Draftların okunması	DO
2	Balast ölçümü	BÖ
3	Sörveyör eğitim eksikliği	SE
4	Deplasman hesabı	DH
5	Elverişsiz hava durumu	HD
6	Draft markalarının görüş durumu	GD
7	Deniz tarafı baş ve kıç draftların okunamaması	DT
8	Balast suyu yoğunluğu hataları	BY
9	İskandil hataları	İH
10	Gemideki meyilin ihmal edilmesi	GM
11	Etik eğitim eksikliği	EE
12	Teknik eğitim eksikliği	TE
13	Denizciliğe yabancılık	DY
14	Trim düzeltmesi hataları	TD
15	Draft düzeltmesi hataları	DD
16	Deniz suyu yoğunluğu ölçüm hatası	YÖ
17	Eğitim ve belgelendirme	EB
18	Draft sörveyde standardizasyon	SS
19	Resmi kurum kontrolü	RK

Tablo 17. Ana kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	DO	BÖ	SE	DH
DO	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)
BÖ	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
SE	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
DH	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 18. Draft okuma kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	HD	GD	DT
HD	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)
GD	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
DT	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 19. Balast Ölçümü kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	BY	İH	GM
BY	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
İH	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
GM	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 20. Sörveyör Eğitimi kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	EE	TE	DY
EE	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)
TE	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
DY	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Tablo 21. Deplasman hesabı kriterinin alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	TD	DD	YÖ
TD	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)
DD	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
YÖ	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)

Tablo 22. Draft okuma kriterinin alternatiflerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	EB	ST	RK
HD alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)
ST	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
RK	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)
GD alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)
ST	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
RK	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)
DT alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,3/2)
ST	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
RK	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)



Tablo 23. Balast ölçümü kriterinin alternatiflerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	EB	ST	RK
BY alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)
ST	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
RK	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)
İH alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(7/2,4,9/2)	(2/3,1,3/2)
ST	(2/9,1/4,2/7)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
RK	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)
GM alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(2/3,1,3/2)
ST	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
RK	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

Tablo 24. Sörveyör eğitimi kriterinin alternatiflerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	EB	ST	RK
EE alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(7/2,4,9/2)	(3/2,2,5/2)
ST	(2/9,1/4,2/7)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
RK	(2/5,1/2,2/3)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)
TE alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)
ST	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
RK	(2/5,1/2,2/3)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)
DY alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)
ST	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
RK	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 25. Deplasman hesabı kriterinin alternatiflerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	EB	ST	RK
TD alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(7/2,4,9/2)	(2/3,1,3/2)
ST	(2/9,1/4,2/7)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
RK	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)
DD alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(7/2,4,9/2)	(2/3,1,3/2)
ST	(2/9,1/4,2/7)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)
RK	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)
YÖ alt kriterinin alternatiflerinin karşılaştırılması			
EB	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
ST	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
RK	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

Matrisler oluşturulduktan sonra öncelik vektörlerinin bulunması işlemine geçilmiştir. Ana kriterlerin öncelik vektörleri tablo 17 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W' = (1, 0,48, 0,82, 0,30)^T$$

Ana kriterlerin öncelik vektörlerinin normalizasyon işleminden sonra elde edilen değerleri aşağıdaki gibidir;

$$W' = (0,38, 0,19, 0,32, 0,11)^T$$

Elde edilen verilere göre draft sörveyde meydana gelen hatalarda draftların okunması 0,38, balast ölçümü 0,19, sörveyörlerin eğitim eksikliği 0,32 ve deplasman hesabı 0,11 oranında etkiye sahiptir.

Draftların okunması ana kriterinin alt kriterlerinin öncelik vektörleri tablo 18 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{DO} = (0,58, 0,42, 0)^T$$

Hesaplamalar sonucu draftların okunması aşamasında oluşan hatalarda elverişsiz hava durumu 0,58, draft markalarının görüş durumu 0,42 ve deniz tarafı baş kış draftların okunamamasının 0 oranında payı bulunmaktadır.

Balast ölçümü ana kriterinin alt kriterlerinin öncelik vektörleri tablo 19 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{BÖ} = (0,32, 0,45, 0,23)^T$$

Elde edilen verilere göre balast ölçümünde meydana gelen hatalarda balast suyu yoğunluğu hataları 0,32, iskandil hataları 0,45, gemideki meyilin ihmal edilmesi 0,23 oranında etkiye sahiptir.

Sörveyör eğitim eksikliği ana kriterinin alt kriterlerinin öncelik vektörleri tablo 20 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{SE} = (0,45, 0,32, 0,23)^T$$

Sörveyör eğitim eksikliği sebebiyle oluşan hatalarda etik eğitim eksikliği 0,45, teknik eğitim eksikliği 0,32 ve denizcilik alanına yabancılık 0,23 oranında paya sahiptir.

Deplasman hesabı ana kriterinin alt kriterlerinin öncelik vektörleri tablo 21 yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{DH} = (0,17, 0, 0,83)^T$$

Elde edilen verilere göre deplasman hesabında meydana gelen hatalarda trim düzeltmesi hataları 0,17, draft düzeltmesi hataları 0 ve deniz suyu yoğunluğu hataları 0,83 oranında etkiye sahiptir.

Tablo 22 kullanılarak draftların okunması kaynaklı hataların alternatiflerinin öncelik vektörleri sırasıyla eğitim ve belgelendirme, draft sörveyde standardizasyon ve resmi kurum kontrolü olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{HD} = (0,33, 0,33, 0,33)^T$$

$$W_{GD} = (0, 0,58, 0,42)^T$$

$$W_{DT} = (0, 1, 0)^T$$

Tablo 23 kullanılarak balast ölçümü kaynaklı hataların alternatiflerinin öncelik vektörleri sırasıyla eğitim ve belgelendirme, draft sörveyde standardizasyon ve resmi kurum kontrolü olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{BY} = (0,15, 0,15, 0,70)^T$$

$$W_{IH} = (0,58, 0, 0,42)^T$$

$$W_{GM} = (0,58, 0, 0,42)^T$$

Tablo 24 kullanılarak sörveyör eğitim eksikliği kaynaklı hataların alternatiflerinin öncelik vektörleri sırasıyla eğitim ve belgelendirme, draft sörveyde standardizasyon ve resmi kurum kontrolü olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{EE} = (0,83, 0, 0,17)^T$$

$$W_{TE} = (0,83, 0, 0,17)^T$$

$$W_{DY} = (0,83, 0,17, 0)^T$$

Tablo 25 kullanılarak deplasman hesabı kaynaklı hataların alternatiflerinin öncelik vektörleri sırasıyla eğitim ve belgelendirme, draft sörveyde standardizasyon ve resmi kurum kontrolü olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$W_{TD} = (0,58, 0, 0,42)^T$$

$$W_{DD}=(0,58, 0, 0,42)^T$$

$$W_{YÖ}=(0,29, 0,20, 0,51)^T$$

Tüm ana ve alt kriterler ve kriterler için alternatiflerin ağırlık vektörlerinin bulunmasından sonra alternatiflerin genel öncelik vektörlerinin hesabı yapılmıştır. Bu aşamada alt kriterlerden yola çıkılarak alternatiflerin ana kriterler için öncelik vektörleri, alt kriterlerin öncelik vektörlerinin alternatiflerin öncelik vektörlerine çarpılması yoluyla hesaplanmıştır.

Tablo 26. Alternatiflerin ana kriterlere göre ağırlık vektörleri

Draftların okunması ana kriteri için öncelik vektörleri				
	HD	GD	DT	Öncelik Vektörü
Önem Derecesi	0,58	0,42	0	
EB	0,33*0,58	0*0,42	0*0	0,19
ST	0,33*0,58	0,58*0,42	1*0	0,44
RK	0,33*0,58	0,42*0,42	0*0	0,37
Balast ölçümü ana kriteri için öncelik vektörleri				
	BY	İH	GE	Öncelik Vektörü
Önem Derecesi	0,32	0,45	0,23	
EB	0,15*0,32	0,58*0,45	0,58*0,23	0,44
ST	0,15*0,32	0*0,45	0*0,23	0,05
RK	0,70*0,32	0,42*0,45	0,42*0,23	0,51
Sörveyör eğitim eksikliği ana kriteri için öncelik vektörleri				
	EE	TE	DY	Öncelik Vektörü
Önem Derecesi	0,45	0,32	0,23	
EB	0,83*0,45	0,83*0,32	0,83*0,23	0,83
ST	0*0,45	0*0,32	0,17*0,23	0,04
RK	0,17*0,45	0,17*0,32	0*0,23	0,13
Deplasman hesabı ana kriteri için öncelik vektörleri				
	TD	DD	YÖ	Öncelik Vektörü
Önem Derecesi	0,17	0	0,83	
EB	0,58*0,17	0,58*0	0,29*0,83	0,34
ST	0*0,17	0*0	0,20*0,83	0,17
RK	0,42*0,17	0,42*0	0,51*0,83	0,49

Ana kriterlere göre alternatiflerin ağırlık vektörlerinin bulunması sonrası Tablo 26’da izlenen yol izlenerek hedefin alternatiflere göre ağırlık vektörleri Tablo 27’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 27. Alternatiflerin hedefe göre ağırlık vektörleri

	DO	BÖ	SE	DH	Öncelik Vektörü
Önem Derecesi	0,38	0,19	0,32	0,11	
EB	$0,19*0,38$	$0,44*0,19$	$0,83*0,32$	$0,34*0,11$	0,46
ST	$0,44*0,38$	$0,05*0,19$	$0,04*0,32$	$0,17*0,11$	0,21
RK	$0,37*0,38$	$0,51*0,19$	$0,13*0,32$	$0,49*0,11$	0,33

Yapılan hesap sonucunda karar probleminin çözümünde eğitim ve belgelendirme alternatifinin 0,46 oranıyla öncelikli öneme sahip olduğu görülmektedir. Hedefe ulaşmada eğitim ve belgelendirme alternatifi en büyük öneme sahip görünse de resmi kurum kontrolü ve standardizasyon alternatiflerinin bazı ana ve alt kriterlerde problemin çözümünde uzmanlarca en iyi alternatif olarak görüldüğü belirlenmiştir.

### 3. İRDELEME

Dökme kuru yük ve genel kargo gemileri dünya üzerindeki gemi filosu içinde gemi sayısı en fazla olan gemi çeşitleridir. Dolayısıyla bu tip gemilerde yaşanan herhangi kronik bir problemin denizcilik piyasasında büyük bir karşılığı olmaktadır. Problemlerin çözümü için zaman ve emek harcansa da bazı problemlere kalıcı çözümler üretilmemiştir.

Draft sorveyde karşılaşılan hatalar uzmanlar ile görüşülmüş ve hatalara sebep olan etkenler belirlenmiştir. Belirlenen etkenlerin yine uzmanlarla görüşmeler sonucunda etki oranları bulanık AHS yöntemiyle hesaplanmıştır. Çalışmada görüşleri alınan uzmanlar en az 6 yıl denizcilik tecrübesine sahip ve draft sorveyörlük yapmış uzakyol kaptan ve birinci zabitlerden oluşmuştur.

Draft sorveydeki hatalar ve sebepleri ile ilgili literatürde karşılaşılan çalışmalar çoğunlukla denizcilik sigortaları şirketlerinin konuyla ilgili yaptığı çalışmalardan oluşmaktadır. Draft sorveydeki tutarsızlıkların yük eksikliklerine sebep olabilmesi ve bu konunun denizcilik sigorta şirketlerini yakından ilgilendirmesi sebebiyle P&I sigortaları konuyla yakından ilgilenmiş ve araştırmalar yapmışlardır. Akademik çalışmalarda draft sorvey tutarsızlıkları, bunların kaynaklarıyla ve kaynakların etki dereceleri ilgili araştırmaların çok kısıtlı olduğu görülmüştür.

West of England P&I sigortaları kulübünün yaptığı ve draft sorveydeki tutarsızlıkları konu alan çalışmada draft okuma işleminin önemine değinilmiş ve gemi tonajına göre değişmek üzere vasat draftın 2 cm yanlış okunmasının 68 ile 300 ton arasında bir yanlışla sebep olacağı belirtilmiştir. Draft markalarının paslı, boyasız ve kötü durumda olmasının ve gece veya uzaktan yapılan draft okumalarının süreci problemlili hale getirdiği, dalga durumunda draft değerlerinin ortalama bir tahmin sayılabilecek yöntemle belirleneceği ve bu durumun tutarlılığı düşüreceği belirtilmiştir. Aynı çalışma deniz suyu yoğunluğunun uygun ve kalibrasyonu yapılmış bir hidrometre ile yapılması gerektiğini ve deniz suyu örneklerinin tek yerden alınması yerine gemi etrafında birçok noktadan alınıp ölçülmesinin daha uygun olacağını belirtmiştir. Balast miktarının ölçümü esnasında iskandil borusunda önceki sorveylerden kalan şeritmetre başları, yıpranmış iskandil boruları gibi sebeplerle oluşacak iskandil değerlerindeki yanlışların tutarsızlıkları arttıracığına değinilmiştir. Bu çalışmada hata faktörlerinin önem sırası veya dereceleri ile ilgili bilgi verilmese de draft sorvey hata kaynakları olarak ele alınan faktörlerin bu çalışmada belirlenen kriterlerle

paralellik gösterdiği görülmüştür. Draftların okunması, draftların görüş durumu, balast ölçümünde iskandil hataları ve deniz suyu yoğunluk ölçümü çalışmamızda belirlenen ana ve alt kriterler içinde yer almakta olup draftların okunması ve draft markalarının görüş durumu için draft sörveyde standardizasyon, balast ölçümünde iskandil hataları için eğitim ve belgelendirme, deniz suyu yoğunluk ölçümü hataları için resmi kurum kontrolü alternatifleri en etkili çözümler olarak belirlenmiştir.

Japon deniz sigortaları kulübü tarafından yapılan bir olay çalışmasına göre Brezilya Santos Limanı'ndan Çin'in Tianjin Limanı'na soya fasulyesi götüren bir gemide yük miktarı değerleri aşağıdaki gibi çıkmıştır;

Tablo 28. Olay çalışması yük miktarı farkları (Japan P&I Club, 2016)

	Yük Miktarı	Fark
B/L	66000 ton	0
Yükleme Limanı Gemi Draft Sörveyi	65994 ton	-6 ton
Tahliye Limanı CIQ Draft Sörveyi	65374 ton	-626 ton
Tahliye Limanı Gemi Draft Sörveyi	66098 ton	+98 ton
Tahliye Limanı Alıcı Draft Sörveyi	65686 ton	-314 ton

Yapılan olay çalışmasında yükleme limanında konşimentoya girilen yük miktarı değerinin sahil ölçümünde belirlenen değer olduğu fakat geminin yaptığı draft sörveye arasında çok az bir fark olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık tahliye bitiminde gümrük memurlarının draft sörvey ile tespit ettiği değer konşimento değerinden 626 ton (%0,95) eksik olduğu, alıcı temsilcilerinin yaptığı draft sörveyde tespit edilen yük miktarının konşimento değerinden 314 ton (%0,47) eksik olduğu ve gemi personeli ile gemi P&I sigortası sörveyörünün yaptığı draft sörveyde yük miktarının konşimentodan 98 ton (%0,15) fazla bulunduğu görülmektedir. Aynı anda ve aynı koşullarda yapılan draft sörveyler arasında tarafların miktar tespitlerinde bu denli yüksek farklar çıkması olağan kabul edilecek bir durum değildir. Taraflar arasında oluşan farkların sebebi P&I sörveyörüne göre gümrük memurlarının ve alıcı tarafının draftlar okunurken deniz ve dalga durumunu dikkate almaması ve draftları taraflı okumalarıdır. Ek olarak deniz suyu yoğunluğunun gümrük memurları ve alıcı tarafınca yanlış alındığı da rapor edilmiştir. Japon deniz sigortaları kulübü bu durumun önüne geçebilmek için gemide yapılan her

sörvey işlemine gemiden mutlaka birinin refakat etmesi gerektiğini belirtmiştir. (Japan P&I Club, 2016).

Yapılan bu çalışma ile sörveyörlerin taraflı ve yanlış draft okumaları sörveyör eğitim eksikliği ana kriterinin altındaki etik ve teknik eğitimle, deniz suyu yoğunluğunun yanlış alınması durumu ise deplasman hesabı ana kriterinin altındaki deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi alt kriteri ile açıklanabilir. Çalışmamızda bu kriterlerden etik ve teknik eğitim eksikliği sebebiyle oluşan hataların alternatifi eğitim ve belgelendirme, deniz suyu yoğunluk ölçümündeki hataların alternatifi ise resmi kurum kontrolü olarak belirlenmiştir. Ayrıca Japon P&I kulübünün problemin oluşmasına çözüm olarak önerdiği gemiye gelen her sörveyöre gemi personeli tarafından refakat edilmesi çözümü, draft sörveyde standardizasyon alternatifi ile açıklanabilmektedir.

Xu vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada AHS yöntemiyle draft sörveydeki tutarsızlıkların sebepleri araştırılmış ve öncelik vektörleri hesaplanarak draft sörveydeki hatalara olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmada 4 ana kriter belirlenmiştir ve bu kriterlerin öncelik vektörleri şu şekildedir; draftların okunması (0,471), Gemideki sıvıların ölçümü (0,284), Deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi (0,172) ve hesap aşaması (0,074). Draft okumanın alt kriterleri sörveyör deneyim ve dürüstlüğü (0,543), hava ve deniz durumu (0,140), Draft okuma gereçleri, bot çarımh vs. (0,234) ve gemi kondisyonu (0,085) olarak hesaplanmıştır. Gemideki sıvıların ölçümüne dair alt kriterler sörveyör deneyim ve dürüstlüğü (0,194), ölçüm araçları (0,079) ve geminin trim ve meyil durumu ve düzeltmeleri (0,727) olarak sıralanmıştır. Deniz suyu yoğunluk ölçümünün alt kriterleri ölçüm araçları (0,586), numune lokasyonu (0,218), numune zamanı (0,124) ve ölçüm değerinin okunduğu yer (0,073) şeklinde belirlenmiştir. Son olarak hesap aşamasının alt kriterleri deneyim ve dürüstlük (0,106), gemi tablolarının hassasiyeti (0,633) ve hesap programları (0,260) olarak verilmiştir.

Xu vd. (2018) tarafından yapılan çalışma ile çalışmamızla mukayese edildiğinde, benzerlikler dikkat çekmektedir. Ana kriterlerden draftların okunması, balast ölçümü ve hesap aşaması aynı iken çalışmamızın ana kriterlerinden olan sörveyör eğitim eksikliği Xu'nun çalışmasında alt kriterler içinde ayrı ayrı verilmiştir. Bu kriterin yerine Xu'nun çalışmasında dördüncü ana kriter olarak deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi verilmiştir. Deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi, çalışmamızda hesap aşaması alt kriterleri arasında yer almaktadır. Kriter ve alt kriterlerin öncelik vektörleri kıyaslandığında farklı sonuçlarla karşılaşılsa da bunun ana sebebinin çalışmamızda ana kriter olarak belirlenen sörveyör



eğitimi kriterinin Xu'nun çalışmasında alt kriterler arasında yer alması ve bu kriterin belirleyici bir farkla draft okuma ana kriterinden sonra ikinci baskın ana kriter olarak öncelik sıralamasındaki yerini alması olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanında alt kriterlerde farkedilir bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Örneğin draft okumanın alt kriterlerinden olan hava ve deniz durumu çalışmamızda draft okumada hata olasılığı 0,58 ile en güçlü olan kriter olurken Xu'nun çalışmasında aynı kriterin önem derecesi 0,14 olarak belirlenmiş ve alt kriterler arasında üçüncü sırada yer almıştır. Yine balastların ölçülmesi ana kriterimizin alt kriterlerinden iskandil hataları 0,45 ile en öncelikli kriter olurken, Xu'nun çalışmasında bu kriterin önem değeri 0,079 olarak belirlenip alt kriterler arasında en etkisizi olarak gösterilmiştir.

Xu vd. (2018) tarafından yapılan çalışma alternatif sunmadığından alternatifler karşılaştırılamamıştır. Draft sörvey tutarsızlıkları ve hata kaynakları ile ilgili literatürde araştırmaya rastlanmamıştır. Hata kaynakları her ne kadar birçok kaynakta yazılı olarak belirtilse de hata kaynaklarının etki dereceleri ile ilgili sayısal veri sunan çalışmaların çok sınırlı olması durumu söz konusudur.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyanın en büyük gemi filosu olan dökme kuru yük ve genel kargo gemilerinde yük miktarı tespit yöntemi olarak taşınan çoğu yüklerde draft sörvey yöntemi kullanılmaktadır. Bu durum draft sörveyin küresel ticaretteki önemini ve rolünü belirleyen bir durumdur. Ayrıca draft sörveyin kesin bir bilim olmadığı ve bazı hataları içinde barındırdığı da denizcilik sektöründe bilinen bir gerçektir.

Teknoloji geliştikçe draft sörveyin yerine yeni sistemler geliştirilmiştir. Fakat bu sistemlerin de kendi zaafıları mevcuttur. Örneğin Türk limanlarında gümrük memurları elleçlenen yük miktarını gümrük kantarları ile kontrol etmektedirler. Bunun yanında diğer yaygın bir yöntem yükün konveyör bandında tartılmasıdır. Draft sörveye alternatif olarak en yaygın kullanılan yöntemler günümüzde bunlardır. Fakat her iki yöntemde de yük gemi ambarına ulaşmadan tartım yapıldığı için yükleme veya tahliye esnasında güverteye, rıhtıma veya çevreye dökülen yük net ölçüme olanak sağlamamaktadır. Bunun yanında her iki sistemin düzenli kalibrasyonu gerekmektedir. İdeal şartlar sağlansa dahi kantar ile yük ölçümünün  $\pm \%0,2$ , konveyör bandı tartı sisteminin  $\pm \%0,5$  potansiyel hata payları vardır. Draft sörvey ideal koşullarda yapıldığında hata payı her iki sistemden daha düşük olacaktır. Ek olarak tüm tarafların konveyör ve kantar sistemlerine erişimi olmadığından bu sistemler sahibine tek taraflı kontrol olanağı tanımaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda draft sörvey zamandan kazanım sağlayan, tüm ilgili taraflarca katılıma olanak tanıyan ve denizciliğe en uygun yük miktarı tespit yöntemi olarak değerlendirilmektedir.

Yapılan çalışma ile her kriterin ve alt kriterlerinin draft sörvey hatalarındaki payı tespit edilmiş ve bu hataların iyileştirilmesi için alternatifler sunulmuştur. Her kriter için en uygun alternatif belirlenmiştir. Yapılan araştırma değerlendirildiğinde aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir;

- Draft sörveydeki öncelikli potansiyel hata kaynakları sırasıyla %38 oranında draftların okunması, %32 oranında sörveyör eğitim eksikliği, %19 oranında balast ölçümü ve %11 oranında deplasman hesabıdır.
- Draftların okunmasında meydana gelen hatalarda elverişsiz hava koşulları %58, draft markaları görüş durumu %42 hata potansiyeline sahiptir. Deniz tarafındaki baş kış draftların okunamaması, bu etkenler karşısında etkisiz kabul edilebilir.

- Balast miktarının ölçülmesi aşamasında iskandil hataları %45 hata potansiyeli ile en öncelikli hata kaynağıdır. Onu %32 ile balast suyu yoğunluğu, %23 ile gemideki meyilin göz ardı edilmesi izlemektedir.
- Sörveyör eğitim eksikliği kaynaklı hatalarda etik eğitim eksikliğinin hataya potansiyel katkısı %45 olacaktır. Teknik bilgi eksikliği %32, Denizciliğe yabancılik %23 potansiyel hata payına sahiptir.
- Deplasman hesabının draft sörveydeki hata payına negatif etkisinde deniz suyu yoğunluğu ölçümlerindeki hataların potansiyel katkısı %83'tür. Trim düzeltmelerinde yapılan hatalar %17 potansiyel hata payına sahipken draft düzeltmelerinden kaynaklanan hatalar bu iki kriter karşısında etkisiz kabul edilebilir.
- Draftların okunması aşamasındaki hataların minimize edilmesi için en etkili alternatif %44 önem değeri ile draft sörveyde standardizasyon olacaktır. Bunun yanında resmi kurum kontrolünün potansiyel etkisi %37, eğitim ve belgelendirme alternatifinin potansiyel etkisi %19 olarak belirlenmiştir.
- Balast miktarının ölçümünde karşılaşılan hataların çözümü olarak en etkili alternatif %51 potansiyel katkı oranı ile resmi kurum kontrolü olmuştur. Eğitim ve belgelendirme alternatifi %44, draft sörveyde standardizasyon %5 oranında etkili bulunmuştur.
- Sörveyör eğitim eksikliğinden kaynaklı hataların giderilmesi için öncelikli bulunan alternatif %83 ile eğitim ve belgelendirme olmuştur. Resmi kurum kontrolünün %13, draft sörveyde standardizasyon alternatifinin %4 etkisi olduğu hesaplanmıştır.
- Deplasman hesabı hatalarında en etkili alternatif %49 önem derecesi ile resmi kurum kontrolü olarak tespit edilmiştir. Eğitim ve belgelendirmenin bu faktöre potansiyel katkısı %34, draft sörveyde standardizasyon alternatifinin katkısı %17 olarak belirlenmiştir.
- Tüm ana ve alt kriterler göz önüne alındığında draft sörveydeki hataları minimize etmek için gereksinim duyulan en önemli alternatif çözüme %46 oranında potansiyel katkısı ile eğitim ve belgelendirme dir. Bunu sırasıyla %33 ile resmi kurum kontrolü ve %21 ile draft sörveyde standardizasyon izlemektedir.

Yapılan çalışma ve elde edilen veriler ışığında, draft sörveyde hataları minimize edip güvenilirliği ve tutarlılığı arttırmak için atılması önerilen adımlar aşağıdaki gibi listelenmiştir;

- Draft sörvey ile ilgili iyi planlanmış bir eğitim programı geliştirilmesi gerekmektedir. Eğitim programının teknik hesaplar yanında sörveyörlere denizcilik alanında en azından draft sörveyde kullanılan terimleri ve anlamlarını bilecek kadar denizcilik bilgisi vermesi ve etik kuralları aşılması sağlanmalıdır.
- Draft sörvey eğitimi alan sörveyörlere yetki belgesi niteliği taşıyacak bir kart verilmeli ve yeterlilik belgesi olmayan sörveyörlerin draft sörveye katılımı engellenmelidir.
- Limanlarda hiçbir tarafla ticari bağı olmayan, baskı altına alınamayacak, sörvey aşamasına refakat edip şartların ve tarafların sörvey için hazır ve uygun olduğunu kontrol edecek ve aynı zamanda resmi kayıtlar için draft sörvey hesabı yapacak bir devlet memurunun görevlendirilmesi değerlendirilmelidir.
- Draft sörveyin yük operasyonu bitiminde her koşulda yapılması sağlıklı bir işlem olmayabilir. Örneğin draftların 2 metre dalga varken okunması büyük yanlışlara sebep olabilir. Bu risklerin ortadan kaldırılması için draft sörveyin hangi şartlarda yapılabileceğine dair standartların getirilmesi gereklidir.
- Draftların bot üzerinden okunması hem görüş kolaylığı hem de emniyet açısından daha etkili olacaktır. Draft okumalarında çarmıh kullanımına son veren ve bot kullanımını zorunlu kılan standartlar getirilmelidir.
- Balast suyu yoğunluğunun ölçülmesi, deniz suyu yoğunluğunun ölçülmesi, tatlı su tanklarının ölçülmesi gibi draft sörvey sonucunu önemli derecede etkileyebilecek işlemlerin inisiyatifte bırakılmaması ve uygulanması sağlanmalıdır. Bunun için gerekli etik eğitiminin verilmesi ve tarafsız bir denetçinin sörveyin her aşamasını kontrol etmesi sağlanmalıdır.
- İşlemsel hataların önüne geçebilmek için standart bir draft sörvey uygulaması geliştirilip draft sörvey hesaplarının bu program üzerinden yapılması hesabın doğruluğunu iyileştirici etki sağlayacaktır.
- Tüm sörveyörlerin sörveye sertifikalı ekipmanlarıyla gelmeleri zorunlu kılınmalıdır. Sertifikasız ekipmanla veya ekipmansız ve hazırlıksız gelen sörveyörlerin draft sörveye katılmalarına izin verilmemelidir.

- Yanıltıcı eylemde bulunan veya tekrarlı şekilde hatalı hesap yapan sörveyörlerin veya gemi personelinin para cezası alması veya liman girişlerinin bir süre askıya alınması gibi uyarıcı cezalar almaları sağlanmalıdır. Yanıltıcı eylemde bulunan sörveyörler veya gemi personeli için herhangi bir cezai yaptırım bulunmadığından bu konuda standartlar belirlenmesi sörveyörleri bu davranışlardan caydırıcı etki yapacaktır.



## 5. KAYNAKLAR

- Abalı, Y., A., Kutlu, B., S. ve Eren, T., 2012. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Bursiyer Seçimi: Bir Öğretim Kurumunda Uygulama
- Akın, T., 2000, Gemi Stabilesi, Akademi Denizcilik, İstanbul
- Akman, G. ve Alkan, A., 2006, Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5,9, 23-46
- Akyuz, E. ve Celik, M., 2014, A Hybrid Decision-making Approach to Measure Effectiveness of Safety Management System Implementations On-board Ships, Safety Science, 68, 169-179
- Alonso, J., A. ve Lamata, T., 2006. Consistency in the Analytic Hierarchy Process: A New Approach
- Barrass, B. ve Derrett., D., R., 2006, Ship Stability for Masters and Mates, Butterworth-Heinemann, Oxford
- Başaran, K., 2013, Bulanık Mantık Kontrollü Otonom ve Şebeke Bağlantılı Rüzgar-Güneş Hibrid Güç Sisteminin Optimizasyonu ve Adnan Menderes Üniversitesi Kampüs Alanında Uygulanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Bayar, N., 2010, İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafik Güvenliğinin Risk Tabanlı Bulanık-AHP ve FMEA Yöntemleri ile İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Bulut, E., 2013. Economic Analysis on Ship Investment and Management Strategy of Dry Bulk Shipping, Kobe University, Doctor of Philosophy in Maritime Science and Technology, PhD Thesis, Kobe
- Büyüközkan, G. ve Çifçi, G., 2012, A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Based Strategic Analysis of Electronic Service Quality in Healthcare Industry, Expert Systems with Applications, 39, 2341-2354
- Cabala, P., 2010. Using the Analytic Hierarchy Process in Evaluating Decision Alternatives
- Can, S., 2007, Gemi Stabilesi-1, Sinerji Basım ve Yayım A.Ş., İzmit, 2007
- Carl Bro Intelligent Solutions, 2006. Stability Information Manual Including Longitudinal Strength for Vessel Spar Scorpio

- Celik, M., Er, I., D. ve Ozok, F., 2009, Application of Fuzzy Extended AHP Methodology on Shipping Registry Selection: The Case of Turkish Maritime Industry, Expert Systems with Applications, 36, 190-198
- Cheng, A., C., Chen, C., J. ve Chen, C., Y., 2008, A Fuzzy Multiple Criteria Comparison of Technology Forecasting Methods for Predicting the New Materials Development, Technology Forecasting and Social Change, 75, 131-141
- Chou, C., C., 2008, A Fuzzy MCDM Method for Solving Marine Transshipment Container Port Selection Problems, Applied Mathematics and Computation, 186, 435-444
- Dağdeviren, M., 2007, Performans Değerlendirme Sürecinin Bulanık AHP ile Bütünleşik Modellenmesi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 25,3, 268-282
- Dalgaldere, S., 2014, İletişim Araçlarında Bulanık Mantık Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Denizhan, B., Yalçın, A., Y. ve Berber, Ş., 2017, Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 63-78
- Derrett, D., R., 1990, Ship Stability for Masters and Mates, Butterworth-Heinemann, Cornwall
- Dibble, J. ve Mitchell, P., 2005, North of England P&I Association, Draught Survey a Guide to Good Practice
- Dursun, E., 2009, Bulanık AHP Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Ecer, F. ve Küçük, O., Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423871710.pdf> 17 Ekim 2018
- Emrouznejad, A. ve Ho, W., 2018, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, CRC Press, New York
- Erol, B., 1992, Draft Sörvey'de Standardizasyon, Türk Gemi Kaptanları Derneği Yayınları, İstanbul
- Ertuğrul, İ., 2007, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması, H. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25,1, 171-192
- Forman, E., H. ve Gass, S., I., 1999. The Analytic Hierarchy Process-An Exposition

- Göksu, A. ve Güngör, İ., 2008, Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13,3, 1-26
- Güner, H., 2005, Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli
- Hung, T., Nguyen, N., R., Prasad, C. L. ve Walker, E., A., 2002, A First Course in Fuzzy and Neural Control, A CRC Press Company, New York
- IIMS, Unit 5 Draught Surveying <http://www.marinedocs.co.uk/wp-content/uploads/2017/04/draught-surveying.pdf> 26 Temmuz 2018
- İlgaz, A., 2018, Lojistik Sektöründe Personel Seçim Kriterlerinin AHP ve Topsis Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32, 586-605
- IMDO, Buoyancy and How Ships Float. <http://sta.ie/perch/resources/lessons/a4imdolessoned.2.pdf> 14 Ekim 2018
- Isbester, J.,1993. Bulk Carrier Practice. Londra, The Nautical Institute.
- İvce, R., Jurdana, I. ve Mohovic, R., 2011. Determining Weight of Cargo Onboard Ship by Means of Optical Fibre Technology Draft Reading
- İstanbul ve Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz Bölgeleri Deniz Ticaret Odası, 2018. 2017 Deniz Sektörü Raporu
- İstanbul Deniz Ticaret Odası, P&I Sigortası, [https://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/SektorelEgitim/P\\_I\\_semineri.pdf](https://www.denizticaretodasi.org.tr/Shared%20Documents/SektorelEgitim/P_I_semineri.pdf) 13 Ocak 2019
- Japan P&I Club, P&I Loss Prevention Bulletin, 2016. Preventing Cargo Shortage, Vol. 37
- Kargı, S., A. ve Aydın, Z. B., 2017, Bulanık AHP Yönteminin Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Seçiminde Kullanılması: Bursa Örneği, Asos Journal, 5,55, 60-74
- Karğın, M., 2010, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve İdeal Çözümeye Yakınlığa Göre Sıralama Yapma Yöntemleri ile Tekstil Sektöründe Finansal Performans Ölçümü, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler, 8,1, 195-216
- Keçeci, T. ve Yurtören, C., 2010, An Analytic Hierarchy Process Approach to the Analysis of Ship Length Factor in the Strait of Istanbul, Black Sea Journal, 16,2, 217-239
- Klutho, S., 2013. Mathematical Decision Making; An Overview of the Analytic Hierarchy Process
- Kou, G., Ergu, D., Lin, C. ve Chen Y., 2016. Pairwise Comparison Matrix in Multiple Criteria Decision Making



- Küçükönder, H., Efe, E. ve Üçkardeş, F., 2013. Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımlarından Analitik Hiyerarşi Süreci'nin Hayvancılıkta Kullanımı
- Liang, G., S., 1999, Fuzzy MCDM Based in Ideal and Anti-Ideal Concepts, *European Journal of Operational Research*, 112, 682-691
- Marshall, H. ve Murphy, G., 2013. Factors affecting the Accuracy of Weighbridge Systems
- Megel, J.ve Kliava, J., 2009. On the Buoyancy Force and the Metacenter
- MEB, 2012. Denizcilik, Draft Sörvey Hesabı
- Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R. ve Mirfenderesk, H., 2015, Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a Spatial Multi-criteria Decision Making Model for Urban Land-use Planning, *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 54-65
- Ömürbek, N., Makas, Y. ve Ömürbek, V., 2015. Ahp ve Topsis Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi
- Özdağoğlu, A., 2008, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminde Duyarlılık Analizleri: Yeni Bir Alternatifin Eklenmesi – Enerji Kaynağının Seçimi Üzerine Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7,14, 15-34
- Özkan, E., 2011, Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Kaynak/Rezerv Sınıflandırması, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Palit, A., K. ve Babuska, R., 2001, Efficient Training Algorithm for Takagi Sugeno Type Neuro-Fuzzy Network, *Fuzzy-IEEE*, 21, 1367-1371
- Razmi, J., Jafari, M. ve Khakbaz, M., H., 2009, An integrated Fuzzy Group Decision Making / Fuzzy Linear Programming (FGDMLP) Framework for Supplier Evaluation and Order Allocation, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43, 590-607
- Saaty, R., W., 1987. The Analytic Hierarchy Process-What It Is and How It Is Used
- Saaty, T., L., 1990. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process
- Saaty, T., L., 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process
- Saaty, T., L., 2011. The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process
- Schwartz, R., 2000. Automatic Weighing – Principles, Applications & Developments
- Subramanian, N. ve Ramanathan, R., 2012, A Review of Applications of Analytic Hierarchy Process in Operations Management, *Int. J. Production Economics*, 138, 215-241

- Sügen, Y., 1996, Kaptanın Kılavuzu, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul
- Şengül, Ü., Eren, M. ve Shiraz, S. E., 2013, Bulanık AHP ile Belediye Toplu Taşıma Araç Seçimi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 40, 143-165
- Şenol, Y., E., Şahin, B. ve Kum, S., 2013, Marine Accident Analysis by Using Pairwise Comparison, Journal of ETA Maritime Science, 1,2, 59-64
- Toksarı, M. ve Toksarı, M., D., 2011, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yaklaşımı Kullanılarak Hedef Pazarın Belirlenmesi, ODTÜ Geliştirme Dergisi, 38, 51-70
- Tsaur, S., H., Chang, T., Y. ve Yen, C., H., 2002, The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, Tourism Management, 23, 107-115
- Uğurlu, Ö., Yildirim, U. ve Başar, E., 2015. Analysis of Grounding Accidents Caused by Human Error
- Uğurlu, Ö., 2015, Application of Fuzzy Extended AHP Methodology for Selection of Ideal Ship for Oceangoing Watchkeeping Officers, International Journal of Industrial Ergonomics, 47, 132-140
- UK P&I Club, 2018. Carefully to Carry, Cargo Measurement
- UK P&I Club, 2008. Carefully to Carry, Measurement of Bulk Cargoes
- UN-ECE, 1992. Code of Uniform Standards and Procedures For the Performance of Draught Surveys of Coal Cargoes
- URL-1, <http://shipfax.blogspot.com/2012/> 17 Aralık 2018
- URL-2, <http://bulkcarrierguide.com/draft-survey.html> 16 Ekim 2018
- URL-3, <http://www.bilgirotasi.com/denizcilik/sounding-ullage-ve-iskandil/> 07 Aralık 2018
- URL-4, <https://mooringmarineconsultancy.wordpress.com/tag/interpolation/> 14 Ekim 2018
- Ünal, Ö., 2015, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Gemiler İçin Uygun Yük Seçiminin Analizi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Ünal, Ö., F., 2010. Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi
- Ünal, Ö., F., 2012. Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulamaları
- Vaidya, O., S. ve Kumar, S., 2004. Analytic Hierarchy Process: An overview of Applications

- West of England, 2018. Loss Prevention Bulletin, Inaccuracies in Draught Surveys
- Xu,G., Zhao, K., Zuo, Z., Liu, G., Jian, B., Lin, Y., Fan, Y. ve Wang, F., 2018. Assessing Risk of Draught Survey by AHP Method
- Yıldırım, B., F. ve Önder, E., 2018, İşletmeciler, Mühendislerve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, 3. Baskı, Dora Yayınevi, Bursa
- Zhu, K., Jing, Y. ve Chang, D., 1999, A discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 116, 450-456



## 6. EKLER

### Draft Sörveye Duyulan Güvenin Azalmasına Sebep olan Faktörlerin Bulanık AHS Yöntemiyle Analizi

Sayın Katılımcı,

Bu soru formu Karadeniz Teknik Üniversitesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Öğretim Üyesi Dr. Umut YILDIRIM, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans öğrencisi Refik CANIMOĞLU tarafından draft sörveye duyulan güvenin azalmasında payı olan hata faktörlerinin önem ve öncelik yönünden tespit edilmesi amacıyla keşifsel çalışma için hazırlanmıştır.

Refik CANIMOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Umut YILDIRIM

#### PROFİL BİLGİLERİ

1. Gemideki Göreviniz:

( ) Kaptan ( ) 2. Kaptan

2. Gemilerde Görev Yaptığınız Toplam Süre:

( ) 2-4 yıl ( ) 4-6 yıl ( ) 6-8 yıl ( ) 8-10 yıl ( ) 10 yıldan fazla

Değerlendirmeyi yaparken kullanılacak puanlama ölçeği ve bu ölçeğin kullanımı ile ilgili genel bilgiler ve örnekler;

SAYISAL DEĞERLER	TANIM
1	Eşit Öneme Sahip
3	Az Öneme Sahip
5	Daha Önemli
7	Çok Daha Önemli
9	Kesinlikle Daha Önemli

Örnek 1

Eğer X ve Y kriterleri karşılaştırırken iki kriterde eşit öneme sahip olduğuna düşünüyorsanız ortadaki 1 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

KRİTER X	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KRİTER Y
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Örnek 2

Eğer X ve Y kriterleri karşılaştırırken sol taraftaki kriterin (KRİTER X) sağ taraftaki kriterine (KRİTER Y) üstünlüğünün çok daha önemli olduğunu düşünüyorsanız sol taraftaki 7 sayısını işaretlemeniz gerekir.

KRİTER X	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KRİTER Y
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Örnek 3:

Eğer X ve Y kriterleri karşılaştırırken sağ taraftaki kriterin (KRİTER Y) sol taraftaki kriterine (KRİTER X) göre mutlak derecede önemli olduğunu düşünüyorsanız sağ taraftaki 9 sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

KRİTER X	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KRİTER Y
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Draft sörveyde hataya sebep olan aşağıdaki ana ve alt kriterlerden hangisi hata miktarını daha çok etkilemektedir? İkili kıyaslama yapınız.

<b>ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRMASI</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Balast miktarının ölçülmesi										Draftların okunması
Deplasman hesabı										Draftların okunması
Sörveyör eğitim eksikliği										Draftların okunması
Deplasman hesabı										Balast miktarının ölçülmesi
Sörveyör eğitim eksikliği										Balast miktarının ölçülmesi
Sörveyör eğitim eksikliği										Deplasman hesabı

<b>“DRAFTLARIN OKUNMASI” na Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırılması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft markaları görüş durumu (boya/pas durumu, gece/gündüz vs.)										Hava Durumu (swell, rüzgâr vs.)
Deniz tarafındaki baş/kıç draftların okunamaması ve hesabi alınması										Hava Durumu (swell, rüzgâr vs.)
Deniz tarafındaki baş/kıç draftların okunamaması ve hesabi alınması										Draft markaları görüş durumu (boya/pas durumu, gece/gündüz vs.)

<b>“BALAST MİKTARININ ÖLÇÜLMESİ” ne Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırılması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
İskandil hataları (aşınma, yatırma, nem vs.)										Balast suyu yoğunluğu
Gemi eğiminin ihmal edilmesi										Balast suyu yoğunluğu
Gemi eğiminin ihmal edilmesi										İskandil hataları (aşınma, yatırma, nem vs.)

<b>“DEPLASMAN HESABI” na Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırılması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft düzeltmeleri										Trim düzeltmeleri
Deniz suyu yoğunluk ölçümü										Trim düzeltmeleri
Deniz suyu yoğunluk ölçümü										Draft düzeltmeleri

<b>“SÖRVEYÖR EĞİTİM EKSİKLİĞİ” ne Ait Alt Kriterlerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Etik eğitim eksikliği										Teknik eğitim eksikliği
Denizciliğe yabancılık										Teknik eğitim eksikliği
Denizciliğe yabancılık										Etik eğitim eksikliği

<b>“Draft Markaları Görüş Durumu” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sorveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sorveyde standardizasyon

<b>“Hava Durumu” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sorveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sorveyde standardizasyon

<b>“Deniz Tarafı Baş/Kıç Draftların Okunamaması” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sorveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sorveyde standardizasyon

<b>“Balast Suyu Yoğunluğu” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sorveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sorveyde standardizasyon

<b>“İskandil Hataları” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Balast Miktarı Ölçümünde Gemideki Eğimin İhmal Edilmesi” ne Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Etik Eğitim Eksikliği” ne Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Teknik Eğitim Eksikliği” ne Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Denizciliğe Yabancılık” a Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Trim Düzeltmesi Hataları” na Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Draft Düzeltmesi Hataları” ne Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon

<b>“Deniz Suyu Yoğunluk Ölçümü” ne Ait Alternatiflerin Karşılaştırması</b>										
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Draft sörveyde standardizasyon										Eğitim ve belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Eğitim ve Belgelendirme
Resmi kurum kontrolü										Draft sörveyde standardizasyon



## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İskenderun'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İskenderun'da tamamladı. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2010-2015 yılları arasında Türk Deniz Ticaret Filosunda Uzakyol Vardiya Zabiti ve Uzakyol Birinci Zabit olarak çalıştı. 2015 yılında İskenderun Limanlarında gemi ve denizcilik sigortaları sörveyörü olarak çalışmaya başladı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

