

# Derin Sondaj Gemilerine Helikopter ile Personel ve Malzeme Transferi Riskleri

## *Risks of Personnel and Material Transfer to Deep Sea Drilling Ships by Helicopter*

Çağrı ARISOY<sup>1\*</sup>   
Murat YORULMAZ<sup>2</sup> 

<sup>1\*</sup>Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Havacılık Bilimi ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye.

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Kocaeli, Türkiye.

\*Sorumlu Yazar:  
cagriariso93@gmail.com

Geliş/Received: 13.02.2025;  
Kabul/Accepted: 22.11.2025

Atıf/Citation: Arısoy, Ç;  
Yorulmaz, M. (2025). Derin Sondaj Gemilerine Helikopter ile Personel ve Malzeme Transferi Riskleri. *UMBD*, 8(3), 43-57

### Öz

Derin sondaj gemilerine ve platformlarına helikopter ile personel ve malzeme transferi esnasında ortaya çıkabilecek riskler, operasyonel süreçlerin güvenliği açısından kritik bir bileşendir. Bu risklerin belirlenerek sistematik şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, literatür araştırması, saha gözlemleri ve uzman görüşlerinden faydalanılarak riskler, teknik, insan kaynaklı, çevresel ve operasyonel riskler olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra, bu riskler FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) yöntemi ile şiddeti, olasılığı ve tespit edilebilirlik düzeylerine göre değerlendirilerek risk öncelik puanları hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, helikopterde meydana gelebilecek motor ve transmisyon arızaları ile pilotaj hatalarının yüksek risk grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yakıt sistemi arızaları ve yer ekibi hataları gibi diğer önemli riskler için de önleyici tedbirler önerilmiştir. Bu çalışmada, helikopter ve yüzer unsurların bir arada olduğu dinamik çalışma koşullarında hem teknik hem de insan kaynaklı faktörlerden kaynaklı risklerin, operasyon güvenliğine etkisini vurgulamak ve bu alandaki literatüre katkılar sunmak hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin Sondaj Gemi ve Platformları, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Helikopter Operasyonları, Risk Analizi

### Abstract

The risks that may arise during the transfer of personnel and materials by helicopter to deep drilling ships and platforms are a critical component of operational safety. These risks must be identified and systematically analyzed. In this context, risks were classified as technical, human-related, environmental, and operational by utilizing literature research, field observations, and expert opinions. Subsequently, these risks were evaluated using the FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) method based on their severity, likelihood, and detectability levels, and risk priority numbers were calculated. The findings revealed that engine and transmission failures, as well as pilot errors, were in the high-risk group. Additionally, preventive measures were proposed for other significant risks, such as fuel system failures and ground crew errors. This study aims to highlight the impact of both technical and human-related factors on operational safety in dynamic working conditions involving helicopters and floating units and to make contributions to the literature in this field.

**Keywords:** Deep-Sea Drilling Ships and Platforms, Failure Modes and Effects Analysis, Helicopter Operations, Risk Analysis

## 1. Giriş

Enerji sektöründe derin deniz sondaj faaliyetleri büyük öneme sahip olup ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kritik rol oynamaktadır.

Türkiye’de de derin deniz sondaj faaliyetleri, özellikle Fatih sondaj gemisi ile 2023 yılında Karadeniz Çaycuma mevkinde keşfedilen 58 milyar metreküplük doğal gaz rezervi keşfi sonrasında hızlı bir şekilde gelişmiştir. Günümüzde Çaycuma ve Amasra sondaj kuyularında Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)’na ait Fatih, Kanuni ve Abdülhamid Han sondaj gemileri ile sondaj faaliyetlerine devam edilmektedir.

Derin sondaj gemilerinde yüksek teknoloji cihazların kullanılması sebebiyle, bu cihazları devamlı kullanabilecek kalifiye personelin ve cihazların bakım/onarım ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla yapılan personel ve malzeme transferi genellikle helikopterler ile yapılmakta olup hava koşulları, hava aracında yaşanabilecek arızalar ve insan faktörleri gibi çeşitli nedenlerle birçok risk barındırmaktadır. Helikopter ile yapılan operasyonlar esnasında karşılaşılabilecek risklerin doğru bir şekilde yönetilebilmesi, risklerin kaynağının tespit edilebilmesi ve sonuçlarının analiz edilebilmesi hayati önem taşır. Bu kapsamda, Hata Türü ve Etkileri Analizi (Failure Modes and Effect Analysis - FMEA), operasyonel süreçlerdeki hata türlerinin tanımlanması ve bu hataların muhtemel etkilerini değerlendirme konusunda kullanılmakta olan sistematik bir yöntemdir.

Literatürde, He, Teixeira ve Guedes Soares (2022), yapmış oldukları yüzer açık deniz rüzgar türbinleri için geliştirilmiş hata türleri ve etki analizi çalışmasında, FMEA yönteminin özellikle yüzer açık platformlarda icra edilen operasyonlarda risk yönetimi için önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Özellikle bu yöntemin, güvenlik risklerini azaltma, maliyetleri düşürme ve süreçlerin sürekli iyileştirilmesi hakkında etkili bir araç olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir.

Coutinho Nascimento (2014) çalışmasında açık deniz helikopter operasyonlarının, sondaj gemi ve platformlarıyla yürütülen petrol ve doğalgaz sektörünün malzeme ve personel taşınması gibi görevleri desteklemek için kritik bir rol oynadığını belirtmiştir. Tezde bu operasyonların özellikle zorlu atmosferik ve çevresel koşullar altında gerçekleştirildiğinde önemli riskler taşıdığını belirtilmiştir. Ayrıca, bu tür operasyonlarda tehlikelerin ve risklerin kapsamlı bir şekilde tanımlanması ve analiz edilmesinin, helikopter operasyon güvenliğini arttırmak ve olası kazaların önüne geçmek için temel oluşturduğu vurgulanmıştır.

Erkan Çakır (2019) çalışmasında ticari gemilerdeki iş kazalarını ve mesleki riskleri analiz ederek bu kazaların önlenmesini incelemiştir. Çalışmada, deniz taşımacılığında yaşanan kazaların hangi sebeplerden kaynaklandığı ve tehlikeleri incelenmiştir. Bu doğrultuda, ticaret gemilerinde meydana gelen kazalara ilişkin elde edilen veriler üzerinden hareketle keşifsel ve belirleyici analizler yapılarak kazaya sebebiyet veren risk faktörlerinin keşfedilmesi ve önlenmesine yönelik hedeflerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

E.Bitiş Kayıran (2019) çalışmasında denizcilik sektörünün iş sağlığı ve güvenliği konusundaki riskleri ve bu risklerin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Özellikle Türkiye’deki denizyolu taşımacılığına dair verilerden faydalanarak tehlikeli durumların analizini yapmıştır.

Literatür incelendiğinde derin sondaj gemileri ve platformlarına yönelik helikopter operasyonlarının risklerini ele alarak risk analizi yapan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

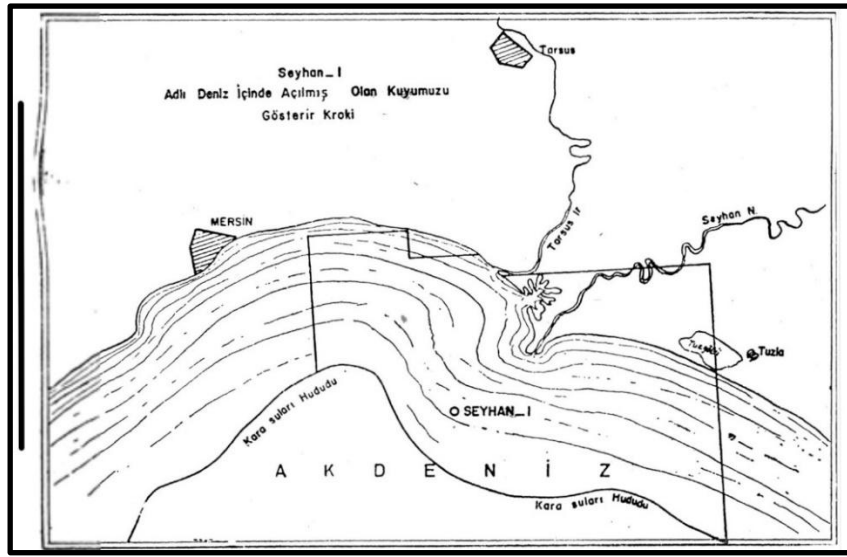
Bu çalışmada helikopter ile derin deniz sondaj gemilerine yapılan personel ve malzeme transferinin riskleri ele alınmış olup bu süreçteki olası riskler FMEA yöntemi ile analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

## 2. Derin Deniz Sondaj Faaliyetleri

Deniz sondaj faaliyetleri deniz tabanı altında yer alan kaynakların keşfi ve çıkarılması için gerçekleştirilen epey karmaşık ve maliyetli operasyonlardır. Hem kullanılan teknolojiler hem de lojistik açısından yüksek düzeyde uzmanlık gerektirmektedir.

Denizde sondaj faaliyetlerinde kullanılan malzemeler ve teknikler, sondaj yapılan bölgenin derinliği, deniz tabanının yapısı ve iklim koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Genellikle sondaj kulesine sahip olan ve dinamik olarak konumlandırılabilen gemiler bu süreçlerin temel unsurlarıdır.

Türkiye’de deniz sondajı (Offshore - Drilling) ilk defa 1966 yılında Mersin kıyılarında, Seyhan nehri açıklarında, sahilden 4 deniz mili kadar uzaklıkta Seyhan No.1 kuyusu ile açılmıştır. Açılmış olan ilk kuyunun krokisini gösterir harita Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Seyhan 1 kuyusunun krokisi (Lokman,1970, s.11)

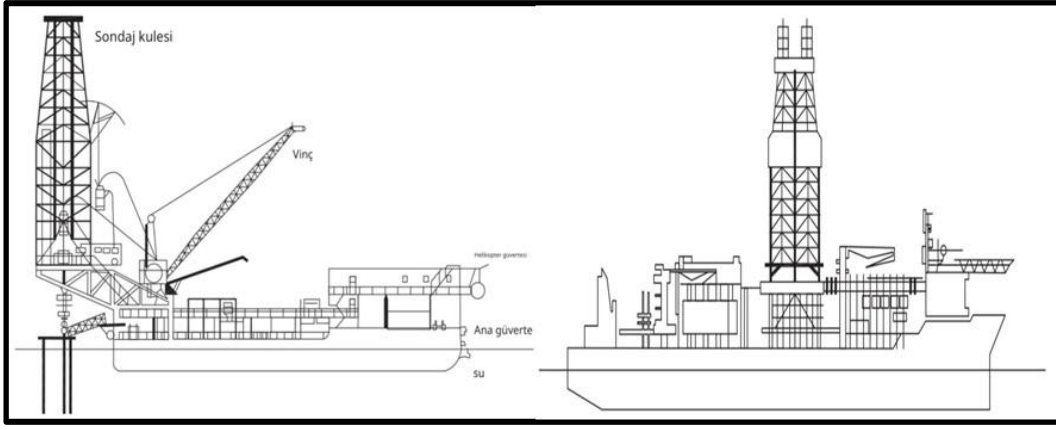
Denizde küçük bir adacığı andıran 60x60m ebatında çelik platformun yüksekliği 12,5 metre olup, 83,80 cm çapında 4 parçadan oluşan çelik kazığa oturtulmuştur. Bu kazıklar, deniz tabanından 40 metre derinliğe kadar kazı yapıp çakılarak yerleştirilmiştir. Rig olarak isimlendirilen, 30 metre yükseklikte olan standart tip sondaj kulesi ise, sağlam civatalar ve çeşitli kaynak yöntemleriyle platformun üzerine oturtulmuştur.

Mersin limanı ile platform arasında personel ve transfer işlemlerini yapabilmek amacıyla M/S Okan adında bir motor kiralınmış olup gerekli olan ihtiyaçlar bu motorla giderilmiştir.

Platformun inşası için kullanılan bütün malzemeler ve personel deniz yoluyla Fransa tarafından getirilmiştir.

Günümüzde Türkiye offshore-drilling faaliyetlerini TPAO'ya ait derin sondaj gemileri ile yapmaktadır. Bu gemilerin personel ve malzeme transferi maksadıyla kıyı tesisleri ve limanlar ile irtibatı ise helikopterler vasıtasıyla sağlanmaktadır.

Derin sondaj gemileri, sondaj platformunun gemi güvertesinin ortasına yerleştirilen ve sondaj kulesinin geminin içinden deniz tabanına ulaşmasını sağlayan gemilerdir.



**Şekil 2.** Sondaj gemisi ve kulesi (Fu, 2018)

Sondaj platformları genel olarak 100-500 metre derinliklerdeki denizlerde kullanılmakta iken, derin sondaj gemileri ise çok daha fazla derin denizlerde, yaklaşık 300 ile 3500 metre derinliklerdeki denizlerde kullanılmaktadır.

2011 yılında Transocean sondaj gemisi ve Sperry drilling tarafından yapılan sondaj çalışmalarında su derinliği 10.194 feet (3.107 metre) olarak ölçülmüş ve bu derinlik en yüksek değer olarak belirlenmiştir (Demir, 2022).

Sondaj gemilerini diğer gemilerden ayıran en belirgin farklılık, deniz tabanının derinliklerindeki rezervlere ulaşarak petrol veya doğalgaz çıkaran sondaj kulelerini taşıyor olmalarıdır. Bu sondaj kulelerinin çalışabilmesi için ihtiyaç duyulan enerji genellikle dizel motorlar aracılığıyla sağlanmaktadır (Okatan, 2020).

Bu platformlar üzerinde helikopter operasyonlarının yapılabilmesi için helikopter güverteleri (HeliDeck) bulunmaktadır. Helikopter operasyonlarının güvenli bir şekilde yürütülebilmesi için ICAO tarafından belirlenen sertifikasyon yeterliliklerini sağlaması gerekmektedir. (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001). Genellikle ortalama 10.5 metre çapında olup dairesel bir yapıdadır.

Türkiye’de derin deniz sondaj faaliyetleri 4 ana gemi tarafından yürütülmektedir. Bu gemilerin operasyonel süreçlerine destek veren daha küçük boyutlarda sismik araştırma gemileri de bulunmaktadır.

Fatih sondaj gemisi, 229 metre uzunluğu, 36 metre genişliği, 51.283 Gros Ton ağırlığı ve 12.120 metre derinlikte sondaj yapabilme kapasitesine sahip olup Türkiye’nin ilk sondaj gemisidir. Geminin önceki adı Deepsea Metro II olmasına karşın 2017 yılında Norveçli Odfjell Drilling firmasından satın alındıktan sonra Fatih adını almış ve TPAO sondaj filosuna katılmıştır. Bu gemi, 6. nesil ultra derin su sondaj gemisi olarak tanımlanmaktadır. 2011 yılında inşa edilen gemi Türk bayrağı altında ilk sondajını Doğu Akdeniz’deki Alanya-1 kuyusunda gerçekleştirmiştir.

Fatih sondaj gemisi, Sakarya gaz sahasındaki Tuna-1 kuyusunda yapmış olduğu sondaj çalışmasıyla 405 milyar metreküplük doğalgaz rezervi keşfetmiştir (Çetin, 2023).



**Şekil 3.** Fatih sondaj gemisi (Çetin, 2023)

Yavuz sondaj gemisi, Fatih sondaj gemisi ile benzer özelliklere sahiptir. Türkiye'nin 2.sondaj gemisidir. Geminin önceki adı Deepsea Metro 1 olsa da tıpkı Fatih sondaj gemisi gibi yurt dışından satın alınarak 2018 yılında envantere katıldıktan Yavuz ismini almıştır.

Kanuni sondaj gemisi, 227 metre uzunluğu, 42 metre genişliği, 52.000 Gros Ton ağırlığı ve 11.400 metre derinlikte sondaj yapabilme kabiliyetiyle önemli bir gemidir. Gemi 2012 yılında Güney Kore'de Samsung tarafından inşa edilmiştir. Önceki adı Sertao olan gemi 2020 yılında Türkiye'nin envanterine girerek Kanuni adını almıştır.

Abdülhamid Han sondaj gemisi, 218 metre uzunluğu, 42 metre genişliği, 68.000 Gros Ton ağırlığı ve 12.200 metre derinlikte sondaj yapabilme kabiliyetiyle dikkat çekmektedir. Önceki adı Cobalt Explorer olan gemi Güney Kore'de inşa edilmiştir. TPAO tarafından satın alındıktan sonra Abdülhamid Han ismini almıştır.



**Şekil 4.** Helikopter operasyonu esnasında Abdülhamid Han sondaj gemisi (Çetin, 2023)

### 3. Helikopterle Transfer Operasyonları

Derin deniz sondaj gemileri ve platformları genellikle kıyıdan çok uzakta (örneğin günümüzde Fatih sondaj gemisi Karasu mevkinin 35 deniz mili kuzeyinde) faaliyet göstermektedir. Bu tür ulaşılması zor bölgelere personel ve malzeme transferi için helikopterler kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, helikopter faaliyetleri, deniz sondaj platformlarının faaliyetlerinin sürdürülebilirliği, verimliliği ve güvenliği açısından vazgeçilmezdir.



Helikopter faaliyetleri, platformda çalışan personelin vardiya değişimleri sırasında, gemide görev alan personelin sağlık problemi sebebiyle tahliye operasyonlarında, teknik arızalar ve olası doğal afetlerde veya küçük ve hafif malzemelerin hızlı bir şekilde platforma ulaştırılması gibi çeşitli birçok durumda operasyonel sürece lojistik olarak destek sağlayan çözüm aracıdır.

Helikopter operasyonlarında kullanılan hava araçları, deniz üzerinde uzun uçuş yapabilme kabiliyetine sahip olması, ani değişen hava şartlarından minimum etkilenme gibi özelliklere dayanabilmenin yanı sıra yüksek yolcu ve malzeme taşıyabilmesi maksadıyla genellikle güçlü motorlarla donatılır.

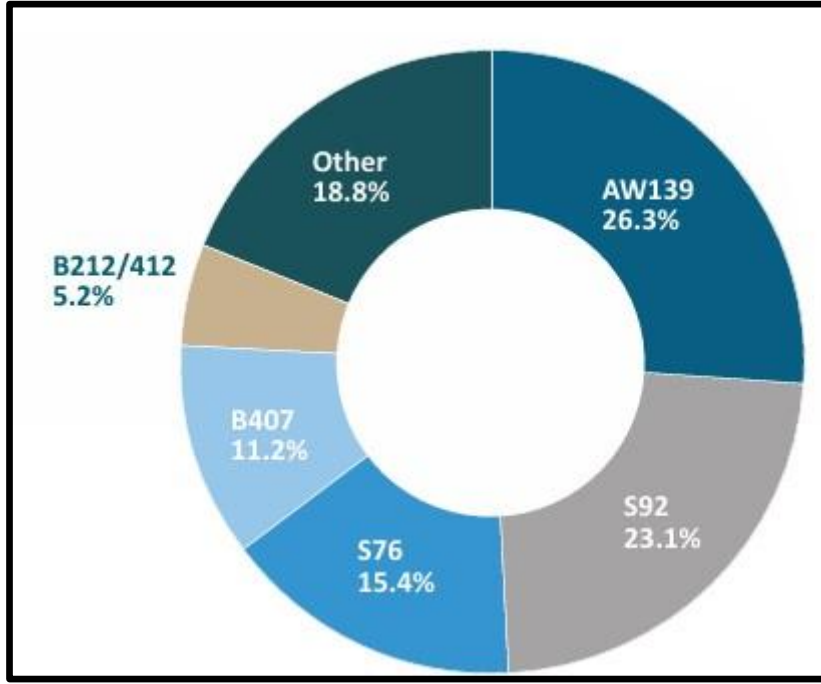
Karadeniz bölgesinde çalışan sondaj gemilerine helikopter operasyonları özel bir havacılık firması tarafından İtalyan Leonardo imalatı olan AW139 tipi helikopterler ile yapılmaktadır. İki pilotla uçan AW139 tipi helikopterleri çift motorlu olup her bir motoru 1531 SHP güç üretebilmekte olup yaklaşık 15 yolcu taşıma kapasitesi ve 1061 km menzile sahiptir. Şu ana kadar bu helikopterler ile ilgili platformlara yaklaşık 5000 saat üzerinde emniyetle personel ve malzeme transferi emniyetle yapılmıştır.



**Şekil 5.** AW139 tipi helikopter deniz sondaj platformu üzerinde (Okatan, 2020)

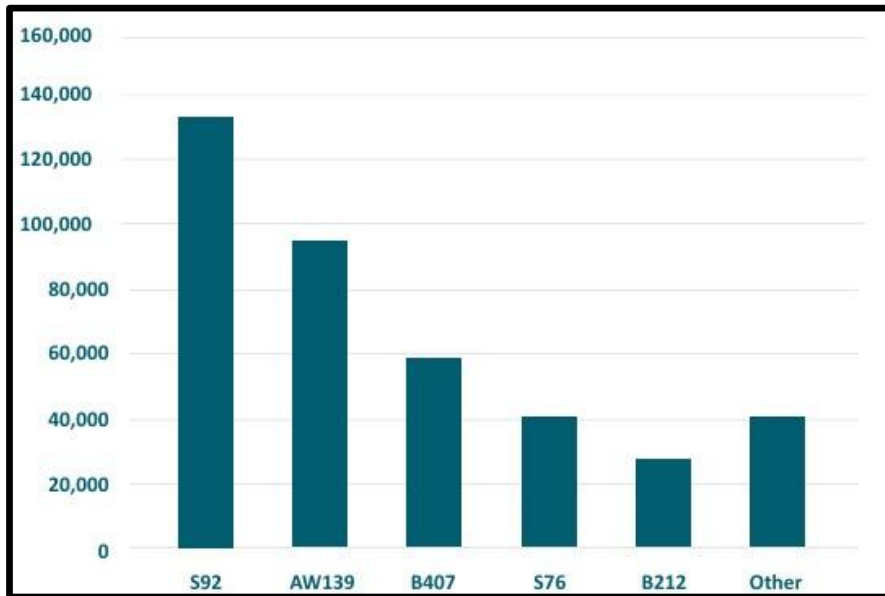
Şüphesiz ki bu derece yoğun gerçekleştirilen uçuş faaliyetlerinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi yüksek tecrübeye sahip uçuş ekibi tarafından olası risklerin en aza indirgenmesiyle mümkün olmaktadır. Bu sebepten, helikopter operasyonları esnasında karşılaşılabilecek risklerin bilinmesi ve analiz edilebilmesi hem uçuş ekibi hem de gemide görev yapan personel için hayati öneme sahiptir.

Heli offshore şirketi, 10 yıldan uzun süredir sondaj gemilerinde helikopter operasyon güvenliğine dair veri toplamaktadır. Bu veriler doğrultusunda, derin deniz sondaj platformlarına personel ve malzeme taşımak maksadıyla kullanılan helikopter modellerinin oranları Grafik 1’de ve 2018 yılına ait uçuş saatlerinin helikopter türlerine göre dağılımı ise Grafik 2’de sunulmaktadır.



**Grafik 1.** Deniz sondaj platformlarında kullanılan helikopter modelleri oranları (Heli offshore, 2019, s.17)

Grafik 1’de görüldüğü üzere %26,3 ile AW139 tipi helikopter, sondaj gemileri ve platformlarına personel ve malzeme taşıma maksadıyla en yaygın kullanılan helikopterdir. Bu helikopteri %23,1 ile S92 tipi helikopter takip etmektedir. Bu veriler ışığında deniz sondaj gemileri ve platformlarına yapılan hava ulaşımında orta ve büyük sınıf helikopterlerin daha fazla tercih edildiğini göstermektedir.



**Grafik 2.** 2018 yılına ait helikopter türlerine göre uçuş saatleri dağılımı (Heli offshore, 2019, s.17)

Aynı şirket tarafından yayınlanan helikopter güvenliği raporlarına göre, 2013-2018 yılları arasında, petrol ve doğalgaz deniz sondaj platformlarına yolcu ve malzeme taşıyan helikopterlerle ilgili 59 kaza bildirilmiştir. Bu kazaların 28’i ölümcül kaza olarak tanımlanmış olup 147 kişi hayatını kaybetmiştir. 2018-2022 yılları arasında

ise 33 kaza kaydedilmiş, bu kazalardan 16'sının ölümcül kaza olduğu ve 43 can kaybının yaşandığı belirtilmiştir (Helioffshore, 2023).

Yapılan bir çalışmada, bu kazalar esnasında helikopter bakım personelinin %81,6'sının risk değerlendirme konusunda bilgi sahibi olduğu ve risk farkındalıklarının olduğunu göstermiştir (Omar ve ark., 2018).

Helikopter operasyonlarında teknik arızalar, operasyonun güvenliğini ve verimliliğini doğrudan etkileyebilir. Bu tür arızalar genellikle beklenmedik ve ani bir şekilde ortaya çıktığı için ölümcül kazayla sonuçlanabilir. Teknik arızalar dışında çevresel riskler, insan kaynaklı riskler ve operasyonel riskler de mevcut olup Tablo 1'de gösterilmiştir (Çokorilo et al., 2013).

**Tablo 1.** Helikopter operasyonunda riskler

| Risk Kategorisi                      | Risk Türü               | Açıklama                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><u>Teknik Riskler</u></b>         | Motor Arızaları         | Tek motor arızasında helikopterin kullanılabileceği gücü azalacağı için iniş kalkış güvenliğini tehlikeye atarken çift motor arızası otorotasyon tekniği ile suya iniş gerektirebilir. |
|                                      | Transmisyon Arızaları   | Transmisyon ve/veya rotor sisteminde meydana gelecek arızalar rotor dönüşünü etkileyerek helikopterin uçabilirliğini olumsuz etkileyebilir.                                            |
|                                      | Yakıt Sistemi Arızaları | Yakıt sızıntısı veya yetersiz yakıt alımı sebebiyle uçuşun tamamlanamama riski veya yangın riski.                                                                                      |
|                                      | Bakım Yetersizliği      | Malzeme ömrünün azalması ile olası riskler.                                                                                                                                            |
| <b><u>İnsan Kaynaklı Riskler</u></b> | Pilotaj Hataları        | Pilotun tecrübe ve deneyim eksikliği, sağlık durumu, yorgunluk faktörleri ve yetersiz navigasyon ekipmanı vs. uçuş güvenliğini riske sokar.                                            |
|                                      | Yolcu Hataları          | Uçuştaki personelin güvenlik talimatlarına uymaması.                                                                                                                                   |
|                                      | Yer Ekibi Hataları      | Sondaj platformundaki iniş alanının YAMAHA temizliğinin yapılmaması veya yanlış yapılması , pilot ekibine verilen hatalı yönlendirme sinyalleri .                                      |
| <b><u>Çevresel Riskler</u></b>       | Hava Koşulları          | Rüzgar,hava sıcaklığı,düşük görüş koşulları,türbülans,sıcak gaz akımları uçuş güvenliğini olumsuz etkiler.                                                                             |
|                                      | Deniz Koşulları         | Sondaj platformunun hareketli olması iniş ve kalkış esnasında risk oluşturur.                                                                                                          |
|                                      | Ekolojik Faktörler      | Kuş sürüleri ve buna benzer etkenler.                                                                                                                                                  |
| <b><u>Operasyonel Riskler</u></b>    | İniş Alanı              | İniş alanının dar ve hareketli olması.                                                                                                                                                 |
|                                      | Malzeme Taşıma          | Helikoptere düzensiz yerleştirilmiş malzeme.                                                                                                                                           |

Tablo 1'den görüldüğü gibi, helikopter operasyonlarında karşılaşılabilecek riskler, teknik, insan kaynaklı, çevresel ve operasyonel riskler olmak üzere 4 ana kategoride sınıflandırılmaktadır.

Teknik riskler, motor, transmisyon ve yakıt sistemi arızalarından kaynaklanarak uçuş güvenliğini ciddi tehlikeye atabilmektedir. İnsan kaynaklı riskler ise pilotaj, yolcu ve saha ekibi hatalarından ortaya çıkan, çoğunlukla tecrübe eksikliği ya da güvenlik standartlarına uymamaktan kaynaklanmaktadır.

Çevresel riskler, hava,deniz ve ekolojik koşullar gibi dış faktörlerden etkilenmektedir. Operasyonel riskler ise iniş alanı boyutunun standart dışı olması ve taşınan malzemenin uygun olmaması gibi hatalardan kaynaklanmaktadır.



Bu kategorilerdeki risklerin doğru bir şekilde tanımlanması, uçuş güvenliği açısından oldukça önem teşkil eder.

Türkiye’de helikopterler ile açık deniz sondaj gemilerine operasyonlar son yıllarda hız kazanmış olup, operasyonların başlamasından günümüze kadar bu sektörde herhangi bir helikopter kazası rapor edilmemiştir. Ancak Türkiye’de çeşitli alanlarda meydana gelmiş helikopter kazaları mevcuttur. Bunlar;

4 Kasım 2002’de eğitim maksadıyla Kocaeli/Kartepe Cengiz Topel Havaalanı’ndan kalkan S-70B Seahawk tipi askeri helikopter, Sapanca Gölü’ne düşmüş ve helikopterdeki 4 askeri personelden 2’si yaralı kurtulurken diğer 2 personel şehit olmuştur (Anadolu Ajansı, 2002).

10 Nisan 2006’da Kocaeli/Uzunçiftlik’de UH-1H tipi askeri helikopter düşmüştür. Bu kazada 3 askeri personel şehit olmuştur. 14 Nisan 2007 tarihinde ise Trabzon/Çaykara’da 3’ü turist 6 yolcu taşıyan AW119 tipi helikopter iniş esnasında dinamik devrilme yaşayarak yan yatmış, ancak kazada ölen olmamıştır (Anadolu Ajansı, 2006).

25 Mart 2009’da Kahramanmaraş/Çağlayancerit’ten kalkan helikopter Keş Dağı’na çarparak kaza kırma uğramıştır. Bu kazada Büyük Birlik Partisi Genel Başkanı ve TBMM Sivas Milletvekili Muhsin Yazıcıoğlu dahil 5 kişi hayatını kaybetmiştir (Anadolu Ajansı, 2009).

18 Nisan 2017’de Emniyet Genel Müdürlüğü’ne ait S-70 Blackhawk tipi bir helikopter havalandıktan kısa bir süre sonra Tunceli/Pülümür kırsalına düşmüş ve kazada 1 hakim, 7 polis, 1 astsubay ve 3 mürettebat yaşamını yitirmiştir (Anadolu Ajansı, 2017).

11 Şubat 2019’da Türk Kara Kuvvetleri Komutanlığı’na UH-1H tipi askeri helikopter İstanbul/Sancaktepe’de düşmüş ve kazada 4 asker şehit olmuştur (Anadolu Ajansı, 2018).

09 Aralık 2024’te eğitim maksadıyla Isparta/Keçiborlu Süleyman Demirel Havaalanı’ndan kalkan UH-1H tipi askeri helikopter, uçuşu esnasında başka bir eğitim helikopteri ile çarpışarak düşmüştür. Helikopterde biri Tuğgeneral olmak üzere 6 asker şehit olmuştur (Anadolu Ajansı, 2024).

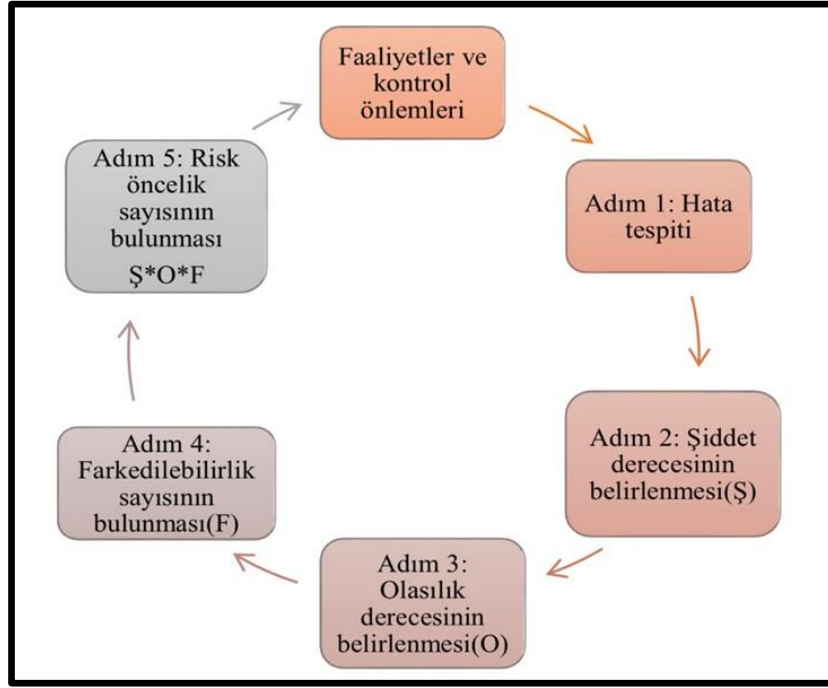
Risk, tehlikeli bir durumun meydana gelme olasılığı ve bu durumun meydana gelmesi durumunda ortaya çıkacak ölüm, yaralanma, hasar gibi zarar derecesinin bileşimidir. İcra edilen tüm helikopter operasyonlarında risk olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Dolayısıyla yapılması gereken riskleri belirlemek, analiz etmek, yönetilebilir seviyelere indirmek ve alınacak tedbirlerle bu risklerden kaçınmaktır.

#### 4. Yöntem

FMEA bir sistemin veya operasyonun muhtemel hata türlerini önceden belirlemek, bu hataların doğuracağı olası sonuçları değerlendirmek ve bu riskleri azaltmak için kullanılan sistematik bir analiz yöntemidir. Günümüzde bu yöntem enerji, sağlık gibi yaygın sektörlerin yanı sıra savunma ve havacılık sektörlerinde de tercih edilmektedir. FMEA, uluslararası havacılık güvenlik standartlarını karşılamak için önemli bir araçtır.

FMEA yöntemi, analiz edilecek süreçteki olası hata türlerinin belirlenmesiyle başlar. Operasyondaki düzensizlik herhangi bir aksaklık gibi süreç esnasında istenmeyen her durum hata olarak tanımlanır. Hatanın aslında ortaya çıkmasına neden olan ana durum hatanın sebebidir. Hatanın ne kadar zamanda meydana çıktığını ifade eden sıklık ihtimali ise hata olasılığıdır. Meydana gelen hatanın sonuçları ve bu sonuçların ciddiyeti ise hata etkisi ve etki şiddeti olarak tanımlanır. Herhangi bir hataya neden olabilecek durumların çeşitli yöntem ve tekniklerle belirlenmesi sürecine tespit edilebilirlik denir. Risk Öncelik Numarası (RNP) ise hata olasılığı, etki şiddeti ve tespit edilebilirlik için belirlenen sayısal değerlerin çarpımı sonucu elde edilir. (Denklem 1). FMEA döngüsü basitçe Şekil 6’da gösterilmiştir (Topaloğlu & Şahin,2021).

$RNP = \text{Hata olasılığı} \times \text{Etki şiddeti} \times \text{Tespit edilebilirlik}$  (Denklem 1)



Şekil 6. FMEA Döngüsü (Topaloğlu & Şahin, 2021)

FMEA bileşenleri olan olasılık, etki şiddeti ve tespit edilebilirliğe bağlı olarak hesaplanan RNP değerlendirmesi için belirlenmiş değer aralıkları ve tehlike sınıflarına göre önlem düzeyleri Tablo 2’de gösterilmiştir (Narlı, 2021).

Tablo 2. RNP değerlerine göre önlem düzeyleri (Narlı, 2021)

| RNP Değer Aralığı | Önlem Düzeyi                          |
|-------------------|---------------------------------------|
| RNP<40 ise        | Önlem almaya gerek yoktur.            |
| 40<RNP<100 ise    | Önlem alınmalı.                       |
| RNP>100 ise       | Mutlaka önlem alınması gerekmektedir. |

Risk analizini değerlendirmesi yapılmadan önce RNP değeri için bir eşik belirlenmelidir. Bu eşik değerinin belirlenebilmesi için belli bir güvenilirlik düzeyinin kabul edilmesi, en uygun yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Hata olasılığı, etki şiddeti ve tespit edilebilirlik gibi her üç kriter için 10’luk derecelendirme sisteminin kullanıldığı varsayıldığında RNP değerinin maksimum ulaşabileceği değer 1000 olacaktır. Eğer istatistiksel olarak %90’lık bir güven düzeyinin olması isteniyorsa eşik değeri 100 olarak kabul edilir. Bu eşik değerinin üzerinde yer alan tüm hata türleri için düzeltici/önleyici müdahaleler yapılması gerekmektedir (Taşan, 2006).

FMEA analizinde kullanılan hata olasılıkları, etki şiddeti ve tespit edilebilirlik parametrelerinin derecelendirilmesi esnasında uzman görüşlerine dayalı nitel değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Parametrelerin derecelendirilmeleri, sektör tecrübesine sahip uzmanların katılımıyla gerçekleştirilen grup çalışması ve beyin fırtınası yapılarak belirlenmiştir. Bahse konu uzman grubu 13 uzmandan oluşmaktadır. Grup çalışmasına, bu çalışmanın yazarlarından biri olan ve halen aktif uçucu personel olarak görev yapan, 6 yıl pilotluk deneyimine sahip, TCG Anadolu dahil olmak üzere bir çok yüzer platforma helikopter ile iniş tecrübesine sahip deniz taarruz helikopter pilotu da bizzat katılmıştır.

Bahse konu uzmanlardan 5'i aktif deniz helikopter pilotu, 2 uçuş operatörü, 4 uçak bakım personeli ve TPAO offshore operasyonlarında görev yapmakta olan 1 emekli pilottan oluşmaktadır. Uzman personellerin deniz havacılığı ve offshore operasyonlarındaki ortalama mesleki tecrübesi 10 yıldır.

10'lu dereceleme sistemine göre, hata olasılığının derecelendirilmesi Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Hata olasılıklarının derecelendirilmesi

| Puan | Olasılık                       | Açıklama                                                           |
|------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1    | Çok nadir (neredeyse imkansız) | Hata yılda bir kez ya da daha az meydana gelir.                    |
| 2    | Çok düşük                      | Hata birkaç yılda bir meydana gelir                                |
| 3    | Düşük                          | Hata yılda birkaç kez meydana gelir.                               |
| 4    | Nadiren                        | Hata yılda birkaç kez, ancak beklenmedik durumlarda meydana gelir. |
| 5    | Ara sıra                       | Hata ayda bir ya da birkaç kez meydana gelir.                      |
| 6    | Orta sık                       | Hata birkaç haftada bir meydana gelir.                             |
| 7    | Sık                            | Hata haftada bir ya da birkaç kez meydana gelir.                   |
| 8    | Çok sık                        | Hata neredeyse her hafta meydana gelir.                            |
| 9    | Aşırı sık                      | Hata birkaç günde bir meydana gelir.                               |
| 10   | Sürekli                        | Hata hemen hemen her operasyonda meydana gelir.                    |

10'lu derecelendirme sistemine göre, hata etki şiddetlerinin derecelendirilmesi Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Hata etki şiddetlerinin derecelendirilmesi

| Puan | Etki Şiddeti | Açıklama                                                                           |
|------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Çok düşük    | Hata fark edilmez ya da çok küçük bir etkisi vardır.                               |
| 2    | Düşük        | Hata, geçici ve önemsiz bir duruma neden olur.                                     |
| 3    | Önemsiz      | Küçük bir müdahale ile çözülür, operasyon etkilenmez.                              |
| 4    | Az           | Hata, sınırlı bir kesinti yaratır ancak operasyon devam edebilir.                  |
| 5    | Orta         | Hata operasyonu durdurur ya da geçici bir çözüm üretir.                            |
| 6    | Yüksek       | Hata ciddi zaman kaybı ve maliyete yol açar.                                       |
| 7    | Çok yüksek   | Hata ciddi operasyonel kesintilere ve yüksek maliyetlere neden olur.               |
| 8    | Kritik       | Hata, operasyonun durmasına ve önemli maddi kayıplara neden olur.                  |
| 9    | Çok kritik   | Hata ciddi yaralanmalara ya da çevresel zararlara yol açar.                        |
| 10   | Ölümcül      | Hata ölümcül sonuçlar, büyük çevresel zarar veya ciddi maddi kayıplara neden olur. |

10'lu derecelendirme sistemine göre, hata tespit edilebilirlik derecelendirilmesi Tablo 5'da gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Hata tespit edilebilirlik derecelendirilmesi

| Puan | Tespit Edilebilirlik           | Açıklama                                                        |
|------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1    | Neredeyse kesinlikle algılanır | Hata, sensörler ya da rutin kontrollerle her zaman fark edilir. |
| 2    | Çok yüksek algılanabilir       | Hata, düzenli prosedürlerle fark edilebilir.                    |
| 3    | Yüksek algılanabilirlik        | Hata genellikle operasyon öncesi fark edilir.                   |
| 4    | Orta üstü algılanabilirlik     | Hata bazen operasyon öncesinde fark edilir.                     |

|    |                              |                                                         |
|----|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 5  | Orta algılanabilirlik        | Hata ancak operasyon sırasında fark edilir.             |
| 6  | Orta düşük algılanabilirlik  | Hata genellikle operasyon sırasında fark edilmez.       |
| 7  | Düşük algılanabilirlik       | Hata genelde operasyon sonrasında fark edilir.          |
| 8  | Çok düşük algılanabilirlik   | Hata ancak detaylı bir inceleme sonrasında fark edilir. |
| 9  | Aşırı düşük algılanabilirlik | Hata sadece büyük bir arızadan sonra fark edilebilir.   |
| 10 | Algılanamaz                  | Hata herhangi bir ön uyarı olmadan gerçekleşir.         |

## 5. Bulgular

Bu çalışmada, derin deniz sondaj platformlarına helikopter operasyonları gerçekleştirilirken karşılaşılabilecek olası riskler FMEA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizde kullanılan olasılık(O), etki şiddeti(E) ve tespit edilebilirlik(T), puanları “4.Yöntem” bölümünde detayları ile açıklanmış olan 13 kişilik uzmanın ortak fikir birliği ile belirlenmiştir.

FMEA yöntemiyle yapılan analizde, derin deniz sondaj platformlarına helikopter operasyonları icra edilirken karşılaşılabilecek risklerin derecelendirilmesi için RNP değerlerinden faydalanılmıştır. RNP, hata olasılığı, etki şiddeti ve tespit edilebilirlik katsayılarının Denklem 1’de gösterildiği üzere çarpımı ile hesaplanmış ve risklere önceliklendirme yapılması sağlanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda çıkan RNP değerlerine göre önlem alınıp alınmaması gerektiği belirtilmiştir. Eğer  $RNP < 40$  için önlem gerekmemekte,  $40 < RNP < 100$  için önlem alınması gerekmekte ve  $RNP > 100$  ise mutlaka önlem alınması gerektiği belirtilmiştir.

Tablo 6’de muhtemel karşılaşılabilecek hata türleri, RNP değerleri ve tavsiye edilen önlemler sıralanmıştır. Örneğin, motor arızası için RNP değeri 160 çıkmış olup düzenli motor bakım prosedürlerinin oluşturulması, RNP değeri 150 çıkmış olan pilotaj hataları için pilotların uygunluk testleri ve stres yönetimi programlarına katılım sağlamaları gerektiği, RNP değeri 135 olan transmisyon arızası için, sarsıntı analizlerinin düzenli yapılması ve RNP değeri 128 çıkmış olan yakıt sistemi arızası için yakıt sistemi sensör kontrolü periyotlarının sıklaştırılması önerilmiştir. Daha düşük RNP değerine sahip olan malzeme taşıma, yolcu hataları ve iniş alanı kısıtlılıkları gibi riskler için ise standart prosedürlerin iyileştirilmesi eğer standart prosedür yoksa oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır.

**Tablo 6.** FMEA tablosu

| Hata Türü                    | Olasılık (O) | Etki Şiddeti (E) | Tespit Edilebilirlik (T) | RNP (O x E x T) | Önerilen Önlemler                                                                      |
|------------------------------|--------------|------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Motor Arızası</b>         | 4            | 8                | 5                        | <b>160</b>      | Düzenli motor bakım programları oluşturulmalı.                                         |
| <b>Transmisyon Arızası</b>   | 3            | 9                | 5                        | <b>135</b>      | XMSN sistemi bileşenleri için düzenli sarsıntı analizleri yapılmalı.                   |
| <b>Yakıt Sistemi Arızası</b> | 4            | 8                | 4                        | <b>128</b>      | Yakıt sensörleri ve bağlantıları sık sık kontrol edilmeli.                             |
| <b>Bakım Yetersizliği</b>    | 5            | 6                | 2                        | <b>60</b>       | Bakım prosedürleri standardize edilmeli ve bakım personeline düzenli eğitim verilmeli. |

|                           |   |   |   |            |                                                                                                                                                          |
|---------------------------|---|---|---|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pilotaj Hataları</b>   | 5 | 6 | 5 | <b>150</b> | Pilotlar için psikolojik ve fiziksel uygunluk testlerinin yanında teorik bilgi sınamaları yapılmalı. Yorgunluk ve stres azaltıcı düzenlemeler yapılmalı. |
| <b>Yolcu Hataları</b>     | 6 | 4 | 4 | <b>96</b>  | Yolculara operasyon öncesi güvenlik bilgilendirmeleri yapılmalı.                                                                                         |
| <b>Yer Ekibi Hataları</b> | 6 | 5 | 4 | <b>120</b> | Yer ekibine iniş ve kalkış prosedürleriyle ilgili detaylı brifing verilmeli.                                                                             |
| <b>Hava Koşulları</b>     | 6 | 5 | 1 | <b>30</b>  | Gelişmiş hava durumu tahmin sistemleri kullanılmalı.                                                                                                     |
| <b>Deniz Koşulları</b>    | 6 | 4 | 1 | <b>24</b>  | Deniz dalga analizleri yapılmalı.                                                                                                                        |
| <b>Ekolojik Faktörler</b> | 7 | 3 | 3 | <b>63</b>  | Uçuş rotaları önceden analiz edilmeli.                                                                                                                   |
| <b>İniş Alanı</b>         | 7 | 3 | 1 | <b>21</b>  | Helideck sertifikasyon standartlarına uyum sağlamalı.                                                                                                    |
| <b>Malzeme Taşıma</b>     | 6 | 4 | 4 | <b>96</b>  | Malzeme yükleme prosedürü oluşturulmalı.                                                                                                                 |

## 6. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada, açık deniz sondaj gemi ve platformlarına helikopterle personel ve malzeme transferi esnasında karşılaşılabilecek riskler, FMEA yöntemiyle incelenmiştir. Operasyonlar süresince ortaya çıkabilecek teknik, insan kaynaklı, çevresel ve operasyonel riskler tanımlanmış olup bu risklerin seviyeleri RNP hesaplamaları ile ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgulara göre, motor arızası (RNP:160), pilotaj hataları (RNP:150) ve transmisyon arızası (RNP:135) en yüksek RNP değerine sahip risk grupları olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen RNP değerlerinin uluslararası literatürlerde raporlanmış olan kaza istatistikleriyle paralellik gösterdiği görülmüştür.

Motor arızası helikopterin sadece deniz üzeri uçuşlar esnasında değil genel olarak bütün operasyonel süreçleri için güvenli uçuş kabiliyetini doğrudan etkileyen bir faktördür. Motor arızası riski, havacılık güvenliği literatürlerinde en kritik arızalardan biri olarak kabul edilmektedir. HelicopterSafe (2023) tarafından yapılan teknik incelemeler, bu tür teknik arızaların genel olarak karmaşık ve birbiriyle bağlantılı sorunlardan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Motor arızalarına ek olarak hatalı veya yetersiz bakım önemli bir faktör olup düzenli ve kapsamlı bakım prosedürlerinin uygulanmasını gerektirmektedir.

Pilotaj hataları, özellikle yorgunluk, stres ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Baker vd. (2009) tarafından Meksika Körfezi'ndeki petrol ve gaz sondaj operasyonlarındaki kazaların %47'si için birincil neden olarak pilotaj hatalarının gösterilmesi, bu çalışmada elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Benzer şekilde helikopter kazalarını İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) ile inceleyen Buarque de Macedo vd. (2017), pilotların karar verme hatalarını %68 ve beceriye dayalı hatalarını %59 olarak en yaygın



kaza nedenleri olarak saptamıştır. Pilotlar ile uçuş ekibinin psikolojik ve fiziksel dayanıklılıklarının düzenli olarak değerlendirilerek, stresle başa çıkma konusunda gerekli programların uygulanması kritik önlemler arasında yer almaktadır.

Transmisyon arızası ise helikopterin ana rotor ve kuyruk rotoru hareketlerini doğrudan etkilediğinden dolayı ciddi uçuş güvenliği riskleri oluşturmaktadır. Birleşik Krallık'ta icra edilen offshore kazalarının %31'inin transmisyon kaynaklı olduğu Health and Safety Executive (HSE, 2013) tarafından belirtilmiştir. 2009 yılında 16 kişinin hayatını kaybettiği Super Puma kazasının sebebinin katastrofik transmisyon arızası (AAIB, 2011) olması, bu riskin yüksek RNP değerini desteklemektedir. Bu nedenle uygun sarsıntı/titreşim analizi ve gerekli sistemlerin denetim ve bakımlarının düzgün yapılması hayati öneme haizdir.

Diğer önemli risklerden RNP değeri 128 olan yakıt sistemi arızası, yakıt sızıntısı veya yetersiz yakıt ikmali gibi sebeplerle uçuşun sekteye uğramasına ve yangın gibi ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Bu riski azaltmak için yakıt sistemi sensörlerinin düzenli kontrolü ve bakım prosedürlerinin yoğunlaştırılması önerilmektedir. Yer ekibi hatalarının RNP değeri de 120 olup göz ardı edilemeyecek düzeydedir. İniş ve kalkış esnasında hava aracını hatalı yönlendirme veya iniş alanındaki yabancı maddelerin temizliğinin yetersiz yapılmasından kaynaklanan risklerin, yer destek ekiplerinin eğitim düzeylerinin artırılarak önüne geçilmesi gerekmektedir.

Daha düşük RNP değerine sahip olmakla birlikte, düşük tespit edilebilirlik düzeyleriyle dikkat çeken hava koşulları ve deniz koşulları gibi çevresel riskler de operasyon süreçlerinde aksamalara neden olabilmektedir. Bu risklerin etkilerini en aza indirmek için gelişmiş hava durumu tahmin sistemlerinin kullanılması, uçuş rotalarının hava ve deniz koşulları göz önünde bulundurularak planlanması ve dalga analizlerinin düzenli olarak yapılması önerilmektedir.

Bu kapsamda hem teknik hem de insan faktörlerinin operasyon güvenliği üzerinde etkin bir role sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, yalnızca yüksek RNP değerine sahip riskleri değil, aynı zamanda daha düşük risk seviyesinde olmasına rağmen, operasyonel verimliliği etkileyebilecek unsurların da detaylı olarak incelenmesi ve uygun önlemlerle yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Önerilen önlemler, operasyonel güvenliği arttırmayı ve kazaların önüne geçmeyi hedeflemektedir. Örneğin, düzenli bakım programlarının oluşturulması, uçucu personel eğitimlerinin artırılması ve gelişmiş meteorolojik takip cihazlarının kullanılması, operasyon sürecinin daha emniyetli hale getirilmesi için önerilmiştir.

Bu çalışmada, derin sondaj gemilerine ve platformlarına helikopter ile personel ve malzeme transferi operasyonlarıyla ilgili riskler sistematik bir yöntemle değerlendirilmiş ve ilgili riskler, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile yönetilmeye çalışılmıştır. Ancak, bu tür operasyonların dinamik yapısı göz önünde bulundurulduğunda, önerilen önlemlerin uygulanabilirliğini ve etkinliğini değerlendiren saha çalışmalarıyla desteklenmesi gereklidir. Dolayısıyla bu çalışmanın en önemli kısıtı, derin sondaj gemilerine ve platformlarına yönelik helikopter operasyonlarının dinamik bir yapıda olmasıdır. İleriki araştırmacılara farklı yöntemlerle özellikle de bütünleşik yöntemlerle risklerin analizlerinin yapılması önerilebilir.

## Kaynakça

- AAIB (2011). *Report on the accident to Aerospatiale (Eurocopter) AS332 L2 Super Puma, G-REDL, 11 nm NE of Peterhead, Scotland on 1 April 2009 (Aircraft Accident Report 2/2011)*. Air Accidents Investigation Branch. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/551d1ae0e5274a142b0004b6/Summary\\_AAR\\_2-2011\\_G-REDL.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/551d1ae0e5274a142b0004b6/Summary_AAR_2-2011_G-REDL.pdf)
- Anadolu Ajansı. (2023, 8 Ocak). *Isparta'da helikopter kazasında şehit olan askerlerin cenazeleri memleketlerine uğurlandı*. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ispirtada-helikopter-kazasinda-sehit-olan-askerlerin-cenazeleri-memleketlerine-ugurlandi/3419767>
- Baker, S. P., Shanahan, D. F., Grabowski, J. G., & Li, G. (2009). Helicopter crashes related to oil and gas operations in the Gulf of Mexico. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 80(10), 885-888. <https://doi.org/10.3357/ase.2435.2009>

- Bitiş Kayıran, E. (2019). *Türkiye 'de denizyolu taşımacılığının iş sağlığı ve güvenliği verileri ile analizi için bir bulanık çıkarım sistemi çalışması* [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Buarque de Macedo, G., de Oliveira, M., & Gomes, J. (2017). *Human Factors and Helicopter Accidents: An Analysis Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/326042837\\_Human\\_Factors\\_and\\_Helicopter\\_Accidents\\_An\\_Analysis\\_Using\\_the\\_Human\\_Factors\\_Analysis\\_and\\_Classification\\_System\\_HFACS](https://www.researchgate.net/publication/326042837_Human_Factors_and_Helicopter_Accidents_An_Analysis_Using_the_Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_HFACS)
- Coutinho Nascimento, F. A. (2014). *Hazard identification and risk analysis of nighttime offshore helicopter operations* [Doktora Tezi, Imperial College London].
- Čokorilo, O., Miroslavljević, P., Vasov, L., & Stojiljković, B. (2013). Managing safety risks in helicopter maritime operations. *Journal of Risk Research*, 16(5), 613-624. <https://doi.org/10.1080/13669877.2012.720330>
- Çakır, E. (2019). *İş yeri tehlikeleri ve mesleki riskler: Ticaret gemilerinde meydana gelen iş kazaları üzerine bir inceleme* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Çetin, A. (2023). *Türkiye'nin sondaj filosu*. Mavivatan.net. <https://mavivatan.net/turkiyenin-sondaj-filosu/>
- Demir, E. (2022). *Sondaj gemileri (drillships)*. Dargeb. <https://dargeb.com/sondaj-gemileri-drillships/>
- Fu, F. (2018). Chapter eight - Design of offshore structures. In *Design and Analysis of Tall and Complex Structures* (ss. 391-456). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101018-1.00008-3>
- Health and Safety Executive (HSE). (2013). *Evidence on Offshore helicopter safety (HCS0005)*. UK Parliament Committees. <https://committees.parliament.uk/writtenevidence/47512/html/>
- He, L., Teixeira, A. P., & Guedes Soares, C. (2022). An improved failure mode and effect analysis of floating offshore wind turbines. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1616. <https://doi.org/10.3390/jmse10111616>
- HeliOffshore. (2019). *Helicopter safety performance 2019*. <https://www.helioffshore.org/resources/project-four-amrx7-7jeb8>
- HeliOffshore. (2023). *HeliOffshore releases annual offshore aviation industry safety report for 2022*. <https://www.helioffshore.org/resources/project-four-amrx7>
- HelicopterSafe. (2023). *The Technical Causes of Helicopter Accidents: Importance of Maintenance and Inspection*. <https://www.helicoptersafe.com/post/the-technical-causes-of-helicopter-accidents-importance-of-maintenance-and-inspection>
- International Civil Aviation Organization. (2001). *Offshore helideck review checklist*. (Not: Bu doküman IOGP Report 322 olarak da bilinir). <https://www.scribd.com/document/226678019/Offshore-Helideck-Review-Checklist>
- Lokman, K. (1970). Petrol arama amacıyla memleketimizde uygulanan "Offshore - Drilling" tekniği hakkında. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.25288/tjb.735028>
- Narlı, M. (2021). Yenidoğan bebek transport ambulansı risk analizi: HTEA yöntemi ile bir uygulama. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 145-162. <https://doi.org/10.35341/afet.962467>
- Okatan, A. (2020, 11 Eylül). *Türkiye'nin derin deniz sondaj gemileri*. TÜBİTAK Bilim Genç. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/turkiyenin-derin-deniz-sondaj-gemileri>
- Omar, S., Johari, M. K., & Samad, A. G. A. (2018). Assessment on risk management of helicopter services for offshore installations. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.13), 229-231. <https://www.sciencepubco.com/index.php/IJET/article/view/20858>
- Taşan, K. (2006). *Bir risk değerlendirme ve güvenilirlik metodu olarak hata türü ve etkileri analizi (HTEA) yöntemi: Bir otomotiv yan sanayi işletmesinde uygulanması* [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Topaloğlu, I., & Şahin, M. E. (2021). Endüstri 4.0'ın iş sağlığı ve güvenliğine katkıları ve hata türü ve etkileri analizi (FMEA) risk değerlendirme metoduyla ambulansla bir inceleme. *Takvim-ı Vekayi*, 9(2), 69-82. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/takvim/issue/66986/1049750>