



**JET UÇAĞI MOTORU İŞLEMLERİNDE
PİLOTHATALARININDEĞERLENDİRİLMESİ
İÇİN YENİ HİBRİT BİR YAKLAŞIM**

Yüksek Lisans Tezi

Hami KARAGÖL

Eskişehir 2023

**JET UÇAĞI MOTORU İŞLEMLERİNDE PİLOT HATALARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YENİ HİBRİT BİR YAKLAŞIM**

Hami KARAGÖL

Yüksek Lisans Tezi

Pilotaj Anabilim Dalı

Pilotaj Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ebru YAZGAN

(İkinci Danışman: Prof. Elif KILIÇ DELİCE)

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran 2023

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hami KARAGÖL'ün JET UÇAĞI MOTORU İŞLEMLERİNDE PİLOT HATALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YENİ HİBRİT BİR YAKLAŞIM başlıklı çalışması 09/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Pilotaj Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye

: Doç. Dr. Ebru YAZGAN

Üye

: Doç. Dr. Vildan DURMAZ

Üye

: Doç. Dr. Nilgün ÖZDAMAR

Prof. Dr. Semra KURAMA

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

09/06/2023

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi Hami KARAGÖL, JET UçAğI MOTORU İşLEMLERİNDE PİLOT HATALARININ DEğERLENDİRİLMESİ İÇİN YENİ HİBRİT BİR YAKLAşIM başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı

Doç. Dr. Ebru YAZGAN

ÖZET

JET UÇAĞI MOTORU İŞLEMLERİNDE PİLOT HATALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YENİ HİBRİT BİR YAKLAŞIM

Hami KARAGÖL

Pilotaj Anabilim Dalı

Pilotaj Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2023

Danışman: Doç. Dr. Ebru YAZGAN

(İkinci Danışman: Prof. Elif KILIÇ DELİCE)

Havacılık sektöründe insan hataları kaynaklı kazalar yapılan teknolojik gelişmeler veya yönetsel düzenlemelere rağmen meydana gelmeye devam etmektedir. Aynı zamanda araştırmalar askeri ve sivil kazaların nedenleri arasında pilot hatasının diğer nedenlere oranla çok fazla olduğunu göstermiştir. Kazalara neden olan pilot hata olasılıklarının tespiti maliyetlerin azaltılması, insan hayatının kurtarılması ve uçuş emniyetinin artırılması yönlerinden hayati önem taşımaktadır. Yapılan çalışma ile jet uçağı olan F-16 uçağının motor emercensilerindeki belirli kriterlere göre seçilen işlemlerde pilotun hata yapma olasılığı hesaplanmaya çalışılmıştır. Hata olasılığı belirlenirken insan hatası değerlendirme azaltma tekniğı (HEART-human error assessment and reduction technique) ve analitik hiyerarşı süreci metotlarından (AHP-Analytic Hierarchy Process) yararlanılarak yeni hibrit bir yaklaşım sunulmuştur. Sonuç olarak hata oranı olasılığı yüksek olarak belirlenen işlem maddelerine yönelik uçuş emniyetini artırıcı ergonomik veya eğitimsel iyileştirmeler önerilmiştir. Pilot hatası olasılığının hibrit bir yaklaşımla tespit edilmesi ve çözüm önerilerinin sunulması birlikte değerlendirildiğinde jet uçaklarında pilotların emercensi durumlarda uyguladıkları işlem maddeleri açısından inceleme yapılmış özgün bir çalışma sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: İnsan hatası, Pilot hatası, HEART, AHP, İnsan güvenilirlik analizi.

ABSTRACT

A NEW HYBRID APPROACH FOR THE ASSESSMENT OF PILOT ERRORS IN JET AIRCRAFT ENGINE OPERATIONS

Hami KARAGÖL

Department of Pilotage

Programme in Pilotage

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, June 2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ebru YAZGAN

(Co-Supervisor: Prof. Elif KILIÇ DELİCE)

Accidents caused by human errors in the aviation sector continue to occur despite technological developments or administrative regulations. At the same time, research has shown that pilot error is much more common among the causes of military and civilian accidents than other causes. Detection of pilot error possibilities that cause accidents is of vital importance in terms of reducing costs, saving human life, and increasing flight safety. With this study, according to certain criterias it was tried to determine the probability of the pilot mistakes in the specific engine emergencies of the F-16 aircraft, which is a jet fighter aircraft. A new hybrid approach is presented by using *HEART* (human error assessment and reduction technique) and *AHP* (Analytic Hierarchy Process) methods while determining the error probability. As a result, ergonomic or educational improvements that increase flight safety for checklist tasks which has high error probabilities are presented and measures are suggested. Considering determined the human error probabilities and evaluations together with the solution proposals, an original study was presented in terms of the certain checklist tasks of the pilots in jet aircraft.

Keywords: Human error, Pilot error, HEART, AHP, Human reliability analysis.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlarken desteğini hiç eksik etmeyen sevgili eşim İlknur KARAGÖL'e, zorluklara karşı sürekli motivasyonumu yüksek tutmamı sağlayan ve sorunlarda çözüm yolları sunan danışmanlarım Doç. Dr. Ebru Yazgan ve Prof. Dr. Elif KILIÇ DELİCE'ye ayrıca değerli katkılarıyla destek sağlayan tüm pilotlara teşekkür ederim.

Bu tez Türk Silahlı Kuvvetleri görüş ve fikirlerini yansıtmamaktadır.

Hami KARAGÖL



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Hami KARAGÖL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. Havacılıkta İnsan Hatası	5
2.2. <i>HEART</i> Çalışmaları ve Havacılıktaki <i>HEART</i> Modellemeleri	7
2.3. <i>APOA</i> Değerlerinin Belirlenmesi	10
2.4. Jet Uçağı ve <i>GE</i> Motoru	13
3. METODOLOJİ.....	15
3.1. <i>HEART</i> Yaklaşımı.....	15
3.2. <i>AHP</i> (Analytic Hierarchy Process) Metodu.....	20
3.3. <i>HEART</i> Metodu İçin Hibrit Yaklaşım	25
4. UYGULAMA: JET UÇAĞINDAKİ MOTOR KAYNAKLI KAZALARIN AZALTILMASINDA HİBRİT <i>HEART</i> YAKLAŞIMI	28
4.1. Kritik Olan Emercensi Bölümün Seçilmesi	28
4.2. Airstart ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddelerindeki Ana ve Yardımcı Görevlerin Belirlenmesi.....	29

4.3. Airstart Procedures ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddeleri İçin <i>GTT</i> 'lerin Belirlenmesi.....	31
4.4. Airstart ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddelerini Etkileyen Her Bir <i>EPC</i> ve <i>APOA</i> 'ların Belirlenmesi	31
4.5. Airstart ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddeleri için <i>HEP</i> Değerinin Belirlenmesi.....	32
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	35
5.1. Sonuç	35
5.2. Tartışma	41
5.3. Öneriler	43
KAYNAKÇA.....	44
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. 1918-2005 yılları arasındaki uçak kazaları nedenleri (http-1).....	1
Tablo 2.1. APOA değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler	10
Tablo 2.2. F110-GE motorları teknik özellikleri (http-8).	14
Tablo 3.1. HEART modeli işlem maddeleri (Yazgan & Delice, 2021) (http-2).....	15
Tablo 3.2. Genel görev güvenilmezliği (Williams, 1988)	16
Tablo 3.3. Hata üreten durumlar (EPC) (Williams, 1988).....	17
Tablo 3.4. En yaygın MCDA (multi-criteria decision analysis) yöntemlerinin listesi (Guitouni, 1998)	20
Tablo 3.5. Kriterlerin aralarındaki ağırlık puanlamasının gösterimi (Karabıyık, 2019)	23
Tablo 3.6. Kriterlerin aralarındaki ağırlıklandırılmasının Saaty önem skala değerleriyle gösterimi	23
Tablo 3.7. Hata olasılıkları yorumu ve değerleri (Köseoğlu, Delice, & Erdebilli, 2023)	27
Tablo 4.1. Motor Emergensileri alt başlıkları (Lockheed, 2003)	29
Tablo 4.2. Airstart Procedures işlem maddeleri (Lockheed, 2003)	30
Tablo 4.3. Flameout Landing işlem maddeleri (Lockheed, 2003)	31
Tablo 4.4. Airstart Procedures ile ilgili HEP değerleri	33
Tablo 4.5. Normalize edilmiş Airstart Procedures geleneksel HEP değerleri	33
Tablo 4.6. Flameout Landing ile ilgili HEP değerleri.....	34
Tablo 4.7. Normalize edilmiş Flameout Landing geleneksel HEP değerleri.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Araştırmanın akışı (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021)	4
Şekil 2.2. CREAM yöntemi alanları (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021)	4
Şekil 3.1. APOA değerlendirme skalası (Faucett, 2017).....	19
Şekil 3.2. AHP yönteminde hedef ve kriter şeması (Özsoy H. Ö., 2018a)	22
Şekil 3.3. Normalize matriks oluşturulması (Özkan, B., & Özkan, 2018).....	24
Şekil 3.4. Görelî önem ağırlığının bulunması (öncelik değeri) (Özdemir, 2019)	24
Şekil 3.5. Hibrit HEART yaklaşımı akış diyagramı	26
Şekil 5.1. Airstart EPC'lerin farklı metotlarla önem sıralandırılması	35
Şekil 5.2. Flameout Landing EPC'lerin farklı metotlarla önem sıralandırılması	36
Şekil 5.3. Airstart Procedures normalize geleneksel HEART HEP değerleri grafiğı	38
Şekil 5.4. Airstart Procedures Hibrit AHP HEP değerleri grafiğı	38
Şekil 5.5. Flameout Landing normalize geleneksel HEART HEP değerleri grafiğı	39
Şekil 5.6. Flameout Landing Hibrit AHP HEP değerleri grafiğı.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACRO	: Uçak Kazaları Kayıt Ofisi (Aircraft Crashes Record Office)
AFSA	: Hava Kuvvetleri Güvenlik Ajansı (Air Force Safety Agency)
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
AMT	: Uçak Bakım Teknisyenleri (Aircraft Maintenance Technicians)
ANP	: Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
APOA	: Değerlendirilen Etki Oranı (Assessed Proportion of Affect)
APOE	: Değerlendirilen Etki Oranı (Assessed Proportion of Effect)
ARGE	: Araştırma Geliştirme
AV-	: Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarının Gelişmiş
DEMATEL	Versiyonu (Advanced Version Of Decision-Making Trial And Evaluation Laboratory)
ATM	: Hava Trafik Yönetimi (Air Traffic Management)
CAA	: Sivil Havacılık Otoritesi (Civil Aviation Authority)
CARA	: Kontrolör Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesi (Controller Action Reliability Assessment)
CORE-	: Bilgisayarlı Operatör Güvenilirliği ve Hata Veri Tabanı
DATA	(Computerized Operator Reliability and Error Data Base)
CREAM	: Bilişsel Güvenilirlik ve Hata Analizi Yöntemi (Cognitive Reliability And Error Analysis Method)
DN	: Aşağı (Down)
EFE	: Gelişmiş Savaş Motoru (Enhanced Fighter Engine)
EPCs	: Hata Üreten Koşullar (Error Producing Conditions)
FAA	: Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration)
FLCS	: Uçuş Kontrol Sistemleri (Flight Control Systems)
FSWARA	: Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis)
HAZOP	: Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması (Hazard And Operability Study)
HEART	: İnsan Hatası Değerlendirmesi ve Azaltma Tekniği (Human Error Assessment And Reduction Technique)

HEIST	: Sistem Araçlarında İnsan Hatası (Human Error In Systems Tool)
HEP	: İnsan Hatası Olasılığı (Human Error Probability)
HET	: İnsan Hatası Şablonu (Human Error Template)
HFACS	: İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (Human Factors Analysis and Classification System)
HHEA	: Hibrit İnsan Hatası Değerlendirmesi (Hybrid Human Error Assessment)
HRA	: İnsan Güvenilirlik Analizi (Human Reliability Analysis)
HRE	: İnsan Kaynaklı Hatalar (Human-Related Errors)
HSI	: İnsan Sistem Entegrasyonu (Human System Integration)
IAHP	: Geliştirilmiş Analitik Hiyerarşi Süreci (Improved Analytic Hierarchy Process)
IPE	: Artırılmış Performans Motoru (Improved Performance Engine)
GA	: Genel Havacılık (General Aviation)
GE	: General Electric Company
GRS	: Grafik Derecelendirme Ölçeği (Graphic Rating Scale)
GTT	: Jenerik Görev Tipleri (Generic Task Types)
IDF	: Yerli Savunma Uçağı (Indigenous Defense Fighter)
LBF	: Kuvvet (Pound)
LWF	: Hafif Savaş Uçağı (Light Weight Fighter)
MAUT	: Çok Özellikli Fayda Teorisi (Multi-Attribute Utility Theory)
MAVT	: Çok Özellikli Değer Teorisi (Multi-Attribute Value Theory)
MCDA	: Çok Kriterli Karar Verme Süreci (Multi-Criteria Decision Analysis)
MRE	: Makine ile İlgili Hatalar (Machine Related Errors)
MT	: Ana Görev (Main Task)
NARA	: Nükleer Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesi (Nuclear Action Reliability Assessment)
NHUP	: Nominal İnsan Güvenilmezlik Olasılığı (Nominal Human Unreliability Probability)
NTSB	: Ulusal Ulaştırma Güvenliği Kurulu (National Transportation Safety Board)
PCA	: Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis)
PEP	: İşlem Hatası Olasılığı (Process Error Probability)

P&W	: Pratt & Whitney
RARA	: Demiryolu Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesi (Railway Action Reliability Assessment)
RPM	: Dakikada Dönü (Rotate Per Minute)
SEC	: İkincil (Secondary)
SHELL	: Yazılım, Donanım, Çevre, Donanım (Software, Hardware, Environment, Liveware)
SHERPA	: Sistematik İnsan Hatası Azaltma ve Tahmin Yaklaşımı (Systematic Human Error Reduction And Prediction Approach)
SLIM	: Başarı Olasılığı Endeksi Metodolojisi (Success Likelihood Index Methodology)
SMART	: Basit Çok Özellikli Derecelendirme Tekniği (Simple Multi Attribute Rating Technique)
SME	: Konu Uzmanı (Subject Matter Expert)
SOHRA	: Gemi Operasyonlarında İnsan Güvenilirliği Analiz Yöntemi (Shipboard Operation Human Reliability Analysis Method)
SOP	: Standart Harekât usulleri (Standart Operation Procedures)
ST	: Alt Görev (Sub-Task)
THERP	: İnsan Hata Oranı Tahmini İçin Teknik (Technique For Human Error Rate Prediction)
TO	: Teknik Emir (Technical Order)
TOPSIS	: İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sipariş Tercihi Tekniği (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
UKA	: Uçuş kontrol amiri
USAF	: Amerikan Hava Kuvvetleri (US Air Force)
YAMAHA	: Yabancı madde hasarı
DAMAHA	: Dahili madde hasarı

1. GİRİŞ

Havacılık kazaları tarihte hava araçlarının kullanılmaya başlanmasından itibaren meydana gelmektedir. Ticari getirisi büyük ve maliyetlerin yüksek olduğu havacılık sektöründe bunların önüne geçmek için büyük teknolojik gelişmeler ve düzenlemeler yapılarak kazaların oluşumu önlenmeye çalışılmıştır.

Hava aracının motor çalıştırma, taksi yapma, uçuş operasyonu, iniş ve kalkış manevraları esnasında bir ya da daha fazla kişinin yaralanması ya da hava aracının zarar görmesi ile oluşan olaya hava aracı kazası denir (Gopal, 2000).

Yapılan araştırmalarda havacılık kazalarına 1950’li yıllara kadar teknolojik eksiklik ve yetersiz düzenlemelerin, 1970’lerde teknolojik eksiklerin hızla giderilmesi rağmen sonrasında jet motorları, otopilot sistemleri ve seyrüsefer sistemleri gibi karmaşık sistemlerin kullanımıyla ilgili insan performansının neden olduğu belirtilmiştir. 1990 sonrasında ise insan performanslarının örgütlerin işleyişi veya yapısal hiyerarşisinden etkilenmesinden kaynaklandığını vurgulanmıştır (Akça, 2020) (Havaalanları Daire Başkanlığı, 2011).

İnsan hatasının, havacılık tarihindeki birçok kazanın başlıca nedeni olduğu ve bunun havacılık kazalarındaki oranının %55-85 arasında olduğu araştırmalar sonucu istatistiksel olarak ortaya koyulmuştur (Guo & Sun, 2020) (Boyd, 2017) (Yazgan & Delice, 2021) (Shappell, Detwiler, Hackworth, Boquet, & Wiegman, 2007) (Erjavac, Iammartino, & Fossaceca, 2018).

Sivil Havacılık Otoritesi (Civil Aviation Authority- CAA) tarafından yayınlanan raporda 1997-2006 yıllarındaki dünyadaki ölümcül kazaların nedenlerinin %66 sını uçuş ekibi hataları oluşturmaktadır (CAA, 2008). Cenevre – İsviçre’de bulunan Uçak Kazaları Kayıt Ofisi (Aircraft Crashes Record Office- ACRO) havacılık sektöründe hem sivil hem de askeri alanda meydana gelen uçak kazalarının kayıtlarının tutulduğu; son meydana gelen kazaların da haber alındığı ofistir. ACRO’nun son 5 yıllık verileri incelendiğinde 2023 yılı 97, 2022 yılı 357, 2021 yılı 415, 2020 yılı 480, 2019 yılı 588, 2018 yılı 1039 kişinin hayatını kaybettiği gözlemlenmiştir (http-10). ACRO’nun kayıtlarındaki kazaların sebepleri ise Tablo 1.1’de görülmektedir (Aksoy, 2006).

Tablo 1.1. 1918-2005 yılları arasındaki uçak kazaları nedenleri (http-1)

Kaza nedenleri	Oranlar
Temel sebep olarak insan hatası buluna kazalar	70%

Tablo 1.1. (Devam) 1918-2005 yılları arasındaki uçak kazaları nedenleri (http-1)

Temel sebep olarak teknik hata bulunan kazalar	19%
Hava durumundan kaynaklanan kazalar	6%
Sabotajdan kaynaklanan kazalar	3%
Diğer sebepler	2%

1975-93 yılları arasındaki tüm *USAF* F-16 A Sınıfı (büyük) uçak kazaları, *ABD* Hava Kuvvetleri Güvenlik Ajansı'ndan (*Air Force Safety Agency- AFSA*) alınan kayıtlar kullanılarak analiz edilmiştir. Bu 19 yıllık süreçte 204 adet F-16 ve 217 hava mürettebatının karıştığı 190 A Sınıfı kaza yaşanmıştır. Kazalar, *AFSA* tarafından belirlenen ve rapor edilen kaza nedenlerine göre yıl, ay, günün saati ve uçak modeline göre sınıflandırılır. Uçulan kol pozisyonu (formasyon), bulunulan aşama (phase) ve kazanın birincil nedeni incelendiğinde, manevra esnasında, level olarak seyir halinde ve düşük irtifa safhalarında kazaların çoğunluğunun (%71) meydana geldiği ve havadan yere (%49) kıyasla havadan havaya (%71) angajmanlarında daha yüksek bir pilot hatası oranı olduğu anlaşılmıştır. Kazaların bir numaralı nedeni motor arızası (%35), ardından en sık yerle çarpışma (%24) olmuştur. Tüm kazaların %55'inde pilotaj hatası sebep olarak belirlenmiştir. Pilotaj hatası genellikle pilotla ilgili olmayan diğer nedenlerle ilişkilendirilmiştir. Kanalize dikkat (channelized attention), durumsal farkındalık kaybı (loss of situational awareness) ve uzamsal oryantasyon bozukluğu (spatial disorientation) bulunan toplam pilot hata nedenlerinin yaklaşık %30'unu oluşturmuştur. Kazaların %27'sinde ölümler meydana gelmiş ve bunların %97'si pilot hatalarından kaynaklanmıştır (Knapp & Johnson, 1996).

İnsan güvenilirlik analizi (*Human reliability analysis- HRA*), insan-makine sistemlerinde insan hatalarını belirlemek, ölçmek ve azaltmak için sistematik bir yaklaşımdır. İnsan güvenilirliği, bir görevin başarılı bir şekilde yerine getirilmesi olasılığı olarak tanımlanır ve insan hataları, bir kişinin faaliyet gösterdiği bir sistemin tolerans kapsamı dışında kalan insan davranışlarıdır (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021).

İnsan hatası potansiyeline dayalı olarak bir sürecin başarısız olma olasılığının ne kadar olduğunu değerlendirmek için bir insan güvenilirlik değerlendirmesi yapılmıştır. *HRA* süreci; problem tanımı veya analiz kapsamı belirtimi, görev modelleme, insan hatası analizi, insan hatası ölçümü ve hata yönetimi tavsiyesi olarak beş aşamadan oluşur (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021). *HRA* aşağıdaki soruları ele alır;

1. Hangi tür insan hatası meydana gelebilir (ör. eylem hatası, bilgi alma hatası, iletişim hatası, ihlal)?

2. Bu tür hataların yapılmasının tahmini olasılığı nedir?
3. Bu olasılığı hangi faktörler etkileyebilir (ör. zaman baskısı, stres, kötü çalışma ortamı, düşük moral)?
4. Tasarımda tespit edilen insan hataları nasıl önlenabilir veya etkileri ek hafifletici kontrollerle nasıl azaltılabilir (http-2)?

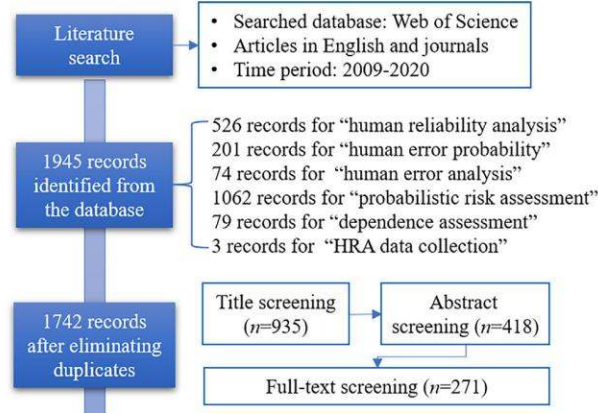
Son yirmi yılda, *HRA*, karmaşık sistemlerin işletilmesinde insan hatalarıyla ilişkili riski azaltmak için sistematik bir teknik olarak kullanılmış ve nükleer de dâhil olmak üzere çeşitli endüstrilere uygulanmıştır (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021) (Bowo & Furusho, 2019) (Faucett, 2017) (Kim, Jung, Jang, & Wang, 2006). Sonrasında *HRA* teknikleri askeri operasyonlar ve havacılık gibi güvenlik açısından kritik sistemlerin güvenlik yönetiminin bir parçası olarak da kullanılmıştır (Kirwan B. , 1994).

HRA insan kaynaklı hataları (human-related errors – *HRE*) analiz etmeye çalışmaktadır ve farklı bakış açılarıyla farklı yaklaşımlar veya analiz teknikleri ortaya çıkmıştır. Yaklaşımları sıralandırsak;

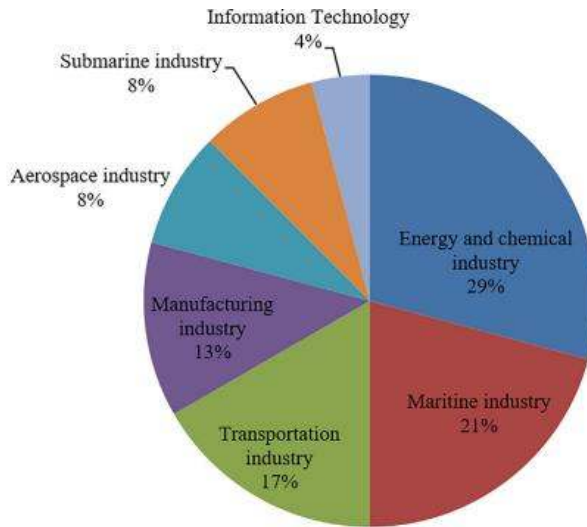
1. İnsan hatası olasılığını (human error probability- *HEP*) hesaplama, insan performansını değerlendirme ve hata olasılıklarını azaltma tekniği (*HEART*) (Williams, 1988),
2. İnsan hata oranı tahmini için teknik (technique for human error rate prediction-*THERP*) (Swain & Guttman, 1983) (Di Bona, Falcone, Forcina, & Silvestri, 2021),
3. Uzmanların tercihlerinin ve yargılarının nicelleştirilmesine dayanan bir karar-analitik teknik (success likelihood index methodology- *SLIM*) (Wang L, 2014) (Islam R, 2017),
4. Bilişsel güvenilirlik ve hata analizi yöntemi (cognitive reliability and error analysis method – *CREAM*) (Hollnagel, 1998) (Liao, 2016),
5. İnsan faktörü analizi sınıflandırma sistemi, havacılık kaza analizi için bir hata sınıflandırması olarak belirtilebilir ayrıca bunların yanında farklı uygulamalar da karşımıza çıkmaktadır (Lower, Magott, & J., 2018) (Can & Delice, 2020) (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021).

2. LİTERATÜR TARAMASI

HRA açısından birçok farklı yaklaşım mevcut olmasına rağmen yapılan çalışmalar yayınların gerçekten sınırlı olduğunu göstermiştir. Hou vd. (2021, s.151) tarafından yapılan *HRA* alanındaki araştırmasında, literatür taraması için zamanı 2009'dan 2020'ye kadar ve yayın dilini İngilizce ile sınırlandırılmıştır, Mayıs 2020'de yapılmış ve başlangıçta Web of Science- *WOS* veri tabanından toplam 1945 belge alınmıştır. Mükerrer kayıtlar silindikten sonra, daha fazla analiz için 1742 farklı kaydolduğu vurgulanmıştır. Bulunan sonuçların büyük çoğunluğu ise nükleer ve enerji sektöründedir *CREAM* yöntemi için incelenen 30 makale ise bu yönteminin uygulama alanında en az dağılımdan birisinin havacılık olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmalarda operasyon ve bakım alanında *HRA* yaklaşımının geliştirilmesi gereken alanlar arasında sayılmıştır.



Şekil 2.1. Araştırmanın akışı (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021)



Şekil 2.2. *CREAM* yöntemi alanları (Hou, Liu, Liu, & Jiang, 2021)

2.1. Havacılıkta İnsan Hatası

Akça'ya (2020) göre havacılık kazaları ile ilgili yapılan araştırma sonuçlarına göre pilot hatası kaynaklı kazalarda pilotların özellikleri, insan hatası faktörü ve tanımındaki eksiklikler veya etki eden faktörlerin ayrımındaki zorluklar açıklanmıştır. Li vd., (2006) tarafından hazırlanan makalede, ABD'de 1983 ve 2002 yılları arasında gerçekleşen 558 ticari havacılık kazasına (ölümcül olmayan kazalar da dâhil edilmiştir) ait Ulusal Ulaştırma Güvenliği Kurulu (National Transportation Safety Board-NTSB) raporları incelenmiştir. İncelenen olayların 265 tanesi (%47) türbülans harici kötü hava koşulları ile 138 tanesi (%25) türbülans ve 117 tanesi (%21) de mekanik hatalar ile ilişkilidir. Ayrıca 558 kaza olayının 180 tanesinde pilot hatası olduğu raporlanmıştır. Pilot hatası nedenlerinin oranı ise; (%26) dikkatsizlik, (%22) yanlış karar verme, uçağın aerodinamik olarak kötü kullanımı ve (%11) ekip etkileşimi zayıflığı olduğu ortaya çıkarılmıştır (Li, Grabowski, Baker, & Rebok, 2006). Shappell vd., (2007. s. 228) tarafından İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemini (HFACS-Human Factors Analysis and Classification System) kullanılarak 1990-2002 yıllarındaki 13 yıllık periyotta 1020 tane havacılık kazası (NTSB ve FAA verileri) incelenmiştir. Kazaya neden olan faktörlerin çoğunluğunun hava ekibine ve çevreye bağlı olduğu bunun yanında denetim ve organizasyonel nedenlere bağlı olanların ise azlığı vurgulanmıştır.

Nestor vd. (1974) tarafından 1957-1970 arasındaki 350 kaza arasından pilot hatası ile bağlantılı olacağı değerlendirilen 37 kaza raporu incelenmiştir. Daha fazla araştırma gerektiren bir dizi alan belirlenmiştir. Bunlar, mürettebat ilişkileri (koordinasyon, etkileşim), karar verme, yaklaşma izleme, hava mürettebatı yorgunluğu (çalışma/dinlenme programları) ve mürettebat stresi ve performans düşüşüne ilişkin hassas operasyonel endeksler gibi öğeleri içerir. Mevcut havayolu pilot eğitimi, bu çalışmada belirlenen kritik unsurlarda karşılaşılan durumlar için pilotu yeterince hazırlayamadığını raporlamıştır (Kowalsky, Masters, B., Babcock, & Rypka, 1974). Erjavac, Ronald ve John'un (2018, s.156-163) çalışmasında, havacılık kazalarına neden olan gizli ve semptomatik nedensel faktörler arasındaki ilişkiyi modellemek için havacılık kazası verileri değerlendirilmektedir. HFACS sistemine göre 2006-2015 tarihleri arasındaki 479 çift motorlu uçak kazaları incelenmiştir (NTSB verileri). Muhakeme ve karar verme hatalarıyla oluşacak diğer olumsuz koşullarda ölümlü kazaların oluşmasına karşın performans hatalarıyla birlikte olumsuz şartlar ufak kazalara neden olduğu ortaya konmuştur (Erjavac, Iammartino, & Fossaceca, 2018). Chang ve Wang (2010, s. 54-62)

havayolu endüstrisindeki uçak bakım teknisyenlerinde önemli insan risk faktörlerini incelenmiştir. Tayvan havayolları üzerinde ampirik bir çalışma gerçekleştirilmiş. Bir uzman anketi oluşturularak 107 kıdemli uzmanın görüşlerinden elde edilen risk faktörlerini kategorize etmek için insan faktörleri *SHELL* (Software, Hardware, Environment, Liveware) modelini değiştirilmiştir. Ampirik sonuçlar, 77 ön ve 46 birincil risk faktöründen dokuzu önemli derecede risk faktörü olduğu gösterilmiş ve bakımdaki güvenliğin öne çıkarılması vurgulanmıştır. Kathleen'de (1997, s. 209-212) çalışmasında Federal Havacılık İdaresi'nden alınan 70164 havayolu pilotu arasında, 1986-1992 yılları arasında 475 erkek ve 22 kadın pilot hatası olayı incelenmiştir. Yaş, deneyim (toplam uçuş saatleri), riske maruz kalma (son uçuş saatleri) ve işveren (büyük/büyük olmayan havayolu) için aynı anda kontrol etmek için yazar, lojistik regresyon kullanarak bir erkek pilot hataları modeli oluşturmuştur. Model, pilotların deneyimleri ve yaşları arttıkça pilot hatası olaylarına sahip olma olasılığının daha düşük olduğunu göstermiş ve büyük havayollarındaki pilotların, büyük olmayan havayollarındakilere oranla önemli ölçüde düşük pilot hatası olayı oranlarına sahip olduğunu ortaya koyuldu (McFadden, 1997).

Shappell ve Wiegmann'ın (2007) çalışmasının amacı insan hataları açısından *ABD* ordusu, *ABD* tarifeli ve tarifesiz ticari ve *ABD* genel havacılık uçuşlarındaki benzerlikler ve farklılıkları karşılaştırmayı sağlamaktır. *ABD* Deniz Kuvvetleri/Deniz Piyadeleri (1990-1998), *ABD* Hava Kuvvetleri (1991-1997), *ABD* Kara Kuvvetleri (1992-1998), *ABD* ticari hava taşıyıcıları (1990-1998) ve *ABD* genel havacılık uçuşları (1990-1998) içeren 16.000'den fazla kazanın analizi yapılmıştır. Sonuç olarak genel havacılıkla ilgili kazaların, diğer herhangi bir kategorilere oranla daha çok beceri eksikliğine bağlı hatalardan kaynaklandığı vurgulanmıştır (Shappell, Detwiler, Hackworth, Boquet, & Wiegman, 2007). Thomas, Thomas H. ve Spencer (2019) Ulusal Savunma Yetkilendirme Yasası kapsamında Askeri Havacılık Güvenliği yasası uyarınca kazalarla ilgili endişeleri araştırmak ve komisyona destek olmak, 1950'den beri faaliyette olan 55 farklı uçak tipi için Hava Kuvvetleri Güvenlik Merkezi'nden gelen kaza verilerini bir araya getirilmiş ve analiz etmişlerdir. Tek motorlu uçaklardaki kaza oranının çoklu motorlara oranla daha fazla olduğu, yeni uçaklarda kaza oranlarının daha düşük olduğu gibi sonuçlar sıralanmıştır. Hatalara neden olan diğer durumların da incelenmesi gerektiği sonraki araştırma önerileri içerisinde yer almaktadır. Li vd., (2009, s. 547-553) tarafından askeri operasyonlarda, insan faktörlerinden kaynaklanan olayları/kazaları önlemek amacıyla Standart Operation Procedures- *SOP*'lerin tam uygulanmasına vurgu yapılmıştır. İlk amaç,

Tayvan Indigenous Defense Fighter (*IDF*) savaş uçağı pilot arayüzünü ve ikinci amaç ise Hierarchical Task Analysis and Human Error Template-Hiyerarşik Görev Analizi ve İnsan Hata Şablonu analizi uygulaması yoluyla *IDF SOP*'sinin uygulanmasını değerlendirmektir. 6 pilot, 2 araştırmacı ve 1 uzman ile *IDF* iniş prosedürleri değerlendirilerek *SOP* uygulanması, pilot hatası nedenleri incelenmiş ve hava kuvvetlerinin muharebe etkinliği artırılacak ve kullanıcı dostu bir kokpit arayüzü geliştirilebileceği vurgulanmıştır.

Goldman, Fiedler ve King (2002) genel havacılık ve ticari havayollarında, 1988-1997 arasındaki kazaları bakım kaynaklı kazalar açısından incelemiştir. Ticari havayolu kazaları 1.493, General Aviation- *GA* kazaları 7.446 kez ölümlle sonuçlanmıştır. Genel havacılık açısından bakım aşamalarındaki en çok kazaya neden olan işlemin installation-kurum/montaj olduğu belirtilmiştir. Raporlama ve uçak çeşitliliğinden dolayı eğitim eksiklerinin kazalara neden olan bakım hatalarındaki önemli rolünün altı çizilmiştir. Stanton vd., (2006, s. 106-115) makalelerinde, uçuş güvertesinde tasarım kaynaklı hatanın tanımlanması için özel olarak bir teşhis aracı olarak tasarlanmış yeni bir insan hatası tanımlama tekniğini (*HET* – human error template) açıklamaktadır. *HET*, mevcut üç tekniğe karşı kıyaslanır (*SHERPA* – systematic human error reduction and prediction approach; *HAZOP* – hazard and operability study ve *HEIST* – human error in systems tool). *HET*, modern, yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş bir ticari uçakta bir yaklaşma ve iniş görevi sırasında bildirilen gerçek hatalarla tahmin edilen hataları karşılaştıran bir doğrulama çalışmasında mevcut üç tekniğin hepsinden daha iyi performans göstermiştir.

2.2. HEART Çalışmaları ve Havacılıktaki HEART Modellemeleri

HEART yaklaşımı birçok farklı alanda kullanılmış ve kendisini kanıtlamıştır. Kirwan ve arkadaşları (1994), HEART tekniğinin bir uzantısını kullanarak Birleşik Krallık elektrik santrali bilgilerinin veri madenciliğine dayanan Nükleer Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesi (Nuclear Action Reliability Assessment -NARA) tekniğini önermiştir.

Gibson ve arkadaşları (2012), Demiryolu Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesi (Railway Action Reliability Assessment- *RARA*), insan hatası ölçümüne yönelik demiryoluna özgü bir yaklaşım olarak önerilmiştir (Gibson, Mills, Smith, & Kirwan, 2012).

Castiglia ve Giardina (2013), hatalı eylemlerin olasılığını değerlendirmek için *HEART* yöntemini kullanmıştır ve bulanık modelleme adı altında bazı iyileştirmeler yapmıştır. "Dilsel değişken" kavramı, yani doğal veya yapay bir dilde kelimeler, deyimler veya cümleler olarak tanımlanan değerlere sahip bir değişken, geleneksel nicel ifadeler kullanılarak makul bir şekilde tanımlanamayacak kadar karmaşık veya kötü tanımlanmış durumlar ele alındığında çok yararlıdır. Çalışmasında fuzzy *HEART* model verileri ve sonrasında fuzzy *CREAM* methodu kullanarak verilerin karşılaştırma yoluna gidilmiştir (Castiglia & Giardina, 2013).

Akyüz ve Çelik (2015), denizcilik endüstrisindeki kimyasal tanker gemilerindeki tank temizleme sürecinde güvenliği ve operasyonel güvenilirliği artırmak için analitik hiyerarşi süreci (*AHP*- Analytic Hierarchy Process) tekniğinin *HEART* yaklaşımına entegrasyonu yoluyla metodolojik bir genişleme sağlamıştır (Akyüz & Çelik, 2015). Akyüz ve arkadaşları (2016), denizcilik ve açık deniz endüstrilerinde güvenlik seviyelerini artırmak için aralıklı tip-2 bulanık kümeleri *HEART* ile birleştirerek bir insan güvenilirliği değerlendirme yaklaşımı önerdi.

Deacon ve arkadaşları (2013), açık deniz tahliye prosedürlerini geliştirmek için insan hatası analizini tanıttı. Makalede yazarlar, açık deniz birimlerinde kaçış, tahliye ve kurtarma sürecindeki kritik adımlar için *HEP* değerlerini belirlemek amacıyla *HEART* metodolojisini kullanmaktadır (Deacon, Amyotte, Khan, & MacKinnon, 2013).

Chadwick ve Fallon (2012), radyoterapi tedavi sürecindeki kritik hemşirelik görevleri için değiştirilmiş bir *HEART* önerdi. Değiştirilen teknik, tek bir uzman değerlendirici kullanan normal yaklaşımın aksine, değerlendirmeyi tamamlamak için katılımcı bir ekip yaklaşımı kullandı. Grafik Derecelendirme Ölçeği (*GRS*-Graphic Rating Scale), yapım kolaylığı, yüksek düzeyde kullanıcı kabul edilebilirliği ve görünüş geçerliliği nedeniyle kullanıcı derecelendirmesi için yaygın bir formattır. İlgili format kullanılarak *EPC* (error producing conditions) ve *APOA* (Assessed Proportion of Affect) değerlendirmesi gruptakilerin değerlendirmesinin aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur.

Can and Delice (2020), karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarının (*AV-DEMATEL*) gelişmiş bir versiyonu aracılığıyla *HEART*'ın etkin kullanımını geliştirmeye çalışmıştır. *AV-DEMATEL* gerçekleştirmenin nedeni, bir süreçteki ana görevler (*MT*'ler), alt görevler (*ST*'ler) ve *EPC*'ler arasındaki karmaşık etki ilişkilerini göstermektir. HRE ve MRE (Machine related errors) değerlendirilmiş ve *PEP* (Process error probability) bulunmuştur.

Köseoğlu ve Delice (2022), hemşireler açısından kişi bazında görevlerde *HEP* değerleri Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis, *FSWARA*) ve Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, *PCA*) tabanlı HEART yani FSPC-HEART yöntemi bulunmuştur. Hataların azaltılması için bazı ergonomik öneriler sunulmuştur. (Köseoğlu & Delice, 2022)

Havacılık açısından *HEART* yaklaşımı incelendiğinde yayınların daha da azaldığı ortaya çıkmıştır ve genel olarak bakım personeli, hava kontrolörleri ve uçak gemisi inişine yönelik pilot hatası değerlendirmelere yönelik sonuçlar bulunmuştur.

Gibson ve Kirwan (2008), hava trafik yönetimi (Air Traffic Management- *ATM*) bağlamında insan performansını ölçmek için kullanılan Kontrolör Eylem Güvenilirlik Değerlendirmesini (Controller Action Reliability Assessment) -*CARA*) tanımlamıştır. *CARA* için temel bir amacın, genel görev türü (*GTT*) *HEP* değeri ve bu *HEP* değerini türetmek için kullanılan verileri spesifik hava trafik kontrolörleri açısından *CORE-DATA* (Computerized Operator Reliability and Error Data Base) ve *NARA* verileri kullanarak modifiye etmiştir (Gibson & Kirwan, 2008).

Guo ve Sun (2020, s. 1-15), sivil havacılıkta uçuş güvenliğini değerlendirmek için *HEART* yaklaşımının uygulanabileceğini ileri sürer. Fakat *APOA*'yı hesaplamaları için somut bir yaklaşım sağlamadığı için *EPC*'nin *APOA* değerini belirlemek için Improved Analytic Hierarchy Process- *IAHP* yöntemini kullanır ve geleneksel *HEART* modelindeki değerlerle karşılaştırır. Durum çalışmasında BOEING 737 ve Tayvan Indigenous Defense Fighter (*IDF*) savaş uçağı uçuş aşamalarındaki *IAHP* ve geleneksel *HEART* için *HEP* değerlerini karşılaştırır ve güvenilirliklerini vurgular. Jianyu ve arkadaşları (2016, s. 4465-4469) makalelerinde, kontrol-teorik açıdan uçak gemisi iniş senaryosunda Human System Integration- *HST* nın güvenilirlik değerlendirmesi için bir simülasyon çerçevesi oluşturmaktır. *HEART* modelinden pilot hatası incelemesi yapılırken yararlanılmış ve uçak gemisine inişteki pilot bilişsel hataları ileri sürülmüştür. Durum çalışmasında F-18 uçağı için uçak gemisine iniş sürecinin son aşamasında *HSI* değerlendirmesi için insan hatasıyla ilgili pilot modeli oluşturmaktadır (Jianyu, Guoqiang, Shengkui, Jianbin, & Guo, 2016). Zhou ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan araştırmanın amacı, pilot hatası için nicel bir değerlendirme yöntemi geliştirmektir. Havacılık sektörüne yönelik oluşturulan yeni *EPC*' lerin *APOA*' ları bulunmuş ve durum olayında 1881 yılında EA-6B PROWLER uçağının uçak gemisine iniş kazasına yeni *EPC*' ler ve bunların *APOA*

hesaplanarak entegre edilmiştir. Pratik kaza vakası, önerilen yöntemin uygulanabilirliğini ve etkinliğini göstermiştir (Sun, Zeng, Guo, & Zhou, 2015).

Yazgan ve Delice (2021) tarafından hazırlanan çalışmada, hibrit bir insan hatası değerlendirme (hybrid human error assessment- *HHEA*) uçak tamiri sırasında meydana gelen uçak bakım teknisyeni (aircraft maintenance technicians- *AMT*) hatası olasılığını belirlemek için bir yaklaşım önerilmiştir. Cessna 172 uçağının ana kumandalarından elevator bakımı işlem maddeleri incelenmiş ve insan hatası oranının daha fazla olduğu 3 işlem tespit edilmiştir. Bakım faaliyetlerinde insan hatasının oranının fazla olduğu maddelerin bulunması ve tavsiyeler açısından referans oluşturmıştır. Sheikhalishahi vd., (2016, s. 655-656) bakım faaliyetleri açısından *HEART* modelini uygulanmıştır.

Bu makalede, insan faktörleri ve bakım gruplaması olmak üzere iki kavram üzerinde odaklanan bakım çizelgeleme problemini sunmuştur. Güvenilirlik, maliyet ve insan hatası, objektif fonksiyonlar olarak kabul edilmiştir. Kapsamlı deneyler yoluyla, insan hatasının tercih edilen bakım programı üzerindeki etkisi sunulmuştur. Araştırma, insan hatasının bakım maliyeti ve güvenilirliği üzerindeki etkisine ilişkin görüşleri detaylandırmaya yardımcı olmuştur (Sheikhalishahi, Azadeh, Pintelon, Chemweno, & Ghaderi, 2016).

2.3. *APOA* Değerlerinin Belirlenmesi

İnsan hata olasılıklarının belirlenmesinde *APOA* 'ların hesaplanması çok kritik bir işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan incelemeler sonucu birçok çalışmada farklı yöntemlerle değerlendirilen etki oranının hesaplandığı görülmüştür. İncelemeler *APOA* 'ların bazı çalışmaların belirli bir sistematikte birçok kaza-kırım incelemesi sonucu, uzman görüşüyle, konu uzmanlarının (SME-subject matter expert) görüşleriyle, GRS tekniği ile bulanık veya hibrit matrisler kullanılarak, *AHP*, Analytic Network Process (*ANP*), *AV-DEMATEL* gibi tekniklerle veya bilgisayar destekli bilgilerden elde edilen veriler kullanılarak hesaplandığı belirlenmiştir (Kirwan B. , 1997) (Noroozi, Khan, Mackinnon, Amyotte, & Deacon, 2014) (Singh & Kumar, 2015) (Chadwick & Fallon, 2012) (Faucett, 2017). *APOA* belirleme açısından literatürdeki incelenen bazı çalışmalar Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. *APOA* değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler

Makale	Yazar	Konu	<i>APOA</i> Değeri Bulma Methodu
--------	-------	------	----------------------------------

Tablo 2.1.(Devam) APOA değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler

1	Emre Akyuz, Metin Celik.	A methodological extension to human reliability analysis for cargo tank cleaning operation on board chemical tanker ships, 2015	<i>AHP</i> - Multi Criteria Decision-Making (<i>MCDM</i>) metodu kullanılmıştır.
2	Emre Akyuz, Metin Celik.	A hybrid human error probability determination approach: The case of cargo loading operation in oil/chemical tanker ship, 2016	<i>AHP-MCDM</i> metodu kullanılmıştır.
3	Emre Akyuz, Metin Celik ,Salcuk Cebi	A phase of comprehensive research to determine marine-specific <i>EPC</i> values in human error assessment and reduction technique, 2016	Çoğunluk kuralı (Majority rule), <i>HEART</i> , <i>HFACS</i> , <i>AHP</i> ve doğrulama teknikleriyle ortak değerlendirme yapılmıştır.
4	Emre Akyuz, Metin Celik, Akgun, I., & Cicek, K.	Prediction of human error probabilities in critical marine engineering operation on-board chemical tanker ship: The case of ship bunkering, 2018	Gemideki operasyonlarda insan güvenilirliği analiz yöntemi (<i>SOHRA</i>), m-specific <i>EPC</i> ve <i>AHP</i> entegrasyonu kullanılmıştır.
5	Emre Akyuz, Metin Celik	A modified human reliability analysis for cargo operation in single point mooring (<i>SPM</i>) off-shore units, 2016	Denizcilik ve açık deniz endüstrilerinde güvenlik seviyelerini artırmak için aralıklı tip-2 bulanık kümeleri <i>HEART</i> ile birleştirilerek bir insan güvenilirliği değerlendirme yaklaşımı önerdi.
6	Petruni, A., Giagloglou, E., Douglas, E., Geng, J., Leva, M.C., Demichela, M.	Applying analytic hierarchy process (<i>AHP</i>) to choose a human factors technique: Choosing the suitable human reliability analysis technique for the automotive industry, 2019	<i>AHP-MCDM</i> metodu kullanılmıştır.
7	Castiglia, F., & Giardina, M.	Analysis of operator human errors in hydrogen refuelling stations: Comparison between human rate assessment techniques, 2013	Çalışmasında klasik <i>HEART</i> modeline sözel derecelendirme entegre ederek fuzzy <i>HEART</i> model verileri elde etmiş ve sonrasında fuzzy <i>CREAM</i> metodu kullanarak verilerin karşılaştırma yoluna gidilmiştir
8	Chadwick, L., & Fallon, E. F.	Human reliability assessment of a critical nursing task in a radiotherapy treatment process, 2012	Modifiye edilmiş <i>HEART</i> , tek bir uzman değerlendirici kullanan normal yaklaşımın aksine, değerlendirmeyi tamamlamak için katılımcı bir ekip yaklaşımı kullandı. 3 tane hemşire kullanarak aritmetik ortalama alma yoluna gidilmiştir.

Tablo 2.1. (Devam) APOA değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler

9	Yazdi, M	A perceptual computing-based method to prioritize intervention actions in the probabilistic risk assessment techniques, 2020	Oran analiziyle çok amaçlı optimizasyon (multi objective optimization by ratio analysis - <i>MOORA</i> yakın zamanda önerilen bir <i>MCDM</i> tekniğidir. Alternatif iyileştirmenin öncelik sıralaması için bir temel sağlayabilir ve tipik <i>MCDM</i> tekniklerinin değerlendirici bağımlılığı karakteristik sorunuyla etkili bir şekilde başa çıkabilir.
10	Can, G. F., & Delice, E. K.	An advanced human error assessment approach: <i>HEART</i> and <i>AV-DEMATEL</i> , 2020	<i>MCDM</i> metodu olan <i>AV-DEMATEL</i> kullanılmıştır. <i>HRE</i> ve <i>MRE</i> değerlendirilmiş ve <i>PEP</i> bulunmuştur.
11	Rezaei, J.	Best-worst multi-criteria decision-making method 2015.	En iyi ve kötü- <i>MCDM</i> metodu kullanılmıştır.
12	Gibson, W., & Kirwan, B	Application of the CARA HRA tool to air traffic management safety cases, 2008	<i>CARA</i> , genel görev türü (<i>GTT</i>), <i>EPC</i> ve <i>HEP</i> değerlerini türetmek için kullanılan verileri spesifik olarak hava trafik kontrolörleri açısından <i>CORE-DATA</i> ve <i>NARA</i> verileri kullanarak modifiye etmiştir.
13	Ebru Yazgan, Elif Kılıç Delice	Hybrid Human Error Assessment Approach for Critical Aircraft Maintenance Practice in the Training Aircraft, 2021	<i>ANP-MCDM</i> metodunda 6 teknisyen ve 1 yazar toplam 7 kişinin değerlendirmesine başvurulmuştur.
14	Guo Y. ve Sun Y.	Flight safety assessment based on an integrated human reliability quantification approach, 2020	<i>IAHP</i> 4 uzman görüşüyle ağırlıklandırma matrisi yapılmıştır. <i>AHP</i> 'deki tutarlılık oranı (consistency ratio- <i>CR</i>) basamağı belirtilmemiştir.
15	Sun G., Zeng S, Guo J., Zhou G.	Approved Quantitative evaluation method Of Pilot Errors During Landing Process Of Carrier Based Aircraft, 2015	<i>CORE-DATA</i> ve <i>HEART</i> verilerini entegre ederek <i>GTT</i> değeri ve 3 uzman görüşüyle <i>APOA</i> 'lar bulunmuştur.
16	Sheikhalishahi, M., Azadeh, A., Pintelon, L., Chemweno, P., Ghaderi, S. F.	Maintenance Scheduling Optimization in a Multiple Production Line Considering Human Error, 2016	Klasik <i>HEART</i> modeliyle değerlendirme yapılmıştır. 3 tane bakım yöneticisi değerlendirmesiyle ilgili değerler bulunmuştur.

Tezde, incelemeler sonucu yaygın kullanılan geleneksel *HEART* yöntemi içerisinde bulunan birden fazla uzman görüşünün ağırlıklandırılması olarak karşımıza çıkan *GRS* ve *AHP* yöntemindeki uygulama sonucu elde edilen karşılaştırma matrisleri sonucunu *APOA*'lar elde edilmiştir.

2.4. Jet Uçağı ve GE Motoru

HEART yaklaşımının havacılık açısında uygulamalarının yetersiz olduğı ve insan hatasının büyük oranda kazalara neden olmasına rağmen askeri havacılık açısından çalışmaların daha da sınırlı olduğı görülmüştür. Yapılan incelemeler çoğunlukla F-18 ve Tayvan *IDF* uçaklarıyla ilgili olarak bulunmuştur. Türkiye'nin envanterinde bulunan F-16 jet uçakları açısından herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

F-16 uçağının tarihsel olarak serüveni 1969 yılında Amerikan Donanması için F-14 (Tomcat) uçağının ve Amerikan Hava Kuvvetleri- *USAF* için F-15 (Eagle) uçağının görevini yapabilecek, Light Weight Fighter- *LWF* programıyla Pentagon'da başlatılmıştır. General Dynamics firması YF-16 prototip üretmiştir. YF-16, 13 Aralık 1973'te ilk üretimi ve 2 Şubat 1974'te uçuşunu gerçekleştirmiştir (http-4). 1987 yılında Peace Onyx I (Öncel Barış I) Programı kapsamında Türk Hava Kuvvetleri için ilk 8 uçak ABD'de üretilmiş ve ülkemize teslim edilmiştir. (http-5). Daha sonraki süreçte ise farklı modifikasyon içeren modelleri alınmaya devam etmiştir.

Aynı zamanda Amerikan Hava Kuvvetleri için 1970'te iki büyük motor geliştirmesi başlatıldı. İlki Pratt & Whitney Aircraft (*P&W*) tarafından geliştirilen F100 idi (F-15 hava üstünlüğü savaş uçağı için). YF-16'da *P&W* F100 motoruyla üretilmiştir. İkincisi F101 motoruydu, General Electric Company tarafından geliştirildi (B-1 için bombardıman motoru). F-14 ve F-15'teki motorlarla ilgili servis sorunları, *GE*'yi F101 motorunun bir prototip türevi olan F-101X'i inşa etmeye motive etti (Coalson, 1984). *P&W* F100 motorları geliştirilerek 1986 yılına kadar F-16 uçağı için takat sağlamış sonrasında ise GE F110 serisinin ilk motoru olan F110-GE-100 kullanılmıştır. Bu motor, F-16 Fighting Falcon'un Block 30 modelleri ve sonrası için daha yüksek performans sağlamak üzere F-101 motorları esas alınarak geliştirilmiştir (http-6) (Wadia & James, 2000). 28.000 pound itme gücü olan F110-GE-100, Ekim 1986'da ilk Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri F16 Block 30 C/D modellerine monte edildi. 1986'daki başlangıcından bu yana, Bahreyn, Mısır, Yunanistan, İsrail ve Türkiye'de kullanılmaktadır. Sonradan geliştirilen F110-GE-129 Artırılmış Performans Motoru (*IPE*), pilotların makine yerine göreve odaklanmalarını sağlayan, durmadan çalışabilirlik (stall free operability) ve sınırsız gaz kolu hareketinden etkilenmeyen (unrestricted throttle movement) güçlü bir temel mirası genişleten 29.000 librelük itme sınıfı bir motordur. F110-GE-129 *EFE* (Enhanced Fighter Engine) motordaki iki önemli yeni özellik arasında artırılmış hava akışı, yüksek verimlilik, üç aşamalı uzun chord blisk fan ve karmaşıklığı azaltan, bakım kolaylığı ve

daha uzun parça ömrü sağlayan gelişmiş bir radyal güçlendirici yer almıştır (Wadia & James, 2000).

Görüldüğü üzere firma tarafından üretilen motor sürekli geliştirilerek arızalanma ihtimali azaltılmış, parça dayanıklılığı arttırılmış, stalla karşı koruma sistemleri eklenerek daha güvenilir hale gelirken başka teknolojilerle desteklenerek emniyeti arttırılmaya ve verimi geliştirilmeye çalışılmıştır.

Türk Hava Kuvvetleri'nde envanterinde C tek kişilik ve D çift kişilik modelleri kullanılmaktadır. C modeli tamamen av ve bombardıman görevleri için imal edilmiştir. D modeli ise av ve bombardıman görevleri yanında eğitim amacıyla da kullanılmaktadır. Envanterde bulunan modeller Block 30-40-50 ve 50+ modelleridir. Açık kaynaklarda belirtilen sayılara göre:

- 36 adet Block 30
- 102 adet Block 40
- 71 adet Block 50
- 29 adet Block 50+

olmak üzere 238 adet F-16 envanterimizde yer almaktadır (http-7). Türk Hava Kuvvetleri envanterinde mevcut olan uçakların motoru GE tarafından üretilmiş olduğu sebebiyle GE çeklisti ve işlem maddeleri üzerinden çalışma yapılmaktadır. İlgili motorun özellikleri Tablo 2.2’de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. F110-GE motorları teknik özellikleri (http-8).

F110	Tür	Kompresör	Türbin	T-W oranı
GE100	Art yakıcı (Afterburner)	3 fan 9 yüksek basınç kompresörü	27,000 lbf	7,00:1
GE129	Art yakıcı	3 fan 9 yüksek basınç kompresörü	29,000 lbf	7,50:1
GE132	Art yakıcı	3 fan 9 yüksek basınç kompresörü	32,500 lbf	8,02:1

3. METODOLOJİ

Tezde jet uçağında pilotun hata yapma olasılığı hesaplanırken GRS ve *AHP* yönteminin *HEART* içerisine entegrasi ayrı ayrı incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırma yapılarak GRS'nin kullanıldığı klasik modelin eksiklikleri hibrit yöntemle minimuma indirilerek verilerin doğruluğu arttırılmaya çalışılmıştır.

3.1. *HEART* Yaklaşımı

HRA yaklaşımları arasında Williams tarafından geliştirilen *HEART* en yaygın kullanılanıdır. *HEART*, potansiyel insan hatalarının türlerini, bu tür hataların tahmini olasılığını, bu olasılığı etkileyebilecek faktörleri (örneğin, zaman baskısı, stres, zayıf çalışma ortamı, düşük moral), tasarımda tespit edilen insan hatalarını önleme yollarını dikkate alır ve etkilerini azaltmak için ihtiyaç duyulan ek hafifletici çözümler sunar (Can & Delice, 2020).

HEART modelinde sistematik olarak takip edilmesi gereken işlem maddeleri Tablo 3.1'de özet olarak anlatılmıştır (http-3) (Williams, 1988) .

Tablo 3.1. *HEART* modeli işlem maddeleri (Yazgan & Delice, 2021) (http-2)

İşlem	Görev	Çıktı
1	Genel Görev Güvenilmezliği (Generic Task Unreliability): Görevi, genel insan güvenilmezliği açısından 9 genel <i>HEART</i> görev türünden birine sınıflandırın.	Nominal insan güvenilmezlik olasılığı (Nominal human unreliability probability- <i>NHUP</i>)
2	Hata Üretken Koşul ve Çarpan: Analiz edilen senaryo/görev için performansı olumsuz yönde etkileyebilecek ilgili hata üreten koşulları (<i>EPCs</i>) belirleyin ve ilgili çarpanı elde edin.	Güvenilmezliğin artabileceği maksimum tahmini nominal miktar (çarpan-multiplier)
3	Değerlendirilen Etki Oranı (Assessed Proportion of Effect – <i>APOE</i>): Yargıya dayalı olarak her bir <i>EPC</i> 'nin görev üzerindeki etkisini tahmin edin.	0 ile 1 arasındaki etki değeri oranı
4	Değerlendirilen Etki: Her bir <i>EPC</i> için “değerlendirilen etkiyi” aşağıdaki formüle göre hesaplayın: ((Multiplier – 1) Assessed Proportion of Effect) + 1	Değerlendirilen etki değeri
5	İnsan Hata Olasılığı: Aşağıdaki formüle dayalı olarak görevin başarısız olma olasılığını hesaplayın: $HEP = GTT \times [(EPC1-1) \times APOA1 + 1] \times [(EPC2-1) \times APOA2 + 1] \times \dots \times [(EPCn-1) \times APOAn + 1]$	Genel başarısızlık oranı

HEART, insanlar arasındaki etkileşimleri, onların özel görevlerini ve insan performansını şekillendiren faktörleri veya hata üreten koşulları (*EPCs*) değerlendirir (Williams, 1988). *HEART* modelinde jenerik görev tipleri (generic task types – *GTT*)’ler ve *EPC*’ler olarak iki temel parametre ile tanımlanabilir. *HEART*’ta genel olarak işyerlerinde karşılaşılan görevler olarak kabul edilen dokuz farklı *GTT* vardır. Bunlar A’dan M’ye sıralama ile Tablo 3.2’de gösterilmiştir. Her *GTT*, nominal insan güvenilirliği (*NHU*) olarak adlandırılan farklı bir insan hata olasılıklarına sahiptir (Williams, 1988) (Yazgan & Delice, 2021) (Can & Delice, 2020).

Tablo 3.2. Genel görev güvenilirliği (Williams, 1988)

Tipler	Jenerik görevler	Önerilen nominal insan güvenilirliği (5-95.% sınırlar)
A	Tamamen yabancı, olası sonuçlara dair gerçek bir fikir olmadan hızla gerçekleştirildi.	0.55 (0,35-0,97)
B	Değişim ya da gözetim veya prosedürler olmadan tek denemede yeni veya orijinal durumuna sistem geri yükleme.	0.26 (0,14-0,42)
C	Üst düzey anlama ve beceri gerektiren karmaşık görev.	0.16 (0.12-0.28)
D	Hızla gerçekleştirilen veya yetersiz dikkat verilen oldukça basit bir görev.	0.09 (0,06-0,13)
E	Rutin, çok pratik, nispeten düşük düzeyde beceri içeren hızlı görev.	0,02 (0,007-0,045)
F	Bazı kontroller ile prosedürleri takip eden yeni bir evreye veya orijinal haline sistemi dönüştürmek ya da yenilemek	0.003 (0,0008-0,007)
G	Tamamen bilindik, iyi tasarlanmış, oldukça pratik, saat başına birkaç kez meydana gelen rutin görev, yüksek düzeyde motive olmuş, tamamen hatadan kaynaklanan sonuçların farkında, lakin önemli yardımcı doküman olmaksızın, zamanla potansiyel hatayı düzeltmek için yüksek eğitilmiş ve tecrübeli bir kişi tarafından mümkün olan en yüksek standartlarda gerçekleştirilir.	0.0004 (0.00008-0.009)
H	Sistemin durumunun doğru yorumlanmasını sağlayan bir artırılmış veya otomatik denetleme sistemi olduğunda bile sistem komutuna doğru yanıt verme	0,00002 (0,000006-0,00009)
M	Açıklamanın bulunmadığı çeşitli görevler. (Nominal 5 ila 95.% veri yayılımları, normallik olduğunu düşündüren deneyim temelinde seçilmiştir)	0,03 (0,008-0,11)

EPC’ler, operatör deneyim seviyesi, zaman baskısı, operatörün moral bozukluğu, yaş, görev için uygun zaman, riskin yanlış anlaşılması vb. gibi insan performansını

olumsuz yönde etkileyen herhangi bir iç veya dış koşul olarak tanımlanabilir. Bu farklı koşullar *GTT* olarak her işyerinde de karşılaşılmaktadır. *EPC*'ler, ilgili görevde *HEP*'i arttıran bu koşulların etki düzeylerini gösterir. Yani *EPC*'ler ve *GTT*'ler birlikte ilgili *HEP* değerlerini arttırabilir. *HEART* yaklaşımının içerdiği 38 farklı *EPC* Tablo 3.3'te gösterilmiştir (Can & Delice, 2020).

Tablo 3.3. Hata üreten durumlar (*EPC*) (Williams, 1988)

Hata Üreten Durum (<i>EPC</i>)		"Hedef" koşullarından "kötü" olana kadar güvenilmezliğin değişebileceği maksimum tahmini nominal değer
1	Nadiren ortaya çıkan veya yeni olan potansiyel öneme haiz bir duruma yabancı olma	X 17
2	Hata tespiti ve düzeltme için yeterli zaman eksikliği	X 11
3	Düşük bir sinyal-gürültü oranı	X 10
4	Çok kolay erişilebilir olan bilgi veya özelliklerin bastırılması veya geçersiz kılınması durumu	X 9
5	Mekânsal ve işlevsel bilgileri operatörlere kolayca özümseyecekleri bir biçimde aktarmanın hiçbir yolunun olmaması durumu.	X 8
6	Bir dünya operatörü modeli ile tasarımcı hayali arasındaki uyumsuzluk	X 8
7	İstenmeyen bir eylemi tersine çevirmenin açık bir yolu yoktur	X 6
8	Bir kanal kapasitesinin aşırı yüklü olması, özellikle birinin gereksiz bilgiyi eşzamanlı sunumundan kaynaklanır	X 6
9	Bir teknikten vazgeçme ve karşıt bir felsefenin uygulanmasını gerektiren birini yerine getirme ihtiyacı	X 5.5
10	Özel bilgileri, kayıp olmaksızın görevden göreve aktarma ihtiyacı	X 5
11	Gerekli performans standartlarında belirsizlik	X 4
12	Algılanan ve gerçek risk arasındaki uyumsuzluk	X 4
13	Kötü, belirsiz veya yanlış eşleştirilmiş sistem geri bildirimi	X 3
14	Kontrolün uygulanacağı sistem kısmından istenen bir eylemin doğrudan ve zamanında doğrulanmaması	X 3
15	Operatör deneyimsiz (örneğin, yeni nitelikli bir meslek erbabı, ancak bir "uzman" değil)	X 8
16	Prosedürler ve kişi-kişi etkileşimi tarafından aktarılan bilgilerin yetersiz kalitesi	X 3
17	Çıkıya ait bağımsız bir kontrolün ya da testin az veya hiç olmaması	X 3

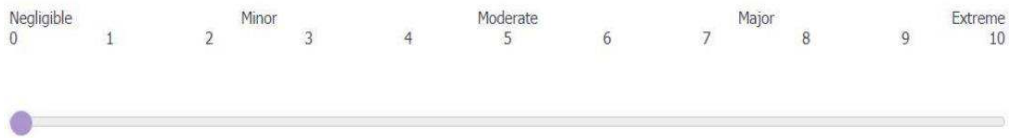
Tablo 3.3 (Devam) Hata üreten durumlar (EPC) (Williams, 1988)

18	Anında ve uzun vadeli hedefler arasında bir çatışma	X 2.5
19	Doğruluk kontrolleri için bilgi girişi çeşitliliğinin bulunmaması	X 2.5
20	Bir bireyin eğitim başarı düzeyi ile görev gereksinimleri arasında bir uyumsuzluk	X 2
21	Daha tehlikeli prosedürleri kullanma için teşvik	X 2
22	İşin anlık sınırları dışında zihin ve beden egzersizi yapmak için çok az fırsatın olması	X 1.8
23	Güvenilmez teçhizat (fark edilmesi yeterli)	X 1.6
24	Bir operatörün yetenekleri veya deneyimlerinin ötesinde olan mutlak yargılara duyulan ihtiyaç	X 1.6
25	İşlev ve sorumluluğun belirsiz dağılımı	X 1.6
26	Etkinlik sırasında ilerlemeyi takip etmenin açık bir yolunun bulunmaması	X 1.4
27	Sınırlı fiziksel yeteneklerin aşılması tehlikesi	X 1.4
28	Bir görevde az ya da anlamsız tanımlamalar	X 1.4
29	Üst düzey duygusal stres	X 1.3
30	Çalışanlar arasında hastalık özellikler ateş	X 1.2
31	Düşük işgücü morali	X 1.2
32	Gösterge ve prosedürlerin anlamının tutarsızlığı	X 1.2
33	Kötü ya da uygun olmayan bir ortam (% 75'inin altında sağlık ya da yaşamı tehdit eden şiddet)	X 1.15
34	Uzun süreli hareketsizlik veya düşük zihinsel iş yükü görevlerinin sıklıkla tekrarlanan döngüsü	İlk yarım saat için X 1.1 Sonraki her saat için X 1.05
35	Normal iş-uyku döngüsünün bozulması	X 1.1
36	Görev hızına başkalarının müdahaleleri	X 1.06
37	Normal ve tatmin edici bir şekilde görev yapmak için gerekli olan ek ekip üyeleri	Ek adam başına X 1.03
38	Algısal görevleri yerine getiren personelin yaşı	X 1.02

Geleneksel *HEART* metoduna yapılan en önemli eleştiri bir tane karar verici tarafından *GTT* ve *EPC*'lerin belirlenmesi işlemlerin subjektif olmasına neden olduğudur. Tezde bu sorunun giderilmesi amacıyla 8 (sekiz) uzman görüşüne başvurulmuştur ve subjektiflik en aza indirilmeye çalışılmıştır. İlgili uçak tipinde uçuş saati farklılık gösteren (500 ila 3.000 saat ve üzeri) 8 tane pilot görüşünün değerlendirmesi alınmıştır. Belirtilen

uçuş saatlerine ulaşılabilmesi için 5 yıl ila 25 yıl arasında haftada en az 3 sorti F-16 uçuşunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ortalama bir sorti ise 1,5 ila 2 saat sürmektedir. Sekiz uzman, X1'den başlayacak şekilde X8'e kadar sıralandırılarak ifade edilmiştir. Uzman sayısının optimum olarak tutulması gerekmektedir. Seaver ve Stillwell (1983) tarafından yapılan çalışmada uzmanların sayısının 10'dan fazla olması durumunda işlemlerdeki hata olasılıklarının artacağı, sıkıcı bir durum olacağı ve hesaplanması için bilgisayar programlarından destek alınacak karmaşık bir yapıya dönüşeceği belirtilmiştir (Seaver & Stillwell, 2015).

Geleneksel hesaplamada her bir *EPC*'nin etkisini gösteren *APOA* değeri 0 ile 1 arasında değerlendirilir ve *EPC*'nin ilgili *ST* üzerindeki nispi ağırlığı olduğu için *APOA* hesaplaması karar verici tarafından yapılır (Akyüz, Çelik, & Selçuk, 2016). Tezde ise sekiz uzman tarafından her bir *EPC*'nin *APOA* etkisini bulmak için *GRS* kullanılmıştır. Bu teknikte 0-10 arasındaki skalada sekiz uzmanın görüşü alınır. Ayrıca sözel 5 ana derecelendirme değeri de kullanılmıştır. 0 etkisiz, 1 en az etkiye sahip anlamına gelirken 8 oldukça fazla ve 10 ise aşırı derecede etkiliyor şeklinde yorumlanmaktadır. Verilen cevapların ortalaması alındıktan sonra *HEART* için kullanılan 0 ila 1 arasındaki formata uyarlanmıştır (Faucett, 2017) (Mckelvie, 2011) (Chadwick & Fallon, 2012). 0-10 arasındaki betimleme kolay kullanım ve anlaşılır olma sebepleriyle tercih edilmiştir. *GRS* skalası Şekil 3.1'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. *APOA* değerlendirme skalası (Faucett, 2017)

Geleneksel *HEART* yönteminde bulunan *HEP* değerlerinden bazıları 1'den büyük çıkmaktadır. Literatürde konuyla ilgili 2 farklı çözüm ileri sürülmüştür. Birincisi *APOA* değerlerinin normalize edilmesi zaten *AHP* gibi çok kriterli yöntemlerin işlem basamaklarından birisini oluşturmaktadır. Diğeri ise Williams (1988) veya Chadwick ve Fallon (2012) tarafından ileri sürülen 1 değerinin üzerindeki olasılıkların 1 değerine sabitlenmesi yöntemidir. Tez çalışmasında karşılaştırmaların 0-1 arasında bulunması doğru değerlendirilmelerin yapılabilmesi amacıyla normalize yöntemi kullanılmıştır. En

yaygın normalize metodu olarak karşımıza min-max normalize formülü çıkmaktadır (Larose & Larose, 2015). Bu formül incelendiğinde en yüksek değerin normalizasyonu 1 ve en düşük değerin ise normalizasyonu 0 olarak bulunmaktadır. Bu durumda hata olasılığı açısından problem doğurmaktadır. Bunun yanında decimal scaling formülü ile bütün değerler 0-1 arasında çıkmaktadır ve daha önce uygulama alanı bulmuştur (Faucett, 2017) (Williams, 1988).

$$X_{\text{decimal}} = \frac{x}{10^d} \quad (3.1)$$

Decimal scaling formülü incelendiğinde normalize için ilgili serinin en yüksek değeri bulunur ve tam sayı kısmının rakamlarının basamakları sayılarak belirlenir. İlgili formülde basamak değeri 10 üzerine gelecek şekilde her bir değere bölünerek normalize edilir.

3.2. AHP (Analytic Hierarchy Process) Metodu

İnsanlar hayatları boyunca karşılaştıkları problemlere çözümler ararken veya aşmaya çalışırken birtakım kararlar vermek zorunda kalırlar. Bu süreçlerde birbirleriyle çelişen veya ilişki içerisinde olunan durumlarla karşılaşılır. Çok kriterli karar verme süreçleri birbirleriyle ilişkili durumlar arasında seçim işlemini kolaylaştırmaya yarayan süreçler olarak karşımıza çıkar. Üç yaklaşımla gruplandırılabilen farklı çok kriterli karar analizi modelleri tarafından çeşitli yaklaşımlar kullanılır: tek sentezleme kriteri, üstün sentezleme ve etkileşimli deneme yanılma. Yaygın olarak kullanılan modeller Tablo 3.4'te belirtilmiştir.

Tablo 3.4. En yaygın MCDA (multi-criteria decision analysis) yöntemlerinin listesi (Guitouni, 1998)

	Metot	Açıklama
1	Ağırlıklı Toplam	Bir alternatifin genel performansı, her bir kriter boyunca değerlendirmelerinin ağırlıklı toplamı olarak hesaplanır.
2	TOPSIS-Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution	Seçilen alternatif, ideal çözüme en yakın ve negatif-ideal çözümden en uzak bir profile sahip olmalıdır.
3	MAVT (multi-attribute value theory)	MAVT uygulamaları, bir karar vericinin değer işlevini iki veya daha fazla amaç ve ilgili kriterler üzerinden tanımlamaya çalışır.
4	SMART (simple multi attribute rating technique)	Fayda fonksiyonlarına son derece yakın yaklaşımlar veren ağırlıklı doğrusal ortalamaları kullanarak çok özellikli fayda teorisini uygulamanın basit yolu.

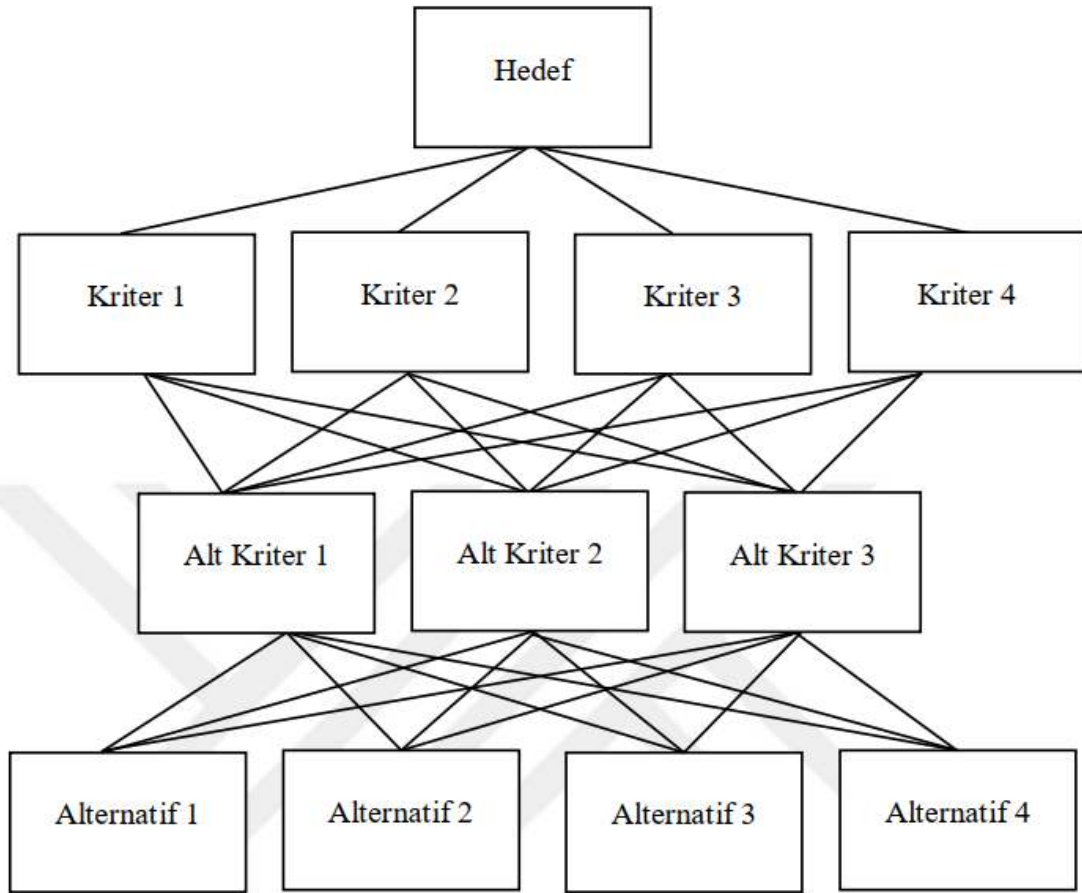
Tablo 3.4.(Devam) En yaygın MCDA (multi-criteria decision analysis) yöntemlerinin listesi (Guitouni, 1998)

5	MAUT (multi-attribute utility theory)	Küresel bir fayda fonksiyonu oluşturmak için her bir kriterde kısmi fayda fonksiyonları değerlendirilir ve genel geçer bir U fonksiyonu halinde ifade edilir. Bazı koşullar altında, U toplamalı, çarpmalı veya dağılımlı bir şekilde elde edilebilir.
6	AHP (analytic hierarchy process)	Göreceli öneme sahip sübjektif değerlendirmeleri bir dizi ağırlık haline dönüştürmek. Yöntem, seçeneklerin genel bir derecelendirmesinde yeniden birleştirilen ikili karşılaştırma yoluyla, göreceli öneme sahip öğeler ve ölçüler hakkında karşılaştırmalı yargılar uygular.
7	ELECTRE I	Prosedür, baskın olmayan alternatifler kümesinin boyutunu küçültmeyi amaçlamaktadır. Bir alternatif, diğer alternatifler tarafından belirli bir dereceye kadar hakimse elenebilir. Prosedür, performanslar yerine tercihleri toplamaya çalışan ilk prosedürdür.
8	PROMETHEE I	<i>PROMETHEE I</i> , <i>ELECTRE</i> ile aynı prensiplere dayalıdır ve her bir kriter boyunca DM tercihlerini açıklamak için altı işlev sunar. Bu prosedür, giriş ve çıkış akışlarını kullanarak alternatiflerin kısmi bir sırasını sağlar.
9	QUALIFLEX	<i>QUALIFLEX</i> yöntemi, bir metrik prosedüre dayanmaktadır, yani yöntem, alternatiflerin tüm olası permütasyonları (sıralamaları) altında her bir kriter göre alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını gerçekleştirir.
10	Fuzzy conjunctive / disjunctive method (bulanık bağlaç /ayırıcı yöntem)	Veriler bulanık olduğunda, karar verici tarafından sağlanan değerler ve standart seviyeler ile değerlendirmeler arasındaki eşleşme belirsiz ve bir derece meselesi haline gelir. Eşleşme derecesi, olasılık ölçüsü ve gereklilik ölçüsü kullanılarak hesaplanır.

AHP, güçlü birçok kriterli karar verme yöntemidir. İlk olarak Saaty (1980) tarafından hiyerarşik yapıya göre kriterlerin göreceli ağırlıklarını sağlamak amacıyla ortaya atılmıştır. Yöntem, sırasıyla alternatiflerin karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisine bağlıdır. Hesaplanabilirlik, anlaşılabilirlik açısından sağladığı kolaylıklar ve Excel programında çözüme imkân vermesi, *AHP*'yi literatürde en sık kullanılan yöntemlerden biri haline getirmiştir (Uludağ & Doğan, 2016). *AHP*'nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. *AHP*, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir (Kuruüzüm & Atsan, 2001). Yöntem, karmaşık karar

problemlerini bulmak için çok sayıda disiplinde kullanılmıştır. (Akyuz E. &, 2016a) (Akyuz & Celik, 2016b). Örneğin pazarlama, finans, eğitim, kamu politikaları, ekonomi, tıp ve spor alanlarında çok sayıda başarılı *AHP* uygulaması araştırmalara konu edilmiştir (Zahedi, 1986) (Wind & Saaty, 1980) (Saaty T. , 1980) (Saaty & Vargas, 1984) (Lusk, 1979).

AHP yöntemi 4 aşamadan oluşmaktadır. *AHP*'nin ilk aşamasında; karar verici öncelikle hedefi tanımlar, daha sonra bu hedefe ulaşmak için kullanacağı kriterleri ve varsa bunların alt kriterlerini belirler, kıyaslama yapılacak konu ya da objeleri yerleştirdiği hiyerarşi şemasını kurar ve son olarak ağırlıklı önem matrisleri ve doğrulukların kontrolü yapılır (Özsoy H. Ö., 2018b). (Saaty T. , 2008).



Şekil 3.2. *AHP* yönteminde hedef ve kriter şeması (Özsoy H. Ö., 2018a)

AHS'nin ikinci aşamasında; karar vericiye belirlenen kriter veya alt kriterlerin “hangisi önemli ve ne kadar önemli” soruları sorulup ve buna göre değerlendirme

kriterleri birbirleriyle ikili kıyaslanarak, kriterlerin birbirine göre öncelikleri belirlenir. Bunun için kriterlerle Tablo 3.5'teki gibi ikili matrisler oluşturulur ve Tablo 3.7'deki Saaty tarafından ortaya konulan ölçeklendirme kullanılarak değerlendirilir. Böylece kriterlerin kendi arasında ağırlıklı önem sıraları belirlenir. Bu sayede tüm kriterlerin, karar verme sürecine, sayısal olarak belirlenmiş önem dereceleri ölçüsünde, hiyerarşik olarak katılımları sağlanmış olur (Saaty T. , 1980)

Tablo 3.5. *Kriterlerin aralarındaki ağırlık puanlamasının gösterimi (Karabıyık, 2019)*

	Kriter1	Kriter2	Kriter3		Kriterm
Kriter 1	W1/W1.	W1/W2	W1/W3		W1/Wm
Kriter 2		W2/W2	W2/W3		W2/Wm
Kriter 3			W3/W3		W3/Wm
.....					
Kriter n					Wn/Wm

W: ölçülmüş değer/göreceli önem değeri

Tablo 3.6' da yer alan örnek ikili karşılaştırmalar matrisinde $w1/w2 = 4$ değeri; Kriter 1'in, Kriter 2'den 4 kat daha önemli veya ağırlığının fazla olduğunu ifade eder. Buna karşılık $w2/w1$ de $1/4$ değerini alır ve Kriter 2'nin Kriter 1'e göre $1/4$ oranında önemli olduğunu gösterir. İkili karşılaştırmalar matrisleri analitik hiyerarşi sürecinde gerçekleştirilen analizin girdisini oluşturur.

Tablo 3.6. *Kriterlerin aralarındaki ağırlıklandırılmasının Saaty önem skala değerleriyle gösterimi*

Değer	Tanım	Açıklama
1	Aynı önemde	İki seçenek eşit derecede öneme sahip
3	Biraz daha önemli	Bir seçenek diğerine karşı biraz daha üstün
5	Oldukça önemli	Bir seçenek diğerine karşı oldukça üstün
7	Çok daha önemli	Bir seçenek diğerine göre çok üstün
9	En önemli	Bir seçeneğin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

AHP'nin üçüncü aşaması normalizasyon ve önem derecelerinin tutarlılık sürecidir. Bu süreçte ikili karşılaştırma matrisleri geliştirildikten sonra karşılaştırılan her kriterin göreceli önem ağırlığının (W) hesaplanması yapılır (Kuruüzüm & Atsan, 2001). Normalize edilme aşamasında Şekil 3.3 ve 3.4'teki işlemler yapılır. Şekil 3.3'te, ikili karşılaştırma matrisleri tablosundaki sütunlar toplanır. Daha sonra ikili karşılaştırma matrislerinin her bir sütun toplamı, ilgili her bir sütun değerine bölünür. Şekil 3.3'te elde edilen yeni matriste, Şekil 3.4'teki gibi her sütun toplamı 1'e eşit olur. Şekil 3.4'te, satır

toplamlarının satır sayısına bölünmesiyle de göreceli öncelik ağırlığı (W) hesaplanmış olur (Özkan, B., & Özkan, 2018).

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3
Kriter 1	$\frac{w1/w1}{\frac{w1}{w1} + \frac{w2}{w1} + \frac{w3}{w1}} = A$	$\frac{w1/w2}{\frac{w1}{w2} + \frac{w2}{w2} + \frac{w3}{w2}} = B$	$\frac{w1/w3}{\frac{w1}{w3} + \frac{w2}{w3} + \frac{w3}{w3}} = C$
Kriter 2	$\frac{w2/w1}{\frac{w1}{w1} + \frac{w2}{w1} + \frac{w3}{w1}} = D$	$\frac{w2/w2}{\frac{w1}{w2} + \frac{w2}{w2} + \frac{w3}{w2}} = E$	$\frac{w2/w3}{\frac{w1}{w3} + \frac{w2}{w3} + \frac{w3}{w3}} = F$
Kriter 3	$\frac{w3/w1}{\frac{w1}{w1} + \frac{w2}{w1} + \frac{w3}{w1}} = G$	$\frac{w3/w2}{\frac{w1}{w2} + \frac{w2}{w2} + \frac{w3}{w2}} = H$	$\frac{w3/w3}{\frac{w1}{w3} + \frac{w2}{w3} + \frac{w3}{w3}} = İ$
Sütun Toplam	$\frac{w1}{w1} + \frac{w2}{w1} + \frac{w3}{w1}$	$\frac{w1}{w2} + \frac{w2}{w2} + \frac{w3}{w2}$	$\frac{w1}{w3} + \frac{w2}{w3} + \frac{w3}{w3}$

Şekil 3.3. Normalize matris oluşturulması (Özkan, B., & Özkan, 2018)

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Görelî Önem Ağırlığı(W)
Kriter 1	A	B	C	$\frac{A + B + C}{(Satır Sayısı)} = X$
Kriter 2	D	E	F	$\frac{D + E + F}{(Satır Sayısı)} = Y$
Kriter 3	G	H	İ	$\frac{G + H + İ}{(Satır Sayısı)} = Z$
Sütun Toplam	A+D+G=1	B+E+H=1	C+F+İ=1	X+Y+Z=1

Şekil 3.4. Görelî önem ağırlığının bulunması (öncelik değeri) (Özdemir, 2019)

Karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığının tespiti için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır (Saaty,1980).

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{CI}{RI} \quad (3.2)$$

formülü ile hesap edilir. Burada CI , Tutarlılık İndeksi ve RI ise, Rasgele Tutarlılık indeksidir.

Tutarlılık İndeksi (CI) ve Rasgele Tutarlılık İndeksi (RI) ise;

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI)} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.3)$$

λ_{max} değerine ise

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (3.4)$$

formülüyle ulaşılır.

$$\text{Rasgele Tutarlılık İndeksi (RI)} = \frac{(n - 2) * 1,98}{n} \quad (3.5)$$

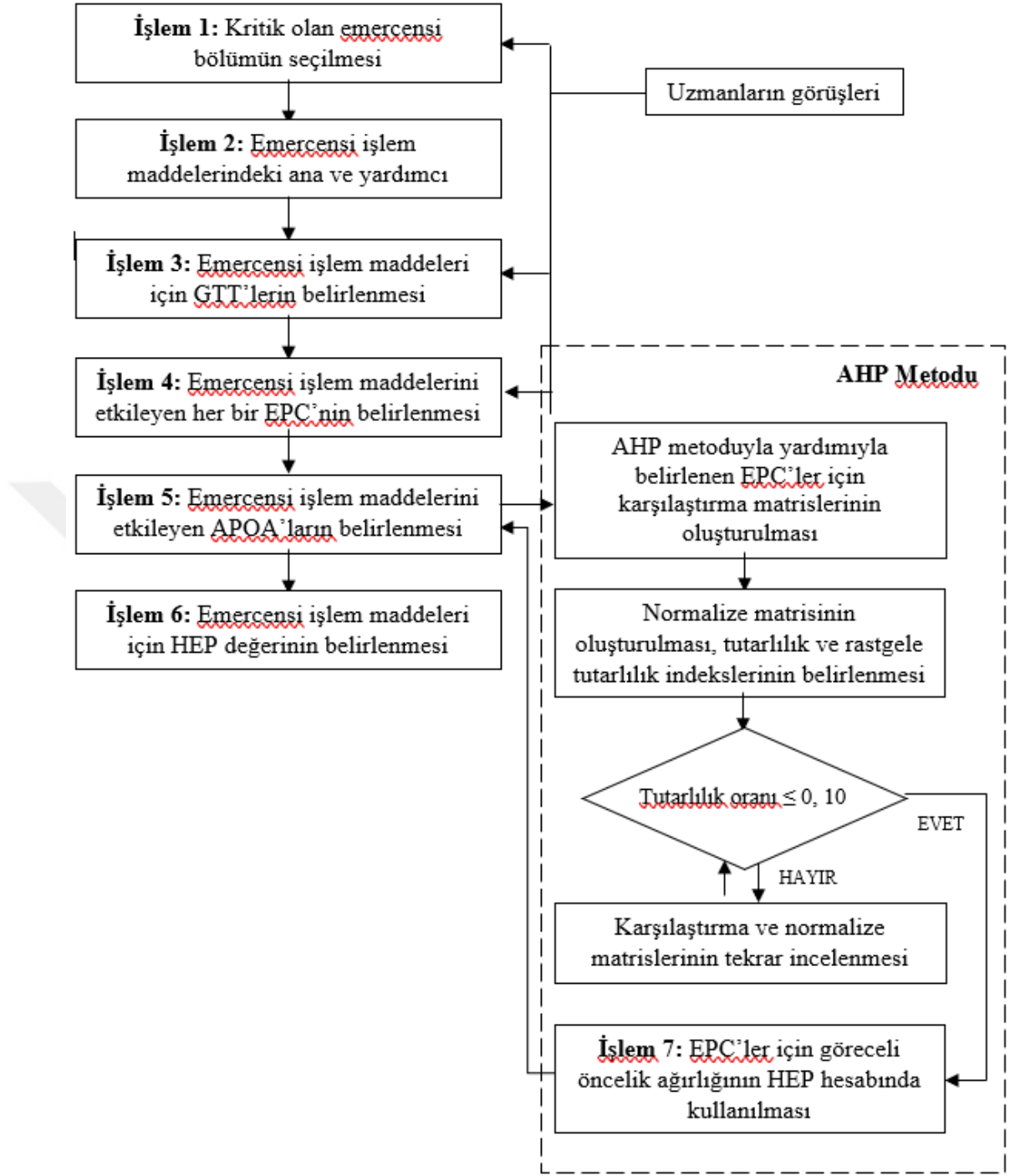
formülleri ile hesap edilir (Orçanlı & Özdemir, 2013). *CR* 0,1'den küçük ise karşılaştırmalar tutarlı olarak kabul edilir fakat büyük ise matrisin yeniden oluşturulması gerekmektedir (Alonso & Lamata, 2006) (Karabıyık, 2019) (Özkan, B., & Özkan, 2018).

3.3. HEART Metodu İçin Hibrit Yaklaşım

AHP yaklaşımıyla uygulanan hibrit *HEART* metodunun doğruluğunun geleneksel *HEART* metoduna kıyasla yüksek olması sebebiyle Şekil 3.5'te işlem basamakları belirtilen diyagram oluşturulmuştur.

Geleneksel *HEART* için Tablo 3.1'de anlatılan işlemler değişmemekle beraber sadece *APOA* değerlerinin bulunması Şekil 3.5'teki işlem 5'te *AHP* yöntemiyle *EPC*'lerin kendi aralarındaki ağırlıklandırılması bulunmaya çalışılmış ve *HEART* modelinin içine entegre edilmiştir. Bu sayede geleneksel olarak bulunan *EPC*'ler ile *AHP* yöntemiyle elde edilen *EPC*'lerin karşılaştırılması yapılabilmiş ve doğrulukları artırılmıştır.

Yapılan yeni hibrit *HEART* modeli diyagramı Şekil 3.5 aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Hibrit HEART yaklaşımı akış diyagramı

Elde edilen hata olasılıkları Garvey (2001) tarafından risk açıklama aralıkları olarak tanımlanmıştır (Garvey, 2001) (Köseoğlu, Delice, & Erdebilli, 2023). İlgili değerler Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Hata olasılıkları yorumu ve değerleri (Köseoğlu, Delice, & Erdebilli, 2023)

Olay Risk Olasılığı	Tanımlama	Değerlendirme
$> 0- \leq 0.05$	Gerçekleşme ihtimali yok	Düşük
$> 0.05- \leq 0.15$	Gerçekleşmeme ihtimali çok yüksek	Düşük
$> 0.15- \leq 0.25$	Gerçekleşmeme ihtimali yüksek	Düşük
$> 0.25- \leq 0.35$	Gerçekleşmeme ihtimali az	Düşük
$> 0.35- \leq 0.45$	Gerçekleşmeme ihtimali gerçekleşmesinden fazla	Orta
$> 0.45- \leq 0.55$	Gerçekleşmeme ihtimali gerçekleşme ihtimaliyle aynı	Orta
$> 0.55- \leq 0.65$	Gerçekleşme ihtimali gerçekleşmemesinden fazla	Orta
$> 0.65- \leq 0.75$	Gerçekleşme ihtimali var	Yüksek
$> 0.75- \leq 0.85$	Gerçekleşme ihtimali yüksek	Yüksek
$> 0.85- \leq 0.95$	Gerçekleşme ihtimali çok yüksek	Yüksek
$> 0.95- < 1$	Gerçekleşme ihtimali kesin	Yüksek

4. UYGULAMA: JET UÇAĞINDAKİ MOTOR KAYNAKLI KAZALARIN AZALTILMASINDA HİBRİT HEART YAKLAŞIMI

4.1. Kritik Olan Emercensi Bölümün Seçilmesi

Kazaların bir numaralı nedeni motor arızası (%35), ardından en sık yerle çarpışma (%24) olmuştur. Tüm kazaların %55'inde pilotaj hatası sebep olarak belirlenmiştir (Knapp & Johnson, 1996). Pilotun emercensi durumda uyguladığı cheklist maddeleri mevcuttur bu yüzden ilgili emercensiler içerisinde en önemlisi belirlenerek ilgili maddelerdeki pilot hata oranını hesaplanmalıdır. F-16 uçağının genel olarak modeline göre (tek kişilik C/D çift kişilik) maliyeti 21-28 milyon dolar arasında değişmektedir ve son zamanlarda F-35 uçağı yerine alınması planlanan F-16 Block 70 modelinin ise maliyetinin yaklaşık 60 milyon dolarlar olduğu tahmin edilmektedir. Temini güç olan ve askerî açıdan kuvvet çarpanı olarak değerlendirilen askeri bir savaş uçağının kaza sonucu kaybedilmesi de ülkelerde politik olarak baskı yaratmaktadır. Bunun yanında pilotaj eğitiminin sürecinin 2 yıl gibi çok uzun, maliyetinin 2-3 milyon dolar, belirli bir tecrübe seviyesine ulaştırılana kadar saatlerce uçuş ve zaman ayrılması ve hatta daha kötüsü pilotun yani yıllarca emek verilmiş bir insanın hayatını kaybetmesi sebepleri en kritik emercensi prosedürün bulunmasının oldukça önemli bir işlem basamağı olduğunu bize göstermektedir (http-9).

Air Force Safety Center tarafından yayınlanan veriler incelendiğinde GE100 ve GE129 motorlarından kaynaklı A sınıfı kazaların fazlalığıyla verilerin doğruluğu vurgulanmıştır. A sınıfı kaza tanımı; bir olayın

- (1) uçakta 2 milyon dolar veya daha fazla hasara,
- (2) ölüme veya kalıcı sakatlığa ve/veya

(3) uçağın tahrip olmasına neden olduğu her durum olarak tanımlanır (Dolar zarar eşiği, enflasyonu hesaba katmak için 1950'den beri zaman içinde güncellenmiştir.) (Thomas, Thomas, & Spencer, 2019).

Pek çok araştırma (Thomas vd., 2017; Knapp ve Johnson, 1996) F-16 kazalarında motor kaynaklı kazaların daha fazla olduğunu ortaya koymuştur ve motor arızalarının uçağın kullanılamaz, pilotun ise hayatını kaybedecek şekilde ağır sonuçları olması sebebiyle emercensi prosedürler içerisinde motor emercensisi seçilmiştir. F-16 GE cheklistinin emercensi bölümü incelendiğinde Elektrik, Flight Control Systems- *FLCS*,

Motor, Yakıt/Hidrolik, İniş Takımları, Diğer ve Yakıt İkmali ana başlıklarından oluşmaktadır. Motor emercensisi ana başlığının altında 15 adet alt başlık bulunmaktadır.

Motor emercensileri alt başlıkları Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. *Motor Emmercensileri alt başlıkları (Lockheed, 2003)*

	Motor Emmercensileri
1	Hot Start.
2	Hung Start
3	Fire/Overheat/Fuel Leak
4	Engine Failure on Takeoff
5	AB Malf/ Low Thrust on Takeoff
6	Engine Fire
7	Engine Fire
8	Engine Fire
9	Engine Fire
10	Overheat Caution Light
11	Oil Sys Malfunction
12	Engine Fault Caution Light
13	Zero RPM/Erroneous RPM Indicator
14	Abnormal or No Engine Response
15	Low Alt Engine Fail/ Stuck Throttle

Alt başlık olarak motor emercensileri incelendiğinde Airstart Procedures birçok arıza sonunda yapılması gereken işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Zamanın kısıtlı olması sebebiyle motor arızalarından bazılarında pilotun işlem maddelerini ezbere yapması beklenmektedir ve Airstart Procedures’ta bunlardan birisidir. Motorun çalışması otomasyon olarak birçok sistemle desteklenmesine rağmen eğer Airstart işlem maddelerinin sonucunda başarısız olunursa emniyetli bir inişin yapılabilmesi için Flameout Landing usulleri uygulanmalıdır. Çünkü motor arızalarından bazılarında yabancı madde hasarı (dahili veya harici) veya kuş çarpması sebebiyle tekrar çalıştırma gerçekleştirilemez ve ilgili durumlarda motor arızası olarak kategorize edilir. İşte bu durumlarda da pilotun uçağın kaza kırıma uğramasını engellemek için yapabileceği ise Flameout Landing işlem maddelerini başarmaya çalışmak olacaktır. Belirtilen sebeplerden Airstart Procedures ve Flameout Landing emercensi çeklist maddeleri pilot hatası açısından incelenecektir.

4.2. Airstart ve Flameout Landing Emmercensi İşlem Maddelerindeki Ana ve Yardımcı Görevlerin Belirlenmesi

Bu işlem basamağında seçilen Airstart Procedures ve devamındaki Flameout Landing emercensi çeklist maddeleri ana görev (main task- MT) ve yardımcı görevler

(sub task- ST) olacak şekilde sınıflandırılır. İlgili işlemler Lockheed Martin firmasının teknik emir (technical order-TO-1) F-16 Flight Manuel kitabından alınmıştır. İlgili firma, F-16 kullanıcıları tarafından yaşanan olaylara ve gelişen teknolojik gelişmelere göre pilotlar tarafından kullanılan çeklist ve bakım personeli tarafından kullanılan dokümantasyona “change- değişiklik” adı altında düzeltici işlem göndermeye devam etmektedir. Çalışmada kullanılan 15 Ekim 2002 tarihli Flight Manual’e Change- 1 15 Haziran 2003’te gönderilmiştir. Airstart Procedures işlem maddeleri Tablo-5.2’de anlatılmıştır.

Tablo 4.2. Airstart Procedures işlem maddeleri (Lockheed, 2003)

İşlemler
1. To accomplish an airstart: 1.1 ENG CONT switch-SEC (even if SEC caution light is on). 1.2 Airspeed-Attain approximately 250 knots or establish maximum range or endurance airspeed (C 200 or 170, D 205 or 175 knots, respectively, plus 5 knots per 1000 pounds of fuel/store weights) with JFS RUN light on 1.3 JFS switch-START 2 below 20,000 feet MSL and below 400 knots. 1.4 Stores-Jettison (if required). 2. If FTIT exceeds 935C: 2.1 Throttle-OFF, then midrange. 2.2 Airspeed-Increase (400 knots/0.9 mach maximum). 3. If hung start/hot start persists: 3.1 Throttle-OFF. 3.2 ENG CONT switch-SEC, if in PRI; PRI, if in SEC. 3.3 Throttle-Midrange. Allow FTIT to drop below 700C 4. Refer to FLAMEOUT LANDING, this section. 5. If engine responds normally 5.1 JFS switch-OFF 5.2 ELEC CAUTION RESET button-Depress 5.3 EPU switch-OFF, then NORM 5.4 Land as soon as possible

Flameout Landing işlemleri daha önceden belirtildiği üzere tekrar motor çalıştırmanın imkânsız olduğu *YAMAHA*-yabancı madde hasarı, *DAMAH*A- dahili madde hasarı, yağ sistem arızaları, yangın durumlarında veya herhangi sebepten tekrar motorun çalışmaması durumunda uçağın sağ salim en yakın uygun bir piste inişini garanti altına almak amacıyla tasarlanmıştır. İşlem sırasında bakıldığında ilk olarak notlar bölümünde ifade edilen irtifaları yakalamanın zorunlu olması sebebiyle işlem birinci sıraya konulmuş ve sonrasında belirtilen maddeleriyle devam edilmiştir. Flameout Landing maddeleri Tablo-5.3’te anlatılmıştır.

Tablo 4.3. *Flameout Landing işlem maddeleri (Lockheed, 2003)*

İşlemler
1. In the air
1.1 Altitudes (overhead approach)
High key 7000-10,000 feet AGL
Low key 3000-5000 feet AGL
Base key 2000 feet AGL minimum
Altitudes (straight-in approach)
8 nm 7000 feet AGL minimum
4 nm 4000-8000 feet AGL
1.2. Stores Jettison (if required).
1.3. Airspeed - C 200, D 205 knots.
Increase airspeed 5 knots per 1000 pounds of fuel/store weights PX III and plus 5 knots if CFT's are installed. This airspeed equates to approximately 7 degrees AOA.
1.4. EPU switch – ON
1.5. JFS switch - START 2 below 20,000 feet MSL and below 400 knots.
1.6. AIR SOURCE knob - RAM (below 25,000 feet MSL)
1.7 DEFOG lever – Forward.
1.8. LG handle - DN (Use DN LOCK REL button if required.)
1.9. ALT GEAR handle - Pull (if required) (190 knots maximum, if practical)
1.10. Airspeed - C 190, D 195 knots optimum in pattern
2. After touchdown
2.1. DRAG CHUTE switch - DEPLOY (if required)
2.2. HOOK switch - DN (if required)
2.3. Stop straight ahead and engage parking brake.

4.3. Airstart Procedures ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddeleri İçin GTT'lerin Belirlenmesi

Bu işlem basamağında belirlenen her bir *ST* için Tablo-3.2'de belirtilen A'dan M'ye kadar *GTT*'lerden biri belirlenir. İlgili işlem için uzmanlara başvurmak gerekmektedir. Uzman görüşleri bağımsız olarak toplanmış ve herhangi bir çelişkili görüş olması durumunda, uzmanların çoğunluğunun seçiminin esas teşkil etmesi yaklaşımıyla sorun giderilmiştir. Her bir işlem için *GTT*'ler belirlenmiştir. Airstart Procedures için belirlenen *GTT*'ler EK-1 ve Flameout Landing için belirlenen *GTT*'ler EK-15'te gösterilmiştir.

4.4. Airstart ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddelerini Etkileyen Her Bir EPC ve APOA'ların Belirlenmesi

Bu adımda da *MT* ve *ST*'leri etkileyen *EPC*'lerin belirlenmesi amacıyla aynı sekiz uzmanın görüşüne başvurulmuş ve herhangi bir çelişkili görüş olması durumunda uzmanların görüşleri açısından çoğunluk metodu uygulanmıştır. Airstart için belirlenen *EPC*'ler EK-1 ve Flameout Landing için belirlenen *GTT*'ler EK-15'te belirtilmiştir.

Sonrasında *HEP* formülünde kullanılmak amacıyla *APOA* değerlerinin bulunmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

GRS hesaplamada her bir *EPC*'nin etkisini gösteren *APOA* değeri 0 ile 10 arasında değerlendirilir. 5 ana derecelendirme değeri kullanılarak sekiz uzman tarafından verilen cevapların ortalaması alındıktan sonra *HEART* için kullanılan 0 ile 1 arasındaki formata uyarlamak için 10'a bölünür (Faucett, 2017) (McKelvie, 2011). Airstart Procedures için belirlenen *APOA*'lar EK-3 ve Flameout Landing için belirlenen *APOA*'lar EK-17'de sunulmuştur.

AHP yönteminde ise uzmanlar tarafından belirlenen *EPC*'lere göre Tablo-3.5 ve 3.6'da anlatılan karşılaştırma matrisleri Tablo 3.7'deki Saaty ölçeklendirmesine göre oluşturulmuştur. Airstart için uzmanların görüşleri uyarınca hazırlanan karşılaştırma matrisleri EK-4'ten başlayarak EK-12'ye kadar gösterilmiştir. Flameout Landing için oluşturulan karşılaştırma matrisleri EK-18'den başlayarak EK-26'ya kadar gösterilmiştir. Her iki metot için normalize matrisleri ise EK-13 ve EK-27'de belirtilmiştir. İkili karşılaştırma matrisleri geliştirildikten sonra karşılaştırılan her kriterin göreceli önem ağırlığının (W) hesaplanması yapılır (Kuruüzüm & Atsan, 2001). Elde edilen W ise *AHP* metoduyla elde edilmiş *APOA* olarak formüllerde kullanılmaktadır. Yapılan değerlendirmelerin tutarlılığı ise 3.2'deki formülde yer alan tutarlılık oranı ile kontrol edilmiş ve değerler Airstart Procedures için 0,051 ve Flameout Landing için 0,035 olacak şekilde bulunmuştur. Her iki değer de tutarlı olduğu anlamına gelen referans değer olan 0,1'den küçüktür. Airstart için hesaplanan W ve tutarlılık oranı EK-14 ve Flameout Landing için belirlenen W ve tutarlılık oranı EK-28'de gösterilmiştir. Airstart için belirlenen geleneksel *HEART* ve *AHP* metoduyla hesaplanan *APOA*'ları toplu olarak EK-2 ve Flameout Landing için belirlenen geleneksel *HEART* ve *AHP* metoduyla hesaplanan *APOA*'ları EK-16'da gösterilmiştir. Geleneksel yöntemle ve *AHP* metoduyla elde edilen önem ağırlıkları ise pilotun hata yapma olasılığı kapsamında ilgili formülde ayrı ayrı hesaplanmıştır.

4.5. Airstart ve Flameout Landing Emercensi İşlem Maddeleri için *HEP* Değerinin Belirlenmesi

Bu işlem basamağında 4.1'deki formüle dayalı olarak pilotun çeklist maddelerini uygularken hata yapma olasılığını hesaplamamıza yardımcı olacaktır.

Formüllerde bulunan geleneksel *HEART* ve hiyerarşik *APOA* değerleri ayrı ayrı hesaplanmış olup Airstart Procedures için değerler Tablo 5.4'te gösterilmiştir.

$$HEP = GTT \times [(EPC1-1) \times APOA1 + 1] \times [(EPC2-1) \times APOA2 + 1] \times \dots \times [(EPCn-1) \times APOAn + 1] \quad (4.1)$$

Tablo 4.4. Airstart Procedures ile ilgili HEP değerleri

	Subtask	Jenerik görevler	Hata üreten durumlar (EPCs)	Geleneksel HEART	AHP Metodu
1	1.1	D	EPC(1)(3)(4) (9) (12)(15) (21) (29) (38)	9,08E+02	6,04E-01
	1.2	B	EPC (2) (7)(15)(35) (38)	3,62E+01	1,01E+00
	1.3	F	EPC (2) (7) (15) (22) (29)	6,50E-01	1,22E-02
	1.4	E	EPC (1) (2) (7)(14) (22) (29)	3,48E+01	1,09E-01
2	2.1	F	EPC (3) (4) (7) (8) (13)	2,85E+00	1,37E-02
	2.2	B	EPC (2) (4) (35)	1,27E+01	7,60E-01
3	3.1	B	EPC (2) (4) (8) (13) (21) (22) (29)	2,16E+02	1,14E+00
	3.2	D	EPC (4) (21) (29)	8,90E-01	1,39E-01
	3.3	F	EPC (2) (4) (21) (29)	2,44E+01	8,02E-01
4		C	EPC (1) (2) (3) 9) (12)(15) (21) (29) (38)	3,13E+03	1,48E+00
5	5.1	F	EPC (13) (15) (36)	1,49E-02	4,14E-03
	5.2	F	EPC (4) (13)	3,07E-02	4,74E-03
	5.3	F	EPC (4) (13) (29)	3,56E-02	4,81E-03
	5.4	E	EPC (15) (24) (29)	7,43E-02	2,69E-02

Normalize işlemleri 3.1'teki formül kullanılarak işlemler yapılmıştır. Airstart Procedures için d sayısı 4.0 subtask'ın değeri 3128,945911 olması sebebiyle virgülden önceki basamak sayısı 4 olarak belirlenmiştir ve 10^4 olarak formülde kullanılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 5.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Normalize edilmiş Airstart Procedures geleneksel HEP değerleri

Subtask	Geleneksel HEP	Normalize HEP
1.1	9,08E+02	0,090780602
1.2	3,62E+01	0,003615488
1.3	6,50E-01	0,000064962
1.4	3,48E+01	0,003479998
2.1	2,85E+00	0,000284558
2.2	1,27E+01	0,001266276
3.1	2,16E+02	0,021563062
3.2	8,90E-01	0,000088979
3.3	2,44E+01	0,002441988
4.0	3,13E+03	0,312894591
5.1	1,49E-02	0,000001488
5.2	3,07E-02	0,000003069
5.3	3,56E-02	0,000003563
5.4	7,43E-02	0,000007429

4.1’deki formül uyarınca bulunan geleneksel *HEART* ve hiyerarşik *APOA* değerleri ayrı ayrı hesaplanmış olup Flameout Landing için değerler Tablo 5.6’da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. *Flameout Landing ile ilgili HEP değerleri*

	Subtask	Jenerik görevler	Hata üreten durumlar (EPCs)	Geleneksel HEART	AHP Metodu
1	1.1	C	EPC(2)(3)(7)(8)(9)(15)(18)(22)(24)(29)(32)(33)(35)(36)(38)	8,25E+02	8,78E-01
	1.2	D	EPC-(1)(2)(7)(11)(12)(13)(14)(15)(21)(22)(29)(36)	5,14E+03	7,93E-01
	1.3	C	EPC (2)(5)(7)(18)(35)	5,35E+01	6,23E-01
	1.4	D	EPC (20)(33)(36)	1,53E-01	9,44E-02
	1.5	D	EPC (2)(15)(18)(22)(35)	5,14E+00	2,34E-01
	1.6	D	EPC (1)(14)	1,47E+00	1,46E-01
	1.7	B	EPC (2)(12)(14)(15)(20)(22)	8,20E+01	8,81E-01
	1.8	E	EPC (5) (18)(35)	1,28E-01	2,62E-02
	1.9	E	EPC (15)(22)	8,07E-02	2,49E-02
	1.10	F	EPC (14)	5,70E-03	3,20E-03
	1.11	C	EPC (1)(2)(7)(11)(12)(14)(15) (22)	1,24E+03	1,05E+00
2	2.1	E	EPC (7)(11)	2,62E-01	3,24E-02
	2.2	D	EPC (7)(12)(15)(22)	3,82E+00	1,90E-01
	2.3	E	EPC (3)(8)(36)	1,82E-01	2,67E-02

Flameout Landing için d sayısı 1.2 subtask’ın değeri 5143,47714746126 olması sebebiyle virgülden önceki basamak 4 tanedir. 10^4 olarak 3.1’teki formülde kullanılmıştır Normalize edilmiş *HEP* değerleri Tablo-5.7’da gösterilmiştir.

Tablo 4.7. *Normalize edilmiş Flameout Landing geleneksel HEP değerleri*

Subtask	Geleneksel HEP	Normalize HEP
1.1	8,25E+02	0,08251428
1.2	5,14E+03	0,51434771
1.3	5,35E+01	0,00534880
1.4	1,53E-01	0,00001531
1.5	5,14E+00	0,00051403
1.6	1,47E+00	0,00014706
1.7	8,20E+01	0,00820136
1.8	1,28E-01	0,00001278
1.9	8,07E-02	0,00000807
1.10	5,70E-03	0,00000057
1.11	1,24E+03	0,12414317
2.1	2,62E-01	0,00002616
2.2	3,82E+00	0,00038195
2.3	1,82E-01	0,00001818

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Bu çalışmada insan hatası olasılığının hesaplanması kapsamında geleneksel *HEART* metodu kullanılarak ve *AHP* metoduyla entegre edilerek güvenilirliği arttırılan yeni hibrit yaklaşımla jet uçaklarında pilot hata olasılıkları bulunmuştur. Bu işlemler yapılırken alanında uzman pilot görüşleri alınmış, literatür taraması yapılmış, *APOA* değerlerinin bulunmasına yönelik farklı metotlar incelenmiş ve hibrit bir yaklaşım kullanılmıştır.

Airstart Procedures işlem maddeleri için farklı metotlar kullanılarak *EPC*'lerin önem sırası incelenmiştir. Geleneksel yöntem ile yapılan sıralandırmada en çok etkiye sahip *EPC*'yi 'zaman baskısı', *AHP* metoduyla yapılan sıralandırmada ise birinci sırayı 'tecrübesiz pilot'un oluşturduğu görülmüştür. Genel karşılaştırma yapıldığında sıralamalar açısından farklılıkların olduğu göze çarpmaktadır. Her iki metot için *EPC*'lerin *APOA* açısından sıralandırılması Şekil 6.1' de gösterilmiştir.

AIRSTART				
Öncelik değeri (W)	AHP metodu	SIRALAMA	Geleneksel HEART metodu	Ağırlıklandırılmış Öncelik
0,1338	15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz operatör)	1	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	0,85
0,1003	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	2	21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	0,74
0,0744	7-Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	3	1-Unfamiliarity (Yabancılık)	0,73
0,073	24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	4	7-Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	0,71
0,0641	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	5	15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz operatör)	0,66
0,0569	4-Means of overriding accessible info (Alınan Bilginin bastırılması)	6	29-Emotional stress (Duygusal stress)	0,54
0,0557	3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	7	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,51
0,0534	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	8	24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	0,53
0,0523	29-Emotional stress (Duygusal stress)	9	4-Means of overriding accessible info (Alınan Bilginin bastırılması)	0,49
0,0489	36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	10	35- Shiftwork disruption (iş-uyku düzensizliği)	0,46
0,0463	14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	11	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,41
0,044	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	12	3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	0,46
0,0435	1-Unfamiliarity (Yabancılık)	13	9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,40
0,0416	21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	14	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,40
0,0298	35- Shiftwork disruption (iş-uyku düzensizliği)	15	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,36
0,0284	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	16	36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,36
0,0272	38-Age (Yaş)	17	14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,24
0,0263	9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	18	38-Age (Yaş)	0,25

Şekil 5.1. Airstart EPC'lerin farklı metotlarla önem sıralandırılması

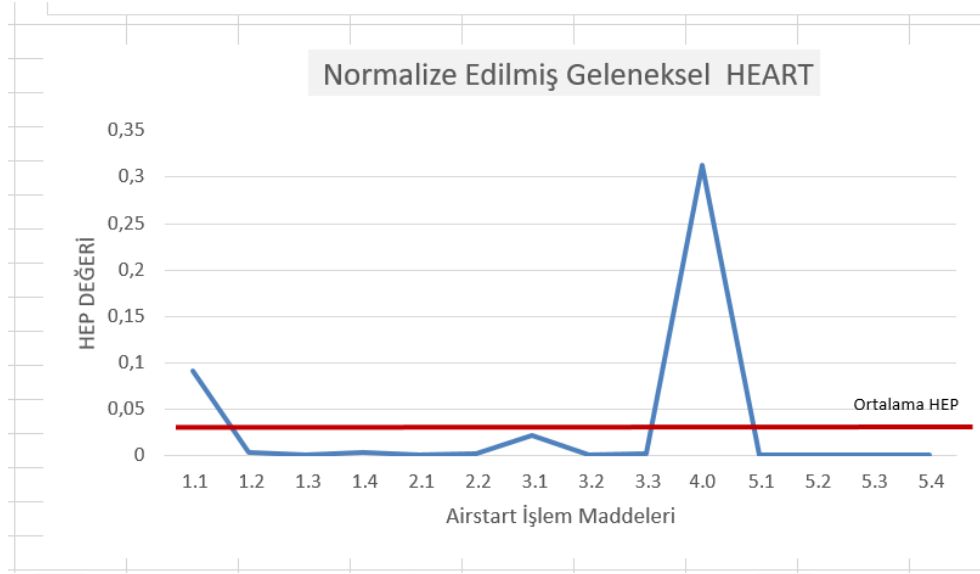
Flameout Landing için farklı metotların karşılaştırılmasında ise *EPC*'lerin önem sırası incelenmiş büyük oranda tutarlılık görülmüştür. Geleneksel yöntem ile yapılan sıralandırmada en çok etkiye sahip *EPC*'yi 'pratik imkânının azlığı', *AHP* metoduyla yapılan sıralandırmada ise birinci sırayı 'zaman baskısı' oluşturmaktadır. Her iki metot için *EPC*'lerin *APOA* açısından sıralandırması Şekil 6.2' de gösterilmiştir.

Öncelik değeri (W)	AHP metodu	SIRALAMA	Geleneksel HEART metodu	Ağırlıklandırılmış Öncelik
0,1005	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	1	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,7789
0,0863	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	2	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	0,7726
0,0829	15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	3	15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	0,6852
0,0752	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	4	7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınamaması)	0,6382
0,0740	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	5	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,616
0,0693	7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınamaması)	6	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	0,6101
0,0639	35- Shiftwork disruption (iş-uyku düzensizliği)	7	35- Shiftwork disruption (iş-uyku düzensizliği)	0,5277
0,0576	21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	8	21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	0,5204
0,0502	29-Emotional stress (Duygusal stress)	9	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	0,502
0,0418	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	10	29-Emotional stress (Duygusal stress)	0,4693
0,0397	36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	11	36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,4693
0,0369	5-Spatial and functional incompatibility (Kanalize dikkat)	12	5-Spatial and functional incompatibility (Kanalize dikkat)	0,4314
0,0327	1-Unfamiliarity (Yabancılık)	13	1-Unfamiliarity (Yabancılık)	0,4292
0,0326	14-Delayed/incomplete feedback (işlemin sonucunun geç doğrulanması)	14	14-Delayed/incomplete feedback (işlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,4151
0,0280	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	15	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	0,3631
0,0259	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	16	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,3482
0,0257	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	17	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,3105
0,0229	11-Ambiguous standarts (Belirsiz Performans standartları)	18	11-Ambiguous standarts (Belirsiz Performans standartları)	0,2952
0,0216	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	19	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0,2806
0,0187	3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	20	3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	0,2394
0,0133	38-Age (Yaş,Rütbe)	21	38-Age (Yaş,Rütbe)	0,1819

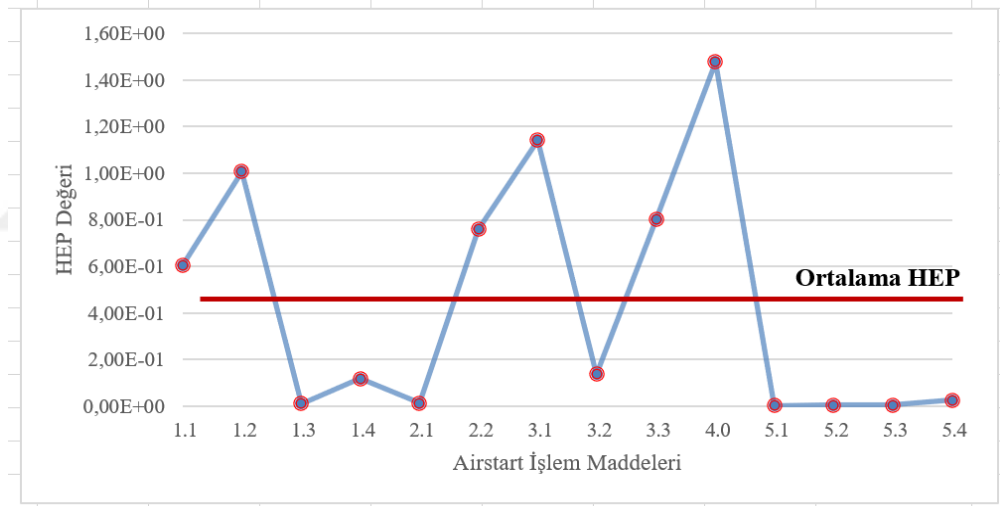
Şekil 5.2. Flameout Landing *EPC*'lerin farklı metotlarla önem sıralandırılması

Sonuçlara yönelik grafikler incelendiğinde Airstart Procedures işlemleri açısından geleneksel *HEART* metoduyla yapılan işlemlerden sonra *HEP* oranının 1.1 ve 4.0 işlem maddelerinde ortalamanın üzerinde olduğu görülmüştür. Yine Airstart Procedures açısından *AHP* metoduyla yapılan hibrit yaklaşım sonrasında daha önce bulunan işlem maddelerine ek olarak 1.2, 2.2, 3.1 ve 3.3 nolu işlem maddelerinin de ortalama olarak bulunan *HEP* değerinin üstünde bir değere sahip olduğu sonucu bulunmuştur. Hibrit yaklaşımın ortalama değeri 0,436 olarak bulunmuştur ve Tablo 3.8 uyarınca 'Gerçekleşmeme ihtimali gerçekleşmesinden fazla' olarak ifade bulmaktadır. Her iki

grafikte de ortak olarak 4.0 işleminin en fazla hata olasılığına sahip işlem olduğu görülmüştür. Sebebi 4.0 işlem maddesinin sonradan incelenen Flameout Landing işlemine yönlendirdiği ve içerisinde başka birçok başka işlemin bulunması olarak yorumlanmıştır. 1.1 numaralı işlemin kokpit içerisinde yanan birçok ikaz lambası, takati olmayan bir uçağın pilotun üstünde yarattığı baskı ve emercesinin ne olduğunun algılanmaya çalışılması ilk işlem maddesinin yapılabilmesinin yapılabilmesini zorlaştırmaktadır. Bu sebeplerden simülatör eğitimlerinde bu durum üzerinde durulmalı ve hatta motorun tekrar çalışması için hayati önem taşıyan bu maddenin gözü kapalı yapılmasının zaruriliği vurgulanmalıdır. Büyük öneme sahip ilgili siviçin gaz kolunun normal pozisyonunda görünmesinin veya uzanmasının zor olması da bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ergonomik açıdan iyileştirmelerin yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Daha önce yaşanan kazalardan çıkarılan dersler de benzer iyileştirmeler yapılmıştır. Örneğin çeklist maddelerinde olması ve prosedürlerin yapılmasına rağmen fark edilmeden G-suit hortumunun trim ayar siviçlerine değmesi sonrasında nötr ayarlarının tekrar bozulması uçağın kalkıştan sonra düşmesine, pilotların hayatlarını kaybetmesine neden olmuştur (HAF, 2015). Kaza sonucu trim panelin benzer kazalara neden olmasını engelleyecek şekilde ergonomik iyileştirmeler tavsiye olarak raporlanmıştır. 1.1 numaralı işlem maddesinde yer alan siviçin de benzer şekilde kaza kırım meydana gelmeden ergonomik incelemeler sonucundaki daha uygun bir yerleştirmeye tabi tutulması uygun olacaktır. 2.2 numaralı işlem maddesi uçağın sahip olduğu tek enerji yöntemi olan irtifasını belirtilen süratleri yakalayabilmesi açısından dönüştürülmesi yanlış yapılması durumunda telafisi mümkün olmaya sonuçlar doğuracaktır. 3.1 ve 3.3 numaralı işlemler gaz koluyla ilgilidir ve motoru durmak açısından yakıt akışını kesecek olması pilotun havada yapmak istemeyeceği bir işlemdir. Sonrasında ise gaz kolunun ileri konuma alınmasının unutulması ise ayrı bir tehlike yaratacaktır ve hata olasılığı çok yüksektir. Alışılmışın dışında bir hareket olarak karşımıza gelen bu işlemin pilota bilinçsel olarak kabul ettirilmesi gerekmektedir. Simülatör eğitimlerinde gaz kolunun OFF konumuna getirilmesi ve gaz kolunun diğer baskı yaratan şartlar meydana geldiğinde yakıt akışını kesecek şekilde unutulmaması açısından telkinlerin verilmesi faydalı olacaktır.



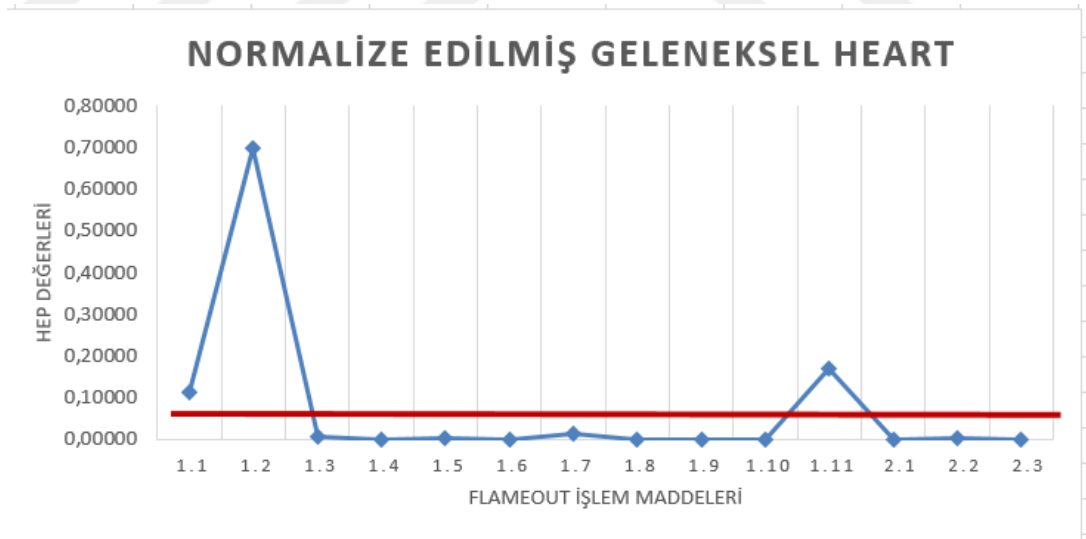
Şekil 5.3. Airstart Procedures normalize geleneksel HEART HEP değerleri grafiği



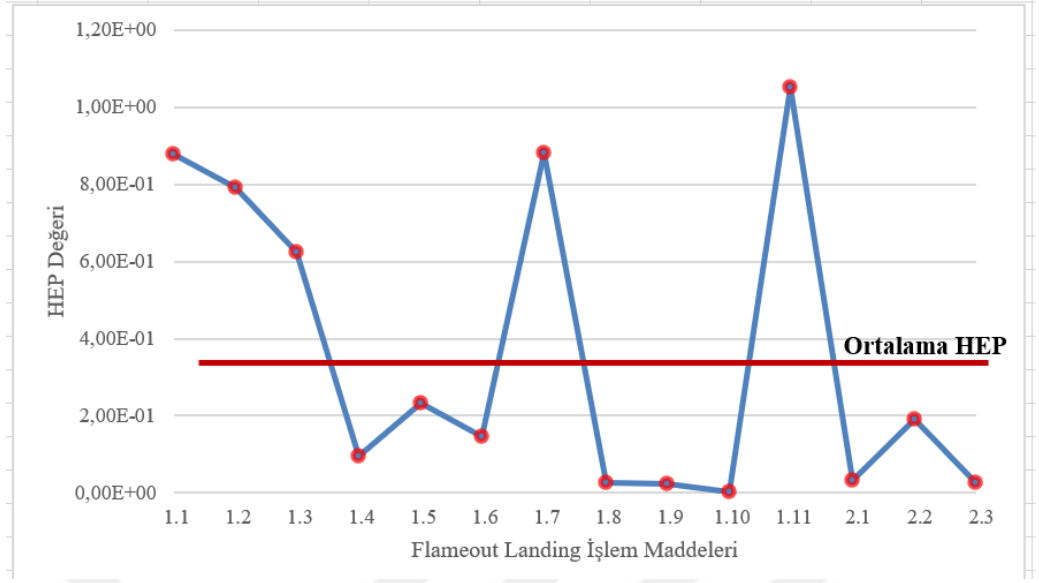
Şekil 5.4. Airstart Procedures Hibrit AHP HEP değerleri grafiği

Şekil 6.5'te Flameout Landing açısından geleneksel *HEART* metoduyla yapılan işlemlerden sonra *HEP* oranının 1.1, 1.2 ve 1.11 numaralı işlemler için ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Fakat Şekil 6.6'da *AHP* metoduyla yapılan çalışma sonrası bulunun ilgili işlemlere ek olarak 1.3 ve 1.7 numaralı işlemlerin de ortalama değerin üstünde olduğu belirlenmiştir. Hibrit yaklaşımın ortalama değeri 0,358 olarak bulunmuştur ve Tablo 3.8 uyarınca 'Gerçekleşmeme ihtimali gerçekleşmesinden fazla' olarak ifade bulmaktadır. 1.1 ve 1.2 numaralı işlemler durmuş bir motora sahip uçağın potansiyel enerjisinin düzgün kullanılmasıyla alakalı en önemli maddeler olarak

değerlendirilmektedir. Çünkü hata yapıldığında artık enerjiyi kazanma şansınız bulunmamaktadır. 1.11 numaralı işlem maddesi ise normalde kullanım alanı olmayan ve sadece iniş takımı arızalarında pilotların karşılaştıkları acil bir iniş takımı çıkarma prosedürüdür. Pilotun alışkın olmadığı bir işlemi zaten durmuş motorla iniş yapmaya çalışırken yapacak olması hata olasılığını arttırmaktadır. 1.3 numaralı işlem maddesinde daha önce belirtilen konular tekrar karşımıza gelmektedir zaten sınırlı olan potansiyel enerjiyi belirtilen hızları yakalayabilmek için kullanırken yanlışın telafisi bulunmamaktadır. 1.7 numaralı işlem maddesinde de iniş takımı ile benzer bir konu mevcuttur. Pilot asla çalışan bir uçağı havada durdurmak istemez bu sebeple throttle'ın (gaz kolu olarak değerlendirilir) yakıt akışını kesecek şekilde OFF konumuna getirilmediği için pilotun burada sınırlı zamanda diğer stres faktörleriyle yapmasında hata olasılığı artmaktadır. Genel olarak her zaman karşılaşılmayan bu durumlara yönelik hız, irtifa, meteorolojik durumlar vb. değişkenlerin farklı olarak planlanarak simülatör eğitimlerinin periyodik olarak planlanması hayati önem taşımaktadır. Uçak sistemleriyle ilgili pilotların bilgilerinin sürekli taze tutulması da farkındalık ve stres karşısında doğru hareket etme becerisini arttıracaktır.



Şekil 5.5. Flameout Landing normalize geleneksel HEART HEP değerleri grafiği



Şekil 5.6. Flameout Landing Hibrit AHP HEP değerleri grafiği

Airstart ve Flameout Landing işlemlerindeki normalize öncesi geleneksel ve AHP metoduyla elde edilen HEP değerlerinin farklı olarak bulunmasının sebebi incelendiğinde geleneksel HEART ile yapılan hesaplamalarda EPC katsayılarının oranlarının büyüklüğü ve çarpma işlemi sonucu bu oransal açıklığın daha da artmasıdır. Bulunan değerlerin sağlıklı yorumlanabilmesi için normalize yapılması gereksinim olarak karşımıza çıkmıştır. Bu normalize işleminden sonra bile HEP değerleri karşılaştırması büyük değişim göstermektedir. AHP ile hesaplanan HEP değerlerinde ise genel olarak 1'e yakın sayılar ve büyük çoğunluğu da 1'den küçük ondalık sayılar elde edilmiş ve grafiksel gösterimde elde edilen sayıların yakın olması sebebiyle şekiller daha detaylı ortaya çıkmıştır. Bu durum AHP metodunun daha güvenilir bir metot olarak kullanılarak HEART'e entegre edilebileceğini göstermiştir.

Araştırmalar göstermiştir ki birçok ülke tarafından F-16 jet uçağının yaygın kullanılmasına rağmen pilot hata olasılığının incelenmesi açısından daha önce yapılan bir çalışma bulunmaması tezin özgünlüğünü pekiştirmiştir.

İlgi çalışmayla elde edilen sonuçlar genel olarak;

1. Airstart ve Flameout Landing işlemlerinin GTT, etkileyen EPC ve farklı iki metot ile APOA'ları bulunmuş,
2. İşlem maddelerini etkileyen EPC'lerin farklı metotlardaki önemleri sıralandırılmış,

3. Airstart ve Flameout Landing işlemlerinde pilot hata olasılıkları bulunmuş ve grafiksel incelenmiş,
4. Ortalamanın üstünde hata olasılığına sahip maddelere iyileştirme tavsiyeleri sunulmuştur.

Havacılıkta özellikle de askeri havacılıkta maliyetlerin yüksek olmasının yanında ülke güvenliği ve prestij konuları ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışma ile ülke güvenliği açısından büyük önem taşıyan jet uçağının uçuş emniyeti açısından devamlılığına büyük katkı sağlanacağı değerlendirilmektedir.

5.2. Tartışma

Geleneksel *HEART* metodunda tek bir uzman görüşü ön plana çıkmakta ve bu da birçok makalede dezavantaj olarak sayılmaktadır. Bunun önüne geçilmek amacıyla yapılan çalışmalarda uzman sayısı artırılmıştır. Tartışma yaratacak konuların bir diğeri de uzmanların nitelikleridir. Uzmanların uçuş saatlerinin yüksek olması ve uzman sayısının artırılması *GTT*, *EPC*, *APOA* ve karşılaştırma matrisleri dahil verilerin daha anlamlı çıkmasını sağlayabilirken dezavantaj olarak uygulamanın yapılabilmesi amacıyla daha fazla zaman ihtiyacı, personel ihtiyacı ve iş yükünü beraberinde getirecektir.

Nükleer enerji kapsamında Williams (1998) tarafından oluşturulan fakat birçok alanda uygulama bulan *HEART* standart hata üreten durumların işlem maddelerine göre detaylı olarak düşünülmesi ve her birinin tek tek incelenmesi gerekmektedir. Bu basamak yerine getirilirken standart olarak belirlenen bazı durumların uçuş için uyarlanması gerekmektedir. Örneğin orijinalinde ‘3-A low signal/noise ratio’ *EPC*’si çalışmada ‘uçuş kontrol amiri (*UKA*) veya kule tarafından yapılan telsiz konuşmaları’ olarak değerlendirilmiş ve işlemlere tabi tutulmuştur. Bir başka sorun noktası da ‘15-Operator inexperience (e.g. a newly qualified tradesman, but not an "expert")’ ve ‘24- A need for absolute judgements which are beyond the capabilities or experience of an operator’ numaralı *EPC*’lerdir. Detaylı incelendiğinde her ikisi de tecrübe eksikliği konusunu içerisinde barındırmakta ve birbirleriyle iç içe geçmiş olduklarından uzmanları karar verme açısından zorlamıştır. Sorun ‘15-tecrübesiz pilot’ olarak ve ‘24-pilotun bilgi seviyesinin üstündeki işlem’ olarak yorumlanmıştır. Benzer şekilde ‘38-age of personel performing perceptual tasks’ *EPC*’si de pilotların tecrübe seviyesiyle ilişkilendirilmiş fakat sonradan uzmanlarla uçuş saatinin ve tecrübenin yaştan bağımsız olduğu konusunda hem fikir kalınarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Uzmanların işlem maddelerini

etkileyen *EPC*'leri değerlendirirken ve karşılaştırma matrislerinde bu hususlar önem kazanmaktadır. *EPC*'lerin biraz yoruma açık olması katsayıların değişmesi sebebiyle sonuçları da değiştirebilecektir.

GRS yöntemi geleneksel *HEART* metodunda *EPC*'lerin *APOA* değerlerini bulmak amacıyla kullanılmıştır. *GRS* skalası Faucett (2017) tarafından 0-10 arasında ve Cook vd. (2001) tarafından 0-100 arasında kullanıldığı farklı uygulamalarla karşılaşılmıştır (Cook, Heath, Thompson, & Thompson, 2001). İlgili çalışmada 0-10 arasında kullanılmış aynı zamanda Chadwick ve Fallon (2012) tarafından kullanılan ara sözel ifadelerle görsellik sağlanmaya çalışılmıştır. 0-100 arasında daha hassas bir değerlendirme yapılacağı göz önüne alınmış fakat ara değerlerin büyüklüğünün uzmanlarda kafa karışıklığı ve gerçeklikten uzaklaşma gibi sonuçlar doğuracağı düşünülmüştür.

GRS yöntemiyle bulunan *APOA* değerleri kullanıldığında bazı *HEP* değerlerinin bazıları maksimum olasılık değeri olarak bulunan 1 değerinden fazla çıkmıştır. Olasılık değerlendirmesi açısından %100 olarak kabul edilen 1'in üzerindeki değerleri kendi arasında yorumlayabilmek amacıyla işlemlere normalize yapılarak devam edilmiştir. Normalize açısından hangi yöntemin uygulanacağı konularında net bir çalışmayla karşılaşılmamıştır. Özdağlı (2013) normalize yöntemleri açısından doğrusal normalize, vektörel ve monoton olmayan yöntemlerinin olduğunu fakat uygulamadaki bunların kullanımına yönelik fikir birliğinin olmadığını vurgulamıştır (Özdağlı, 2013). Diğer vektörel, monoton olmayan veya doğrusal normalizenin farklı formülleri kullanılsa da sayı değerlerinde büyük farklılıklar oluşmadığı yorumlama açısından görülmüştür. Larose D. Ve Larose C. tarafından yazılan kitapta ise min-maks normalize, decimal normalize ve z-sayısı standardize normalize formülleri ifade bulunmaktadır. Faucett (2017) tarafından yazılan tezde ise daha belirtilen sebeplerden dolayı desimal scaling normalize kullanılmıştır ve tezimde de belirtilen normalize tutarlılık açısından kabul edilmiştir.

Tutarlılık İndeksi (*CI*) hesaplamalarında karşılaşılan problem incelemeler sonucunda farklı yazarlar tarafından yakın fakat farklı değerlere rastlanması ve genel olarak on beş değerden sonra tablosal gösterimlerin olmamasıydı (Alonso & Lamata, 2006). Hesaplamaların doğruluğu açısından *EPC*'lerin artması *CI* değerini de otomatik olarak arttırmaktadır. Orçanlı ve Özdem (2013) tarafından yapılan çalışma sonucun değerine bağlı formülasyon çalışmada kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların yazarlara göre farklılık göstermesi yapılan veya yapılacak çalışmalarda hesapları etkileyebilecektir.

5.3. Öneriler

HEART metodunda temel olarak nükleer alanda hataların azalması ortaya çıkmış sonrasında birçok alanda uygulama alanı bulmuştur. *EPC* değerleri ise standart olarak kullanılmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde farklı alanlarda farklı *EPC*'ler ortaya çıkmış ve bunlarla ilgili katsayıların hesaplanması gerekmiştir. Akyüz ve arkadaşları (2016)'da 6.000 tane denizcilik kazası incelenmiş ve deniz özelinde *EPC*'ler ortaya koymuştur. Aynı şekilde Gibson ve Kirwan (2008) tarafından havacılık *EPC*'leri olarak değerlendirilse de hava trafik kontrollerine özel *EPC*'ler ortaya koymuşlardır. Pilotların da aynı şekilde hata yapma olasılıklarını değerlendirdiğimizde kendilerine özel ve farklı *EPC* durumlarının ve katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sayede hesaplanacak olasılık değerleri daha gerçekçi ve gelişmekte olan maliyeti oldukça yüksek olan sektöre de katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Havacılık sektörü insan makine entegrasyonun yüksek olduğu, maliyetin fazla ve personel yetiştirmenin de zaman aldığı oldukça karmaşık bir alandır işte bu sebeplerden insan hata analizi yaklaşımlarının daha çok kullanılması gerekmektedir.

Pilot eğitimlerindeki simülator çalışmalarında ilgili işlemlere daha fazla dikkat edilerek farkındalık arttırılabilir. Hata olasılıklarının yüksek olduğu işlemleri geliştirmek amacıyla farklı senaryolar standart kontrollerin yapılması olasılıkları azaltacağı değerlendirilmektedir. Bunun için de eğitim ihtiyaçları belirlenerek farklı eğitim programlarının oluşturulması, ilgili senaryoların eğitimlere dahil edilmesi, belirli aralıklar tekrarlanması opsiyonları detaylı olarak çalışılabilir. Gerçekçi senaryoların mümkün olduğunca belirlenen sıklıklarda uygulanması ve performans kontrolleri de faydalı olacaktır.

Sonuç olarak hata olasılıklarının yüksek olduğu işlem maddelerindeki pilot girdilerini azaltacak sistemler için *AR-GE* çalışmalarının yapılması gelişen teknolojilerin etkin kullanılması ve entegrasiyle kaza kırımının azalmasına büyük katkı sağlayacaktır. Örnek olarak pilotların G-Lock olmalarından sonra uçak kontrolünün ortadan kaybolması sonucu birçok kaza kırım meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalarla uçak sistemlerinin yerle çarpışma değerlendirmesi sonrası pilottan bağımsız kurtarma manevralarını yapabilen otomatik sistemler kullanılmaya başlanmış ve birçok kaza kırım engellenmiş pilot kayıplarının önüne geçilmiştir. Benzer gelişmelerin de belirlenen işlemlerde yapılması büyük oranda maliyet etkin bir çalışma olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akça, M. (2020). An evaluation on the pilot error concept and aircraft accident. *The Journal Of Social Science*.
- Aksoy, E. (2006). Uçuş emniyetinin sağlanmasında insan unsuru ve bu süreçte mesleki eğitimin önemine ilişkin bir araştırma. *İstanbul Üniveristesi Sosyal Bilimler Enstitüsü işletme Anabilim Dalı İnsan Kaynakları Yönetimi Bilim Dalı*. İstanbul.
- Akyuz, E. &. (2016a). A hybrid human error probability determination approach: The case of cargo loading operation in oil/chemical tanker ship. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43, 424–431.
- Akyuz, E., & Celik, E. (2016b). A modified human reliability analysis for cargo operation in single point mooring (SPM) off-shore units. *Applied Ocean Research*, 11–20.
- Akyüz, E., & Çelik, M. (2015). A methodological extension to human reliability analysis for cargo tank cleaning operation on board chemical tanker ships. *Safety Science*, s. 146-155.
- Akyüz, E., Çelik, M., & Selçuk, C. (2016). A phase of comprehensive research to determine marine-specific EPC values in human error assessment and reduction technique. *Safety Science*, 63-75.
- Alonso, J. A., & Lamata, M. T. (2006). Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. *World Scientific Vol.14.No 4*, 445–459.
- Bowo, L. P., & Furusho, M. (2019). Usability of Human Error Assessment and Reduction Technique with a 4M framework (HEART–4M) – A Case Study on Ship Grounding Accidents. *Journal of ETA Maritime Science*, 266-279.
- Boyd, D. D. (2017). A review of general aviation safety (1984–2017). *Aerospace Medicine & Human Performance*, 660.
- CAA, C. A. (2008). *Global Fatal Accidents Review 1997-2006*. CAA.
- Can, G. F., & Delice, E. K. (2020). An advanced human error assessment approach: HEART and AV-DEMATEL. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 29–49.
- Castiglia, F., & Giardina, M. (2013). Analysis of operator human errors in hydrogen refuelling stations: Comparison between human rate assessment techniques. . *International Journal of Hydrogen Energy* 38(2), s. 1166–1176.
- Chadwick, L., & Fallon, E. (2012). Human reliability assessment of a critical nursing task in a radiotherapy treatment process. *Appl. Ergonom.* 43, 89-97.
- Coalson, M. (1984). Development of the F 110-GE-100 engine. *The American Society Of Mechanical Engineers*.
- Cook, C., Heath, F., Thompson, R. L., & Thompson, B. (2001). Score reliability in web or internet-based surveys: Unnumbered graphic rating scales versus likert-type scales. *Educational and Psychological Measurement*, 61(4), 697-706.

- Deacon, T., Amyotte, P. R., Khan, F., & MacKinnon, S. (2013). A framework for human error analysis of offshore evacuations. *Safety Science* 51, s. 319–327.
- Di Bona, G., Falcone, D., Forcina, A., & Silvestri, L. (2021). Systematic Human Reliability Analysis (SHRA): A New Approach to Evaluate Human Error Probability (HEP) in a Nuclear Plant. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences Vol. 6, No. 1*, 345-3622021.
- Erjavac, A. J., Iammartino, R., & Fossaceca, J. M. (2018). Evaluation of preconditions affecting symptomatic human error in general aviation and air carrier aviation accidents. *Reliability Engineering and System Safety* 178, 156-163.
- Faucett, C. M. (2017). Using the Human Error Assessment and Reduction Technique to Predict and Prevent Catheter Associated Urinary Tract Infections. Manhattan, Kansas: B.S., Kansas State University; M.S., Kansas State University.
- Garvey, P. (2001). Track 2: implementing a risk management process for a large scale information system upgrade—a case study. *INCOSE* 4(1), 14-18.
- Gibson, W., & Kirwan, B. (2008). Application of the CARA HRA tool to air traffic management safety cases. *PSAM 9. Taylor & Francis*.
- Gibson, W., Mills, A., Smith, S., & Kirwan, B. (2012). Railway action reliability assessment, a railway specific approach to human error quantification. *Rail Human Factors. Supporting Reliability, Safety and Cost Reduction*. . Research Gate.
- Gopal, D. (2000). Analysis of factors leading to pilot error accidents in civil aviation. *Ind J Aerospace Med* 44(1), 34-38.
- Guitouni, A. &. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109.
- Guo, Y., & Sun, Y. (2020). Flight safety assessment based on an integrated human reliability quantification approach. *PLoS ONE*, 1-16.
- HAF, S. I. (2015). *Safety Investigation Report Hellenic Air Force F-16d Blk 50 S/N 93-1084 341SQ/111CW*. Albacete AFB (Esp), Albacete: Safety Investigation Board HAF.
- Havaalanları Daire Başkanlığı. (2011). Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından yayımlanan Safety Management Manual (SMM) Doc. 9859 AN/474 dokümanını. *Doc 9859 Türkçe Tercüme*. SİVİL HAVACILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ/Pegem Akademi Yayıncılık.
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive reliability and error analysis method*. Oxford, UK.: Elsevier Science.
- Hou, L. X., Liu, R., Liu, H. C., & Jiang, S. (2021). Two decades on human reliability analysis: A bibliometric analysis and literature review. *Annals of Nuclear Energy*, 151.
- http-1: <http://www.baaa-acro.com/Statistiques%20diverses.htm> (Erişim tarihi: 10.05.2022)

- http-2: <https://pdf4pro.com/view/human-error-assessment-amp-reduction-technique-heart-47f02f.html> (Erişim tarihi: 25.05.2022)
- http-3: http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eisraport/eia_2242014/EIS/app/app11 (Erişim tarihi: 05.30.2022).
- http-4: https://en.wikipedia.org/wiki/General_Dynamics_F-16_Fighting_Falcon (Erişim tarihi: 29.05.2022)
- http-5: <https://www.trthaber.com/haber/gundem/savasan-sahinler-milli-savas-ucaginin-ilk-adimi-563557.html> (Erişim tarihi: 21.02.2022)
- http-6: https://tr.wikipedia.org/wiki/General_Electric_F110 (Erişim tarihi: 21.03.2022)
- http-7: <https://www.savunmasanayist.com/f-16-modelleri-nasil-birbirinden-ayirt-edilebilir> (Erişim tarihi: 04.10.2022)
- http-8: <https://www.geaviation.com/military/engines/fl10-engine> (Erişim tarihi: 10.04.2022)
- http-9: <https://www.aerotime.aero/articles/27553-Top-10-most-expensive-fighter-jets-in-2021> (Erişim tarihi: 05.06.2022)
- http-10: [https://www.baaa-acro.com/casualties-graph?created\[min\]=2010-01-01&created\[max\]=2019-12-31](https://www.baaa-acro.com/casualties-graph?created[min]=2010-01-01&created[max]=2019-12-31) (Erişim tarihi: 10.06.2023)
- Islam R, Y. H. (2017). Development of a monograph for human error likelihood assessment in marine operations. *Safety Science*, 33–39.
- Jianyu, Z., Guoqiang, S., Shengkui, Z., Jianbin, G., & Guo, Z. (2016). The reliability assessment of human systems interaction for aircraft carrier landing. *Journal of Mechanical Science and Technology* 30, s. 4465~4469.
- Karabıyık, D. F. (2019). Ürün biçim dilinin değerdendirilmesinde analitik hiyerarşı süreci (AHP) yönteminin kullanımı üzerine bir çalışma. *YÜKSEK LİSANS TEZİ*. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kim, J., Jung, W., Jang, S., & Wang, J. (2006). A Case Study For the Selection of a Railway Human Reliability Anlaysis Method. *International Railway Safety Conference*, (s. 22-27).
- Kirwan, B. (1994). *A guide to practical human reliability assessment*. London: Taylor and Francis,.
- Kirwan, B. (1997). The validation of three human reliability quantification techniques: THERP, HEART and JHEDI Part III, Practical aspects of the usage of the techniques. *Applied Ergonomics*, 28, 27-39.
- Knapp, C. J., & Johnson, R. (1996). K. J. C., & J. R. içinde, *F-16 Class A mishaps in the U.S. Air Force, 1975-93*.
- Kowalsky, N. B., Masters, R. L., B., S. R., Babcock, G. L., & Rypka, E. W. (1974). An Analysis Of Pilot Error-Related Aircraft Accidents. *Department Of Aerospace And Environmental Medicine Lovelace Foundation*.

- Köseoğlu, S. C., & Delice, E. K. (2022). İnsan Hatasını Azaltma Tabanlı Yeni Bir Risk Değerlendirme Yöntemi Ve Karar Destek Sistemi.
- Köseoğlu, S. C., Delice, E. K., & Erdebili, B. (2023). Nurse-Task Matching Decision Support System Based on FSPC-HEART Method to Prevent Human Errors for Sustainable Healthcare. *International Journal of Computational Intelligence Systems*.
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 83-105.
- Larose, D. T., & Larose, C. D. (2015). *Data mining and predictive analytics (Second edition)*. US: John Wiley & Sons Inc.
- Li, G., Grabowski, J. G., Baker, S. P., & Rebok, G. W. (2006). Pilot Error in Air Carrier Accidents: Does Age Matters? *Aviation Space and Environmental Medicine*, 737–41.
- Liao, P.-C. X. (2016). The Mechanism of how Design Failures cause Unsafe Behaviour: The Cognitive reliability and error analysis method (CREAM). *Procedia*.
- Lockheed, M. C. (2003). *FLIGHT MANUAL F16C/D*.
- Lower, M., Magott, J., & J., S. (2018). A System-Theoretic Accident Model and Process with Human Factors Analysis and Classification System taxonomy. *Safety Science*, 393–410.
- Lusk, E. (1979). Analysis of Hospital Capital Decision Alternatives: A Priority Assignment Model. *The Journal of the Operational Research Society*, 439-448.
- McFadden, L. K. (1997). Predicting pilot-error incidents of US airline pilots using logistic regression. *Applied Ergonomics Vol 28*, 209-212.
- Mckelvie, S. J. (2011). Graphic Rating Scales—How Many Categories? *British Journal of Psychology*, 185-202.
- Noroozi, A., Khan, F., Mackinnon, S., Amyotte, P., & Deacon, T. (2014). Determination of human error probabilities in maintenance procedures of a pump. *Process Safety and Environmental Protection*, 92(2), 131-141.
- Orçanlı, K., & Özdemir, A. (2013). A Decision Model for the Selection of Credit Cards and Application Analytic Hierarchy Process (AHP)–ELECTRE Method'. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 77–106.
- Özdağoğlu, A. (2013). Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinde Normalizasyon Tekniklerinin Sonuçlara Etkisi : COPRAS Örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİİBF Dergisi*, 2229-252.
- Özdemir, A. (2019). İşletmelerde karar verme teknikleri. A. Özdemir içinde, *e kitap* (s. 4-5 Bölüm). Eskişehir: T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI.
- Özkan, H., B., K., & Özkan, M. (2018). Bir eğitim kurumunun yemek hizmeti alımında analitik hiyerarşi sürecine göre tedarikçi seçimi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi 11*, 1049.

- Özsoy, H. Ö. (2018a). Evaluation of Industrial Designs by Using Analytical Hierarchy Process and Parallel Prototyping. *Tasarım Kuram*, 85–99.
- Özsoy, H. Ö. (2018b). Kavramsal tasarımda “ AAS-analitik ağ süreci ” yönteminin kullanımı üzerine bir araştırma. *Sanat-Tasarım Dergisi*, 21-27.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. USA: McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, T. (2008). ‘Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (1984). Modeling behavior in competition: The analytic hierarchy process. *Journal of Mathematical Psychology*, 205-214.
- Seaver, D. A., & Stillwell, W. G. (2015). Procedures for using expert judgement to estimate human error probabilities in nuclear power plant operations. *USNRC, NUREGICR-2743, Washington DC*.
- Shappell, S., Detwiler, C., Hackworth, C., Boquet, A., & Wiegman, D. (2007). Human Error and Commercial Aviation Accidents: An Analysis Using the Human Factors Analysis and Classification System). *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 227.
- Sheikhalishahi, M., Azadeh, A., Pintelon, L., Chemweno, P., & Ghaderi, S. F. (2016). Maintenance scheduling optimization in a multiple production line considering human error. *Human Factors and Ergonomicsin Manufacturing & Service Industries*, 26(6), s. 655-666.
- Singh, S., & Kumar, R. (2015). Evaluation of Human Error Probability of Disc Brake Unit Assembly and wheel set maintenance of Railway Bogie. *Procedia Manufacturing*, 3, 3041-3048.
- Sun, G., Zeng, S., Guo, J., & Zhou, G. (2015). Approved Quantitative evaluation method Of Pilot Errors During Landing Process Of Carrier Based Aircraft. *The First International Conference on Reliability System Engineering*.
- Swain, A. D., & Guttman, H. E. (1983). *Handbook of human-reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications*. Sandia National Labs.
- Thomas, L., Thomas, H., & Spencer, P. (2019). *Trends in U.S. Airforce Aircraft Mishap Results*. RAND CORPORATION.
- Uludağ, S. A., & Doğan, H. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17-47.
- Wadia, A. R., & James, F. D. (2000). F110-GE-129 EFE – Enhanced power through low risk derivative technology. *ASME TURBOEXPO*. Munich Germany: GE Aviation.
- Wang L, W. Y. (2014). A framework for human error risk analysis of coal mine emergency evacuation in China. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 113-123.

- Williams, J. C. (1988). A data-based method for assessing and reducing human error to. *IEEE fourth conference on human factors and power plants* (s. 436-450). In W. Hagen.
- Wind, Y., & Saaty, T. (1980). Marketing applications of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 641-658.
- Yazgan, E., & Delice, E. K. (2021). Hybrid Human Error Assessment Approach for Critical Aircraft Maintenance Practice in the Training Aircraft. *The International Journal of Aerospace Psychology*.
- Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.
- Zahedi, F. (1986). The Analytical Hierarchy Process - a survey of the method and its applications. *Interfaces*, 96-108.



EKLER

EK-1 Airstart İşlemleri İçin GTT, NHU, EPC, Geleneksel HEART ve AHP HEP Değerleri

No	AIRSTART GÖREVLER	TASK TİPİ	Etkileyen EPCler	Traditional Heart HEP	AHP HEP	NHU
1	To accomplish an airstart:					
1.1	ENG CONT switch-SEC (even if SEC caution light is on). Airspeed-Attain approximately 250 knots or establish maximum range or endurance airspeed (C 200 or 170 D 205 or 175 knots, respectively, plus 5 knots per 1000 pounds of fuel/store weights) with JFS RUN light on	D	EPC (1) (3) (4) (9) (12)(15) (21) (29) (38)	9,08E+02	6,04E-01	0,09
1.2	JFS switch-START 2 below 20,000 feet MSL and below 400 knots	B	EPC (2) (7)(15)(35) (38)	3,62E+01	1,01E-00	0,26
1.3	Stores-Jettison (if required).	F	EPC (2)(7)(15)(22)(29)	6,50E-01	1,22E-02	0,0030
1.4		E	EPC (1) (2) (7)(14)(22)(29)	3,48E+01	1,19E-01	0,02
2	If FTIT exceeds 935C					
2.1	Throttle-OFF, then midrange	F	EPC (3) (4)(7) (8)(13)	2,85E+00	1,37E-02	0,003
2.2	Airspeed-Increase (400 knots/0.9 mach maximum).	B	EPC(2) (4) (35)	1,27E+01	7,60E-01	0,26
3	If hung start/hot start persists					
3.1	Throttle-OFF	B	EPC (2) (4) (8)(13) (21) (22)(29)	2,16E+02	1,14E-00	0,26
3.2	ENG CONT switch-SEC, if in PRI, PRI, if in SEC	D	EPC (4) (21) (29)	8,90E-01	1,39E-01	0,09
3.3	Throttle-Midrange. Allow FTIT to drop below 700C	B	EPC (2) (4) (21) (29)	2,44E+01	8,02E-01	0,26
4	Refer to FLAMEOUT LANDING, this section	C	EPC (1)(2) (3) (9) (12)(15) (21) (29) (38)	3,13E+03	1,48E-00	0,16
5	If engine responds normally					
5.1	JFS switch-OFF	F	EPC (13) (15) (36)	1,49E-02	4,14E-03	0,003
5.2	ELEC CAUTION RESET button-Depress	F	EPC (4) (13)	3,07E-02	4,74E-03	0,003
5.3	EPU switch-OFF, then NORM	F	EPC (4) (13) (29)	3,56E-02	4,81E-03	0,003
5.4	Land as soon as possible	E	EPC (15) (24) (29)(35)	7,43E-02	2,69E-02	0,02

EK-2 Airstart İşlemleri EPC'leri İçin Geleneksel HEART ve AHP APOA Değerleri

	Hata Üreten Durum (EPC)	"Hedef" koşullarından "kötü" olana kadar güvenilmezliğin değişebileceği maksimum tahmini nominal değer	EPC	(Maks, Etki - 1)	Etki Oranı (ANP Görev Ağırlıkları)	APOA GRS	AHP	
1	Unfamiliarity with a situation which is potentially important but which only occurs infrequently or which is novel	± 17	17,00	16,00	Unfamiliarity (Yabancılık)	0,73	0,0435	1
2	A shortage of time available for error detection and correction	± 11	11,00	10,00	Time pressure (Zaman Baskısı)	0,85	0,1003	2
3	A low signal-to-noise ratio	± 10	10,00	9,00	Communication (UHA veya Kule konuşmaları)	0,46	0,0557	3
4	A means of suppressing or overriding information or features which is too easily accessible	± 9	9,00	8,00	Features over-ride allowed (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	0,49	0,0569	4
7	No obvious means of reversing an unintended action	± 8	8,00	7,00	Irreversibility Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	0,71	0,0744	7
8	A channel capacity overload, particularly one caused by simultaneous presentation of non-redundant information	± 6	6,00	5,00	Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,40	0,0534	8
9	A need to unlearn a technique and apply one which requires the application of an opposing philosophy	± 6	6,00	5,00	Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	0,40	0,0263	9
12	A mismatch between perceived and real risk	± 4	4,00	3,00	Misconception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,41	0,0641	12
13	Poor, ambiguous or ill-matched system feedback	± 4	4,00	3,00	Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,36	0,0284	13
14	No clear direct and timely confirmation of an intended action from the portion of the system over which control is to be exerted	± 3	3,00	2,00	Delayed/Incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,24	0,0534	14
15	Operator inexperienced (e.g. a newly qualified tradesman, but not an 'expert')	± 3	3,00	2,00	Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	0,66	0,1338	15
21	An incentive to use other more dangerous procedures	± 2	2,00	1,00	An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	0,74	0,0416	21
22	Little opportunity to exercise mind and body outside the immediate confines of the job	± 1,8	1,80	0,80	Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,51	0,0440	22
24	A need for absolute judgements which are beyond the capabilities or experience of an operator	± 1,6	1,60	0,60	Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	0,53	0,0730	24
29	High-level emotional stress	± 1,3	1,30	0,30	Emotional stress (Duygusal stress)	0,54	0,0523	29
35	Disruption of normal work-sleep cycles	± 1,1	1,10	0,10	Shiftwork disruption (İş-uyku düzenliliği)	0,46	0,0298	35
36	Task pacing caused by the intervention of others	± 1,06	1,06	0,06	Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,36	0,0489	36
38	Age of personnel performing perceptual tasks	± 1,02	1,02	0,02	Age (Yaş)	0,25	0,0272	38

EK-3 Uzmanların Airstart EPC'leri İçin Geleneksel HEART APOA Değerlendirmeleri

		Negligible			Minor			Moderate			Major		Extreme									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8		
1													0,5	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	1	0,6		
2													0,8	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,9	0,9		
3													0,1	0,2	0,6	0,5	0,2	0,4	0,8	0,9		
4													0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6	0,8		
5																						
6																						
7													0,6	0,5	1	0,6	0,5	0,7	0,8	1		
8													0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5	1		
9													0,6	0,5	0,1	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5		
10																						
11																						
12													0,3	0,6	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2		
13													0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,1		
14													0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,1		
15													1	0,4	0,6	0,9	0,4	0,8	0,6	0,6		
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21													0,9	0,9	0,6	0,5	0,9	0,6	0,8	0,7		
22													0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4		
23																						
24													0,9	0,6	0,7	0,6	0,2	0,4	0,4	0,4		
25																						
26																						
27																						
28																						
29													0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,6	0,4	0,5		
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35													0,5	0,2	0,4	0,6	0,6	0,5	0,3	0,6		
36													0,2	0,6	0,4	0,2	0,6	0,3	0,5	0,1		
37																						
38													0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2		

EK-4 Uzman 1 (X1)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2- Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4- Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç/düğüldürmesi)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	21- An incentive to use other procedures (Daha tehlikeli Yönlere seçilmesi için motivasyon)	24- Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlemler)	35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	29- Emotional stress (Duygusal stres)	22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38- Age (Yaş)
1- Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0,25	0,33	4,00	0,33	2,00	0,14	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14	6,00	0,50	7,00	6,00	5,00
2- Time pressure (Zaman Baskısı)	4,00	1	3,00	1,00	2,00	3,00	4,00	1,00	0,50	0,20	0,50	0,25	2,00	2,00	2,00	7,00	0,50
3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	3,00	0,33	1	1,00	2,00	3,00	0,50	4,00	2,00	0,17	0,33	0,25	5,00	1,00	1,00	2,00	3,00
4- Means of overriding accessible info (Alanın Bilginin bastırılması)	0,25	1,00	1,00	1	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	0,20	1,00	0,25	1,00	0,50	1,00	4,00	1,00
7- Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	3,00	1,00	0,50	0,50	1	2,00	3,00	4,00	1,00	0,20	1,00	5,00	5,00	2,00	3,00	1,00	4,00
8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	3,00	0,50	0,33	1,00	0,50	1	4,00	0,50	2,00	0,25	2,00	0,33	4,00	1,00	2,00	2,00	3,00
9- Unconventional Technique (Öğrenilen tehnikten farklı uygulama)	0,50	0,33	1,00	1,00	0,33	1	0,33	1,00	0,50	0,17	0,50	0,33	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50
12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	7,00	0,25	2,00	0,33	0,50	2,00	3,00	1	2,00	0,50	2,00	0,25	6,00	2,00	3,00	5,00	3,00
13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	3,00	1,00	0,25	0,50	0,25	0,50	1,00	0,50	1	0,20	1,00	0,50	4,00	0,50	1,00	3,00	1,00
14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç/düğüldürmesi)	4,00	2,00	0,50	0,50	1,00	3,00	0,33	1,00	1	0,50	1,00	0,33	2,00	0,33	1,00	0,25	2,00
15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	5,00	5,00	6,00	5,00	4,00	6,00	2,00	5,00	2,00	1	2,00	1,00	5,00	6,00	3,00	7,00	3,00
21- Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yönlere seçilmesi için motivasyon)	6,00	2,00	3,00	1,00	0,50	2,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1	0,33	0,50	1,00	1,00	6,00	1,00
24- Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlemler)	7,00	4,00	4,00	4,00	0,20	3,00	4,00	2,00	3,00	1,00	3,00	1	3,00	2,00	5,00	6,00	4,00
35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	0,17	0,50	0,20	1,00	0,20	1,00	0,17	0,25	0,50	0,20	2,00	0,33	1	1,00	1,00	0,20	0,50
29- Emotional stress (Duygusal stres)	2,00	0,50	1,00	2,00	0,50	2,00	0,50	2,00	3,00	0,17	1,00	0,50	1,00	1	1,00	1,00	1,00
22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,14	0,50	1,00	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	0,33	1,00	0,20	1,00	1,00	1	0,50	2,00
36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,17	0,14	0,50	0,25	1,00	2,00	0,20	0,33	4,00	0,14	0,17	0,17	5,00	1,00	2,00	1	0,50
38- Age (Yaş)	0,20	2,00	0,33	1,00	0,25	2,00	0,33	1,00	0,50	0,33	1,00	0,25	2,00	1,00	0,50	2,00	1

X1

EK-5 Uzman 2 (X2)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	29-Emotional stress (Duyusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkileneceği)	38-Age (Yaş)
1	0,20	0,20	0,50	0,33	1,00	2,00	0,33	2,00	1,00	0,17	0,20	0,14	0,17	1,00	0,20	3,00	4,00
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	1	2,00	2,00	3,00	5,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,50	4,00	0,50
3-Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,50	1	1,00	6,00	4,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,25	0,17	0,33	0,25	1,00	0,50	2,00	6,00
4-Means of overriding accessible info (Alan Bilginin bastırılması)	0,50	1,00	1	3,00	0,50	1,00	2,00	1,00	1,00	0,20	0,17	0,33	0,25	1,00	0,33	5,00	1,00
7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	0,33	0,17	0,33	1	4,00	6,00	2,00	5,00	1,00	0,50	0,25	0,33	1,00	2,00	0,50	1,00	2,00
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,20	0,25	2,00	0,25	1	1,00	2,00	2,00	1,00	0,25	0,17	0,25	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	1,00	0,50	1,00	0,17	1,00	1	1,00	0,50	1,00	0,20	0,25	0,25	0,50	1,00	0,50	0,20	0,33
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1	1,00	1,00	0,13	0,14	0,25	0,20	1,00	0,50	6,00	3,00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,50	1,00	1,00	1,00	0,20	2,00	1,00	1	1,00	0,14	0,13	0,17	0,17	1,00	0,33	3,00	1,00
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1	0,13	0,14	0,20	0,20	1,00	0,50	0,20	2,00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	6,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	8,00	7,00	8,00	1	0,50	1,00	2,00	4,00	4,00	7,00	6,00
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	4,00	7,00	8,00	7,00	2,00	1	5,00	6,00	4,00	2,00	8,00	3,00
24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	7,00	5,00	6,00	3,00	4,00	4,00	4,00	6,00	5,00	1,00	0,20	1	4,00	2,00	1,00	6,00	6,00
35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	6,00	3,00	4,00	4,00	1,00	2,00	5,00	6,00	5,00	0,50	0,17	0,25	1	1,00	1,00	0,20	0,50
29-Emotional stress (Duyusal stress)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	0,25	0,50	1,00	1	1,00	1,00	0,33
22-lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	5,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00	1	0,33	2,00
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkileneceği)	0,33	0,25	0,50	0,20	1,00	5,00	0,17	0,33	5,00	0,14	0,13	0,17	5,00	1,00	3,00	1	0,50
38-Age (Yaş)	0,25	2,00	0,17	1,00	0,50	3,00	0,33	1,00	0,50	0,17	0,33	0,17	2,00	3,00	0,50	2,00	1

X2

EK-6 Uzman 3 (X3)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2- Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4- Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	15- Inexperienced Operator (Ticribesiz pilot)	21- An incentive to use other procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	24- Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlemler)	35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	29- Emotional stress (Duyusal stres)	22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38- Age (Yaş)
1	0,11	3,00	6,00	0,14	2,00	8,00	7,00	9,00	8,00	0,25	0,20	0,17	0,50	1,00	1,00	2,00	4,00
2- Time pressure (Zaman Baskısı)	1	5,00	7,00	0,13	2,00	4,00	6,00	9,00	8,00	0,50	1,00	0,25	3,00	0,33	1,00	5,00	8,00
3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,33	1	4,00	0,33	0,25	5,00	8,00	9,00	8,00	0,33	1,00	2,00	5,00	0,50	1,00	1,00	6,00
4- Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması)	0,17	0,25	1	0,11	0,50	0,25	5,00	9,00	8,00	0,14	0,17	0,50	0,25	1,00	1,00	5,00	9,00
7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	7,00	3,00	9,00	1	2,00	4,00	3,00	9,00	8,00	5,00	2,00	4,00	3,00	1,00	1,00	0,50	8,00
8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,50	4,00	2,00	0,50	1	3,00	4,00	8,00	7,00	0,50	0,33	0,20	4,00	0,33	0,50	2,00	1,00
9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,13	0,20	4,00	0,25	0,33	1	0,20	0,33	0,25	0,33	1,00	0,50	0,20	0,33	1,00	0,17	3,00
12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,14	0,13	0,20	0,33	0,25	5,00	1	1,00	0,50	0,25	0,20	0,14	0,17	0,50	1,00	6,00	7,00
13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	3,00	1,00	1	1,00	0,20	0,17	0,13	0,33	0,33	1,00	4,00	7,00
14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	4,00	2,00	1,00	1	0,25	0,33	0,50	1,00	0,50	1,00	0,20	0,50
15- Inexperienced Operator (Ticribesiz pilot)	4,00	3,00	7,00	0,20	2,00	3,00	4,00	5,00	4,00	1	0,25	0,20	0,33	1,00	1,00	5,00	3,00
21- Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	5,00	1,00	6,00	0,50	3,00	1,00	5,00	6,00	3,00	4,00	1	0,50	1,00	1,00	2,00	6,00	4,00
24- Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlemler)	6,00	0,50	2,00	0,25	5,00	2,00	7,00	8,00	2,00	5,00	2,00	1	2,00	3,00	2,00	4,00	4,00
35- Shiftwork disruption (İş-uyku dengesizliği)	2,00	0,20	4,00	0,33	0,25	5,00	6,00	3,00	1,00	3,00	1,00	0,50	1	0,33	1,00	0,17	2,00
29- Emotional stress (Duyusal stres)	1,00	3,00	2,00	1,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,33	3,00	1	1,00	1,00	0,33
22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1	0,33	2,00
36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,50	0,20	0,20	2,00	0,50	6,00	0,17	0,25	5,00	0,20	0,17	0,25	6,00	1,00	3,00	1	0,50
38- Age (Yaş)	0,25	0,13	0,17	0,11	1,00	0,33	0,14	0,14	2,00	0,33	0,25	0,25	0,50	3,00	0,50	2,00	1

X3

EK-7 Uzman 4 (X4)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication in (UKA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç/düğüldürülmesi)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	24-Required absolute judgements (Plottun seviyesinin üstündeki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş-yükü düzensizliği)	29-Emotional stress (Duygusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38-Age (Yaş)
X4	1	0,20	0,25	0,50	0,13	5,00	0,17	0,17	0,20	0,17	0,25	0,14	0,17	2,00	0,13	0,33	3,00	4,00
	5,00	1	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	4,00	2,00	0,33	0,33	1,00	0,50	3,00	3,00	2,00	4,00	0,33
	4,00	0,50	1	1,00	2,00	2,00	2,00	0,33	3,00	3,00	0,17	0,50	0,33	4,00	1,00	1,00	2,00	2,00
	2,00	0,50	1,00	1	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	3,00	0,25	1,00	0,25	1,00	0,33	1,00	3,00	1,00
	8,00	1,00	0,50	0,50	1	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	0,33	2,00	0,33	3,00	1,00	2,00	0,33	2,00
	0,20	0,33	0,50	0,50	0,50	1	3,00	0,33	2,00	0,50	0,33	2,00	0,33	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00
	6,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,33	1	0,33	1,00	0,33	0,20	0,50	0,33	2,00	0,50	1,00	0,20	1,00
	6,00	0,25	3,00	0,50	0,50	3,00	3,00	1	2,00	3,00	0,33	2,00	0,33	4,00	3,00	2,00	5,00	2,00
	5,00	0,50	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00	0,50	1	1,00	0,25	2,00	0,33	3,00	0,33	0,50	5,00	1,00
	6,00	3,00	0,33	0,33	0,50	2,00	3,00	0,33	1,00	1	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	2,00	0,17	1,00
	4,00	3,00	6,00	4,00	3,00	3,00	5,00	3,00	4,00	2,00	1	2,00	1,00	4,00	5,00	3,00	4,00	2,00
	7,00	1,00	2,00	1,00	0,50	0,50	2,00	0,50	0,50	1,00	0,50	1	0,33	0,50	2,00	1,00	7,00	1,00
	6,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	3,00	1	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00
	0,50	0,33	0,25	1,00	0,33	0,33	0,50	0,25	0,33	1,00	0,25	2,00	0,33	1	1,00	1,00	0,13	0,50
	8,00	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	2,00	0,33	3,00	2,00	0,20	0,50	0,50	1,00	1	1,00	1,00	1,00
	3,00	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	2,00	0,50	0,33	1,00	0,25	1,00	1,00	1	0,33	2,00
	0,33	0,25	0,50	0,33	3,00	0,50	5,00	0,20	0,20	6,00	0,25	0,14	0,33	8,00	1,00	3,00	1	0,50
	0,25	3,00	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	0,33	2,00	1,00	0,50	2,00	1

EK-8 Uzman 5 (X5)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2- Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4- Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	15- Inexperienced Operator (Ticribesiz pilot)	21- An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmes için motivasyon)	24- Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlen)	35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	29- Emotional stress (Duygusal stress)	22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilmesi)	38- Age (Yaş)
1	1,00	2,00	0,33	0,50	0,50	0,25	3,00	4,00	0,33	0,17	3,00	4,00	5,00	0,33	0,33	0,25	5,00
2- Time pressure (Zaman Baskısı)	1,00	1	0,25	0,20	0,25	0,20	0,25	5,00	0,20	0,14	5,00	1,00	3,00	0,50	2,00	1,00	4,00
3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,50	0,25	1	0,20	0,25	3,00	6,00	5,00	0,14	0,14	0,20	0,33	5,00	0,33	0,33	4,00	5,00
4- Means of overriding accessible info (Aldırı Bilginin bastırılması)	3,00	4,00	5,00	1	5,00	5,00	7,00	8,00	2,00	0,33	7,00	8,00	5,00	6,00	7,00	5,00	8,00
7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	2,00	5,00	4,00	0,20	1	3,00	0,17	0,14	0,20	0,17	5,00	1,00	5,00	4,00	0,50	0,20	5,00
8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	2,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	5,00	6,00	0,25	0,14	5,00	6,00	4,00	5,00	3,00	0,33	6,00
9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	4,00	5,00	0,33	0,20	0,33	1	1,00	2,00	0,17	0,17	2,00	3,00	0,50	0,33	0,33	0,14	3,00
12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,33	4,00	0,17	0,14	6,00	0,20	0,20	1	0,25	0,14	5,00	6,00	1,00	7,00	5,00	6,00	5,00
13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,25	0,20	0,20	0,13	7,00	0,17	0,50	0,20	1	0,13	0,25	3,00	1,00	0,20	0,20	0,17	7,00
14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	3,00	5,00	7,00	0,50	5,00	6,00	3,00	4,00	1	0,25	1,00	3,00	6,00	0,25	0,33	0,20	2,00
15- Inexperienced Operator (Ticribesiz Pilot)	6,00	7,00	7,00	3,00	6,00	6,00	7,00	8,00	4,00	1	5,00	6,00	9,00	7,00	8,00	5,00	9,00
21- Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolu seçilmes için motivasyon)	0,33	0,20	5,00	0,14	0,20	0,50	0,20	4,00	1,00	0,20	1	1,00	3,00	0,20	0,25	0,20	2,00
24- Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlen)	0,25	1,00	3,00	0,13	1,00	0,33	0,17	0,33	0,33	0,17	1,00	1	3,00	0,33	4,00	3,00	4,00
35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	0,20	0,33	0,20	0,20	0,20	2,00	0,17	1,00	0,17	0,11	0,33	0,33	1	0,25	0,33	0,17	1,00
29- Emotional stress (Duygusal stress)	3,00	2,00	3,00	0,17	0,25	3,00	0,14	5,00	4,00	0,14	5,00	3,00	4,00	1	5,00	3,00	6,00
22- Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	3,00	0,50	3,00	0,14	2,00	3,00	0,20	5,00	3,00	0,13	4,00	0,25	3,00	0,20	1	0,25	5,00
36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilmesi)	4,00	1,00	0,25	0,20	5,00	7,00	0,17	6,00	5,00	0,20	5,00	0,33	6,00	0,33	4,00	1	6,00
38- Age (Yaş)	0,20	0,25	0,20	0,13	0,20	0,33	0,20	0,14	0,50	0,11	0,50	0,25	1,00	0,17	0,20	0,17	1

X5

EK-9 Uzman 6 (X6)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin başlatılması/dikk ate alınması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	9- Unconvention al Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomp lete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulaması)	15- Operator inexperienced (Tecrübesiz pilot)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolum seçilmesi için motiveasyon)	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş- uyku düzensizliği)	29-Emotional stress (Duyusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38-Age (Yas)	
X6	1-Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0,11	4,00	8,00	0,17	7,00	4,00	0,33	3,00	2,00	0,11	5,00	0,33	4,00	0,50	8,00	0,14	6,00
	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	9,00	1	9,00	8,00	7,00	8,00	7,00	1,00	9,00	8,00	6,00	7,00	5,00	9,00	9,00	9,00	6,00	9,00
	3-Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,25	0,11	1	4,00	0,14	5,00	4,00	0,50	2,00	1,00	0,14	5,00	0,25	6,00	7,00	7,00	1,00	3,00
	4-Means of overriding accessible info (Bilginin başlatılması/dikkate alınması)	0,13	0,13	0,25	1	0,50	1,00	4,00	0,17	7,00	2,00	0,25	6,00	0,25	5,00	6,00	7,00	1,00	2,00
	7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	6,00	0,14	7,00	2,00	1	6,00	0,33	0,25	7,00	5,00	2,00	7,00	2,00	8,00	7,00	8,00	0,33	5,00
	8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	0,14	0,13	0,20	1,00	0,17	1	3,00	0,13	4,00	3,00	0,20	0,33	0,20	5,00	7,00	7,00	0,33	5,00
	9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,25	0,14	0,25	0,25	3,00	0,33	1	0,14	3,00	0,25	0,14	0,50	0,14	3,00	4,00	4,00	0,20	4,00
	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	3,00	1,00	2,00	6,00	4,00	8,00	7,00	1	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	2,00
	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,33	0,11	0,50	0,14	0,14	0,25	0,33	0,13	1	0,33	0,14	0,25	0,14	2,00	2,00	3,00	0,14	6,00
	14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,50	0,13	1,00	0,50	0,20	0,33	4,00	0,13	3,00	1	0,17	3,00	0,17	4,00	0,17	5,00	0,14	3,00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	9,00	0,17	7,00	4,00	0,50	5,00	7,00	0,13	7,00	6,00	1	5,00	1,00	7,00	7,00	8,00	4,00	3,00	
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolum seçilmesi için motiveasyon)	0,20	0,14	0,20	0,17	0,14	3,00	2,00	0,13	4,00	0,33	0,20	1	0,17	3,00	5,00	6,00	0,50	4,00	
24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	3,00	0,20	4,00	4,00	0,50	5,00	7,00	0,13	7,00	6,00	1,00	6,00	1	6,00	7,00	8,00	3,00	5,00	
35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	0,25	0,11	0,17	0,20	0,13	0,20	0,33	0,13	0,50	0,25	0,14	0,33	0,17	1	3,00	2,00	0,14	4,00	
29-Emotional stress (Duyusal stress)	2,00	0,11	0,17	0,17	0,14	0,14	0,25	0,13	0,50	6,00	0,14	0,20	0,14	0,33	1	0,33	0,14	3,00	
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,13	0,11	0,14	0,14	0,13	0,14	0,25	0,13	0,33	0,20	0,13	0,17	0,13	0,50	3,00	1	0,17	3,00	
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	7,00	0,17	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	0,13	7,00	7,00	2,00	2,00	0,33	7,00	7,00	6,00	1	6,00	
38-Age (Yas)	0,17	0,11	0,33	0,50	0,20	0,20	0,25	0,50	0,17	0,33	0,25	0,25	0,20	0,25	0,33	0,33	0,17	1	

EK-10 Uzman 7 (X7)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2- Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4- Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8- Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13- Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	21- An incentive to use other procedures (Daha tehlikeli yolun seçilmesi için motivasyon)	24- Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlemler)	35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	29- Emotional stress (Duygusal stress)	22- Lack of exercise (Pratik yapma imkânının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38- Age (Yaş)
X7																	
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0,13	5,00	6,00	7,00	7,00	0,25	6,00	0,20	0,11	7,00	5,00	0,20	0,14	0,14	5,00	0,20
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	8,00	1	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	8,00	6,00	3,00	8,00	8,00	5,00	5,00	5,00	8,00	5,00
3-Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,20	0,13	1	6,00	0,14	6,00	0,33	7,00	0,17	0,13	7,00	0,20	0,20	0,14	0,14	7,00	1,00
4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması)	0,17	0,13	0,17	1	0,14	6,00	0,50	6,00	0,14	0,13	7,00	7,00	7,00	0,13	0,14	7,00	4,00
7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	0,14	0,13	7,00	7,00	1	0,17	0,20	0,14	0,50	0,13	7,00	3,00	0,20	0,13	0,14	5,00	0,20
8-Channel overload (Fazla gereksiz bilgi)	0,14	0,13	0,17	1,00	6,00	1	1,00	7,00	0,33	0,13	7,00	0,14	7,00	0,20	0,20	7,00	0,50
9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,14	0,13	0,17	0,17	0,20	0,14	0,13	0,20	0,14	0,13	2,00	0,33	0,25	0,13	0,14	2,00	0,17
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	4,00	0,14	3,00	2,00	5,00	1,00	1	6,00	7,00	0,20	7,00	7,00	7,00	0,17	0,50	7,00	5,00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,17	0,13	0,14	0,17	7,00	0,14	0,17	1	1	0,13	5,00	4,00	7,00	0,14	0,14	5,00	7,00
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	5,00	0,17	6,00	7,00	2,00	3,00	0,14	7,00	1	0,14	6,00	7,00	7,00	0,20	0,20	7,00	5,00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	9,00	0,33	8,00	8,00	8,00	8,00	5,00	8,00	7,00	1	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00	8,00	7,00
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli yolun seçilmesi için motivasyon)	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,50	0,14	0,20	0,17	0,13	1	0,25	0,20	0,13	0,13	0,50	0,14
24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlemler)	0,20	0,13	5,00	0,14	0,33	7,00	0,14	0,25	0,14	0,13	4,00	1	7,00	0,14	0,14	5,00	0,14
35-Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	5,00	0,20	5,00	0,14	5,00	4,00	0,14	0,14	0,14	0,13	5,00	0,14	1	0,13	0,13	0,50	0,14
29-Emotional stress (Duygusal stress)	7,00	0,20	7,00	8,00	8,00	5,00	6,00	7,00	5,00	0,25	8,00	7,00	8,00	1	3,00	5,00	2,00
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkânının azlığı)	7,00	0,20	7,00	7,00	7,00	5,00	2,00	7,00	5,00	0,25	8,00	7,00	8,00	0,33	1	6,00	5,00
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,20	0,13	0,14	0,14	0,20	0,14	0,14	0,20	0,14	0,13	2,00	0,20	2,00	0,20	0,17	1	0,20
38-Age (Yaş)	5,00	0,20	1,00	0,25	5,00	2,00	0,20	0,14	0,20	0,14	7,00	7,00	7,00	0,50	0,20	5,00	1

EK-11 Uzman 8 (X8)'in Airstart EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communicatio n (UKA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastrılması/dikk ate alınması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	9- Unconvention al Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/Incomp lete feedback (işlemi n sonucunun geç doğulanması)	15- Inexperienced Operator (Tercübesiz pilot)	21-Ain incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	24-Required absolute judgements (Platon seviyesinin üstündeki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş- vuku düzensizliği)	29-Emotional stress (Duygusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38-Age (Yaş)
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0,20	1,00	0,20	0,20	3,00	5,00	5,00	0,20	8,00	1,00	9,00	6,00	7,00	2,00	4,00	0,14
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	5,00	1	1,00	0,20	1,00	5,00	6,00	3,00	1,00	5,00	5,00	8,00	5,00	7,00	3,00	6,00	0,20
3-Communication (UKOvera Kule konuşmaları)	5,00	1,00	1	0,20	1,00	5,00	3,00	4,00	3,00	9,00	8,00	6,00	4,00	5,00	5,00	1,00	0,13
4-Means of overriding accessible info (Alınan Bilginin bastırılması)	1,00	1,00	5,00	1	0,25	0,50	0,33	5,00	5,00	9,00	8,00	4,00	0,20	7,00	6,00	3,00	0,20
7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	5,00	5,00	1,00	4,00	1	8,00	4,00	6,00	4,00	7,00	8,00	6,00	0,25	5,00	5,00	0,25	0,20
8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	5,00	1,00	3,00	0,25	1	4,00	4,00	0,20	0,20	4,00	6,00	5,00	0,17	4,00	5,00	3,00	1,00
9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	0,33	0,20	2,00	3,00	0,13	1	5,00	0,33	0,20	2,00	0,20	5,00	4,00	3,00	5,00	0,17	1,00
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,20	0,17	3,00	3,00	0,25	0,25	1	0,25	5,00	0,17	3,00	0,50	0,33	0,25	0,20	4,00	6,00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,20	0,33	0,25	0,20	0,17	5,00	4,00	1	1,00	0,25	0,33	0,20	0,20	0,17	0,17	4,00	2,00
14-Delayed/incomplete feedback (işlemin sonucunun geç doğulanması)	5,00	1,00	0,33	0,20	0,25	5,00	0,20	1,00	1	0,20	3,00	0,25	3,00	0,25	4,00	0,33	5,00
15-Inexperienced Operator (Tercübesiz pilot)	0,13	0,20	0,11	0,11	0,14	0,25	6,00	4,00	5,00	1	5,00	4,00	4,00	0,20	0,20	5,00	6,00
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	1,00	0,20	0,13	0,13	0,13	5,00	0,33	3,00	0,33	0,20	1	0,20	0,17	0,17	0,17	7,00	4,00
24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	0,11	0,13	0,17	0,25	0,17	0,20	2,00	5,00	4,00	0,25	5,00	1	0,20	0,25	0,33	3,00	4,00
35- Shiftwork disruption (İş-vuku düzensizliği)	0,17	0,20	0,25	5,00	4,00	0,25	3,00	5,00	0,33	0,25	6,00	5,00	1	0,50	1,00	0,25	5,00
29-Emotional stress (Duygusal stress)	0,14	0,14	0,20	0,14	0,20	0,25	4,00	6,00	4,00	5,00	6,00	4,00	2,00	1	0,50	2,00	6,00
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,50	0,33	0,20	0,17	0,20	0,20	5,00	6,00	0,25	5,00	6,00	3,00	1,00	2,00	1	0,50	2,00
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,25	0,17	1,00	0,33	4,00	6,00	0,25	0,25	3,00	0,20	0,14	0,33	4,00	0,50	2,00	1	3,00
38-Age (Yaş)	7,00	5,00	8,00	5,00	5,00	1,00	0,17	0,50	0,20	0,17	0,25	0,25	0,20	0,17	0,50	0,33	1

X8

EK-12 Airstart EPC’leri İçin Genel Karşılaştırma Matriksi

KARŞILAŞTIRMA MATRİKSİ	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastrılması/dikk ate alınması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Faala Gerekiz Bilgi)	9- Unconvention al Teçhnik (Öğrenilen Etkikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomp lete feedback (İşlemin sonucunun geç doğulanması)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş- uyku düzensizliği)	29-Emotional stress (Duygusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	38-Age (Yaş)
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0.20	0.89	1.77	0.35	1.42	1.80	0.72	2.14	0.55	0.28	0.75	0.66	1.49	0.57	0.88	1.72	2.02
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	4.88	1	3.39	2.14	0.98	2.36	2.46	2.59	3.44	1.38	0.74	1.85	1.09	2.82	2.05	2.20	4.48	1.49
3-Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	1.12	0.30	1	1.18	0.67	1.91	3.04	1.30	3.63	1.17	0.29	1.06	0.48	2.22	0.96	0.98	1.97	2.12
4-Means of overriding accessible info (Alınan Bilginin bastırılması)	0.57	0.47	0.85	1	0.77	0.67	1.40	1.36	3.96	1.85	0.33	1.69	0.93	1.10	1.23	1.39	3.65	1.81
7-Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	2.85	1.02	1.49	1.30	1	1.54	2.95	0.97	2.15	1.54	0.69	2.58	1.73	1.76	1.70	1.31	0.59	1.83
8-Channel overload (Faala Gerekiz Bilgi)	0.71	0.42	0.52	1.49	0.65	1	3.24	1.16	2.61	0.70	0.33	1.41	0.51	2.41	1.32	1.60	1.57	2.01
9-Unconventional Teçhnik (Öğrenilen teçhnikten farklı uygulama)	0.55	0.41	0.33	0.71	0.34	0.31	1	0.46	0.71	0.29	0.25	0.63	0.56	0.86	0.67	0.91	0.27	1.00
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	1.40	0.39	0.77	0.74	1.03	0.86	2.18	1	1.98	2.13	0.34	1.77	0.92	1.75	1.28	1.36	5.76	3.73
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0.47	0.29	0.28	0.25	0.46	0.38	1.40	0.50	1	0.57	0.17	0.51	0.43	1.08	0.39	0.47	1.74	2.83
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğulanması)	1.80	0.73	0.86	0.54	0.65	1.43	3.45	0.47	1.74	1	0.23	1.13	0.59	1.94	0.34	1.04	0.32	2.04
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz operatör)	3.61	1.36	3.42	3.05	1.46	3.01	4.07	2.90	5.79	4.26	1	2.17	1.58	3.58	2.88	2.56	5.45	4.33
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	1.33	0.54	0.95	0.59	0.39	0.71	1.59	0.57	1.97	0.89	0.46	1	0.47	0.91	0.80	0.77	2.27	1.65
24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	1.53	0.92	2.09	1.07	0.58	1.95	1.78	1.09	2.32	1.70	0.63	2.14	1	2.55	1.09	1.67	3.94	2.75
35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	0.67	0.35	0.45	0.91	0.57	0.42	1.16	0.57	0.92	0.52	0.28	1.10	0.39	1	0.59	0.73	0.20	0.96
29-Emotional stress (Duygusal stress)	1.77	0.49	1.04	0.81	0.59	0.76	1.49	0.78	2.57	2.95	0.35	1.25	0.92	1.68	1	1.12	1.20	1.49
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	1.14	0.46	1.02	0.72	0.76	0.63	1.10	0.73	2.13	0.96	0.39	1.30	0.60	1.36	0.89	1	0.47	2.65
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0.58	0.22	0.51	0.27	1.71	0.64	3.65	0.17	0.57	3.12	0.18	0.44	0.25	5.02	0.83	2.14	1	1.04
38-Age (Yaş)	0.50	0.67	0.47	0.55	0.55	0.50	1.00	0.27	0.35	0.49	0.23	0.61	0.36	1.04	0.67	0.38	0.96	1
	26.48	10.23	20.32	19.11	13.49	20.49	38.76	17.62	39.99	26.06	7.17	23.38	13.47	34.58	19.27	22.50	37.57	36.74

EK-13 Airstart EPC’leri İçin Normalize Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UkA veya Kule konuşmaları)	4-Means of overriding accessible info (Bilginin bastırılması/dikkate alınmaması)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	9- Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı bir uygulama)	12- Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/Incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	15- Inexperienced Operator (Tercihsiz Pilot)	21- Incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yollar seçilmesi için motivasyon)	24- Required absolute judgements (Pilotun servisinin istinadındaki işlem)	35- Shiftwork disruption (İş-yükü düzensizliği)	29-Emotional stress (Duyusal stress)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	36- Intervention to pacing (Müdahale sebebyle iş hızının etkilenmesi)	38-Age (Yaş)
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	0,03776841	0,020010945	0,043882432	0,092598887	0,060206468	0,069213162	0,04653509	0,053394365	0,021260043	0,03856172	0,032078036	0,046647823	0,043018871	0,029338629	0,039558091	0,045823952	0,0549048
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	0,184478952	0,097743014	0,166619627	0,112252001	0,072507947	0,115169701	0,065486037	0,08393043	0,052766642	0,102538387	0,079336635	0,08095349	0,081670562	0,106339961	0,097388086	0,119159353	0,040491263
3-Communication (UkA veya Kule konuşmaları)	0,043351734	0,028866409	0,049207714	0,061919238	0,049682671	0,093425063	0,07830597	0,090809791	0,04755598	0,040732399	0,045205727	0,035568784	0,064328216	0,049768862	0,043446013	0,052355411	0,057645683
4-Means of overriding accessible info (Alan Bilginin bastırılması)	0,02134739	0,045566679	0,041590275	0,053334049	0,056795744	0,032811639	0,036194261	0,09902878	0,070974912	0,045720817	0,072127291	0,069397916	0,031887914	0,063862164	0,061817806	0,097155947	0,04926203
7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınması)	0,07338547	0,099896625	0,073397108	0,068284047	0,074105544	0,073283202	0,078151966	0,053858635	0,059170053	0,095530541	0,103941727	0,12837873	0,050747297	0,088279725	0,058140563	0,015596028	0,049915584
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,026637554	0,041428749	0,025711305	0,077859345	0,0480515	0,048815117	0,083552324	0,065983108	0,026896626	0,046336946	0,060382806	0,038047788	0,069548033	0,068624361	0,070917553	0,041849731	0,054796824
9-Unconventional Technique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,020939989	0,039722431	0,016213121	0,037305506	0,025107177	0,015073847	0,023800511	0,02607769	0,011114678	0,034232578	0,026974305	0,047703669	0,024875554	0,034889706	0,040510739	0,007292757	0,027216665
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,052713762	0,037759341	0,037944335	0,038496034	0,076201663	0,041994701	0,05616065	0,049611957	0,08163274	0,048023191	0,075581839	0,0680735	0,050715049	0,066200454	0,060638051	0,153288931	0,101629874
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,017688591	0,028444525	0,013550661	0,013215478	0,034408824	0,018763656	0,036194261	0,025006906	0,0202050747	0,024056298	0,021671924	0,031994249	0,031261942	0,020214639	0,020890143	0,046431448	0,07702724
14-Delayed/Incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,06815893	0,071089699	0,042183639	0,028290309	0,0480515	0,069632941	0,089061422	0,043510579	0,038367033	0,032738098	0,048137062	0,04376117	0,056128855	0,017386155	0,046074955	0,008529042	0,055523275
15-Inexperienced Operator (Tercihsiz operatör)	0,1365297	0,132878303	0,16840772	0,159560425	0,108145576	0,146884339	0,105061485	0,14466329	0,163365479	0,139397451	0,093020575	0,1171463	0,10346924	0,149376448	0,113774291	0,145201158	0,117717089
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yollar seçmesi için motivasyon)	0,050364984	0,052701105	0,046563702	0,031037911	0,02872888	0,034639263	0,040915306	0,049359445	0,034094663	0,064103771	0,04276748	0,034767332	0,026168821	0,041491087	0,034273727	0,060429694	0,044899247
24-Required absolute judgements (Operatörün servisinin istinadındaki işlem)	0,057633118	0,089630739	0,102700132	0,055981527	0,042851344	0,09524271	0,045926238	0,05802229	0,065084281	0,088351398	0,091366263	0,072324678	0,073871043	0,056604696	0,074297023	0,104931954	0,07490451
35- Shiftwork disruption (İş-yükü düzensizliği)	0,025386469	0,034606195	0,022118939	0,047455968	0,042225071	0,020295609	0,029990807	0,023130052	0,019765003	0,038956163	0,0472668	0,029057965	0,028915626	0,030863929	0,032579913	0,00530262	0,026095698
29-Emotional stress (Duyusal stress)	0,068220943	0,047620824	0,051321483	0,042536762	0,043572597	0,036923234	0,038384396	0,064212219	0,11323291	0,048439139	0,053515141	0,0680735	0,048630093	0,051906735	0,049841383	0,031928865	0,040491263
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,043297986	0,044518088	0,05042044	0,037628624	0,056652496	0,030594839	0,028307774	0,053206674	0,037011856	0,054457572	0,055474579	0,04410227	0,039448478	0,046389364	0,044447525	0,012466516	0,072004779
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebyle iş hızının etkilenmesi)	0,021938995	0,021834244	0,025017977	0,014338329	0,126478662	0,031048615	0,094170988	0,009856953	0,119739799	0,025554379	0,018842475	0,018831271	0,14515188	0,043273379	0,094903679	0,026618316	0,028257038
38-Age (Yaş)	0,019722046	0,065699085	0,023232787	0,028913641	0,040406334	0,024245652	0,023800511	0,0152015	0,018806936	0,03222952	0,025930666	0,026973281	0,030157727	0,034889706	0,01680046	0,025638278	0,027216665
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

EK-14 Airstart EPC’leri İçin Önem Değerleri ve Tutarlılık Oranı

	Öncelik değeri (W)	(A*W)	A*w/w	Adım 3 LANDA	Adım 4 CI	Adım 5 (RI)=((n-2)*1,98) ⁿ	Adım 6 CR=CI/RI
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	0,0435	0,864	19,857	19,534	0,090	1,760	0,051
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	0,1003	2,017	20,099				
3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	0,0557	1,105	19,848				
4-Means of overriding accessible info (Alınan Bilginin bastırılması)	0,0569	1,159	20,351				
7-Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınması)	0,0744	1,416	19,018				
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,0534	1,038	19,452				
9-Unconventional Teqchnique (Öğrenilen teknikten farklı uygulama)	0,0263	0,497	18,900				
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,0641	1,304	20,341				
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,0284	0,570	20,050				
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,0463	0,867	18,719				
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz operatör)	0,1338	2,675	19,987				
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	0,0416	0,803	19,278				
24-Required absolute judgements (Operatörün seviyesinin üstündeki işlem)	0,0730	1,398	19,164				
35- Shiftwork disruption (İş-uyku düzensizliği)	0,0298	0,564	18,933				
29-Emotional stress (Duygusal stress)	0,0523	1,030	19,676				
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,0440	0,840	19,106				
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,0489	0,946	19,347				
38-Age (Yaş)	0,0272	0,530	19,477				
	1,00						

EK-15 Flameout Landing İşlemleri İçin GTT, NHU, EPC, Geleneksel HEART ve AHP HEP Değerleri

No	GÖREVLER	ASK T	Etkileyen EPCler	Traditional Heart HEP	AHP HEP	NHU	PC
1	In the air:						
1.1	Altitudes (overhead approach) High key 7000-10,000 feet AGL Low key 3000-5000 feet AGL Base key 2000 feet AGL minimum Altitudes (straight-in approach) 8 nm 7000 feet AGL minimum 4 nm 4000-8000 feet AGL	C	EPC(2)(3)(7)(8)(9)(15)(18)(22)(24)(29)(32)(33)(35)(36)(38)	8,25E+02	8,78E-01	0,16	
1.2	Stores Jettison (if required)	D	EPC (1)(2)(7)(11)(12)(13)(14)(15)(21)(22)(29)(36)	5,14E+03	7,93E-01	0,09	
1.3	Airspeed - C 200, D 205 knots. Increase airspeed 5 knots per 1000 pounds of fuel/store weights PX III and plus 5 knots if CFT's are installed. This airspeed equates to approximately 7 degrees AOA	C	EPC (2)(5)(7)(18)(35)	5,35E+01	6,23E-01	0,16	
1.4	EPU switch – ON	D	EPC (20)(33)(36)	1,53E-01	9,44E-02	0,09	
1.5	JFS switch - START 2 below 20,000 feet MSL and below 400 knots	D	EPC (2)(15)(18)(22)(35)	5,14E+00	2,34E-01	0,09	
1.6	AIR SOURCE knob - RAM (below 25,000 feet MSL)	D	EPC (1)(14)	1,47E+00	1,46E-01	0,09	
1.7	Throttle-OFF, then midrange	B	EPC (2)(12)(14)(15)(20)(22)	8,20E+01	8,81E-01	0,26	
1.8	Airspeed-Increase (400 knots/0.9 mach maximum).	E	EPC(5) (18)(35)	1,28E-01	2,62E-02	0,02	
1.9	DEFOG lever – Forward	E	EPC(15)(22)	8,07E-02	2,49E-02	0,02	
1.10	LG handle - DN (Use DN LOCK REL button if required.)	F	EPC (14)	5,70E-03	3,20E-03	0,003	
1.11	ALT GEAR handle - Pull (if required) (190 knots maximum, if practical)	C	EPC (1)(2)(7)(11)(12)(14)(15)(22)	1,24E+03	1,05E+00	0,16	
2	After touchdown						
2.1	DRAG CHUTE switch - DEPLOY (if required)	E	EPC (7)(11)	2,62E-01	3,24E-02	0,02	
2.2	HOOK switch - DN (if required)	D	EPC (7)(12)(15)(22)	3,82E+00	1,90E-01	0,09	
2.3	Stop straight ahead and engage parking brake.	E	EPC (3)(8)(36)	1,82E-01	2,67E-02	0,02	

EK-16 Flameout Landing İşlemleri EPC'leri İçin Geleneksel HEART ve AHP APOA Değerleri

Hata Üreten Durum (EPC)	"Hedef" koşullarından "kötü" olana kadar güvenilmezliğin değişebileceği malsisimun tahmini nominal değer	EPC	(Maks, Etki - 1)	Etki Oram (ANP Görev Ağrıklıları)	APOA GRS	AHP
1 Unfamiliarity with a situation which is potentially important but which only occurs infrequently or which is novel	x 17	17,00	15,00	Unfamiliarity (Yabancılık)	0,475	0,0327
2 A shortage of time available for error detection	x 11	11,00	10,00	Time pressure (Zaman Baskısı)	0,800	0,1005
3 A low signal to noise ratio	x 10	10,00	9,00	Communication (UKA veya Kule konuşmaları)	0,263	0,0187
5 No means of conveying spatial and functional information to operators in a form which they can readily assimilate	x 8	8,00	7,00	Spatial and functional incompatibility (Kanalize dikkat)	0,44	0,0369
7 No obvious means of reversing an unintended action	x 8	8,00	7,00	Irreversibility (İrreversibility)	0,69	0,0693
8 A channel capacity overload, particularly one caused by simultaneous presentation of non-redundant information	x 6	6,00	5,00	Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,33	0,0280
11 Ambiguity in the required performance standards	x 5	5,00	4,00	Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0,31	0,0229
12 A mismatch between perceived and real risk	x 4	4,00	3,00	Misperception of risk (Riskin yanlış algılanması)	0,65	0,0740
13 Poor, ambiguous or ill matched system feedback	x 4	4,00	3,00	Poor feedback (Zayıf geri bildirim)	0,36	0,0257
14 No clear direct and timely confirmation of an intended action from the action of the system	x 3	3,00	2,00	Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş veya eksik geri bildirim)	0,45	0,0326
15 Operator inexperienced (e.g. a newly qualified tradesman, but not an expert)	x 3	3,00	2,00	Inexperienced Operator (Ticariyatsız pilot)	0,74	0,0829
18 A conflict between immediate and long term objectives	x 2,5	2,50	1,50	Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0,33	0,0216
20 A mismatch between the educational achievement level of an individual and the requirements of the task	x 2	2,00	1,00	Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	0,55	0,0418
21 An incentive to use other more dangerous procedures	x 2	2,00	1,00	An incentive to use other more dangerous procedures (Dişha tehlikeli Yolun seçilmesi için motivasyon)	0,60	0,0576
22 Little opportunity to exercise mind and body outside the immediate confines of the job	x 1,8	1,80	0,80	Lack of exercise (Pratik yapma imkânının azlığı)	0,79	0,0863
24 A need for absolute judgements which are beyond the capabilities or experience of an operator	x 1,6	1,60	0,60	Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki idem)	0,63	0,0752
29 High level emotional stress	x 1,3	1,30	0,30	Emotional stress (Duygusal stress)	0,54	0,0502
33 A poor or hostile environment (below 75% of health or life threatening severity)	x 1,15	1,15	0,15	Hostile environment (Kötü dış ortam)	0,44	0,0259
35 Disruption of normal work sleep cycles	x 1,1	1,10	0,10	Shiftwork disruption (İş-suyku duresn)	0,58	0,0639
36 Task pacing caused by the intervention of others	x 1,06	1,06	0,06	Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının arttırılması)	0,50	0,0397
38 Age of personnel performing perceptual tasks	x 1,02	1,02	0,02	Age (Yaş)	0,21	0,0133

EK-17 Uzmanların Flameout Landing EPC'leri İçin Geleneksel HEART APOA Değerlendirmeleri

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1												0,8	0,6	0,5	0,6	0,2	0,5	0,2	0,4
2												0,9	1,0	0,7	1,0	0,7	0,9	0,8	0,4
3												0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
5												0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5
7												0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,2
8												0,5	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
11												0,2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4
12												0,6	0,8	0,4	0,9	1,0	0,6	0,4	0,5
13												0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3
14												0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	0,7	0,5	0,7
15												1,0	0,5	1,0	0,6	0,9	1,0	0,6	0,3
18												0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3	0,5
20												0,7	0,5	0,6	0,5	0,8	0,2	0,3	0,8
21												0,9	1,0	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	0,9
22												0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
24												0,7	0,5	0,7	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7
29												0,5	0,7	0,5	0,7	0,4	0,8	0,1	0,6
33												0,8	0,2	0,7	0,5	0,3	0,1	0,3	0,6
35												0,7	0,6	0,2	0,8	0,4	0,4	1,0	0,5
36												0,7	0,5	0,4	0,6	0,2	0,5	0,4	0,7
38												0,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1

EK-18 Uzman 1 (X1)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Familiarity (Yabancı)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (Uzavaya Kule Kongruansı)	5-Spatial and functional incompatibility (Kavariye dikkat)	7- Irreversibility (Yapılan İşlemi geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bileşen)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12- Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlem sonucunu geç döğülmesi)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilott)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	19-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-4a incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli yol seçmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	24-Required absolute judgments (Mutlak seviyesinin istendiği)	28-Emotional stress (Duygusal stres)	33-4-poor or hostile environment (below 75% of health or life- threatening severity)	35-Silfwork disruption (iş yolu düşürsüğü)	36-Intervention to prevent (Müdahale sebebiyle iş bitmesi)	38-Age (Yaş/Kübe)
X1	1	0.20	2.00	5.00	0.14	4.00	0.17	3.00	3.00	0.50	2.00	3.00	0.20	0.33	0.50	0.25	2.00	4.00	3.00	3.00
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	5.00	1	6.00	4.00	0.20	8.00	5.00	8.00	8.00	6.00	5.00	7.00	2.00	7.00	5.00	3.00	8.00	3.00	2.00	5.00
3-Communication (Uzavaya Kule Kongruansı)	0.50	0.17	1	0.13	0.13	0.17	0.11	0.50	0.50	0.33	0.33	0.25	0.11	0.20	0.25	0.17	0.33	0.33	1.00	3.00
5-Spatial and functional incompatibility (Kavariye dikkat)	0.20	0.25	8.00	1	0.17	5.00	3.00	0.25	0.33	0.33	4.00	0.50	0.17	0.33	0.33	0.25	2.00	0.25	2.00	4.00
7-Irreversibility (Yapılan işlemi geri alınması)	7.00	5.00	8.00	6.00	1	4.00	5.00	0.20	3.00	2.00	2.00	4.00	0.20	3.00	4.00	0.33	3.00	0.14	0.50	5.00
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bileşen)	3.00	0.17	8.00	0.20	0.25	1	0.13	0.13	0.50	0.20	0.20	0.25	0.13	0.20	0.33	0.20	0.33	0.33	5.00	7.00
11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0.25	0.13	6.00	0.33	0.20	8.00	1	0.25	4.00	0.33	0.33	0.20	0.14	0.50	0.33	0.20	3.00	0.20	2.00	2.00
12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	6.00	0.20	9.00	4.00	5.00	8.00	4.00	1	6.00	4.00	6.00	4.00	0.33	7.00	6.00	4.00	6.00	2.00	5.00	6.00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0.33	0.13	2.00	3.00	0.33	2.00	0.17	1	1.00	0.17	0.50	0.33	0.25	0.25	0.50	0.25	2.00	0.20	0.50	2.00
14-Delayed/incomplete feedback (İşlem sonucunu geç döğülmesi)	0.33	0.13	2.00	3.00	0.33	2.00	0.17	1.00	1	0.33	0.50	0.50	0.25	0.17	0.50	0.25	2.00	0.17	0.33	2.00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilott)	2.00	0.17	3.00	3.00	0.50	5.00	3.00	0.25	3.00	1	4	1	0.20	0.25	0.33	0.33	4.00	0.17	2.00	4.00
18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0.50	0.20	3.00	0.25	0.50	5.00	3.00	0.17	2.00	0.25	1	0.20	0.13	0.17	0.25	0.17	0.50	0.20	0.33	2.00
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	0.33	0.14	4.00	2.00	0.25	4.00	5.00	0.25	3.00	1.00	5.00	1	0.20	0.50	0.20	0.17	0.33	0.25	0.50	3.00
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli yol seçmesi için motivasyon)	5.00	0.50	9.00	6.00	5.00	8.00	7.00	3.00	4.00	5.00	8.00	5.00	1	8.00	5.00	2.00	8.00	3.00	6.00	9.00
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	3.00	0.14	5.00	3.00	0.33	5.00	2.00	0.14	4.00	4.00	6.00	2.00	0.13	1	0.33	0.33	4.00	0.20	2.00	3.00
24-Required absolute judgments (Mutlak seviyesinin istendiği)	2.00	0.20	4.00	3.00	0.25	3.00	0.17	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	0.20	3.00	1	0.50	3.00	0.25	4.00	4.00
28-Emotional stress (Duygusal stres)	4.00	0.33	6.00	4.00	3.00	5.00	0.25	4.00	4.00	3.00	6.00	6.00	0.50	3.00	2.00	1	5.00	0.20	3.00	3.00
33-4-poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	0.50	0.13	3.00	0.50	0.33	3.00	0.17	0.50	0.50	0.25	2.00	3.00	0.13	0.25	0.33	0.20	1	0.17	0.33	0.50
35-Silfwork disruption (iş-yolu düşürsüğü)	0.25	0.33	3.00	4.00	7.00	3.00	0.50	5.00	6.00	6.00	5.00	4.00	0.33	5.00	4.00	5.00	6.00	1	6.00	7.00
36-Intervention to prevent (Müdahale sebebiyle iş bitmesi)	0.33	0.50	1.00	0.50	2.00	0.20	0.20	2.00	3.00	0.50	3.00	2.00	0.17	0.50	0.25	0.33	3.00	0.17	1	5.00
38-Age (Yaş/Kübe)	0.33	0.20	0.33	0.25	0.20	0.14	0.50	0.50	0.50	0.25	0.50	0.33	0.11	0.33	0.25	0.33	2.00	0.14	0.20	1

EK-19 Uzman 2 (X2)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Uniformity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UKA veya Kule Kongresman)	5-Spatial and functional incompatibility (Kanalite dikkat)	7- Irreversibility (Yapılan işlemi geri alınmaması)	8-Channel overload (Fata Gereksiz Bileşim)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12- Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş sonuçlu geri dönüş)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çatışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Lack of incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	22-Lack of exorcise (Pratik yapma imkanının azlığı)	24-Required absolute judgement (Pilotun evresizlik istendiği)	26-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment below 75% of health or life- threatening severity	35-Shiftwork disruption (İş- yukarı düşüş)	36-Intervention to padding (Müdahale sebebiyle iş durması)	38-Age (Yaş/Kühe)
Uniformity (Yabancılık)	1	0.17	2.00	2.00	0.33	4.00	1.00	7.00	6.00	0.13	4.00	1.00	0.50	0.17	0.25	5.00	7.00	3.00	2.00	4.00
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	6.00	1	7.00	4.00	8.00	3.00	8.00	6.00	7.00	1.00	4.00	2.00	1.00	0.20	0.17	3.00	8.00	2.00	3.00	6.00
3-Communication (UKA veya Kule Kongresman)	0.50	0.14	1	4.00	6.00	1.00	2.00	0.33	4.00	0.14	6.00	0.33	0.50	0.14	0.20	0.50	4.00	0.25	1.00	2.00
5-Spatial and functional incompatibility (Kanalite dikkat)	0.50	0.25	1	6.00	0.50	4.00	2.00	2.00	1.00	0.25	3.00	0.25	0.33	0.13	0.14	0.33	2.00	0.33	2.00	3.00
7-Irreversibility (Yapılan işlemi geri alınmaması)	3.00	0.13	0.17	0.17	1	0.33	3.00	0.20	3.00	0.17	6.00	0.17	0.25	0.17	0.20	1.00	4.00	0.17	0.50	4.00
8-Channel overload (Fata Gereksiz bileşim)	0.25	0.33	1.00	2.00	3.00	1	2.00	0.25	1.00	0.20	8.00	3.00	0.25	0.20	0.25	0.50	2.00	0.50	7.00	8.00
11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0.17	0.13	0.50	0.25	0.33	0.50	1	0.14	0.50	0.11	1.00	0.25	0.17	0.17	0.14	0.14	0.50	0.25	0.33	2.00
12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	1.00	0.50	3.00	0.50	5.00	4.00	7.00	1	4.00	0.17	3.00	0.17	0.17	0.20	0.13	0.33	2.00	0.33	1.00	2.00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0.14	0.17	0.25	0.50	0.33	1.00	2.00	0.25	1	0.25	2.00	0.14	0.25	0.20	0.17	0.50	3.00	0.25	2.00	2.00
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonuçlu geri dönüş)	0.17	0.14	0.25	1.00	0.50	1.00	2.00	0.20	0.50	0.17	2.00	0.13	0.33	0.25	0.13	0.33	0.50	0.50	0.50	3.00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	8.00	1.00	7.00	4.00	6.00	5.00	9.00	6.00	4.00	1	8	3	4.00	2.00	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00	4.00
18-Objectives conflict (Hedeflerin çatışması)	0.25	0.25	0.17	0.33	0.17	0.13	1.00	0.33	0.50	0.13	1	0.25	0.20	0.17	0.25	0.50	0.50	0.33	0.50	1.00
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	1.00	0.50	3.00	4.00	6.00	0.33	4.00	6.00	7.00	0.33	4.00	1	0.50	0.25	0.20	3.00	4.00	3.00	6.00	7.00
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolu seçilmesi için motivasyon)	2.00	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00	6.00	6.00	4.00	0.25	5.00	2.00	1	0.50	0.50	0.33	4.00	1.00	3.00	2.00
22-Lack of exorcise (Pratik yapma imkanının azlığı)	6.00	5.00	7.00	8.00	6.00	5.00	6.00	5.00	4.00	0.50	6.00	4.00	2.00	1	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.00
24-Required absolute judgement (Pilotun evresizlik istendiği)	4.00	6.00	5.00	7.00	5.00	4.00	7.00	8.00	8.00	1.00	4.00	5.00	2.00	1.00	1	2.00	4.00	3.00	6.00	7.00
26-Emotional stress (Duygusal stres)	0.20	0.33	2.00	3.00	1.00	2.00	7.00	3.00	3.00	0.33	2.00	0.33	3.00	0.50	0.50	1	4.00	4.00	5.00	6.00
33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	0.14	0.13	0.25	0.50	0.25	0.50	2.00	0.50	0.33	0.25	2.00	0.25	0.25	0.33	0.25	0.25	1	0.25	0.50	2.00
35-Shiftwork disruption (İş-yukarı düşüş)	0.33	0.50	4.00	3.00	6.00	2.00	4.00	3.00	2.00	0.20	3.00	0.33	1.00	0.25	0.33	0.25	4.00	1	4.00	5.00
36-Intervention to padding (Müdahale sebebiyle iş durması)	0.50	0.33	1.00	0.50	2.00	0.14	3.00	1.00	0.50	0.17	2.00	0.17	0.33	0.20	0.17	0.20	2.00	0.25	1	2.00
38-Age (Yaş/Kühe)	0.25	0.17	0.50	0.33	0.25	0.13	0.50	0.50	0.50	0.25	1.00	0.14	0.50	0.20	0.14	0.17	0.50	0.20	0.50	1

EK-20 Uzman 3 (X3)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

X3	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UAV veya Kule Konuşmaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Yerleşim ve işlevsel uyumsuzluk)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınamaması)	8-Channel overload (Feda Gereksizliği)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans Standartları)	12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış algılanması)	13-Poor feedback (Zayıf geri bildirim)	14-Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/eksik geri bildirim)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz Pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Diğer tehlikeli yollar seçilmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkânının azlığı)	24-Required absolute judgements (Mutlak istinadlı değerlendirmeler)	29-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	35-Shiftwork disruption (iş-uyku dengesizliği)	36-Intervention to pairing (Müdahale sebebiyle iş-uyku dengesizliği)
	1	0,14	3,00	5,00	0,20	8,00	4,00	0,20	1,00	6,00	0,11	6,00	0,25	3,00	1,00	0,20	3,00	0,33	7,00	5,00
	7,00	1	3,00	1,00	0,33	1,00	3,00	0,33	4,00	4,00	0,14	3,00	0,20	3,00	3,00	0,33	5,00	0,33	7,00	1,00
	0,33	0,33	1	0,33	0,25	1,00	1,00	0,20	0,33	0,33	0,14	1,00	1,00	1,00	0,33	0,14	1,00	0,20	1,00	1,00
	0,20	1,00	3,00	1	0,25	0,33	0,33	3,00	3,00	5,00	0,14	1,00	1,00	2,00	0,33	0,20	2,00	0,33	2,00	1,00
	5,00	3,00	4,00	4,00	1	5,00	4,00	1,00	3,00	3,00	0,11	5,00	1,00	9,00	7,00	1,00	5,00	3,00	5,00	7,00
	0,13	1,00	1,00	3,00	0,20	1	3,00	0,25	1,00	1,00	0,14	3,00	0,33	0,50	1,00	0,33	3,00	0,25	5,00	3,00
	0,25	0,33	1,00	3,00	0,25	0,33	1	0,20	0,33	0,25	0,11	1,00	0,33	1,00	0,20	0,11	1,00	0,14	1,00	0,33
	5,00	3,00	5,00	0,33	1,00	4,00	5,00	1	3,00	5,00	0,13	5,00	1,00	3,00	1,00	0,20	1,00	0,33	3,00	3,00
	1,00	0,25	3,00	0,33	0,33	1,00	3,00	0,33	1	0,50	0,14	0,33	0,50	0,20	0,33	1,00	0,50	0,20	0,33	1,00
	0,17	0,25	3,00	0,20	0,33	1,00	4,00	0,20	2,00	1	0,14	0,33	0,33	0,33	0,20	1,00	0,25	0,20	1,00	3,00
	9,00	7,00	7,00	7,00	9,00	7,00	9,00	8,00	7,00	7,00	1	3	5	3,00	7,00	1,00	5,00	1,00	5,00	3,00
	0,17	0,33	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,20	3,00	3,00	0,33	1	0,25	0,20	0,20	0,25	0,33	0,33	0,20	1,00
	4,00	5,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	3,00	0,20	4,00	1	0,33	0,33	1	0,33	1,00	1,00	1,00
	0,33	0,33	1,00	0,50	0,11	2,00	1,00	0,33	5,00	3,00	0,33	5,00	3,00	1	5,00	5,00	1,00	5,00	1,00	3,00
	1,00	0,33	3,00	3,00	0,14	1,00	5,00	1,00	3,00	5,00	0,14	5,00	3,00	0,20	1	1,00	3	3,00	0,33	3,00
	5,00	3,00	7,00	5,00	1,00	3,00	9,00	5,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	0,20	1,00	1	3,00	1,00	5,00	1,00
	0,33	0,20	1,00	0,50	0,20	0,33	1,00	1,00	2,00	4,00	0,20	3,00	3,00	1,00	0,33	0,33	1	7,00	0,33	3,00
	3,00	3,00	5,00	3,00	0,33	4,00	7,00	3,00	5,00	5,00	1,00	3,00	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	1	0,20	0,50
	0,14	0,14	1,00	0,50	0,20	0,20	1,00	0,33	3,00	1,00	0,20	5,00	1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	5,00	1	5,00
	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20	3,00	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	0,33	0,20	0,33	2,00	0,20	1
	0,14	0,20	0,33	5,00	0,20	0,33	3,00	0,33	0,33	1,00	0,20	1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	0,20	1,00

EK-21 Uzman 4 (X4)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (Uzlaşma)	5-Spatial and functional incompatibility (Kavala- dıklık)	7- Irreversibility (Yapılan işin geri alınması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bileşen)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12- Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşinin sonucunun geç doğrulması)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-An incentive to use other more dangerous procedures (Diğer tehlikeli yolları seçmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma mıknatısı eksikliği)	24-Required absolute judgments (Mutlak seviyelerin istendiği işem)	29-Emotional stress (Duyusal stres)	33-A poor or hostile environment (Below 75% of health or life- threatening severity)	35-Shiftwork disruption (İş- yurdu düzensizliği)	36-Intervention to pace (Müdahale sebebiyle işin etkililiği)	38-Age (Yaş Ritmi)
1- Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0,20	1,00	3,00	0,20	5,00	3,00	0,33	1,00	0,20	3,00	0,33	0,33	1,00	5,00	0,33	1,00	5,00	1,00	5,00
2-Time pressure (Zaman baskısı)	5,00	1	3,00	1,00	0,33	3,00	6,00	4,00	5,00	4,00	3,00	5,00	3,00	3,00	5,00	4,00	7,00	3,00	3,00	3,00
3-Communication (Uzlaşma)	1,00	0,33	1	0,20	0,20	3,00	0,33	0,20	1,00	3,00	1,00	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,50	1,00
5-Spatial and functional incompatibility (Kavala- dıklık)	0,33	1,00	5,00	1	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,50	0,25	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	5,00
7-Irreversibility (Yapılan işin geri alınması)	5,00	3,00	5,00	3,00	1	3,00	4,00	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	3,00
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bileşen)	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	1	0,20	0,20	0,33	0,33	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00
11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0,33	0,17	3,00	0,33	0,25	5,00	1	0,33	3,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,20	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	3,00
12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	3,00	0,25	5,00	1,00	3,00	5,00	3,00	1	7,00	5,00	4,00	3,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	1,00	3,00	5,00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	1,00	0,20	1,00	1,00	0,33	3,00	0,33	0,14	1	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,25	0,33	3,00
14-Delayed/incomplete feedback (İşinin sonucunun geç doğrulması)	1,00	0,20	0,33	1,00	0,33	3,00	1,00	0,20	0,50	1	0,25	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	3,00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	5,00	0,25	1,00	0,33	0,33	3,00	1,00	0,20	2,00	4,00	1	0,33	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,25	0,33	5,00
18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	4,00	0,20	0,33	0,33	0,33	0,25	0,25	1,00	0,33	0,50	3,00
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	0,33	0,20	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	0,33	1,00	3,00	3,00	1	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,00
21-Dangerous incentives (Diğer tehlikeli yolları seçmesi için motivasyon)	3,00	0,33	5,00	4,00	3,00	2,00	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	1	5,00	5,00	1,00	0,20	0,33	1,00	5,00
22-Lack of exercise (Pratik yapma mıknatısı eksikliği)	3,00	0,20	5,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,33	2,00	3,00	4,00	3,00	0,20	1	0,33	0,33	1,00	0,50	1,00	5,00
24-Required absolute judgments (Mutlak seviyelerin istendiği işem)	3,00	0,25	5,00	1,00	1,00	3,00	0,20	0,20	3,00	3,00	4,00	3,00	0,20	3,00	1	1,00	3,00	1,00	1,00	5,00
29-Emotional stress (Duyusal stres)	3,00	0,33	1,00	2,00	1,00	3,00	0,20	0,20	3,00	3,00	4,00	3,00	1,00	3,00	1,00	1	1,00	1,00	3,00	3,00
33-A poor or hostile environment (Below 75% of Health or life-threatening severity)	1,00	0,14	3,00	1,00	1,00	3,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00	0,33	1,00	1	0,20	0,33	3,00
35-Shiftwork disruption (İş-yurdu düzensizliği)	0,20	0,33	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	5,00	1	3,00	3,00
36-Intervention to pace (Müdahale sebebiyle iş hızını etkilemesi)	1,00	0,33	2,00	1,00	3,00	0,33	1,00	0,33	3,00	3,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	0,33	1	3,00
38-Age (Yaş Ritmi)	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	0,33	0,20	0,33	0,33	0,20	0,33	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	1

EK-22 Uzman 5 (X5)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

X5	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (Uzlaşma) (Uzlaşma kısıtlamaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Karılaştırmalar)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınmaması)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12- Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri bildirim)	14- Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/sonuçsuz geri bildirim)	15- Inexperienced Operator (Ticariyetçi pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çatışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Incentive to use other more dangerous procedure (Diğer tehlikeli yolları seçmeye teşvik)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkânının azlığı)	24-Required absolute judgements (Mutlak kararların istenmesi)	29-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	35-Shiftwork disruption (iş-uyku dengesizliği)	36-intervention to landing (Midhale sebebiyle işi human etkilemesi)	38-Age (Yaş, Riskli)
	1	0.14	0.33	0.20	0.14	0.14	0.13	0.13	0.20	0.14	0.13	0.14	0.33	0.33	0.13	0.11	0.17	0.17	0.13	0.33	1.00
	7.00	1	5.00	0.50	0.20	3.00	4.00	1.00	3.00	5.00	0.50	1.00	3.00	2.00	4.00	1.00	4.00	4.00	2.00	4.00	5.00
	3.00	0.20	1	0.50	0.20	0.50	0.20	0.14	0.14	0.25	0.25	0.25	0.33	0.50	0.17	0.17	0.25	0.20	0.33	0.50	3.00
	5.00	2.00	2.00	1	0.25	3.00	2.00	0.33	0.50	3.00	0.20	0.50	0.50	0.50	0.33	0.33	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00
	7.00	5.00	5.00	4.00	1	6.00	5.00	2.00	4.00	5.00	0.50	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	4.00	3.00	6.00
	7.00	0.33	2.00	0.33	0.17	1	0.33	0.20	0.50	1.00	0.20	0.50	0.25	0.20	0.25	0.20	0.33	0.25	0.50	1.00	2.00
	8.00	0.25	5.00	0.50	0.20	3.00	1	0.14	0.50	1.00	0.14	0.50	0.20	0.20	0.25	0.25	0.50	0.50	0.50	3.00	4.00
	8.00	1.00	7.00	3.00	0.50	5.00	7.00	1	5.00	6.00	3.00	5.00	6.00	2.00	3.00	5.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
	5.00	0.33	7.00	2.00	0.25	2.00	2.00	0.20	1	2.00	0.25	0.33	0.50	0.50	3.00	0.50	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
	7.00	0.20	4.00	0.33	0.20	1.00	1.00	0.17	0.50	1	0.20	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.50	1.00	0.33	3.00	4.00
	8.00	2.00	4.00	5.00	2.00	5.00	7.00	0.33	4.00	5.00	1	4	2	0.50	3.00	3.00	4.00	5.00	4.00	4.00	7.00
	7.00	1.00	4.00	2.00	0.50	2.00	2.00	0.20	3.00	3.00	0.25	1	0.25	0.50	0.25	0.20	0.33	0.50	0.50	0.50	3.00
	3.00	0.33	3.00	2.00	1.00	4.00	5.00	0.17	2.00	3.00	0.50	4.00	1	3.00	2.00	2.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00
	3.00	0.50	2.00	2.00	0.50	5.00	5.00	0.50	2.00	5.00	2.00	2.00	0.33	1	0.33	0.50	0.50	3.00	3.00	4.00	5.00
	8.00	0.25	6.00	3.00	0.33	4.00	4.00	0.33	0.33	3.00	0.33	4.00	0.50	3.00	1	0.25	3.00	4.00	4.00	5.00	6.00
	9.00	1.00	6.00	3.00	0.33	5.00	4.00	0.20	2.00	3.00	0.33	5.00	0.50	2.00	4.00	1	4.00	8.00	4.00	5.00	7.00
	6.00	0.25	4.00	0.50	0.25	3.00	2.00	0.20	0.33	2.00	0.25	3.00	0.14	2.00	0.33	0.25	1	4.00	2.00	3.00	2.00
	6.00	0.25	5.00	0.33	0.20	4.00	2.00	0.17	0.25	1.00	0.20	2.00	0.14	0.33	0.25	0.13	0.25	1	2.00	2.00	3.00
	8.00	0.50	3.00	0.50	0.25	2.00	2.00	0.14	0.33	3.00	0.25	2.00	0.13	0.33	0.25	0.25	0.50	0.50	1	2.00	8.00
	3.00	0.25	2.00	0.50	0.33	1.00	0.33	0.13	0.25	0.33	0.25	2.00	0.13	0.25	0.20	0.20	0.33	0.50	0.50	1	3.00
	1.00	0.20	0.33	0.25	0.17	0.50	0.25	0.11	0.25	0.25	0.14	0.33	0.13	0.13	0.17	0.14	0.50	0.33	0.13	0.33	1

EK-23 Uzman 6 (X6)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

X6	36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızlanması)																				
	1-Uniformity (Yakarlık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3-Communication (UKU veya Kula konuşmaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Yapılan işlerin geri alınması)	7-Irreversibility (Yapılan işlerin geri alınması)	8-Channel overload (Zada Gereksizliği)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14-Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/sonuçsuz geri besleme)	15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Incentive to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli yollar seçmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin istindeki değeri)	28-Emotional stress (Duygusal stres)	35-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	35-Shiftwork disruption (İş-yaşam dengesizliği)	38-Age (Yaş-Rölö)	
	1	0.13	6.00	5.00	0.20	7.00	6.00	6.00	2.00	0.33	0.20	4.00	8.00	7.00	1.00	0.14	0.50	4.00	0.50	4.00	3.00
	8.00	1	8.00	3.00	7.00	8.00	4.00	4.00	7.00	2.00	2.00	8.00	8.00	6.00	4.00	4.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00
	0.17	0.13	1	0.20	0.17	0.50	2.00	0.20	0.25	0.17	0.13	2.00	0.50	0.33	0.20	0.50	0.14	2.00	0.20	0.17	0.33
	0.20	0.33	5.00	1	0.17	0.33	0.25	0.50	0.20	0.25	0.14	5.00	6.00	4.00	0.17	0.13	0.13	5.00	0.20	4.00	0.25
	5.00	0.14	6.00	6.00	1	5.00	7.00	4.00	6.00	0.20	0.20	6.00	7.00	8.00	0.25	3.00	0.25	7.00	4.00	1.00	8.00
	0.14	0.13	2.00	3.00	0.20	1	0.33	0.20	0.20	0.20	0.14	4.00	5.00	4.00	0.17	0.50	0.17	4.00	2.00	0.20	3.00
	0.17	0.13	0.50	4.00	0.14	3.00	1	0.20	0.25	0.17	0.13	2.00	0.50	0.20	0.14	0.25	0.14	3.00	3.00	0.17	0.25
	0.17	0.25	5.00	2.00	0.25	5.00	5.00	1	4.00	0.14	0.20	7.00	5.00	5.00	0.20	5.00	0.33	6.00	5.00	0.50	6.00
	0.50	0.14	4.00	5.00	0.17	5.00	4.00	0.25	1	0.25	0.14	6.00	5.00	4.00	0.17	4.00	0.14	6.00	0.25	0.25	3.00
	3.00	0.50	6.00	4.00	0.17	5.00	6.00	7.00	4.00	1	0.20	7.00	7.00	6.00	0.25	6.00	0.50	7.00	6.00	1.00	2.00
	5.00	0.50	8.00	7.00	5.00	7.00	8.00	5.00	7.00	5.00	1	8.00	8.00	8.00	2.00	8.00	3.00	8.00	8.00	1.00	8.00
	0.25	0.13	0.50	0.20	0.17	0.25	0.50	0.14	0.17	0.14	0.13	1	0.50	0.20	0.17	0.20	0.14	4.00	0.14	0.17	0.25
	0.13	0.13	2.00	0.17	0.14	0.20	2.00	0.20	0.20	0.14	0.13	2.00	1	3.00	0.20	0.25	0.17	3.00	0.20	0.17	5.00
	0.14	0.17	3.00	0.25	0.13	0.25	5.00	0.20	0.25	0.17	0.13	5.00	0.33	1	0.14	0.33	0.17	5.00	0.25	0.14	3.00
	1.00	0.25	5.00	6.00	4.00	6.00	7.00	5.00	6.00	4.00	0.50	6.00	5.00	7.00	1	5.00	0.50	8.00	0.33	1.00	7.00
	7.00	0.50	2.00	8.00	0.33	2.00	4.00	0.20	0.25	0.17	0.13	5.00	4.00	3.00	0.20	1	6.00	6.00	0.50	4.00	4.00
	2.00	0.50	7.00	8.00	4.00	6.00	7.00	3.00	7.00	2.00	0.33	7.00	6.00	6.00	2.00	4.00	1	8.00	5.00	1.00	8.00
	0.25	0.20	0.50	0.20	0.14	0.25	0.33	0.17	0.17	0.14	0.13	0.25	0.33	0.20	0.13	0.17	0.13	1	0.33	0.20	5.00
	2.00	0.33	5.00	5.00	0.25	0.50	0.33	0.20	4.00	0.17	0.13	7.00	5.00	4.00	3.00	2.00	0.20	3.00	1	0.33	6.00
	0.25	0.20	6.00	0.25	1.00	5.00	6.00	2.00	4.00	1.00	1.00	6.00	6.00	7.00	1.00	2.00	1.00	5.00	3.00	1	8.00
	0.33	0.20	3.00	4.00	0.13	0.33	4.00	0.17	0.33	0.50	0.13	4.00	0.20	0.33	0.14	0.25	0.13	0.20	0.17	0.13	1

EK-24 Uzman 7 (X7)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matriksi

1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (UAK veya Kule Konguşmaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Yanite Konguşmaları)	7- Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınmaması)	8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12- Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14- Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrudanması)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Incentive to use other more dangerous procedures (Diğer tehlikeli yollar seçilmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma ihtiamının azlığı)	24-Required absolute judgments (Mutlak seviyesinin istendiği işlemler)	29-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life- threatening severity)	35-Shiftwork disruption (iş- yolcu düzensizliği)	36-Intervention to prevent (Müdahale sebebiyle işin etkililiği)	38-Age (Yaş/Riske)
X7	1	0.11	0.14	0.20	0.11	1.00	0.33	0.25	0.33	0.20	0.13	0.50	0.17	0.25	0.13	0.17	2.00	0.14	0.11	0.17
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	9.00	1	9.00	7.00	2.00	0.33	7.00	4.00	8.00	3.00	4.00	7.00	5.00	6.00	0.50	1.00	7.00	5.00	2.00	5.00
3-Communication (UAK veya Kule Konguşmaları)	7.00	0.11	1	0.50	0.25	0.33	0.20	2.00	0.25	0.17	0.13	0.25	0.20	2.00	0.11	0.14	2.00	0.33	0.14	0.20
5-Spatial and functional incompatibility (Yanite Etkileşimleri)	5.00	0.14	2.00	1	0.17	4.00	3.00	1.00	6.00	7.00	0.33	5.00	7.00	3.00	0.17	0.25	7.00	3.00	0.13	0.33
7-Irreversibility (Yapılan işlemin geri alınmaması)	9.00	0.50	4.00	6.00	1	7.00	6.00	8.00	3.00	2.00	6.00	8.00	7.00	7.00	2.00	5.00	6.00	0.50	4.00	6.00
8-Channel overload (Fazla Gerekli Bilgi)	1.00	3.00	3.00	0.25	0.14	1	0.33	0.25	0.33	0.20	0.13	0.33	0.50	3.00	0.14	0.20	7.00	0.33	0.14	0.50
11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0.50	0.14	5.00	0.33	0.17	3.00	1	0.50	4.00	0.25	0.17	3.00	2.00	4.00	0.13	0.25	6.00	2.00	0.11	4.00
12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	3.00	0.25	0.50	1.00	0.13	4.00	2.00	1	6.00	0.33	0.20	4.00	6.00	5.00	0.20	0.25	8.00	4.00	0.17	5.00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0.50	0.13	4.00	0.17	0.14	3.00	0.25	0.17	1	0.14	0.13	0.20	0.25	0.50	0.11	0.14	1.00	0.33	0.13	0.20
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrudanması)	4.00	0.33	6.00	0.14	0.33	5.00	4.00	3.00	7.00	1	0.50	6.00	5.00	4.00	0.14	0.20	8.00	3.00	0.14	2.00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	3.00	0.25	8.00	3.00	0.50	8.00	6.00	5.00	8.00	2.00	1	4	6	3.00	0.25	2.00	7.00	6.00	0.17	4.00
18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	2.00	0.14	4.00	0.20	0.17	3.00	0.33	0.25	5.00	0.17	0.25	1	2.00	0.33	0.14	0.20	2.00	3.00	0.11	0.17
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	6.00	0.20	5.00	0.14	0.13	2.00	0.50	0.17	4.00	0.20	0.17	0.50	1	0.25	0.13	0.14	3.00	2.00	0.14	0.50
21-Dangerous incentives (Diğer tehlikeli yollar seçilmesi için motivasyon)	4.00	0.17	0.50	0.33	0.14	0.33	0.25	0.20	2.00	0.25	0.33	3.00	4.00	1	0.17	0.20	4.00	3.00	0.20	0.50
22-Lack of exercise (Pratik yapma ihtiamının azlığı)	8.00	2.00	9.00	6.00	0.50	7.00	8.00	5.00	9.00	7.00	4.00	7.00	8.00	6.00	1	4.00	8.00	6.00	0.50	6.00
24-Required absolute judgments (Mutlak seviyesinin istendiği işlemler)	6.00	1.00	7.00	4.00	0.20	5.00	4.00	4.00	7.00	5.00	0.50	5.00	7.00	5.00	0.25	1	4.00	6.00	0.17	3.00
29-Emotional stress (Duygusal stres)	0.50	0.14	0.50	0.14	0.13	0.14	0.17	0.13	1.00	0.13	0.14	0.50	0.33	0.25	0.13	0.25	1	0.33	0.13	0.25
33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	7.00	0.20	3.00	0.33	0.17	3.00	0.50	0.25	3.00	0.33	0.17	0.33	0.50	0.33	0.17	0.17	3.00	1	0.14	0.33
35-Shiftwork disruption (iş-yolcu düzensizliği)	9.00	0.50	7.00	8.00	2.00	7.00	9.00	6.00	8.00	7.00	6.00	9.00	7.00	5.00	2.00	6.00	8.00	7.00	1	8.00
36-Intervention to prevent (Müdahale sebebiyle işin etkililiği)	9.00	0.20	5.00	3.00	0.25	2.00	0.25	0.20	5.00	0.50	0.25	6.00	2.00	2.00	0.17	0.33	4.00	3.00	0.13	1
38-Age (Yaş, Riske)	6.00	0.13	0.33	0.50	0.17	0.50	2.00	0.17	0.33	0.25	0.11	2.00	1.00	0.20	0.13	0.14	0.50	1.00	0.11	0.14

EK-25 Uzman 8 (X8)'in Flameout Landing EPC'leri İçin Karşılaştırma Matrisi

X8	1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (Uzayveya kule konuşmaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Karıte ve fonksiyonel uyumsuzluk)	7- Irreversibility (Yapılan işin geri alınamaması)	8-Channel overload (Rada gereksiz bilgi)	11-Ambiguous standards (Belirsiz performans standartları)	12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	14-Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/eksik sonuçların değerlendirilmesi)	15- Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Lack of incentive to use other more dangerous procedures (Diğer tehlikeli yollar seçmese için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	24-Required absolute judgments (Pilotun seveyesinin istinadındaki işlem)	28-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	35- Shiftwork disruption (iş-vuku düzenliliği)	36-Intervention to pairing (Müdahale sebebiyle işin durması)	38-Age (Yaş Rölö)
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	1	0.33	0.20	0.14	0.50	1.00	3.00	0.14	2.00	5.00	7.00	5.00	0.14	0.20	0.33	2.00	5.00	3.00	0.50	0.20	3.00
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3.00	1	0.33	0.20	0.13	0.20	0.20	5.00	6.00	3.00	1.00	0.20	0.25	2.00	0.11	0.17	0.33	0.20	5.00	3.00	5.00
3-Communication (Uzayveya kule konuşmaları)	5.00	3.00	1	0.50	0.33	1.00	0.14	0.20	0.17	0.11	3.00	2.00	0.17	0.14	0.11	0.50	1.00	0.14	0.13	2.00	7.00
5-Spatial and functional incompatibility (Karıte ve fonksiyonel uyumsuzluk)	7.00	5.00	2.00	1	5.00	2.00	0.14	0.20	0.13	0.50	2.00	5.00	0.20	0.33	0.14	3.00	6.00	0.14	5.00	8.00	9.00
7-Irreversibility (Yapılan işin geri alınamaması)	2.00	8.00	3.00	0.20	1	0.33	0.14	3.00	0.20	0.14	5.00	0.33	0.14	0.13	0.17	0.20	0.33	0.13	0.33	0.20	1.00
8-Channel overload (Rada gereksiz bilgi)	1.00	5.00	1.00	0.50	3.00	1	0.20	0.14	0.33	0.14	2.00	3.00	0.17	0.14	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00	7.00
11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	0.33	5.00	7.00	7.00	7.00	5.00	1	1.00	5.00	0.20	0.50	0.20	0.11	0.14	0.14	0.20	0.25	0.14	0.20	0.17	6.00
12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	7.00	0.20	5.00	5.00	0.33	7.00	1.00	1	0.33	0.14	0.20	2.00	6.00	0.50	0.20	0.17	3.00	7.00	5.00	0.33	8.00
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0.50	0.17	6.00	8.00	5.00	3.00	0.20	3.00	1	2.00	0.33	0.20	0.20	0.14	0.13	0.14	0.17	0.14	0.13	2.00	0.11
14-Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/eksik sonuçların değerlendirilmesi)	0.20	0.33	9.00	2.00	7.00	7.00	5.00	7.00	0.50	1	0.14	2.00	7.00	8.00	2.00	0.20	0.17	3.00	0.20	0.17	8.00
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	0.14	1.00	0.33	0.50	0.20	0.50	2.00	5.00	3.00	7.00	1	0.20	0.33	0.20	0.50	0.13	0.17	0.20	0.50	0.13	9.00
18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0.20	5.00	0.50	0.20	3.00	0.33	5.00	0.50	5.00	0.50	5.00	1	0.20	0.13	0.14	8.00	6.00	5.00	3.00	0.14	8.00
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	7.00	4.00	6.00	5.00	7.00	6.00	9.00	0.17	5.00	0.14	3.00	5.00	1	6.00	0.20	7.00	0.17	5.00	3.00	0.17	2.00
21-Dangerous incentives (Diğer tehlikeli yollar seçmese için motivasyon)	5.00	0.50	7.00	3.00	8.00	7.00	7.00	2.00	7.00	0.13	5.00	8.00	0.17	1	0.14	6.00	5.00	1.00	6.00	5.00	3.00
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	3.00	9.00	9.00	7.00	6.00	3.00	7.00	5.00	8.00	0.50	2.00	7.00	5.00	7.00	1	0.14	0.33	2.00	6.00	3.00	7.00
24-Required absolute judgments (Pilotun seveyesinin istinadındaki işlem)	0.50	6.00	2.00	0.33	5.00	2.00	5.00	6.00	7.00	5.00	8.00	0.13	0.14	0.17	7.00	1	0.17	2.00	0.20	3.00	6.00
28-Emotional stress (Duygusal stres)	0.20	3.00	1.00	0.17	3.00	1.00	4.00	0.33	6.00	6.00	6.00	0.17	6.00	0.20	3.00	6.00	1	0.20	0.17	7.00	8.00
33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	0.33	5.00	7.00	7.00	8.00	0.50	7.00	0.14	7.00	0.33	5.00	0.20	0.20	1.00	0.50	0.50	5.00	1	0.20	0.20	7.00
35- Shiftwork disruption (iş-vuku düzenliliği)	2.00	0.20	8.00	0.20	3.00	0.20	5.00	0.20	8.00	5.00	2.00	0.33	0.33	0.17	0.17	5.00	6.00	5.00	1	0.13	4.00
36-Intervention to pairing (Müdahale sebebiyle işin durması)	5.00	0.33	0.50	0.13	5.00	0.14	6.00	3.00	0.50	6.00	8.00	7.00	6.00	0.20	0.33	0.33	0.14	5.00	8.00	1	7.00
38-Age (Yaş Rölö)	0.33	0.20	0.14	0.11	1.00	0.14	0.17	0.13	9.00	0.13	0.11	0.13	0.50	0.33	0.14	0.17	0.13	0.14	0.25	0.14	1

EK-26 Flameout Landing EPC'leri İçin Genel Karşılaştırma Matrisi

KARŞIYASTIRMA MATRİKSİ																				
1-Uniformity (Yakarok)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3-Communication (Uçuş veya Kule Komutanları)	5-Spatial and functional incompatibility (Yapısal ve işlevsel uyumsuzluk)	7- Irregularity (Yapılan İşlemlerin Düzensizliği)	8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans standartları)	12-Misrepresentation of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf geri bildirim)	14-Delayed/incomplete feedback (Gecikmiş/eksik geri bildirim)	15-Inexperienced Operator (Tercihsiz Pilot)	18-Objectives conflict (Hedeflerin çelişmesi)	20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	21-Incentive to use other more dangerous procedures (Diğer tehlikeli yolları seçmeye teşvik)	22-Lack of exercise (Pratik yapma miktarının azlığı)	24-Required absolute judgements (Mutlak kararlar)	29-Emotional stress (Duygusal stres)	33-A poor or hostile environment (Bölge sağlık veya tehdit açısından tehlikeli)	35-Shiftwork disruption (Yorgunluk)	36-Intervention to pacing (Müdahale etmeye ihtiyaç)	38-Age (Yaş Riski)
1	0.17	0.95	1.20	0.20	1.64	2.45	0.38	1.55	1.26	0.31	1.95	0.78	0.57	0.31	0.29	1.01	1.04	1.05	0.99	2.24
2	5.96	1	3.82	1.55	0.71	1.75	3.88	2.39	5.60	4.22	1.39	2.13	2.67	1.44	0.88	2.66	2.72	3.05	2.93	5.09
3	1.05	0.26	1	0.41	0.32	0.65	0.43	0.25	0.42	0.45	0.31	0.92	0.35	0.17	0.23	0.53	0.45	0.32	0.60	2.10
5	0.83	0.64	2.43	1	0.48	1.45	1.13	0.69	0.79	1.20	0.40	0.85	0.70	0.26	0.36	0.98	1.31	0.67	1.74	1.96
7	4.90	1.42	3.15	2.08	1	2.47	3.04	1.12	2.69	2.27	0.76	2.48	1.23	0.98	1.28	1.20	2.35	0.76	1.04	4.14
8	0.61	0.57	1.54	0.69	0.40	1	0.43	0.20	0.46	0.42	0.25	1.33	0.58	0.27	0.31	0.67	0.66	0.82	2.09	3.79
11	0.41	0.26	2.30	0.89	0.33	2.34	1	0.28	1.22	0.50	0.22	0.82	0.37	0.20	0.22	0.42	0.74	0.39	0.72	1.36
12	2.66	0.42	3.95	1.45	0.89	5.09	3.62	1	3.45	1.53	0.56	4.22	2.61	0.75	0.97	2.01	3.24	1.66	2.04	5.11
13	0.64	0.18	2.37	1.27	0.37	2.20	0.82	0.29	1	0.86	0.21	0.64	0.48	0.30	0.45	0.44	1.04	0.29	0.78	1.86
14	0.79	0.24	2.25	0.83	0.44	2.39	1.98	0.65	1.17	1	0.22	1.11	0.93	0.30	0.45	0.47	1.37	0.45	0.80	2.87
15	3.25	0.72	3.25	2.49	1.32	4.06	4.48	1.78	4.67	4.53	1	3.24	1.89	1.13	0.95	1.48	2.29	1.14	1.49	6.06
16	0.51	0.39	1.09	0.38	0.40	0.75	1.22	0.24	1.57	0.90	0.31	1	0.35	0.18	0.35	0.50	1.12	0.32	0.34	1.44
20	1.28	0.47	2.85	1.18	0.81	1.72	2.68	0.38	2.07	1.07	0.53	2.89	1	0.33	0.53	0.65	1.76	0.80	0.76	2.90
21	1.74	0.37	2.57	1.44	0.91	2.10	2.94	0.84	2.21	1.14	0.80	4.41	1.35	0.76	1.37	1.01	2.48	0.99	1.50	3.96
22	3.18	0.69	5.80	3.91	1.02	3.73	5.12	1.33	3.39	3.33	0.89	5.51	3.04	1	0.73	1.13	3.29	0.92	2.68	5.19
24	3.50	1.13	4.30	2.76	0.78	3.19	4.54	1.03	2.22	2.22	1.05	2.82	1.87	1.37	1	1.09	3.46	0.69	2.68	4.49
29	0.99	0.38	1.90	1.02	0.83	1.50	2.37	0.50	2.26	2.14	0.67	2.00	1.54	0.88	0.92	1	2.04	0.70	2.27	3.78
33	0.96	0.37	2.22	0.76	0.42	1.51	1.35	0.31	0.96	0.73	0.44	0.89	0.57	0.30	0.29	0.49	1	0.27	0.41	2.05
35	0.95	0.33	3.17	1.49	1.32	1.22	2.55	0.60	3.46	2.24	0.88	3.14	1.25	1.08	1.45	1.44	3.65	1	1.98	5.56
36	1.01	0.34	1.67	0.57	0.96	0.48	1.38	0.49	1.29	2.97	0.67	2.97	1.32	0.37	0.37	0.44	2.46	0.50	1	3.70
38	0.45	0.20	0.48	0.51	0.24	0.26	0.73	0.20	0.54	0.35	0.17	0.70	0.34	0.19	0.22	0.26	0.49	0.18	0.27	1
	36.69	10.54	53.05	27.88	14.17	41.51	48.14	14.94	42.97	35.32	12.04	48.24	24.82	12.59	13.64	19.89	38.98	16.96	29.12	70.65

EK-27 Flameout Landing EPC'leri İçin Normalize Matrisi

NORMALIZE MATRİKSİ		1- Unfamiliarity (Yabancılık)	2-Time pressure (Zaman Baskısı)	3- Communication (Uçakla Kula Konuşmaları)	5-Spatial and functional incompatibility (Kavala Dikkat)	7- Irreversibility (Yapılan İşlemin Geri Alınması)	8-Channel overload (Fazda Gereksiz Ağ)	11-Ambiguous standards (Belirsiz Performans Standartları)	12-Misrepresentation of risk (Riskin Yanlış Anlaşılması)	13-Poor feedback (Zayıf Geri Besleme)	14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin Sonucunun Geç/Düğüldü)	15-Inexperienced Operator (Tercübeniz Yok)	18-Objectives conflict (Hedeflerin Çatışması)	20-Educational mismatch (Eğitimsel Uyumsuzluk)	21-Air traffic to use other more dangerous procedures (Daha tehlikeli yolun seçilmesi için motivasyon)	22-Lack of exercise (Pratik yapma ihtiyacının azlığı)	24-Required absolute judgements (Mutlak değerlendirmeler)	29-Emotional stress (Duygusal stres)	33-4 poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	35-Situational disruption (İş-yaşamı tehdidi)	36-Intervention to pairing (Ortalama sebebiyle yardım etilmesini)	38-Age (Yaş Riski)
		0.0272574	0.0159253	0.0179833	0.0430287	0.0144155	0.0396062	0.0507821	0.0251489	0.0361088	0.03572547	0.0255845	0.0403443	0.0315903	0.03304773	0.0250111	0.02026402	0.0502563	0.026559447	0.0617989	0.033942456	0.031682
		0.1623968	0.0948813	0.0720773	0.0556605	0.0498895	0.0420681	0.0803393	0.1600288	0.1030277	0.119508382	0.1152259	0.0536643	0.0857723	0.153973612	0.1145455	0.064748465	0.1338061	0.069751834	0.1800172	0.102555343	0.0720354
		0.0285737	0.0248368	0.0188518	0.0147862	0.0224379	0.0156223	0.0902045	0.0169543	0.0098066	0.012604306	0.0255528	0.0190106	0.01415	0.02244863	0.0137048	0.0170527	0.0264934	0.01554291	0.0186237	0.020586714	0.0297222
		0.0227239	0.0611488	0.0457352	0.035872	0.0339973	0.0350362	0.0233737	0.0460326	0.0183383	0.034047722	0.0333802	0.0544061	0.0340865	0.040164143	0.0030389	0.026567919	0.049437	0.033557449	0.0396253	0.059875034	0.0277141
		0.1334813	0.1342571	0.0593112	0.0744864	0.0705937	0.0595874	0.0630409	0.0752878	0.0625422	0.064144301	0.0631136	0.0514541	0.0496668	0.063244822	0.078135	0.093824554	0.0605729	0.06040686	0.0445215	0.035319699	0.0536083
		0.016581	0.0543396	0.0290794	0.0246676	0.028543	0.0240929	0.0080751	0.0131609	0.0105991	0.01186635	0.02047	0.0275048	0.0234164	0.027493844	0.0212769	0.02296005	0.0334988	0.01691699	0.0481609	0.071864284	0.0536085
		0.0111278	0.0244393	0.0433894	0.0318774	0.0232595	0.0563857	0.0207709	0.0184991	0.0384572	0.014270507	0.018526	0.0169533	0.0150062	0.019637174	0.0155252	0.016136462	0.0212519	0.019034187	0.0203998	0.024606427	0.0193104
		0.0725538	0.0396896	0.0744332	0.0521655	0.0627677	0.1225457	0.0751621	0.0689414	0.0803307	0.043421287	0.0467093	0.0875099	0.051957	0.068908307	0.0596386	0.07708021	0.01010525	0.083078282	0.0980028	0.070064187	0.0723616
		0.0175668	0.016942	0.0447492	0.045472	0.0262672	0.0528978	0.0169857	0.0199925	0.032713	0.02420791	0.0177906	0.0131786	0.0194715	0.026135094	0.023464	0.033835264	0.022782	0.026687257	0.0170444	0.026697665	0.0263445
		0.0216008	0.0224775	0.0232447	0.0298286	0.0311583	0.0574827	0.041208	0.0438473	0.0272163	0.02831169	0.0183481	0.0230474	0.037532	0.0238389	0.032951944	0.0235452	0.0263739	0.035213047	0.0263739	0.027452824	0.0406288
		0.0884995	0.0683965	0.0613278	0.0892626	0.0929066	0.097763	0.0931274	0.1190404	0.108651	0.128167362	0.0830822	0.0672682	0.0739812	0.077146443	0.0896367	0.069684877	0.0745243	0.058880973	0.0669824	0.051095463	0.0857304
		0.0140064	0.0366538	0.020558	0.0156689	0.0284427	0.0181595	0.0253996	0.0158385	0.0366078	0.025466467	0.0255987	0.0207312	0.0139648	0.013060273	0.0144254	0.025995157	0.0251841	0.028787345	0.0187746	0.011565235	0.0203144
		0.0347634	0.0445938	0.053677	0.0423998	0.0572653	0.0414533	0.0557668	0.0259382	0.0481518	0.030391736	0.0404042	0.0580108	0.0402894	0.04366069	0.0261775	0.039186686	0.032744	0.045238468	0.0472889	0.02696101	0.0410864
		0.0475463	0.0355203	0.0484072	0.051483	0.0643411	0.0505127	0.0609711	0.0560042	0.0513267	0.03218281	0.0667345	0.0914997	0.0544391	0.057643131	0.0605217	0.00523597	0.0509355	0.063672602	0.0581807	0.05138021	0.0560839
		0.0865838	0.0658108	0.1092882	0.1401964	0.077819	0.0899653	0.1062953	0.0891789	0.0787976	0.09477872	0.0736228	0.1141805	0.1222807	0.07567129	0.0794502	0.05340767	0.058626	0.084476615	0.0544971	0.09209656	0.0735101
		0.0954861	0.1074239	0.0811248	0.08988	0.0551569	0.0769248	0.094362	0.0690392	0.0516407	0.062984448	0.0873806	0.0584631	0.073707	0.04037203	0.1090539	0.0730776	0.0549188	0.088888312	0.0405387	0.092709556	0.0635275
		0.0271187	0.0356456	0.0357698	0.0364757	0.0585853	0.0361543	0.0491314	0.0333003	0.0525999	0.060450691	0.0560281	0.0413809	0.0161853	0.05688945	0.0702828	0.06723512	0.0500691	0.052306496	0.0410761	0.078013106	0.0534705
		0.0262947	0.0348965	0.0418568	0.0274235	0.0298804	0.0363755	0.0279949	0.0206711	0.0223704	0.020626212	0.0362021	0.0184877	0.0238527	0.032224814	0.0241277	0.022162127	0.0246549	0.02555413	0.0161514	0.013949679	0.0290525
		0.0260018	0.0310717	0.059674	0.0533681	0.0934749	0.0294912	0.0530108	0.0402675	0.080489	0.083369551	0.073104	0.0650559	0.0502263	0.058407316	0.0859449	0.106605275	0.0721456	0.093636701	0.058952	0.068136895	0.0786335
		0.0756617	0.0324064	0.0314501	0.0205762	0.0678682	0.0115141	0.0287572	0.0328136	0.0399366	0.04075077	0.0538312	0.0615639	0.0520239	0.03841782	0.029592	0.027304201	0.0221304	0.063151001	0.0297148	0.0343444	0.0524005
		0.0121778	0.0186436	0.0089777	0.018321	0.0170491	0.0063614	0.015225	0.0130943	0.0125033	0.009863402	0.0137108	0.0144449	0.0138799	0.014548033	0.0152983	0.016333642	0.013307	0.012498804	0.0106117	0.009277156	0.0141545
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

EK-28 Flameout Landing EPC'leri İçin Önem Değerleri ve Tutarlılık Oranı

	Öncelik değeri (W)	(A*W)	A*w/w	Adım 3 LANDA	Adım 4 CI	Adım 5 (RI)=[(n-2)*1,98)/n	Adım 6 CR= CI/RI
1-Unfamiliarity (Yabancılık)	0,0327	0,732	22,384	22,241	0,062	1,791	0,035
2-Time pressure (Zaman Baskısı)	0,1005	2,258	22,454				
3-Communication (UKAveya Kule konuşmaları)	0,0187	0,414	22,143				
5-Spatial and functional incompatibility (Kanalize dikkat)	0,0369	0,821	22,236				
7-Irreversibility (Yapılan İşlemin geri alınamaması)	0,0693	1,551	22,374				
8-Channel overload (Fazla Gereksiz Bilgi)	0,0280	0,621	22,157				
11-Ambiguous standarts (Belirsiz Performans standartları)	0,0229	0,512	22,317				
12-Misperception of risk (Riskin yanlış anlaşılması)	0,0740	1,650	22,309				
13-Poor feedback (Zayıf geri besleme)	0,0257	0,572	22,247				
14-Delayed/incomplete feedback (İşlemin sonucunun geç doğrulanması)	0,0326	0,726	22,252				
15-Inexperienced Operator (Tecrübesiz pilot)	0,0829	1,857	22,394				
18-Objectives conflict (Hedeflerin çakışması)	0,0216	0,479	22,178				
20-Educational mismatch (Eğitimsel uyumsuzluk)	0,0418	0,926	22,138				
21-Dangerous incentives (Daha tehlikeli Yolum seçilmesi için motivasyon)	0,0576	1,276	22,149				
22-Lack of exercise (Pratik yapma imkanının azlığı)	0,0863	1,926	22,321				
24-Required absolute judgements (Pilotun seviyesinin üstündeki işlem)	0,0752	1,682	22,369				
29-Emotional stress (Duygusal stress)	0,0502	1,115	22,222				
33-A poor or hostile environment (below 75% of health or life-threatening severity)	0,0259	0,574	22,161				
35- Shiftwork disruption (iş-uyku düzensizliği)	0,0639	1,407	22,028				
36-Intervention to pacing (Müdahale sebebiyle iş hızının etkilenmesi)	0,0397	0,878	22,108				
38-Age (Yaş,Rütbe)	0,0133	0,295	22,124				
	1,00						

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO : 0009-0002-0309-5298

Ad Soyad : Hami KARAGÖL

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2020, F-16 Uçucusu
- 2011, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Hukuk Fakültesi
- 2008, Teğmen, Hava Harp Okulu, Elektronik Mühendisliği