

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GEMİ İNŞA SANAYİNDE BULANIK KARAR VERME UYGULAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gemi İnşaatı Mühendisi Mustafa KAFALI**

**OCAK 2014  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GEMİ İNŞA SANAYİNDE BULANIK KARAR VERME UYGULAMALARI**

**Gemi İnşaatı Mühendisi Mustafa KAFALI**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.12.2013**  
**Tezin Savunma Tarihi : 10.01.2014**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZKÖK**

**Trabzon 2014**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Mustafa KAFALI tarafından hazırlanan**

**GEMİ İNŞA SANAYİNDE BULANIK KARAR VERME UYGULAMALARI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24/12/2013 gün ve 1535 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Ercan KÖSE** .....

**Üye : Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ** .....

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZKÖK** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri sanayinin birçok dalında uygulama alanı bulmuştur. Bu yöntemlerin sağladığı sistematik yaklaşımlar kurumun geleceği için hayati önem taşıyan kararların en doğru bir şekilde alınmasına yardımcı olmaktadır. Bu yöntemlerin gemi inşa sanayisi için de faydalı çıktılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Öncelikle beni bu konuda çalışmaya yönlendiren ve tezimi hazırlarken yardımlarını esirgemeyen sayın danışmanım Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZKÖK'e özellikle teşekkür etmek isterim. Her türlü yardımları için saygıdeğer bölüm başkanımız Prof. Dr. Ercan KÖSE'ye, sorularımı cevapsız bırakmayan Yrd. Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ'ye, Memorial Üniversitesinde beni en iyi şekilde ağırlayan Doç. Dr. Ayhan AKINTÜRK'e minnettarım. Ayrıca bölümdeki diğer tüm hocalarıma ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma da teşekkürlerimi sunmak isterim.

Son olarak bu günlere gelmemde maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen aileme de sonsuz şükranlarımı sunarım.

Mustafa KAFALI

Trabzon 2014

## **TEZ BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Gemi İnşa Sanayinde Bulanık Karar Verme Uygulamaları” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZKÖK’ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.  
10/01/2014

Mustafa KAFALI

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNAMESİ .....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Araştırması.....	3
1.3. Tez Çalışmasının Konusu ve Amacı.....	7
1.4. Gemi İnşaatı Üretim Süreci .....	8
1.4.1. Çelik Tekne Üretim Süreci .....	9
1.4.1.1. Üretim Kademeleri .....	11
1.4.1.1.1. A Üretim Kademesi.....	11
1.4.1.1.2. B Üretim Kademesi .....	11
1.4.1.1.3. C Üretim Kademesi .....	12
1.4.1.1.4. D Üretim Kademesi .....	12
1.4.1.1.5. E Üretim Kademesi .....	13
1.4.1.1.6. F Üretim Kademesi.....	13
1.4.1.1.7. G Üretim Kademesi.....	14
1.4.1.1.8. H Üretim Kademesi.....	14
1.4.1.1.9. J Üretim Kademesi .....	15
1.4.1.1.10. K Üretim Kademesi.....	15
1.4.1.2. İş İstasyonları.....	16
1.4.1.2.1. Kenar Kesim İstasyonu.....	16
1.4.1.2.2. Kenar Temizleme ve Sıralama İstasyonu .....	16
1.4.1.2.3. Panel İmalatı İstasyonu.....	16

1.4.1.2.4.	Panel Kesim İstasyonu.....	17
1.4.1.2.5.	Profil Montaj İstasyonu .....	17
1.4.1.2.6.	Profil Kaynak İstasyonu .....	17
1.4.1.2.7.	Seksiyon Montaj İstasyonu.....	18
1.4.1.2.8.	Seksiyon Kaynak İstasyonu.....	18
1.4.1.2.9.	Panel Hattı Sonu Taşlama İstasyonu .....	18
1.4.1.2.10.	Profil Kesim İstasyonu .....	18
1.4.1.2.11.	Profil Eğme İstasyonu .....	19
1.4.1.2.12.	Nest Kesim İstasyonu .....	19
1.4.1.2.13.	Ön İmalat İstasyonu.....	20
1.4.1.2.14.	Jig İstasyonu .....	20
1.4.1.2.15.	Pres İstasyonu .....	20
1.4.1.2.16.	Blok Montaj İstasyonu.....	21
1.4.2.	Teçhiz Üretim Süreci.....	21
1.4.3.	Boru Üretim Süreci.....	23
1.4.3.1.	Plazma Kesim .....	26
1.4.3.2.	Oksijen İle Kesim .....	27
1.4.3.3.	Daire Testere İle Kesim .....	29
1.4.3.4.	Şerit Testere İle Kesim .....	29
1.4.3.5.	Kesme Taşı ile Kesim.....	30
1.4.4.	Tersane Seçimi Süreci .....	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	34
2.1.	Yöntem.....	34
2.1.1.	Bulanık Mantık .....	34
2.1.1.1.	Bulanık Kümeler.....	36
2.1.1.2.	Üyelik Fonksiyonu.....	38
2.1.1.3.	Bulanık Sayılar .....	40
2.1.1.4.	Durulaştırma .....	41
2.1.2.	Karar Verme .....	42
2.1.2.1.	Çok Kriterli Karar Verme .....	43
2.1.2.1.1.	Çok Ölçütlü Karar Verme.....	43
2.1.2.1.2.	Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme.....	44

2.1.2.1.2.1.	Bulanık AHP .....	45
2.1.2.1.2.1.1.	Buckley Tarafından Önerilen Bulanık AHP .....	46
2.1.2.1.2.1.2.	Chang Tarafından Önerilen Bulanık AHP .....	48
2.1.2.1.2.2.	Bulanık TOPSIS .....	50
2.2.	Uygulama.....	51
2.2.1.	Tersaneler İçin Boru Kesim Teknolojisi Seçimi.....	51
2.2.2.	Uygun Yeni Gemi İnşa Tersanesi Seçimi Kriterleri.....	65
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA .....	73
3.1.	Boru Kesim Teknolojisi Seçimi.....	73
3.2.	Yeni Gemi İnşa Tersanesi Seçim Kriterleri.....	76
4.	SONUÇLAR.....	81
5.	ÖNERİLER.....	83
6.	KAYNAKLAR.....	84
7.	EKLER.....	91

ÖZGEÇMİŞ



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

GEMİ İNŞA SANAYİNDE BULANIK KARAR VERME UYGULAMALARI

Mustafa KAFALI

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZKÖK  
2014, 90 Sayfa, 65 Ek sayfa

Dünya ticaretinin büyük çoğunluğunun deniz yolu ile gerçekleştirilmesi gemi inşa sektörü için büyük bir avantajdır. Büyük, kapsamlı ve yüksek bütçeli projeler olan gemilerin üretimi oldukça karmaşık süreçler içermektedir. Üretimde yaşanabilecek sıkıntılar ancak iyi bir tersane ile çalışılırsa en aza iner. İyi tersane kavramının kapsamı oldukça geniştir. Yönetimden teknik kabiliyete, tecrübeden iş güvenlik politikasına birçok etken iyi tersane tanımında yer alır. Tezde bulanık karar verme yöntemleri kullanılarak gemi inşa sanayisinin temel konularından ikisi ele alınmıştır. Bunlardan ilki tersaneler için uygun boru kesim teknolojisi seçimi diğeri ise armatörlerin yeni gemi inşa tersanesi seçimidir. Boru kesim teknolojileri üç ana kriter ve on dört alt kriter doğrultusunda değerlendirilmiştir. Değerlendirmede bulanık AHP ve bulanık TOPSIS içeren bütünleşik bir yöntem kullanılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda plazma kesim en uygun boru kesimi teknolojisi olarak tespit edilmiştir. Yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane seçimi yapmak için ise beş adet ana kriter ve otuz bir adet alt kriter tespit edilmiştir. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında bulanık AHP kullanılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda yapılan değerlendirmeye göre sırasıyla teklif fiyatı, üretilmiş benzer gemi sayısı ve ödeme koşulları en çok önem verilen ilk üç kriter olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gemi inşa, Boru kesimi, Tersane seçimi, Bulanık karar verme, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS

Master Thesis

## SUMMARY

### FUZZY DECISION MAKING APPLICATIONS IN SHIPBUILDING INDUSTRY

Mustafa KAFALI

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Naval Architecture and Marine Engineering  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Murat ÖZKÖK  
2014, 90 Pages, 65 Appendix pages

It is a big advantage for the shipbuilding industry that the majority of world trade is carried out by seaway. Production of ships, which can be considered large, comprehensive and high budget projects, includes rather complex processes. Difficulties that may arise in their production are minimized only if a qualified shipyard is selected. The scope of the concept of a qualified shipyard is quite extensive. Many factors, from management to technical capability, from experience to work safety policy and procedures, need to be considered in the definition and selection of a qualified shipyard. In this thesis, using fuzzy decision making methods, two of the main issues of the shipbuilding industry are discussed. The first of these issues is the selection of a suitable pipe cutting technology for shipyards. The second one is the selection of a shipyard for new ships to be built. In this study, pipe cutting technologies were evaluated using three main criteria and fourteen sub criteria. In the evaluation, an integrated method that incorporates fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS was used. In accordance with expert opinions plasma cutting has been identified as the most appropriate pipe cutting technology. In the selection of a qualified shipyard, five main criteria and thirty one sub criteria were identified. Fuzzy AHP was used in assigning appropriate weights to individual criteria. The analysis gave the following as the most significant first three criteria: bid price, number of similar vessels built and payment conditions..

**Key Words:** Shipbuilding, Pipe cutting, Shipyard selection, Fuzzy decision making, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. A üretim kademesi .....	11
Şekil 2. B üretim kademesi.....	12
Şekil 3. C üretim kademesi.....	12
Şekil 4. D üretim kademesi .....	12
Şekil 5. E üretim kademesi.....	13
Şekil 6. F üretim kademesi .....	13
Şekil 7. G üretim kademesi .....	14
Şekil 8. H üretim kademesi .....	14
Şekil 9. J üretim kademesi.....	15
Şekil 10. K üretim kademesi .....	15
Şekil 11. Bazı teçhiz parçaları .....	22
Şekil 12. CNC boru bükme makinesi .....	24
Şekil 13. Bazı boru bağlantı ve iştirak parçaları.....	24
Şekil 14. Plazma kesim yöntemi prensip şeması .....	27
Şekil 15. CNC plazma boru kesim makinası.....	27
Şekil 16. Oksijen ile kesim yöntemi prensip şeması .....	28
Şekil 17. Daire testere .....	29
Şekil 18. Şerit testere ile kesim işlemi .....	30
Şekil 19. Kesme taşı ile kesim işlemi .....	31
Şekil 20. Yeni gemi inşa üretim süreçleri .....	32
Şekil 21. Sıcaklık için klasik küme örneği.....	36
Şekil 22. Sıcaklık için bir bulanık küme örneği .....	37
Şekil 23. Bulanık kümelerde örtüşüm.....	37
Şekil 24. Bulanık kümenin çekirdek, destek ve sınırları.....	38
Şekil 25. Normal olmayan ve normal olan bulanık kümeler.....	39
Şekil 26. Dışbükey ve içbükey bulanık küme .....	39
Şekil 27. Üçgen bulanık sayının grafik olarak gösterimi .....	40
Şekil 28. Boru kesim teknolojisi seçiminde izlenen adımlar .....	52
Şekil 29. Boru kesim teknolojisi değerlendirme kriterleri .....	54

Şekil 30. Yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde izlenen adımlar.....	65
Şekil 31. Yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterleri.....	68
Şekil 32. Ana kriterlerin önem dağılımı.....	73
Şekil 33. Maliyet alt kriterlerinin önem dağılımı .....	74
Şekil 34. Performans alt kriterlerinin önem dağılımı.....	74
Şekil 35. Risk alt kriterlerinin önem dağılımı .....	75
Şekil 36. Tüm alt kriterlerinin karşılaştırması .....	75
Şekil 37. Ana kriterlerin önem dağılımı.....	76
Şekil 38. Mali koşulların alt kriterlerinin önem yüzdeleri .....	77
Şekil 39. İdari kabiliyetin alt kriterlerinin önem yüzdeleri .....	77
Şekil 40. Teknik yeterlik alt kriterlerinin önem yüzdeleri .....	78
Şekil 41. Tecrübe alt kriterlerinin önem yüzdeleri .....	79
Şekil 42. İş güvenlik politikası alt kriterlerinin önem yüzdeleri .....	79
Şekil 43. Tüm alt kriterlerin kendi aralarındaki önem yüzdeleri dağılımı .....	80
Ek Şekil 1. GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi.....	91
Ek Şekil 2. ANKET-1 sekmesi.....	92
Ek Şekil 3. Ana kriterler için hazırlanan matris .....	93
Ek Şekil 4. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi .....	93
Ek Şekil 5. Mali koşullar ve idari kabiliyet kriterlerinin karşılaştırması .....	94
Ek Şekil 6. ANKET-2 sekmesi.....	95
Ek Şekil 7. Kesim teknolojilerinin değerlendirilmesi için hazırlanan matris .....	96
Ek Şekil 8. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi .....	96
Ek Şekil 9. Alternatiflerin maliyet kriteri bazında değerlendirilmesi örneği .....	97
Ek Şekil 10. GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi.....	116
Ek Şekil 11. ANKET sekmesi .....	117
Ek Şekil 12. Ana kriterler için hazırlanan matris .....	118
Ek Şekil 13. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi .....	118
Ek Şekil 14. Mali koşullar ve idari kabiliyet kriterlerinin karşılaştırması .....	119

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yüksek lisans tezleri .....	4
Tablo 2. Doktora tezleri .....	4
Tablo 3. Makaleler .....	5
Tablo 4. Boru kesim teknolojisi seçimi için belirlenen ana ve alt kriterler .....	52
Tablo 5. Uygulamada göz önüne alınan olan kesim teknolojileri .....	53
Tablo 6. Kriterlerin kendi aralarında değerlendirilmesi için kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları .....	55
Tablo 7. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinde kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları .....	55
Tablo 8. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	55
Tablo 9. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için uzman 1 tarafından doldurulmuş anket .....	56
Tablo 10. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	56
Tablo 11. Uzman 1 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	57
Tablo 12. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi .....	58
Tablo 13. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinden elde edilen birleştirilmiş bulanık karar matrisi .....	58
Tablo 14. Ana kriterler için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri .....	59
Tablo 15. Ana kriterler için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri .....	59
Tablo 16. Ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması .....	60
Tablo 17. Ana kriterlerin birbirlerine göre büyüklük dereceleri .....	60
Tablo 18. Ana kriterlerin ağırlık değerleri .....	60
Tablo 19. Normalize edilmiş ağırlık değerleri .....	60
Tablo 20. Monoton azalan kriterlerin terslerinin alınmış halindeki bulanık karar matrisi ..	61
Tablo 21. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi .....	62
Tablo 22. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi .....	63
Tablo 23. Her alternatifin her bir kriter bazında $A^*$ 'dan uzaklığı .....	63
Tablo 24. Her alternatifin $A^*$ 'dan toplam uzaklığı .....	63
Tablo 25. Her alternatifin her bir kriter bazında $A^-$ 'dan uzaklığı .....	64
Tablo 26. Her alternatifin $A^-$ 'dan toplam uzaklığı .....	64
Tablo 27. Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği .....	64

Tablo 28. Alt kriterler ve açıklamaları.....	66
Tablo 29. Kriterleri kendi aralarında değerlendirmek için kullanılan dilsel ifadeler .....	67
Tablo 30. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket ...	67
Tablo 31. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	69
Tablo 32. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi .....	70
Tablo 33. Ana kriterlerin geometrik ortalaması .....	70
Tablo 34. Ana kriterlerin bulanık ağırlıkları .....	71
Tablo 35. Ana kriterlerin mutlak ağırlıkları .....	71
Tablo 36. Ana kriterlerin normalize mutlak ağırlıkları.....	71
Tablo 37. Bağıl mutlak ağırlıklar.....	72
Ek Tablo 1. Boru kesim teknolojisi seçim kriterleri anketi ölçeği .....	94
Ek Tablo 2. Boru kesim teknolojisi alternatiflerinin kriterler bazında değerlendirme ölçeği.....	97
Ek Tablo 3. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	98
Ek Tablo 4. Uzman 1 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	98
Ek Tablo 5. Uzman 1 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	98
Ek Tablo 6. Uzman 1 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	99
Ek Tablo 7. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	99
Ek Tablo 8. Uzman 2 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	99
Ek Tablo 9. Uzman 2 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	100
Ek Tablo 10. Uzman 2 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	100
Ek Tablo 11. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	100
Ek Tablo 12. Uzman 3 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	101
Ek Tablo 13. Uzman 3 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	101

Ek Tablo 14. Uzman 3 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	101
Ek Tablo 15. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 1 tarafından doldurulmuş anket .....	102
Ek Tablo 16. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 2 tarafından doldurulmuş anket .....	102
Ek Tablo 17. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 3 tarafından doldurulmuş anket .....	103
Ek Tablo 18. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	103
Ek Tablo 19. Uzman 1 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	103
Ek Tablo 20. Uzman 1 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	104
Ek Tablo 21. Uzman 1 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	104
Ek Tablo 22. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	104
Ek Tablo 23. Uzman 2 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	105
Ek Tablo 24. Uzman 2 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	105
Ek Tablo 25. Uzman 2 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	105
Ek Tablo 26. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	106
Ek Tablo 27. Uzman 3 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	106
Ek Tablo 28. Uzman 3 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	106
Ek Tablo 29. Uzman 3 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	107
Ek Tablo 30. Uzman 1 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	107
Ek Tablo 31. Uzman 2 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	108
Ek Tablo 32. Uzman 3 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	109
Ek Tablo 33. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi .....	109

Ek Tablo 34. Maliyet kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi .....	110
Ek Tablo 35. Performans kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi .....	110
Ek Tablo 36. Risk kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi .....	110
Ek Tablo 37. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinden elde edilen birleştirilmiş bulanık karar matrisi .....	111
Ek Tablo 38. Ana kriterler için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri .....	111
Ek Tablo 39. Maliyet kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri .....	111
Ek Tablo 40. Performans kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri .....	112
Ek Tablo 41. Risk kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri .....	112
Ek Tablo 42. Ana kriterler için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri .....	112
Ek Tablo 43. Maliyet kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri .....	112
Ek Tablo 44. Performans kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri .....	112
Ek Tablo 45. Risk kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri .....	113
Ek Tablo 46. Ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması .....	113
Ek Tablo 47. Maliyet kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması .....	113
Ek Tablo 48. Performans kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması .....	113
Ek Tablo 49. Risk kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması .....	114
Ek Tablo 50. Ana kriterlerin birbirlerine göre büyüklük dereceleri .....	114
Ek Tablo 51. Maliyet kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri .....	114
Ek Tablo 52. Performans kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri .....	114
Ek Tablo 53. Risk kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri .....	114
Ek Tablo 54. Ana kriterlerin ağırlık değerleri .....	114
Ek Tablo 55. Maliyet kriterlerinin ağırlık değerleri .....	115
Ek Tablo 56. Performans kriterlerinin ağırlık değerleri .....	115
Ek Tablo 57. Risk kriterlerinin ağırlık değerleri .....	115
Ek Tablo 58. Tersane seçim anketi ölçeği .....	119
Ek Tablo 59. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	121
Ek Tablo 60. Uzman 1 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş .....	121
Ek Tablo 61. Uzman 1 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	122
Ek Tablo 62. Uzman 1 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	123



Ek Tablo 63. Uzman 1 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	124
Ek Tablo 64. Uzman 1 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	124
Ek Tablo 65. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	124
Ek Tablo 66. Uzman 2 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	125
Ek Tablo 67. Uzman 2 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	125
Ek Tablo 68. Uzman 2 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	126
Ek Tablo 69. Uzman 2 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	127
Ek Tablo 70. Uzman 2 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	127
Ek Tablo 71. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	127
Ek Tablo 72. Uzman 3 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	128
Ek Tablo 73. Uzman 3 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	128
Ek Tablo 74. Uzman 3 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	129
Ek Tablo 75. Uzman 3 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	130
Ek Tablo 76. Uzman 3 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	130
Ek Tablo 77. Uzman 4 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	130
Ek Tablo 78. Uzman 4 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	131
Ek Tablo 79. Uzman 4 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	131
Ek Tablo 80. Uzman 4 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	132
Ek Tablo 81. Uzman 4 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket.....	133

Ek Tablo 82. Uzman 4 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket .....	133
Ek Tablo 83. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	133
Ek Tablo 84. Uzman 1 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	134
Ek Tablo 85. Uzman 1 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	134
Ek Tablo 86. Uzman 1 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	135
Ek Tablo 87. Uzman 1 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	136
Ek Tablo 88. Uzman 1 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	136
Ek Tablo 89. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	136
Ek Tablo 90. Uzman 2 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	137
Ek Tablo 91. Uzman 2 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	137
Ek Tablo 92. Uzman 2 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	138
Ek Tablo 93. Uzman 2 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	139
Ek Tablo 94. Uzman 2 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	139
Ek Tablo 95. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	139
Ek Tablo 96. Uzman 3 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	140
Ek Tablo 97. Uzman 3 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	140
Ek Tablo 98. Uzman 3 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	141
Ek Tablo 99. Uzman 3 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	142
Ek Tablo 100. Uzman 3 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	142

Ek Tablo 101. Uzman 4 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	142
Ek Tablo 102. Uzman 4 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	143
Ek Tablo 103. Uzman 4 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	143
Ek Tablo 104. Uzman 4 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali .....	144
Ek Tablo 105. Uzman 4 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	145
Ek Tablo 106. Uzman 4 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali.....	145
Ek Tablo 107. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi.....	145
Ek Tablo 108. Mali koşullar kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi.....	146
Ek Tablo 109. İdari kabiliyet kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi .....	146
Ek Tablo 110. Teknik yeterlik kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi.....	147
Ek Tablo 111. Tecrübe kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi.....	148
Ek Tablo 112. İş güvenliği politikası kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi.....	148
Ek Tablo 113. Ana kriterlerin geometrik ortalaması .....	149
Ek Tablo 114. Mali koşullar kriterlerinin geometrik ortalaması .....	149
Ek Tablo 115. İdari kabiliyet kriterlerinin geometrik ortalaması .....	149
Ek Tablo 116. Teknik yeterlik kriterlerinin geometrik ortalaması .....	150
Ek Tablo 117. Tecrübe kriterlerinin geometrik ortalaması .....	150
Ek Tablo 118. İş güvenliği politikası kriterlerinin geometrik ortalaması .....	150
Ek Tablo 119. Ana kriterlerin bulanık ağırlıkları .....	150
Ek Tablo 120. Mali koşullar kriterlerinin bulanık ağırlıkları .....	151
Ek Tablo 121. İdari kabiliyet kriterlerinin bulanık ağırlıkları .....	151
Ek Tablo 122. Teknik yeterlik kriterlerinin bulanık ağırlıkları .....	151
Ek Tablo 123. Tecrübe kriterlerinin bulanık ağırlıkları.....	151
Ek Tablo 124. İş güvenliği politikası kriterlerinin bulanık ağırlıkları .....	152
Ek Tablo 125. Ana kriterlerin mutlak ağırlıkları .....	152
Ek Tablo 126. Mali koşullar kriterlerinin mutlak ağırlıkları.....	152
Ek Tablo 127. İdari kabiliyet kriterlerinin mutlak ağırlıkları.....	152
Ek Tablo 128. Teknik yeterlik kriterlerinin mutlak ağırlıkları.....	153
Ek Tablo 129. Tecrübe kriterlerinin mutlak ağırlıkları.....	153

Ek Tablo 130. İş güvenliği politikası kriterlerinin mutlak ağırlıkları.....	153
Ek Tablo 131. Ana kriterlerin normalize mutlak ağırlıkları.....	153
Ek Tablo 132. Mali koşullar kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları .....	154
Ek Tablo 133. İdari kabiliyet kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları .....	154
Ek Tablo 134. Teknik yeterlik kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları .....	154
Ek Tablo 135. Tecrübe kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları .....	155
Ek Tablo 136. İş güvenliği politikası kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları .....	155

## SEMBOLLER DİZİNİ

Ã	: Bulanık sayı
AHP	: Analitik hiyerarşi prosesi
AISI	: Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü
ANP	: Analitik ağ süreci
ASTMB	: Amerikan Test ve Malzemeler Derneği
CAD	: Bilgisayar destekli tasarım
CAM	: Bilgisayar destekli üretim
CNC	: Bilgisayarlı sayısal denetim
EK	: En küçük
ELECTRE	: Gerçeği yansıtan eleme ve seçim (Elimination Et Choix Traduisant La Realité)
EN	: Avrupa standardı
ERP	: Kurumsal kaynak planlaması
FEAHP	: Bulanık genişletilmiş analitik hiyerarşi prosesi
GTAW	: Gaz altı kaynağı (Gas tungsten arc welding)
HVAC	: Isıtma, havalandırma, iklimlendirme
İÜ	: İstanbul Üniversitesi
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
MCDM	: Çok kriterli karar verme
min	: Minimum
MRP	: Malzeme ihtiyaç planlaması
MÜ	: Marmara Üniversitesi
PROMETHEE	: Değerlendirmeleri kuvvetlendirmek için tercih sırası düzenleme Yöntemi (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)
sup	: En üst (supremum)
TIG	: Tungsten inert gaz
TOPSIS	: İdeal çözüme benzerlik bakımından sıralama (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions)

VAHP	: Oylamalı analitik hiyerarşi prosesi
YTÜ	: Yıldız Teknik Üniversitesi
$\mu(x)$	: Üyelik derecesi
$\oplus$	: Bulanık toplama
$\ominus$	: Bulanık çıkarma
$\oslash$	: Bulanık bölme
$\otimes$	: Bulanık çarpma

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Deniz yolu taşımacılığı dünya ticaretinin bir numaralı taşıma şeklidir. Deniz yolu taşımacılığını birinci yapan çok sayıda neden bulunmaktadır. Bunlardan bazılarını ucuzluk, bir seferde çok miktarda taşıma yapılabilmesi, deniz aşırı ve okyanus aşırı taşımacılığın yapılabilmesi, güvenlik olarak sayabiliriz. Deniz yolu taşımacılığının, karayolu taşımacılığına göre ortalama 6,5 kez; demiryolu taşımacılığına göre ise 3,5 kez daha ekonomik olmasının yanında, çok büyük miktardaki yüklerin, tek seferde ve güvenli bir biçimde taşınması gemi inşa sektörü için önemli bir avantajdır. Hacimce dünya ticaretinin %75'i deniz yoluyla, %16'sı demiryolu ve karayoluyla, %9'u boru hattı ile ve %0,3'ü havayoluyla gerçekleştirilmektedir [1].

Deniz yolu taşımacılığı gemilerle yapılır. Gemiler, su üstünde yüzen, insan ve yük taşımaya yarayan büyük taşıtlardır. Gemiler tersanelerde üretilirler. Her biri büyük, kapsamlı ve yüksek bütçeli proje olan gemilerin üretimi oldukça karmaşık süreçler barındırır. Tersane yönetimi böylesine karmaşık süreçleri başarıyla yönetip gemiyi armatöre zamanında teslim etmelidir. Tersanenin kurulum aşamasında üretim hatlarının doğru yerleştirilmesinden, doğru ekipman seçimine; işçilerin nitelikli olmasından, mühendis kadrosunun tecrübesine; üretimin doğru planlanmasından, uygun altyüklenici seçimine; vb. kadar farklı ana başlıklardan birçok etken, tersane verimini ve etkinliğini dolayısıyla da zamanında teslim performansını doğrudan etkiler.

Gemi üretimi pek çok sanayi dalını içinde barındırdığından ülkeler için lokomotif görevi üstlenebilecek bir konumdadır. Ayrıca anahtar teslimi olarak üretimi yapılan gemiler küçük büyük birçok ürünün yurtdışına ihraç edilmesine vesile olmaktadır. Bunun yanı sıra tersane tecrübesine sahip olan çalışanlar son derece nitelikli hale gelmekte ve farklı iş kollarında kolaylıkla çalışabilecek yetenek kazanmaktadır. Bu bakımdan tersaneler, sanayinin gelişmesi ve istikrarı için en önemli ihtiyaçlardan biri olan nitelikli teknik elemanların yetişmesi açısından da bir eğitim ocağıdır. Gemi inşa sanayisinin işlevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [1, 2]:

- Bağlı yan sanayi sektörünü sürükler ve geliştirir,
- Teknoloji transferini özendirir,

- Döviz girdisi sağlar,
- Yabancı sermayeyi davet eder,
- Ülke savunmasına hizmeti nedeniyle stratejik önem taşır,
- Nitelikli iş gücünü artırır,
- Bölgesel ticaretin gelişmesine, büyümesine ve güçlenmesine yardımcı olur,
- Bölgede yaşayan insanların refah ve kültürel düzeyini yükseltir,
- Yan sanayi ile birlikte 1'e 7 oranında istihdam oluşturur.

Türkiye'de çok farklı türde gemilerin projelendirmesi ve üretimi yapılabilmektedir. Yabancı armatörler özellikle ürün kalitesi ve Türkiye'nin coğrafi konumundan dolayı Türk tersanelerini tercih etmektedir. 2008 yılının son çeyreğinde başlayan ve etkisi halen süren küresel kriz ve özellikle uzak doğu tersanelerinin aldıkları devlet teşviklerle daha ucuza gemi yapmaları, Türk gemi inşa sanayisini olumsuz etkilemiştir. Bu olumsuzluklar tersaneleri daha özellikli gemi yapımına zorlamıştır.

Gemi üretiminin yapılabilmesi için yeterli özelliklere sahip ve kapasitesini etkin olarak kullanan bir tersanenin tercih edilmesi, inşa sürecini ve kalitesini etkileyecek olan en önemli noktalardan biridir [3]. Teknolojinin gelişimi tüm endüstri kollarında üretimin hızını, kalitesini ve verimliliğini olumlu etkilemiştir. Gemi inşa sanayisi kullanılabilecek teknolojiler açısından çeşitlilik arz eden güçlü bir sanayi koludur. Gemi üretiminde uygulanacak teknolojilerin istenen teslimat süresine, tersane kullanım alanının büyüklüğüne, teçhizatın ve kaldırma makinelerinin kapasitelerine, talebe, rekabet ortamına ve teknolojik çağın şartlarına bağlı olarak değiştiği söylenebilir [3]. Doğru teknolojiye yatırım yapılması tersaneler için önemlidir çünkü yanlış bir kararın sonucunda kurulan teknolojiyi bir başkasıyla değiştirmek çok maliyetli olacaktır.

Armatör taşımayı düşündüğü yükü herhangi bir kayba uğratmadan, en güvenli, en ucuz ve zamanında taşımayı ve bu faaliyet sonucu ekonomik yarar sağlamayı hedef alır. Buna göre armatörün istediği gemi, taşımayı ekonomik yönden yararlı hale sokabilecek her türlü teknik özellikleri taşımasının yanı sıra geçerli ulusal ve uluslararası tüm kurallara uygun, kullananlar ve taşınan yük veya yolcu açısından gerekli konforu yeterli düzeyde barındıracak şekilde üretilmelidir. Armatörün inşa ettirmeye karar verdiği geminin yapılacağı tersane ve geminin teslimine kadar geçen süreç önemlidir. Bu süreç, seçilen tersanenin üretim anlayışına, teknik kadro ve altyapısına, projenin niteliğine, armatörün sahip olduğu finansal güce ve daha birçok dış faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. İnşa sürecinin başarısı armatörün inşa sürecine bakışına ve etkin bir tersanenin varlığına



bağlı olacaktır. Projeye uygun bir tersanenin seçiminden geminin teslim edilmesine kadar geçen tüm aşamaların büyük bir titizlikle ele alınması ve irdelenmesi gerekir [3]. Özellikle geminin inşa edileceği tersanenin seçimi hayati önem arz eder. Uygun tersane aranırken göz önünde bulundurulması gereken kriterler vardır. Yanlış tercih geminin tesliminin gecikmesine, kalitenin düşük olmasına, üretim sırasında tersane ile sürekli sorunlarla uğraşmaya, vb. neden olur. Bunlar armatörü büyük zarara uğratar.

Gemi inşa sanayiini yeni gemi inşası ve gemi bakım onarımı olarak iki ana başlığa bölebiliriz. Her bir ana başlık için gereksinimler değişiktir ve sahip olunması gereken teknoloji ve organizasyon şeması farklı olabilir. Bu nedenle yeni gemi inşası ve gemi bakım onarımı ayrı ayrı ele alınmalıdır.

Bu tez kapsamında bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak uzman görüşleri vasıtasıyla tersaneler için en uygun boru kesme teknolojisinin tespiti ve armatör açısından yeni gemi inşa tersanesi seçiminde göz önünde tutulan kriterlerin önem dereceleri tespit edilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünün devam eden kısmında literatür araştırmasına ve tez çalışmasının konusu ile amacına yer verilmiştir. Ardından gemi inşa üretim sürecinden bahsedilmiştir. Bu kısım dört alt başlıkta incelenmiştir. Bunlardan ilkinde çelik tekne üretim süreci ele alınmıştır. Burada üretim kademelerinden ve iş istasyonlarından bahsedilmiştir. Ardından teçhiz üretim sürecinden ve boru üretim sürecinden bahsedilmiştir. Son olarak dördüncü alt başlıkta ise tersane seçim sürecine değinilmiştir. İkinci bölümde uygulamada kullanılan yöntem anlatılmış ve ardından uygulamalara yer verilmiştir. Burada ilk olarak bulanık mantık konusuna değinilmiştir. Daha sonra karar verme anlatılmıştır. Birinci uygulama tersaneler için boru kesim teknolojisi seçimidir. İkinci uygulama ise yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterleri ile ilgilidir. Üçüncü bölümde uygulamalardan elde edilen bulgular verilmiş ve bulgular üzerinde tartışmalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde uygulamaların sonuçları irdelenmiştir. Beşinci bölümde önerilere yer verilmiştir. Altıncı bölümde tez hazırlanırken başvuru kaynakları bulunmaktadır. Yedinci ve son bölümde ise ekler yer almaktadır.

## **1.2. Literatür Araştırması**

Çalışmada literatür taraması yapılırken iki farklı yaklaşım izlenmiştir. Bu yaklaşımlardan birincisinde karar verme yöntemlerinin gemi inşa sanayisindeki uygulama

alanları taranmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar üç kısma ayrılmıştır. Birinci kısım Türkiye’de hazırlanan yüksek lisans tezlerini içermektedir ve bunlar Tablo 1’de verilmişleridir. İkinci kısım yine Türkiye’de hazırlanan doktora tezlerini kapsamaktadır ve bunlar Tablo 2’de görülmektedir. Üçüncü ve son kısım ise makaleleri göstermektedir ve bunlar da Tablo 3’te verilmişleridir.

Tablo 1. Yüksek lisans tezleri

Yazar	Yıl	Tez Adı	Üniversite
Yaraş [4]	1999	Gemi ana makine seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması	İTÜ
Menteş [5]	2000	Manevra ve sevk sistemi seçiminde bulanık çok kriterli karar verme	İTÜ
Erdem [6]	2002	Savaş gemilerinin maliyetlerinin azaltılmasında bilgi yönetimi	İTÜ
Ata [7]	2007	Çok kriterli karar verme yöntemlerinin savaş gemisi tasarımına yönelik kriterlerin ağırlık katsayılarının belirlenmesinde kullanımı	MÜ
Çiçek [8]	2007	Kısa mesafeli yoğun yolcu taşımaya yönelik deniz aracı konsept tasarımı ve işlevsellik yönünden değerlendirilmesi	YTÜ
Cengiz [9]	2007	Türkiye’deki mevcut koşulların bulanık analitik ağ süreciyle değerlendirilerek uygun tersane yeri seçimi	YTÜ

Tablo 2. Doktora tezleri

Yazar	Yıl	Tez Adı	Üniversite
Paksoy [10]	1998	Çok amaçlı karar ortamında gemi seçimi modeli	İÜ
Ölçer [11]	2001	Yeni bir bulanık çok öz-nitelikli karar verme tekniğinin geliştirilmesi ve gemi inşaatı ve dizaynı karar verme problemlerine uygulanması	İTÜ
Saraçoğlu [12]	2009	Büyük yatırım analizlerinde yeni genel bir yöntem ve tersane - liman yatırımında bir uygulama	İTÜ
Çelik [13]	2009	Gemi işletmeciliğinde yönetimsel süreçlerin risk temelli analitik modellenmesine yönelik bir entegre karar destek sistemi	İTÜ
Menteş [14]	2010	Açık deniz yapıları bağlama sistemlerinin dizaynında bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması	İTÜ
Kırdağlı [15]	2010	Tersanelerde verimliliği etkileyen parametrelerin fuzzy AHP yöntemi ile analizi	İTÜ

İkinci yaklaşımda ise tez kapsamına alınan uygulamalara yönelik olarak literatür incelemesi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane

Tablo 3. Makaleler

Yazar	Yıl	Makale Adı
Frankel [16]	1991	Stochastic Expert Choice in Ship Production Project Management
Ölçer ve Odabaşı [17]	2005	A new fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion/maneuvering system selection problem
Ölçer, vd. [18]	2006	An integrated multi-objective optimization and fuzzy multi-attributive group decision-making technique for subdivision arrangement of Ro-Ro vessels
Li, vd. [19]	2007	Quality information management system of shipyard on the basis of AHP arithmetic
Çebi, vd. [20]	2008	Gemi sistemleri için entegre bakım-onarım yönetimi gereksiniminin analizi
Patlins, vd. [21]	2008	The development of expert system for selecting of efficient reserve power supply source for the electrical supply of small ship
Palaz ve Kovancı [22]	2008	Türk Deniz Kuvvetleri denizaltılarının seçiminin AHP ile değerlendirilmesi
Hui-Li, vd. [23]	2009	Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in shipyard project investment Risk Recognition
Matujla [24]	2009	Hierarchical Modeling as Basis for an Optimal Shipyard Layout Design Methodology
Güneri, vd. [25]	2009	A fuzzy ANP approach to shipyard location selection
Pires Jr, vd. [26]	2009	Shipbuilding performance benchmarking
Çelik, vd. [27]	2009	Fuzzy Axiomatic Design-based Performance Evaluation Model For Docking Facilities in Shipbuilding Industry: The Case of Turkish Shipyards
Çebi, vd. [28]	2010	Structuring ship design project approval mechanism towards installation of operator-system interfaces via fuzzy axiomatic design principles
Gümüş ve Yılmaz [29]	2010	Sea vessel type selection via an integrated VAHP-ANP methodology for high-speed public transportation in Bosphorus.
Zangoumezhad, vd. [30]	2011	Using SCOR model with fuzzy MCDM approach to assess competitiveness positioning of supply chains: focus on shipbuilding supply chains
Barlas [31]	2012	Occupational Fatalities in Shipyards: an Analysis in Turkey
Cortes, vd. [32]	2012	Applying fuzzy extended analytical hierarchy (FEAHP) for selecting logistics software
Yang, vd. [33]	2012	Selection of techniques for reducing shipping NOx and SOx emissions
Kamble, vd. [34]	2012	Optimization of welding mechanisms using analytic hierarchy process, technique for order preference by similarity to ideal solution and graph theory and matrix approach.

seçim problemi ve tersanelerde kullanılan boru kesim teknolojilerinin değerlendirmeleri yapıldığından bu aşama da iki kısma ayrılmıştır. İlk kısımda boru kesim teknolojilerinin değerlendirilmesi merkezli bir literatür taraması yer alırken ikinci kısım yeni gemi inşa tersanesi seçimi merkezli literatür taramasını içermektedir.

Kesme teknikleri ile ilgili literatür incelendiğinde karşımıza genellikle bir yöntemle alakalı kesme parametrelerinin incelendiği çalışmalar çıkmaktadır. Bunun yanı sıra kesme kalitesi ve kesme tekniğinin kesilen malzemeye etkileri de çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Ayrıca kesim sonuçlarının önceden belirlenebilmesi için bulanık mantığın kullanıldığı çalışmalar da vardır. Bunların yanı sıra kesme işlemi sonucunda ortaya çıkan gazların insan sağlığı üzerine etkileri de incelenmiştir. Yapılan literatür taramasında boru kesimine özel, çeşitli yöntemlerin bulanık mantık kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Perzel vd. [35] aşındırıcı su jeti teknolojisini plazma, oksijen ve lazer kesim teknolojileriyle çeşitli kriterler açısından karşılaştırmışlardır. Olsen [36] geleneksel lazer kesme tekniği ile özel ışın desenli lazer kesim tekniğini birbiri ile kıyaslamıştır. McCormic [37] lazer, plazma, elektroerozyon ve su jeti ile kesme teknolojilerini incelemiş ve su jeti teknolojisini teknik açıdan diğer yöntemlerle kıyaslamıştır. Yazıcıoğlu ve Yalçınkaya [38] tarafından yapılan çalışmada geleneksel su jeti ve aşındırıcı su jeti kesme yöntemlerinden bahsedilmiş, ayrıca bu yöntemler teknik bakımından alevle kesme, delme presi, lazer kesim, plazma kesim ve tel erozyon yöntemleriyle karşılaştırılmışlardır. Carlson [39] boru kesiminde uygun testere seçimi hakkında bilgi vermiştir. Metal Center News'da çıkan makalede [40] birçok farklı parametre bazında oksijen, plazma ve lazer kesim tekniklerinden bahsedilmiştir. Geren ve Tunç [41] farklı su jeti ile kesim sistemlerinin içinden en uygun olan kesim teknolojisinin seçimi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Yine su jeti kesim sistemlerinden en uygun teknolojinin seçimine ilişkin bir diğer çalışma Tozan [42] tarafından yapılmıştır. Çalışmada bulanık AHP kullanılmıştır. Zheng vd. [43] lazer ve su jeti kesim teknolojilerini kesim kalitesi ve maliyet açısından karşılaştırmışlardır. Lazer ve su jeti teknolojilerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise Zelenak vd. [44] CO<sub>2</sub> lazer ve aşındırıcı su jeti teknolojilerinin titanyum ASTM B268-99 malzemenin kesim yüzeyi hassasiyeti üzerine etkilerini deneysel olarak incelemişler ve bu iki yöntemi kıyaslamışlardır. Atıcı ve Güllü [45] plazma ve sualtı plazma kesim teknolojilerinin AISI 304 ve AISI 1050 çeliklerinin kesim yüzeyi pürüzlülüğü ve sertliğine etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. Harničárová vd. [46] lazer, plazma ve oksijen kesim teknolojilerinin EN S355J0 düşük karbonlu yapı çeliğine etkilerini araştırmışlardır. Akkurt [47] AISI 1030 malzemeyi farklı kesme teknolojileriyle kesmiş ve çeşitli kriterler açısından bu teknolojilerin arasından en uygununu tespit etmiştir. Temuçin [48] hazırladığı yüksek lisans tezinde bir karar destek yazılımı geliştirmiş ve AISI 309 paslanmaz çelik malzemeyi kesmek için en iyi kesme

yöntemini belirleyen bir model sunmuştur. Geliştirilen bu yazılım ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, bulanık ELECTRE ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içermektedir. Elenen ve Ersoy [49] mermer kesim işlemi için kullanılan kesme yöntemi alternatiflerini bulanık TOPSIS kullanarak değerlendirmişlerdir. Ebadian vd. [50] tarafından yapılan çalışmada çeşitli metal kesme işlemleri sırasında ortaya çıkan gazların insan sağlığına etkileri incelenmiştir.

Literatürde tersane seçimiyle ilgili olarak oldukça az çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Bunlardan en yeni ve kapsamlı olanlarından biri Çelik vd. [27] tarafından Türkiye'deki bakım onarım tersaneleri üzerine yapılmıştır. Bu çalışmada bakım onarım tersanesi seçimi çok kriterli bulanık aksiyomatik tasarım kullanılarak yapılmıştır. Türkiye'de konumlu 11 tersanenin ele alındığı çalışmada kriter ağırlıkları tespit edilmiş buna göre kriterleri en iyi şekilde sağlayan tersane tespit edilmiştir. Özyiğit [3] ise yüksek lisans tez çalışmasının yalnızca küçük bir bölümünde tersane seçilirken göz önüne alınan kriterlere değinmiştir. Burada armatörler tarafından tersanenin projeye uygunluğunu belirlemek için denetlenen tersane özelliklerinden bahsedilmiştir. Kanada hükümetinin 2011 yılında ihtiyacı olan gemiler için beş tersane üzerinden yaptığı değerlendirmede iki aşamalı bir seçim yöntemi izlenmiştir [51]. Buna göre ilk aşamayı, zorunlu olarak sağlanması icap eden gereklilikler oluşturmaktadır. Sıralamaya girecek tersanelerin bu aşamayı muhakkak geçmeleri gerekmektedir. İkinci aşamada ise kriterler bazında seçim prosedürü izlenmiştir.

### **1.3. Tez Çalışmasının Konusu ve Amacı**

Bu çalışmada tersaneler için en uygun boru kesim teknolojisinin tespit edilmesi ve yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin önem ağırlıklarının tespiti konuları ele alınmıştır.

Öncelikle bir geminin üretim sürecinden bahsedilmiştir. Daha sonra uygulamada kullanılan bulanık karar verme yöntemleri anlatılmıştır. Bu amaçla öncelikle bulanık mantık konusuna daha sonra karar verme ve bulanık karar verme konularına değinilmiştir.

Tersaneler için en uygun boru kesim teknolojisinin belirlendiği uygulama ile özellikle tersanelerin kuruluş aşamasında hangi boru kesim teknolojisinin satın alınması gerektiği konusunda tersane tasarımcısına ve yatırımcıya yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Bu sayede en doğru teknolojiye yatırım yapılarak sonradan yaşanabilecek sorunlar önlenmesi amaçlanmıştır.

Yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin önem ağırlıklarının tespiti uygulaması ile armatörlerin yeni gemi inşa ettirmek için hangi tersaneyi seçmeleri gerektiği konusunda onlara yol göstermek amaçlanmıştır. Burada belirlenen kriterler ve kriter ağırlıkları temel alınarak proje teklifi veren tersaneler değerlendirilerek doğru bir karar verilebilir. Böylece kaliteli bir gemiyi zamanında teslim almak mümkün olacaktır.

#### **1.4. Gemi İnşaatı Üretim Süreci**

Gemi inşası, birbiri ile etkileşimli birçok farklı işin bir arada bulunduğu, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Çelik teknenin inşa edilmesi, boru donatımı, teçhiz donatımı, makine ve ekipmanların yerleştirilmesi, elektrik işleri, boya, mobilya, HVAC bu işlerin ana başlıkları olarak sayılabilirler. Büyük ölçekli bir üretim projesi olan gemi inşasında konstrüksiyon aşamasında, montaj ve boya işleri yanı sıra makine ve ekipmanların, boruların, elektrik kablolarının ve diğer bileşenlerin bloğa yerleştirilmesi gerekmektedir [52].

Gemi inşaatı uzun ve yorucu bir süreçtir. Bu nedenle üretimin ve kaynak kullanımının kontrol edilebilmesi için gemi, üretim birimlerine ayrılmıştır. Günümüzde gemi üretiminde blok üretim birimleri oluşturulmuştur. Geminin inşaatına başlanmadan önce tersanenin altyapısına uygun şekilde (vinçlerin kaldırma kapasiteleri, saha içinde blok nakliyat araçlarının kapasiteleri, vb.) gemi bloklara ayrılır ve üretimin planlaması bu birimler üzerinden gerçekleştirilir [53].

Modern üretimde blokların imalat sürecinde donatılmış ve boyanmış olması esas alınır. Bloğun gemi bünyesinde bulunduğu yere göre blok yapısında bulunan donanım değişiklik gösterir. Genel anlamda blok bünyesinin aşağıdaki maddelerden teşekkül ettiğini söyleyebiliriz:

- Çelik tekne imalatı
- Teçhiz donatımı
- Boru donatımı
- Elektrik donatımı

- Elektronik donatımı
- HVAC donatımı
- Makine ve ekipmanlar
- Mobilyalar
- Panel ve izolasyon işleri

Yukarıda sayılan maddelerden ayrı olarak boyama işlemi blok üretim sürecinin son aşaması olarak karşımıza çıkar. Bu maddelerin en kapsamlıları olan çelik tekne imalatı, teçhiz donatımı ve boru donatımı tez kapsamına alınmıştır.

### 1.4.1. Çelik Tekne Üretim Süreci

Akış tipi modern üretim mantığının yerleştiği tersanelerde geminin üretimi daha sistemli ve daha kolaydır. Üretimin detaydan bütüne yani küçük parçalardan büyük parçalara doğru aktığı (bottom-up) modern süreçte önce küçük yapılar inşa edilir. Küçük parçaların birleştirilmeleri ile daha büyük parçalar ve bloklar oluşur.

Tersaneye gelen sac ve profiller stok alanında depolanırlar. Burada iki çeşit depolama şekli uygulanır:

- Üst üste stoklama: Bu yöntem daha çok tercih edilmektedir. Üst üste stoklamada bir istif sınırı vardır ve genellikle bu sayı en fazla ondur. Fazla istifleme yapıldığında altta kalan saclar fiziki olarak deformasyona uğrayabilirler.
- Dikey stoklama

Stok sahası tersanenin en önemli kısımlarından birisidir. Bu nedenle stok sahası belirlenirken dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bu hususları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Yıllık inşa edilmesi planlanan gemi sayısı yani yıllık sac işleme kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır.
- Stok devinim hızı (stock turnover) göz önünde bulundurulmalıdır. Stok devinim hızını şöyle bir örnekle kısaca açıklayabiliriz: Tersaneye belli periyotlarla sac ikmali yapılır. Örneğin yıllık 10000 saca ihtiyaç var ise ve tersane yıllık dört partide bu sacı alıyorsa üç ayda bir 2500 adet sac tersaneye giriş yapacaktır. Bu durumda stok devinim hızı 2500 adet olur.

- Lojistik ihtiyaçları karşılayabilmek için ara yollar bırakılmalıdır (saclara ulaşım, ayıklama, vb. için)
- Yüzey hataları ilk etapta fark edilmemiş ama çelik işleme atölyesinden geri gönderilmiş ya da çelik işleme atölyesine yanlış gönderilmiş sacların geri geldiğinde stoklanması için bir yer ayrılmalıdır (Rejected area).
- Sıralama alanı (sorting, marshalling area) ayrılmalıdır. Sıralama alanı çelik işleme atölyesinden istenen sacların seçilip biriktirilmesi için gerekli alandır.

Planlama bölümünden kesimi yapılacak olan bloğun iş emri çelikhaneye ulaştıktan sonra bu iş emrini alan çelik işleme atölyesi iş emrinde belirtilmiş olan ve blok için gereken sacların hazırlanması için stok sahasına bilgi verir. Sac stok sahasındaki saclar arasından blok için gerekli olanlar ayıklanarak sıralama alanında toplanırlar. Buradan sonra saclar muayene hattından geçirileceklerdir. Muayene hattında sacların ön hazırlık işleri yapılır. Muayene hattının bünyesinde bulunan bölümler ve burada yapılan işlemler sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- Merdaneler: Stok sahasında seçilirken veya taşıma aşamasında yamulan saclar bu kısımda düzeltilirler.
- Ön ısıtma ünitesi (preheat unit): Sacı ısıtır ve kuru hale getirir.
- Kumlama ünitesi (shotblasting): Bu bölümde yüzeysel olarak raspa işlemi yapılır. Bu sayede sacın yüzeyi temizlenir ve yüzey pürüzlülüğünü belli bir ölçüye getirilir.
- Astarlama ünitesi (priming unit): Burada saca astar boya atılır. Bu astar boya sacı yaklaşık olarak dört ay kadar yağmur kar gibi dış etkenlerden korur.
- Kurutma tüneli (drying tunnel): Bu kısımda saca sıcak hava üflenir ve astarın kurumması sağlanmış olur.

Ön işlem gören saclar daha sonra çelik işleme atölyesi önünde bulunan stok alanına getirilirler. Burada saclar kendilerine uygulanacak işleme göre ayrılırlar. Örneğin, kenar kesimi yapılacak olanlar panel hattına; CNC kesimi yapılacak olanlar CNC hattına ayrılırlar. Saclarla eş zamanlı olarak, iş emrinde belirtilmiş olan profiller de saclarla aynı yolu izleyerek çelikhanedeki profil kesme alanına gelirler.

Muayene hattında yapılan yüzey temizleme ve astarlama uygulamasından sonra çelik işleme atölyesinde kesim ve şekillendirme işlemi yapılır. Hazırlanan parçaların montaj edilip kaynatılmasıyla paneller, elemanlı paneller, küçük gruplar ve alt gruplar meydana gelir. Alt ve küçük grupların bir araya getirilmesiyle matris yapılar, gruplu paneller, alt



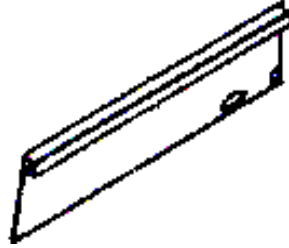
blok ve bloklar oluşturulur [53]. Tüm bu süreçte imal edilen ara parçalar üretim kademeleri olarak isimlendirilirler. Her bir üretim kademesi farklı iş istasyonunda imal edilmektedir.

#### **1.4.1.1. Üretim Kademeleri**

Gemi bünyesini oluşturan blokların üretimi oldukça karmaşıktır. Bu karmaşıklık daha sistemli bir üretim mantığının doğmasına neden olmuştur. Bu mantığın temelinde bloğun çeşitli üretim kademelerinden imal edilmesi vardır. Üretim kademeleri bloğun çelik yapısının daha sistematik ve anlaşılır bir şekilde olmasını sağlar. Bu üretim kademeleri aşağıdaki gibidir [54].

##### **1.4.1.1.1. A Üretim Kademesi**

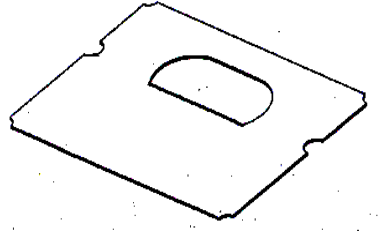
Tersaneye hazır olarak gelmiş olan profillerin kesilmesi sonucu ortaya çıkan, belirli boyutlara sahip olan tekil profil parçalarını temsil eden üretim kademesidir. Şekil 1’de A üretim kademesine ait olan tekil bir profil görülmektedir.



Şekil 1. A üretim kademesi

##### **1.4.1.1.2. B Üretim Kademesi**

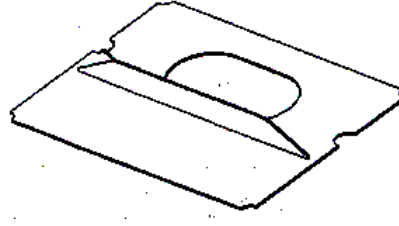
Bu üretim kademesi, tersaneye hazır olarak gelmiş olan saçların kenar kesim ve nest kesimi sonucu ortaya çıkan tekil saç parçalarını göstermektedir. Şekil 2’de B üretim kademesine ait olan tekil bir saç parçası görülmektedir.



Şekil 2. B üretim kademesi

#### 1.4.1.1.3. C Üretim Kademesi

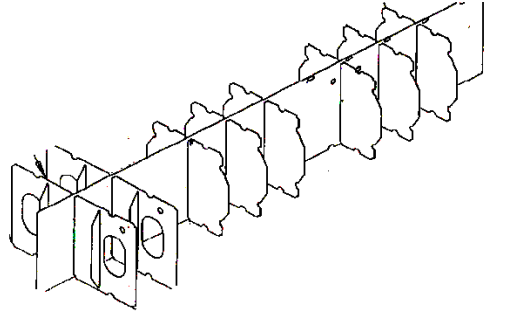
A ve B kademesini oluşturan tekil parçaların birbirleriyle montajı sonucu ortaya çıkan yapıdır. Şekil 3, C üretim kademesine ait olan bir yapıyı göstermektedir.



Şekil 3. C üretim kademesi

#### 1.4.1.1.4. D Üretim Kademesi

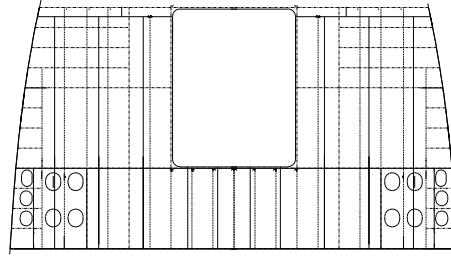
En az iki tane C kademesinin bir araya getirilmesi ile elde edilen üretim kademesidir. Bu yapı döşek olarak da isimlendirilir. Şekil 4 D, üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 4. D üretim kademesi

#### 1.4.1.1.5. E Üretim Kademesi

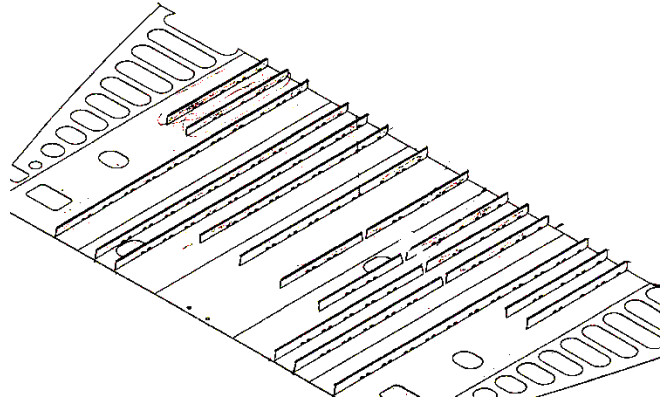
Kenar kesimi sonucu üretilen saçların birbirleriyle montajlarının yapılmasıyla oluşan panel, E üretim kademesini temsil etmektedir. Örneğin çift dip bloğunda bulunan tanktop paneli ve dış kaplama paneli E üretim kademesini oluşturmaktadır. Şekil 5, E üretim kademesi yapısını üstten görünüm şeklinde göstermektedir.



Şekil 5. E üretim kademesi

#### 1.4.1.1.6. F Üretim Kademesi

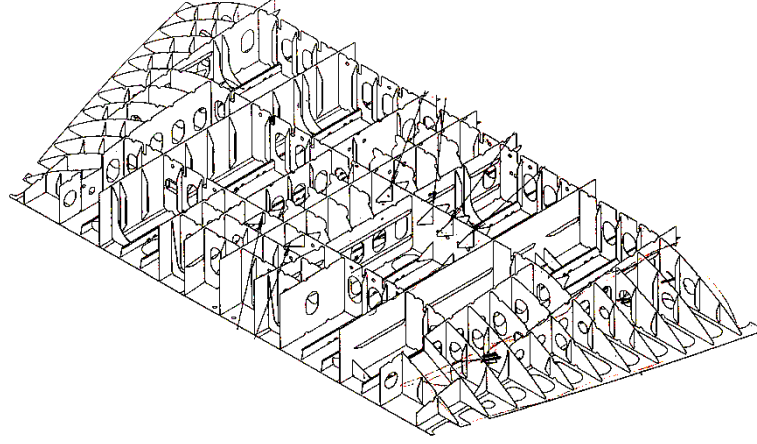
E kademesi üzerine profillerin montajının yapılmasıyla ortaya çıkan yapı, F üretim kademesidir. Şekil 6 F, üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 6. F üretim kademesi

#### 1.4.1.1.7. G Üretim Kademesi

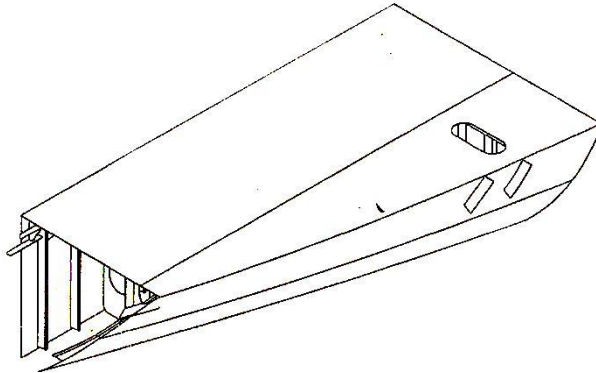
Panelin üzerine profillerin montajı ile ortaya çıkan elemanlı panel (F kademesi) üzerine C ve D üretim kademesini oluşturan yapıların (seksiyonların) montajı sonucu ortaya çıkan elemanlı ve gruplu panel, G üretim kademesini temsil etmektedir. Şekil 7, G üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 7. G üretim kademesi

#### 1.4.1.1.8. H Üretim Kademesi

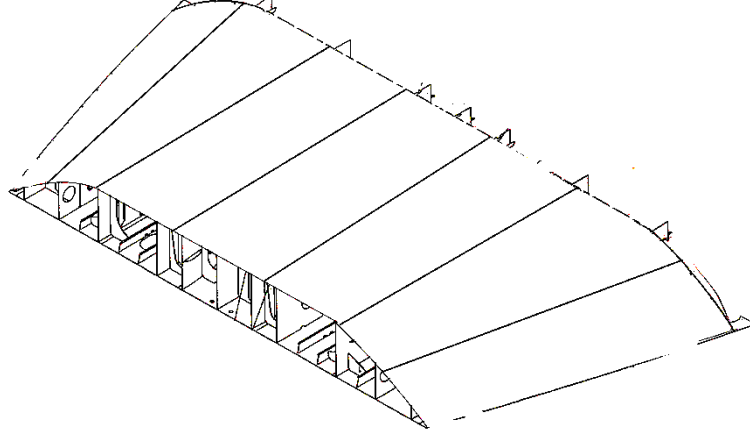
Eğrisel panel üzerine eğrisel profillerin ve grupların montajı sonucu ortaya çıkan yapıdır. Şekil 8, H üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 8. H üretim kademesi

#### 1.4.1.1.9. J Üretim Kademesi

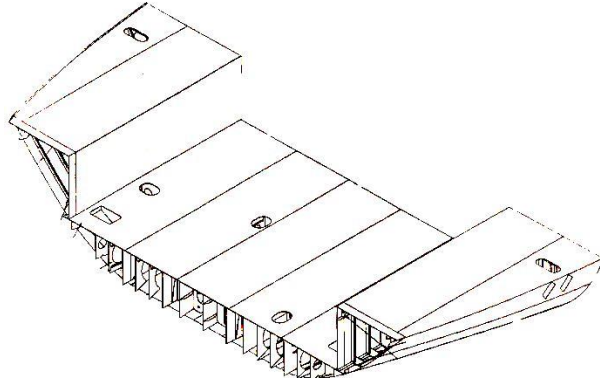
Blok montaj sahasında, elemanlı ve gruplu tanktop paneli üzerine, elemanlı dış kaplama panelinin montajı sonucu elde edilen yapıdır. Şekil 9, J üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 9. J üretim kademesi

#### 1.4.1.1.10. K Üretim Kademesi

Blok montaj sahasında J üretim kademesini oluşturan yapının ters çevrilip, eğer varsa ek blok ve tekil parçaların montajının yapılması ve eksik kaynakların tamamlanmasıyla ortaya çıkan ürün K üretim kademesini oluşturmaktadır. Şekil 10, K üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 10. K üretim kademesi

### **1.4.1.2. İş İstasyonları**

Gemi üretimi birçok farklı işlemi içerdiğinden son derece zor bir iştir. Gemi üretim sürecinde binlerce etkinliğin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu karmaşıklığın üstesinden gelebilmek için üretimin sistematik bir şekilde yapılması gerekir. Bu durum, farklı iş istasyonlarında üretim yapmayı gerekli kılar. Her bir istasyonun bir görevi vardır [55]. Bu bölümde yukarıda anlatılan üretim kademelerinin üretildiği iş istasyonlarından bahsedilecektir.

#### **1.4.1.2.1. Kenar Kesim İstasyonu**

Panel saclarının uygun boyutlara getirildiği istasyondur. Genellikle plazma kesim kullanılır.

#### **1.4.1.2.2. Kenar Temizleme ve Sıralama İstasyonu**

Bu istasyonda saclar burada bulunan masaların üzerlerine kaldırılır ve taşlama yapılır. Eğer sacların kalınlıkları 15 mm'den az ise kaynak ağzı açılmaz. 15 mm den kalın saclar ise kaynak ağzı açıldıktan sonra kenar temizleme ve sıralama istasyonuna getirilir. Taşlama işleminden sonra saclar kullanılacakları yere ve işlem sırasına göre sıralanırlar. Örneğin, bir çift dip bloğu için misal verecek olursak, tanktop sacları bir kısma, dış kaplama sacları ayrı bir kısma sıralanırlar, ama bu sıralama esnasında saclar kendi içlerinde de işlem sırası gözetilerek istiflenirler.

#### **1.4.1.2.3. Panel İmalatı İstasyonu**

Burada saclar birleştirilerek E üretim kademesi yani paneller imal edilirler. Sacların birleştirilmesi şu şekilde yapılır: İki sacın birleştirme yerlerine yakın bir yere sabitleme ayakları bastırılır. Böylece her iki sac da sabitlenmiş olur. Daha sonra punto kaynakla montaj işlemi yapılır. Montaj işlemi tamamlandıktan sonra kaynak işlemine geçilir. Genellikle toz altı kaynağı kullanılır. Burada iki adet torç eş zamanlı olarak kaynak yapar

(biri kök pasosunu diğeri üst pasoyu atar). Kaynaklı birleştirme yerinin altında bakır veya seramik altlıklar vardır. Böylece tek taraftan tam penetrasyon kaynak yapılmış olur.

#### **1.4.1.2.4. Panel Kesim İstasyonu**

Bilgisayarda hazırlanmış çizimlere göre otomatik olarak kesimlerin yapıldığı kısımdır (CNC). Menholler, dış hat kesimleri (contour cutting), vb. diğer gerekli kesimler yapılır. Daha sonra panel üzerinde gerekli elemanların geleceği kısımlara kaynağın daha iyi nüfuz edebilmesi için lokal olarak raspalama yapılır. Raspalamanın ardından bu kısımlara işaretleme yapılır, böylece elemanın yeri ve kalınlık yönü tam olarak belli edilmiş olur. Aynı zamanda operatör tarafından bu işaretin yanına hangi eleman gelecekse (profil veya döşek) onun kodu elle yazılır.

#### **1.4.1.2.5. Profil Montaj İstasyonu**

Bu bölümde panele profillerin montajı yapılarak F üretim kademesi yani elemanlı panel oluşturulur. Hem profilin üzerinde hem de panelin üzerinde tanımlama kodları vardır. Montaj sırasında bu kodlara göre eşleştirme yapılır. Profillerin sacdaki markalı kısımlara ayarlanması işine profil hizalama denir. Profil hizalama işleminden sonra üstten sabitleme ayakları inerek profili saca bastırır ve sabitler, daha sonra punto kaynakla montaj yapılır.

#### **1.4.1.2.6. Profil Kaynak İstasyonu**

Montajı yapılan profillerin kaynak işi bu istasyonda icra edilir. Böylece F üretim kademesi yani elemanlı panelin imalatı tamamlanır. Bu istasyonda çift taraflı olarak köşe kaynağı yapılır ve genellikle gaz altı kaynağı kullanılır. Modern tersanelerde otomatik kaynak makineleri ile kaynak yapılmaktadır.

#### **1.4.1.2.7. Seksiyon Montaj İstasyonu**

Burada daha önceden ön imalatı yapılmış olan döşeklerin, panel kesiminde markalanmış olan yerlerine montaj edilmesiyle G üretim kademesi yani büyük alt grup oluşturulur. Hem döşegin üzerinde hem de döşegin geleceği yerde kodlama yapılmıştır. Panel tezgâhta tekerleklerin üzerinde durduğundan bazı kısımlarında çökmeler olabilir. Bu nedenle gelen döşek tam olarak panel sacına oturmaz, arada çökmelerden kaynaklanan boşluklar oluşur. Bu boşlukları gidermek için hidrolik krikolarla çöken kısımlar alt taraflarından bastırılarak tam olarak panelin döşeğe yaslanması sağlanır. Daha sonra punto kaynakla döşegin montajı tamamlanır.

#### **1.4.1.2.8. Seksiyon Kaynak İstasyonu**

Bu istasyonda, montajı tamamlanan döşeklerin (derin elemanların) kaynak işlemi yapılır. Böylece döşek montaj istasyonunda oluşturulan G üretim kademesi yani büyük alt grubun imalatı bu istasyonda tamamlanır. Genellikle gaz altı kaynağı kullanılır.

#### **1.4.1.2.9. Panel Hattı Sonu Taşlama İstasyonu**

Tüm blokta boyaya hazırlık işlemi yapılır. Keskin kenarlar yumuşatılır, kaynak sıçrakları temizlenir. Montaj işlemi sırasında parçaları birbirine ayarlamak için çapaklar kullanılmışsa bunlar temizlenir.

#### **1.4.1.2.10. Profil Kesim İstasyonu**

Bu istasyonda A üretim kademesi yani belirli bir boya sahip tekil profil parçaları imal edilir. Profil kesme tezgâhında profillerin saca bağlantı yapılacak alt kısımları tel fırça ile temizlenir. Kesim bilgisayar kontrollü olarak nesting kesimi şeklinde yapılır (CNC). Hazırlanan neste göre doğrama işlemi yapılır. Ayrıca profillere cugul açma işlemi burada kesme yoluyla ya da presle delme yoluyla yapılır. Aynı tezgâhtaki kesim makinesi markalama yapabilen bir uca da sahip ise bu sayede kesimi yapılan profilin üzerine kodu



yazılır, yoksa elle operatör tarafından yazılmalıdır. Daha sonra kesim yapılan kısımlar taşlanır.

#### **1.4.1.2.11. Profil Eğme İstasyonu**

Burada sintine dönümü gibi eğimli kısımlara gelen profillerin büküm işlemi yapılır. Eğme işlemi şöyle yapılır: Önce aynı kesitteki iskele ve sancak taraftaki profiller sırt sırta puntalanır. Her iki profil aynı anda bükülecektir. Daha sonra birebir çıktısı alınmış posta kesitinden yararlanılarak kalıp çıkartılır. Kalıp sunta veya plastik olabilir. Bu kalıp vasıtasıyla profilin üzerine tebeşirle eğrisi çizilir ve bu eğri çizgi düzleşene kadar preste bükme işlemi yapılır. Eğim işleminden sonra profiller birbirinden ayrılırlar. Profiller profil kesme istasyonunda tam boylarına kesilmezler, bu nedenle buradaki büküm işleminden sonra, ayrılan profillerdeki bu tolerans payları kesilerek profiller tam boylarına getirilirler. Daha sonra kesilen kısımlar ve profil sırtlarında oluşan kaynak artıkları taşlanarak temizlenir.

#### **1.4.1.2.12. Nest Kesim İstasyonu**

Bu istasyonda B üretim kademesi yani tekil sac parçalar imal edilir. CAD-CAM ofisinde hazırlanan çizimler CNC kesim tezgâhındaki makineye yüklenir. Burada operatör tarafından gerekli ayarlar yapıldıktan sonra kesim başlar. Kuru veya ıslak olarak kesim yapılabilir. Islak kesim ısı girdisini azaltmak için tercih edilir. Kesim bittikten sonra nesting resmine göre operatör tarafından her parçanın üstüne tek tek ismi elle yazılır. Bu işlem, eğer tezgâhta gerekli donanım varsa, otomatik olarak CNC makinasıyla da yapılabilir. Ayrıca eğer kesilen parçaların üzerine gelecek başka bir parça varsa burada onun geleceği yerin de işaretlenmesi CNC tarafından yapılır. Daha sonra kesilen sacdaki parçalar aralarındaki köprüler (metotlar) kesilerek birbirinden ayrılırlar. Bu işlem için genellikle oksijen kesimi kullanılır ve elle kesim yapılır. Birbirinden koparılan parçalar CNC tezgâhından alınarak ayrıştırma (kitting) alanına getirilirler. Ayrıştırma alanında CNC vasıtasıyla kesimi yapılan parçalar görecekları işleme göre seçilip ayrılırlar.

#### **1.4.1.2.13. Ön İmalat İstasyonu**

Bu istasyonda C ve D üretim kademeleri yani küçük ve alt gruplar (döşekler) imal edilirler. Öncelikle küçük gruplar oluşturulur. Daha sonra küçük gruplar ve eğer varsa tekil parçalar birbirine montaj yapılarak alt gruplar elde edilir. Parçaların montajı için öncelikle montaj edileceği yere sabitlemesi gerekir. Bu sabitleme işi vinç, punto kaynak ve köşebent ile yapılır. Eğer büyük ebatlarda profil varsa bunun sabitlenmesi köprü ile yapılır. Sabitlenen parçanın öncelikle punto kaynak işlemi ile montajı yapılır. Punto kaynağın ardından punto kaynakların taşlanması gerekir ve punto kaynak sonrası taşlama işlemi yapılır. Taşlama işleminin ardından kaynak işlemi yapılır. Kaynak tamamlandıktan sonra montaj sırasında kullanılan çapaklar ve kaynak sırasında oluşan sıçraklar taşlanarak parçanın montajı bitirilmiş olur.

#### **1.4.1.2.14. Jig İstasyonu**

Eğrisel parçaları formuna göre alttan destekleyen yapılara jig denir. Jig istasyonunda, eğimli saclar bu jiglerin üzerine oturtulur ve iki sacın birleştirme işlemi yapılır. Benzer şekilde eğrisel blokların imalatı da jig istasyonunda gerçekleştirilir. Eğrisel panel üzerine eğrisel profillerin ve grupların montajı sonucu ortaya çıkan yapı olan H üretim kademesi jig istasyonunda üretilmektedir. Eğer jig tezgâhındaki destekler aşağı yukarı hareket ettirilebiliyorlarsa bunlara hareketli jig (pin jig) denilir. Hareketli jigler daha kullanışlı olmaktadır. Sabit jiglerde destekler, eğriliği farklı olan her parça için kesilip ayarlanmaktadır. Bu nedenle sabit jiglerin kullanım ömrü daha kısa olmaktadır. Hareketli jiglerde ise ayarlama işlemi için hareketli ayaklar bulunur. Jig istasyonunda tek taraflı kaynak yapılır bu nedenle seramik altlık kullanılır.

#### **1.4.1.2.15. Pres İstasyonu**

Eğimli sacların eğildiği istasyondur. Kalıplara göre eğme yapılır. Buradan saclar jig istasyonuna gider.

#### 1.4.1.2.16. Blok Montaj İstasyonu

Burada önceki istasyonlarda imal edilen yapılar birleştirilir, J ve K üretim kademeleri yani nihai blok oluşturulur. Blok montaj istasyonu bazı tersanelerde çelik işleme atölyesi dışında kalır. Bazı tersanelerde ise hem çelik işleme atölyesi içinde hem de çelik işleme atölyesi dışında blok montaj istasyonları bulunur. Bu tip tersanelerde genellikle paralel gövde blokları çelik işleme atölyesi içindeki blok montaj istasyonunda imal edilirken, geminin baş ve kıç bölgelerindeki eğrisel bloklar çelik işleme atölyesi dışındaki blok montaj istasyonunda üretilirler. Örneğin bir çift dip bloğunun bu istasyonda göreceği işlem şu şekildedir: Blok montaj alanına gruplu tanktop paneli, elemanlı dış kaplama paneli, gerekli tekil parçalar (braket vs.), eğilmiş sintine saçları gelir. Gruplu tanktop paneli vincin yardımıyla düz jigün üzerine oturtulur. Dış kaplama paneli vinç yardımıyla gruplu tanktop panelinin üzerine oturtulur. Dış kaplama panelinin üzerine ağırlık koyarak boşluk alınır ve elemanlı dış kaplama paneli ile gruplu tanktop paneli punto kaynakla birleştirilir. Tekil parçaların da punto kaynakları yapılır ve sintine saçları ters duran bloğa monte edilir ve sintine saçlarının kaynak işlemleri tamamlanır. Vinç yardımıyla ters duran blok düz hale getirilir, punto kaynaklar taşlanır, gaz altı kaynak işlemi ve sonrasında taşlama işlemi yapılarak düz haldeki bloğun kaynak işlemleri tamamlanır. Daha sonra gerekli kısımlara taşlama işlemi yapılarak blok imal edilmiş olur.

#### 1.4.2. Teçhiz Üretim Süreci

Blokların teçhiz donatımları blok imal edilirken, bloğun imalatı tamamlandıktan sonra ve blok kızak montajı yapıldıktan sonra olmak üzere üç aşamada yapılır. Teçhiz donatımı işleminin blok imalat aşamasında yapılması üretimi hızlandırır. Geminin tipine göre teçhiz donatımının içeriği değişse de teçhiz işleri her zaman uzun bir liste oluşturur. Bu işlerden bazıları şunlardır: Temeller (foundation), menholler, merdivenler, menfezler, tanklar, mapalar, kaportalar, kinistinler, yazılar, raflar, tezgâhlar, kutular, basamaklar, stoperler, demirleme ve bağlama teçhizleri (makaralar, babalar, loçalar, demirler, demir zincirleri, halat tamburları, vb.), kapılar, bom yastığı, platformlar, vardavelalar, kapaklar, taşıntı tavaları, tank kuyuları, yürüme yolları, usturmaçalar, hava firar başlıkları, tutamaklar, direkler, destekler, lavra tapaları, tutyalar, dablın sacları, vb. Bu sayılan teçhiz



### 1.4.3. Boru Üretim Süreci

Akışkanların bir bölgeden diğerine iletimi için kullanılan sistemlere boru donanımı denir [57]. Boru donatımı, hem maliyeti hem de işin kapsamı bakımından dikkate değer bir öneme sahiptir. Bu sistemlerin üretimi ve yerlerine montajı gemi inşa sürecinde oldukça fazla zamanın ve emeğin harcadığı ana işlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Gemi boru sistemlerinin üretimindeki ilerlemelerin bloğun bütünselliğine olan katkısı, aynı zamanda verimin de artmasını sağlar [58]. Ön imalat, montaj, boya ve kızak montajı işlemlerini içeren modern üretimde boru devrelerinin imalatı, blok kızak montajına alınmadan bitirilmelidir çünkü borular bloğa kızak montajından önce yerleştirilmektedir [59].

Geminin tipine ve görev tanımına göre sahip olacağı donanımlar farklı olacağından birçok değişik türde boru sistemi ile karşılaşılmaktadır. Basitçe, bir dökme yük gemisiyle bir ürün tankeri karşılaştırılacak olursa, tanker taşıdığı yükün yükleme-boşaltması ve korunması için güverte üzerinde birçok boru devresine sahipken kuru yük gemisinde yükün yükleme-boşaltma işlemi için boru devresi bulunmaz. Tüm gemilerde makine dairesinde oldukça fazla miktarda boru devresi bulunmaktadır. Bu ve benzeri nedenlerle tersaneler gemi inşa sürecinde boru sistemlerinin dizaynı, üretimi, test ve kalite kontrol işlemleri için özel bir çaba sarf etmekte ve boru donatım işine ayrı bir önem vermektedirler.

Boru sistemlerinin dizayna uygun olarak üretiminin planlaması, tüm geminin üretim planı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Mümkün olduğunca, boru devrelerini blok kızak montajına girmeden önce blok içerisine yerleştirmek verimin artmasını sağlayacaktır.

CAD-CAM ofisinde üretilen işçilik resimlerine göre borular stok sahasından istenilir. İstenen malzeme boru atölyesine nakledildikten sonra burada öncelikle kesim işlemleri tamamlanır. Boru donanımlarının imalatı önce boru kesimi ile başlar. Eğer gerekiyorsa büküm işlemi de yapılır. CNC boru büküm makinalarında otomatik olarak üç boyutlu büküm yapılabilir. Şekil 12’de CNC boru bükme makinası görülmektedir.

Daha sonra kesilen parçaların birbirine montajı gerçekleştirilir. Boruların birbirleri ile bağlantıları için çeşitli bağlantı parçaları ve kaynak kullanılır. Şekil 13’te bazı bağlantı ve iştirak parçaları görülmektedir.



Şekil 12. CNC boru bükme makinesi



Şekil 13. Bazı boru bağlantı ve iştirak parçaları

Montaj işleminin tamamlanmasının ardından kaynak ve taşlama işleri yapılır. Boruların kaynağında çoğunlukla GTAW (gas tungsten arc welding) veya TIG (tungsten inert gas) kaynak metodu tercih edilir. Bu aşamadan sonra, oluşturulan boru sisteminin sızdırmazlık testleri yapılır. Buradaki amaç boru sisteminde herhangi bir şekilde sızıntı veya başka bir kusur olup olmadığını tespit edilmesidir. Bunun için, boru sistemi içerisine belli bir basınçta (yaklaşık 2 bar ya da çalışma basıncının belli bir oranda fazlası) su gönderilir ve sızdırmazlığı bu şekilde kontrol edilir. Bu test için ayrı bir test aparatı bulunmaktadır.

Bazı borular korozyon direncinin artması için galvanizleme işlemine tabi tutulurlar. Galvanizleme işlemi çinko havuzuna boruların daldırılması yoluyla yapılır. Galvanizleme işlemi aslında boruların yüzeyinin çinko ile kaplanmasıdır yani buradan da anlaşıldığı üzere galvanizleme işlemi bir yüzey kaplama (coating) işlemidir ve boruların oksitlenmesinin önüne geçmek amacıyla yapılmaktadır.

Ancak galvanizleme işlemi yapılmadan önce boruların yüzeylerindeki yağ, pas gibi istenmeyen tortuların ortadan kaldırılması ve galvanizin yüzeye daha iyi yapışması için borular asitle dağlama (pickling) ya da diğer bir ifadeyle paklama işleminden geçirilirler. Diğer bir deyişle paklama işlemi boruların yüzeylerinin asitle ( $H_2SO_4$ ) ile temizlenmesidir.

Bu çalışmada, boru kesim teknolojisi seçimi uygulaması yapılacağından bu kısımda boru kesim işleminden geniş olarak bahsedilecektir. Gemilerde birçok farklı boru türü kullanılmaktadır fakat en çok kullanılan boru tipi dikişsiz çekme çelik borulardır [57]. Boru devrelerinin üretim aşaması kesme işlemi ile başlar. Kesme işlemi başlangıç olmasının yanı sıra kendisinden sonra gelen işlemleri de doğrudan etkilediğinden dolayı kilit bir noktadadır. Örneğin kesme işleminden sonra temiz ve hassas bir yüzey oluşması, montaj ve kaynak işlemlerinden önce yüzey düzeltme için harcanan zamanı en aza indirir. Bunun yanı sıra kesme hızı da doğrudan üretim süresini etkilemektedir. Oksijenle bir boruyu kesmek saniyeler içinde tamamlanırken, bant testere ile kesim biraz daha fazla zaman alabilmektedir. Öte taraftan testere ile toplu kesimler yapılabilir.

Boruların kesim işlemi boru devresinin montajına başlanmadan yapıldığı gibi bazen montaj aşamasında da yapılmaktadır. Boru kesme işlemi seri olarak yapılabileceği gibi bazı durumlarda kesme işleminin tasarımın gerektirdiği şekilde, elle yapılması gerekir. Çünkü boru devrelerinin imalatı boru atölyelerinde yapıldığı gibi kimi devrelerin gemi üzerinde yerinde imalatı yapılması ya da montajı tamamlanmış bir devre üzerinde çeşitli değişiklikler yapılması gerekebilir.

Kesilen malzeme cinsi ve kesim şekilleri göz önünde bulundurulduğunda uygulanan kesim tekniklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Plazma kesim
- Oksijenle kesim
- Daire testere ile kesim
- Şerit testere ile kesim
- Kesme taşı ile kesim

### 1.4.3.1. Plazma Kesim

Gaz halindeki maddeye enerji verilemeye devam etmesi sonucu oluşan plazma, maddenin dördüncü hali olarak da adlandırılmaktadır. Plazmayı maddenin gaz halinden ayıran en önemli farklar, elektriği iletmesi, çok yüksek sıcaklıkta olması ve ışık yaymasıdır. Maddenin plazma hali, serbest halde gezinen elektronlardan ve elektronlarını kaybetmiş atomlardan (iyonlardan) oluşur, eşit miktarda pozitif ve negatif yük içerir. Plazma manyetik ve elektrik alanlardan etkilenir [60].

Plazma ile kesme metodu iletken metallerin kesiminde kullanılan ısı bir kesme metodudur. Kesme, basitçe, üfleç içinde akan gaza enerji verilerek kısmen iyonlaştırılması (plazma haline dönüştürülmesi), oluşturulan yüksek sıcaklıktaki plazmanın da gaz akışı etkisi ile üfleç ağzından pozitif kutup olan malzemeye yönelmesi, malzemeyi eritmesi ve eriyen malzemenin akan gazın jet etkisiyle itilerek uzaklaştırılması ile gerçekleştirilir [60].

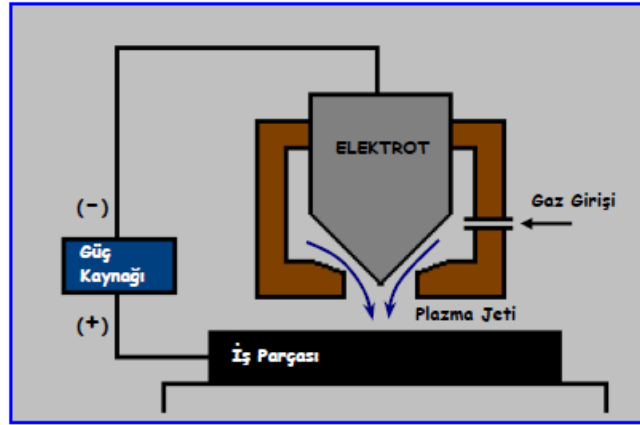
Plazma kesme tekniğinin başlıca avantajları şunlardır [61]:

- Kullanım kolaylığı
- Yüksek kaliteye sahip bir kesim yüzeyi
- Hızlı kesim yapma olanağı

Plazma kesim yönteminde kullanılan temel plazma gazları; hava, nitrojen, oksijen, argon ve hidrojenidir. Koruyucu ortam olarak ise genellikle hava, su ve CO<sub>2</sub> gazından yararlanılmaktadır. 6 mm'den düşük kalınlıklardaki kesimlerde hem plazma gazı hem de koruyucu gaz olarak saf hava kullanımı, 2 mm ile 19 mm arası kalınlıklarda nitrojen plazma gazı ve nitrojen-propan karışımli koruyucu gaz kullanımı önerilmektedir. Yöntemin prensip seması Şekil 14'te verilmiştir [62].

CNC plazma kesim makinalarında otomatik olarak kesim yapılabilir. Bu makinalar genellikle sabit bir plazma üfleci ve boruyu sabitleyip kesilecek şekle göre otomatik döndüren bir mekanizmadan oluşurlar. Şekil 15'te bir CNC plazma boru kesim makinası görülmektedir.





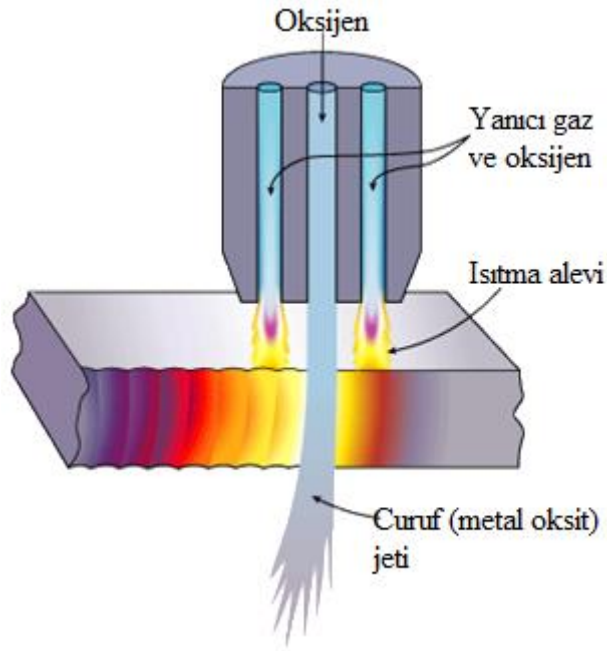
Şekil 14. Plazma kesim yöntemi prensip şeması



Şekil 15. CNC plazma boru kesim makinası

#### 1.4.3.2. Oksijen ile Kesim

Oksijen ile kesim en yaygın kullanılan endüstriyel ısıl kesim işlemidir. Metal malzeme yanıcı bir gazın oksijen ile yakılmasıyla elde edilen yüksek ısı ile tutuşma sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra, ısıtılmış bölge saf oksijen gaz jeti ile kesilir. Oksijen ve ısınmış metal bölgesi arasında oluşan ekzotermik reaksiyon sonucunda oksijen metali yakar ve yanma ürünü olan metal oksidi malzemenin arkasından üfleyerek dışarı atar [63]. Şekil 16'da oksijen ile kesim yöntemi prensip şeması görülmektedir.



Şekil 16. Oksijen ile kesim yöntemi prensip şeması

Bir metal veya alaşımın oksijenle kesilebilmesi aşağıdaki şartlar gereklidir:

- Kesilecek metal veya alaşım, oksijen ile yanabilmelidir
- Tavlama sıcaklığı kesilecek metal veya alaşımın erime sıcaklığının altında bulunmalıdır
- Meydana gelen oksidin erime sıcaklığı, kesilecek metal veya alaşımın erime sıcaklığının altında olmalıdır

Alüminyum oksijenle kesilemez. Çeliklerin içerisinde bulunan karbon yüzdesi kesmede büyük rol oynar. Karbon yüzdesi az olan çelik çok kolay kesilir. Çelik karbon miktarının %0,4'ü aşması halinde, kesilen ağızların sertleştiği ve çatlakların meydana geldiği görülmektedir. Buna mani olmak için kesilecek parça 2500-4000 °C arasında bir ön tavlama, kesme işleminden sonra ise 6000-6500 °C arasında nihai tavlama tabi tutulur [64].

Kesilecek olan metalin kalınlığı, kesme işleminin ayarlama parametrelerini büyük ölçüde etkilemektedir. Endüstriyel üfleçlerle 200 mm'ye kadar kesme yapmak mümkündür. El ile kesimde bu kalınlıklara ulaşmak zordur. El ile kalınlığı 50 mm'ye kadar olan parçalar kesilebilir. Oksijenle kesme makinelerinde ise daha büyük ve su soğutmalı üfleçler yardımıyla 600-800 mm ye kadar levhalar kesilebilir [65].

### 1.4.3.3. Daire Testere ile Kesim

Daire şeklinde bir diskin dış kısmındaki dişlerin diskin döndürülmesi sonucu kesilecek malzeme yüzeyinden parça kaldırmasıyla kesim işleminin gerçekleştirildiği yöntemdir. Dişlerin olduğu kısım sert metalden imal edilmiştir. Oldukça düzgün kesimin yapılabildiği daire testereler genellikle sabit tezgâhlarda kullanılır. Kesilen yüzeyin düzgünlüğü kaynak işlemi için oldukça önemlidir. Eğer kesim işlemi sonunda düzgün bir yüzey elde edilemezse ek işlemler gerekecektir. Bu da hem verimi düşürecek hem de maliyetleri arttıracaktır. Daire testere ile büyük hacimli kesimler yapılamaz. Şekil 17’de bir daire testere görülmektedir.



Şekil 17. Daire testere

Daire testereler tekrar tekrar kullanılabilirler. Genel olarak daire testere bıçakları 30-40 sefer eğlenebilmektedir [39]. Metaller, alaşımlar, kompozit malzemeler, beton, mermer, taş, ahşap, plastik gibi birçok malzeme uygun bıçak seçilerek kesilebilir.

### 1.4.3.4 Şerit Testere ile Kesim

Testere dişlerinin iş parçacısından malzeme kazınması ile kesme işlemi gerçekleşir. Buradaki şerit devamlı tek yönde hareket edebileceği gibi makinenin özelliğine göre ileri geri titreşim hareketi de yapabilir. Şerit malzemesi kesilecek parça malzemesinden daha serttir. Şekil 18’de şerit testere ile kesim işlemi görülmektedir.



Şekil 18. Şerit testere ile kesim işlemi

Şerit testere ile kesim işleminin özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz [39]:

- Şerit testere ile kesimde çoklu kesim yapılabilir.
- Kesim sonucunda iş parçasından malzeme kaybı azdır.
- Kesim işlemi nispeten yavaştır.
- Testerenin sık sık değiştirilmesi gerekir.
- Soğutma ve metal talaşının testere dişlerinden uzaklaştırılması için bir genellikle bir kesme sıvısı kullanılır.
- Kesilecek malzemenin sabitlenmesi gerekmektedir.
- Aynı testere ile birçok farklı malzeme kesilebilir.
- Kesim esnasında kullanılan kesme sıvısının kaynak işlemine olumsuz etkisine engel olmak için uygun sıvının seçilmesi gerekir.

#### 1.4.3.5. Kesme Taşı ile Kesim

Yapısında aşındırıcı malzeme ihtiva eden disklerin bir motor vasıtasıyla döndürülmesi ile kesme işlemi yapılır. Kesme işlemi için seyyar kesme motorları ya da sabit kesme tezgâhları kullanılır.

Kesme taşı ile testereden daha hızlı kesim yapılabilmesinin yanı sıra özellikle yüksek karbonlu alaşım çeliklerinde düzgün kesme yüzeyleri elde edilir [66].

Kesme taşları takviyeli ve takviyesiz olmak üzere iki çeşittir. Takviyesiz kesme taşları sadece sabit kesme tezgâhlarında kullanılırlar. Takviyeli kesme taşları bünyelerinde yatay kuvvetlere karşı güçlendirici malzeme ihtiva ederler. Bunlar portatif kesme motorlarında kullanılabilirler [66]. Şekil 19'da kesme taşı ile kesim işlemi görülmektedir.



Şekil 19. Kesme taşı ile kesim işlemi

#### 1.4.4. Tersane Seçimi Süreci

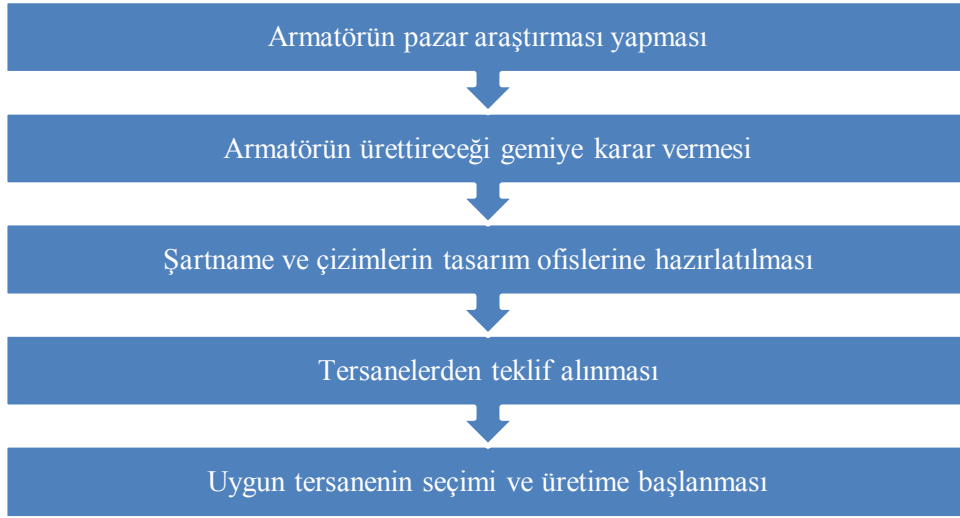
Denizcilik sektöründeki faaliyetler her biri üretim ve dağıtım etkinliklerini icra eden ve böylece denizcilik tedarik zinciri olarak adlandırabileceğimiz yapıyı oluşturan birbiri ile ilişkili birçok katılımcıyı içerir [67]. Bu zincirin ana bileşenlerini tersane ve armatör oluşturur. Tersanelerin bu zincirdeki faaliyetlerinin yeni inşa ve bakım onarım olarak iki kısımda inceleyebiliriz. Armatörlerin tersanelerle olan ilişkileri de yeni gemi inşa ettirmek ya da gemi bakım onarım faaliyetlerini yaptırmaktır.

Yeni gemi inşaatı süreci ihtiyacın belirlenmesinden buna uygun tasarımın yapılmasına, projelendirmeden planlamaya ve satın almaya kadar oldukça geniş perspektifte ele alınır. Oldukça karmaşık olan bu süreçte çok fazla değişken vardır. Bazen süreç içindeki bu işler farklı firmalarca da üstlenilir. Bu nedenle sürecin kontrol altında tutulması ve iyi yönetilmesi gerekir. Armatörler açısından yeni gemi inşa ettirme süreci hayati önem taşır. Ayrıca armatörler doğal olarak inşanın kendi isteklerine uygun ve şartnameyle uyumlu olarak yapılmasını isterler. Bu nedenle inşa sürecine müdahale etmek isteyebilirler. Müşteri odaklı çalışma ve müşteri memnuniyetini şirket politikası olarak edinmiş tersaneler buna müsaade etseler de bu müdahalelerin bir sınırı olmalıdır. Nitekim bu müdahaleler nedeniyle ortaya çıkan üretimdeki yap-bozlar maliyetleri ciddi şekilde arttırdığı gibi ana üretim planında da ciddi aksamalara neden olur. Müşteri memnuniyetinin projelendirme aşamasında tam anlamıyla sağlanması ve şartnamenin buna göre yapılması tersane açısından en uygun olan yoldur. Öte yandan eğer gemi armatörün gerekliliklerini

karşılacak şekilde imal edilmezse üretilen ürün gemi sahibinin isteklerini karşılamayacaktır.

Geminin zamanında teslim edilmesi armatör açısından hayati önem taşıyan bir diğer konudur. Armatörler geminin taşıyacağı yükü daha geminin üretim süreci devam ederken bağlamaktadırlar. Bu nedenle üretimde yaşanacak aksamalardan kaynaklanan gecikmeler armatörü ciddi sıkıntıya sokar. Zamanında teslim edilen gemi zamanında para kazanmaya başlayacaktır.

Şekil 20’de yeni gemi inşa üretiminin süreçleri özet olarak verilmiştir.



Şekil 20. Yeni gemi inşa üretim süreçleri

Birçok farklı ekipmanı, teknolojiyi ve disiplini bir araya getiren ve oldukça kompleks tesisler olan modern ticari gemilere yapılan sermaye yatırımlarının boyutu da çok büyüktür [68]. Yukarıda bahsedilen nedenlerle geminin üretimini armatörün gereklerine ve şartnameye uygun olarak yerine getirebilecek uygun tersanenin seçimi oldukça önemli bir konudur.

Armatör tarafından ihtiyaç olan gemi tipi ve temel özellikleri belirlendikten sonra önce genellikle tasarım ofisleriyle irtibata geçilir. Çünkü çoğu zaman tasarım ve üretim farklı firmalar tarafından gerçekleştirilir. Tasarım ofisleri şartname ve çizimler gibi dokümanları hazırlarlar. Çeşitli dokümanların hazırlanmasının ardından geminin üretimi için istekli olan tersanelerden teklifler alınır ve armatör tarafından tersane seçimi yapılır. Bu noktada üretilecek gemiyi üretme kapasitesine sahip ve yeterliği olan tersaneyi seçmek

hayati önem taşır. Tersane seçerken armatörün bazı parametreleri göz önünde bulundurması ve buna göre kararını vermesi gerekir. Eğer seçilen tersane uygun değilse geminin üretimi bundan tabii olarak olumsuz olarak etkilenecektir. Dolayısıyla da büyük bir ihtimalle geminin teslimi zamanında yapılamayacaktır ya da teslimat zamanında yapılsa da kötü işçilikten veya kusurlar ortaya çıkabileceğinden gemi kaliteli olmayacaktır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Yöntem**

Çalışma kapsamında yapılan uygulamalarda bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılacağından tezin bu bölümünde bu yöntemlere değinilecektir.

#### **2.1.1. Bulanık Mantık**

Yapay zekâ genel anlamda insan zekâsının bilgisayar ortamına uyarlanmış şeklidir. Bu sayede insanın zeki davranışlarına benzeyen makineler yapılmak istenmiştir [69]. Bilgisayarlar çok karmaşık sayısal işlemleri hızla çözümleyebilirler ama idrak edebilme ve deneyimlerle kazanılmış bilgileri kullanabilme hususunda oldukça yetersizdirler. Bu noktada insanı ve insan beynini üstün kılan temel özellik, sinirsel algılayıcılar ile kazanılmış ve görelî olarak sınıflandırılmış bilgileri kullanabilmesidir. Uzman sistemler, bulanık mantık, genetik algoritma ve yapay sinir ağları gibi yapay zekâ alt dalları son yıllarda geniş bir araştırma ve uygulama alanı bulmaktadır.

Uzman sistemler insan düşüncelerini gerçekleştirmek amacıyla bilgisayarlar tarafından işlenen yazılımlardır. Uzman sistemler geliştirilirlerken uzmanların belli bir konudaki bilgi ve deneyimleri bilgisayarlara aktarılmaktadır.

Bulanık mantık bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir. Bulanık mantıkta uzun-kısa, sıcak-soğuk, hızlı-yavaş yerine insan mantığında olduğu gibi çok uzun-uzun-orta-kısa-çok kısa, sıcak-ılık-az soğuk-soğuk-çok soğuk vs. gibi ara değerler kullanılır [70].

Uzman sistemlerde bulanık kümeler insan bilgisinin içeriğinin biçimsel olarak tanımlanabilmesi için kullanılmaktadır. Bu sistemlerde elektronik veri işleme sistemleri ile insanların deneyimlerle elde ettikleri bilgilerin işlenmesi mümkündür. Bulanık mantık yöntemleri kullanan uzman sistemlerde yaklaşık algoritmik işlevler insan bilgisi ile yer değiştirmektedir. Bu tip sistemler günümüzde bulanık denetleme, bulanık veri analizi, karar destek sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadırlar [69].



Doğa keskin sınırlara sahip değildir. İnsan beyni de çoğu zaman farklı durumlar arasında açık ve belirgin olmayan bir düşünce yapısına sahiptir. Örneğin insanların boylarını ele alalım ve uzun, orta ve kısa olmak üzere üç kategoriye ayıralım. 1,9 m boyundaki biri herkesçe uzun olarak kabul edilir ama 1,75 m boyundaki kişi bazı insanlarca uzun bazılarınca ise orta boylu olarak ifade edilir. Benzer şekilde 1,5 m boyundaki kişi herkesçe kısa olarak kabul edilirken 1,65 m boyundaki kişi bazılarınca kısa bazılarınca orta boylu olarak görülür. Görüldüğü gibi farklı kategoriler arasındaki geçişler net değildir ve bir belirsizlik söz konusudur.

Gerçek hayatı modelleme ve sayısal olmayan girdileri işleyebilmeyi sağlayan bulanık mantığın temelleri 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından şekillendirilmiştir. Buna göre bulanık kümedeki elemanlar  $[0,1]$  aralığında üyelik derecesine sahiptirler ve üyelik dereceleri bu aralıkta süreklilik gösterir [71]. Klasik küme teorisine göre küme elemanlarının üyelik derecesi eleman o kümeye aitse 1 değilse 0'dır. Yani klasik kümelerde sadece iki farklı üyelik derecesi vardır. Oysa insan mantığı sadece açık-kapalı, sıcak-soğuk, 0-1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadeleri kullanmaz. Bu ifadelerin yanında az açık-az kapalı, serin-ılık gibi ara değerleri de insan mantığınca kullanır. Buradan yola çıkarak bulanık mantığın klasik mantığın aksine sadece iki seviyeli değil çok seviyeli işlemleri kullandığı anlaşılmaktadır. Bulanık mantığın kurucusu sayılan Zadeh, insanların denetim altında, mevcut makinelerden daha iyi olduğunu ve kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar alabildiklerini savunmuştur.

Bulanık mantığın genel özellikleri şöyle ifade edilebilir [72]:

- Bulanık mantıkta kesin değerlere dayanan düşünme değil yaklaşık düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey  $[0,1]$  aralığında bir üyelik derecesi ile ifade edilir.
- Bulanık mantıkta eldeki bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Bütün mantıksal sistemlerin bulanık olarak ifade edilmesi mümkündür.

Bulanık mantık özellikle matematiksel modeli zor elde edilen problemler için çok uygundur.

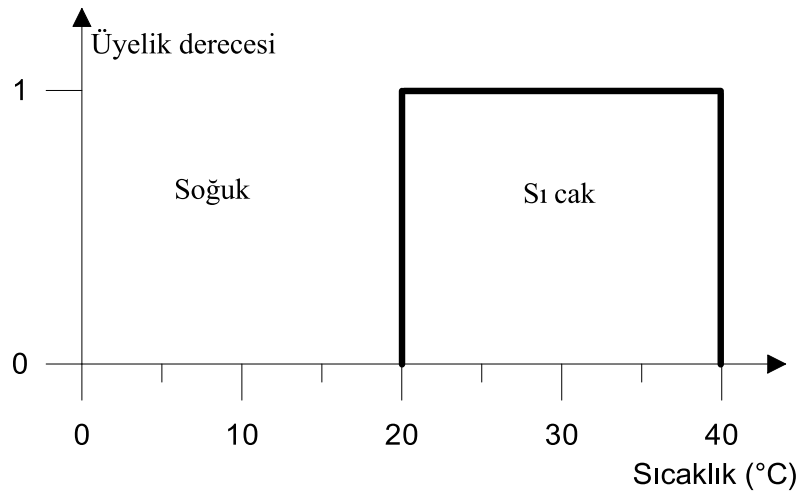
### 2.1.1.1. Bulanık Kümeler

Klasik küme teorisinde mutlak sınırlar vardır. Bir nesnenin bir kümenin elemanı olması ya da olmaması bu sınırlara göre belirlenir ve o nesne kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir denir. Bulanık küme teorisinde elemanın kümeye ait olup olmaması belli bir üyelik derecesiyle ifade edilir. Bir başka ifade ile bulanık küme değişik üyelik derecelerine sahip elemanları bulunan bir topluluktur. Bulanık kümenin elemanları aynı değişken özelliklerine sahip olmak üzere başka bir kümenin de elemanı olabilirler [73].

0 ile 1 arasında değişen değerlerde üyelik derecesine sahip birbirine benzer veya aynı cinsten olan şeylerin oluşturduğu bütün, bulanık küme olarak ifade edilebilir. Klasik kümelerde kümenin tüm elemanları eşit üyelik derecesine sahiptirler ve tüm elemanların üyelik dereceleri 1'dir.

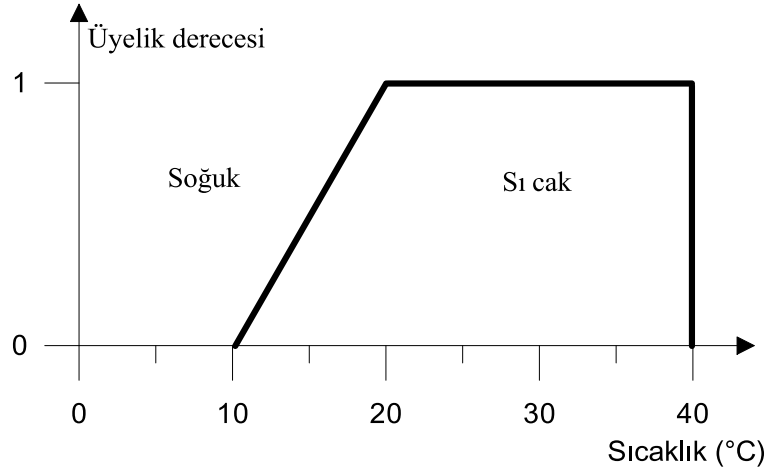
Bulanık kümelerde kısmi üyelik kavramı vardır. Yani bir eleman bir kümeye kısmen ait olabilir. Üyelik derecesi 1'e yaklaştıkça kümeye aitlik de artarken 0'a yaklaştıkça azalır. Üyelik derecesi 1 olan eleman tam olarak o kümeye aitken, 0 olan kesinlikle o kümeye ait değildir.

Şekil 21'de klasik kümeler için bir örnek verilmiştir. Buna göre eğer hararet  $20^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşerse sıcak değildir. Yani klasik mantığa göre  $19,5^{\circ}\text{C}$  sıcak değildir. Görüldüğü gibi bu mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyada ise sınırlar bu kadar mutlak değildir.



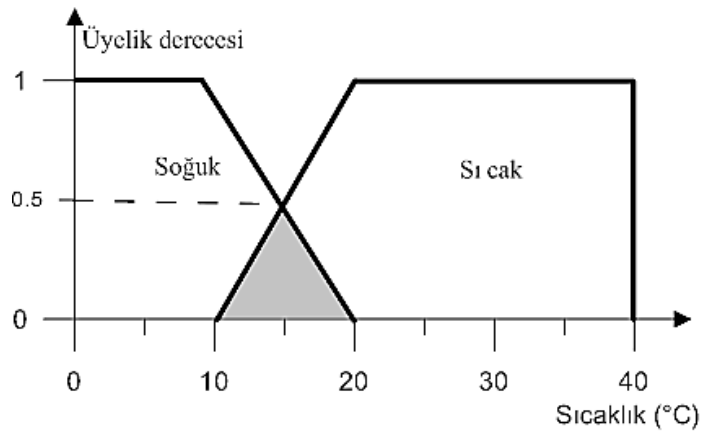
Şekil 21. Sıcaklık için klasik küme örneği

Şekil 22 bulanık kümeler için bir örneği yansıtmaktadır. Burada  $10^{\circ}\text{C}$  ile  $40^{\circ}\text{C}$  arasındaki değerler sıcak kümesinin üyesidirler.  $20^{\circ}\text{C}$  ile  $40^{\circ}\text{C}$  arasındaki değerlerin üyelik dereceleri 1'dir.  $10^{\circ}\text{C}$  ile  $20^{\circ}\text{C}$  arasındaki değerlerin üyelik dereceleri ise 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bir başka deyişle mesela  $11^{\circ}\text{C}$  az sıcak,  $15^{\circ}\text{C}$  biraz sıcak olarak ifade edilmektedir.



Şekil 22. Sıcaklık için bir bulanık küme örneği

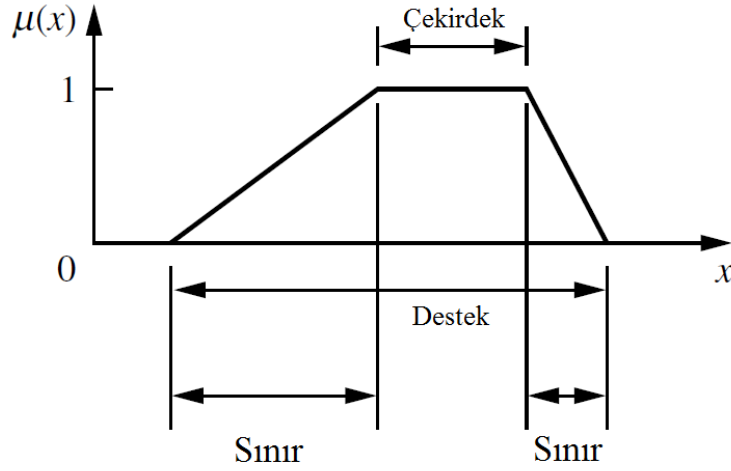
Şekil 23'te ise bulanık kümelerde örtüşüm durumu görülmektedir. Şekilden görüldüğü gibi  $15^{\circ}\text{C}$  değeri 0,5 üyelik derecesi ile hem sıcak bulanık kümesinin hem de soğuk bulanık kümesinin üyesidir.  $10^{\circ}\text{C}$  ile  $20^{\circ}\text{C}$  arasındaki değerler hem sıcak hem de soğuk bulanık kümesine aittirler [70].



Şekil 23. Bulanık kümelerde örtüşüm

### 2.1.1.2. Üyelik Fonksiyonu

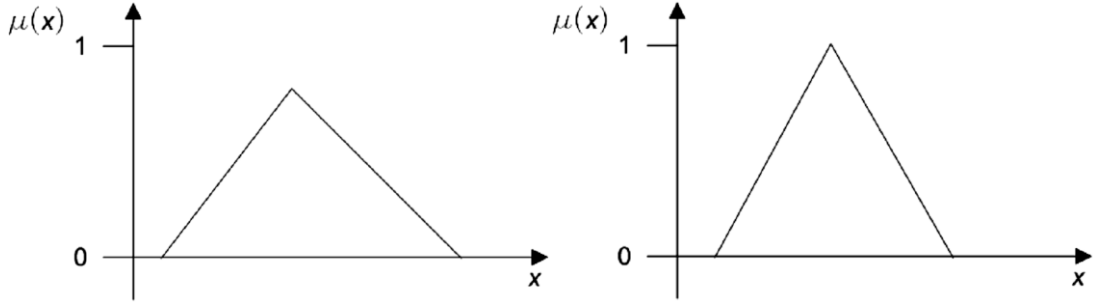
Bulanık bir kümeye ait elemanların üyelik derecelerini gösteren fonksiyona üyelik fonksiyonu adı verilir. Üyelik fonksiyonu bulanık kümedeki elemanların tanımlayan en önemli öğedir. Şekil 24'te bulanık bir kümenin grafik görünümü vardır. Şekil 24 incelenecek olursa bulanık kümenin gösteriminde sınır, destek ve çekirdek olmak üzere üç tane bölümün bulunduğu görülmektedir.



Şekil 24. Bulanık kümenin çekirdek, destek ve sınırları

Bu bölümleri teker teker ele alacak olursak, çekirdek, bulanık kümenin üyelik fonksiyonuna göre tam üyelik derecesine sahip olan elemanları gösteren bölgedir. Buna göre çekirdekteki elemanların üyelik dereceleri 1'dir ve  $\tilde{A}$  bir bulanık küme olmak üzere  $\mu_{\tilde{A}}(x)=1$  şeklinde gösterilir. Üyelik fonksiyonunun desteği üyelik derecesi sıfırdan farklı olan elemanların bulunduğu bölgedir. Buna göre destekte  $\mu_{\tilde{A}}(x)>0$  olan elemanlar bulunur. Bir bulanık kümenin sınırları ise üyelik derecesi sıfırdan farklı olan ama tam üye olmayan elemanların bulunduğu bölge olarak tanımlanır. Buna göre sınırlarda  $0<\mu_{\tilde{A}}(x)<1$  olan elemanlar bulunur. Bu bölgedeki elemanlar bulanık kümenin belli bir bulanıklık derecesine sahip elemanları ya da kısmi üyeleridir [74].

Elemanlarından en az birinin üyelik derecesi 1'e eşit olan bulanık kümeye normal bulanık küme denir. Şekil 25'te sırayla normal olmayan ve normal olan bulanık kümeler görülmektedir.

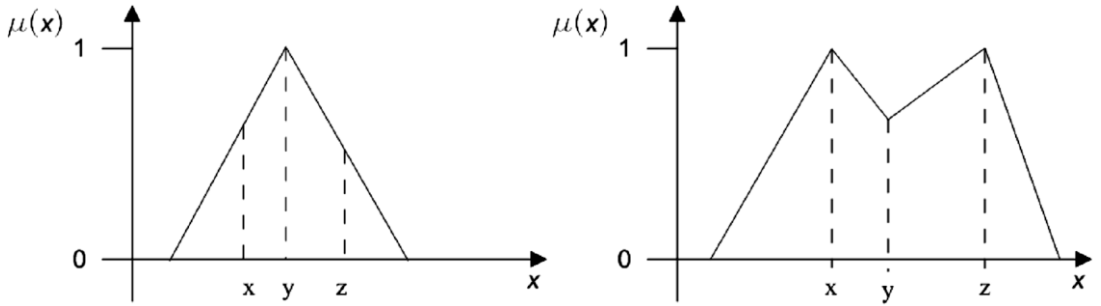


Şekil 25. Normal olmayan ve normal olan bulanık kümeler

Eğer bulanık kümede üyelik fonksiyonu, kümenin desteği üzerinde sürekli artar veya sürekli azalır ya da önce sürekli olarak üyelik derecesi bir elemanda 1'e eşit oluncaya kadar artar ondan sonraki desteğe düşen elemanlarda sürekli azalır ise bu bulanık kümeler dışbükey bulanık kümeler olarak adlandırılırlar. Bunu matematiksel olarak şöyle tanımlayabiliriz, aynı bulanık alt kümeye düşen  $x$ ,  $y$  ve  $z$  gibi üç tane eleman düşünülürse ve bunlar arasında değerce büyüklük olarak  $x < y < z$  gibi bir sıra bulunuyor ise bunlardan ortadakinin üyelik derecesi için önceki ve sonrakine göre denklem 1 daima geçerli olmalıdır [75].

$$\mu(y) \geq \min[\mu(x), \mu(z)] \quad (1)$$

Şekil 26'da sırayla dışbükey ve içbükey bulanık kümeler görülmektedir.



Şekil 26. Dışbükey ve içbükey bulanık küme

Bulanık kümenin yüksekliği, üyelik derecesi en büyük elemanın üyelik derecesine karşılık gelir. Normal bulanık kümelerin yüksekliği 1'dir. Normal olmayan dışbükey bulanık kümeleri normal hale dönüştürmek için kümenin elemanlarının üyelik derecelerinin en büyük üyelik derecesine bölünmesi gerekir.

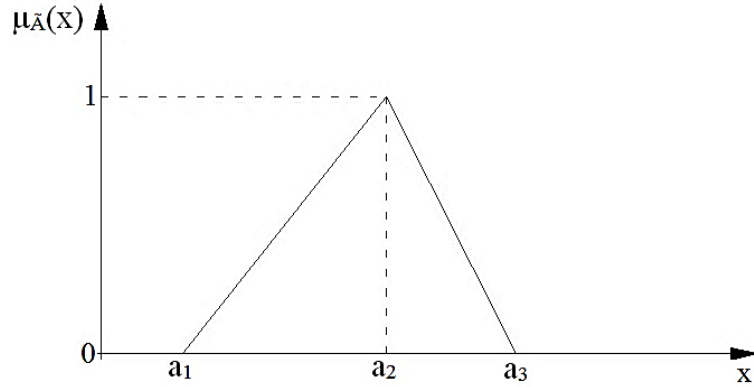
Üçgen, yamuk, gaussian, çan eğrisi, sigmoidal, S tipi,  $\Pi$  tipi gibi birçok farklı türde üyelik fonksiyonu vardır.

### 2.1.1.3. Bulanık Sayılar

Dış bükey ve normal olma özelliklerine sahip bulanık kümeler bulanık sayı olarak tanımlanabilirler. Bulanık sayılar üyelik fonksiyonunun şekline göre isimlendirilirler. Literatürde en fazla kullanılan bulanık sayı türleri üçgen ve yamuk bulanık sayılardır. Bu tez kapsamındaki uygulamalarda üçgen bulanık sayılar kullanılacağından bu kısımda sadece üçgen bulanık sayılara değinilmiştir.

$a_1$  ve  $a_3$  alt ve üst sınır;  $a_2$  tam üyelikli sayı;  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  üyelik fonksiyonu olmak üzere üçgen bulanık sayı denklem 2'deki gibi tanımlanır [73]. Üçgen bulanık sayının grafik olarak gösterimi Şekil 27'de verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 & \text{ise } (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 & \text{ise } (a_3-x)/(a_3-a_2) \\ x > a_3 \text{ veya } x < a_1 & \text{ise } 0 \end{cases} \quad (2)$$



Şekil 27. Üçgen bulanık sayının grafik olarak gösterimi

$\tilde{A}_1=(l_1,m_1,u_1)$  ve  $\tilde{A}_2=(l_2,m_2,u_2)$  olmak üzere üçgen bulanık sayılarda basit işlemler şöyledir:

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2=(l_1+l_2,m_1+m_2,u_1+u_2) \quad (3)$$

$$\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (4)$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (5)$$

$$\tilde{A}_1 \oslash \tilde{A}_2 = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2) \quad (6)$$

$$\lambda \otimes \tilde{A}_1 = (\lambda \times l_1, \lambda \times m_1, \lambda \times u_1), \lambda > 0, \lambda \in \mathbb{R} \quad (7)$$

$$\tilde{A}_1^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (8)$$

#### 2.1.1.4. Durulaştırma

Bulanık sayılar üzerinde yapılan işlemlerin sonucunu irdeleyebilmek için bu sayıların durulaştırılması gerekir. Örneğin bir karar verme probleminde kriterlerin ağırlıkları bulanık yöntemle tespit edildiğinde kullanılan yöntemle göre ağırlıklar bulanık sayı olarak belirlenebilir. Bu durumda hangi kritere ne kadar önem verildiğini mutlak olarak belirleyebilmek için bu bulanık sayıların durulaştırılmasına ihtiyaç vardır.

Bilim adamları birçok durulaştırma yöntemleri geliştirmişlerdir. Bu tez kapsamında üçgen bulanık sayılar kullanılarak işlemler yapılacağından bu kısımda üçgen bulanık sayıların durulaştırılması için kullanılan yöntemlerden bazılarında bahsedilecektir.

Kwong ve Bai [76] tarafından önerilen yöntemle göre üçgen bulanık sayılar denklem 9'a göre durulaştırılabilirler. Buna göre  $\tilde{A}=(l,m,u)$  bir üçgen bulanık sayı olmak üzere  $\tilde{A}$ 'nın durulaştırılmış hali aşağıdaki gibidir:

$$A = \left( \frac{4m+l+u}{6} \right) \quad (9)$$

Yao ve Chiang [77] ve Wang [78] ise üçgen bulanık sayıların denklem 10'a göre durulaştırılabileceğinden bahsetmişlerdir. Buna göre  $\tilde{A}=(l,m,u)$  bir üçgen bulanık sayı olmak üzere  $\tilde{A}$ 'nın durulaştırılmış hali aşağıdaki gibidir:

$$A = \left( \frac{l+m+u}{3} \right) \quad (10)$$

Yine, Yao ve Chiang [77] üçgen bulanık sayıların durulaştırılması için denklem 11'in de kullanılabileceğinden bahsetmişlerdir. Buna göre  $\tilde{A}=(l,m,u)$  bir üçgen bulanık sayı olmak üzere  $\tilde{A}$ 'nın durulaştırılmış hali aşağıdaki gibidir:

$$A = \left( \frac{2m+l+u}{4} \right) \quad (11)$$

### 2.1.2. Karar Verme

Bir iş veya sorun hakkında yargıya varma olarak tanımlanan karar, basit olaylarda karşısında, toplanan verilerin sezgisel olarak değerlendirilmesiyle verilir. Çoğu karar problemi ise birden fazla faktörün ve amacın bir arada değerlendirilmek zorunda olması, amaçların genellikle birbirleri ile çatışmaları, amaçlara ulaşma derecelerinin ölçülmesindeki zorluklar, karar durumlarının içerdiği belirsizlikler, birçok karar verici olması, karar sonuçlarından etkilenen kişiler ve bazen kararın hayati önem taşıyor olması gibi sebeplerle oldukça karmaşık bir yapıdadır [79]. Kararı etkileyen faktörlerin gerçekleşme olasılıkları, seçenek sonuçlarının tam olarak bilinip bilinmemesi ve en iyi seçeneğin belirlenmesi için elde yeterli bilginin olup olmaması karar verme işlevini önemli ölçüde etkiler. Karar vericinin bilgi derecesi karar vermede farklı modeller doğurmuştur. Bu modeller:

- Belirlilik altında karar verme
- Belirsizlik altında karar verme
- Risk altında karar verme
- Ek bilgi altında karar verme
- Rekabet altında karar verme

olarak sınıflandırılabilirler.

Belirlilik altında karar vermede kesin bilgi vardır. Örneğin doğrusal programlamada karar verici karar problemindeki en uygun alternatifi seçerken hangi durumun beklendiğini bilmektedir. Belirsizlik altında karar verme durumunda ise ortaya çıkması beklenen vakalar ve gerçekleşme olasılıkları eldeki verinin az veya eksik olmasında dolayı tayin edilemez [80]. Risk altında karar vermede belirsizlik altında karar vermeden farklı olarak vakaların ortaya çıkma olasılıkları belirlenir ama yine hangi vakanın meydana geleceği kesin değildir [81]. Belirsizlik altında karar verme ve risk altında karar verme modellerinde çeşitli kriterler vasıtasıyla karar verilir. Bunlardan bazıları belirsizlik durumları için kötümserlik, iyimserlik, pişmanlık, gerçekçilik kriterleri; risk durumları için beklenen değer, beklenen kayıp, fırsat kaybı kriterleridir. Ek bilgi altında karar verme modelinde olayların gerçekleşme olasılıkları çeşitli araştırmalar, anket, uzman görüşleri, vb. ile daha doğru tahmin edilir. Birden fazla karar vericinin olduğu ve oyun kuramı olarak da



değerlendirilen rekabet altında karar verme modeline ise rakip firmaların reklam ve pazarlama planlarının saptanması, yeni ürünler arasından seçim yapma, talebin belirsizliği altında üretimin programlanması örnek olarak verilebilir [80]. Karar problemlerinde uygun çözümler çoğu durumda tek bir kriterin veya amacın göz önüne alınmasıyla belirlenemez. Bu nedenle çok kriterli karar verme durumu ortaya çıkmıştır [81].

### **2.1.2.1. Çok Kriterli Karar Verme**

Çok kriterli karar verme problemlerinde alternatiflerin değerlendirilmesi işlemi için bir çok kriter aynı anda göz önüne alınmaktadır. Bu kriterlerin bir kısmı birbiri ile çelişen özelliğe sahip olabilir. Örneğin en uygun gemi ana makinesi seçimi için birçok kriterin içinden güç ve yakıt tüketimini ele alacak olursak gücün fazla, yakıt tüketiminin ise az olması istenir, oysaki daha fazla güç için daha fazla yakıt gerekecektir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri literatürde iki ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar aşağıda verilmiştir [82]:

- Çok ölçütlü karar verme (multi attribute decision making-MADM)
- Çok amaçlı karar verme (multi objective decision making -MODM)

Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) problemlerinde önceden belirlenmiş sınırlı sayıda alternatifin sıralanması veya sınıflandırılması yapılırken çok amaçlı karar verme (ÇAKV) problemlerinde önceden belirlenmiş bir alternatif kümesi bulunmaz ve alternatif sayısı sınırsızdır. ÇAKV yöntemlerinde en iyi alternatifin tasarlanması amaçlanır. Bu bakımdan ÇÖKV'nin seçim problemleri için, ÇAKV'nin ise tasarım problemleri için uygun yöntemler sunduğu söylenebilir [79]. Tez kapsamında ÇÖKV'den bahsedileceğinden ÇAKV bu tezin kapsamı dışında kalmaktadır.

#### **2.1.2.1.1. Çok Ölçütlü Karar Verme**

Bilim adamları tarafından birçok ÇÖKV yöntemi geliştirilmiştir. Bunlar literatürde İngilizce olarak daha fazla karşılaşıldığı için İngilizceleri ile birlikte aşağıda verilmiştir [82]:

- Baskınlık (dominance)
- Maximin

- Maximax
- Bağlayıcı (conjunctive)
- Ayırıcı (disjunctive)
- Alfabetik sıralama (lexicographic)
- Kısmi alfabetik sıralama (lexicographic semi order)
- Eleme (elimination by aspects)
- Doğrusal atama yöntemi (linear assignment method)
- Ağırlıklı toplam (additive weighting)
- Ağırlıklı çarpım (weighted product)
- Geleneksel olmayan para atama kriteri (nontraditional capital investment criteria)
- İdeal çözüme benzerliğe göre tercih sıralaması (TOPSIS)
- Amaca uzaklık (distance from target)
- Analitik hiyerarşi süreci (AHP)
- Üstünlük yöntemleri (ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE)
- Çok ölçütlü fayda modelleri (multi attribute utility models)
- Analitik ağ süreci (ANP)
- Veri zarflama analizi (DEA)
- Çok ölçütlü bulanık integraller (multi attribute fuzzy integrals)

#### **2.1.2.1.2. Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme**

Klasik ÇÖKV yöntemlerinde ölçüt ağırlıkları ve alternatiflerin ölçütler bazında performans değerleri kesin olarak bilinmektedir. Bu şekilde bilginin var olması karar verme probleminin çözümüne kolaylık katması yanı sıra istenen ölçütlere göre kesin sonucun elde edilmesini sağlar. Çoğu zaman ise bilgi eksikliği vardır. Ayrıca elde edilen bilginin doğasında var olan belirsizlikler ve kesin olmama durumları klasik ÇÖKV yöntemlerinin uygulanmasında sıkıntılar doğurmaktadır.

Birçok durumda karar vericiler sözel ifadelerle değerlendirmeler yaparlar. Ayrıca toplanan bilgi nitel olabilir ya da hem kesin hem de bulanık verilerin her ikisini içerebilir. Buradaki bulanık kelimesi vasıfların veya amacın muayyen olarak tanımlanamamasını ifade etmektedir. Benzer şekilde eldeki bilgi herhangi bir hüküm verebilmek için yeterli olmayabilir. Aynı vaziyet bir modelleme yapabilecek kadar veriye sahip olunmadığında

ortaya çıkar. Netice olarak tüm bunlar klasik ÇÖKV yöntemlerinin uygulanabilmesi için uygun şartların elde edilmesine engel olur ve maalesef klasik ÇÖKV yöntemleri bu tarz problemleri etkin bir biçimde ele alamaz. Çünkü klasik ÇÖKV yöntemleri sadece alternatiflerin her bir ölçütün gereklerini yerine getirme derecelerinin bilindiği ve kesin değerlerle ifade edilebildiği sorunların çözümleri için uygundur. Bu bahsedilenler kuşkusuz daha uygun bir yaklaşımı gerekli kılar.

Hedeflenen amaçların veya bunları elde etmenin mutlak değerlerle değil de bulanık olarak tasvir edilebilmesi veya değerlendirilebilmesi bulanık küme kuramının ÇÖKV alanına uygulanması ile mümkün olmuştur. ÇÖKV problemlerinde bulanıklığın veya belirsizliğin varlığı birçok yönden karmaşıklıkların artmasına neden olur. Bulanık veya nitel bilgilerin işlenmesi mutlak verilerin işlenmesine kıyasla daha zordur. Özellikle doğru seçeneği araştırırken yapılan sıralama işlemleri için gerekli olan hesaplama miktarları kayda değer şekilde artmaktadır [82].

Tez kapsamında Buckley ve Chang tarafından önerilen bulanık AHP yaklaşımları ve Chen tarafından önerilen bulanık TOPSIS yaklaşımından bahsedilecek ve uygulamalarda da bu yöntemler kullanılacaktır.

#### **2.1.2.1.2.1. Bulanık AHP**

Bulanık AHP Thomas Saaty tarafından geliştirilen klasik AHP'nin insan algısını ve düşüncesini açık bir şekilde yansıtmadaki eksikliğini giderebilmek amacıyla geliştirilmiştir [83]. Bilim adamları tarafından birçok farklı bulanık AHP yaklaşımı geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları Laarhoven ve Pedrycz (1983), Buckley (1985), Chang (1996), Lee vd. (1999), Zhu vd. (1999) olarak verilebilirler [84].

Bulanık AHP ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla sözel olarak uzman görüşlerinin alınmasına dayalı çok ölçütlü karar verme yöntemidir. Bu çalışmada Bulanık AHP, alternatiflerin değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının hesaplanması için kullanılacaktır.

Günümüzde kararlar karmaşıklığın sürekli arttığı ortamlarda verilmektedir. Bulanık AHP eksik bilginin var olduğu durumda karar vericilere kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve alternatiflerin birçok kriter altında değerlendirilebilmesi için sistematik bir yöntem sunmaktadır. Önceden de bahsedildiği gibi literatürde birçok bulanık AHP

yaklaşımı bulunmasının yanı sıra yakın gelecekte de yeni bulanık AHP yaklaşımlarının çıkacağı söylenebilir [82].

Bu çalışmanın kapsamına Buckley [85] ve Chang [86] tarafından önerilen yaklaşımlar alınmıştır. Bu kısımda bu iki yaklaşımın teorik altyapısından bahsedilecektir.

### 2.1.2.1.2.1.1. Buckley Tarafından Önerilen Bulanık AHP

Bu yöntemde ağırlık vektörleri geometrik ortalama ile hesaplanmaktadır. Yöntemin uygulama adımları şöyle özetlenebilir.

Adım 1. Kriterlerin tanımlanması: Bu adımda karar vericiler ve uzmanlar tarafından alternatiflerin seçimi için göz önünde bulundurulması gereken kriterler tespit edilir.

Adım 2. Dilsel ifadelerin tanımlanması: Bu adımda hesaplamada kullanılacak olan dilsel ölçek ve bulanık sayı karşılıkları belirlenir.

Adım 3. Uzman görüşlerinin derlenmesi: Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için anketler vasıtasıyla uzman görüşleri toplanır. Bunun için uzmanlar kriterlerin ikili karşılaştırılması anketlerini doldururlar. Bu anketler denklem 12'deki matrisle ifade edilebilirler.

$$\tilde{C}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{m1} & \tilde{c}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Burada  $\tilde{C}^k$ ,  $k$ . uzman tarafından doldurulan ikili karşılaştırma matrisini göstermektedir.

Adım 4. Derlenen verilerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmesi: Uzmanlardan toplanan tüm veriler dilsel ifadeler şeklindedir. Toplanan verilerin üzerinde hesaplamaların yapılabilmesi için önceden belirlenen dilsel ölçeğin bulanık sayı karşılıklarına göre tüm veriler üçgen bulanık sayılara dönüştürülür.

Adım 5. Uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi: Değerlendirme birden fazla uzman tarafından yapılırsa uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi icap eder. Literatürde bu işlem için en çok ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmaktadır. Ağırlıklı ortalama yöntemi denklem 13'te gösterilmiştir.

$$\tilde{c}_{mn} = \frac{w_1 c_{mn}^1 + w_2 c_{mn}^2 + \dots + w_k c_{mn}^k}{w_1 + w_2 + \dots + w_k} \quad (13)$$

Burada  $\tilde{c}_{mn}$ , m. kriterle n. kriterin birleştirilmiş karşılaştırma değeri;  $w_k$ , k. uzmanın önem ağırlığı;  $c_{mn}^k$ , k. uzmanın m. kriterle n. kriteri karşılaştırma değeridir.

Tüm uzmanların ortalamaları alınarak oluşturulan karar matrisi denklem 14 ile ifade edilebilir.

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{m1} & \tilde{c}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Burada  $\tilde{C}$  birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisini göstermektedir.

Adım 6. Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Kriter ağırlıklarının hesaplanacağı bu adımı 2 aşamalı olarak inceleyebiliriz:

1. Aşama: Karar matrisinin her satırının geometrik ortalaması alınır. Bu işlem denklem 15 ile ifade edilir.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{c}_{i1} \otimes \tilde{c}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{c}_{in})^{1/n} \quad (15)$$

Burada n, toplam kriter sayısı;  $\tilde{c}_{in}$ , i. kriterin n. kriterle bulanık karşılaştırma değeri  $\tilde{r}_i$ , i. kriterin tüm kriterlerle bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamasıdır.

2. Aşama: Denklem 16 yardımıyla bulanık ağırlıklar hesaplanır.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_n)^{-1} \quad (16)$$

Burada  $\tilde{w}_i$ , i. kriterin bulanık ağırlığıdır.

Adım 7. Bulanık ağırlıklar için durulaştırma ve normalizasyon işlemlerinin yapılması: Bulanık değerlerin mutlak değerlere dönüştürülmesi için denklem 9, 10 veya 11'den herhangi biri kullanılabilir.

Elde edilen mutlak ağırlıkların daha iyi bir şekilde irdelenebilmesi için denklem 17 kullanılarak normalizasyon yapılır [87].

$$(w_i^N)^c = \frac{w_i^c}{\sum_{i=1}^n w_i^c} \quad (17)$$

Burada  $(w_i^N)^c$ , i. ana kriterin normalize ağırlığı; n, ana kriter sayısıdır. Alt kriterlerin normalizasyonu için denklem 18 kullanılır.

$$(w_i^N)^{sc} = \frac{w_i^{sc}}{\sum_{i=1}^n w_i^{sc}} \quad (18)$$

Burada  $(w_i^N)^{sc}$ , i. alt kriterin normalize ağırlığı; n alt kriter sayısıdır.

Adım 8. Bağlı ağırlıkların hesaplanması: Alt kriterlerin kendi aralarında daha iyi bir şekilde irdelenebilmesi için bağlı bulanık ağırlıklar denklem 19 ve bağlı mutlak ağırlıklar denklem 20 vasıtasıyla hesaplanır.

$$(\tilde{w}_i^R)^{sc} = (\tilde{w})^c \otimes (\tilde{w}_i)^{sc} \quad (19)$$

Burada  $(\tilde{w}_i^R)^{sc}$ , i. alt kriterin bağlı bulanık ağırlığı;  $(\tilde{w})^c$ , o alt kriteri içeren ana kriterin bulanık ağırlığı;  $(\tilde{w}_i)^{sc}$ , i. alt kriterin bulanık ağırlığıdır.

$$(w_i^R)^{sc} = (w^N)^c \times (w_i^N)^{sc}$$

(20)

Burada  $(w_i^R)^{sc}$ , i. alt kriterin bağlı mutlak ağırlığı;  $(w^N)^c$ , o alt kriteri içeren ana kriterin normalize mutlak ağırlığı;  $(w_i^N)^{sc}$ , i. alt kriterin normalize mutlak ağırlığıdır.

### 2.1.2.1.2.1.2. Chang Tarafından Önerilen Bulanık AHP

Chang tarafından önerilen bulanık AHP yöntemi 3 adımda incelenebilir.

Adım 1. Her kriter için toplam genişletilmiş analiz değerinin hesaplanması:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  bir nesne kümesi ve  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  bir amaç kümesi olsun. Her nesneye her bir amaç için genişletilmiş analiz uygulanır ve sonuçta her bir nesne için m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilir.  $M_{g_i}^j$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ) üçgen bulanık sayılar olmak üzere her bir nesne için genişletilmiş analiz değerleri şöyledir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad (21)$$

Toplam genişletilmiş analiz değeri ise aşağıdaki denklem 22 ile ifade edilebilir:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j \quad (22)$$

Adım 2. Her kriter için sentetik genişletilmiş analiz değerinin hesaplanması: i. nesnenin m tane amaç için genişletilmiş analiz değerleri  $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m$  olmak üzere, i. nesne için sentetik genişletilmiş analiz değeri şöyle tanımlanmaktadır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (23)$$

Adım 3. Sentetik genişletilmiş analiz değerlerinin birbirlerine göre büyüklük derecelerinin hesaplanması ve ağırlık vektörünün bulunması: Hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri birer üçgen bulanık sayıdır ve ağırlıklar bu sayıların karşılaştırılması ile elde edilirler.  $M_1$  ve  $M_2$  üçgen bulanık sayılarının birbirlerine göre büyüklüklerinin olabilirlik dereceleri şöyle tanımlanmıştır:

$$V(M_1 \geq M_2) = \sup_{x \geq y} \left[ \min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right] \quad (24)$$

$M_1 \geq M_2$  eşitsizliğinin olabilirlik derecesi genel olarak şöyle ifade edilebilir:

$$V(M_1 \geq M_2) = \begin{cases} \text{eğer } m_1 \geq m_2 \text{ ise} & 1 \\ \text{eğer } l_2 \geq u_1 \text{ ise} & 0 \\ \text{diğer durumlarda} & \frac{l_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)} \end{cases} \quad (25)$$

$M_1$  ve  $M_2$  'yi karşılaştırabilmek için  $V(M_1 \geq M_2)$  ve  $V(M_2 \geq M_1)$  değerlerinin her ikisine de ihtiyaç vardır.  $V(M_2 \geq M_1)$  değeri  $V(M_1 \geq M_2)$  'ye benzer şekilde hesaplanır.

Dışbükey üçgen bulanık sayılarda bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan büyüklüğü şöyle tanımlanır:

$$\begin{aligned} & V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) \\ & = V[M \geq M_1 \text{ ve } M \geq M_2 \text{ ve } \dots \text{ ve } M \geq M_k] \\ & = \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (26)$$

Eğer karşılaştırma matrisi  $A$ 'nın her bir nesnesi için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri şöyleyse:

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k); k \neq i; k = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, n \quad (27)$$

Bu matris için ağırlık vektörü şöyledir:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (28)$$

Normalizasyon işlemi ile normalize edilmiş ağırlık vektörü elde edilir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (29)$$

#### 2.1.2.1.2.2. Bulanık TOPSIS

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifi tespit etmektedir. Bulanık TOPSIS yöntemi, sözel değişkenler kullanılarak yapılan değerlendirmelere göre kriter ağırlıkları bazında alternatiflerin performanslarını hesaplayıp alternatiflerin sıralanmasını sağlar. Literatürde son yıllarda geliştirilmiş birçok bulanık TOPSIS yaklaşımı vardır. Bunlardan bazıları Chen ve Hwang (1992), Liang (1999), Chen (2000), Chu (2002), Tsaur vd. (2002), Zhang ve Lu (2003), Chu ve Lin (2003) olarak verilebilirler [88].

Bu kısımda Chen [89] tarafından önerilen bulanık TOPSIS yaklaşımı anlatılacaktır. Bu yaklaşımda beş adımlı bir hesaplama yapılır.

Adım 1. Normalizasyon: Bulanık karar matrisi normalize edilir. Böylece bütün bulanık sayı değerleri  $[0,1]$  aralığına indirgenir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \Rightarrow \tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad (30)$$

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \Rightarrow \tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad (31)$$

Burada eğer  $j$  fayda kriteri ise  $c_j^* = \max_i c_{ij}$ ; maliyet kriteriyse  $a_j^- = \min_i a_{ij}$ 'dir.

Adım 2. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisinin hesaplanması: Kriter ağırlıkları ile normalize edilen bulanık karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi elde edilir.



$$\begin{aligned}\tilde{V} &= [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \tilde{v}_{ij} &= \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{W}_j\end{aligned}\quad (32)$$

Adım 3. Mesafelerin hesaplanması: Her alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ( $A^*$ ) uzaklığı ( $d_i^*$ ) ve bulanık negatif ideal çözümden ( $A^-$ ) uzaklığı ( $d_i^-$ ) ayrı ayrı denklem 33 ile hesaplanır.

$$\begin{aligned}d_i^* &= \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \\ d_i^- &= \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m\end{aligned}\quad (33)$$

Fayda kriterleri için  $A^*$  ve  $A^-$  denklem 34 ile belirlenir:

$$\begin{aligned}A^* &= (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*) \quad \text{burada } v_j^* = (1, 1, 1) \\ A^- &= (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad \text{burada } v_j^- = (0, 0, 0)\end{aligned}\quad (34)$$

Maliyet kriterleri için  $A^*$  ve  $A^-$  denklem 35 ile belirlenir:

$$\begin{aligned}A^* &= (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*) \quad \text{burada } v_j^* = (0, 0, 0) \\ A^- &= (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad \text{burada } v_j^- = (1, 1, 1)\end{aligned}\quad (35)$$

Adım 4. Yakınlık katsayılarının hesaplanması: Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği  $d_i^*$ ,  $d_i^-$  değerleri kullanılarak hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (36)$$

Adım 5. Çıktı: Bu adımda alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralanırlar ve en büyük değere sahip olan alternatif seçilir.

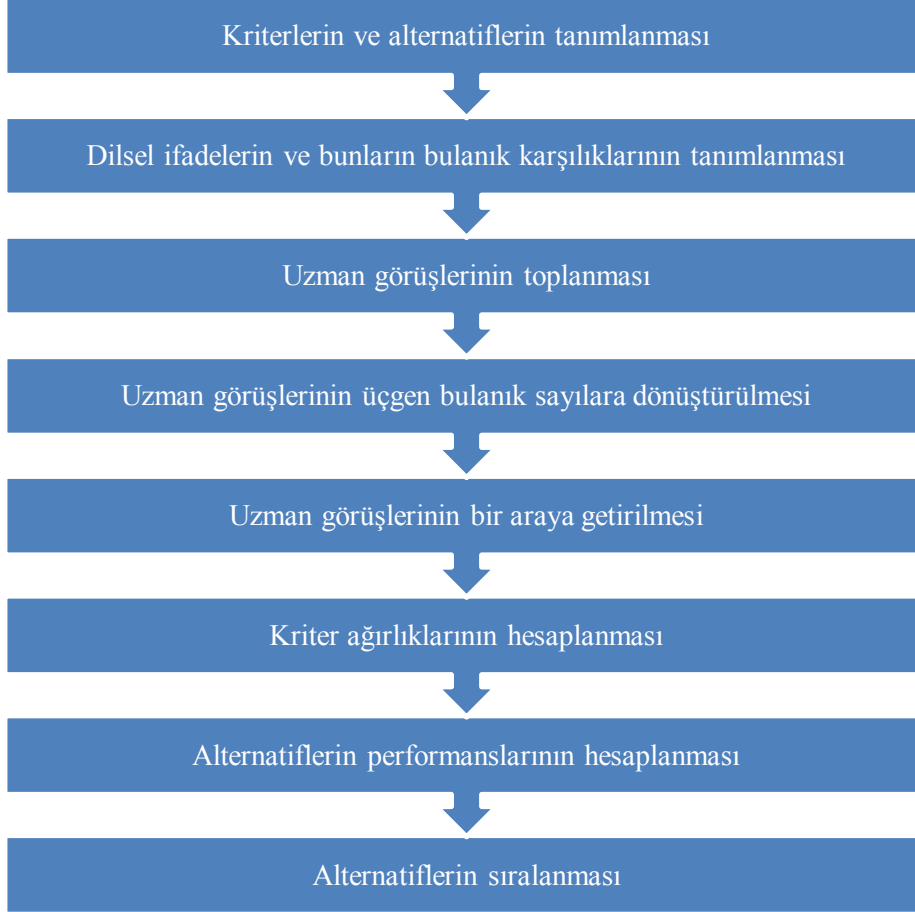
## 2.2. Uygulama

### 2.2.1. Tersaneler İçin Boru Kesim Teknolojisi Seçimi

Tezin bu bölümünde tersaneler için boru kesme teknolojilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme kapsamında evvela en uygun boru kesim teknolojisinin seçimi için göz önünde bulundurulması gereken kriterler tespit edilmiş ve uzman görüşleri yardımıyla bu kriterlerin önem dereceleri hesaplanmıştır. Hesaplama için bulanık AHP

kullanılmıştır. Daha sonra ise kesme teknolojilerinden tersane için en uygun olanı yine uzman görüşleri vasıtasıyla araştırılmıştır. Hesaplamanın bu bölümü için ise bulanık TOPSIS kullanılmıştır.

Hesaplama adımları Şekil 28’de gösterilmiştir



Şekil 28. Boru kesim teknolojisi seçiminde izlenen adımlar

1. Kriterlerin ve alternatiflerin tanımlanması: Bu adımda karar vericiler veya uzmanlar tarafından boru kesimi teknolojisi seçiminde etkili olan kriterler ve boru kesim alternatifleri belirlenmiştir. Buna göre üç adet ana kriter ve on dört adet alt kriter tespit edilmiştir. Ana kriterler risk, maliyet ve performans olarak belirlenmiştir. Alt kriterler açıklamalarıyla beraber Tablo 4’te verilmiştir. Şekil 29’da boru kesim teknolojisi değerlendirme kriterleri toplu olarak görülmektedir.

Tablo 4. Boru kesim teknolojisi seçimi için belirlenen ana ve alt kriterler

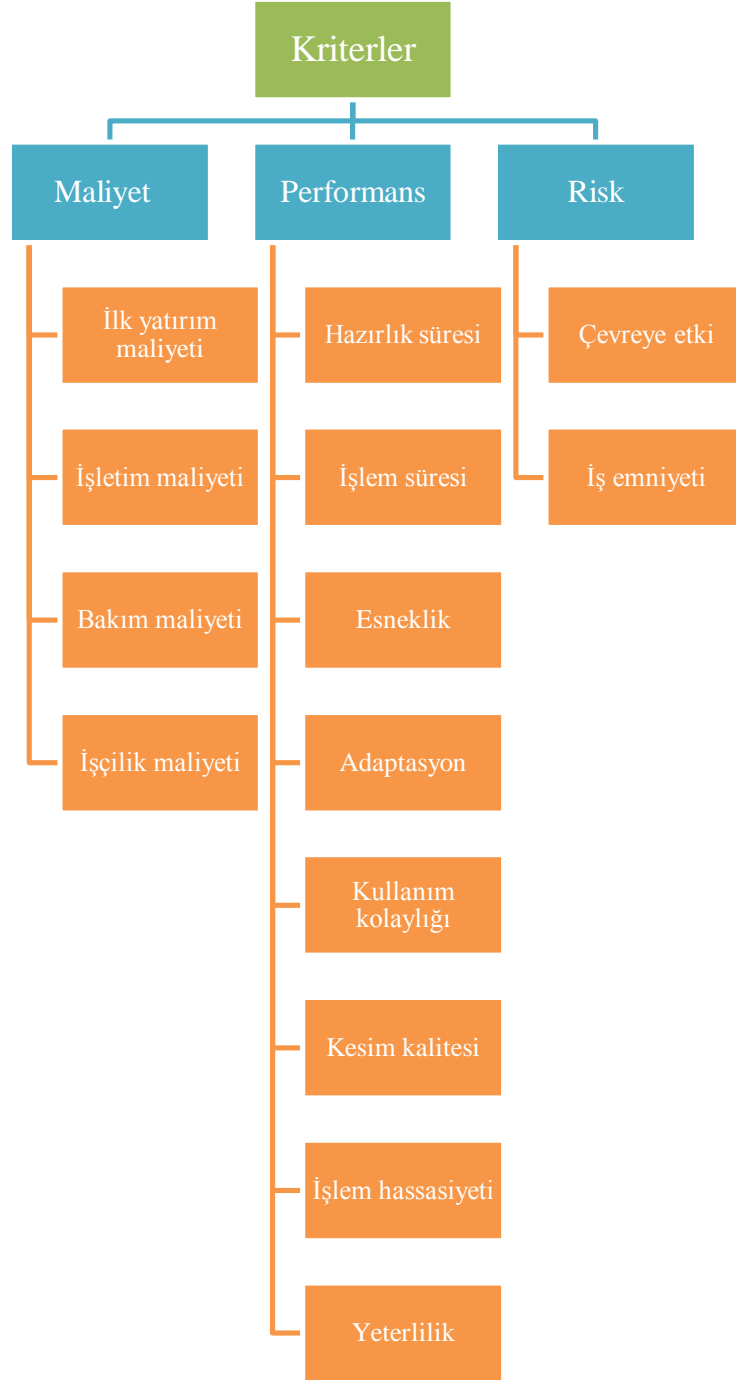
Kısaltma	Alt kriter	Açıklama
M1	İlk yatırım maliyeti	Kesme makinesini ve diğer gerekli bileşenleri satın almak için harcanan paradır
M2	İşletim maliyeti	Kesme işlemini icra etmek için harcanan paradır
M3	Bakım maliyeti	Bakım tamir işleri için harcanan paradır
M4	İşçilik maliyeti	Kesme makinesini kullanacak olan işçilere ödenen paradır
P1	Hazırlık süresi	Kesme işlemine başlamadan önce makinenin işlem için hazırlanma süresi
P2	İşlem süresi	Belirli bir boyuttaki parçanın kesim süresi
P3	Esneklik	Kesme teknolojisinin her tür ve boyuttaki parça için uygulanabilirliği
P4	Adaptasyon	Kesme teknolojisinin her türlü tersaneye uygulanabilirliği
P5	Kullanım kolaylığı	Kesme teknolojisinin kullanım kolaylığı
P6	Kesim kalitesi	Kesme işlemi sonrasındaki kesilen parçanın yüzey kalitesi
P7	İşlem hassasiyeti	İstenilen hassasiyette kesim yapılabilmesi
P8	Yeterlilik	Kesme işleminden sonra parça üzerinde ek bir işlem yapma ihtiyacının oluşup oluşmama durumu
R1	Çevreye etki	Kesme işleminin çevreye verdiği zarar
R2	İş emniyeti	Kesim işlemi sırasında işçiye zarar verebilecek kazanın meydana

Tablo 5'te uygulamada göz önüne alınmış olan kesim teknolojileri görülmektedir.

Tablo 5. Uygulamada göz önüne alınan olan kesim teknolojileri

Kısaltma	Alternatif kesme teknolojisi
O	Oksijen ile kesim
P	Plazma kesim
D	Daire testere ile kesim
Ş	Şerit testere ile kesim
K	Kesme taşı ile kesim

2. Dilsel ifadelerin ve bunların bulanık karşılıklarının tanımlanması: Uygulamada kullanılan dilsel ifadeler ve bunların bulanık sayı karşılıkları Tablo 6 [90] ve Tablo 7'de verilmiştir.



Şekil 29. Boru kesim teknolojisi değerlendirme kriterleri

Tablo 6. Kriterlerin kendi aralarında değerlendirilmesi için kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları

Sözel ifade	Sözel ifadenin kısaltması	Bulanık karşılık
Eşit gibi	Eq	(1,1,3)
Biraz daha önemli	Wk	(1,3,5)
Oldukça önemli	Es	(3,5,7)
Çok kuvvetli önemli	Vs	(5,7,9)
Kesinlikle önemli	Ab	(7,9,9)

Tablo 7. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinde kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları

Sözel ifade	Sözel ifadenin kısaltması	Bulanık karşılık
Çok düşük	VL	(0,0,3)
Düşük	L	(0,2,5,5)
Orta	F	(2,5,5,7,5)
Yüksek	H	(5,7,5,10)
Çok yüksek	VH	(7,10,10)

3. Uzman görüşlerinin toplanması: Uzman görüşleri anketler vasıtasıyla derlenmiştir. Her uzmandan iki farklı anketi doldurmaları istenmiştir. Bu anketlerden birincisi kriterlerin ikili karşılaştırmalarını, ikincisi ise alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesini içermektedir. Tablo 8 ve Tablo 9'da sırasıyla uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi ve alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketler verilmiştir.

Tablo 8. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Maliyet	Performans	Risk
Maliyet (M)	-	Eq	1/Wk
Performans (P)	1/Eq	-	1/Wk
Risk (R)	Wk	Wk	-

Tablo 9. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için uzman 1 tarafından doldurulmuş anket

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklilik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
Oksijen	VL	VL	H	VL	VL	H	H	L	L	VH	L	L	L	VH	VL	VL	F
Plazma	H	H	VL	L	H	F	H	L	F	F	H	H	H	H	H	H	H
Daire testere	F	F	VH	F	VL	F	F	F	L	H	H	L	F	F	L	L	F
Şerit testere	L	L	VH	F	VL	L	F	L	L	H	F	L	L	F	L	L	L
Kesme taşı	F	L	L	L	L	L	L	F	F	H	VH	F	F	H	F	F	F

Yapılan anketle ilgili geniş bilgi Ek 1’de, toplanan tüm veriler ise Ek 2’de verilmiştir.

4. Uzman görüşlerinin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmesi: Uzmanlardan toplanan tüm veriler dilsel ifadeler şeklindedir. Toplanan verilerin üzerinde hesaplamaların yapılabilmesi için önceden belirlenen dilsel ölçeğin bulanık sayı karşılıklarına göre tüm veriler üçgen bulanık sayılara dönüştürülür. Bu adımda anketler vasıtasıyla toplanan sözel veriler Tablo 6 ve Tablo 7’de verilen ölçeklere göre bulanık sayılara dönüştürülürler. Tablo 10 ve Tablo 11’de sırayla uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için ve alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketlerin bulanık sayıya çevrilmiş hali verilmiştir.

Tablo 10. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet	Performans	Risk
Maliyet (M)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(0.200,0.333,1.000)
Performans (P)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
Risk (R)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Tüm uzmanlardan alınan verilerin üçgen bulanık sayıya çevrilmiş halleri Ek 2’de verilmiştir.

Tablo 11. Uzman 1 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
D	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
K	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)
P	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
P	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
	Yeterlilik			
O	(0.000,2.500,5.000)			
P	(5.000,7.500,10.000)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

5. Uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi: Uzmanların her birinin aynı ağırlığa sahip olduğu kabul edilirse denklem 13 aşağıdaki hale gelir [91]:

$$\tilde{C}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{c}_{ij}^1 \oplus \tilde{c}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{c}_{ij}^N) \quad (37)$$

$$\tilde{D}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{d}_{ij}^1 \oplus \tilde{d}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{d}_{ij}^N) \quad (38)$$

Burada  $\tilde{C}_{ij}$ , kriterlerin ikili karşılaştırmalarından elde edilen birleştirilmiş karar matrisi;  $\tilde{c}_{ij}^k$  k. uzman tarafından i. kriterle j. kriterin ikili karşılaştırması;  $\tilde{D}_{ij}$  alternatiflerin değerlendirmesinden elde edilen birleştirilmiş karar matrisi;  $\tilde{d}_{ij}^k$ , k. uzman tarafından i. alternatifin j. kriter bazında değerlendirmesi; N ise toplam uzman sayısıdır.

Tablo 12 ve Tablo 13’de sırasıyla ana kriterlerin ikili karşılaştırması ve alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinden elde edilen birleştirilmiş karar matrisleri yer almaktadır. Birleştirilmiş karar matrislerinin tümü Ek 2’de verilmiştir.

Tablo 12. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi

	Maliyet	Performans	Risk
Maliyet (M)	(1.000,1.000,1.000)	(0.437,0.492,1.400)	(0.141,0.206,0.467)
Performans (P)	(0.714,2.032,2.288)	(1.000,1.000,1.000)	(0.437,0.492,1.400)
Risk (R)	(2.143,4.846,7.105)	(0.714,2.032,2.288)	(1.000,1.000,1.000)

Tablo 13. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirmesinden elde edilen birleştirilmiş bulanık karar matrisi

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(1.667,3.333,6.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.667,8.333,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(6.333,9.167,10.000)	(5.667,8.333,10.000)	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,1.667,4.333)
D	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,4.167,6.667)	(3.333,5.833,8.333)	(4.167,6.667,9.167)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(1.667,3.333,6.000)	(4.167,6.667,9.167)	(4.167,6.667,9.167)
K	(0.000,1.667,4.333)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(1.667,3.333,6.000)	(1.667,4.167,6.667)	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,1.667,4.333)
P	(4.000,6.667,8.333)	(5.667,8.333,10.000)	(3.333,5.833,8.333)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,0.833,3.667)	(0.000,2.500,5.000)	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(2.500,5.000,7.500)	(0.833,3.333,5.833)	(0.833,3.333,5.833)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.000,1.667,4.333)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(5.000,7.500,10.000)	(4.000,6.667,8.333)
P	(0.000,1.667,4.333)	(4.167,6.667,9.167)	(0.000,1.667,4.333)	(4.167,6.667,9.167)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(1.667,3.333,6.000)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,2.500,5.000)	(1.667,4.167,6.667)	(0.000,1.667,4.333)
K	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,2.500,5.000)	(2.333,5.000,6.667)	(4.000,6.667,8.333)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(4.000,6.667,8.333)	(4.000,6.667,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,2.500,5.333)
P	(5.667,8.333,10.000)	(3.333,5.833,8.333)	(5.000,7.500,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
D	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
Ş	(2.333,5.000,6.667)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(1.667,4.167,6.667)
K	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
	Yeterlilik			
O	(2.333,5.000,6.667)			
P	(3.333,5.000,7.667)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			



6. Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Kriter ağırlıkları Chang [86] tarafından önerilen bulanık AHP yöntemiyle hesaplanacaktır.

6.1. Her kriter için toplam genişletilmiş analiz değerinin hesaplanması: Denklem 22'ye göre ana kriterler için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Ana kriterler için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri

	Toplam genişletilmiş analiz değeri
Maliyet (M)	(1.578,1698,2.867)
Performans (P)	(2.151,3.524,4.688)
Risk (R)	(3.857,7.878,10.393)

6.2. Her kriter için sentetik genişletilmiş analiz değerinin hesaplanması: Denklem 23'e göre ana kriterler için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Ana kriterler için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri

	Sentetik genişletilmiş analiz değeri
Maliyet (M)	(0.088,0.130,0.378)
Performans (P)	(0.120,0.269,0.618)
Risk (R)	(0.215,0.601,1.370)

6.3. Sentetik genişletilmiş analiz değerlerinin birbirlerine göre büyüklük derecelerinin hesaplanması ve ağırlık vektörünün bulunması: Denklem 24, 25 ve 26 vasıtasıyla ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması ve ana kriterlerin birbirlerine göre büyüklük dereceleri sırayla Tablo 16 ve Tablo 17'de verilmiştir. Denklem 27, 28 ve 29 vasıtasıyla hesaplanan ana kriterlerin ağırlık değerleri ve normalize edilmiş ağırlıklar sırayla Tablo 18 ve Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 16. Ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması

$V(S_M \geq S_P)$	0.649	$V(S_P \geq S_R)$	0.548
$V(S_M \geq S_R)$	0.257	$V(S_R \geq S_M)$	1
$V(S_P \geq S_M)$	1	$V(S_R \geq S_P)$	1

Tablo 17. Ana kriterlerin birbirlerine göre büyüklük dereceleri

$V(S_M \geq S_P, S_R)$	0.257
$V(S_P \geq S_M, S_R)$	0.548
$V(S_R \geq S_M, S_P)$	1

Tablo 18. Ana kriterlerin ağırlık değerleri

$W'_M$	0.257
$W'_P$	0.548
$W'_R$	1

Tablo 19. Normalize edilmiş ağırlık değerleri

Kriterler	Kısaltmalar	Özgün ağırlıklar	Bağıl ağırlıklar
Maliyet	M	0.142	
İlk yatırım maliyeti	$M_1$	0.743	0.106
İşletim maliyeti	$M_2$	0.214	0.030
Bakım maliyeti	$M_3$	0.000	0.000
İşçilik maliyeti	$M_4$	0.044	0.006
Performans	P	0.304	
Hazırlık süresi	$P_1$	0.069	0.021
İşletim süresi	$P_2$	0.112	0.034
Esneklik	$P_3$	0.132	0.040
Adaptasyon	$P_4$	0.051	0.016
Kullanım kolaylığı	$P_5$	0.156	0.047
Kesim kalitesi	$P_6$	0.159	0.048
İşlem hassasiyeti	$P_7$	0.170	0.052
Yeterlilik	$P_8$	0.151	0.046
Risk	R	0.554	
Çevreye etki	$R_1$	0.311	0.172
İş emniyeti	$R_2$	0.689	0.382

Kriter ağırlıklarının hesaplanmasıyla ilgili tüm tablolar Ek 2'de verilmiştir.

7. Alternatiflerin performanslarının hesaplanması: Alternatiflerin performanslarının hesaplanmasında Chen [89] tarafından önerilen bulanık TOPSIS yöntemi kullanılacaktır.

7.1. Normalizasyon: Alternatiflerin değerlendirmelerinin yapıldığı birleştirilmiş bulanık karar matrisi normalize edilerek bütün bulanık sayı değerleri [0,1] aralığına indirgenir. Burada Chen'in yaklaşımından farklı olarak monoton azalan özellikteki kriterlerin tersi alınmıştır. Bunun için bulanık değerlendirme ölçeğindeki en büyük sayı tespit edilmiş ve o kriter altındaki tüm değerler bu sayıdan çıkarılmıştır. Monoton azalan kriterlerin terslerinin alınmış halindeki bulanık karar matrisi Tablo 20’de görülmektedir. Daha sonra denklem 30 kullanılarak tüm değerler normalize edilmiştir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi Tablo 21’de görülmektedir.

Tablo 20. Monoton azalan kriterlerin terslerinin alınmış halindeki bulanık karar matrisi

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(4.000,6.667,8.333)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,4.167,6.667)
P	(0.000,0.833,3.667)	(5.667,8.333,10.000)	(4.167,6.667,9.167)	(4.833,7.500,9.167)
D	(5.667,8.333,10.000)	(1.667,4.167,6.667)	(1.667,4.167,6.667)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(4.167,6.667,9.167)	(1.667,3.333,6.000)	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,2.500,5.000)
K	(5.667,8.333,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(1.667,3.333,6.000)	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,2.500,5.000)	(5.667,8.333,10.000)
P	(4.000,6.667,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
D	(0.000,0.833,3.667)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(4.167,6.667,9.167)
K	(0.000,0.000,3.000)	(5.667,8.333,10.000)	(1.667,4.167,6.667)	(5.667,8.333,10.000)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(0.000,2.500,5.000)	(4.833,7.500,9.167)	(0.000,2.500,5.000)	(4.000,6.667,8.333)
P	(4.000,6.667,8.333)	(0.000,2.500,5.000)	(5.667,8.333,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
D	(0.833,3.333,5.833)	(4.167,6.667,9.167)	(0.000,2.500,5.000)	(1.667,3.333,6.000)
Ş	(2.500,5.000,7.500)	(4.167,6.667,9.167)	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,1.667,4.333)
K	(0.000,2.500,5.000)	(4.167,6.667,9.167)	(3.333,5.000,7.667)	(4.000,6.667,8.333)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(4.000,6.667,8.333)	(4.000,6.667,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,2.500,5.333)
P	(5.667,8.333,10.000)	(3.333,5.833,8.333)	(5.000,7.500,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
D	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
Ş	(2.333,5.000,6.667)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(1.667,4.167,6.667)
K	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
	Yeterlilik			
O	(2.333,5.000,6.667)			
P	(3.333,5.000,7.667)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

Tablo 21. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti
O	(0.400,0.667,0.833)	(0.091,0.182,0.491)	(0.250,0.500,0.750)	(0.100,0.400,0.700)
P	(0.567,0.833,1.000)	(0.527,0.818,1.000)	(0.083,0.250,0.517)	(0.200,0.500,0.800)
D	(0.167,0.417,0.667)	(0.000,0.091,0.400)	(0.417,0.667,0.917)	(0.400,0.700,1.000)
Ş	(0.167,0.417,0.667)	(0.091,0.273,0.564)	(0.333,0.583,0.833)	(0.400,0.700,1.000)
K	(0.250,0.500,0.750)	(0.000,0.091,0.400)	(0.567,0.833,1.000)	(0.400,0.700,1.000)
	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi
O	(0.567,0.833,1.000)	(0.273,0.545,0.818)	(0.480,0.700,0.920)	(0.200,0.500,0.800)
P	(0.167,0.417,0.667)	(0.527,0.818,1.000)	(0.200,0.500,0.800)	(0.480,0.800,1.000)
D	(0.417,0.667,0.917)	(0.364,0.636,0.909)	(0.400,0.700,1.000)	(0.000,0.300,0.600)
Ş	(0.417,0.667,0.917)	(0.455,0.727,1.000)	(0.400,0.700,1.000)	(0.300,0.600,0.900)
K	(0.483,0.750,0.917)	(0.182,0.455,0.727)	(0.400,0.700,1.000)	(0.200,0.300,0.640)
	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi
O	(0.345,0.636,0.818)	(0.317,0.583,0.750)	(0.600,0.909,1.000)	(0.000,0.083,0.367)
P	(0.455,0.727,1.000)	(0.567,0.833,1.000)	(0.455,0.727,1.000)	(0.500,0.750,1.000)
D	(0.091,0.273,0.564)	(0.483,0.750,0.917)	(0.436,0.727,0.909)	(0.167,0.417,0.667)
Ş	(0.000,0.182,0.473)	(0.233,0.500,0.667)	(0.436,0.727,0.909)	(0.167,0.417,0.667)
K	(0.436,0.727,0.909)	(0.483,0.750,0.917)	(0.527,0.818,1.000)	(0.250,0.500,0.750)
	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik		
O	(0.182,0.273,0.582)	(0.413,0.761,0.978)		
P	(0.455,0.727,1.000)	(0.435,0.652,1.000)		
D	(0.091,0.273,0.564)	(0.109,0.435,0.761)		
Ş	(0.182,0.455,0.727)	(0.000,0.326,0.652)		
K	(0.182,0.364,0.655)	(0.109,0.435,0.761)		

7.2. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisinin hesaplanması: Denklem 32'ye göre kriter ağırlıkları ile normalize edilen bulanık karar matrisi çarpılarak elde edilen ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi Tablo 22'de görülmektedir.

7.3. Mesafelerin hesaplanması: Her alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ( $A^*$ ) uzaklığı ( $d_i^*$ ) ve bulanık negatif ideal çözümden ( $A^-$ ) uzaklığı ( $d_i^-$ ) denklem 33, 34 ve 35'e göre hesaplanmış ve çıkan değerler sırayla Tablo 23, 24, 25 ve 26'da verilmiştir.

7.4. Yakınlık katsayılarının hesaplanması: Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği denklem 36'ya göre hesaplanmış ve değerler Tablo 27'de verilmiştir.

Burada yöntem gereği bulanık pozitif ideal çözüm (1,1,1) alındığından tüm alternatiflerin bu çözüme uzaklıkları yüksek çıkmış negatif çözüme uzaklıkları ise düşük çıkmıştır. Bu nedenle Tablo 27'deki katsayılar çok küçüktür.

Tablo 22. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi

	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti
O	(0.069,0.115,0.143)	(0.035,0.069,0.188)	(0.027,0.053,0.080)	(0.003,0.012,0.021)
P	(0.097,0.143,0.172)	(0.201,0.313,0.382)	(0.009,0.027,0.055)	(0.006,0.015,0.024)
D	(0.029,0.072,0.115)	(0.000,0.035,0.153)	(0.044,0.071,0.097)	(0.012,0.021,0.030)
Ş	(0.029,0.072,0.115)	(0.035,0.104,0.215)	(0.035,0.062,0.088)	(0.012,0.021,0.030)
K	(0.043,0.086,0.129)	(0.000,0.035,0.153)	(0.060,0.088,0.106)	(0.012,0.021,0.030)
	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi
O	(0.000,0.000,0.000)	(0.002,0.003,0.005)	(0.010,0.015,0.019)	(0.007,0.017,0.027)
P	(0.000,0.000,0.000)	(0.003,0.005,0.006)	(0.004,0.011,0.017)	(0.016,0.027,0.034)
D	(0.000,0.000,0.000)	(0.002,0.004,0.005)	(0.008,0.015,0.021)	(0.000,0.010,0.020)
Ş	(0.000,0.000,0.000)	(0.003,0.004,0.006)	(0.008,0.015,0.021)	(0.010,0.020,0.031)
K	(0.000,0.000,0.000)	(0.001,0.003,0.004)	(0.008,0.015,0.021)	(0.007,0.010,0.022)
	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi
O	(0.014,0.025,0.033)	(0.005,0.009,0.012)	(0.028,0.043,0.047)	(0.000,0.004,0.018)
P	(0.018,0.029,0.040)	(0.009,0.013,0.016)	(0.021,0.034,0.047)	(0.024,0.036,0.048)
D	(0.004,0.011,0.023)	(0.008,0.012,0.015)	(0.021,0.034,0.043)	(0.008,0.020,0.032)
Ş	(0.000,0.007,0.019)	(0.004,0.008,0.011)	(0.021,0.034,0.043)	(0.008,0.020,0.032)
K	(0.017,0.029,0.036)	(0.008,0.012,0.015)	(0.025,0.038,0.047)	(0.012,0.024,0.036)
	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik		
O	(0.009,0.014,0.030)	(0.019,0.035,0.045)		
P	(0.024,0.038,0.052)	(0.020,0.030,0.046)		
D	(0.005,0.014,0.029)	(0.005,0.020,0.035)		
Ş	(0.009,0.024,0.038)	(0.000,0.015,0.030)		
K	(0.009,0.019,0.034)	(0.005,0.020,0.035)		

Tablo 23. Her alternatifin her bir kriter bazında A\*'dan uzaklığı

	R1	R2	M1	M2	M3	M4	P1
O	0.892	0.905	0.947	0.988	1.000	0.997	0.985
P	0.863	0.705	0.970	0.985	1.000	0.995	0.990
D	0.929	0.940	0.930	0.979	1.000	0.996	0.985
Ş	0.929	0.885	0.938	0.979	1.000	0.996	0.985
K	0.915	0.940	0.915	0.979	1.000	0.997	0.985
	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
O	0.983	0.976	0.991	0.961	0.993	0.982	0.967
P	0.974	0.971	0.987	0.966	0.964	0.962	0.968
D	0.990	0.988	0.989	0.968	0.980	0.984	0.980
Ş	0.980	0.991	0.993	0.968	0.980	0.976	0.985
K	0.987	0.972	0.989	0.963	0.976	0.979	0.980

Tablo 24. Her alternatifin A\*'dan toplam uzaklığı

O	13.567
P	13.301
D	13.637
Ş	13.585
K	13.578

Tablo 25. Her alternatifin her bir kriter bazında A<sup>-</sup>'dan uzaklığı

	R1	R2	M1	M2	M3	M4	P1
O	0.113	0.117	0.057	0.014	0.000	0.004	0.015
P	0.141	0.308	0.035	0.017	0.000	0.005	0.012
D	0.080	0.090	0.074	0.022	0.000	0.004	0.016
Ş	0.080	0.140	0.066	0.022	0.000	0.005	0.016
K	0.093	0.090	0.087	0.022	0.000	0.003	0.016
	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
O	0.019	0.025	0.009	0.040	0.010	0.020	0.035
P	0.027	0.030	0.013	0.036	0.037	0.040	0.034
D	0.013	0.015	0.012	0.034	0.022	0.019	0.023
Ş	0.022	0.012	0.008	0.034	0.022	0.026	0.019
K	0.014	0.029	0.012	0.038	0.026	0.023	0.023

Tablo 26. Her alternatifin A<sup>-</sup> 'dan toplam uzaklığı

O	0.479
P	0.734
D	0.424
Ş	0.471
K	0.476

Tablo 27. Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği

O	0.0341
P	0.0523
D	0.0302
Ş	0.0335
K	0.0339

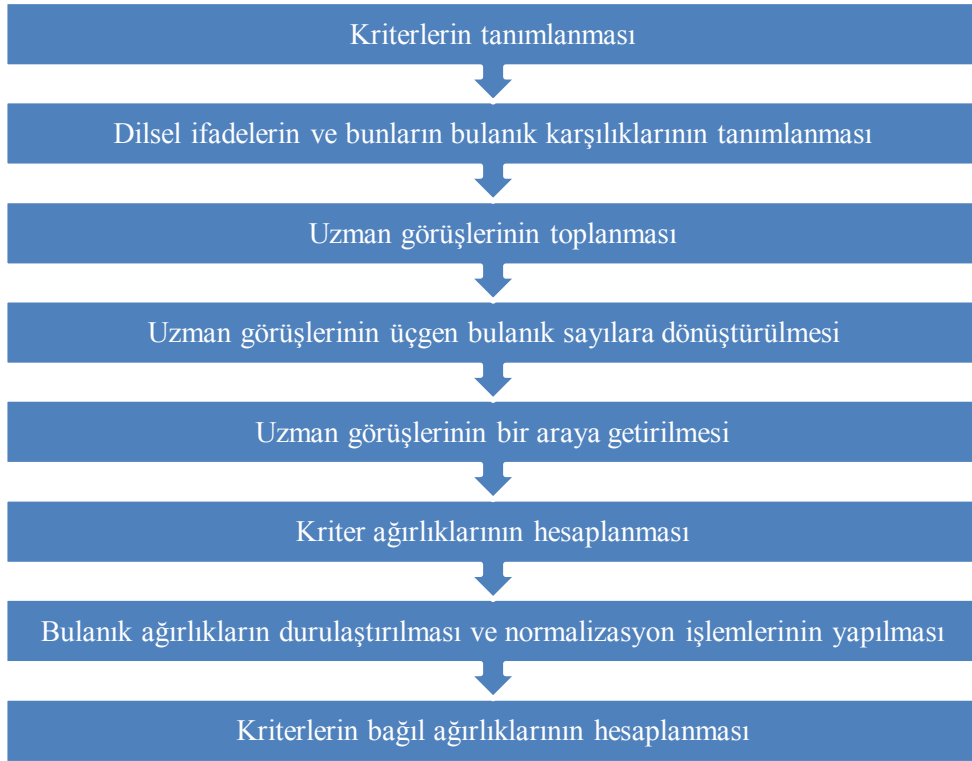
7.5. Alternatiflerin sıralanması: Bu adımda alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralanırlar buna göre alternatiflerin sıralaması aşağıdaki gibidir:

1. Plazma kesim
2. Oksijen ile kesim
3. Kesme taşı ile kesim
4. Şerit testere ile kesim
5. Daire testere ile kesim

### 2.2.2. Uygun Yeni Gemi İnşa Tersanesi Seçimi Kriterleri

Tezin bu kısmında yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterlerinin değerlendirilmesi yapılacaktır. Buradaki asıl amaç armatörlerin yeni gemi siparişleri için anlaşma yapacakları tersanelerde aradıkları şartların önem derecelerini belirlemek ve tersaneleri bu konuda aydınlatmak olmuştur. Bu amaçla evvela armatörlerin uygun tersaneyi tespit edebilmeleri için göz önünde bulundurmaları gereken kriterler tanımlanmış, akabinde bu kriterlerin seçim işlemine etkileri belirlenmiştir. Kriterler literatür taraması ve uzman görüşleriyle tespit edilmiştir. Kriterlerin değerlendirilmesi için daha önceden teorik olarak anlatılan Buckley [85] tarafından önerilen bulanık AHP kullanılmıştır. Kriterlerin uzmanlarca değerlendirilmesi ikili karşılaştırma matrisleriyle yapılmıştır.

Hesaplama için izlenen adımlar Şekil 30'da gösterilmiştir.



Şekil 30. Yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde izlenen adımlar

1. Kriterlerin tanımlanması: Bu adımda karar vericiler veya uzmanlar tarafından tersane seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiştir. Buna göre beş adet ana kriter ve otuz

Tablo 28. Alt kriterler ve açıklamaları

Alt kriter	Açıklama
Teklif fiyatı	Armatörün istediği geminin üretimi için armatöre verilen fiyat.
Ödeme koşulları	Armatör kontrat bedelini tersaneye kaç taksitle ve ne zaman ödeyecek?
Revizyonlar için ek ücret talebi	Operasyonel ihtiyaçlar nedeniyle doğacak revizyonlar için ek ücret talebi var mı?
Kurumsal yapı	Tersane gemi inşa için gerekli departmanlara sahip mi ve bunlar iyi organize edilmiş mi?
Mali durum	Tersanenin güncel bilançosu nedir?
Mevcut iş yükü	Tersanede devam eden proje sayısı nedir?
Armatör personeline sağlanan fiziksel imkânlar	Tersane tarafından armatör personeli için ofis, ofis mobilyası, pansiyon, bilgisayar, internet, yazıcı, faks vs. sağlanıyor mu?
Armatör personelinin yetki alanı	Armatör personeli üretim sürecine müdahale edebiliyor mu?
İzin verilen armatör personeli sayısı	Tersane, armatörün görevlendireceği kontrol personeli sayısına sınır koyuyor mu?
Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli	Üretim aşamasındaki ortaya çıkabilecek anlaşmazlıklarda tersanenin çözüme yaklaşımı (mahkeme, hakem, vs.) nedir?
Bilgi teknolojileri kullanımı	MRP, ERP gibi bilgi teknolojileri kullanılıyor mu?
Mühendis sayısı	Tersanede kaç tane mühendis var?
Formen sayısı	Tersanede kaç tane formen var?
İşçi sayısı	Tersanede kaç tane işçi var?
Kalite kontrol politikası	Tersanenin kalite kontrol sistemi sertifikası var mı?
Teknolojik altyapı	Tersanenin sahip olduğu makine, ekipman, vs. ve özellikleri.
Zamanında iş teslimi	Geçmişte yapılmış projelerin tesliminde termine uyum performansı.
Teslim tarihi	Bu proje için tersane tarafından armatöre verilmiş olan teslim tarihi.
Kızak kapasitesi	Tersanedeki kızakların boyutları ne?
Vinçlerin kaldırma kapasiteleri	Vinçler en fazla ne kadar yük kaldırabiliyor?
Kapalı alan miktarı	Üretim alanının ne kadarı kapalı?
Proje değişimlerine uyum	Armatör projede birtakım değişiklikler yapmak isterse tersanenin tutumu nedir?
Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi	Tersanenin geçmişte ürettiği benzer gemilerin kalitesi, performansı nedir?
Üretilmiş benzer gemi sayısı	Tersane geçmişte armatörün sipariş vereceği gemiye benzer gemi üretmiş mi, ürettiyse ne kadar üretti?
Üretilmiş en büyük gemi tonajı	Tersanede üretilen en büyük geminin tonajı nedir?
Firmanın yaşı	Tersane ne zamandır üretim yapıyor?
İş güvenlik personeli mevcudiyeti	Uzman iş güvenlik ekibi var mı?
İş güvenliği eğitimleri	Periyodik olarak iş güvenliği eğitimleri veriliyor mu?
Koruyucu ekipman kullanımı	Saha personelinin koruyucu ekipman kullanımına gösterdiği hassasiyet nedir?
Kullanılan ekipmanın güvenliği	Kullanılan koruyucu ekipmanların mevzuata uygunluğu.
Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı	Geçmişte kaç tane ağır yaralanmalı kaza yaşandı?



bir adet alt kriter tespit edilmiştir. Ana kriterler: mali koşullar, idari kabiliyet, teknik yeterlik, tecrübe ve iş güvenlik politikasıdır Alt kriterler açıklamalarıyla beraber Tablo 28’de verilmiştir.

Şekil 31’de ana kriterler ve alt kriterler beraber görülmektedir.

2. Dilsel ifadelerin tanımlanması: Bu adımda uygulamada kullanılan dilsel ölçek ve bunun bulanık sayı karşılıkları literatürden tespit edilmiştir. Buna göre dilsel ifadeler ve bunların bulanık sayı karşılıkları Tablo 29’da verilmiştir [92].

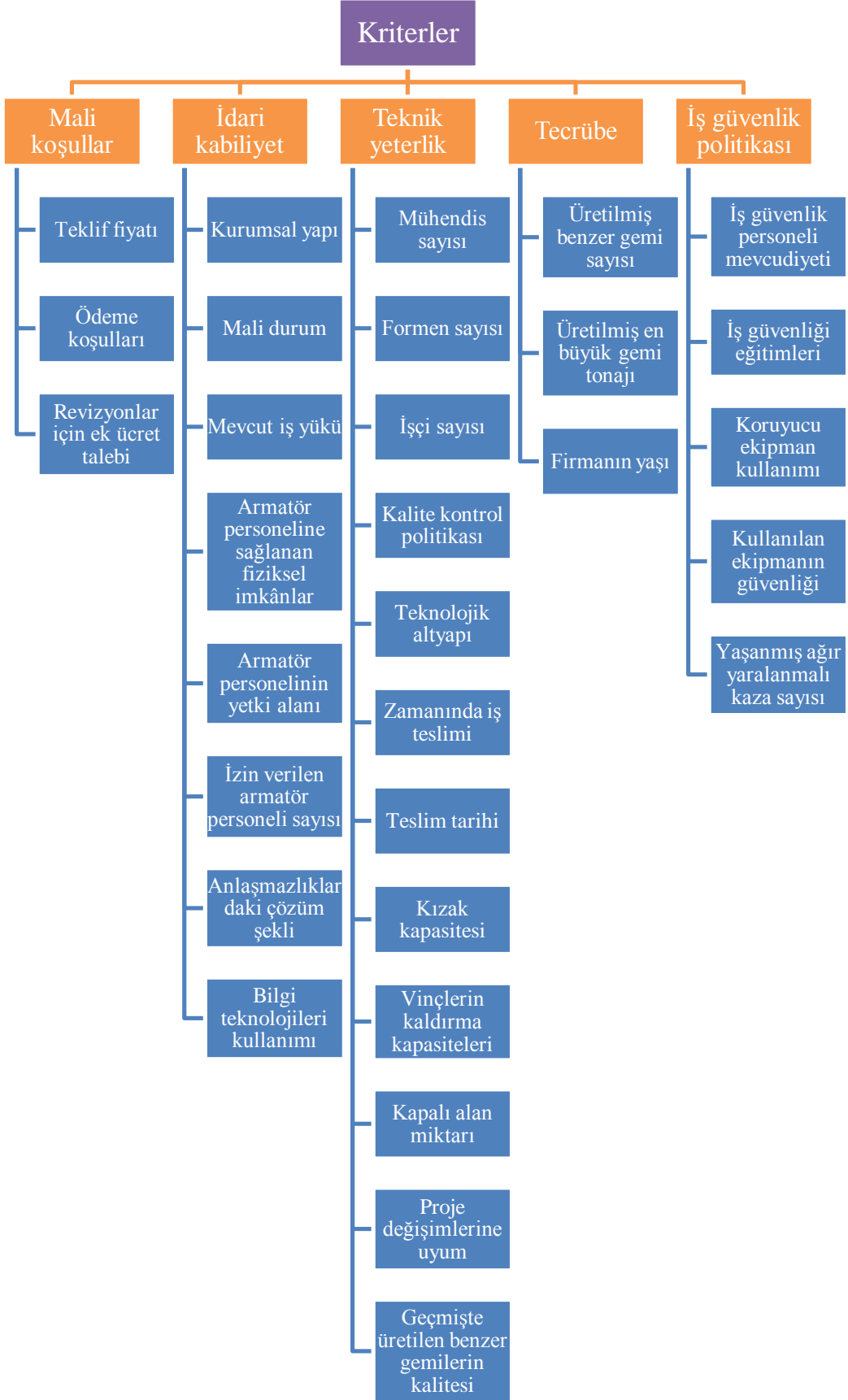
Tablo 29. Kriterleri kendi aralarında değerlendirmek için kullanılan dilsel ifadeler

Eşit önemli	(1,1,1)
Biraz önemli	(1,3,5)
Oldukça önemli	(3,5,7)
Çok önemli	(5,7,9)
Kesinlikle önemli	(7,9,11)

3. Uzman görüşlerinin toplanması: Bu adımda kriterlerin önem derecelerini belirleyecek olan uzman görüşleri anketler vasıtasıyla elde edilir. Uzmanlar kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini ikili karşılaştırma matrislerinde karşılaştırma ölçeğine göre değerlendirirler. Tablo 30’da uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket verilmiştir.

Tablo 30. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	-	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz ön.
İK	Satır. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.
TY	Satır. biraz ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. biraz ön.	Satır. oldukça ön.
TY	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
İGP	Sütun. biraz ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-



Şekil 31. Yeni gemi inşa tersanesi seçim kriterleri

Yapılan anketle ilgili geniş bilgi Ek 3'te ve toplanan tüm veriler Ek 4'te verilmiştir.

4. Uzman görüşlerinin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmesi: Sözel ifadeler üzerinde matematiksel işlem yapılamayacağından uzmanların yaptıkları sözel değerlendirmelerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmesi gerekir. Bu adımda anketler vasıtasıyla toplanan sözel veriler Tablo 29'da verilen ölçeğe göre bulanık sayılara dönüştürülürler. Tablo 31'de uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulan anketteki verilerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali verilmiştir. Tüm uzmanlara ait sözel verilerin üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali Ek 4'te yer almaktadır.

Tablo 31. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)
İK	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
TY	(1.000,3.000,5.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)
TY	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İGP	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)	
MK	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	
İK	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	
TY	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	
TY	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	
İGP	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	

5. Uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi: Değerlendirme sürecinde birden fazla uzman olduğundan uzmanların görüşlerinin birleştirilmesi gerekir. Bu uygulamada da dört adet uzmanın görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerini bir araya getirmek için daha önceden anlatılan ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılacaktır. Uzmanların her birinin önem ağırlığı eşit olarak alınmıştır. Tablo 32'de denklem 13 vasıtasıyla hesaplanan ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi verilmiştir. Diğer birleştirilmiş karar matrisleri Ek 4'te verilmiştir.

Tablo 32. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(4.278,5.786,7.300)	(0.586,1.133,1.833)
İK	(0.137,0.173,0.234)	(1.000,1.000,1.000)	(1.371,1.933,2.667)
TY	(0.545,0.882,1.707)	(0.375,0.517,0.729)	(1.000,1.000,1.000)
TY	(0.435,0.618,0.928)	(1.500,2.308,2.692)	(0.333,0.462,0.625)
İGP	(0.333,0.545,1.250)	(0.400,0.600,0.909)	(0.286,0.429,0.769)
	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)	
MK	(1.078,1.619,2.300)	(0.800,1.833,3.000)	
İK	(0.371,0.433,0.667)	(1.100,1.667,2.500)	
TY	(1.600,2.167,3.000)	(1.300,2.333,3.500)	
TY	(1.000,1.000,1.000)	(0.800,1.333,2.000)	
İGP	(0.500,0.750,1.250)	(1.000,1.000,1.000)	

6. Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Buckley tarafından önerilen bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin önem dereceleri hesaplanacaktır.

1. aşama: Karar matrisinin her satırının geometrik ortalamasının alınır.

Tablo 33’de denklem 15 kullanılarak hesaplanan ana kriterin geometrik ortalaması verilmiştir. Diğer kriterler için hesaplanan geometrik ortalama değerleri Ek 4’te verilmiştir.

Tablo 33. Ana kriterlerin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{MK}$	(1.167,1.811,2.472)
$\tilde{r}_{İK}$	(0.598,0.753,1.008)
$\tilde{r}_{TY}$	(0.843,1.182,1.672)
$\tilde{r}_T$	(0.705,0.974,1.256)
$\tilde{r}_{İGP}$	(0.453,0.637,1.018)

2. aşama: Bulanık ağırlıklar hesaplanır. Tablo 34’de denklem 16 vasıtasıyla elde edilen ana kriterlerin bulanık ağırlıkları verilmiştir. Diğer kriterler için hesaplanan bulanık ağırlık değerleri Ek 4’te verilmiştir.

Tablo 34. Ana kriterlerin bulanık ağırlıkları

$\tilde{w}_{MK}$	(0.157,0.338,0.657)
$\tilde{w}_{IK}$	(0.081,0.140,0.268)
$\tilde{w}_{TY}$	(0.114,0.221,0.444)
$\tilde{w}_T$	(0.095,0.182,0.333)
$\tilde{w}_{IGP}$	(0.061,0.119,0.270)

7. Bulanık ağırlıkların durulaştırılması ve normalizasyon işlemleri yapılır: Ana kriterler için denklem 10 kullanılarak elde edilen mutlak ağırlıklar Tablo 35’te verilmiştir. Diğer kriterler için hesaplanan mutlak ağırlık değerleri Ek 4’te verilmiştir.

Tablo 35. Ana kriterlerin mutlak ağırlıkları

$w_{MK}$	0.384
$w_{IK}$	0.163
$w_{TY}$	0.259
$w_T$	0.203
$w_{IGP}$	0.15

Denklem 17 kullanılarak hesaplanan ana kriterlerin normalize mutlak ağırlıkları Tablo 36’da verilmiştir. Denklem 18 kullanılarak hesaplanan alt kriterlerin normalize edilmiş mutlak ağırlıkları Ek 4’te verilmiştir.

Tablo 36. Ana kriterlerin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{MK}^N$	0.331
$w_{IK}^N$	0.14
$w_{TY}^N$	0.224
$w_T^N$	0.175
$w_{IGP}^N$	0.129

8. Kriterlerin bağıl ağırlıkları hesaplanır. Alt kriterlerin kendi aralarında daha iyi bir şekilde irdelenebilmesi için denklem 19 ve denklem 20 kullanılarak hesaplanan bağıl

bulanık ağırlıklar ve bağıl mutlak ağırlıkların tümü Ek 4’te verilmiştir. Tablo 37’de sadece bağıl mutlak ağırlıklar görülmektedir.

Tablo 37. Bağıl mutlak ağırlıklar

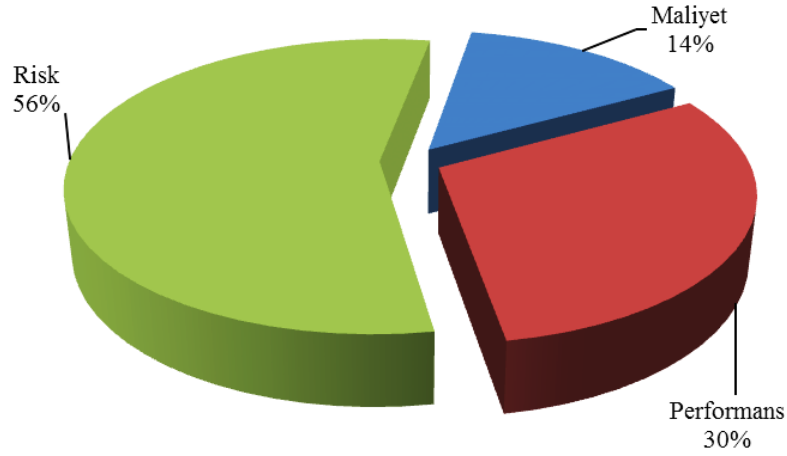
Mali Koşullar (MK)		Teknik Yeterlik (TY)	
Teklif fiyatı (MK1)	0.162	Mühendis sayısı (TY1)	0.022
Ödeme koşulları (MK2)	0.118	Formen sayısı (TY2)	0.014
Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)	0.052	İşçi sayısı (TY3)	0.013
İdari kabiliyet (İK)		Kalite kontrol politikası (TY4)	0.025
Kurumsal yapı (İK1)	0.033	Teknolojik altyapı (TY5)	0.021
Mali durum (İK2)	0.033	Zamanında iş teslimi (TY6)	0.033
Mevcut iş yükü (İK3)	0.016	Teslim tarihi (TY7)	0.033
Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)	0.014	Kızak kapasitesi (TY8)	0.015
Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	0.014	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	0.017
İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	0.009	Kapalı alan miktarı (TY10)	0.008
Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	0.015	Proje değişimlerine uyum (TY11)	0.011
Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)	0.006	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)	0.013
İş Güvenliği Politikası (İGP)		Teçrübe (T)	
İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	0.015	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	0.119
İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	0.043	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	0.032
Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	0.042	Firmanın yaşı (T3)	0.025
Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	0.019		
Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)	0.012		

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Boru Kesim Teknolojisi Seçimi

Boru kesim teknolojisi seçimi uygulamasında elde edilen kriter ağırlıklarına göre bu kriterlerin önem yüzdeleri hesaplanmıştır.

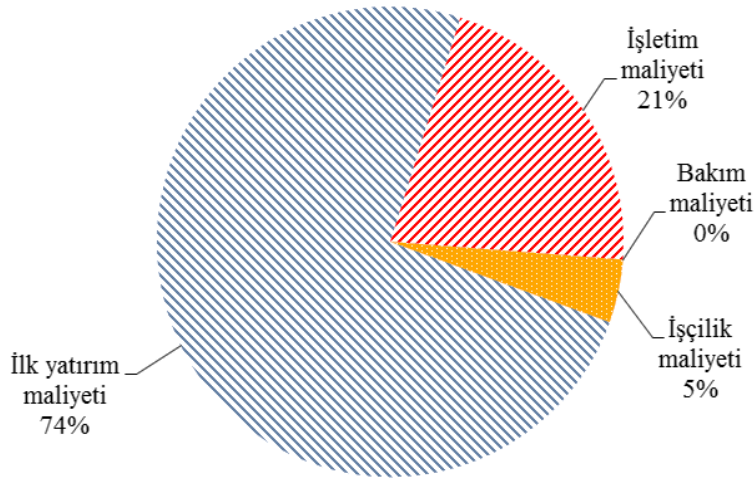
Şekil 32’de ana kriterlerin önemlerinin dağılımı görülmektedir.



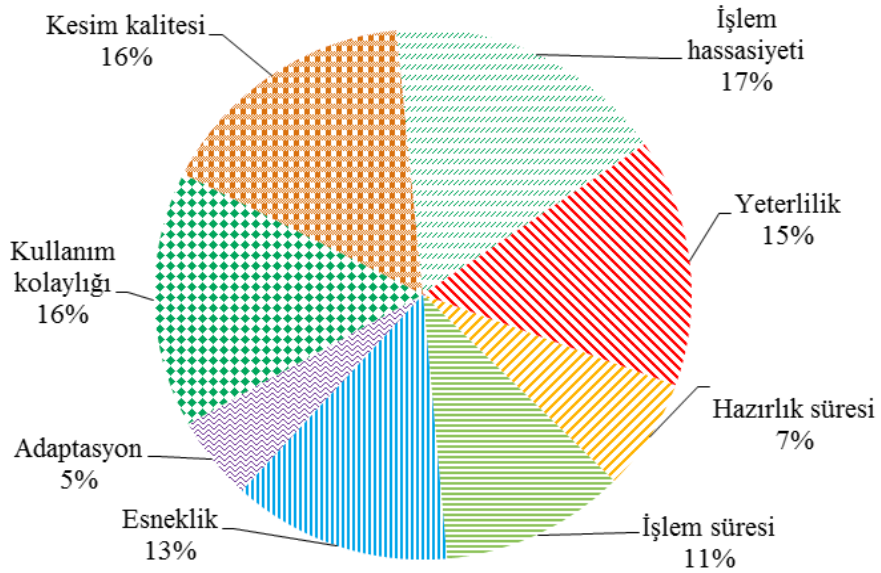
Şekil 32. Ana kriterlerin önem dağılımı

Şekil 32’de görüldüğü gibi en önemli ana kriter risk olarak belirlenmiştir. Ana kriterlerden performans ikinci derecede önemliyken maliyet son sırada yer almıştır.

Maliyet alt kriterlerinin kendi aralarında karşılaştırması Şekil 33’te verilmiştir. Buna göre en önemli kriter ilk yatırım maliyeti olarak çıkmıştır. Bunu sırayla işletim maliyeti, işçilik maliyeti ve bakım maliyeti izlemektedir. Bakım maliyetinin %0 çıkması bulanık AHP de kullanılan yaklaşımdan kaynaklanmaktadır. Zira Chang’in yaklaşımında bazı ağırlıklar sıfır olarak çıkabilmektedir.



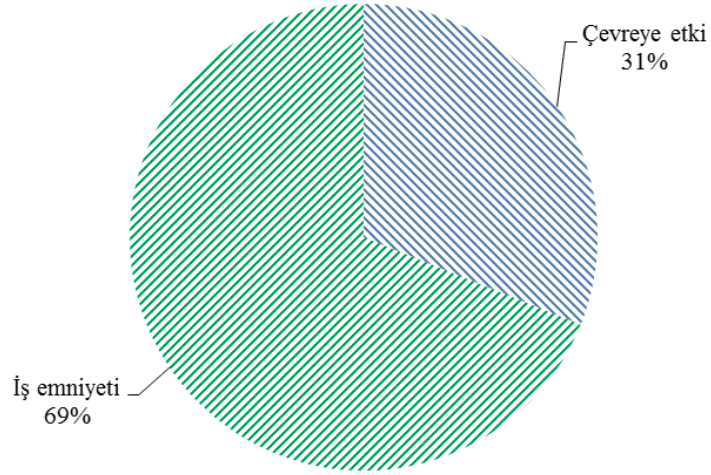
Şekil 33. Maliyet alt kriterlerinin önem dağılımı



Şekil 34. Performans alt kriterlerinin önem dağılımı

Şekil 34 performans alt kriterlerinin önem dağılımını göstermektedir. İlk dört sırada yer alan performans faktörlerine uzmanlarca birbirine yakın önem verildiği tespit edilmiştir. En önemli performans faktörü işlem hassasiyeti olarak çıkmıştır. Hemen ardından kesim kalitesi ve kullanım kolaylığı eşit önemle işlem hassasiyetini takip etmektedir. Dördüncü sırada yer alan yeterliliğin önem derecesinin ilk üç sıradaki faktörlere oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bunları sırayla esneklik, işlem süresi izlemektedir. En önemsiz kriterler ise hazırlık süresi ve adaptasyon olarak belirlenmiştir.

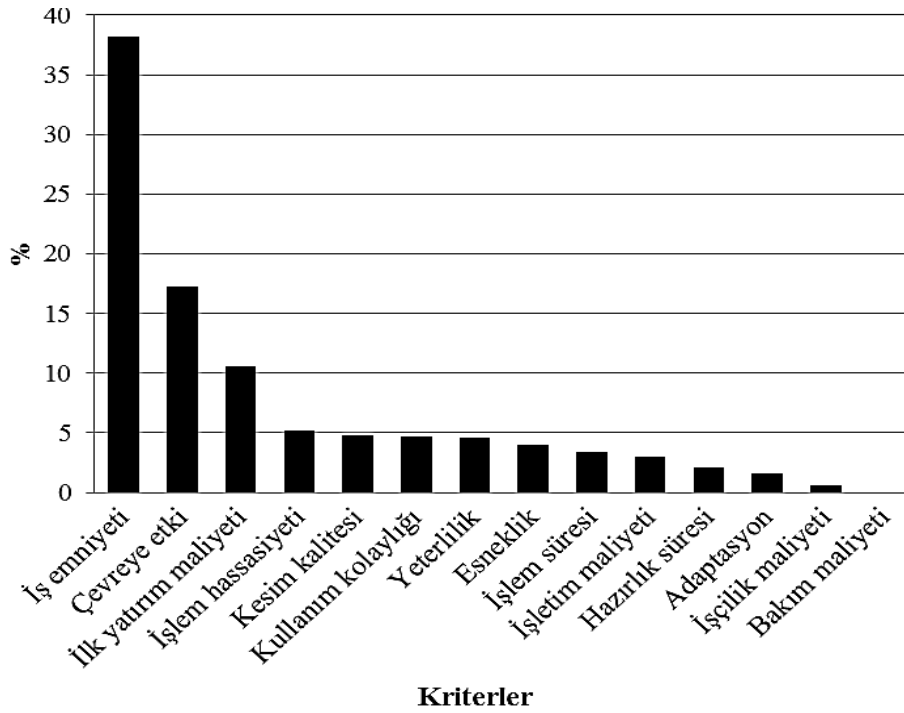




Şekil 35. Risk alt kriterlerinin önem dağılımı

Şekil 35'te risk alt kriterlerinin karşılaştırması görülmektedir. Buna göre kesim teknolojisinin güvenliği çevreye etkisine oranla iki kattan daha fazla önemli olarak tespit edilmiştir.

Şekil 36 tüm alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırmasını göstermektedir. Buna göre risk faktörlerinin ön plana çıktığı görülmektedir.



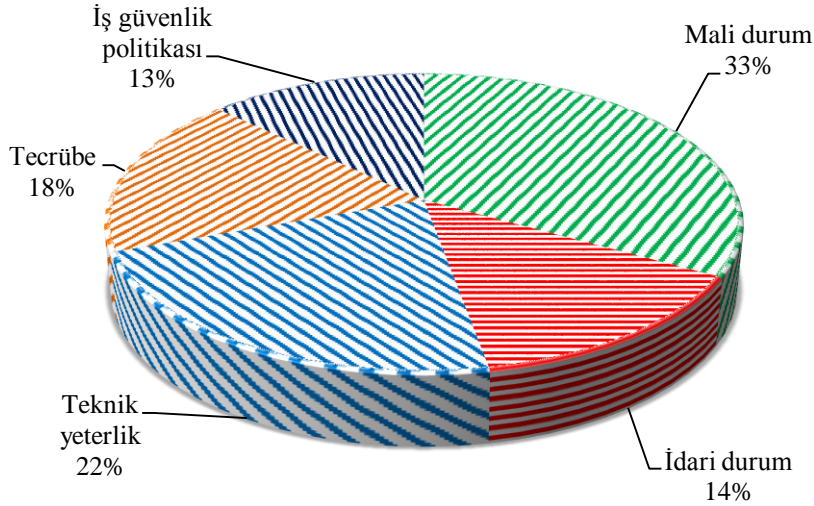
Şekil 36. Tüm alt kriterlerinin karşılaştırması

Hesaplanan kriter ağılıklarına göre kesim teknolojisi alternatiflerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Burada yöntem gereği bulanık pozitif ideal çözüm (1,1,1) alındığından tüm alternatiflerin bu çözüme uzaklıkları yüksek çıkmış negatif çözüme uzaklıkları ise düşük çıkmıştır. Bu nedenle Tablo 24'deki katsayılar çok küçüktür.

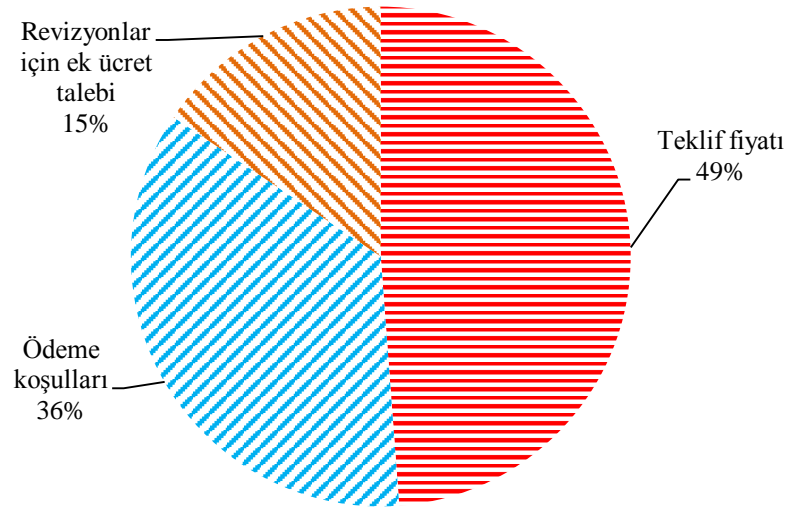
Alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralandıklarında plazma kesim en uygun boru kesim teknolojisi olarak tespit edilmiştir. Plazma kesimden sonra ikinci sırada oksijen ile kesim yer almaktadır. Bu ikisini sırayla kesme taşı ile kesim, şerit testere ile kesim ve daire testere ile kesim izlemektedir.

### 3.2. Yeni Gemi İnşa Tersanesi Seçim Kriterleri

Şekil 37'de yeni gemi inşa tersanesi seçiminde rol oynayan ana kriterlerin ağırlıkları görülmektedir. Buna göre mali durum tüm kriterlerin içinde %33'lük bir paya sahiptir bu nedenle armatörler tarafından tersane seçimi yapılırken daha fazla göz önüne alınmaktadır. Armatörler ikinci sırada teknik yeterliğe önem vermektedirler.

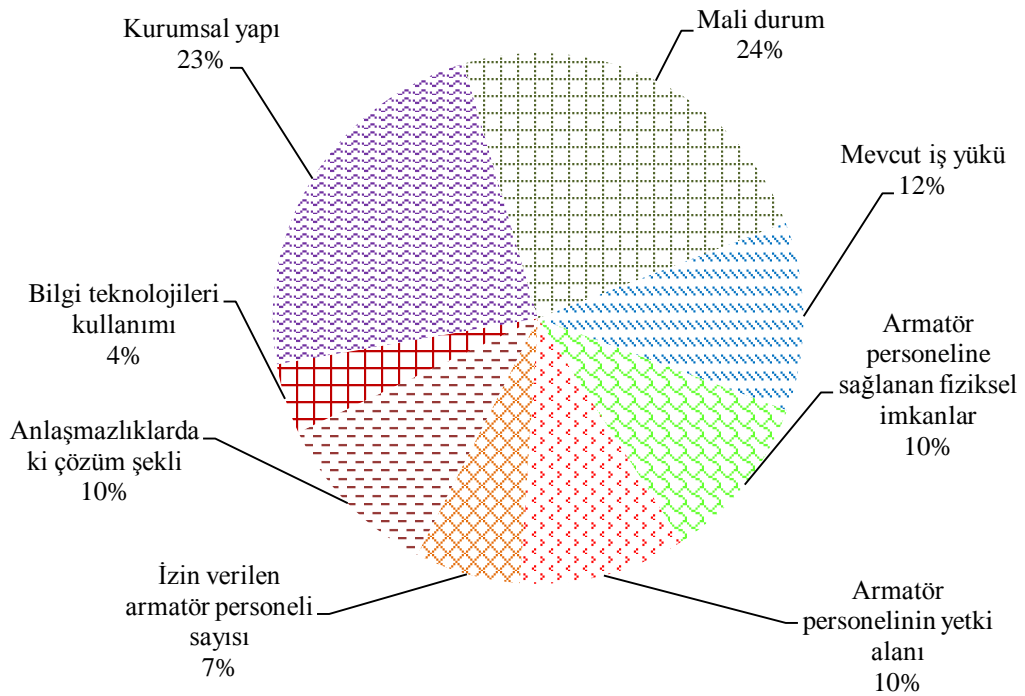


Şekil 37. Ana kriterlerin önem dağılımı



Şekil 38. Mali koşulların alt kriterlerinin önem yüzdeleri

Şekil 38’de mali koşulların alt kriterleri için önem dağılımı gösterilmiştir. Görüldüğü gibi teklif fiyatı en fazla öne çıkan alt kriterdir. Teklif fiyatı mali koşullar alt kriterleri içinde %49’luk bir paya sahiptir.



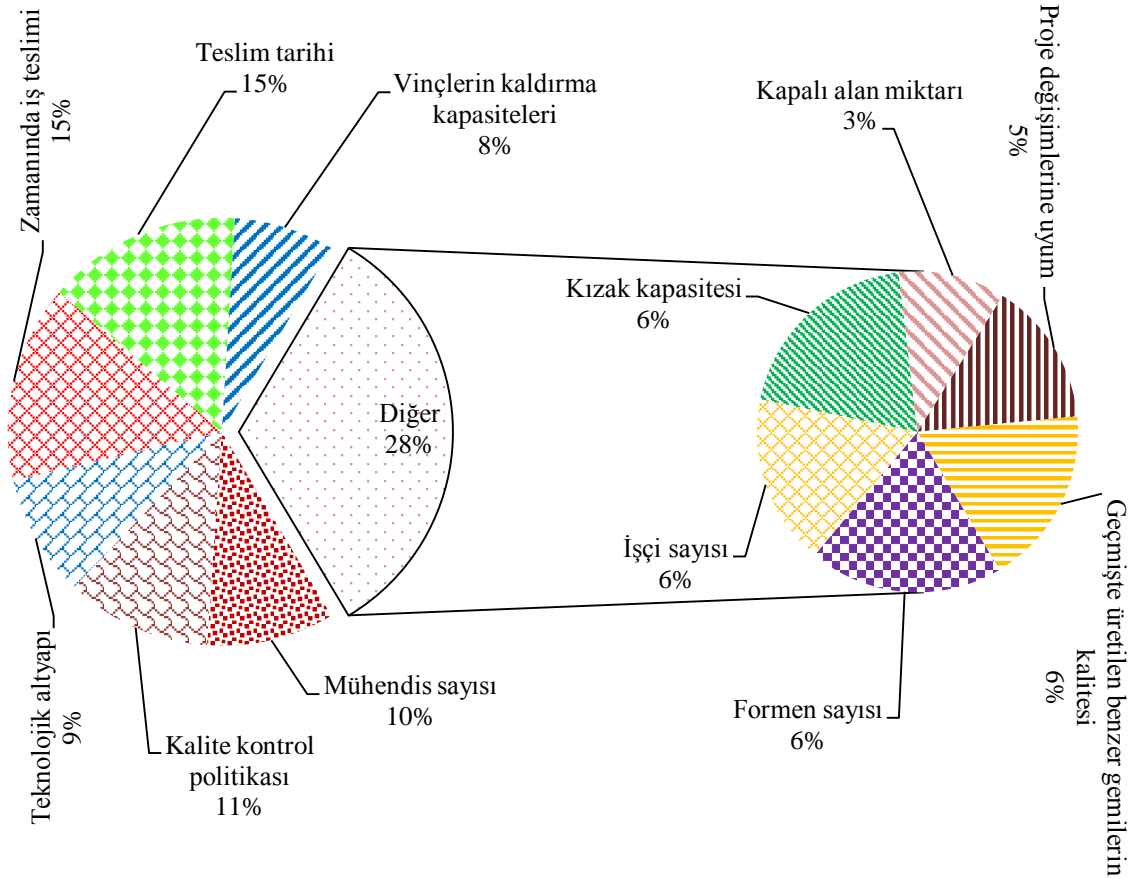
Şekil 39. İdari kabiliyetin alt kriterlerinin önem yüzdeleri

Şekil 39 idari kabiliyetin alt kriterlerinin önem dağılımını yansıtmaktadır. Buna göre tersanenin mali durumunun ve kurumsal bir yapıya sahip olmasının diğer idari kabiliyet kriterlerine oranla daha fazla önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan idari kabiliyet açısından bu iki alt kriter armatörün tersane seçimi sürecinde daha fazla etkiye sahip olduğu söylenebilir.

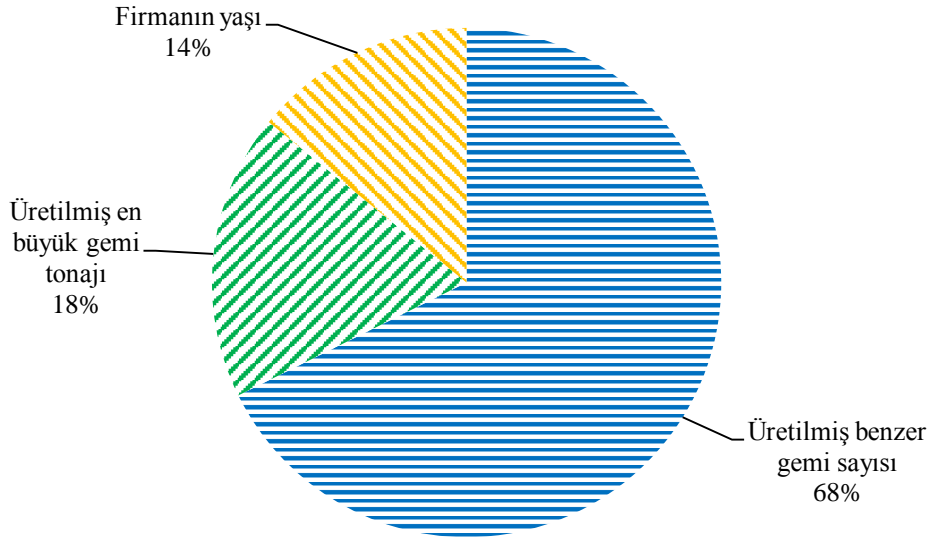
Şekil 40'ta teknik yeterlik alt kriterleri yer almaktadır. Buna göre armatörün tersaneden daha kısa teslim süresi ve teslimin zamanında yapılmasını istediği sonucuna varılabilir.

Şekil 41 tecrübe alt kriterlerinin yüzdelik dağılımını göstermektedir. Görüldüğü üzere üretilmiş benzer gemi sayısı %68'lik bir paya sahiptir. Buna göre armatör için tersanenin daha önceden benzer bir gemi üretmiş olması ve üretilen bu gemi sayısı son derece önemli bir seçim kriteri olarak ortaya çıkmıştır.

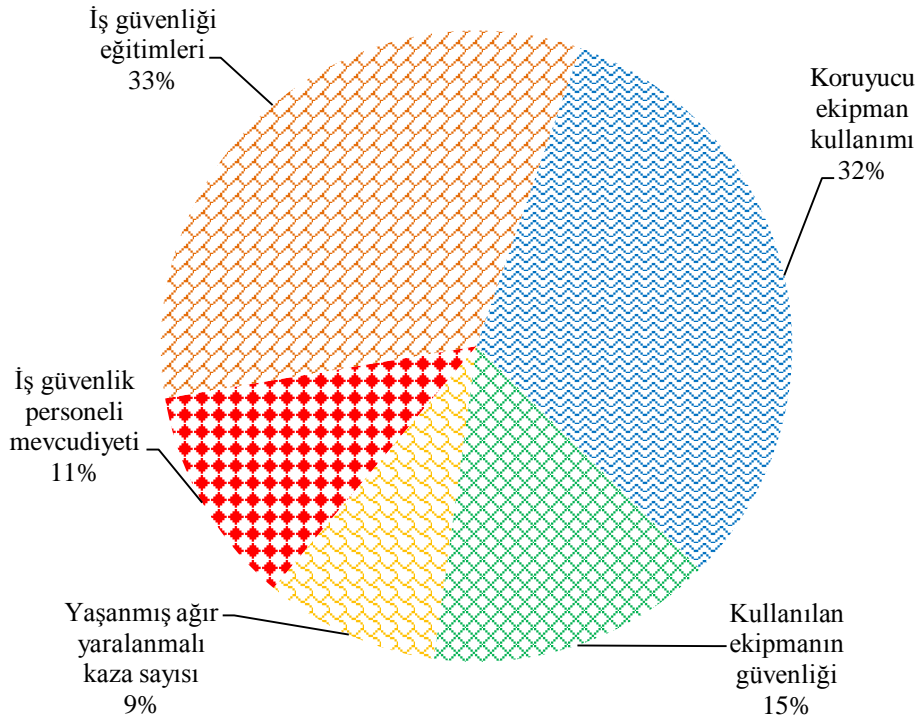
Şekil 42'ye göre tersanenin iş güvenlik politikası içindeki iş güvenlik eğitimi ve koruyucu ekipman kullanımı alt kriterlerinin armatör açısından tersane seçimi sürecinde daha fazla göz önünde tutulduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 40. Teknik yeterlik alt kriterlerinin önem yüzdeleri



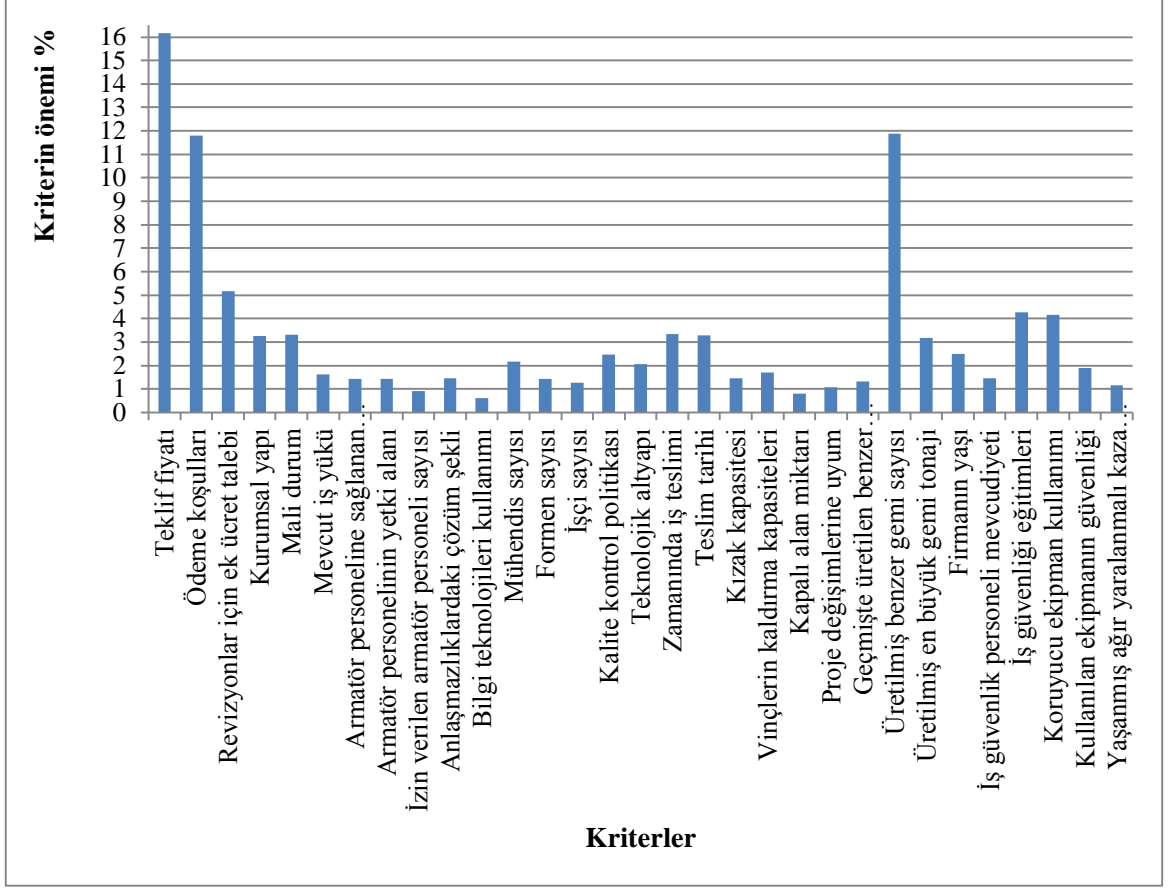
Şekil 41. Tecrübe alt kriterlerinin önem yüzdeleri



Şekil 42. İş güvenlik politikası alt kriterlerinin önem yüzdeleri

Şekil 43'te tüm alt kriterlerin kendi aralarındaki önem yüzdeleri grafik olarak verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere yeni gemi inşa tersanesi seçimi sürecinde

armatörlerin göz önünde bulundurdıkları kriterler arasında sırasıyla teklif fiyatı, üretilmiş benzer gemi sayısı ve ödeme koşulları ilk üç sırayı almaktadır.



Şekil 43. Tüm alt kriterlerin kendi aralarındaki önem yüzdeleri dağılımı

#### 4. SONUÇLAR

Bu tezde tersaneler için en uygun boru kesim teknolojisinin belirlenmesi, yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterlerin tespit edilmesi ve bu kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması konuları ele alınmıştır.

İlk uygulamada tersanelerde kullanılan boru kesim teknolojilerinin üç ana kriter ve on dört alt kriter doğrultusunda değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmede bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini içeren bütünlük bir yöntem kullanılmıştır. Öncelikle tersanelerde kullanılan boru kesim teknolojilerinin seçimi için göz önünde bulundurulmuş kriterler ve bunların önem ağırlıkları araştırılmıştır. Uzman görüşlerinin Chang tarafından önerilen bulanık AHP yaklaşımıyla değerlendirildiği çalışmada en fazla önem verilen kriter iş emniyeti olarak tespit edilmiştir. Özellikle son yıllarda tersanelerde yaşanan iş kazalarının bu kriterin ön plana çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Kesme teknolojisinin çevreye olan etkisi ikinci önemli kriter olarak çıkmıştır. Bu ikisi risk faktörlerini oluşturmaktadır. Uzmanların üçüncü sırada önem verdiği kriter ise ilk yatırım maliyetidir. Kesme teknolojisinin performans özellikleri bu aşamadan sonra gelmektedir. Bunlar sırayla işlem hassasiyeti, kesim kalitesi, kullanım kolaylığı, yeterlilik, esneklik ve işlem süresidir. Daha sonra sırayla işletim maliyeti, hazırlık süresi, adaptasyon ve işçilik maliyeti yer almaktadır. En önemsiz kriter ise bakım maliyeti olarak tespit edilmiştir. Kesim teknolojisi üreticilerinin tersanelerle olan ilişkilerinde bu sonuçları göz önünde bulundurmaları ve pazarlama politikalarını buna göre belirlemeleri tavsiye edilebilir. Seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinin ardından Chen tarafından önerilen bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak boru kesim teknolojisi alternatiflerinin bu kriterler bazında değerlendirilmesi yapılmıştır. Göz önüne alınan kriterler çerçevesinde plazma kesim en uygun boru kesimi teknolojisi olarak tespit edilmiştir. İkinci sırada gelen en uygun kesme yöntemi ise oksijen ile kesim teknolojisi. Bu ikisini sırayla kesme taşı ile kesim ve şerit testere ile kesim yöntemleri izlemektedir. Göz önüne alınan kriterler ve uzmanların görüşleri çerçevesinde daire testere ile kesim en uygunsuz yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı şartlar bazı kesim yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu kılsa da istisnai durumlar dışında genel olarak yatırımcıların, tersane tasarımcılarının ve mevcut tersanelerin bu sonuçları göz önünde bulundurmaları tavsiye edilmektedir. Bu uygulama ile ilgili son olarak, plazma kesim yöntemi tercih edilirse tersanelerde boru kesim işlerinin

daha verimli olacağı ve kesme işleminin istenen şartları sağlayacağı söylenebilir. Ayrıca tersanelerin boru kesim operasyonlarında plazma kesimini uygulayarak rekabet üstünlüğü elde edebileceklerine inanılmaktadır.

İkinci uygulamada öncelikle yeni gemi inşa ettirmek için uygun tersane seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken kriterler tespit edilmiş ve daha sonra bu kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Burada beş adet ana kriter ve otuz bir adet alt kriter doğrultusunda değerlendirme yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında Buckley tarafından önerilen bulanık AHP yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen değerlere göre en fazla önem verilen ana kriter mali koşullar olarak tespit edilmiştir. Armatörler sipariş verirken en fazla parasal konulara önem vermektedirler. İkinci sıradaki en fazla önem verilen kriter teknik yeterlik olarak tespit edilmiştir. Bunu sırayla tecrübe ve idari kabiliyet takip etmektedir. Yeni gemi inşa tersanesi seçiminde en az önem verilen kriter tersanenin iş güvenlik politikası olarak hesaplanmıştır. Alt kriterlere göz atıldığında ise en fazla önem verilen kriter teklif fiyatıdır. Teklif fiyatını sırasıyla üretilmiş benzer gemi sayısı, ödeme koşulları, revizyonlar için ek ücret talebi, iş güvenliği eğitimleri ve koruyucu ekipman kullanımı izlemektedir. Elde edilen sonuçlar tersane yönetimleri için armatörün isteklerini yansıtması açısından önemli çıktılar sağlamıştır. Günümüzde gemi inşa sektöründe talebin azalmasıyla birlikte proje tekliflerinin daha dikkatli hazırlanması ve bu sayede gemi siparişi alınması çok büyük önem arz etmektedir. Proje teklifleri hazırlanırken bu çalışmadan elde edilen sonuçların göz önüne alınmasının diğer tersanelere göre rekabet gücünü arttırması beklenmektedir.



## 5. ÖNERİLER

Gelecekte mevcut ekonomik ortamın ve beklentilerin değişmesi bu çalışmada elde edilen kriter ağırlıklarının değişmesine neden olabilir. Bu nedenle daha sonraki çalışmalarda zamanın şartlarına göre bu çalışma güncellenebilir. Yeni kriterler eklenebileceği gibi önemsiz olacağı düşünölen kriterler elenebilir. Ayrıca özellikle boru kesim teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak yeni teknikler geliştirilmesi olası olduğundan çalışmaya bu alternatifler de eklenebilir. Yeni gemi inşa tersanesi seçimi kriterlerinin ağırlıklarının belirlendiği çalışma gerçek bir tersane seçim probleminde alternatiflerin değerlendirmesinde kullanılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Kahramanca, A., Türkiye'de ve Dünyada Gemi İnşa Sektörü, Kalkınmada Anahtar Verimlilik, 297 (2013).
2. TÜSİAD, Türkiye Sanayisine Sektörel Bakış: Gemi İnşa Sanayii, 2010.
3. Özyiğit, İ., Gemi İnşaatında Planlama ve Üretim Kademeleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
4. Yaraş, S., Gemi Ana Makine Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1999.
5. Menteş, A., Manevra ve Sevk Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.
6. Erdem, T., Savaş Gemilerinin Maliyetlerinin Azaltılmasında Bilgi Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
7. Ata, A., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Savaş Gemisi Tasarımına Yönelik Kriterlerin Ağırlık Katsayılarının Belirlenmesinde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
8. Çiçek, F., Kısa Mesafeli Yoğun Yolcu Taşımaya Yönelik Deniz Aracı Konsept Tasarımı ve İşlevsellik Yönünden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
9. Cengiz, M., Türkiye'deki Mevcut Koşulların Bulanık Analitik Ağ Süreciyle Değerlendirilerek Uygun Tersane Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
10. Paksoy, A., Çok Amaçlı Karar Ortamında Gemi Seçimi Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
11. Ölçer, A. İ., Yeni Bir Bulanık Çok Öz-Nitelikli Karar Verme Tekniğinin Geliştirilmesi ve Gemi İnşaatı Ve Dizaynı Karar Verme Problemlerine Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
12. Saraçoğlu, B. Ö., Büyük Yatırım Analizlerinde Yeni Genel Bir Yöntem ve Tersane - Liman Yatırımında Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

13. Çelik, M., Gemi İşletmeciliğinde Yönetimsel Süreçlerin Risk Temelli Analitik Modellenmesine Yönelik Bir Entegre Karar Destek Sistemi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
14. Menteş, A., Açık Deniz Yapıları Bağlama Sistemlerinin Dizaynında Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
15. Kırdaglı, M., Tersanelerde Verimliliği Etkileyen Parametrelerin Fuzzy AHP Yöntemi ile Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
16. Frankel, E. G., Stochastic Expert Choice in Ship Production Project Management, Ship Production Symposium, Eylül 1991, San Diego.
17. Ölçer, A. I. ve Odabaşı, A. Y., A New Fuzzy Multiple Attributive Group Decision Making Methodology And Its Application To Propulsion/Manoeuvring System Selection Problem, European Journal of Operational Research, 166,1 (2005) 93-114.
18. Ölçer, A. I., Tuzcu, C. ve Turan, O., An Integrated Multi-Objective Optimisation And Fuzzy Multi-Attributive Group Decision-Making Technique For Subdivision Arrangement Of Ro-Ro Vessels, Applied Soft Computing Journal, 6,3 (2006) 221-243.
19. Li, N., Yang, Z. ve Hao, J.-y., Quality Information Management System Of Shipyard On The Basis Of AHP Arithmetic [J], Ship Engineering, 5 (2007) 024.
20. Çebi, S., Çelik, M. ve Kahraman, C., Gemi Sistemleri İçin Entegre Bakım-Onarım Yönetimi Gereksiniminin Analizi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3,4 (2008) 17-24.
21. Patljins, A., Kuņicina, N., Čaiko, J. ve Ribickis, L., The Development Of Expert System For Selecting Of Efficient Reserve Power Supply Source For The Electrical Supply Of Small Ship, Power and Electrical Engineering, 23 (2008) 225-234.
22. Palaz, D. Ü. H. ve Kovancı, A., Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiminin AHP ile Değerlendirilmesi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3,3 (2008) 53-60.
23. Yao, H.-l., Lian, C.-g. ve BAI, J.-x., Application Of Analytic Hierarchy Process (AHP) In Shipyard Project Investment Risk Recognition, Canadian Social Science, 5,5 (2009) 17-25.
24. Matulja, T., Hierarchical Modeling as Basis for an Optimal Shipyard Layout Design Methodology, Strojarstvo: časopis za teoriju i praksu u strojarstvu, 51,6 (2009) 587-595.
25. Guneri, A. F., Cengiz, M. ve Seker, S., A Fuzzy ANP Approach To Shipyard Location Selection, Expert Systems With Applications, 36,4 (2009) 7992-7999.

26. Pires Jr, F., Lamb, T. ve Souza, C., Shipbuilding Performance Benchmarking, International Journal Of Business Performance Management, 11,3 (2009) 216-235.
27. Celik, M., Kahraman, C., Cebi, S. ve Er, I. D., Fuzzy Axiomatic Design-Based Performance Evaluation Model For Docking Facilities In Shipbuilding Industry: The Case Of Turkish Shipyards, Expert Systems With Applications, 36,1 (2009) 599-615.
28. Cebi, S., Celik, M. ve Kahraman, C., Structuring Ship Design Project Approval Mechanism Towards Installation Of Operator–System Interfaces Via Fuzzy Axiomatic Design Principles, Information Sciences, 180,6 (2010) 886-895.
29. Taskin Gumus, A. ve Yilmaz, G., Sea Vessel Type Selection Via An Integrated VAHP–ANP Methodology For High-Speed Public Transportation In Bosphorus, Expert Systems With Applications, 37,6 (2010) 4182-4189.
30. Zangouinezhad, A., Azar, A. ve Kazazi, A., Using SCOR Model With Fuzzy MCDM Approach To Assess Competitiveness Positioning Of Supply Chains: Focus On Shipbuilding Supply Chains, Maritime Policy & Management, 38,1 (2011) 93-109.
31. Barlas, B., Occupational Fatalities In Shipyards: An Analysis In Turkey, Brodogradnja, 63,1 (2012) 35-41.
32. Zapata Cortés, J. A., Arango Serna, M. D. ve Adarme Jaimes, W., Applying Fuzzy Extended Analytical Hierarchy (FEAHP) For Selecting Logistics Software, Ingeniería E Investigación, 32,1 (2012) 94-99.
33. Yang, Z., Zhang, D., Caglayan, O., Jenkinson, I., Bonsall, S., Wang, J., Huang, M. ve Yan, X., Selection Of Techniques For Reducing Shipping NO<sub>x</sub> And SO<sub>x</sub> Emissions, Transportation Research Part D: Transport And Environment, 17,6 (2012) 478-486.
34. Kamble, A., Gupta, S., Trivedi, B. ve Jangale, P., Optimisation Of Welding Mechanisms Using Analytic Hierarchy Process, Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution And Graph Theory And Matrix Approach, International Journal Of Manufacturing Technology And Management, 26,1 (2012) 39-55.
35. Peržel, V., Hloch, S., Hreha, P., Tozan, H. ve Yagimli, M., Comparative Analysis Of Abrasive Waterjet (AWJ) Technology With Selected Unconventional Manufacturing Processes, International Journal Of Physical Sciences, 6,24 (2011) 5587-5593.
36. Olsen, F. O., Laser Metal Cutting With Tailored Beam Pattern, Industrial Laser Solutions, 26,5 (2011) 17-19.
37. McCormick, G., Comparing Abrasive Waterjet Cutting Technology To Other Methods, DEMM: Engineering & Manufacturing, (2009) 12-13.
38. Yazıcıoğlu, O. ve Yalçınkaya, S., Endüstride Aşındırıcılı Su Jeti Tasarımları, Mühendis Ve Makina, 44,522 (2003) 44.

39. Carlson, A., Metal Sawing 101: Cold Saws And Band Saws: The Process Of Deciding Between A Band Saw And A Cold Saw Is Not Always Clear-Cut, Practical Welding Today, 14,6 (2010) 18-19.
40. Plasma, Oxyfuel, Laser: Which Fits You Best?, Metal Center News, (2009) 2-4.
41. Geren, N. ve Tunç, T., Yapısal Farklılıklar İçeren Su-Jeti Kesme Sistemlerinin En Uygununun Belirlenmesi, Mühendis Ve Makina, 42,500 (2001) 42.
42. Tozan, H., Fuzzy AHP Based Decision Support System For Technology Selection In Abrasive Water Jet Cutting Processes, Tehnicky Vjesnik, 18,2 (2011) 187-191.
43. Zheng, H. Y., Han, Z. Z., Chen, Z. D., Chen, W. L. ve Yeo, S., Quality And Cost Comparisons Between Laser And Waterjet Cutting, Journal Of Materials Processing Technology, 62,4 (1996) 294-298.
44. Zeleňák, M., Valíček, J., Klich, J. ve Židková, P., Comparison Of Surface Roughness Quality Created By Abrasive Water Jet And CO 2 Laser Beam Cutting, Tehnicky Vjesnik, 19,3 (2012) 481-485.
45. Atıcı, U. ve Güllü, A., A Comparison Of The Effects Of Plasma And Underwater Plasma Arc Methods On Surface Roughness And Hardness Variations Of AISI 304 And AISI 1050 Stells, G.U. Journal Of Science, 18,4 (2005) 647.
46. Harničárová, M., Zajac, J. ve Stoić, A., Comparison Of Different Material Cutting Technologies In Terms Of Their Impact On The Cutting Quality Of Structural Steel, Tehnicky Vjesnik, 17,3 (2010) 371-376.
47. Akkurt, A., ASJ ile Kesilen AISI 1030 Çelik Malzemededen Elde Edilen Kesik Yüzey Özelliklerinin Diğer Kesme Yöntemleri ile Karşılaştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15,2 (2009) 142.
48. Temuçin, T., A New C Sharp Based Hybrid Decision Support Software And An Application To Cutting Technology Selection, Master Degree, Turkish Naval Academy, Naval Science And Engineering Institute Department Of Industrial Engineering, İstanbul, 2012.
49. Eleren, A. ve Ersoy, M., Mermer Blok Kesim Yöntemlerinin Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Evaluation Of Marble Extraction Methods By Using Fuzzy TOPSIS Method, 46,3 (2007) 9.
50. U.S. Department Of Energy, Office Of Environmental Management, Office Of Science And Technology, Size Distribution And Rate Of Production Of Airborne Particulate Matter Generated During Metal Cutting, Yayın No:DE-FG21-95EW55094, Florida, 2002.
51. [Http://Www.Tpsgc-Pwgsc.Gc.Ca/App-Acq/Sam-Mps/Ddi-Bkgr-6-Eng.Html](http://Www.Tpsgc-Pwgsc.Gc.Ca/App-Acq/Sam-Mps/Ddi-Bkgr-6-Eng.Html) Public Works And Government Services Canada, Backgrounder: Achieving Best Value In Shipyard Selection. 4 Ağustos 2013.

52. Li, R., Hamada, K. ve Shimozori, T., Development Of A Theory Of Constraints Based Scheduling System For Ship Piping Production, Journal Of Shanghai Jiaotong University (Science), 15,3 (2010) 354-362.
53. Odabaşı, A. Y., Tersane Organizasyonu Ders Notları.
54. Özkök, M., Tersane Verimliliğinin İyileştirilmesi: Gemi İnşaatında Modern Endüstri Mühendisliği ve Belirsizlik Süreçlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
55. Ozkok, M., Risk Assessment In Ship Hull Structure Production Using FMEA, Journal Of Marine Science And Technology, (2013) 2-13.
56. Ozkok, M. ve Helvacioğlu, I. H., Determination Of The Effects Of The Pre-Outfitting And Pre-Piping Assembly Operations On Shipyard Productivity, Polish Maritime Research, 20,1 (2013) 59-69.
57. Eralp, F., Gemi Yardımcı Makinaları 1 Teori Ve Uygulama, İTÜ GİDB Fakültesi Ofset baskı atölyesi, İstanbul, 1987.
58. Li, R., Liu, Y. ve Hamada, K., Research On The ITOC Based Scheduling System For Ship Piping Production, Journal Of Marine Science And Application, 9,4 (2010) 355-362.
59. Hu, X., Bao, J. ve Jin, Y. E., A Tabu Search Algorithm For A Pipe-Processing Flowshop Scheduling Problem Minimizing Total Tardiness In A Shipyard, Asia-Pacific Journal Of Operational Research, 26,6 (2009) 817-829.
60. Kutlu, A. E., Monno, M. ve Bini, R., Plazma ile Kesme Metoduna Genel Bir Bakış, Mühendis Ve Makina, 46,541 (2005).
61. [http://www.askaynak.com.tr/contents/34/20120413031826\\_plazma-kesme-yonteminin-temelleri.pdf](http://www.askaynak.com.tr/contents/34/20120413031826_plazma-kesme-yonteminin-temelleri.pdf) Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş., Plazma kesme yönteminin temelleri. 12 Eylül 2013.
62. [http://ttconsultant.com/lazer\\_plazma\\_sujeti\\_kesme\\_yontemleri.pdf](http://ttconsultant.com/lazer_plazma_sujeti_kesme_yontemleri.pdf) TT Danışmanlık, Plazma, Lazer Ve Su Jeti Esaslı Kesme Yöntemleri. 12 Eylül 2013.
63. <http://www.habas.com.tr/kuruluslar.aspx?kr=1&sayfa=54> Habaş Sınai ve Tıbbi Gazlar İstihsal Endüstrisi A.Ş., Oksi Yakıt Kesim. 12 Eylül 2013
64. <http://tre.docdat.com/docs/2761/index-397126.html> Oksi-Asetilen (Oksi-Gaz) Kaynağı. 15 Eylül 2013
65. Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü, Termik Kesme Teknolojisi, Yayın No:2, 1996.
66. Thermal and Mechanical Cutting A Summary Of Thermal Cutting Methods, Devices, and Components, and Mechanical Cutting Equipment Including Shears, Saws, and Lubricants, Welding Design And Fabrication, 77,12 (2004) 14-20.

67. Chryssolouris, G., Makris, S., Xanthakis, V. ve Mourtzis, D., Towards The Internet-Based Supply Chain Management For The Ship Repair Industry, International Journal Of Computer Integrated Manufacturing, 17,1 (2004) 45-57.
68. Xie, X., Xu, D.-L., Yang, J.-B., Wang, J., Ren, J. ve Yu, S., Ship Selection Using A Multiple-Criteria Synthesis Approach, Journal Of Marine Science And Technology, 13,1 (2008) 50-62.
69. Baykal, N. ve Beyan, T., Bulanık Mantık Uzman Sistemler Ve Denetleyiciler, Birinci Baskı, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 2004.
70. Elmas, Ç., Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram,Uygulama. Sinirsel Bulanık Mantık), Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2003.
71. Zadeh, L. A., Fuzzy sets, Information and control, 8,3 (1965) 338-353.
72. Elmas, Ç., Yapay Zeka Uygulamaları (Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma), İkinci Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2011.
73. Baykal, N. ve Beyan, T., Bulanık Mantık İlke Ve Temelleri, Birinci Baskı, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 2004.
74. Ross, T. J., Fuzzy Logic With Engineering Applications, Second Edition, John Wiley And Sons, England, 2004.
75. Çolak, O., CNC Freze Tezgahı İçin Kesme Parametrelerinin Akıllı Yöntemlerle Elektronik Ortamda Optimizasyonu, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2006.
76. Kwong, C. K. ve Bai, H., Determining the Importance Weights for the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP with an Extent Analysis Approach, IIE Transactions, 35,7 (2003) 619-626.
77. Yao, J.-S. ve Chiang, J., Inventory Without Backorder With Fuzzy Total Cost And Fuzzy Storing Cost Defuzzified By Centroid And Signed Distance, European Journal Of Operational Research, 148,2 (2003) 401-409.
78. Wang, Y.-M., Centroid Defuzzification and The Maximizing Set and Minimizing Set Ranking Based On Alpha Level Sets, Computers & Industrial Engineering, 57,1 (2009) 228-236.
79. Çınar, Y., Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2004.
80. Karakaşoğlu, N., Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 2008.
81. Ahlatçioğlu, B., Bulanık Karar Verme ve Tesis Yeri Seçimine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2005.

82. Kahraman, C., Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory And Applications With Recent Developments, Volume 16, Springer, 2008.
83. Tayal, D. K., Jain, A., Aggarwal, N. ve Bhasin, P., A Fuzzy Analytical Hierarchical Process-Based Career Decision Making, The Iup Journal Of Information Technology, 5,4 (2009) 36-51.
84. Aydin, O., Hospital Location For Ankara With Fuzzy AHP, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24,2 (2009) 87-104.
85. Buckley, J. J., Fuzzy Hierarchical Analysis, Fuzzy Sets And Systems, 17,3 (1985) 233-247.
86. Chang, D. Y., Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP, European Journal Of Operational Research, 95,3 (1996) 649-655.
87. Ding, J.-F., An Integrated Fuzzy TOPSIS Method For Ranking Alternatives And Its Application, J. Mark. Sci. Technol, 19,4 (2011) 341-352.
88. Kahraman, C., Ateş, N. Y., Çevik, S., Gülbay, M. ve Erdoan, S. A., Hierarchical Fuzzy TOPSIS Model For Selection Among Logistics Information Technologies, Journal Of Enterprise Information Management, 20,2 (2007) 143-168.
89. Chen, C.-T., Extensions Of The Topsis For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, Fuzzy Sets And Systems, 114,1 (2000) 1-9.
90. Ting-Ya, H., Shih-Tong, L. ve Gwo-Hshiong, T., Fuzzy Mcdm Approach For Planning And Design Tenders Selection In Public Office Buildings, International Journal Of Project Management, 22 573-584.
91. Cheng, A.-C., Chen, C.-J. ve Chen, C.-Y., A Fuzzy Multiple Criteria Comparison Of Technology Forecasting Methods For Predicting The New Materials Development, Technological Forecasting And Social Change, 75,1 (2008) 131-141.
92. Yasemin Claire, E., Temel, O. ve Murat Levent, D., Determining Key Capabilities In Technology Management Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study Of Turkey, Information Sciences, 176 (2006) 2755-2770.

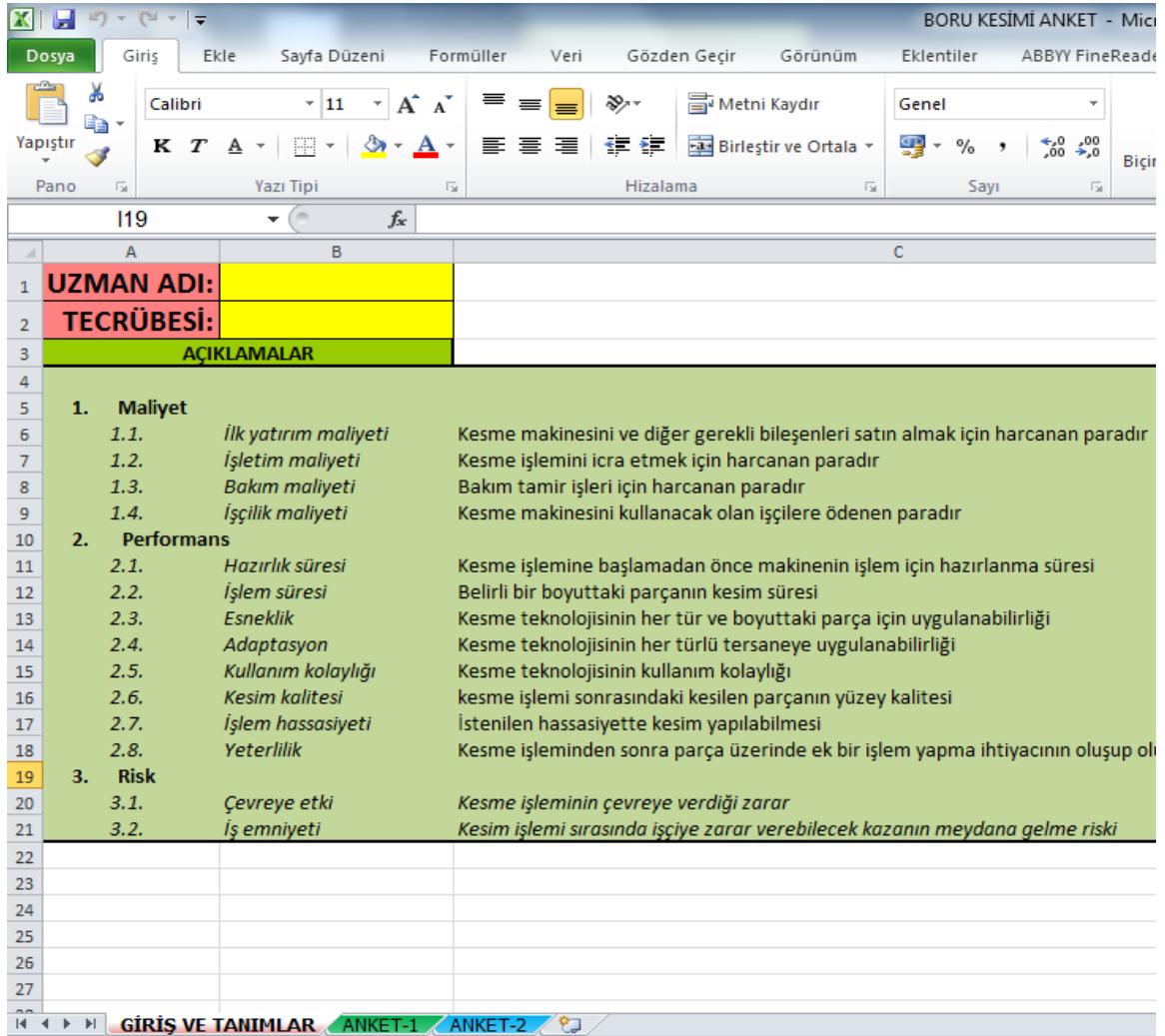


## 7. EKLER

### EK 1. TERSANELER İÇİN BORU KESİM TEKNOLOJİSİ SEÇİMİ ANKETİ

Tersaneler için en uygun boru kesim teknolojisinin araştırıldığı çalışmada, seçim kriterlerinin önem derecelerinin belirlenmesi ve bu kriterler bazında alternatiflerin değerlendirilmesi için uzmanlara EXCEL’de hazırlanmış ve 3 sekmeden oluşan bir anket dosyası sunulmuştur. Bu sekmelerden ilki “GİRİŞ VE TANIMLAR”, ikincisi “ANKET-1” ve üçüncüsü “ANKET-2” sekmesidir.

GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesinde anketi dolduran uzmanla ilgili bilgiler, değerlendirme sürecinde kullanılan kriterler ve bu kriterlerin açıklamaları yer almaktadır. Ek Şekil 1’de GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi görülmektedir.



	A	B	C
1	<b>UZMAN ADI:</b>		
2	<b>TECRÜBESİ:</b>		
3	<b>AÇIKLAMALAR</b>		
4			
5	<b>1. Maliyet</b>		
6	1.1.	<i>İlk yatırım maliyeti</i>	Kesme makinesini ve diğer gerekli bileşenleri satın almak için harcanan paradır
7	1.2.	<i>İşletim maliyeti</i>	Kesme işlemini icra etmek için harcanan paradır
8	1.3.	<i>Bakım maliyeti</i>	Bakım tamir işleri için harcanan paradır
9	1.4.	<i>İşçilik maliyeti</i>	Kesme makinesini kullanacak olan işçilere ödenen paradır
10	<b>2. Performans</b>		
11	2.1.	<i>Hazırlık süresi</i>	Kesme işlemine başlamadan önce makinenin işlem için hazırlanma süresi
12	2.2.	<i>İşlem süresi</i>	Belirli bir boyuttaki parçanın kesim süresi
13	2.3.	<i>Esneklik</i>	Kesme teknolojisinin her tür ve boyuttaki parça için uygulanabilirliği
14	2.4.	<i>Adaptasyon</i>	Kesme teknolojisinin her türlü tersaneye uygulanabilirliği
15	2.5.	<i>Kullanım kolaylığı</i>	Kesme teknolojisinin kullanım kolaylığı
16	2.6.	<i>Kesim kalitesi</i>	kesme işlemi sonrasında kesilen parçanın yüzey kalitesi
17	2.7.	<i>İşlem hassasiyeti</i>	İstenilen hassasiyette kesim yapılabilmesi
18	2.8.	<i>Yeterlilik</i>	Kesme işleminden sonra parça üzerinde ek bir işlem yapma ihtiyacının oluşup oluşmaması
19	<b>3. Risk</b>		
20	3.1.	<i>Çevreye etki</i>	<i>Kesme işleminin çevreye verdiği zarar</i>
21	3.2.	<i>İş emniyeti</i>	<i>Kesim işlemi sırasında işçiye zarar verebilecek kazanın meydana gelme riski</i>
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

Ek Şekil 1. GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi

ANKET-1 sekmesinde ilk anketin nasıl doldurulacağı ile ilgili bilgi ve kriterlerin karşılaştırmalarının yapılacağı ikili karşılaştırma matrisleri bulunmaktadır. Ek Şekil 2'de ANKET-1 sekmesi görülmektedir.

**ANKET-1'İN NASIL DOLDURULACAĞI İLE İLGİLİ AÇIKLAMA**

**Beyaz renkli olan hücreler doldurulacaktır.** Herbir beyaz hücreye tıklanınca, hazır seçenekler yanda belirtecek olan ok işaretine tıklanarak seçilir.

Doldurma işlemi için şu yöntem izlenmelidir:  
Karar verici kesme işlemi için hangi kriterin ne kadar önemli olduğuna karar verir. Ne kadar önemli sorusunun cevabı aşağıdaki ölçğe göre verilmelidir:

**Ölçek:**

Eq==> Equal important - Eşit derecede önemli  
Wk==> Weak important - Biraz daha önemli  
Es==> Essential important - Oldukça önemli  
Vs ==> Very strong important - Çok önemli  
Ab==> Absolutely important - Kesinlikle önemli

1/Eq  
1/Wk  
1/Es  
1/Vs  
1/Ab

Eğer satırdaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

Eq, Wk, Es, Vs, Ab

seçeneklerinden biri; eğer sütundaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

1/Eq, 1/Wk, 1/Es, 1/Vs, 1/Ab

seçeneklerinden biri seçilir.

**A. Genel değerlendirme**

Sizce bir kesme tekniği seçilirken "maliyeti" - "performansı" - "riski" değerlendirilirse hangisi ne derece önemlidir?

	Maliyet	Performans	Risk
Maliyet			
Performans			
Risk			

**B. Çevresel etki değerlendirmesi**

Sizce bir kesme tekniği seçilirken "kesme yönteminin çevreye verdiği zarar" - "kesme yönteminin işçiyeye verebileceği zarar" değerlendirilirse hangisi ne derece önemlidir?

	Çevreye etki	İş emniyeti
Çevreye etki		
İş emniyeti		

**C. Çevreye etki İş emniyeti**

	Çevreye etki	İş emniyeti
Çevreye etki		
İş emniyeti		

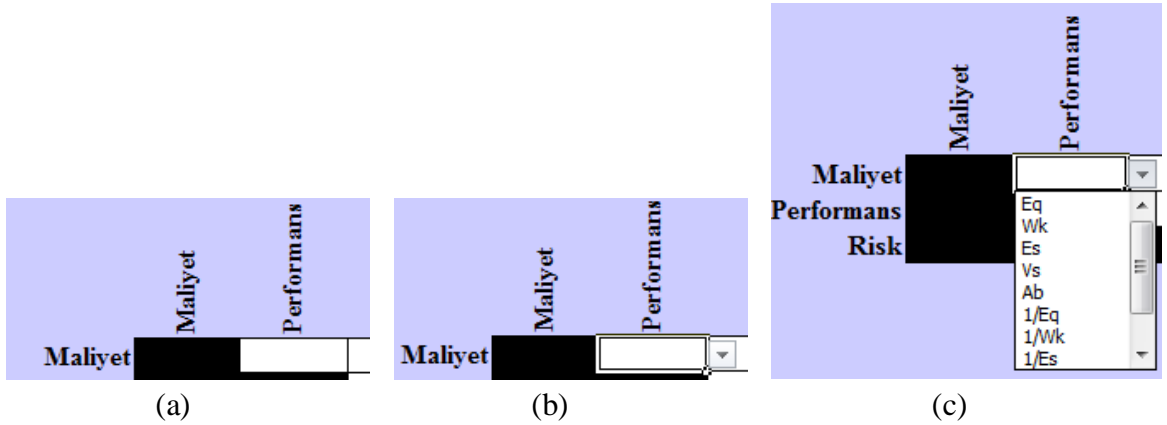
Ek Şekil 2. ANKET-1 sekmesi

Anket-1'de satır ve sütunlarda birbirleriyle karşılaştırılan kriterlerin yer aldığı matrisler bulunmaktadır. Ek Şekil 3'te ana kriterler için hazırlanan matris görülmektedir.

	Maliyet	Performans	Risk
Maliyet			
Performans			
Risk			

Ek Şekil 3. Ana kriterler için hazırlanan matris

Anketlerde beyaz renkli olan hücreler doldurulur. Her bir beyaz hücreye tıklanınca hücrenin sağ tarafında ok işareti belirir. Ok işaretine tıklanınca seçenek listesi açılmaktadır. Seçim bu listeden yapılır. Daha fazla seçeneğin görülmesi için yandaki imleç aşağı kaydırılır. Ek Şekil 4'te bu anlatılanlar görülmektedir.



Ek Şekil 4. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi

Doldurma işlemi için karar verici, boru kesim teknolojisi seçimi için hangi kriterin değerine oranla ne kadar önemli olduğuna karar verir. Ne kadar önemli sorusunun cevabı Ek Tablo 1'deki ölçeğe göre verilir.

Eğer satırdaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

Eq, Wk, Es, Vs, Ab

seçeneklerinden biri; eğer sütundaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

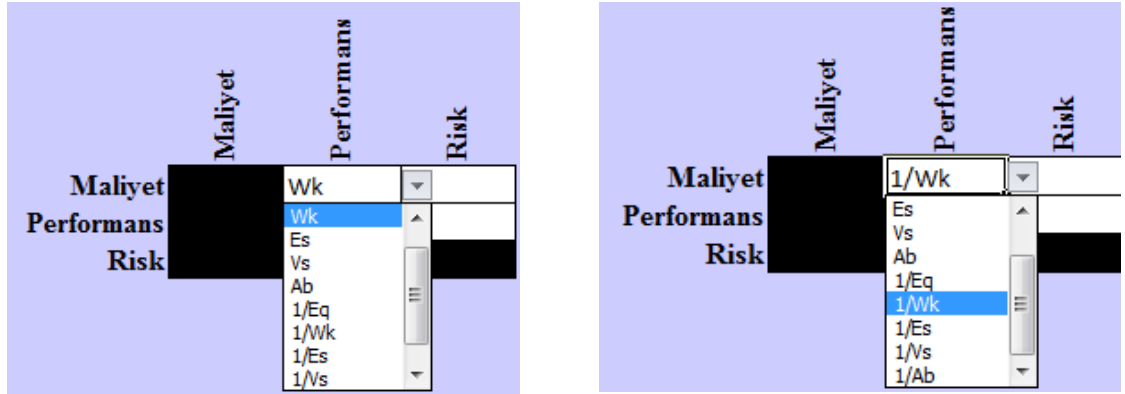
1/Eq, 1/Wk, 1/Es, 1/Vs, 1/Ab

seçeneklerinden biri seçilir.

Ek Tablo 1. Boru kesim teknolojisi seçim kriterleri anketi ölçeği

Ölçek	Açıklama
Ab	Satırdaki kesinlikle önemli
Vs	Satırdaki çok kuvvetli önemli
Es	Satırdaki oldukça önemli
Wk	Satırdaki biraz daha önemli
Eq	Eşit gibi ama satırdaki daha ön planda
1/Eq	Eşit gibi ama sütundaki daha ön planda
1/Wk	Sütundaki biraz daha önemli
1/Es	Sütundaki oldukça önemli
1/Vs	Sütundaki çok kuvvetli önemli
1/Ab	Sütundaki kesinlikle önemli

Örneğin ana kriterler matrisinde "Maliyet", "Performans" ve "Risk" karşılaştırılmıştır. Eğer "Maliyet", "Performans"tan "biraz daha önemli" ise bu iki kriterin kesiştiği beyaz hücreden Ek Şekil 5'in ilk kısmında görüldüğü gibi "Wk" seçilir.



Ek Şekil 5. Mali koşullar ve idari kabiliyet kriterlerinin karşılaştırması

Eğer "Performans", "Maliyet"ten "biraz daha önemli" ise bu iki kriterin kesiştiği beyaz hücreden bu kez Ek Şekil 5'in ikinci kısmında görüldüğü gibi "1/Wk" seçilir.

Anketler vasıtasıyla elde edilen bulanık karar matrisi matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\tilde{C}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{m1} & \tilde{c}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{E.1})$$

$$\tilde{c}_{ij} = \begin{cases} i > j, & \text{Eq, Wk, Es, Vs, Ab} \\ i = j, & 1 \\ i < j, & 1/\text{Eq, } 1/\text{Wk, } 1/\text{Es, } 1/\text{Vs, } 1/\text{Ab} \end{cases} \quad (\text{E.2})$$

Burada  $\tilde{C}^k$ ,  $k$ . uzman tarafından doldurulan ikili karşılaştırma matrisini gösterir.  $i=1,2, \dots, n$ ;  $j=1,2, \dots, m$  olmak üzere,  $m=n$ 'dir ve kriter sayısını gösterir. Denklem E.2'deki  $>, <$  işaretleri üstünlüğü ifade etmektedir.

ANKET-2 sekmesinde ikinci anketin nasıl doldurulacağı ile ilgili bilgi ve alternatiflerin kriterler bazında değerlendirildiği karar matrisi bulunmaktadır. Ek Şekil 6'da ANKET-2 sekmesi görülmektedir.

**ANKET-2**

Bu sayfada karar verici her bir yöntemi ilgili kriter altında değerlendirir. Herbir beyaz hücreye tıklanınca, hazır seçenekler yanda belirecek olan ok işaretine tıklanarak seçilir:

Değerlendirme için aşağıdaki ölçek kullanılır:

VL==> Very Low - Çok düşük  
L==> Low - Düşük  
F==> Fair - Orta  
H==> High - Yüksek  
VH ==>Very High - Çok yüksek

Değerlendirme işlemi yöntemler arasında bağımsız olarak yapılır, yani aynı değer birden çok yöntem için seçilebilir. Örneğin "cost" kriteri için alternatif kesme yöntemlerinin değerlendirmesi aşağıdaki gibi olabilir:

	Maliyet	Performans
Oksijen	F	
Plazma	H	
Daire testere	VL	

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti
Oksijen					
Plazma					
Daire testere					
Şerit testere					
Kesme taşı					

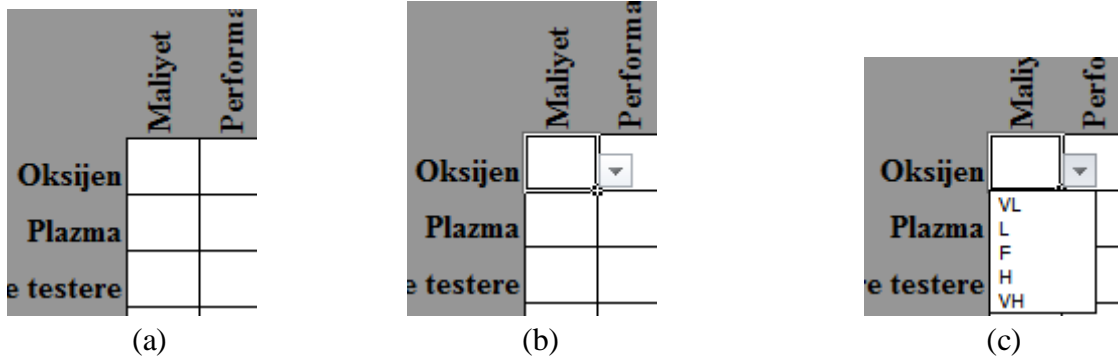
Ek Şekil 6. ANKET-2 sekmesi

Anket-2’de karar vericinin her bir alternatifi yani kesme yöntemini ilgili kriter altında değerlendirdiği matris bulunmaktadır. Bu matrisin satırlarında boru kesim teknolojisi alternatifleri, sütunlarında ise değerlendirme kriterleri bulunmaktadır. Ek Şekil 7’de bahsedilen bu matris görülmektedir.

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
Oksijen																	
Plazma																	
Daire testere																	
Şerit testere																	
Kesme taşı																	

Ek Şekil 7. Kesim teknolojilerinin değerlendirilmesi için hazırlanan matris

Anketlerde beyaz renkli olan hücreler doldurulur. Her bir beyaz hücreye tıklanınca hücrenin sağ tarafında ok işareti belirmektedir. Ok işaretine tıklanınca seçenek listesi açılmaktadır. Seçim bu listeden yapılır. Şekil 8’de bu anlatılanlar görülmektedir.



Ek Şekil 8. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi

Doldurma işlemi için karar verici, boru kesim teknolojisi alternatiflerinin kriterler bazında performanslarını değerlendirir. Değerlendirme Ek Tablo 2’deki ölçeğe göre yapılır.

Değerlendirme işlemi alternatifler arasında bağımsız olarak yapılır, yani aynı değer birden çok kesim teknolojisi için seçilebilir. Örneğin "maliyet" kriteri için alternatif kesme yöntemlerinin değerlendirmesi Ek Şekil 9’daki gibi olabilir.

Ek Tablo 2. Boru kesim teknolojisi alternatiflerinin kriterler bazında değerlendirme ölçeği

Ölçek	Açıklama
VL	Çok düşük
L	Düşük
F	Orta
H	Yüksek
VH	Çok yüksek

	Maliye	Perfor
Oksijen	F	
Plazma	H	
Daire testere	VL	
Şerit testere	L	
Kesme taşı	VL	

Aynı değer birden çok alternatif için seçilebilir.

Ek Şekil 9. Alternatiflerin maliyet kriteri bazında değerlendirilmesi örneği

Anketler vasıtasıyla elde edilen bulanık karar matrisi matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\tilde{D}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \tilde{d}_{12} & \dots & \tilde{d}_{1n} \\ \tilde{d}_{21} & \tilde{d}_{22} & \dots & \tilde{d}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{d}_{m1} & \tilde{d}_{m2} & \dots & \tilde{d}_{mn} \end{bmatrix} \quad (\text{E.3})$$

$$\tilde{d}_{ij} = \begin{cases} \text{VL,} & \text{Çok düşük} \\ \text{L,} & \text{Düşük} \\ \text{F,} & \text{Orta} \\ \text{H,} & \text{Yüksek} \\ \text{VH,} & \text{Çok yüksek} \end{cases} \quad (\text{E.4})$$

Burada  $\tilde{D}^k$ ,  $k$ . uzman tarafından doldurulan karar matrisini gösterir.  $i=1,2, \dots, n$ ;  $j=1,2, \dots, m$  olmak üzere,  $m$ , alternatif sayısı;  $n$ , kriter sayısıdır.

## EK 2. TERSANELER İÇİN BORU KESİM TEKNOLOJİSİ SEÇİMİ ANKET VERİLERİ VE HESAPLAMA TABLOLARI

Ek Tablo 3. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	-	Eq	1/Wk
P	1/Eq	-	1/Wk
R	Wk	Wk	-

Ek Tablo 4. Uzman 1 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	-	Eq	Wk	1/Eq
M2	1/Eq	-	Wk	Eq
M3	1/Wk	1/Wk	-	1/Wk
M4	Eq	1/Eq	Wk	-

Ek Tablo 5. Uzman 1 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esneklik (P3)	Adaptasyon (P4)	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	-	1/Es	1/Es	1/Wk	1/Es	1/Es	1/Es	1/Es
P2	Es	-	1/Eq	Eq	Eq	Eq	Eq	Eq
P3	Es	Eq	-	Eq	Eq	1/Wk	1/Es	1/Es
P4	Wk	1/Eq	1/Eq	-	1/Eq	1/Es	1/Es	1/Es
P5	Es	1/Eq	1/Eq	Eq	-	Ab	Ab	Ab
P6	Es	1/Eq	Wk	Es	1/Ab	-	Eq	Eq
P7	Es	1/Eq	Es	Es	1/Ab	1/Eq	-	Eq
P8	Es	1/Eq	Es	Es	1/Ab	1/Eq	1/Eq	-



Ek Tablo 6. Uzman 1 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
Çevreye etki (R1)	-	Eq
İş emniyeti (R2)	1/Eq	-

Ek Tablo 7. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	-	1/Vs	1/Vs
P	Vs	-	1/Vs
R	Vs	Vs	-

Ek Tablo 8. Uzman 2 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	-	1/Es	Ab	Ab
M2	Es	-	1/Es	1/Wk
M3	1/Ab	Es	-	
M4	1/Ab	Wk		-

Ek Tablo 9. Uzman 2 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esnelik (P3)	Adaptasyon (P4)	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	-	Eq	1/Ab	Wk	1/Wk	1/Wk	1/Wk	1/Wk
P2	1/Eq	-	Eq	Wk	Wk	Eq	Eq	Eq
P3	Ab	1/Eq	-	Wk	Eq	1/Wk	1/Wk	1/Es
P4	1/Wk	1/Wk	1/Wk	-	1/Ab	1/Ab	1/Vs	1/Wk
P5	Wk	1/Wk	1/Eq	Ab	-	Eq	Eq	Eq
P6	Wk	1/Eq	Wk	Ab	1/Eq	-	Eq	Eq
P7	Wk	1/Eq	Wk	Vs	1/Eq	1/Eq	-	Eq
P8	Wk	1/Eq	Es	Wk	1/Eq	1/Eq	1/Eq	-

Ek Tablo 10. Uzman 2 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	-	1/Ab
R2	Ab	-

Ek Tablo 11. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	-	1/Wk	1/Vs
P	Wk	-	Eq
R	Vs	1/Eq	-

Ek Tablo 12. Uzman 3 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	-	Vs	Vs	Ab
M2	1/Vs	-	Es	Es
M3	1/Vs	1/Es	-	1/Wk
M4	1/Ab	1/Es	Wk	-

Ek Tablo 13. Uzman 3 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
P1	-	Wk	1/Wk	1/Wk	Eq	1/Es	1/Vs	1/Vs
P2	1/Wk	-	1/Wk	1/Es	1/Wk	1/Wk	1/Eq	1/Wk
P3	Wk	Wk	-	Wk	Wk	1/Wk	1/Es	1/Wk
P4	Wk	Es	1/Wk	-	1/Wk	1/Wk	1/Es	1/Wk
P5	1/Eq	Wk	1/Wk	Wk	-	1/Wk	1/Wk	1/Wk
P6	Es	Wk	Wk	Wk	Wk	-	1/Eq	Wk
P7	Vs	Eq	Es	Es	Wk	Eq	-	Es
P8	Vs	Wk	Wk	Wk	Wk	1/Wk	1/Es	-

Ek Tablo 14. Uzman 3 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	-	1/Es
R2	Es	-

Ek Tablo 15. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 1 tarafından doldurulmuş anket

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
Oksijen	VL	VL	H	VL	VL	H	H	L	L	VH	L	L	L	VH	VL	VL	F
Plazma	H	H	VL	L	H	F	H	L	F	F	H	H	H	H	H	H	H
Daire testere	F	F	VH	F	VL	F	F	F	L	H	H	L	F	F	L	L	F
Şerit testere	L	L	VH	F	VL	L	F	L	L	H	F	L	L	F	L	L	L
Kesme taşı	F	L	L	L	L	L	L	F	F	H	VH	F	F	H	F	F	F

Ek Tablo 16. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 2 tarafından doldurulmuş anket

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
Oksijen	VL	F	VH	F	VL	L	H	VL	H	VL	H	VH	VH	VH	VL	H	VH
Plazma	H	VH	F	VL	VH	VH	L	H	VL	F	VL	F	VH	H	H	F	VL
Daire testere	VL	L	L	F	L	L	F	L	F	L	H	VL	VH	VH	H	F	L
Şerit testere	F	VL	F	F	F	F	F	F	F	L	H	VL	VH	VH	H	H	L
Kesme taşı	VL	L	VH	F	VL	VL	H	VL	H	L	VH	VH	VH	VH	H	F	L

Ek Tablo 17. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için Uzman 3 tarafından doldurulmuş anket

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklilik	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti	Yeterlilik
Oksijen	F	F	H	F	F	F	F	L	F	L	H	F	F	F	L	VL	L
Plazma	VH	H	L	L	F	H	H	H	L	H	L	H	H	F	H	H	H
Daire testere	L	F	H	H	VL	L	L	L	F	L	H	F	H	F	L	VL	L
Şerit testere	L	F	H	H	L	F	L	L	L	L	L	L	L	F	L	L	L
Kesme taşı	L	L	VH	H	VL	L	L	L	F	L	L	F	H	F	L	VL	L

Ek Tablo 18. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(0.200,0.333,1.000)
P	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
R	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 19. Uzman 1 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.333,1.000,1.000)
M2	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,3.000)
M3	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
M4	(1.000,1.000,3.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 20. Uzman 1 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esneklik (P3)	Adaptasyon (P4)
P1	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
P2	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
P3	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
P4	(1.000,3.000,5.000)	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
P5	(3.000,5.000,7.000)	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
P6	(3.000,5.000,7.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)
P7	(3.000,5.000,7.000)	(0.333,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
P8	(3.000,5.000,7.000)	(0.333,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
P2	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)
P3	(1.000,1.000,3.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
P4	(0.333,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
P5	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,9.000)	(7.000,9.000,9.000)	(7.000,9.000,9.000)
P6	(0.111,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)
P7	(0.111,0.111,0.143)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
P8	(0.111,0.111,0.140)	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 21. Uzman 1 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
R2	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 22. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)
P	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
R	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 23. Uzman 2 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(7.000,9.000,9.000)	(7.000,9.000,9.000)
M2	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
M3	(0.111,0.111,0.143)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.000,0.000,0.000)
M4	(0.111,0.111,0.143)	(1.000,3.000,5.000)	(0.000,0.000,0.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 24. Uzman 2 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esneklik (P3)	Adaptasyon (P4)
P1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(0.111,0.111,0.143)	(1.000,3.000,5.000)
P2	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,3.000,5.000)
P3	(7.000,9.000,9.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
P4	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
P5	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(7.000,9.000,9.000)
P6	(1.000,3.000,5.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(7.000,9.000,9.000)
P7	(1.000,3.000,5.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(5.000,7.000,9.000)
P8	(1.000,3.000,5.000)	(0.333,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)
	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
P2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)
P3	(1.000,1.000,3.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
P4	(0.111,0.111,0.143)	(0.111,0.111,0.143)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)
P5	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)
P6	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,3.000)
P7	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
P8	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 25. Uzman 2 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.111,0.143)
R2	(7.000,9.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 26. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
P	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,3.000)
R	(5.000,7.000,9.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 27. Uzman 3 tarafından maliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(7.000,9.000,9.000)
M2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
M3	(0.111,0.143,0.200)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
M4	(0.111,0.111,0.143)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 28. Uzman 3 tarafından performans kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esneklik (P3)	Adaptasyon (P4)
P1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
P2	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
P3	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
P4	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
P5	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
P6	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
P7	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,3.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
P8	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	(1.000,1.000,3.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)
P2	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
P3	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
P4	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
P5	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
P6	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.333,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
P7	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,3.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
P8	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)



Ek Tablo 29. Uzman 3 tarafından risk kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
R2	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 30. Uzman 1 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
D	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
K	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)
P	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
P	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
	Yeterlilik			
O	(0.000,2.500,5.000)			
P	(5.000,7.500,10.000)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

Ek Tablo 31. Uzman 2 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(0.000,0.000,3.000)	(2.500,5.000,7.500)	(7.000,10.000,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(5.000,7.500,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,0.000,3.000)
D	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)
Ş	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,0.000,3.000)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,0.000,3.000)
P	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,0.000,3.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,0.000,3.000)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,0.000,3.000)	(5.000,7.500,10.000)	(7.000,10.000,10.000)
P	(0.000,0.000,3.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,0.000,3.000)	(2.500,5.000,7.500)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,0.000,3.000)
Ş	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,0.000,3.000)
K	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(0.000,0.000,3.000)	(5.000,7.500,10.000)
P	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
D	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
Ş	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
K	(7.000,10.000,10.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
	Yeterlilik			
O	(7.000,10.000,10.000)			
P	(0.000,0.000,3.000)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

Ek Tablo 32. Uzman 3 tarafından alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
D	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
K	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)
P	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(2.500,5.000,7.500)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
P	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.000,7.500,10.000)	(5.000,7.500,10.000)
D	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
Ş	(0.000,2.500,5.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,2.500,5.000)
K	(5.000,7.500,10.000)	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(0.000,0.000,3.000)
	Yeterlilik			
O	(0.000,2.500,5.000)			
P	(5.000,7.500,10.000)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

Ek Tablo 33. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi

	Maliyet (M)	Performans (P)	Risk (R)
M	(1.000,1.000,1.000)	(0.437,0.492,1.400)	(0.141,0.206,0.467)
P	(0.714,2.032,2.288)	(1.000,1.000,1.000)	(0.437,0.492,1.400)
R	(2.143,4.846,7.105)	(0.714,2.032,2.288)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 34. Maliyet kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	İlk yatırım maliyeti (M1)	İşletim maliyeti (M2)	Bakım maliyeti (M3)	İşçilik maliyeti (M4)
M1	(1.000,1.000,1.000)	(2.048,2.733,4.111)	(4.333,6.333,7.667)	(4.778,6.333,6.333)
M2	(0.243,0.366,0.488)	(1.000,1.000,1.000)	(1.381,2.733,4.111)	(1.400,2.111,3.667)
M3	(0.130,0.158,0.231)	(0.243,0.366,0.724)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
M4	(0.158,0.158,0.209)	(0.273,0.474,0.714)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 35. Performans kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Hazırlık süresi (P1)	İşlem süresi (P2)	Esneklik (P3)	Adaptasyon (P4)
P1	(1.000,1.000,1.000)	(0.714,1.400,2.778)	(0.151,0.215,0.492)	(0.467,1.222,2.333)
P2	(0.360,0.714,1.400)	(1.000,1.000,1.000)	(0.511,0.778,1.667)	(0.714,1.400,2.778)
P3	(2.032,4.655,6.608)	(0.600,1.286,1.957)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,2.333,4.333)
P4	(0.429,0.818,2.143)	(0.360,0.714,1.400)	(0.231,0.429,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
P5	(0.692,1.957,2.234)	(0.333,0.692,1.364)	(0.273,0.600,1.000)	(1.400,2.077,4.655)
P6	(1.800,4.091,6.176)	(0.429,1.286,1.364)	(1.000,3.000,5.000)	(2.032,4.655,6.608)
P7	(1.957,4.437,6.608)	(0.429,1.000,1.286)	(1.800,4.091,6.176)	(3.462,5.526,7.560)
P8	(1.957,4.437,6.608)	(0.429,1.286,1.364)	(1.800,4.091,6.176)	(1.286,3.462,5.526)
	Kullanım kolaylığı (P5)	Kesim kalitesi (P6)	İşlem hassasiyeti (P7)	Yeterlilik (P8)
P1	(0.448,0.511,1.444)	(0.162,0.244,0.556)	(0.151,0.225,0.511)	(0.151,0.225,0.511)
P2	(0.733,1.444,3.000)	(0.733,0.778,2.333)	(0.778,1.000,2.333)	(0.733,0.778,2.333)
P3	(1.000,1.667,3.667)	(0.200,0.333,1.000)	(0.162,0.244,0.556)	(0.162,0.244,0.556)
P4	(0.215,0.481,0.714)	(0.151,0.215,0.492)	(0.132,0.181,0.289)	(0.181,0.289,0.778)
P5	(1.000,1.000,1.000)	(2.733,3.444,4.333)	(2.733,3.444,4.333)	(2.733,3.444,4.333)
P6	(0.231,0.290,0.366)	(1.000,1.000,1.000)	(0.778,1.000,2.333)	(1.000,1.667,3.667)
P7	(0.231,0.290,0.366)	(0.429,1.000,1.286)	(1.000,1.000,1.000)	(1.667,2.333,4.333)
P8	(0.231,0.290,0.366)	(0.273,0.600,1.000)	(0.231,0.429,0.600)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 36. Risk kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Çevreye etki (R1)	İş emniyeti (R2)
R1	(1.000,1.000,1.000)	(0.418,0.437,1.159)
R2	(0.863,2.288,2.392)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 37. Alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesinden elde edilen birleştirilmiş bulanık karar matrisi

	Maliyet	Performans	Risk	Çevreye etki
O	(1.667,3.333,6.000)	(2.500,5.000,7.500)	(5.667,8.333,10.000)	(2.500,5.000,7.500)
P	(6.333,9.167,10.000)	(5.667,8.333,10.000)	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,1.667,4.333)
D	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,4.167,6.667)	(3.333,5.833,8.333)	(4.167,6.667,9.167)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(1.667,3.333,6.000)	(4.167,6.667,9.167)	(4.167,6.667,9.167)
K	(0.000,1.667,4.333)	(0.000,2.500,5.000)	(7.000,10.000,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
	İş emniyeti	İlk yatırım maliyeti	İşletim maliyeti	Bakım maliyeti
O	(1.667,3.333,6.000)	(1.667,4.167,6.667)	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,1.667,4.333)
P	(4.000,6.667,8.333)	(5.667,8.333,10.000)	(3.333,5.833,8.333)	(5.000,7.500,10.000)
D	(0.000,0.833,3.667)	(0.000,2.500,5.000)	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,2.500,5.000)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(2.500,5.000,7.500)	(0.833,3.333,5.833)	(0.833,3.333,5.833)
K	(0.000,0.000,3.000)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.000,1.667,4.333)
	İşçilik maliyeti	Hazırlık süresi	İşlem süresi	Esneklik
O	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(5.000,7.500,10.000)	(4.000,6.667,8.333)
P	(0.000,1.667,4.333)	(4.167,6.667,9.167)	(0.000,1.667,4.333)	(4.167,6.667,9.167)
D	(2.500,5.000,7.500)	(0.000,2.500,5.000)	(5.000,7.500,10.000)	(1.667,3.333,6.000)
Ş	(0.833,3.333,5.833)	(0.000,2.500,5.000)	(1.667,4.167,6.667)	(0.000,1.667,4.333)
K	(3.333,5.833,8.333)	(0.000,2.500,5.000)	(2.333,5.000,6.667)	(4.000,6.667,8.333)
	Adaptasyon	Kullanım kolaylığı	Kesim kalitesi	İşlem hassasiyeti
O	(4.000,6.667,8.333)	(4.000,6.667,8.333)	(0.000,1.667,4.333)	(1.667,2.500,5.333)
P	(5.667,8.333,10.000)	(3.333,5.833,8.333)	(5.000,7.500,10.000)	(4.167,6.667,9.167)
D	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
Ş	(2.333,5.000,6.667)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(1.667,4.167,6.667)
K	(5.667,8.333,10.000)	(4.000,6.667,8.333)	(1.667,4.167,6.667)	(0.833,1.667,4.500)
	Yeterlilik			
O	(2.333,5.000,6.667)			
P	(3.333,5.000,7.667)			
D	(0.000,2.500,5.000)			
Ş	(0.000,2.500,5.000)			
K	(0.000,2.500,5.000)			

Ek Tablo 38. Ana kriterler için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri

Maliyet (M)	(1.578,1698,2.867)
Performans (P)	(2.151,3.524,4.688)
Risk (R)	(3.857,7.878,10.393)

Ek Tablo 39. Maliyet kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri

İlk yatırım maliyeti (M1)	(12.159,16.400,19.111)
İşletim maliyeti (M2)	(4.024,6.210,9.266)
Bakım maliyeti (M3)	(1.574,1.857,2.955)
İşçilik maliyeti (M4)	(2.431,4.632,6.924)

Ek Tablo 40. Performans kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri

Hazırlık süresi (P1)	(3.244,5.043,9.625)
İşlem süresi (P2)	(5.563,7.892,16.844)
Esneklik (P3)	(6.156,11.763,19.676)
Adaptasyon (P4)	(2.699,4.127,7.816)
Kullanım kolaylığı (P5)	(11.898,16.659,23.253)
Kesim kalitesi (P6)	(8.269,16.989,26.514)
İşlem hassasiyeti (P7)	(10.973,19.678,28.615)
Yeterlilik (P8)	(7.205,15.594,22.641)

Ek Tablo 41. Risk kriterleri için hesaplanan toplam genişletilmiş analiz değerleri

Çevreye etki (R1)	(1.418,1.437,2.159)
İş emniyeti (R2)	(1.863,3.288,3.392)

Ek Tablo 42. Ana kriterler için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri

Maliyet (M)	(0.088,0.130,0.378)
Performans (P)	(0.120,0.269,0.618)
Risk (R)	(0.215,0.601,1.370)

Ek Tablo 43. Maliyet kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri

İlk yatırım maliyeti (M1)	(0.318,0.564,0.947)
İşletim maliyeti (M2)	(0.105,0.213,0.459)
Bakım maliyeti (M3)	(0.041,0.064,0.146)
İşçilik maliyeti (M4)	(0.064,0.159,0.343)

Ek Tablo 44. Performans kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri

Hazırlık süresi (P1)	(0.021,0.052,0.172)
İşlem süresi (P2)	(0.036,0.081,0.301)
Esneklik (P3)	(0.040,0.120,0.351)
Adaptasyon (P4)	(0.017,0.042,0.140)
Kullanım kolaylığı (P5)	(0.077,0.170,0.415)
Kesim kalitesi (P6)	(0.053,0.174,0.473)
İşlem hassasiyeti (P7)	(0.071,0.201,0.511)
Yeterlilik (P8)	(0.046,0.160,0.404)

Ek Tablo 45. Risk kriterleri için hesaplanan sentetik genişletilmiş analiz değerleri

Çevreye etki (R1)	(0.255,0.304,0.658)
İş emniyeti (R2)	(0.336,0.696,1.034)

Ek Tablo 46. Ana kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması

$V(S_M \geq S_P)$	0.649	$V(S_P \geq S_R)$	0.548
$V(S_M \geq S_R)$	0.257	$V(S_R \geq S_M)$	1
$V(S_P \geq S_M)$	1	$V(S_R \geq S_P)$	1

Ek Tablo 47. Maliyet kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması

$V(S_{M1} \geq S_{M2})$	1	$V(S_{M2} \geq S_{M3})$	1	$V(S_{M3} \geq S_{M4})$	0.465
$V(S_{M1} \geq S_{M3})$	1	$V(S_{M2} \geq S_{M4})$	1	$V(S_{M4} \geq S_{M1})$	0.059
$V(S_{M1} \geq S_{M4})$	1	$V(S_{M3} \geq S_{M1})$	0	$V(S_{M4} \geq S_{M2})$	0.814
$V(S_{M2} \geq S_{M1})$	0.287	$V(S_{M3} \geq S_{M2})$	0.216	$V(S_{M4} \geq S_{M3})$	1

Ek Tablo 48. Performans kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması

$V(S_{P1} \geq S_{P2})$	0.823	$V(S_{P2} \geq S_{P3})$	0.868	$V(S_{P3} \geq S_{P4})$	1	$V(S_{P4} \geq S_{P5})$	0.329
$V(S_{P1} \geq S_{P3})$	0.658	$V(S_{P2} \geq S_{P4})$	1	$V(S_{P3} \geq S_{P5})$	0.846	$V(S_{P4} \geq S_{P6})$	0.396
$V(S_{P1} \geq S_{P4})$	1	$V(S_{P2} \geq S_{P5})$	0.714	$V(S_{P3} \geq S_{P6})$	0.848	$V(S_{P4} \geq S_{P7})$	0.302
$V(S_{P1} \geq S_{P5})$	0.444	$V(S_{P2} \geq S_{P6})$	0.727	$V(S_{P3} \geq S_{P7})$	0.776	$V(S_{P4} \geq S_{P8})$	0.442
$V(S_{P1} \geq S_{P6})$	0.492	$V(S_{P2} \geq S_{P7})$	0.656	$V(S_{P3} \geq S_{P8})$	0.886	$V(S_{P5} \geq S_{P1})$	1
$V(S_{P1} \geq S_{P7})$	0.403	$V(S_{P2} \geq S_{P8})$	0.763	$V(S_{P4} \geq S_{P1})$	0.927	$V(S_{P5} \geq S_{P2})$	1
$V(S_{P1} \geq S_{P8})$	0.537	$V(S_{P3} \geq S_{P1})$	1	$V(S_{P4} \geq S_{P2})$	0.729	$V(S_{P5} \geq S_{P3})$	1
$V(S_{P2} \geq S_{P1})$	1	$V(S_{P3} \geq S_{P2})$	1	$V(S_{P4} \geq S_{P3})$	0.561	$V(S_{P5} \geq S_{P4})$	1

$V(S_{P5} \geq S_{P6})$	0.991	$V(S_{P6} \geq S_{P7})$	0.936	$V(S_{P7} \geq S_{P8})$	1
$V(S_{P5} \geq S_{P7})$	0.918	$V(S_{P6} \geq S_{P8})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P1})$	1
$V(S_{P5} \geq S_{P8})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P1})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P2})$	1
$V(S_{P6} \geq S_{P1})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P2})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P3})$	1
$V(S_{P6} \geq S_{P2})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P3})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P4})$	1
$V(S_{P6} \geq S_{P3})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P4})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P5})$	0.968
$V(S_{P6} \geq S_{P4})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P5})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P6})$	0.961
$V(S_{P6} \geq S_{P5})$	1	$V(S_{P7} \geq S_{P6})$	1	$V(S_{P8} \geq S_{P7})$	0.889

Ek Tablo 49. Risk kriterlerinin birbirleriyle karşılaştırılması

$V(S_{R1} \geq S_{R2})$	0.451
$V(S_{R2} \geq S_{R1})$	1

Ek Tablo 50. Ana kriterlerin birbirlerine göre büyüklük dereceleri

$V(S_M \geq S_P, S_R)$	0.257
$V(S_P \geq S_M, S_R)$	0.548
$V(S_R \geq S_M, S_P)$	1

Ek Tablo 51. Maliyet kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri

$V(S_{M1} \geq S_{M2}, S_{M3}, S_{M4})$	1
$V(S_{M2} \geq S_{M1}, S_{M3}, S_{M4})$	0.287
$V(S_{M3} \geq S_{M1}, S_{M2}, S_{M4})$	0
$V(S_{M4} \geq S_{M1}, S_{M2}, S_{M3})$	0.059

Ek Tablo 52. Performans kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri

$V(S_{P1} \geq S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P7}, S_{P8})$	0.403
$V(S_{P2} \geq S_{P1}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P7}, S_{P8})$	0.656
$V(S_{P3} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P7}, S_{P8})$	0.776
$V(S_{P4} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P7}, S_{P8})$	0.302
$V(S_{P5} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P6}, S_{P7}, S_{P8})$	0.918
$V(S_{P6} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P7}, S_{P8})$	0.936
$V(S_{P7} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P8})$	1
$V(S_{P8} \geq S_{P1}, S_{P2}, S_{P3}, S_{P4}, S_{P5}, S_{P6}, S_{P7})$	0.889

Ek Tablo 53. Risk kriterlerinin birbirlerine göre büyüklük dereceleri

$V(S_{R1} \geq S_{R2})$	0.4514
$V(S_{R2} \geq S_{R1})$	1

Ek Tablo 54. Ana kriterlerin ağırlık değerleri

$W'_M$	0.257
$W'_P$	0.548
$W'_R$	1



Ek Tablo 55. Maliyet kriterlerinin ağırlık değerleri

$W'_{M1}$	1
$W'_{M2}$	0.2873
$W'_{M3}$	0
$W'_{M4}$	0.0585

Ek Tablo 56. Performans kriterlerinin ağırlık değerleri

$W'_{P1}$	0.403
$W'_{P2}$	0.656
$W'_{P3}$	0.776
$W'_{P4}$	0.302
$W'_{P5}$	0.918
$W'_{P6}$	0.936
$W'_{P7}$	1
$W'_{P8}$	0.889

Ek Tablo 57. Risk kriterlerinin ağırlık değerleri

$W'_{R1}$	0.451
$W'_{R2}$	1

### EK 3. YENİ GEMİ İNŞA TERSANESİ SEÇİM KRİTERLERİ ANKETİ

Tersane seçim kriterlerinin önem derecelerinin belirlendiği çalışmada uzmanlara EXCEL’de hazırlanmış ve 2 sekmeden oluşan bir anket dosyası sunulmuştur. Bu sekmelerden ilki “GİRİŞ VE TANIMLAR” ikincisi ise “ANKET” sekmesidir.

GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesinde anketi dolduran uzmanla ilgili bilgiler, değerlendirme sürecinde kullanılan kriterler ve bu kriterlerin açıklamaları yer almaktadır. Ek Şekil 10’da GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi görülmektedir.

	A	B	C
1	<b>UZMAN ADI:</b>	.....	
2	<b>TECRÜBESİ:</b>	.....	
3	<b>ANA VE ALT KRİTERLER</b>		<b>AÇIKLAMALAR</b>
4	<b>1. Mali Koşullar</b>		
5	1.1.	Teklif fiyatı	Armatörün istediği geminin üretimi için armatöre verilen fiyat.
6	1.2.	Ödeme koşulları	Armatör kontrat bedelini tersaneye kaç taksitle ve ne zaman ödeyecek?
7	1.3.	Revizyonlar için ek ücret talebi	Operasyonel ihtiyaçlar nedeniyle doğacak revizyonlar için ek ücret talebi var mı?
8	<b>2. İdari kabiliyet</b>		
9	2.1.	Kurumsal yapı	Tersane gemi inşaa için gerekli departmanlara sahip mi ve bunlar iyi organize edilmiş mi?
10	2.2.	Mali durum	Tersanenin güncel bilançosu nedir?
11	2.3.	Mevcut iş yükü	Tersanede devam eden proje sayısı nedir?
12	2.4.	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar	Tersane tarafından armatör personeli için ofis, ofis mobilyası, pansiyon, bilgisayar, internet, yazıcı, faks vs. sağlanıyor mu?
13	2.5.	Armatör personelinin yetki alanı	Armatör personeli üretim sürecine müdahale edebilir mi?
14	2.6.	İzin verilen armatör personeli sayısı	Tersane, armatörün görevlendireceği kontrol personeli sayısına sınır koyuyor mu?
15	2.7.	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli	Üretim aşamasındaki ortaya çıkabilecek anlaşmazlıklarda tersanenin çözüme yaklaşımı (mahkeme, hakem, vs.) nedir?
16	2.8.	Bilgi teknolojileri kullanımı	MRP, ERP gibi bilgi teknolojileri kullanılıyor mu?
17	<b>3. Teknik Yeterlik</b>		
18	3.1.	Mühendis sayısı	Tersanede kaç tane mühendis var?
19	3.2.	Formen sayısı	Tersanede kaç tane formen var?
20	3.3.	İşçi sayısı	Tersanede kaç tane işçi var?
21	3.4.	Kalite kontrol politikası	Tersanenin kalite kontrol sistemi sertifikası var mı?
22	3.5.	Teknolojik altyapı	Tersanenin sahip olduğu makine, ekipman, vs. ve özellikleri.
23	3.6.	Zamanında iş teslimi (Geçmiş projeler)	Geçmişte yapılmış projelerin tesliminde termine uyum performansı.
24	3.7.	Teslim tarihi	Bu proje için tersane tarafından armatöre verilmiş olan teslim tarihi
25	3.8.	Kızak kapasitesi	Tersanedeki kızakların boyutları ne?

Ek Şekil 10. GİRİŞ VE TANIMLAR sekmesi

ANKET sekmesinde ise anketin nasıl doldurulacağı ile ilgili bilgi ve kriterlerin karşılaştırmalarının yapılacağı ikili karşılaştırma matrisleri yani anket bulunmaktadır. Ek Şekil 11’de ANKET sekmesi görülmektedir.

**ANKET'İN NASIL DOLDURULACAĞI İLE İLGİLİ AÇIKLAMA**

**Beyaz renkli olan hücreler doldurulacaktır.** Herbir beyaz hücreye tıklanınca, hazır seçenekler yanında belirilecek olan ok işaretine tıklanarak seçilir. Daha fazla seçenek için yandaki cursor aşağı kaydırılır:

Satır. kesin. ön.  
Satır. çok ön.  
Satır. oldukça ön.  
Satır. biraz. ön.  
Satır-sütun eşit ön.  
Sütun. biraz. ön.  
Sütun. oldukça ön.  
Sütun. çok ön.

**Doldurma işlemi için şu yöntem izlenmelidir:**  
Karar verici yeni gemi inşa tersanesi seçimi için hangi kriterin diğerine oranla ne kadar önemli olduğunu karar verir. Ne kadar önemli sorusunun cevabı aşağıdaki ölçeğe göre verilmelidir:

**Ölçek:**

Satır. kesin. ön. => Satırdaki kesinlikle önemli  
Satır. çok ön. => Satırdaki çok önemli  
Satır. oldukça ön. => Satırdaki oldukça önemli  
Satır. biraz. ön. => Satırdaki biraz daha önemli  
Satır-sütun eşit ön. => Satırdaki ve sütundaki eşit önemli  
Sütun. biraz. ön. => Sütundaki biraz daha önemli  
Sütun. oldukça ön. => Sütundaki oldukça önemli  
Sütun. çok ön. => Sütundaki çok önemli  
Sütun. kesin. ön. => Sütundaki kesinlikle önemli

**A. Genel değerlendirme**

	Mali Koşullar	İdari kabiliyet	Teknik Yeterlik
Mali Koşullar			
İdari kabiliyet			
Teknik Yeterlik			
Tecrübe			
İş Güvenliği Politikası			

**B. Mali koşullar değerlendirmesi**

	Teklif fiyatı	Ödeme koşulları	Revizyonlar için ek ücret talep
Teklif fiyatı			
Ödeme koşulları			

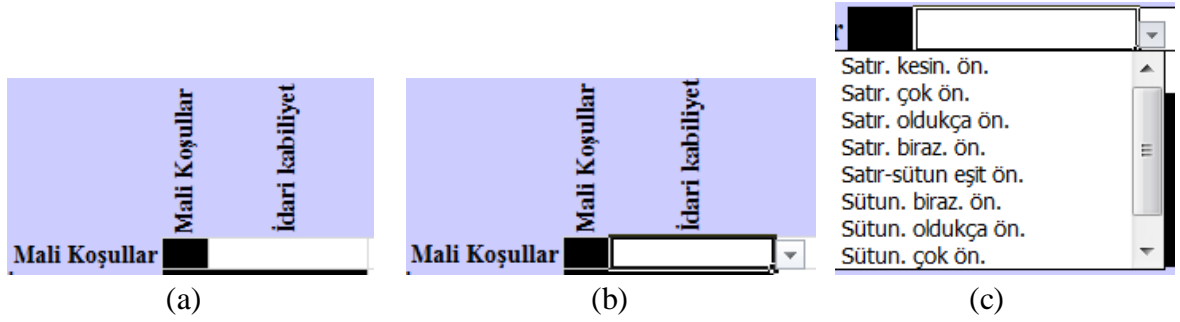
Ek Şekil 11. ANKET sekmesi

Anketler satır ve sütunlarda birbirleriyle karşılaştırılan kriterlerin yer aldığı matrislerdir. Ek Şekil 12’de ana kriterler için hazırlanan matris görülmektedir.

	Mali Koşullar	İdari kabiliyet	Teknik Yeterlik	Tecrübe	İş Güvenliği Politikası
Mali Koşullar					
İdari kabiliyet					
Teknik Yeterlik					
Tecrübe					
İş Güvenliği Politikası					

Ek Şekil 12. Ana kriterler için hazırlanan matris

Anketlerde beyaz renkli olan hücreler doldurulur. Her bir beyaz hücreye tıklanınca hücrenin sağ tarafında ok işareti belirir. Ok işaretine tıklanınca seçenek listesi açılmaktadır. Seçim bu listeden yapılır. Daha fazla seçeneğin görülmesi için yandaki imleç aşağı kaydırılır. Ek Şekil 13'te bu anlatılanlar görülmektedir.



Ek Şekil 13. (a) Doldurulacak hücre, (b) Ok işaretinin belirmesi, (c) Seçenek listesi

Doldurma işlemi için karar verici, yeni gemi inşa tersanesi seçimi için hangi kriterin değerine oranla ne kadar önemli olduğuna karar verir. Ne kadar önemli sorusunun cevabı Ek Tablo 58'deki ölçeğe göre verilir.

Ek Tablo 58. Tersane seçim anketi ölçeği

Ölçek	Açıklama
Satır. kesin. ön.	Satırdaki kesinlikle önemli
Satır. çok ön.	Satırdaki çok önemli
Satır. oldukça ön.	Satırdaki oldukça önemli
Satır. biraz. ön.	Satırdaki biraz daha önemli
Satır-sütun eşit ön.	Satırdaki ve sütundaki eşit önemli
Sütun. biraz. ön.	Sütundaki biraz daha önemli
Sütun. oldukça ön.	Sütundaki oldukça önemli
Sütun. çok ön.	Sütundaki çok önemli
Sütun. kesin. ön.	Sütundaki kesinlikle önemli

Eğer satırdaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

- Satır. biraz. ön.
- Satır. oldukça ön.
- Satır. çok ön.
- Satır. kesin. ön.

seçeneklerinden biri; eğer sütundaki kriterin daha önemli olduğuna karar verilmişse ne kadar önemli sorusunun cevabı için:

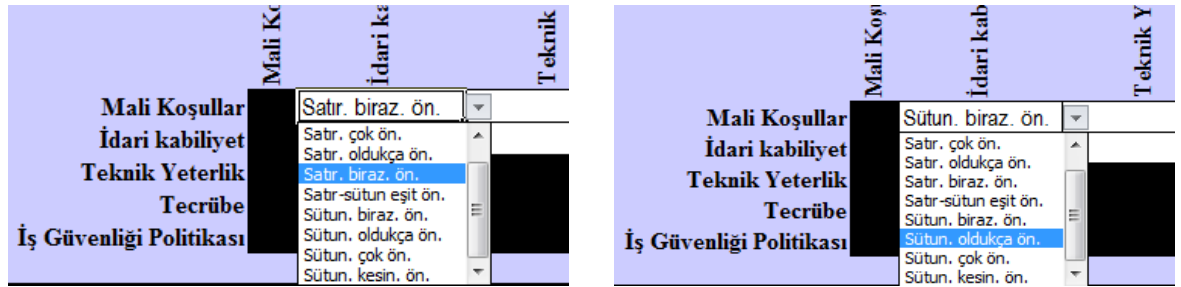
- Sütun. biraz. ön.
- Sütun. oldukça ön.
- Sütun. çok ön.
- Sütun. kesin. ön.

seçeneklerinden biri; eğer satırdaki ve sütundaki kriterlerin eşit derecede önemli olduğuna karar verilmişse:

- Satır-sütun eşit ön.

seçeneği seçilir.

Örneğin ana kriterler matrisinde "Mali Koşullar", "İdari kabiliyet", "Teknik Yeterlik", "Tecrübe", "İş Güvenliği Politikası" karşılaştırılmıştır. Eğer "Mali Koşullar, "İdari Kabiliyet"den "biraz daha önemli" ise bu iki kriterin kesiştiği beyaz hücreden Ek Şekil 14'ün ilk kısmında görüldüğü gibi "Satır. biraz. ön." seçilir.



Ek Şekil 14. Mali koşullar ve idari kabiliyet kriterlerinin karşılaştırması

Eğer "İdari Kabiliyet", "Mali Koşullar"dan "biraz daha önemli" ise bu iki kriterin kesiştiği beyaz hücreden bu kez Ek Şekil 14'ün ikinci kısmında görüldüğü gibi "Sütun. biraz ön." seçilir.

Anketler vasıtasıyla elde edilen bulanık karar matrisi matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\tilde{C}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{c}_{12} & \dots & \tilde{c}_{1n} \\ \tilde{c}_{21} & 1 & \dots & \tilde{c}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{m1} & \tilde{c}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{E.5})$$

$$\tilde{c}_{ij} = \begin{cases} \text{Eğer satırdaki kriter sütundaki kriterden daha önemliyse,} & \left\{ \begin{array}{l} \text{Satır. kesin. ön.} \\ \text{Satır. çok ön.} \\ \text{Satır. oldukça ön.} \\ \text{Satır. biraz ön.} \end{array} \right. \\ \text{Eğer satırdaki ve sütundaki kriter eşit derece önemliyse,} & \left\{ \text{Satır-sütun eşit ön.} \right. \\ \text{Eğer sütundaki kriter satırdaki kriterden daha önemliyse,} & \left\{ \begin{array}{l} \text{Sütun. biraz ön.} \\ \text{Sütun. oldukça ön.} \\ \text{Sütun. çok ön.} \\ \text{Sütun. kesin. ön.} \end{array} \right. \end{cases} \quad (\text{E.6})$$

Burada  $\tilde{C}^k$ ,  $k$ . uzman tarafından doldurulan ikili karşılaştırma matrisini göstermektedir.  $i=1,2, \dots, n; j=1,2, \dots, m$  olmak üzere  $m=n$ 'dir ve kriter sayısını gösterir.

Ek Tablo 59. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	-	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.
İK	Satır. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.
TY	Satır. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.
T	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
İGP	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 60. Uzman 1 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
MK2	Satır. biraz. ön.	-	Satır. oldukça ön.
MK3	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	-

Ek Tablo 61. Uzman 1 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkânlar (İK4)	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	-	Satır. çok ön.	Satır. biraz ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK2	Sütun. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Satır. biraz ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz ön.	Satır. biraz ön.	Satır. biraz ön.
İK3	Sütun. biraz ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. biraz ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz ön.	Satır. biraz ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK4	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz ön.	Satır. biraz ön.	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz ön.
İK5	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Satır. biraz ön.	Satır. çok ön.	Sütun. biraz ön.
İK6	Satır. biraz ön.	Satır. biraz ön.	Sütun. biraz ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.
İK7	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz ön.	Sütun. biraz ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Satır. oldukça ön.	-	Sütun. biraz ön.
İK8	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz ön.	Satır. biraz ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz ön.	-



Ek Tablo 62. Uzman 1 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	-	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.
TY2	Satır. biraz. ön.	-	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY3	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	-	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY4	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY5	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY6	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Satır. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY7	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY8	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.
TY9	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.
TY10	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.
TY11	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.	-	Sütun. biraz. ön.
TY12	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-

Ek Tablo 63. Uzman 1 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	-	Satır. çok ön.	Sütun. oldukça ön.
T2	Sütun. çok ön.	-	Satır. biraz. ön.
T3	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	-

Ek Tablo 64. Uzman 1 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	-	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.
İGP2	Satır. biraz. ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İGP3	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İGP4	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
İGP5	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 65. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	-	Satır. kesin. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK	Sütun. kesin. ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
T	Sütun. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
İGP	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 66. Uzman 2 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	-	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.
MK2	Satır-sütun eşit ön.	-	Sütun. oldukça ön.
MK3	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	-

Ek Tablo 67. Uzman 2 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	-	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.
İK2	Satır. çok ön.	-	Sütun. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.
İK3	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK4	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK5	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.
İK6	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK7	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Sütun. çok ön.
İK8	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.	-

Ek Tablo 68. Uzman 2 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.
TY2	Sütun. oldukça ön.	-	Satır. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.
TY3	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.
TY4	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY5	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY6	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY7	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.
TY8	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY9	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.
TY10	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY11	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
TY12	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 69. Uzman 2 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	-	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.
T2	Sütun. çok ön.	-	Satır. oldukça ön.
T3	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-

Ek Tablo 70. Uzman 2 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	-	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
İGP2	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.
İGP3	Satır. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.
İGP4	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. çok ön.
İGP5	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	-

Ek Tablo 71. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	-	Satır. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.
İK	Sütun. çok ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.
TY	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır. çok ön.	Sütun. biraz. ön.
T	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. biraz. ön.
İGP	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-

Ek Tablo 72. Uzman 3 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	-	Satır. çok ön.	Satır. biraz. ön.
MK2	Sütun. çok ön.	-	Satır. çok ön.
MK3	Sütun. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-

Ek Tablo 73. Uzman 3 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	-	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. oldukça ön.
İK2	Sütun. oldukça ön.	-	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. çok ön.
İK3	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. biraz. ön.
İK4	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Satır. çok ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.
İK5	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. çok ön.
İK6	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. kesin. ön.	Satır. oldukça ön.
İK7	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	-	Satır. kesin. ön.
İK8	Sütun. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	-

Ek Tablo 74. Uzman 3 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	-	Satır. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.
TY2	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.
TY3	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.
TY4	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır. oldukça ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY5	Satır. biraz. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY6	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	-	Sütun. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.
TY7	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	-	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.
TY8	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Satır. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	-	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY9	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	-	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
TY10	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY11	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
TY12	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 75. Uzman 3 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
T2	Sütun. oldukça ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
T3	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 76. Uzman 3 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	-	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.
İGP2	Sütun. biraz. ön.	-	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.
İGP3	Satır. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	-	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.
İGP4	Satır. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	-	Satır. çok ön.
İGP5	Satır. oldukça ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. çok ön.	-

Ek Tablo 77. Uzman 4 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	-	Satır. çok ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
İK	Sütun. çok ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.
TY	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
T	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır. biraz. ön.
İGP	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	-



Ek Tablo 78. Uzman 4 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
MK2	Satır. biraz. ön.	-	Satır. oldukça ön.
MK3	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	-

Ek Tablo 79. Uzman 4 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	-	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.
İK2	Satır. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
İK3	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
İK4	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.
İK5	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.
İK6	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.
İK7	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır. çok ön.
İK8	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-

Ek Tablo 80. Uzman 4 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.
TY2	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. biraz. ön.
TY3	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. oldukça ön.
TY4	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY5	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY6	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY7	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.
TY8	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.
TY9	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.
TY10	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. çok ön.	Sütun. oldukça ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Sütun. oldukça ön.	Sütun. oldukça ön.
TY11	Satır. oldukça ön.	Satır. çok ön.	Satır. çok ön.	Sütun. çok ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	-	Sütun. oldukça ön.
TY12	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	Satır. oldukça ön.	-

Ek Tablo 81. Uzman 4 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	-	Satır. kesin. ön.	Satır. oldukça ön.
T2	Sütun. kesin. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.
T3	Sütun. oldukça ön.	Satır-sütun eşit ön.	-

Ek Tablo 82. Uzman 4 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anket

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	-	Sütun. kesin. ön.	Sütun. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. oldukça ön.
İGP2	Satır. kesin. ön.	-	Satır-sütun eşit ön.	Satır. biraz. ön.	Sütun. biraz. ön.
İGP3	Satır. biraz. ön.	Satır-sütun eşit ön.	-	Satır. çok ön.	Sütun. biraz. ön.
İGP4	Satır-sütun eşit ön.	Sütun. biraz. ön.	Sütun. çok ön.	-	Sütun. oldukça ön.
İGP5	Satır. oldukça ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. biraz. ön.	Satır. oldukça ön.	-

Ek Tablo 83. Uzman 1 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY	(1.000,3.000,5.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
T	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 84. Uzman 1 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
MK2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
MK3	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 85. Uzman 1 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK3	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
İK4	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
İK6	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK7	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK8	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK2	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK3	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK4	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.200,0.333,1.000)
İK6	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
İK7	(0.111,0.143,0.200)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
İK8	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 86. Uzman 1 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY3	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY4	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY5	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY6	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
TY8	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,3.000,5.000)
TY9	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
TY10	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
TY11	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY12	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY2	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY3	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY4	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY5	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY6	(5.000,7.000,9.000)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY8	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY9	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY10	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)
TY11	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY12	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 87. Uzman 1 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.143,0.200,0.333)
T2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
T3	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 88. Uzman 1 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
İGP2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP3	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP4	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP5	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 89. Uzman 2 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)
TY	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
T	(0.143,0.200,0.333)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 90. Uzman 2 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
MK2	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
MK3	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 91. Uzman 2 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(3.000,5.000,7.000)
İK2	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(3.000,5.000,7.000)
İK3	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İK4	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK6	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK7	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK8	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK2	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK3	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK4	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK6	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK7	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
İK8	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 92. Uzman 2 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)
TY2	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)
TY3	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)
TY4	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
TY5	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
TY6	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY8	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY9	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
TY10	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY11	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY12	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY2	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY3	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY4	(0.111,0.143,0.200)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY5	(0.111,0.143,0.200)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY6	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)
TY8	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY9	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY10	(0.091,0.111,0.143)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY11	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY12	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)



Ek Tablo 93. Uzman 2 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)
T2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
T3	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 94. Uzman 2 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İGP2	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP3	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP4	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP5	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 95. Uzman 3 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)
İK	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
TY	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.200,0.333,1.000)
T	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
İGP	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 96. Uzman 3 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,3.000,5.000)
MK2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
MK3	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 97. Uzman 3 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK2	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)
İK3	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
İK4	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK6	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK7	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)
İK8	(0.143,0.200,0.333)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.091,0.111,0.143)	(3.000,5.000,7.000)
İK2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.091,0.111,0.143)	(5.000,7.000,9.000)
İK3	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,3.000,5.000)
İK4	(0.143,0.200,0.333)	(3.000,5.000,7.000)	(0.091,0.111,0.143)	(7.000,9.000,11.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.091,0.111,0.143)	(5.000,7.000,9.000)
İK6	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.091,0.111,0.143)	(3.000,5.000,7.000)
İK7	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,11.000)
İK8	(0.111,0.143,0.200)	(0.143,0.200,0.333)	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 98. Uzman 3 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY2	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)
TY3	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY4	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY5	(1.000,3.000,5.000)	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY6	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)
TY8	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY9	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY10	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY11	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
TY12	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.091,0.111,0.143)
	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY2	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY3	(0.091,0.111,0.143)	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
TY4	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY5	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY6	(0.091,0.111,0.143)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)	(7.000,9.000,11.000)
TY8	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY9	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
TY10	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY11	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY12	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 99. Uzman 3 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
T2	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
T3	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 100. Uzman 3 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
İGP2	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP3	(3.000,5.000,7.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP4	(3.000,5.000,7.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İGP5	(3.000,5.000,7.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 101. Uzman 4 tarafından ana kriterlerin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
T	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İGP	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 102. Uzman 4 tarafından mali koşullar kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
MK2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
MK3	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 103. Uzman 4 tarafından idari kabiliyet kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK2	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK3	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK4	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK6	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İK7	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK8	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
İK2	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK3	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK4	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.200,0.333,1.000)	(3.000,5.000,7.000)
İK6	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,3.000,5.000)
İK7	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)
İK8	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 104. Uzman 4 tarafından teknik yeterlik kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
TY2	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
TY3	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
TY4	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY5	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY6	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY8	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
TY9	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY10	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)
TY11	(3.000,5.000,7.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.111,0.143,0.200)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)
TY12	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
TY2	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.200,0.333,1.000)
TY3	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(0.143,0.200,0.333)
TY4	(5.000,7.000,9.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(5.000,7.000,9.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY5	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)
TY6	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
TY8	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)
TY9	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.200,0.333,1.000)
TY10	(0.143,0.200,0.333)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)	(0.143,0.200,0.333)
TY11	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
TY12	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 105. Uzman 4 tarafından tecrübe kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	(1.000,1.000,1.000)	(7.000,9.000,11.000)	(3.000,5.000,7.000)
T2	(0.091,0.111,0.143)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)
T3	(0.143,0.200,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 106. Uzman 4 tarafından iş güvenliği politikası kriterlerinin değerlendirilmesi için doldurulmuş anketin üçgen bulanık sayılara çevrilmiş hali

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	(1.000,1.000,1.000)	(0.091,0.111,0.143)	(0.200,0.333,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İGP2	(7.000,9.000,11.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,3.000,5.000)	(0.200,0.333,1.000)
İGP3	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(0.200,0.333,1.000)
İGP4	(1.000,1.000,1.000)	(0.200,0.333,1.000)	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(0.143,0.200,0.333)
İGP5	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,3.000,5.000)	(1.000,3.000,5.000)	(3.000,5.000,7.000)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 107. Ana kriterler için birleştirilmiş karar matrisi

	Mali Koşullar (MK)	İdari kabiliyet (İK)	Teknik Yeterlik (TY)	Tecrübe (T)	İş Güvenliği Politikası (İGP)
MK	(1.000,1.000,1.000)	(4.278,5.786,7.300)	(0.586,1.133,1.833)	(1.078,1.619,2.300)	(0.800,1.833,3.000)
İK	(0.137,0.173,0.234)	(1.000,1.000,1.000)	(1.371,1.933,2.667)	(0.371,0.433,0.667)	(1.100,1.667,2.500)
TY	(0.545,0.882,1.707)	(0.375,0.517,0.729)	(1.000,1.000,1.000)	(1.600,2.167,3.000)	(1.300,2.333,3.500)
T	(0.435,0.618,0.928)	(1.500,2.308,2.692)	(0.333,0.462,0.625)	(1.000,1.000,1.000)	(0.800,1.333,2.000)
İGP	(0.333,0.545,1.250)	(0.400,0.600,0.909)	(0.286,0.429,0.769)	(0.500,0.750,1.250)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 108. Mali koşullar kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Teklif fiyatı (MK1)	Ödeme koşulları (MK2)	Revizyonlar için ek ücret talebi (MK3)
MK1	(1.000,1.000,1.000)	(1.600,2.167,3.000)	(0.786,2.300,3.833)
MK2	(0.333,0.462,0.625)	(1.000,1.000,1.000)	(2.786,4.300,5.833)
MK3	(0.261,0.435,1.273)	(0.171,0.233,0.359)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 109. İdari kabiliyet kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Kurumsal yapı (İK1)	Mali durum (İK2)	Mevcut iş yükü (İK3)	Armatör personeline sağlanan fiziksel imkanlar (İK4)
İK1	(1.000,1.000,1.000)	(2.078,3.119,4.300)	(1.078,2.119,3.300)	(2.286,3.800,5.333)
İK2	(0.233,0.321,0.481)	(1.000,1.000,1.000)	(2.778,3.786,4.800)	(3.000,5.000,7.000)
İK3	(0.303,0.472,0.928)	(0.208,0.264,0.360)	(1.000,1.000,1.000)	(1.578,2.619,3.800)
İK4	(0.188,0.263,0.438)	(0.143,0.200,0.333)	(0.263,0.382,0.634)	(1.000,1.000,1.000)
İK5	(0.231,0.303,0.438)	(0.154,0.222,0.400)	(0.469,0.705,1.158)	(0.429,0.612,0.921)
İK6	(0.222,0.353,0.769)	(0.222,0.353,0.769)	(0.353,0.612,1.707)	(0.250,0.333,0.500)
İK7	(0.438,0.621,0.932)	(0.304,0.474,0.932)	(0.560,0.900,1.746)	(0.438,0.621,0.932)
İK8	(0.429,0.556,0.778)	(0.154,0.222,0.400)	(0.333,0.500,1.000)	(0.167,0.222,0.333)
	Armatör personelinin yetki alanı (İK5)	İzin verilen armatör personeli sayısı (İK6)	Anlaşmazlıklardaki çözüm şekli (İK7)	Bilgi teknolojileri kullanımı (İK8)
İK1	(2.286,3.300,4.333)	(1.300,2.833,4.500)	(1.073,1.611,2.286)	(1.286,1.800,2.333)
İK2	(2.500,4.500,6.500)	(1.300,2.833,4.500)	(1.073,2.111,3.286)	(2.500,4.500,6.500)
İK3	(0.863,1.419,2.133)	(0.586,1.633,2.833)	(0.573,1.111,1.786)	(1.000,2.000,3.000)
İK4	(1.086,1.633,2.333)	(2.000,3.000,4.000)	(1.073,1.611,2.286)	(3.000,4.500,6.000)
İK5	(1.000,1.000,1.000)	(2.000,3.500,5.000)	(1.573,2.111,2.786)	(2.086,3.133,4.333)
İK6	(0.200,0.286,0.500)	(1.000,1.000,1.000)	(0.358,0.411,0.619)	(1.286,2.300,3.333)
İK7	(0.359,0.474,0.636)	(1.615,2.432,2.790)	(1.000,1.000,1.000)	(3.078,4.119,5.300)
İK8	(0.231,0.319,0.479)	(0.300,0.435,0.778)	(0.189,0.243,0.325)	(1.000,1.000,1.000)



Ek Tablo 110. Teknik yeterlik kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Mühendis sayısı (TY1)	Formen sayısı (TY2)	İşçi sayısı (TY3)	Kalite kontrol politikası (TY4)	Teknolojik altyapı (TY5)	Zamanında iş teslimi (TY6)
TY1	(1.000,1.000,1.000)	(1.800,2.833,4.000)	(1.073,1.611,2.286)	(0.844,1.378,1.952)	(1.086,1.633,2.333)	(0.836,1.363,1.919)
TY2	(0.250,0.353,0.556)	(1.000,1.000,1.000)	(2.273,3.778,5.286)	(0.844,1.378,1.952)	(0.344,0.878,1.452)	(0.336,0.863,1.419)
TY3	(0.438,0.621,0.932)	(0.189,0.265,0.440)	(1.000,1.000,1.000)	(0.357,0.900,1.500)	(0.371,0.933,1.667)	(0.336,0.863,1.419)
TY4	(0.512,0.726,1.185)	(0.512,0.726,1.185)	(0.667,1.111,2.800)	(1.000,1.000,1.000)	(2.000,3.000,4.000)	(0.351,0.397,0.586)
TY5	(0.429,0.612,0.921)	(0.689,1.139,2.906)	(0.600,1.071,2.692)	(0.250,0.333,0.500)	(1.000,1.000,1.000)	(0.851,1.397,2.086)
TY6	(0.521,0.733,1.196)	(0.705,1.158,2.974)	(0.705,1.158,2.974)	(1.707,2.520,2.853)	(0.479,0.716,1.176)	(1.000,1.000,1.000)
TY7	(0.631,0.940,1.817)	(0.631,1.115,2.853)	(0.631,1.115,2.853)	(0.387,0.485,0.645)	(0.631,0.940,1.817)	(0.382,0.481,0.642)
TY8	(0.521,0.733,1.196)	(1.707,2.520,2.853)	(1.707,2.520,2.853)	(0.300,0.469,0.921)	(0.300,0.435,0.778)	(0.207,0.275,0.387)
TY9	(1.579,2.386,2.751)	(1.579,3.962,6.117)	(1.579,3.962,6.117)	(0.303,0.438,0.783)	(0.400,0.545,0.769)	(0.154,0.200,0.286)
TY10	(0.400,0.600,0.909)	(1.000,1.500,1.667)	(0.400,0.600,0.909)	(0.250,0.333,0.500)	(0.333,0.500,1.000)	(0.143,0.182,0.250)
TY11	(0.429,0.556,0.778)	(0.556,0.778,1.286)	(0.612,0.921,1.775)	(0.250,0.333,0.500)	(0.353,0.556,1.273)	(0.231,0.303,0.438)
TY12	(0.500,1.000,2.500)	(0.500,1.000,2.500)	(0.545,1.034,2.593)	(0.500,0.667,1.000)	(0.500,0.667,1.000)	(0.286,0.333,0.400)
	Teslim tarihi (TY7)	Kızak kapasitesi (TY8)	Vinçlerin kaldırma kapasiteleri (TY9)	Kapalı alan miktarı (TY10)	Proje değişimlerine uyum (TY11)	Geçmişte üretilen benzer gemilerin kalitesi (TY12)
TY1	(0.551,1.063,1.586)	(0.836,1.363,1.919)	(0.363,0.419,0.633)	(1.100,1.667,2.500)	(1.286,1.800,2.333)	(0.400,1.000,2.000)
TY2	(0.351,0.897,1.586)	(0.351,0.397,0.586)	(0.163,0.252,0.633)	(0.600,0.667,1.000)	(0.778,1.286,1.800)	(0.400,1.000,2.000)
TY3	(0.351,0.897,1.586)	(0.351,0.397,0.586)	(0.163,0.252,0.633)	(1.100,1.667,2.500)	(0.563,1.086,1.633)	(0.386,0.967,1.833)
TY4	(1.551,2.063,2.586)	(1.086,2.133,3.333)	(1.278,2.286,3.300)	(2.000,3.000,4.000)	(2.000,3.000,4.000)	(1.000,1.500,2.000)
TY5	(0.551,1.063,1.586)	(1.286,2.300,3.333)	(1.300,1.833,2.500)	(1.000,2.000,3.000)	(0.786,1.800,2.833)	(1.000,1.500,2.000)
TY6	(1.558,2.078,2.619)	(2.586,3.633,4.833)	(3.500,5.000,6.500)	(4.000,5.500,7.000)	(2.286,3.300,4.333)	(2.500,3.000,3.500)
TY7	(1.000,1.000,1.000)	(5.500,7.500,9.500)	(4.500,6.000,7.500)	(5.000,7.000,9.000)	(4.000,5.500,7.000)	(4.000,5.000,6.000)
TY8	(0.105,0.133,0.182)	(1.000,1.000,1.000)	(1.000,1.500,2.000)	(1.500,3.000,4.500)	(0.586,1.133,1.833)	(0.600,1.167,2.000)
TY9	(0.133,0.167,0.222)	(0.500,0.667,1.000)	(1.000,1.000,1.000)	(1.500,2.500,3.500)	(0.800,1.333,2.000)	(1.100,2.167,3.500)
TY10	(0.111,0.143,0.200)	(0.222,0.333,0.667)	(0.286,0.400,0.667)	(1.000,1.000,1.000)	(0.563,0.586,0.633)	(0.586,0.633,0.833)
TY11	(0.143,0.182,0.250)	(0.545,0.882,1.707)	(0.500,0.750,1.250)	(1.579,1.707,1.775)	(1.000,1.000,1.000)	(0.586,0.633,0.833)
TY12	(0.167,0.200,0.250)	(0.500,0.857,1.667)	(0.286,0.462,0.909)	(1.200,1.579,1.707)	(1.200,1.579,1.707)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 111. Tecrübe kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	Üretilmiş benzer gemi sayısı (T1)	Üretilmiş en büyük gemi tonajı (T2)	Firmanın yaşı (T3)
T1	(1.000,1.000,1.000)	(5.000,7.000,9.000)	(1.786,2.800,3.833)
T2	(0.111,0.143,0.200)	(1.000,1.000,1.000)	(1.500,2.500,3.500)
T3	(0.261,0.357,0.560)	(0.286,0.400,0.667)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 112. İş güvenliği politikası kriterleri için birleştirilmiş karar matrisi

	İş güvenlik personeli mevcudiyeti (İGP1)	İş güvenliği eğitimleri (İGP2)	Koruyucu ekipman kullanımı (İGP3)	Kullanılan ekipmanın güvenliği (İGP4)	Yaşanmış ağır yaralanmalı kaza sayısı (İGP5)
İGP1	(1.000,1.000,1.000)	(0.573,1.111,1.786)	(0.163,0.252,0.633)	(0.586,0.633,0.833)	(0.371,0.433,0.667)
İGP2	(0.560,0.900,1.746)	(1.000,1.000,1.000)	(1.800,2.333,3.000)	(2.000,3.000,4.000)	(2.800,3.833,5.000)
İGP3	(1.579,3.962,6.117)	(0.333,0.429,0.556)	(1.000,1.000,1.000)	(3.000,4.000,5.000)	(2.800,3.833,5.000)
İGP4	(1.200,1.579,1.707)	(0.250,0.333,0.500)	(0.200,0.250,0.333)	(1.000,1.000,1.000)	(2.786,3.800,4.833)
İGP5	(1.500,2.308,2.692)	(0.200,0.261,0.357)	(0.200,0.261,0.357)	(0.207,0.263,0.359)	(1.000,1.000,1.000)

Ek Tablo 113. Ana kriterlerin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{MK}$	(1.167,1.811,2.472)
$\tilde{r}_{IK}$	(0.598,0.753,1.008)
$\tilde{r}_{TY}$	(0.843,1.182,1.672)
$\tilde{r}_T$	(0.705,0.974,1.256)
$\tilde{r}_{IGP}$	(0.453,0.637,1.018)

Ek Tablo 114. Mali koşullar kriterlerinin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{MK1}$	(1.079,1.708,2.257)
$\tilde{r}_{MK2}$	(0.976,1.257,1.539)
$\tilde{r}_{MK3}$	(0.355,0.466,0.770)

Ek Tablo 115. İdari kabiliyet kriterlerinin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{IK1}$	(1.463,2.260,3.069)
$\tilde{r}_{IK2}$	(1.424,2.282,3.166)
$\tilde{r}_{IK3}$	(0.642,1.067,1.591)
$\tilde{r}_{IK4}$	(0.686,0.959,1.362)
$\tilde{r}_{IK5}$	(0.682,0.952,1.354)
$\tilde{r}_{IK6}$	(0.376,0.537,0.922)
$\tilde{r}_{IK7}$	(0.701,0.969,1.382)
$\tilde{r}_{IK8}$	(0.288,0.383,0.579)

Ek Tablo 116. Teknik yeterlik kriterlerinin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{TY1}$	(0.849,1.310,1.867)
$\tilde{r}_{TY2}$	(0.493,0.830,1.308)
$\tilde{r}_{TY3}$	(0.402,0.718,1.167)
$\tilde{r}_{TY4}$	(1.004,1.461,2.123)
$\tilde{r}_{TY5}$	(0.741,1.194,1.858)
$\tilde{r}_{TY6}$	(1.422,1.981,2.868)
$\tilde{r}_{TY7}$	(1.376,1.901,2.860)
$\tilde{r}_{TY8}$	(0.584,0.877,1.261)
$\tilde{r}_{TY9}$	(0.657,1.031,1.463)
$\tilde{r}_{TY10}$	(0.358,0.470,0.669)
$\tilde{r}_{TY11}$	(0.467,0.615,0.925)
$\tilde{r}_{TY12}$	(0.513,0.747,1.178)

Ek Tablo 117. Tecrübe kriterlerinin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{T1}$	(2.075,2.696,3.255)
$\tilde{r}_{T2}$	(0.550,0.709,0.888)
$\tilde{r}_{T3}$	(0.421,0.523,0.720)

Ek Tablo 118. İş güvenliği politikası kriterlerinin geometrik ortalaması

$\tilde{r}_{IGP1}$	(0.459,0.599,0.911)
$\tilde{r}_{IGP2}$	(1.414,1.891,2.535)
$\tilde{r}_{IGP3}$	(1.346,1.919,2.431)
$\tilde{r}_{IGP4}$	(0.699,0.871,1.066)
$\tilde{r}_{IGP5}$	(0.416,0.529,0.658)

Ek Tablo 119. Ana kriterlerin bulanık ağırlıkları

$\tilde{w}_{MK}$	(0.157,0.338,0.657)
$\tilde{w}_{IK}$	(0.081,0.140,0.268)
$\tilde{w}_{TY}$	(0.114,0.221,0.444)
$\tilde{w}_T$	(0.095,0.182,0.333)
$\tilde{w}_{IGP}$	(0.061,0.119,0.270)

Ek Tablo 120. Mali koşullar kriterlerinin bulanık ağırlıkları

$\tilde{W}_{MK1}$	(0.236,0.498,0.937)
$\tilde{W}_{MK2}$	(0.214,0.366,0.639)
$\tilde{W}_{MK3}$	(0.078,0.136,0.320)

Ek Tablo 121. İdari kabiliyet kriterlerinin bulanık ağırlıkları

$\tilde{W}_{İK1}$	(0.109,0.240,0.490)
$\tilde{W}_{İK2}$	(0.106,0.243,0.506)
$\tilde{W}_{İK3}$	(0.048,0.113,0.254)
$\tilde{W}_{İK4}$	(0.051,0.102,0.217)
$\tilde{W}_{İK5}$	(0.051,0.101,0.216)
$\tilde{W}_{İK6}$	(0.028,0.057,0.147)
$\tilde{W}_{İK7}$	(0.052,0.103,0.221)
$\tilde{W}_{İK8}$	(0.021,0.041,0.092)

Ek Tablo 122. Teknik yeterlik kriterlerinin bulanık ağırlıkları

$\tilde{W}_{TY1}$	(0.043,0.100,0.211)
$\tilde{W}_{TY2}$	(0.025,0.063,0.147)
$\tilde{W}_{TY3}$	(0.021,0.055,0.132)
$\tilde{W}_{TY4}$	(0.051,0.111,0.239)
$\tilde{W}_{TY5}$	(0.038,0.091,0.210)
$\tilde{W}_{TY6}$	(0.073,0.151,0.323)
$\tilde{W}_{TY7}$	(0.070,0.145,0.323)
$\tilde{W}_{TY8}$	(0.030,0.067,0.142)
$\tilde{W}_{TY9}$	(0.034,0.078,0.165)
$\tilde{W}_{TY10}$	(0.018,0.036,0.075)
$\tilde{W}_{TY11}$	(0.024,0.047,0.104)
$\tilde{W}_{TY12}$	(0.026,0.057,0.133)

Ek Tablo 123. Tecrübe kriterlerinin bulanık ağırlıkları

$\tilde{W}_{T1}$	(0.427,0.686,1.069)
$\tilde{W}_{T2}$	(0.113,0.181,0.292)
$\tilde{W}_{T3}$	(0.087,0.133,0.236)

Ek Tablo 124. İş güvenliği politikası kriterlerinin bulanık ağırlıkları

$\tilde{w}_{IGP1}$	(0.060,0.103,0.210)
$\tilde{w}_{IGP2}$	(0.186,0.326,0.585)
$\tilde{w}_{IGP3}$	(0.177,0.330,0.561)
$\tilde{w}_{IGP4}$	(0.092,0.150,0.246)
$\tilde{w}_{IGP5}$	(0.055,0.091,0.152)

Ek Tablo 125. Ana kriterlerin mutlak ağırlıkları

$w_{MK}$	0.384
$w_{IK}$	0.163
$w_{TY}$	0.259
$w_T$	0.203
$w_{IGP}$	0.15

Ek Tablo 126. Mali koşullar kriterlerinin mutlak ağırlıkları

$w_{MK1}$	0.557
$w_{MK2}$	0.406
$w_{MK3}$	0.178

Ek Tablo 127. İdari kabiliyet kriterlerinin mutlak ağırlıkları

$w_{IK1}$	0.28
$w_{IK2}$	0.285
$w_{IK3}$	0.138
$w_{IK4}$	0.123
$w_{IK5}$	0.123
$w_{IK6}$	0.077
$w_{IK7}$	0.125
$w_{IK8}$	0.052

Ek Tablo 128. Teknik yeterlik kriterlerinin mutlak ağırlıkları

$w_{TY1}$	0.118
$w_{TY2}$	0.079
$w_{TY3}$	0.069
$w_{TY4}$	0.134
$w_{TY5}$	0.113
$w_{TY6}$	0.182
$w_{TY7}$	0.179
$w_{TY8}$	0.08
$w_{TY9}$	0.092
$w_{TY10}$	0.043
$w_{TY11}$	0.058
$w_{TY12}$	0.072

Ek Tablo 129. Tecrübe kriterlerinin mutlak ağırlıkları

$w_{T1}$	0.727
$w_{T2}$	0.195
$w_{T3}$	0.152

Ek Tablo 130. İş güvenliği politikası kriterlerinin mutlak ağırlıkları

$w_{IGP1}$	0.125
$w_{IGP2}$	0.366
$w_{IGP3}$	0.356
$w_{IGP4}$	0.163
$w_{IGP5}$	0.099

Ek Tablo 131. Ana kriterlerin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{MK}^N$	0.331
$w_{IK}^N$	0.14
$w_{TY}^N$	0.224
$w_T^N$	0.175
$w_{IGP}^N$	0.129

Ek Tablo 132. Mali koşullar kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{MK1}^N$	0.488
$w_{MK2}^N$	0.356
$w_{MK3}^N$	0.156

Ek Tablo 133. İdari kabiliyet kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{İK1}^N$	0.232
$w_{İK2}^N$	0.237
$w_{İK3}^N$	0.115
$w_{İK4}^N$	0.103
$w_{İK5}^N$	0.102
$w_{İK6}^N$	0.064
$w_{İK7}^N$	0.104
$w_{İK8}^N$	0.043

Ek Tablo 134. Teknik yeterlik kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{TY1}^N$	0.097
$w_{TY2}^N$	0.064
$w_{TY3}^N$	0.057
$w_{TY4}^N$	0.11
$w_{TY5}^N$	0.092
$w_{TY6}^N$	0.15
$w_{TY7}^N$	0.147
$w_{TY8}^N$	0.065
$w_{TY9}^N$	0.076
$w_{TY10}^N$	0.035
$w_{TY11}^N$	0.048
$w_{TY12}^N$	0.059



Ek Tablo 135. Tecrübe kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{T1}^N$	0.677
$w_{T2}^N$	0.182
$w_{T3}^N$	0.141

Ek Tablo 136. İş güvenliği politikası kriterlerinin normalize mutlak ağırlıkları

$w_{İGP1}^N$	0.112
$w_{İGP2}^N$	0.33
$w_{İGP3}^N$	0.321
$w_{İGP4}^N$	0.147
$w_{İGP5}^N$	0.09

## ÖZGEÇMİŞ

Mustafa KAFALI 1986 yılında Muğla'da doğdu. 2004 yılında Muğla Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2008 yılında bölüm birincisi olarak mezun oldu. 2008-2010 yılları arasında özel sektöre ait bir tersanede çalıştı. Kısa dönem askerlik görevinin ardından tekrar aynı tersanede yaklaşık 5 ay kadar çalıştıktan sonra görevinden ayrıldı ve bir dönem serbest mühendislik yaptı. Bunun ardından 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Abdullah Kanca Meslek Yüksekokulu Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü Gemi İnşaatı Programında öğretim görevlisi olarak göreve başladı. 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Gene 2012 yılında öğretim görevliliği görevinden ayrılarak İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Daha sonra yüksek lisans eğitimi için Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne görevlendirildi. Ardından 2013 yılında YÖK yurtdışı yüksek lisans araştırma bursu ile Kanada'da bulunan Memorial Üniversitesine görevlendirilmiştir. İyi seviyede İngilizce bilmektedir.