

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**UÇAK DURDURUCU BARIYER SİSTEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI
VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ VE HİBRİT YENİ BİR
RİSK ANALİZ YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Gürhan GÜNGÖRDÜ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı

**OCAK 2025
İSTANBUL**

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**UÇAK DURDURUCU BARIYER SİSTEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI
VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ VE HİBRİT YENİ BİR
RİSK ANALİZ YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Gürhan GÜNGÖRDÜ
(200015001)
(0000-0003-0222-7981)

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bülent İMAMOĞLU

İstanbul 2025



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Jüri Tez Onay Formu

16 01 2025

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Bu çalışma 16 Ocak 2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği (Doktora) Programı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Bülent İMAMOĞLU

Danışman

İstanbul Nişantaşı Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Egemen SULUKAN

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAĞIMLI

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ARMAĞAN

Üye (İmza)

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tufan ÖZTÜRK

Üye (İmza)

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Hibrit Yeni Bir Risk Analiz Yönteminin Geliştirilmesi’’ adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim (16/01/2025).

Gürhan GÜNGÖRDÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı gerçekleştirirken bıkmadan bana destek olan, kusurlarımı düzelterek yol gösteren ve çalışmada bu aşamaya ulaşmamda en büyük paya sahip kıymetli Hocalarım Dr. Bülent İMAMOĞLU, Dr. Mustafa ARMAĞAN ve Dr. Mustafa YAĞIMLI'ya, her zaman yanımda olan ve hatalarımı kapatan kıymetli eşime ve kızlarımız Aslıhan ve Bilgehan'a ayrıca İş Sağlığı ve Güvenliğine gönül vermiş olan herkese teşekkür ederim.

Ocak 2024

Gürhan GÜNGÖRDÜ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Konusu	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Araştırmanın Önemi	4
1.4. Araştırmanın Varsayımları	5
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.6. Araştırmanın Hipotezleri.....	6
1.7 Literatür Araştırması	6
2. UÇAK DURDURUCU SİSTEMLER	11
2.1 Sistemlerin Tanımlanması.....	11
2.1.1 Sabit kanca (hook) tipi UDS.....	11
2.1.2 Ağ tipi UDS	12
2.1.3 Mobil tip UDS	12
2.2 Sabit Kanca (HOOK) UDS Kullanım Alanları	13
2.2.1 Yakalama bandı	15
2.2.2 Pist kenar makaraları	17
2.2.3 Yakalama bandı bağlantı konnektörü	17
2.2.4 Çelik halat (Pendant)	18
2.2.5 Yakalama bandı muhafaza borusu.....	18
2.2.6 Fren Sistemi	19
2.2.6.1 Statik basınç sistemi	19

2.2.6.2 Pompa basınç tahrik sistemi	22
2.2.6.3 Sürtünmeli fren asamblesi	24
2.2.6.4 Pendant ve yakalama bandı geri sarma ünitesi	25
2.2.6.5 Enerji emici gövde asamblesi	26
2.2.7 Sabit kanca (hook) UDS çalışma adımları	27
2.2.7.1 Hazır pozisyon	27
2.2.7.2 Yakalama (Uçak girişi)	28
2.2.7.3 Frenleme	28
2.3 Ağ Tipi UDS Kullanım Alanları	31
2.3.1 61QS-II (hidrolik) ağ tipi UDS	31
2.3.2 MK-6P (pnömatik) ağ tipi UDS	34
2.4 Mobil Tipi UDS Kullanım Alanları	35
2.5 UDS Alt Yapı İşleri	38
2.5.1 Saha incelemesi ve projelendirme	38
2.5.2 Kaide imalatları	40
2.5.3 Kaide şablon montajları	42
2.5.4 Kaide beton imalat süreci	43
2.5.5 UDS Kaide montajları	45
2.6 UDS'lerde Tespit Edilen Riskler	46
3. RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ	49
3.1 Risk Değerlendirme Metodolojileri	52
3.2 Sıklıkla Kullanılan Risk Değerlendirme Yöntemleri	54
3.2.1 L-Tipi (5x5) risk değerlendirme karar matrisi (RADM)	55
3.2.2 Fine-Kinney risk analiz yöntemi	58
3.2.3 Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)	61
4. YENİ RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ	64
4.1 Önerilen Yeni Risk Değerlendirme Yönteminin Formülleştirilmesi	76
4.2 Önerilen UDS-Risk Değerlendirme Yönteminin Uygulaması	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	84
5.1 Sonuç	84
5.2 Öneriler	85
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	91

KISALTMALAR

AAS	: Uçak Durdurucu Sistem (Aircraft Arresting Systems)
ANP	: Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
BEKRA	: Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması
BKÖP	: Büyük Kaza Önleme Politikası
FMEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
QFD	: Kalite Fonksiyon Dağıtımı (Quality Function Deployment)
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
MAAS	: Mobil Uçak Durdurucu Sistem (Mobil Aircraft Arresting Systems)
RPN	: Risk Öncelik Numarası (Risk Priority Number)
UDS	: Uçak Durdurucu Sistem
SIPRI	: Stockholm International Peace Research Institute

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No.
Çizelge 2.1: UDS (Bariyer Sistemlerinin) Kullanım Alanları İçin İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Tespitleri	46
Çizelge 3.1: Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali	57
Çizelge 3.2: Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti	57
Çizelge 3.3: Risk Skor (Derecelendirme) Matrisi (L Tipi Matris).....	58
Çizelge 3.4: Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri	58
Çizelge 3.5: Frekans Terimi İçin İfade ve Değerler.....	59
Çizelge 3.6: Olasılık Terimi İçin İfade ve Değerler.....	60
Çizelge 3.7: Şiddet Terimi İçin İfade ve Değerler	60
Çizelge 3.8: Risk Skoru Düzey Sınıflandırması	61
Çizelge 3.9: Şiddet Terimi İçin İfade ve Değerler	62
Çizelge 3.10: İhtimal (Olasılık) Terimi İçin İfade ve Değerler	63
Çizelge 3.11: Tespit Edilebilirlik Terimi İçin İfade ve Değerler	63
Çizelge 3.12: Risk Öncelik Değerleri	63
Çizelge 4.1: Fiziksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	65
Çizelge 4.2: Mekanik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	67
Çizelge 4.3: Ergonomik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	69
Çizelge 4.4: Kimyasal Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	71
Çizelge 4.5: Elektriksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	72
Çizelge 4.6: İdari Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	73

Çizelge 4.7: Genel Düzenle İlgili Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri.....	76
Çizelge 4.8: UDS-RİSK İçin Frekans Yaklaşımı.....	77
Çizelge 4.9: UDS-RİSK İçin Şiddet Yaklaşımı.....	77
Çizelge 4.10: UDS-RİSK İçin Tespit Edilebilirlik Yaklaşımı.....	77
Çizelge 4.11: UDS-RİSK İçin Olasılık Yaklaşımı.....	78
Çizelge 4.12: UDS-RİSK İçin Uçuşa Etki Yaklaşımı.....	78
Çizelge 4.13: UDS-RİSK Değer ve İfadeleri.....	79
Çizelge 4.14: UDS-RİSK Skor Tablosu.....	79
Çizelge 4.15: Tespit Edilen Riskler İçin UDS-Risk Yönteminde Verilen Değer ve Sonuçları.....	80

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 2.1: Kanca (Hook/BAK-12) UDS Bariyer Sistemi.....	11
Şekil 2.2: Ağ tipi UDS Bariyer Sistemi	12
Şekil 2.3: Mobil (MAAS) UDS Bariyer Sistemi	12
Şekil 2.4: Sabit Kanca UDS Bariyer Sistemi	13
Şekil 2.5: Sabit Kanca UDS Pist Yerleşimi	13
Şekil 2.6: Enerji Emici Ünite Frenleme Asamblesi (Rotor Açılımı)	14
Şekil 2.7: Yakalama Bandı Asamblesi.....	15
Şekil 2.8: Yakalama Bandı Asamblesi.....	16
Şekil 2.9: Pist Kenar Makarası.....	17
Şekil 2.10: Yakalama Bant Konnektörü	17
Şekil 2.11: Çelik Halat	18
Şekil 2.12: Muhafaza Boruları Pist Yerleşimi	18
Şekil 2.13: Statik Basınç Sistem Yerleşimi ve Devre Şeması	19
Şekil 2.14: Hidrolik Rezervuar (Depo)	20
Şekil 2.15: Mekik Valf (Shuttle Valve)	21
Şekil 2.16: Statik Basınç Sistemi Azot Dolumu	21
Şekil 2.17: Pompa Basınç Diyagramı	22
Şekil 2.18: Uçak Girişi ve Pompa Basınç Sisteminde Kam Kontrol Valf Çalışması	22
Şekil 2.19: Pompa Basınç Sistemi Yerleşim Yerleri	23
Şekil 2.20: Sürtünmeli Fren Asamblesi	24
Şekil 2.21: Sürtünmeli Fren Asamblesi	25
Şekil 2.22: Sürtünmeli Fren Asamblesi	26
Şekil 2.23: Sistem Hazır Durumu	27
Şekil 2.24: Kauçuk Pendant Diskleri	27
Şekil 2.25: UDS Uçak Girişi (a) Pist Merkez Giriş (b) Merkez Kaçık Giriş.....	28
Şekil 2.26: Uçak Girişi.....	28
Şekil 2.27: Kam Kontrol Valfi.....	30
Şekil 2.28: İğne Valf Mekanizması.....	30

Şekil 2.29: 61QS-II Ağ Tipi UDS.....	31
Şekil 2.30: 61 QS-II Kendiliğinden Kilitlenen Direk Düzeneği	32
Şekil 2.31: 61 QS-II Destek Kaldırma/İndirme Hidrolik Sistem Bileşeninin Konumu	33
Şekil 2.32: 61 QS-II Ağ Kaldırma/İndirme Hidrolik Sistem Şeması.....	33
Şekil 2.33: MK-6P (Pinomatik) Ağ Kaldırma Sistemi	34
Şekil 2.34: MK-6P (Pinomatik) Ağ Kaldırma Sistemi Alt Asambleleri.....	35
Şekil 2.35: Mobil Bariyer.....	36
Şekil 2.36: Mobil Bariyer Gövde Yapısı.....	37
Şekil 2.37: Mobil Bariyer Şasisi	37
Şekil 2.38: Mobil Bariyer Zemin Montajı.....	38
Şekil 2.39: Sabit Hook (Kanca) UDS Yerleşim Krokisi.....	38
Şekil 2.40: Sabit Hook (Kanca) UDS Yerleşim Eksen Krokisi	39
Şekil 2.41: UDS Kaide İmalatı Topografik Ölçümleri	39
Şekil 2.42: ILS Sistemleri (Yer Antenleri)	40
Şekil 2.43: UDS Kaide Yapım Aşamaları.....	40
Şekil 2.44: UDS Kaide Kalıp Sabitlemesi	41
Şekil 2.45: Pist Sıfır Noktasında Demir-Donatı İmalatı	41
Şekil 2.46: Risksiz Alanda Demir-Donatı İmalatı	41
Şekil 2.47: Risksiz Alanda İmal Edilen Demir-Donatının Taşınması	42
Şekil 2.48: Pist Kenar Makarası ve Enerji Emici Kaide Şablonları.....	42
Şekil 2.49: UDS Kaidelerine Beton Uygulaması	43
Şekil 2.50: Slump (Çökme) Testi.....	44
Şekil 2.51: Beton Sulama İşlemi.....	45
Şekil 2.52: Enerji Emici Kaide Montajı.....	45
Şekil 3.1: Sürekli Devam Eden Risk Yönetimi Süreci	51
Şekil 3.2: Risk Yönetimi	52

UÇAK DURDURUCU BARIYER SİSTEMLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ VE HİBRİT YENİ BİR RİSK ANALİZ YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği, işletmeler ve çeşitli organizasyonlar için temel hedeflerden biridir. Havacılık sektörü, yüksek güvenliqli komplike bir organizasyon olduğu bilinen bir gerçektir. Havacılık sektörünün bir kolu olan uçak durdurma operasyonlarında karşılaşılan gerçek risklerin tespiti büyük önem arz etmektedir.

Avcı tipi uçakların hidrolik arızaları sonucu ortaya çıkan durma problemlerine çözüm sağlayan Uçak Durdurucu Sistemler üzerine risk etmenlerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan çalışmada, UDS'nin kullanım amaçları ve tanımları ortaya konulmuş, kurulum aşamalarıyla birlikte çalışma prensipleri irdelenmiş ve özellikle uçuşa etki durumuna göre tehlikeler ortaya konulmuştur.

Tespit edilen tehlikelerin oluşturabileceği riskler titizlikle belirlenerek daha sonra yapılacak çalışmalarda rehber olması hedeflenmiştir. Bu amaç kapsamında; hizmet sektörüne göre yüksek riskli değişkenlerin göstermiş olduğu farklılıklar dolayısıyla UDS'ler için öncelikle temel tehlike unsurları ve tehlikelerin oluşturacağı sektöre özgü hassasiyetleri de içerecek nitelikte risklerin ortaya konması hedeflenmiştir.

Risk analiz metotları açısından, havacılık sektörünün gerektirdiği öncelikler göz önünde bulundurularak yeni bir hibrit yöntem öneri olarak sunulmuştur.

Çalışma kapsamında havacılık sektöründe özgün bir çalışma yapısı olan UDS'ler de yaşanan/yaşanabilecek iş ve işçi sağlığına yönelik kaza ve kırımları ortadan kaldırmayı hedefleyen yeni bir risk değerlendirme yöntemi önerilmiş ve önerilen yöntemin test amaçlı saha uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar detaylı olarak açıklanmış ve kapsamda yer alan sektörlerle özgü yeni bir yöntem ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Pist, Risk, Analiz, Uçak, Sistem*

DETERMINATION OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISKS IN AIRCRAFT ARRESTING BARRIER SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF A NEW HYBRID RISK ANALYSIS METHOD

ABSTRACT

Occupational health and safety is a fundamental objective for businesses and various organizations. It is a known fact that the aviation industry is a complex organization with high security. It is of great importance to determine the real risks encountered in aircraft arrest operations, which is a branch of the aviation industry.

It is aimed to determine the risk factors on Aircraft Arresting Systems, which provide solutions to the stopping problems that occur as a result of hydraulic failures of fighter-type aircraft.

In this study, the purposes and definitions of AASs were explained, their installation stages and working principles were examined and the hazards related to their impact on flights were identified.

In terms of risk analysis methods, a new hybrid method has been proposed by taking into account the priorities required by the aviation sector.

Within the scope of the study, a new risk assessment method aiming to eliminate the accidents and breakdowns related to occupational and worker health experienced/possible in UDSs, which have a unique working structure in the aviation sector, has been proposed and the field application of the proposed method for testing purposes has been carried out. The results have been explained in detail and a new method specific to the sectors included in the scope has been presented.

Keywords: *Runway, Risk, Analysis, Flight, Interception, System*

1. GİRİŞ

1.1 Çalışma Konusu

Tez konusu olarak, seçilen “Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Hibrit Yeni Bir Risk Analiz Yönteminin Geliştirilmesi” günümüz ve gelecek açısından önemi, niçin bu konunun seçildiği açıklanarak ve konu ile ilgili kavram tanımları yapılacaktır.

Savunma sanayi, tüm dünya tarafından vazgeçilmez bir öneme sahip olmasının yanı sıra, ülkemiz içinde teknolojinin ilerlemesi, ekonominin tetikleyici faktörlerinden biri olması ve ulusal olarak mevcudiyetimizi sürdürmenin vazgeçilmez bir unsurudur. Askeri teknolojilerdeki kayda değer ilerlemeler, modern savunma sanayiye geçişi hızlandırmış olup, Ulus Devletlerin savunma sanayisine yaklaşımları, sahip oldukları silahlı kuvvetlerin ihtiyaçlarını özgün tasarımlanmış sistemler ile minimum maliyetle karşılayabilmenin yanı sıra özgür ve bağımsız politikalar uygulayabilmek için her geçen gün daha fazla desteklenmektedirler (Eren ve Kılıç, 2013).

Karagöl ve Palaz (2004), Türkiye'de savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarda, analizlere dayanarak iki değişken arasında kısa süreli pozitif bir ilişki mevcut olduğunu ortaya koymuşlardır (Karagöl ve Palaz, 2004).

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği seçeneğinden farklı olarak, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) seçeneği, yalnızca tehlikelerin önlenmesini değil, bunun yanı sıra risklerin öngörülmesi ile bu risklerin değerlendirilmesini ve elde edilen risklerin ortadan kaldırılmasını veya sonuçların en aza indirilmesini sağlayan çalışmaları da içerir. İSG, genel olarak, henüz bir tehlike veya arızanın meydana gelmesi, işyerlerinde veya organizasyonlarda görülen tehlikelerin ve risklerin öngörülerek, bunların kabul edilebilirlik bakış açısının değerlendirilmesini içermektedir. “reaktif” değerlendirme çözümleri yerine “proaktif” yaklaşımları ön plana çıkarmıştır (Özkılıç, 2005).

Askeri alanlarda da tıpkı sivil işyerlerinde olduğu gibi iş kazalarının yaşandığı bir gerçektir. Askeri iş yerlerinde 2016-2019 yılları arasında meydana gelen kazalarının %72,28'inin temel nedenlerinin eğitim eksikliği, ihmal ve dikkatsizlik olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar askeri örgütlerin, yoğun stres altında çalışılan, ciddi bir disipline ve karmaşık bir yapısal sisteme sahip olduğu bilinse de, bu örgütlerde de iş kazalarının önlenabilir olduğu ve yapılacak iyileştirmelerle bu oranların düşürülebileceği bir gerçektir (Karadağ, 2022).

Türkiye'de yapılan savunma sanayi harcamalarının önemli bir kısmını askeri teçhizat bakım ve tedarik harcamalarının oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü'nün (SIPRI) 2021 yılına ilişkin küresel askeri harcamalar raporuna göre, Türkiye'nin savunma harcamalarının yaklaşık 15 milyar Dolar civarında olduğunu raporlamıştır (Gönültaş, B., 2021).

Uluslararası akademik çalışmalar göstermektedir ki havaalanı faaliyetleri kapsamında değerlendirilen çalışmalar özellikle iş kazası risklerinin minimize edilmesi gereken sektörlerin başında gelmektedir. Yapılacak tez çalışmasının gelecekte bir işletme kültürü yaklaşımı olan UDS Bariyer Sistem faaliyetlerinde örnek bir kaynak olacağı değerlendirilmektedir.

Savunma sanayisinde havacılığın temel unsurunu savaş uçakları oluşturmakta olup, söz konusu hava araçlarının tedariki uluslararası hassasiyetlere sahip olmakla birlikte, idame ve işletmeleri de ayrı bir önem ve maliyet arz etmektedir. Dolayısıyla yapılan bu harcamalarda tedarik edilen silah ve teçhizatları uzun süre envanterde faal olarak tutabilmek çok büyük önem arz etmektedir. İşte UDS Bariyer Sistemleri tam bu noktada devreye girmektedir.

Bilindiği üzere hava araçları günümüzde halen, yeterli bir hıza ulaşabildiği bir alan olan pistlere ihtiyaç duymakta, o hıza ulaştıktan sonra bünyesinde bulundurduğu temel aerodinamik unsurları barındıran ana yapılarını devreye sokarak havalanmakta ve gerçekleştireceği plan dahilinde uçuşunu tamamlayarak tekrar pist üzerine inişini gerçekleştirerek görevlerini ifa ettirmektedirler. Askeri amaçlı kullanılan hava araçlarının, sivil hava araçlarından en önemli farkı, havalandıktan sonra düz bir uçuşu gerçekleştirmekten ziyade vazife şartları/görevleri gereği havalandıktan sonra sivil hava araçlarına oranla çok sayıda ani manevralar gerçekleştirmek zorunda kalmalarıdır. Söz konusu bu ani hız ve irtifa değişimleri karşısında maruz kaldıkları ekstra G kuvveti (maruz kalınan ivmenin yerçekimi

cinsinden ifadesi) savaş uçaklarının bünyesinde bulunan hidrolik sistemlerin zarar görmesine ve maalesef iş göremez duruma düşmelerine sebebiyet vermektedir. Bu noktada devreye UDS Bariyer Sistemleri girmekte ve iniş esnasında fren sistemleri çalışmayan savaş uçaklarının pist sınırları içerisinde zarar görmeden durdurulmasını sağlamaktadır. Söz konusu UDS Bariyer Sistemleri pist başlarında/pist ortalarında konuşlu bulunup, pistin her iki yanına ihtiyaç duyulan mukavemete sahip özel kaideler üzerine konuşlandırılmış frenleme sistemleridir (Bulletin 001, 2004).

UDS Bariyer Sistemleri havacılık sektöründe kullanılmayacak olsa, söz konusu savaş uçaklarının ömrünün %80-90 azalacağı düşünülmektedir. Bu kadar büyük öneme sahip UDS Bariyer Sistemleri idame ve işletmeleri dünyada lider konuma sahip ülkelerde dahil olmak üzere pek çok ülke ve ülkemizde de tecrübe ve bilgi birikimine sahip personel tarafından sağlanmaktadır.

Oluşan iş kazaları, sağlamış olduğu faydalar göz önünde bulundurulduğunda çoğu zaman göz ardı edilen bu sistemlerin günümüz devlet politikalarında bulunan İSG yaklaşımını ele alarak; kurulum, idame ve işletme çalışmaları üzerine incelemenin ve uygulanabilir boyutta tavsiye çalışmasının ülkemiz ekonomisine büyük faydası olacağı değerlendirilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Literatür taraması yaptığımızda Risk Analiz değerlendirmeleri ile ilgili iş sağlığı ulaşım, savunma, üretim, enerji başta olmak üzere birçok farklı sektörlerde uluslararası akademik çalışmalar mevcut olduğu, ancak söz konusu UDS Bariyer Sistemlerine yönelik herhangi bir akademik doktora çalışmasının yapılmadığı gözlenmiştir. Uluslararası bazı akademik çalışmalarda Yüksek Riskli Organizasyonlar' da çeşitli kaza değerlendirme yaklaşımları ile çalışmalar yapılmışsa da Özellikle de İSG alanında UDS'lerin işletilmesine yönelik yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tez çalışmasında öncelikle uluslararası çerçevede yüksek riskli organizasyonlarda meydana gelen iş kazaları ve bu kazaları önlemeye yönelik uygulanan risk analizi örnekleri, çok tehlikeli işlerde meydana gelen iş kazaları verileri ile iş kazalarının çalışan güvenliği, işletme-idame güvenliği, çevre güvenliği ve sosyal güvenlik sistemine olan Sosyo-ekonomik etkileri alanlarındaki ulusal ve

uluslararası akademik çalışmalar incelenerek tez konusu spesifik alanda değerlendirmesi yapılacaktır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan BEKRA Bildirim Sistemi (Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılmasına ilişkin mevzuat) tarafından esas alınan;

- Bildirim
- Risk Değerlendirmesi
- Büyük Kaza Önleme Politikası- BKÖP
- Domino Etkisi: Bilgi Alışverişi
- Büyük Bir Kaza Durumunda Yükümlülükler: Eylem, İletişim ve Raporlama,

olarak belirlenen ortak yükümlülükler açısından da sektörel yaklaşım değerlendirilecektir (BEKRA, 2014).

Risk analizleri aşamasında çalışan güvenliği, kurulum ve işletme güvenliği, çevre güvenliği ve sosyal güvenlik sistemine olan etkileri belli başlı yaklaşım metotları ile tespit edilecek ve bu bağlamda sağlık ve güvenlik açısından en uygun yöntem belirlenecektir. Belirlenen sistemin UDS Bariyer Sistemlerinin envanter de kullanımı devam ettiği sürece can ve mal güvenliğine yönelik pozitif katkı sağlamaktır.

1.3 Araştırmanın Önemi

Savunma Sanayi Havacılık Sektöründe iş sahasının daha güvenli hale gelmesi iş kazaları ve çalışanların zarar görmesini azaltmakla birlikte, düzenli bir ortam oluşturulması kişinin kendini güvenli hissetmesi ve yaptığı işi daha verimli yapmasına etki edecektir. Bu çalışma, UDS çalışanlarının standartlara uyumunu ve eksikliklerini tespit ederek iyileştirmeler yapılmasına katkıda bulunabilir.

Havacılık Sektöründe çalışma ortamlarındaki tehlikelerden kaynaklanabilecek risklerden uzak daha güvenli hale gelmesi iş kazaları ve meslek hastalıklarını azaltmakla birlikte, çalışanlar için düzenli bir ortam oluşturulmasından dolayı kişinin kendini güvenli hissetmesi ve yaptığı işi daha verimli yapmasına etki edecektir. Buna ek olarak İş Sağlığı ve Güvenliği yaklaşımlarının, çalışan insanlarımızın iş hayatından sonraki özel yaşantısının verimliliğine kadar birçok noktada olumlu yönde gelişmeler sağlayacağı bilinmektedir. Bu noktadan yola

çıkarak UDS Bariyer Sistemleri için, iş sağlığı ve güvenliği konusunda tehlikeleri tespit ederek, risk değerlendirme çalışmalarına katkıda bulunulması, ortaya çıkan sonuçların sınıflandırılarak gerekli önlemlerin etkin bir şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır.

İş Sağlığı ve Güvenliği yaklaşımları, çalışan kişilerin iş hayatından sonraki özel yaşantısının verimliliğine kadar birçok noktada olumlu yönde gelişmeler sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Yaşanan iş kazası sayılarıyla bağlantılı olarak sürekli ya da geçici iş göremezlik süre ve sayılarının azaltılması, kayıp çalışılan gün sayılarının minimize edilmesine katkı sağlayarak sosyal yapı içerisindeki kaynak israfını azaltarak, ulusal hedeflere ve iş güvenliği hedeflerine ulaşılması yönünde atılacak adımlar ile çalışma barışına ve verimliliğe de olumlu katkı sağlayabilir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırma esnasında modelin oluşturulması ve uygulanmasıyla ilgili olarak, İSG kültürü ve risk analizleri alanında literatürde bulunan veriler ve alanında uzman kişileri ile yapılan görüşmeler sonucunda doğru değerlendirmelerde bulunduğu varsayılmıştır. Araştırma modeli, araştırma konusu ve amaçlarına uygun bir şekilde seçildi. Bu çalışmanın izlediği çalışma metodolojisi, risk analizi metodolojisinin genel aşamalarından faydalanılarak oluşturulmuştur. Elde edilen yeni yöntem, karmaşık sistemlerden biri olan UDS'lerde en verimli sonuçların alınmasında kullanılabilir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinin özellikle uçuş faaliyetlerine özgü kullanım gereksinimi göz önüne alındığında söz konusu çalışma, sistemlere özgün bir risk değerlendirme yöntemi olarak ortaya konulan UDS-Risk Değerlendirme Yönteminin kullanımı bu sistemlere özgün örnekleme sınırlıdır. Ayrıca, araştırma sonuçları, ölçekte bulunan ölçek maddeleri ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Hipotezleri

Bu modelin dinamik hipotezi, güvensiz davranışlar ve tehlikeli durumlar riskleri arttırırken kaza oluşumuna sebep verir. Kaza ise çalışma günlerinin kaybolmasıyla birlikte çalışan üzerinde olumsuz etki yapar ve maliyetlerin yükselmesine neden olur. Risk değişkenleri ile kaza arasında zorlama bir döngünün oluşmasıyla güvenlik uygulamaları başlar. İş kazaları sonucunda yaşanan bu olumsuz etkilere karşı güvenlik kültürünün iş kazaları ve güvenlik performansı üzerindeki güçlü bir etkisinin olduğu düşünüldüğünde güvenlik politikaları kazaların tekrarını, ciddiyetini ve maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Sisteme özgün doğru bir risk analiz metodunun ortaya konulması risk seviyesinin azalmasını sağlarken daha az kaza ve kayıp yaşanmasının önünü açar.

Çalışmada UDS faaliyetleri UDS kaide inşaatlarındaki faaliyetlerde dahil olmak üzere, risk değerlendirme metotları ile karşılaştırmalı olarak Matris, Fine-Kinney ve Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) gibi temel yöntemlerden faydalanılarak kurulacak yeni hibrit bir hipotezle incelenecektir.

1.7 Literatür Araştırması

Çalışma öncesinde literatür çalışması yapıldığında UDS dinamikleri ile iş kazası, güvenlik kültürü ve iş kazalarının önlenmesi ve güvenlik önlemlerinin iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların problemlerin çözümü ve politika geliştirilmesi yönünde modellerin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmanın bu bölümünde UDS Bariyer Sistemlerine yönelik yapılan çalışmalar ve Yüksek Riskli Organizasyonlar alanında yapılan bazı çalışmalara değinilecektir.

Modeling and Simulation of Arresting Gear System with Multibody Dynamic Approach isimli yapılan araştırmada UDS'lerde uçakla frenleme sistemi arasında irtibatı sağlayan pendant (Çelik halat) üzerinde oluşan dalgaların yayılma sürecinin uçağı yakalama sürecindeki etkisini incelemişler ve bu sayede dinamik bir model yardımıyla mekanizmanın tasarlanması ve optimize edilmesiyle ilgili bir çalışma değerlendirilmiştir (Shen ve Ark., 2013).

Finite Element Modeling of the Arresting Gear and Simulation of the Aircraft Deck Landing Dynamics isimli çalışmada, uçak gemilerinde kullanılan UDS'leri için tam ölçekli dinamik bir model geliştirmişler, geliştirdikleri sayısal model ile, gerçek

prototipin tüm temel unsurlarını içeren, UDS'nin dinamik davranışını analiz eden ve onu belirli durdurma koşulları için ayarlayabilecek bir model oluşturmaya çalışmıştır (Mikhalyuk ve Ark., 2008).

Zhu, O. ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada, uçak gemilerinde kullanılan UDS'lerin, tam ölçekli bir yakalama modeli ile, gerçekleştirdikleri prototipin tüm temel unsurlarını içeren ve durdurma tertibatının dinamik davranışını sonlu elemanlar metodolojisi ile farklı senaryolarla analiz etmişlerdir. Yapılan analizler ile durdurma süreci boyunca oluşabilecek tüm parametrelerin tahminini yapmaya çalışmışlardır.

Optimization and Kinetic Simulation of Constant Runout Control System of Arresting Gear isimli çalışmada, UDS'ler de yakalama işlemlerinde uçak ile irtibatı sağlayan çelik halat (pendant) üzerinde oluşan salgıları incelemişlerdir. Yapmış oldukları gözlemlerde ve hesaplamalarda uçaklara ait farklı ağırlık ve hızlarda ki inişlere rağmen uçakları kısa mesafelerde başarı ile durdurulmasındaki optimize edilmiş kontrol sistematığının geçerliliği ve güvenliğini tespit etmişlerdir (Mao ve Ark., 2013).

Overview on development of multi-dimensional aircraft arresting system at the time adverse failure of landing gear isimli çalışmada, Havacılığın hızla büyüyen bir endüstri olduğunu ve meydana gelen birçok kazanın güvenlik endişesine yol açtığını değerlendirmişlerdir. Boeing'in dünya çapındaki jet kazalarının istatistiksel özetine göre (1959-2015), son yaklaşma ve iniş aşamasında %47'lik katastrofik başarısızlık ile karşı karşıya tespit ettiğini ve çözüm için, iniş takımlarının arızalanması durumunda uçağı emniyete almak için Çok Boyutlu Uçak Durdurma Sistemleri tasarımının kullanılabilirliğini ortaya koymaya çalışmışlardır (Prabha, S. ve Raghavendrac, S. 2020).

Peng, Y. ve arkadaşları (2020) Dynamic Analysis and Security Characteristics of Carrier-Based Aircraft Arresting in Yaw Condition isimli pist merkez kaçık uçak girişlerine yönelik çalışmalarında, belirli bir uçak tipinin durdurma sisteminin eksiksiz bir dinamik modeli ile simülasyon çalışmaları yapmışlardır. Yapmış oldukları simülasyon çalışmalarının sonuçları ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) askeri standartlarından elde edilen deneysel verileri karşılaştırdıklarında neredeyse aynı olduğunu göstermişlerdir.

Görüldüğü gibi pek çok akademik çalışma ile UDS'lerle ilgili çeşitli konularda değerli bilimsel katkılar sağlanmıştır. Ancak İSG'ye yönelik bir çalışmaya ulaşamamıştır. Bu nedenle Yüksek Riskli Organizasyonlarda risk değerlendirmesine yönelik İSG yaklaşımı incelenmiştir. Yüksek Riskli Organizasyonların sistem kurulum ve işletme konularına yönelik risk değerlendirmeleri İSG yaklaşımları ile ilgili farklı sektörlerde akademik çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları incelendiğinde;

Çelik, İ. (2020) Yapmış olduğu Ayakkabı ve Çanta İmalat Sektöründe İSG Risklerinin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri isimli doktora tez çalışmasında, ülkemizde artan İSG uygulamalarının önemi vurgulanmış, ayakkabı ve çanta imalat sektörüne özgü bir yapıya sahip yeni bir risk değerlendirme yöntemi önermiş ve saha uygulaması gerçekleştirilerek işlerliğini test etmiştir.

Marais ve arkadaşları (2009) Beyond Normal Accidents and High Reliability Organizations: The Need for an Alternative Approach to Safety in Complex Systems isimli çalışmalarında, karmaşık sistemlerde kazaların kaçınılmaz olup olmadığını tartışmışlardır. Bu yaklaşımların ana hatlarını belirleyerek ve dar tanımlar, belirsizlikler, güvenilirlik ve güvenlik konusunda ki karışıklıklar ve aşırı karamsar veya iyimser sonuçlar dahil olmak üzere bazı sınırlamaları tespit ederek ilgili mühendislik disiplinlerinden ortaya çıkan bir sistem yaklaşımını ortaya koymuşlardır.

Multilevel Safety Culture Affecting Organization Safety Performance: A System Dynamic Approach isimli çalışmada, Güvenlik kültürü bileşenleri (örneğin psikolojik, davranışsal ve durumsal) ile güvenlik performansı ile ilişkili faktörler (örneğin risk düzeyi, güvenlik davranışı, güvenli olmayan koşullar, güvenli olmayan eylemler ve olay oranı) arasındaki ilişkiyi kuran bir nedensel döngü diyagramı oluşturmuşlardır. Güvenlik kültürünün zaman içinde güvenlik performansı üzerindeki etkisini incelemek ve geliştirmek için sistem dinamiği yaklaşımını kullanmışlardır (Qayoom, A. ve H.W. Hadikusumo, B. 2019).

Olsen ve arkadaşları (2010), Modelling the Effects of A Large-Scale Safety Culture Programme: A Combined Qualitative and Quantitative Approach isimli çalışmalarında; birleşik bir metodolojik yöntemiyle petrol şirketleri tarafından uygulanan geniş ölçekli bir güvenlik programının etkilerini araştırmışlardır. Elde

etmiş oldukları sonuçlar, test edilerek iş emniyeti ve güvenlik kültürü üzerine yapısal bir model geliştirmişlerdir.

Mashaqbeh ve arkadaşları (2020) A System Dynamics Simulation Model for Environmental Risk Assessment at Strategic Level in Power Plants isimli yapmış oldukları çalışmalarında, çalışma şartlarının değişkenliği sürekli olan bir iş ortamında, risk değerlendirmesi için sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç olduğunu düşünerek, bu tip şartları sürekli değişen sistemlerin zaman içindeki dinamik davranışını anlamak için etkili bir yaklaşım olarak uygulanabileceğini iddia etmişlerdir. Enerji santrallerindeki çevresel riskleri değerlendirmek için bir model sunmuşlardır. Geliştirilen model sayesinde, çevresel risklerin enerji santrallerinin performansı üzerindeki etkisini ortaya koymuşlardır. Enerji santrallerinde risk değerlendirmesi amacıyla oluşturdukları modelin, diğer endüstri sektörlerine de kolayca uyarlanabilir olduğunu iddia etmişlerdir.

Bugalia ve arkadaşları (2021) yapmış oldukları çalışmalarında, model geliştirme metodolojisini benimseyerek iki farklı sistemden, Yüksek Hızlı Demiryolu ve inşaat sektöründen gelen iki ramak kala raporlama sisteminde ortak olan faktörler, çalışanın yorgunluğu ve raporlama sonuçlarına göre nedensel yapıyı bir simülasyon modeli oluşturmuşlardır. Ramak kala raporlarının sayısı ile çalışma saatleri arasındaki dengeyi yakalayabilmek amacıyla yapmış oldukları simülasyonla, bir çalışanın bireysel özellikleriyle ve yönetim kararları arasındaki etkileşimleri dikkate alan bir ramak kala raporlama davranış modeli geliştirilmiştir.

Kurumsal Risk Yönetimi ve Kurumsal Risk Yönetim Süreci isimli çalışmada, uygulama süreci içerisinde kurumsal risk yönetiminin yapısı içerisindeki organizasyonların risk dolu ortamlarda daha etkin ve yüksek performans ile faaliyet gösterebilmesi için etkin bir kurumsal risk yönetiminin gerekli olduğu belirlenmiştir (Akçakanat, 2016).

Ertürk (2019) Risk Yönetiminde Örgüt Yapısı Boyutlarının Önem Derecelerinin Belirlenmesi: Türkiye'deki Uçuş Eğitim Organizasyonları Üzerine Bir Uygulama isimli çalışmasında, Havacılık örgütlerinde risklerin, operasyonların kaçınılmaz bir parçası olduğunu, örgütlerin karşılaştığı bu risklerin sifra indirilemeyeceğini ancak kontrol edilebilir düzeye getirilmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Örgüt yapısı ve risk yönetimi arasındaki ilişkiyi ortaya koyduğu

Çalışmada, uçuş eğitim faaliyetlerinde risk yönetimi için örgüt yapısını belirleyen boyutların önceliklendirilmesi amaçlamıştır.

Pek çok farklı risk değerlendirme yönteminin kullanıldığı çeşitli endüstriyel ve kurumsal sektörler mevcuttur. Ancak Havacılık sektöründe havaalanı pist sınırları içerisinde ve bitişinde kullanım alanı olan UDS Bariyer Sistemlerine zgn risk analiz çalışmanın yapılmamış olması, çeşitli risk değerlendirme yöntemlerinin örneklem yöntemiyle uygulama sonuçlarının incelenmesi, mevcut analizler ışığında özgün çalışma şartlarından dolayı yeni bir yöntemin literatüre kazandırılacak olması hedeflenmektedir.



2. UÇAK DURDURUCU SİSTEMLER

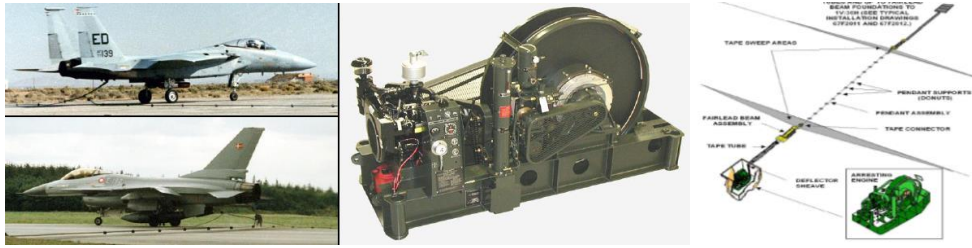
2.1 Sistemlerin Tanımlanması

Tezin bu bölümünde Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinin, sistem kavramları derlenmiş ve tanımlaması gerçekleştirilmiştir. Bu Kapsamda;

Uçak durdurma sistemleri, pilotun iniş sırasında uçak üzerinde mevcut durdurma imkanları ile durduramadığı veya kalkış operasyonunu iptal ettiği durumlarda, uçağın pistleri aşmasını önleyerek öncelikle hayat kurtarmaya hizmet eder. Ayrıca uçakları kurtarmaya ve büyük hasarları önlemeye hizmet ederler (Advisory Circular AC No: 150/5220-9A., 2006).

Modern havacılık konseptine sahip ülkelerde 3 (üç) tip UDS sisteminin kullanımı mevcuttur. Bunlar;

2.1.1 Sabit kanca (hook) tipi UDS



Şekil 2.1: Kanca (Hook/BAK-12) UDS Bariyer Sistemi

Kaynak: (FC 3-260-18F)

Avcı (fighter) tipi yüksek hıza sahip savaş uçaklarını, uçuş esnasında karşılaştıkları hidrolik arızalar nedeniyle fren sistemlerinin hiç çalışmaması veya kısmen çalıştığı durumlarda kullanılır.

Sabit Kanca Tipi UDS/BAK-12 (Şekil 2.1), standart askeri operasyonel uçak durdurma sistemidir. Bu çift yönlü sistem iki enerji emiciden oluşur. Her enerji emici, ortak bir şaft üzerindeki yakalama bandı (naylon tape) makarasının her iki tarafına monte edilmiş iki adet çok diskli döner sürtünmeli frenden oluşur. Enerji emiciler, yakalama bandıyla 1,25 inçlik (32 milimetre) lastik disk destekli bir çelik halata (pendant) bağlı olarak pistin karşıt taraflarında bulunur. Uçağın arka tarafına

monte edilmiş bir kanca (hook) vasıtasıyla yakalama sistemiyle irtibatlandırmak suretiyle pist sınırları içerisinde durduran sistemlere denir (Advisory Circular AC No: 150/5220-9B. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration).

2.1.2 Ağ tipi UDS

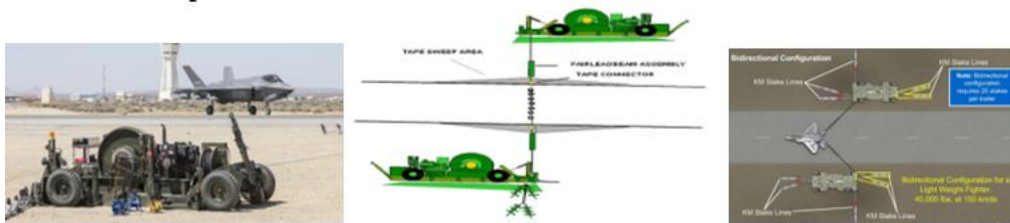


Şekil 2.2: Ağ tipi UDS Bariyer Sistemi

Kaynak: (Url-1)

Avcı (fighter) tipi yüksek hıza sahip savaş uçaklarını, pist enini kateden polyamid malzemelerden üretilmiş ağlar vasıtasıyla uçağı gövde ve teker dikmelerinden kavrayarak yakalama sistemiyle irtibatlandırmak suretiyle pist aşma sahası içerisinde durduran sistemlere Ağ Tipi UDS (Şekil 2.2) denir.

2.1.3 Mobil tip UDS



Şekil 2.3: Mobil (MAAS) UDS Bariyer Sistemi

Kaynak:(Url-2)

Avcı (fighter) tipi yüksek hıza sahip savaş uçaklarını, enerji emici yakalama sistemlerinin mobil araçlar üzerine monte edildiği ve bu sayede pist banket bölgesinde istenilen bölgeye kurulumu gerçekleştirilebilir. Hava aracı ile irtibatlandırma işlevinin çelik halat veya polyamid bir ağ ile gerçekleştirildiği Şekil 2.3'deki sistemlere Mobil Tip UDS/MOBILE AIRCRAFT ARRESTING SYSTEM (MAAS) denir (Air Force Aircraft Arresting Systems Installation, Operation, And Maintenance, 2015).

2.2 Sabit Kanca (HOOK) UDS Kullanım Alanları

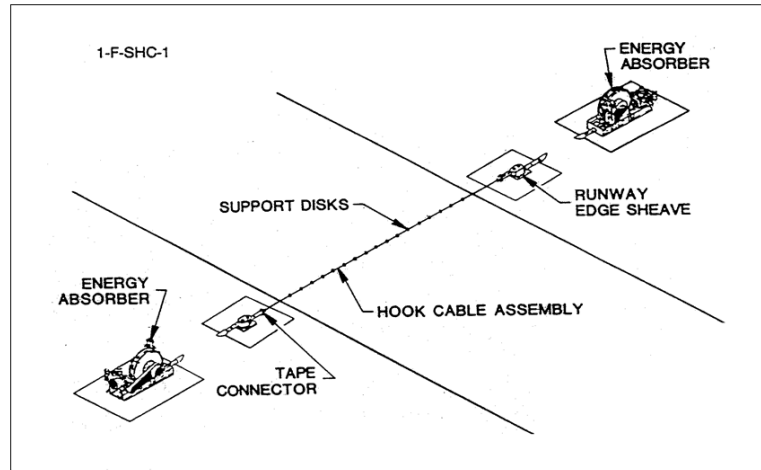
Tüm UDS bariyer sistemlerinin (Şekil 2.4) temel görevi, teçhizatın cinsi, boyutu, modeli ne olursa olsun aynıdır. Hareket halindeki uçağın kinetik enerjisini kullanarak hava aracının ve mürettebatının güvenliğini sağlayacak şekilde durdurmaktır.



Şekil 2.4: Sabit Kanca UDS Bariyer Sistemi

Kaynak:(Url-3)

Uçağın bariyere girişinin, ıslak pist, kötü hava şartlar, kritik hidrolik arızası, frenlerin çalışmaması, motor arızaları veya sıkışmış gaz kolu gibi pek çok nedeni olabilir.



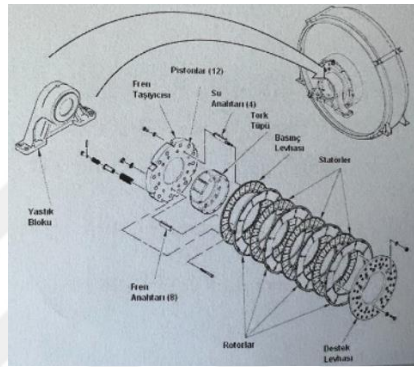
Şekil 2.5: Sabit Kanca UDS Pist Yerleşimi

Kaynak: (Url-2)

UDS sistemi yeterli kinetik enerjiyi oluşturabilmesi için, uçağı başarılı bir şekilde yakalamalı, kontrol etmeli ve durdurma esnasında doğan yükleri dağıtarak, mümkün olan mesafe içinde uçağı en güvenli şekilde durdurmalıdır.

Söz konusu durdurma işlemini sağlamak için, optimal pist yerleşiminin (Şekil 2.5) yanı sıra UDS performansının aşağıdaki parametreler dikkate alınarak gerçekleştirilmesi zorunludur.

- Uçağın iniş hızını karşılayabilecek yeterli kinetik enerji kapasitesi.
- Uçak durdurma esnasında, uçak yapısal sistemlerine minimum yük tatbiki.
- Pist merkez hattından kaçık uçak inişlerinde maksimum yakalama kabiliyeti.
- Uçak durdurma mesafesi maksimum ayarlanabilme kabiliyeti.



Şekil 2.6: Enerji Emici Ünite Frenleme Asamblesi (Rotor Açılımı)

Kaynak: (Url-4)

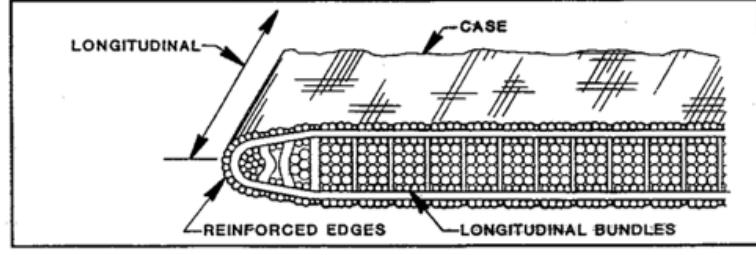
Ülkemiz envanterinde bulunan UDS'ler 8-12 rotorlu (Şekil 2.6) enerji emici ünitelere sahiptirler. Geçmiş de 4-6 rotorlu sistemler kullanılmış olsa da günümüzde aktif olarak kullanılmamaktadır.

8-12 Rotorlu enerji emici UDS'ler temel olarak pist üzerinde yukarıda resimde gösterilen yardımcı unsurlar ile birbirleriyle senkronize bağlantılı bir şekilde çalışırlar.

BAK-12 model UDS'ler pist eni boyunca uzanan bir çelik halatla birbirine bağlanan ve pistin her iki tarafında bulunan iki adet B-52 uçağından modifiye fren sistemi kullanarak uçağı yavaşlatan sistemlerdir (Jones, L.W., 1982).

Sabit kanca (hook) UDS sistemlerinde pistin her iki tarafında bulunan frenleme ünitelerinin senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayan yardımcı bağlantı asambleleri mevcuttur. Bu yardımcı unsurlar;

2.2.1 Yakalama bandı



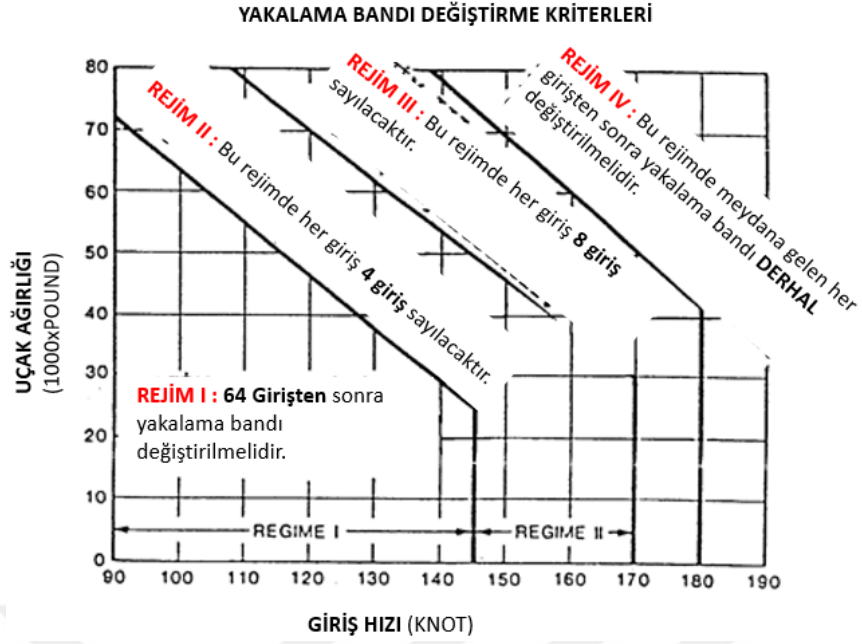
Şekil 2.7: Yakalama Bandı Asamblesi

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

MIL-W-38461 Tip I'e uygun yapıya sahip yakalama bantları (Şekil 2.7) minimum 105.000 poundluk statik gerilme mukavemetine sahiptir; kavrama kuvvetlerini emiciye irtibatlandırmak için gerekli mekanik araçlardır.

8 ½ inç (21,6 cm) genişliğinde x 0,225 inç (0,57 cm) kalınlığında polyamid 6.6'dan özel olarak üretilmişlerdir. Yakalama halatı ile bağlantı bir konnektör vasıtasıyla sağlanır. Bandın diğer ucu enerji emci ünite üzerinde bulunan ana tamburun en iç kısmına sabitlenir. Sistem hazır pozisyonunda beklerken yakalama bandı bu ana tambur üzerine sarılıdır.

Yakalama bantlarının özellikle konnektöre yakın kısımlarında aşınma ve hasara karşı periyodik olarak kontrol edilmesi esastır. Pist sathının şartlarına göre, yakalama bantlarının sürtünmeden dolayı aşınması her bir bant için farklılık gösterebilir. Yakalama bantlarının UDS'lerde ilk kullanıma alınmalarında muhakkak bir ön yükleme yapılmalıdır. Sistemin montajının güvenilirliğini kontrol için yakalama bandına uçak giriş halinde maruz kalacağı yüke benzer bir yük uygulanır. Yaklaşık 18000-23000 Pound (8165-10433 kg.)lık bir yük tatbiki yeterli olacaktır. Bu yükleme yakalama bandının servis esnemesi durumuna getirdiği gibi aynı zamanda tambura daha sıkı sarılmasını da sağlar. Giriş sayısı, giriş ağırlık ve hızı ile birlikte, Şekil 2.8'de gösterildiği gibi, yakalama bandının ne zaman değiştirileceğini belirler.



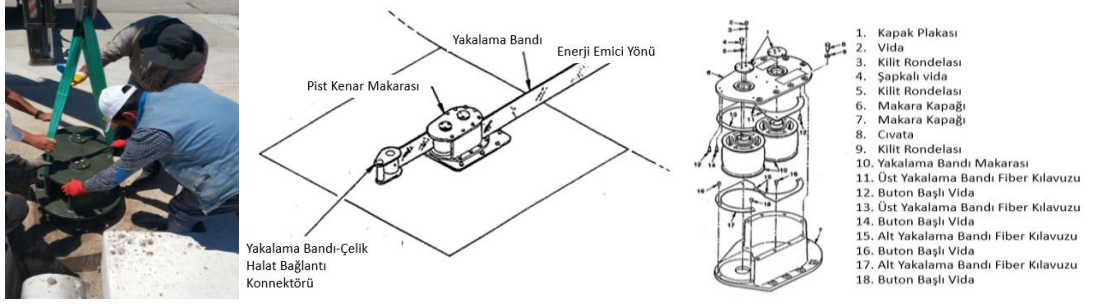
Şekil 2.8: Yakalama Bandı Asamblesi

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Yakalama Bandı Değişirme Kriteri;

- I'nci rejimde yapılan 28 giriş yine 28 giriş olarak,
- II'nci rejimde yapılan 4 giriş 16 giriş olarak ve
- III'ncü rejimde yapılan 2 giriş 16 giriş olarak sayılacağı,
- 24 aydır serviste bulunan teyplere 4 giriş yapılmış sayılacağı,
- Yakalama bantları 48 aydan daha fazla serviste kalamayacağı,
- Yakalama bandının dış zarfını geçerek boyuna liflere ulaşan enine kesik şeklinde bir hasar gören bandın değiştirilmesi gerektiği,
- İki yan yana boyuna lif demetini meydana çıkaracak şekilde dış zarfı aşınmış bir bandın değiştirilmesi gerektiği,
- İlk boyuna demeti meydana çıkaracak şekilde kenar takviyesi aşınmış bandın değiştirilmesi gerektiği.

2.2.2 Pist kenar makaraları

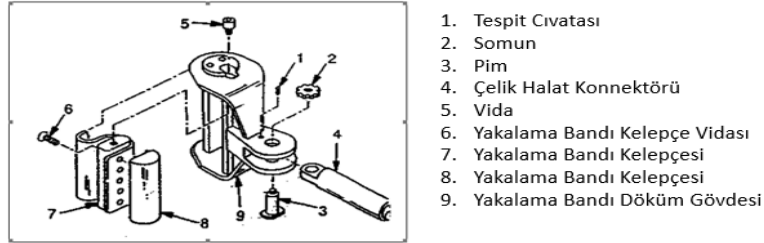


Şekil 2.9: Pist Kenar Makarası

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Pist kenar makaraları (Şekil 2.9) döküm gövde içerisinde; alüminyum makara, hassas masuralı bilyalar, fiber band kılavuzları, rondela ve kilit plakasından oluşur. Her makarada yakalama bandının ortadan çıkması için kanallı yüzey vardır. Dikkat edilmesi gereken en önemli unsur montaj anında bant çalışırken alt ve üst fiber kılavuzlara sürtünme yapmadığı yatay duruşa gelmeden sabitleme yapılmamalıdır.

2.2.3 Yakalama bandı bağlantı konnektörü

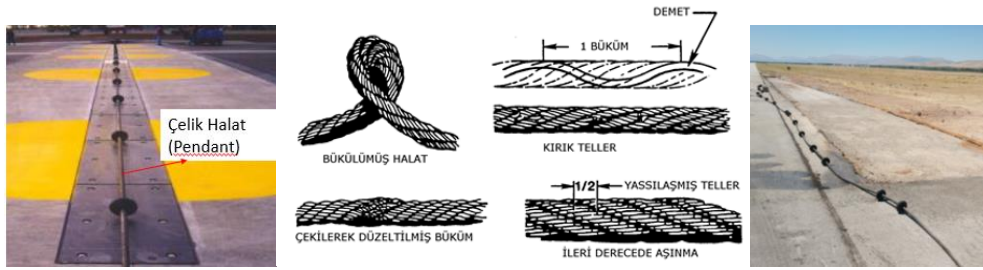


Şekil 2.10: Yakalama Bant Konnektörü

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Bant konektörleri (Şekil 2.10), naylon bandın bir ucunu çelik halatın terminal ucuna mekanik olarak bağlanmasını sağlayan CAGE 98752 çizim numarası 66D1751'e uygun olarak imal edilmiş bağlantı elemanlarıdır. Özellikle dikkat edilmesi gereken yakalama bandının bir ucu konektörlere bağlanırken bağlantı prosedürlerine azami ölçüde dikkat edilmesi gerekir.

2.2.4 Çelik halat (Pendant)



Şekil 2.11: Çelik Halat

Kaynak: (Url-5)

Çelik halat (Şekil 2.11) destek halkaları ile pist yüzeyinin 2 inç (minimum) yukarısında ve pist boyunca asılı olan tel halat kanca kabloları, kuyruk kancası donanımlı savaş uçaklarının desteklenmesinde standart UDS bağlantı bileşenidir. CAGE 80020 çizim numaraları 515053-90 ila 515053-303'e uygun olarak üretilirler (Kelek, A.Ç., 2024).

2.2.5 Yakalama bandı muhafaza borusu



Şekil 2.12: Muhafaza Boruları Pist Yerleşimi

Yakalama bandı muhafaza boruları (Şekil 2.12) UDS'lerin vazgeçilmez asamblelerinden biridir. Pist kenar makaraları ile enerji emici fren sistemleri arasında konuşlandırılır. Görevi yakalama bandını, makara-enerji emici ünite arasında kalan bölümünde güneşin zararlı ultraviyole ışınlarından korumaktır. Montaj anında eksen düzlüğünün ve rijitliğinin sağlanması esastır. İçerisinden geçen yakalama bandının hiçbir noktaya sürtünme yapmadan montajının tamamlanıp üst toprak tesviyesinin yapılmaması gerekir. Muhafaza borularının üstlerinin pist dışı malzemeyle kapanmasının en önemli nedeni uçakların olası pist dışına çıkma durumlarında mania oluşumunu engellemektir. Bu nedenle 1/20 eğiminde toprak ile örtülür. Muhafaza borularında montaj hatası sonucu aksenal sabitlik sağlanmadığı takdirde yakalama

bantları uçak girişi ve geri sarma işlemlerinde sürtünme yapacağından ömrünün kısalmasına, hatta bandın mukavemeti düşeceğinden uçak girişi esnasında kopma durumunda uçağın kırım geçirmesine dahi neden olabilecektir.

UDS risklerinin tespiti için önce, sistemin ve alt sistemlerinin daha detaylı çalışma ve çalıştırma tanımlanmalarının yapılması ortaya konulacak risklerin neler olduğunu anlamamızı sağlayacaktır. Uçak durdurma sistemi üç işlevsel guruba bölünerek ele alınabilir;

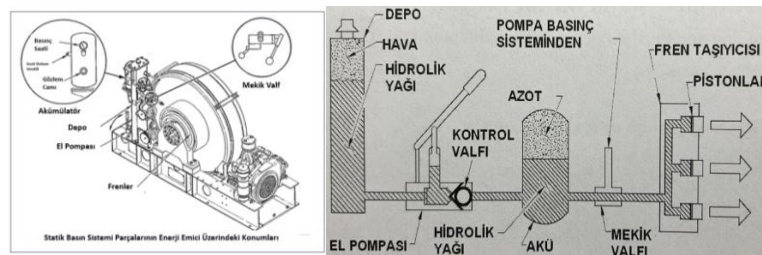
- Fren sistemi
- Geri Sarma Sistemi
- Enerji Emici Gövde Asamblesi

2.2.6 Fren Sistemi

Uçak durdurma esnasında fren gücünün uygulanmasını denetleyen alt konfigürasyonlardan oluşur. Uçak yakalamaya hazır pozisyonda iken çelik halat ve yakalama bandı ön yüklemeye gerginliğinin sürekliliğini sağlar. Alt konfigürasyonları;

- Statik Basınç Sistemi
- Pompa Basınç Tahrik Sistemi
- Sürtülmeli Fren Asamblesi

2.2.6.1 Statik basınç sistemi



Şekil 2.13: Statik Basınç Sistem Yerleşimi ve Devre Şeması

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Uçak durdurucu (bariyer) sistemlerinin temel çalışma mantığında uçak kancasının takıldığı çelik halatın pist eni boyunca bu kancayı kavrayacak ancak uçak tekerleklerinin geçişini engellemeyecek bir yükseklikte bulunması gerekir. Hazır pozisyon olarak adlandırdığımız çelik halatın pist üzerinde sürekli gergin bir şekilde

durmasını sağlayan fren sistemi içerisinde bulunan bu pistonların fren sistemini kilitlemesi ve bu şekilde muhafaza etmesidir.

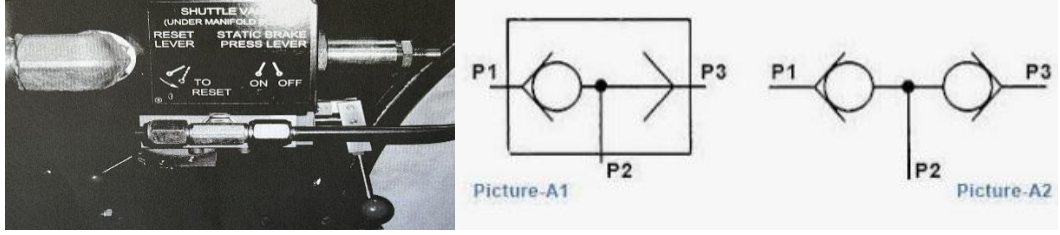
Yakalama bandı ve elik halat üzerinde olması gereken n yükleme gerginliğinin sürekli liği için frenlere basınç uygular. Statik Basınç Sistemi (Şekil 2.13) akümülatör, mekik valf, el pompası, hidrolik rezervuar (depo) ve frenlerden oluşur.



Şekil 2.14: Hidrolik Rezervuar (Depo)

Basıncı depolayarak ihtiyaç duyulduğunda bu basıncı çok hızlı bir şekilde sisteme gönderebilen devre elemanı olan hidrolik akümülatör (Şekil 2.14) bünyesinde azot gazı bulunan balonlu membran barındırır. Balonlu akümülatör içindeki balonun genleŐmesinden faydalanarak hidrolik yağı basınlandırır ve sistemde herhangi bir kaçak olmadığı sürece bu basıncın sabit kalmasını sağlar. Hidrolik sıvının akümülatör giriŐine gelerek birikmesi ile balon genleŐerek hidrolik yağ sıkıştırılır. Basıncılı sıvı akümülatör içinde depolanır. Sistem basıncının düŐmesi ile ihtiyaç duyulan ve akümülatör içinde depolanan sıvı önündeki basıncın azalmasından ve azot basıncının altına inmesinden dolayı, azot basıncı akümülatör içindeki hidrolik sıvıyı sisteme doğru iterek devreye girmesini sağlar.

Akümülatör rezervuar i yapısında bulunan hidrolik sıvı ve gazı birbirinden ayıran esnek bir membrana sahiptir, akümülatör, sürekli basınçlı hidrolik ihtiyaının karŐılanmasında basıncın oluşumunu sağlayan azot gazını bünyesinde depolar. Statik basınç sisteminde balonlu akümülatörün kullanılmasının nedeni hızlı reaksiyon göstermesi, yüksek gaz sıkıştırma oranı ve maksimum akıŐ özelliğidir.

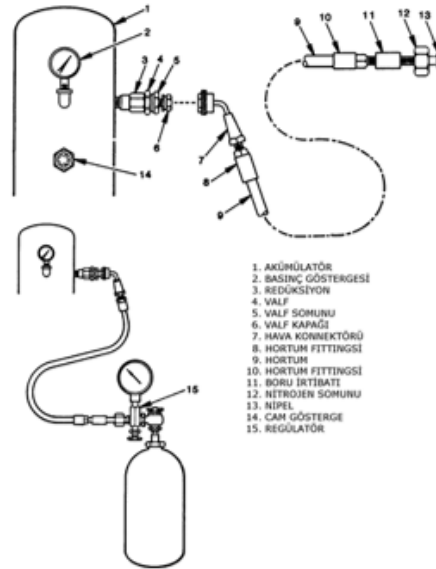


Şekil 2.15: Mekik Valf (Shuttle Valve)

Kaynak: (Url-6)

Mekik valf (Şekil 2.15), sistemin önemli parçalarından biri olan özel bir çek valftir. Statik basınç sistemi ile fren sisteminin hidrolik devreyi açıp kapatarak irtibatlandırır. Üzerinde mevcut kumanda kolları sayesinde hem manuel olarak açılıp kapanır hem de uçak girişi esnasında kinetik enerjinin oluşturduğu yüksek basınçtan statik basınç sistemini korumak için otomatik olarak kapanır.

Fren tambur mekanizması (Frenler), piston sağında ve solunda konuşlu bulunan her bir enerji emici ünite göbek mili üzerinde bulunur. Fren kaplinleri ve mini hidrolik pistonlar grubunu barındıran mekanizma grubu içerisindeki pistonların sağlıklı çalışması için az da olsa sistemde bulunan hidroliğe ihtiyaç duyar. Çok sayıda piston ve hidrolik boru bağlantı bölgeleri istenmese de zaman içerisinde yaşanan kaçaqlar dolayısıyla statik basınç sisteminde basınç azalmasına neden olur.



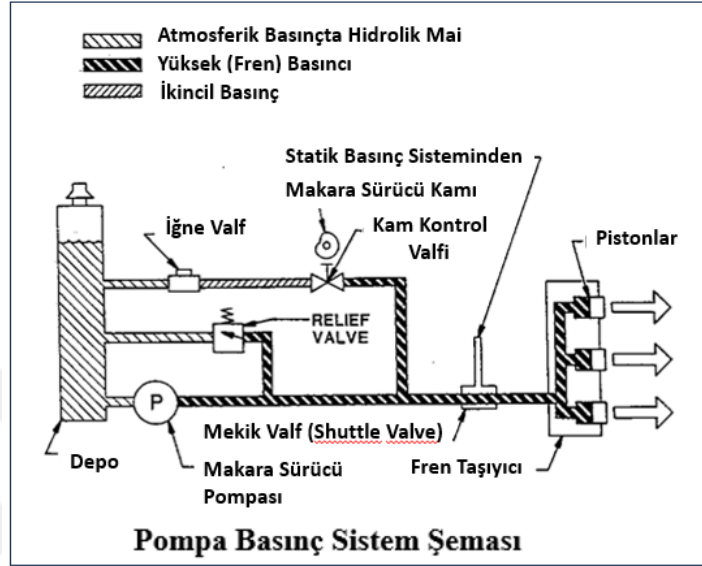
Şekil 2.16: Statik Basınç Sistemi Azot Dolumu

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Statik basınç sisteminde meydana gelen bu basınç azalmalarının günlük olarak akümülatör üzerinde bulunan basınç saatinden (175 ± 10 psi) kontrol edilmesi ve meydana gelen basınç düşümü el pompası yardımıyla hidroliğin

basınçlandırılması ile giderilir. El pompası basınçlandırması yetmiyorsa akümülatör üzerinde bulunan şarj rekoru üzerinden mutlaka yeterli basıncı sağlayacak kadar akümülatöre azot basılması (Şekil 2.16) gerekir.

2.2.6.2 Pompa basınç tahrik sistemi



Şekil 2.17: Pompa Basınç Diyagramı

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Uçak yakalama işini asıl yapan pompa basınç tahrik sistemidir (Şekil 2.17). Uçak kancası ile pendantı yakaladıktan sonra durdurma sırasında frenlere basınç sağlayan hidrolik sistemdir.



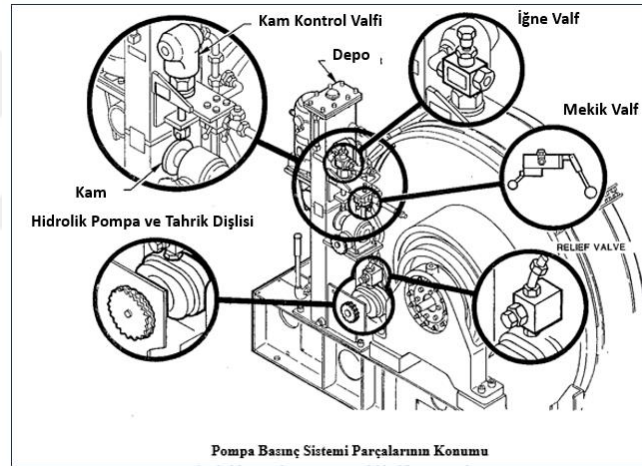
Şekil 2.18: Uçak Girişi ve Pompa Basınç Sisteminde Kam Kontrol Valf Çalışması

Kaynak: (Url-7)

Uçak girişi ile (Şekil 2.18) uçak kancası pendantı kavramasının ardından pendant uçakla birlikte harekete geçecek ve pendantın konnektörleri vasıtasıyla bağlantılı olduğu yakalama bantlarını hızla peşi sıra çekecek (pistin her iki tarafında aynı anda) yakalama bandı da sarılı olduğu ana tamburu döndürecek. Tamburun

dönü hareketi döndürme zinciri ile öncelikle hidrolik pompaya aktarılır. Hidrolik pompa döndükçe depodan hidrolik sıvı emer ve pompa çıkışından basar. Tamburun hareketi aynı zamanda zincir ile döndürülen kamın dönmesine neden olur. Kontrol valfi kolu kam üzerindeki düzlüğe oturur.

Durdurma işlemi başladıktan hemen sonra hidrolik pompadan geçen sıvı statik sistem basıncının üstünde basınç yaratır. Bu durum mekanik valfin pozisyon değiştirmesine neden olur ve frenleme basıncı pompadan elde edilir. Frenler mekik valf vasıtası ile sürekli bir şekilde ya statik basınç sistemine ya da pompa basınç sistemine bağlıdır. Statik basınç sistemi mekik valften manuel olarak seçilebilir. Ancak uçak girişi esnasında Şekil 2.19’da enerji emici ünite üzerinde yerleşim yerleri gösterilen pompa basınç sistemi statik basınç sistemi üzerine çıktığında mekik valf tarafından pompa basınç sistemi otomatik olarak seçilir. Bu otomatik değişim enerji emici sistemin pompa basınç sistemi ile durdurma yapmasına izin vermesini sağlar.



Şekil 2.19: Pompa Basınç Sistemi Yerleşim Yerleri

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

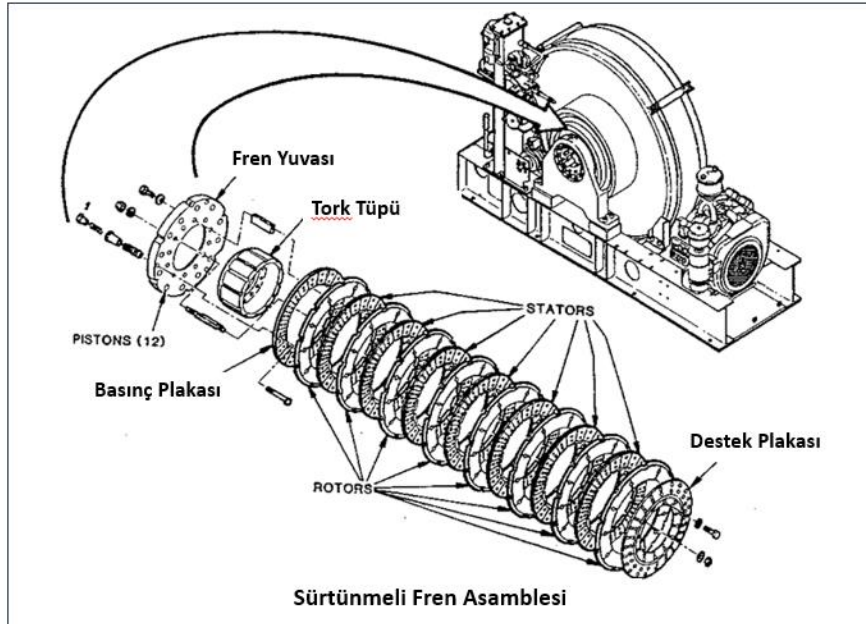
Kontrol valfin azda olsa açık olduğu durdurma işleminin ilk pozisyonda kontrol valf, hidrolik pompadan basılan sıvının iğne valften geçerek depoya dönüşünü sağlar. Yakalama bandının sarılı olduğu ana tambur döndükçe kontrol valf kapanması için kamı döndürür. Valf kapandıkça hidrolik hattaki basınç artar.

Durdurma işlemi ilerledikçe pompa hidrolik hatta sıvı basmaya devam eder. Hidrolik pompa hızının yanı sıra, kontrol valf ve kam pozisyonu da fren hattındaki basıncı belirler. Fren hattı basıncı frenler üzerine gider frenlemeyi sağlayan pistonların uzamasını sağlar.

Pompa basınç sisteminin depo dönüş hattı üzerinde bir tahliye (relif) valfi vardır. Pompa çıkış ve kam pozisyonu etkenlerinin birleşmesi sonucu hidrolik hattındaki basıncın 2750 psi'yi geçmesi halinde tahliye valfi açılarak hidrolik sıvının bir kısmını depoya akıtır ve hidrolik hattındaki basıncı düşürür. Tahliye valfi sadece basıncın 2750 psi'yi aşması durumunda gerektiği kadar açılarak sistemi korur.

Durdurma işleminin sonuna yaklaşıldığında sisteme basılan hidrolik azalır. Pompa basınç sistemindeki basınç sıfıra düşer. Böylelikle yakalama bandının frenler üzerine geri sarılması mümkün olur.

2.2.6.3 Sürtünmeli fren asamblesi



Şekil 2.20: Sürtünmeli Fren Asamblesi

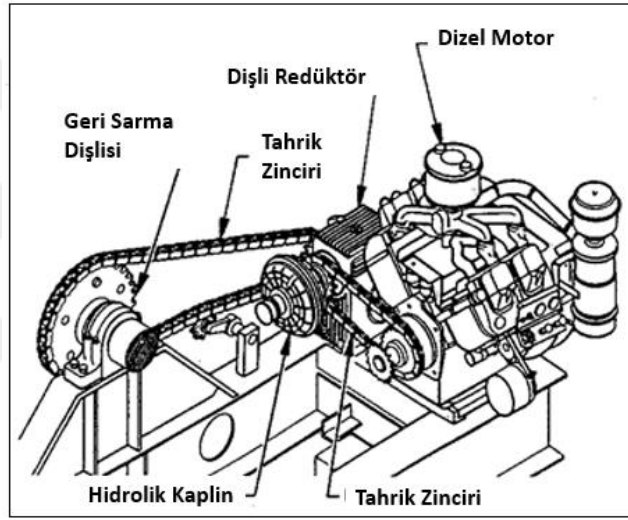
Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Sürtünmeli fren asamblesi (Şekil 2.20), basınç ve alt plakaları, tork borusu, stator ve rotolardan oluşur. 500S-8 model enerji emicide sekiz rotor ve yedi stator vardır. (Bak-12 model enerji emicide oniki rotor ve onbir stator vardır.) Rotorlar üzerinde sürtünme balataları ve stator üzerinde çelik aşınma plakaları vardır. Rotor ve statorlar birbirine uyumludur. Durdurma işlemi sırasında pistonlar vasıtası ile basınç plakası ve alt plaka arasında sıkıştırılır. Enerji emme olayı rotorların statorlara teması ile oluşan sürtünmenin sonucudur. Rotorlar ana tamburun asamblesinin fren gömleğine takılır ve durdurma sırasında tambur ile beraber dönerler. Statorlar fren tork borusuna takılır ve o da enerji emici şasesine civata ile sabitlenir ve sabit kalır.

Hidrolik sistemden fren taşıyıcısı üzerinde 12 pistonla uygun basınç tatbik edildiğinde pistonlar sürtünme elemanlarını sıkıştırarak uçağı durdurmak için gerekli frenleme yükünü yaratırlar.

2.2.6.4 Pendant ve yakalama bandı geri sarma ünitesi

Geri sarma sistemi (Şekil 2.21) dizel ile tahrik alan, hidrolik kavrama ve zincir mekanizmalarıyla ana tamburla bağlantılı, uçak girişi sonrasında pist üzerinde uçağın kancasına takılarak açılan yakalama bandı ve yakalama halatını (çelik halat) enerji emici ünitelerin bulunduğu eksene ana tambur üzerine istiflenecek şekilde geri sarılmasını sağlayan ve daha sonra yakalama halatı ve bandına sistem hazır ön geriliminin yüklenmesini sağlayan sistemdir.



Şekil 2.21: Sürtünmeli Fren Asamblesi

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Geri sarma döndürme sistemi yakalama bandı-kasnak şaftını döndürmek için hareket kuvveti sağlar ve yakalama bandını geri sarar. Dizel motoru, zincir döndürme sistemi, hidrolik kaplin, devir düşürücü ve geri sarma dişlisinden oluşur.

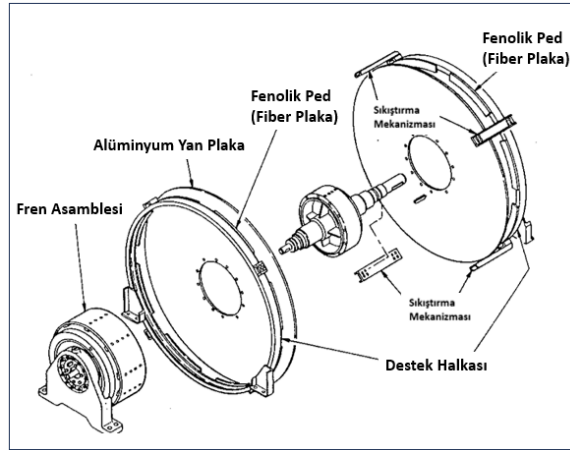
Geri sarma motoru, motor şaftına bağlı dişli vasıtası ile sisteme güç sağlar. Döndürme zinciri hidrolik kaplin dişlisini döndürür, kaplin çıkış şaftı devir düşürücüsünün giriş şaftına bağlıdır.

Hidrolik kaplin teçhizatın bir parçasından diğerine kuvvet aktarır ve bazı durumlarda enerjinin bir kısmını emer. Hidrolik kaplin yapısı gereği içerisinde bulunan döndürme dişlisi ve çıkış şaftı birbirinden bağımsız olarak dönebilir.

Yakalama bandı geri sarıldıkça geri sarma motoru tork kuvveti tambur şaftını döndürür ve yakalama bandı tambur üzerine geri sarılır. Yakalama bandı tam olarak geri sarıldıktan sonra, statik basınç sistemine geçmeden önce yakalama bantlarının sorunsuz bir şekilde tambura sarıldığı kontrol edilmelidir. Bantlar tambur üzerine tam olarak sarıldıktan sonra geri sarma motoru yüklü olarak bırakılır ve bantlar gerilmiş olur.

2.2.6.5 Enerji emici gövde asamblesi

Enerji emici sistemin bütün parçaları çelik bir şase üzerine bağlıdır. Bunlar sürtünmeli fren (Şekil 2.22) ve geri sarma asambleleridir. Bu iki alt sisteme ilaveten emici şase asamblesi üzerinde yakalama bandı tambur asamblesi, bant çıkış makarası ve kılavuzları ile senkronizasyon döndürme sistemi vardır.



Şekil 2.22: Sürtünmeli Fren Asamblesi

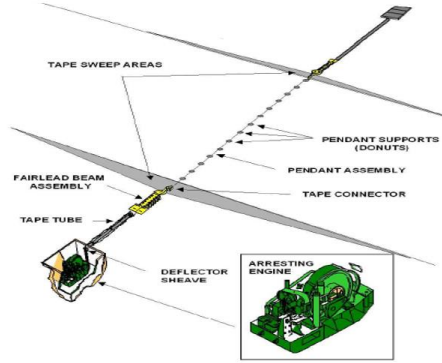
Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Hazır durumunda, yakalama bandı tambur asamblesi alüminyum muhafazalı çelik şafttan oluşur ve yakalama bandı bunun üzerine sarılır. Bandın düzgün sarılması için muhafazanın yan taraflarında alüminyum plakalar vardır. Yan plakalar kenarlarından çelik bilezikler ve fiber desteklerle desteklenir ve sıkıştırma mekanizması ile pozisyonlandırılır. Durdurma sırasında bant sıkıştığında bilezikler kayışın düzgünlüğünü muhafaza etmek için yan plakaların boşluğunu ayarlar.

Senkronizasyon döndürme sistemi, geri sarma motoru döndürme dişlisi, bir dişli kutusu ve hidrolik pompadan oluşur.

2.2.7 Sabit kanca (hook) UDS çalışma adımları

2.2.7.1 Hazır pozisyon



Şekil 2.23: Sistem Hazır Durumu

Kaynak: (Url-8)

UDS'ler monte edilip kontrol edildikten ve ayarlandıktan sonra uçak girişi için hazırdır. İşletme için hiçbir güç kaynağına veya insan gücüne ihtiyaç duymazlar.

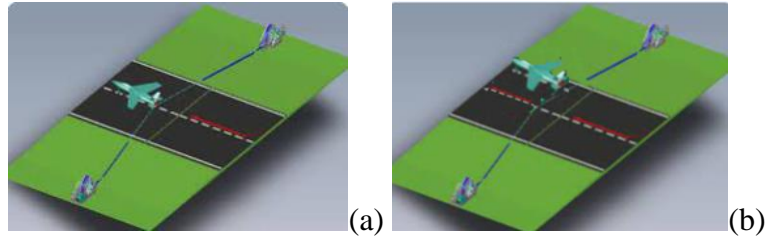
"Hazır Pozisyon" (Şekil 2.24) durumunda, kauçuk destek disklerle (uçak kancasının çelik halata (pendat) takılabilmesi için halatın belli bir yükseklikte durmasını sağlayan diskler) desteklenen yakalama halatlarının pist boyunca gerginliğini koruyabilmesi için belli bir ön yükleme ile gerilmesi gerekir. Çelik halatın her iki ucundan sisteme bağlantısı sağlandıktan sonra sistem hazır pozisyonda iken yaklaşık olarak 175 psi gerilim altında olması gerekir. Gerilim sürtünmeli frenler ve hidrolik statik basınç sistemi vasıtası ile uçak giriş anına kadar her daim korunmalıdır.



Şekil 2.24: Kauçuk Pendant Diskleri

Uygun yakalama halatı gerilimi, uçak tekerleklerinin çelik halat üzerinden geçişinden sonra kancanın takılması için doğru pozisyonda olmasını sağlar. Çelik halatın gergin bir şekilde durmasının bir diğer önemi, aynı zamanda yakalama bandının (nylon tape) tambur üzerinde sıkı sarılmasını sağlayarak uçak girişinde yakalama bandı boşalırken yakalama bandı kaymalarından doğacak dinamik yükleri en aza indirmektir.

2.2.7.2 Yakalama (Uçak girişi)



Şekil 2.25: UDS Uçak Girişi (a) Pist Merkez Giriş (b) Merkez Kaçık Giriş

Kaynak: (Url-8)

Yakalama pilotun uçağın kancasını, bariyer sistemlerinin konuşlandırıldığı eksene gelmeden önce açması, pist üzerinde uçak ilerlerken piste temas halinde olan uçak kancasının çelik halatı yakalaması ile gerçekleşir. Uçak kancası yakalama halatını yakalaması ile, hidrolik sistem harekete geçer ve uçağın durdurulmasını sağlar.

Giriş pistin genişliği içinde herhangi bir yerde meydana gelebilir. Merkezi giriş halinde (Şekil 2.25-a), ayarları tam yapılmış ve faal bir durdurucu sistemde uçak yine merkezde durdurulacaktır.

Merkezden kaçık girişlerde (Şekil 2.25-b), yakın olan enerji emici ünite uçağın hızı ve ağırlığı ile orantılı olarak daha fazla kinetik enerjiye maruz kalacağından hidrolik sistem uzak olan taraftaki enerji emici üniteye göre daha fazla basınç oluşturacağından kancasından yakaladığı uçağı merkeze doğru yönlendirmeye (uçağın kırım geçirmesini önleyecek şekilde) çalışacak ve başarılı bir yakalamada uçağı pist sınırları içerisinde durdurmayı başaracaktır.

2.2.7.3 Frenleme



Şekil 2.26: Uçak Girişi

Frenleme veya UDS uçak girişinde (Şekil 2.26) emniyetle durdurma, sürtünmeli frenin ve enerji emici ünitelerin hidrolik kontrol sisteminin birlikte çalışmasıdır.

Frenleme iki ayrı safhada meydana gelir. Dinamik ve hidrolik safha olarak adlandırılan bu iki aşamada Dinamik Safha adını verdiğimiz süreci uçağın bariyere girişi olarak tanımlarken bu safhadan sonra açığa çıkan yükleri hidrolik safha veya frenleme safhası olarak tanımlamamız mümkündür.

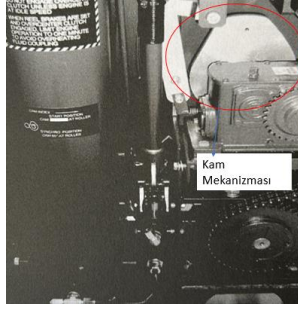
Dinamik safha uçak kancasının bariyere çarpması ve sistem ataletinden doğan kuvvet salınımları olarak karakterize edilir. Aynı zamanda frenleme işleminin gerçekleştiği safhadır. 400-1200 ft mesafe, farklı ağırlıklardaki uçakları emniyetli bir şekilde durdurma mesafesidir. Hidrolik sistem dinamik yüklerin asgariye inmesini sağlar.

Uçak girişinde kancanın Pendanta ilk darbesinden itibaren dinamik safhadan hidrolik safhaya kadar frenleme artar. Hidrolik safha aşaması boyunca, uçak gövdesinde meydana gelen gerilmeye bağlı yükler doğrudan doğruya durdurucu sistemin etkisi sonucudur. Bu safhada, kanca yükü durdurma mesafesinin geri kalan kısmı için sabit olmalıdır. Sadece, durdurma işleminin sonunda, bu yük uçağın geri çekilmesini hafifletmek için azaltılmalıdır. Bu özellik sistemde bulunan, kam kontrollü valfin sayesinde sağlanır.

Yakalama bandı (nylon tape) tamburunun bir tarafına monte edilen enerji emici ünite fren asamblesinde frenler hidrolik sistem tarafından (yük kontrol sistemi) harekete geçirilir.

Her bir fren donanımı; yakalama bandı tamburu yastık bloğu tarafından taşınan bir fren yuvası ve tank borusu, baskı plağı, rotorlar ve arka plaktan oluşur.

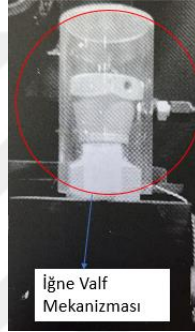
Enerji emici ünite, belirli uçak ağırlık sınıfı için programlı fren basıncı sağlamak üzere bir hidrolik kontrol devresine sahiptir. Bu kontrol uçak hızı, pozisyonu ve ağırlığına karşı duyarlıdır. Yakalama bandı, uçak girişi sırasında boşalırken dönen bant tamburu tahrik zincirleri vasıtasıyla bir hidrolik pompayı ve kam kontrollü valfi (Şekil 2.27) tahrik eder.



Şekil 2.27: Kam Kontrol Valfi

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Hidrolik pompa uçak hızı ile orantılı bir basınç geliştirirken, kam kontrollü valf frenlere giden basıncı uçağın pozisyonuna göre ayarlar.



Şekil 2.28: İğne Valf Mekanizması

Kaynak: (TO 35E8-2-5-4, 2017)

Farklı ağırlıklardaki uçakları yakalama işlemi için ihtiyaç duyulan hidrolik basınç değerleri için toplam basınç seviyesi iğne valf (Şekil 2.28) tarafından düzenlenir. Ağırlık ayarı, verilen uçak ağırlık seviyesine göre optimum fren kuvvetini sağlar.

UDS'ler uçak hızına karşı duyarlıdır. Yakalama işlemine tabi olan her farklı uçak hızı, değişken bir yakalama bandı tambur dönüş hızına dolayısıyla belirli bir pompa basıncına ve nihayet belirli bir fren basıncını oluşturur. Daha yüksek hız daha büyük basıncın doğmasına ve frenlere daha büyük basıncın gitmesine neden olur. Daha düşük giriş hızı için bunun tam tersi olur. Giriş hızlarındaki yükselme veya azalma güvenli ve otomatik bir şekilde artan ve azalan fren basıncı ile karşılanır.

Ağır uçaklar yakalama bandı tamburunu hafif uçaklara göre daha yüksek devir sayısı ile döndürür. Böylece daha yüksek fren basıncı doğar. Bu basınç frenlere geçerek ağır uçağı belirlenen durdurma mesafesinde durdurur. Hafif uçaklar buna

karşılık daha küçük basınç ile ve daha küçük frenleme kuvveti doğururlar. Bu kuvvette hafif uçağı yine verilen durdurma mesafesinde durdurur.

2.3 Ağ Tipi UDS Kullanım Alanları

Ağ tipi UDS'lerde ana görev amacı olan uçak durdurma görevi Sabit Kanca (Hook) UDS Bariyer Sistemlerinde kullanılan frenleme sistemleri ile aynı sistemi kullanmaktadır. Tek fark kullanım alanlarıdır.

Ağ tipi UDS'lerin ülkemizde kullanımında olan iki tipi mevcuttur. İşlevsel özellikleri aynı olmakla birlikte temel fark çalışma yapısıdır.

-Hidrolik tahrikli ağ kaldırma sistemleri (61QS-II)

-Pnömatik tahrikli ağ kaldırma sistemleri (MK-6P)

2.3.1 61QS-II (hidrolik) ağ tipi UDS



Şekil 2.29: 61QS-II Ağ Tipi UDS

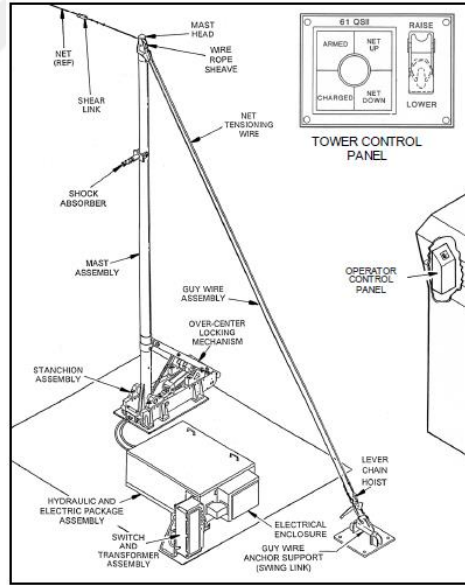
61QS-II Ağ kaldırma sistemi (Şekil 2.29), pistin her iki tarafında, pistin aşıldığı alanda (RESA/Runway End Safety Area-Pist Sonu Emniyet Alanı) hidrolik olarak çalıştırılan iki adet ağ kaldırma direk tertibatından oluşur. Frenleme sistemi ile irtibatlı bariyer ağının uçakları gövde ve kenar dikmelerinden kavrayarak pistin sonunu aşmasını engelleyen emercensi bir sistemdir. Bariyer ağı tıpkı Sabit Kanca UDS'lerde olduğu gibi yakalama bandı vasıtasıyla enerji emici ünitelerle irtibatlıdır.

Bariyer ağı normal zamanlarda hakim rüzgar yönüne göre ağ kaldırma sistemlerine montajlı ve pist yüzeyi boyunca yerde yatay pozisyonda serilidir. Pilot ikazı veya uçuş kulesi personeli inisiyatifi ile yine kulede bulunan kumanda düğmesi ile 90° dik pozisyona getirilir.

61QS-II Ağ kaldırma sistemi, elektro-hidrolik güçle eşzamanlı olarak kaldırılır ve alçaltılır ve mekanik bir merkez üstü kilitleme mekanizması tarafından

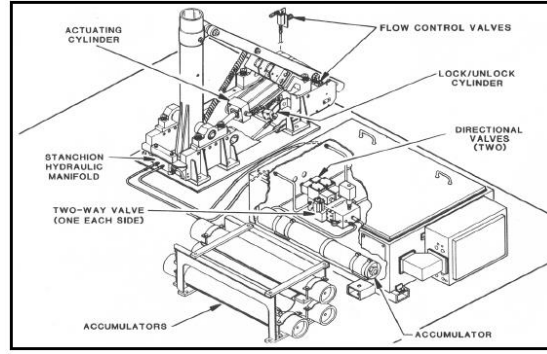
yükseltilmiş konumda sabitlenir. Direkler (Şekil 2.30) uçuş kulesinden uzaktan kumandayla kaldırılır ve indirilir (Şekil 2.31). Elektrik kesintisi veya bakım sırasında pist sahasından manuel olarak çalıştırılabilir. Kaldırma/indirme döngüsünün (Şekil 2.32) manuel olarak çalıştırılması için sistem akümülatörlerinde yeterli basınç depolanır. Çok çeşitli uçak tipleri ve pist konumları veya pist açıklığı konfigürasyonlarıyla kurulabilir.

Olası bir uçağın pist sahasını aşma acil durumu fark edildiğinde, kule personeli ağı hazır konuma getirmek için ağ kaldırma sistemini aktif hale getirir. Uçak ağı girer ve bariyer ağındaki elemanlar ayrılır (bir bariyer ağı pencereleri farklı 30 ayrı ağın bir araya gelmesinden oluşur) ve her biri kendilerini uçağın kanatları ve ana yapısı üzerinden kavrama olayını gerçekleştirir. Uçak 61QS ağ tipi kaldırma sisteminin kurulu olduğu eksen konumundan uzaklaştıkça bir kesme bağlantısı (kaplini) ağı payadandan ayırır ve ağı şok emici ünitelere bağlayan naylon bantlar aracılığıyla bir frenleme yükü uygulanarak uçağın güvenli bir şekilde durması sağlanır.



Şekil 2.30: 61 QS-II Kendiliğinden Kilitlenen Direk Düzeneği

Kaynak: (ESCO 61 QSIIM Stanchion System Brochure)

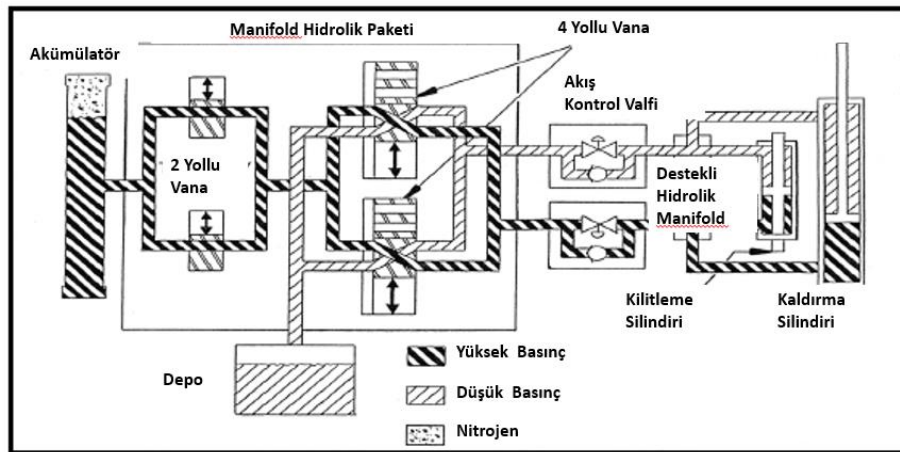


Şekil 2.31: 61 QS-II Destek Kaldırma/İndirme Hidrolik Sistem Bileşeninin Konumu

Kaynak: (ESCO 61 QSIIM Stanchion System Brochure)

Uçak durdurma işlemi tamamlandıktan sonra ağ, durdurma sistemi yakalama bantlarından ayrılır ve uçaktan çıkarılır. Bantlar durdurma sistemine yeniden sarılır, iki ağ kaldırma direği arasına yedek (yeni) bir ağ yerleştirilir ve Ağ Bariyer Sistemi başka bir uçak yakalama işlemi için hazır hale gelir.

61QS-II Ağ tipi kaldırma sistemi, direk düzeneği üzerinde bulunan hidrolik komponentler tarafından kaldırılır ve indirilir. Destek direk ünitesinin bitişiğinde konumlandırılan elektrik/hidrolik mahfazada bulunan bir akümülatör, kaldırma direği hidrolik sistemini çalıştırmak için depolanan basıncı sağlar. Akümülatör, elektrikle çalışan bir hidrolik pompa tarafından şarj edilir. Hidrolik basıncı çalıştırma silindirlerine yönlendiren selenoid valfler, uçuş kulesi kontrol panelinden uzaktan çalıştırılır.



Şekil 2.32: 61 QS-II Ağ Kaldırma/İndirme Hidrolik Sistem Şeması

Kaynak: (ESCO 61 QSIIM Stanchion System Brochure)

Direk kaldırıldığında kilitleme silindiri kilitli konumuna hareket eder, ardından direk çalıştırma silindiri etkinleştirilir ve direk dikilir. Destek direği dik

konuma ulaştığında st merkez mekanizması kilitleme kolu direği güvenli bir Şekilde "YUKARI" konumda kilitler. Destek indirildiğinde kilitleme silindiri kilit açık konumuna hareket eder. Bu, kilitleme kollarını merkez üstü konumlarından serbest bırakır ve alıştırma silindirinin ağ kaldırma direğini indirmesine olanak tanır. Direkler uçuş kulesinden uzaktan kumandayla çalıştırılır, ancak elektrik kesintisi durumunda veya bakım sırasında pist sahasından çalıştırılabilirler.

2.3.2 MK-6P (pnömatik) ağ tipi UDS

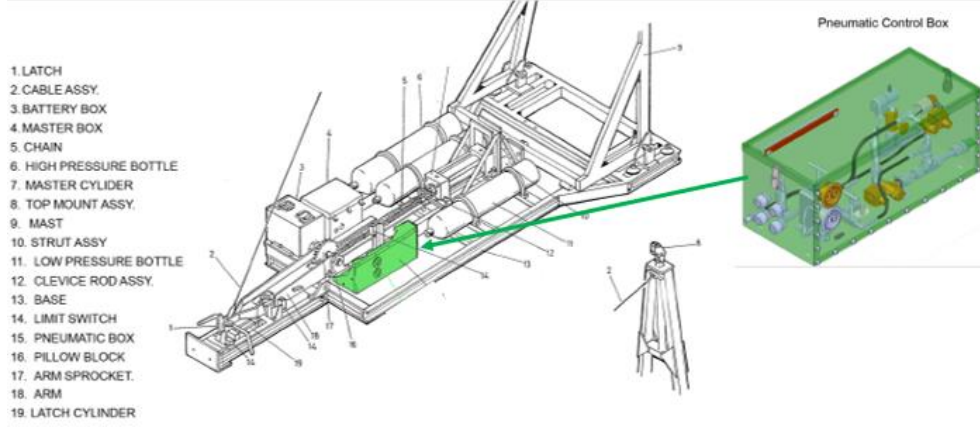


Şekil 2.33: MK-6P (Pinomatik) Ağ Kaldırma Sistemi

Kaynak: (ESCO MK6P Stanchion System Brochure)

MK-6P Ağ kaldırma sistemi, büyük elektrik gücünün mevcut olmadığı veya elde edilmesinin zor olduğu pist başlarındaki kurulumlar için özel olarak geliştirilmiştir. Aynı zamanda taktiksel olarak harici enerji (elektrik) ihtiyacı olmaksızın, tıpkı enerji emici üniteler gibi operasyonel olarak kullanım imkanı sağlayan ağ kaldırma sistemleridir. Durdurma sisteminin periyodik olarak bir sahadan diğerine taşınacağı mobil kurulumlar için idealdir.

MK-6P'yi çalıştırmak için birincil enerji kaynağı, piyasada da kolaylıkla bulunan maksimum 21.000 kpa (3000 psi) basınçta depolanan nitrojen (N₂) tüpleridir. Sistem içerisinde bulunan basınç düşürme valfi, sistemin çalışma basıncını 3000 kpa'ya (435 psi) düşürerek daha güvenli ve daha fazla sayıda aktif kullanım (ağ/direk kaldırma-indirme işlemi) imkanı sağlar.



Şekil 2.34: MK-6P (Pinomatik) Ağ Kaldırma Sistemi Alt Asambleri

Kaynak: (ESCO MK6P Stanchion System Brochure)

24 V DC aküler, sistem üzerinde bulunan dişli uzatmasını kilitleyen ve gerekli valfleri çalıştıran selenoidlere enerji sağlar.

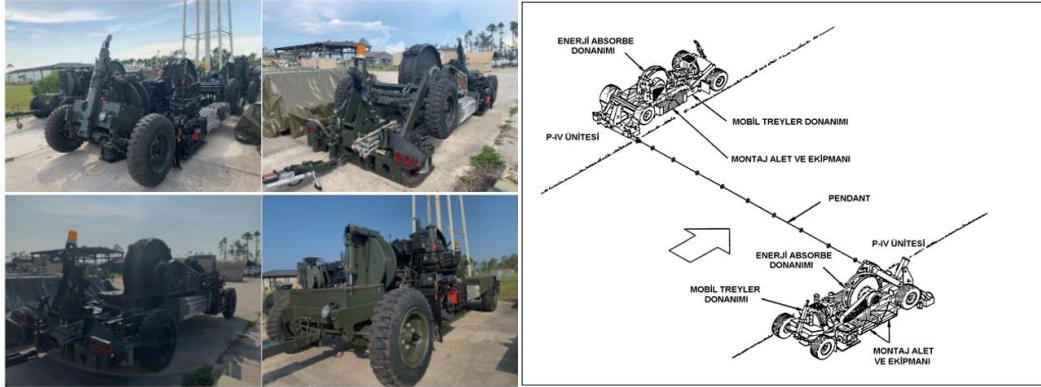
MK-6P Ağ kaldırma sistemleri de tıpkı 61QS-II Ağ Kaldırma sistemleri gibi çok elemanlı ağı emercensi duruma hazır hale getirmektedir. Nominal yükselme süresi 3 saniye olmakla birlikte yapılacak basınç ayarlamaları ile bu süre değiştirilebilir.

Yine MK-6P sistemleri de 61QS-II Ağ Kaldırma sistemleri gibi olası bir pilot ikazı veya kule personeli ihtiyaç tespiti durumunda, kule personeli kumanda paneli üzerinde bulunan ağ kaldırma-indirme butonları vasıtasıyla ağı hazır konuma getirir. Uçak ağa girer ve bariyer ağındaki elemanlar ayrılır ve her biri kendilerini uçağın kanatları ve ana yapısı üzerinden kavrama olayını gerçekleştirir. Uçak ağ tipi kaldırma sisteminin kurulu olduğu eksen konumundan uzaklaştıkça bir kesme bağlantısı (kaplini) ağı direktten ayırır ve ağı şok emici ünitelere bağlayan yakalama bantları aracılığıyla bir frenleme yükü (uçaktan almış olduğu kinetik enerji ile oluşan) uygulanarak uçağın güvenli bir şekilde durması sağlanmış olur.

2.4 Mobil Tipi UDS Kullanım Alanları

Mobil UDS'lerin mevcut Sabit Kanca (Hook) UDS Bariyer Sistemlerinin kurulu olduğu pistlerde olası arıza veya büyük bakım ihtiyacı için kurulu olduğu kaidelerden sökülmesi icap eden durumlarda pist banketlerinde kurulumu gerçekleştirilir. İhtiyaç olması halinde UDS olmayan sivil havalanları ya da yol pist

olarak tanımlanan avcı tipi uçakların iniş kalkış yapabileceği her yere kurulabilme avantajı sağlaması önemli bir operasyonel avantajdır.



Şekil 2.35: Mobil Bariyer

Kaynak: (Url-9)

Mobil UDS'lerin, Sabit Kanca (Hook) UDS Bariyer Sistemlerinden tek farkı çekilebilir römork (treylar) üzerine monte edilmiş olmasıdır. Sistemin mobilitesi, bir çeki kancası ile donatılmış ve bir çekici ile çekilebilir dört tekerlekli bir treylar ile sağlanır. Çok kolay bir şekilde eksen ve yer değiştirme yapabilme imkanı sağlar.

Mobil sistemler birbirine eş iki adet mobil treylarından oluşan her bir ünitesi bir enerji emici donanımı, bir pendant, montaj ekipman ve aletleri ve bütün bunların yanı sıra üzerine monte edildiği bir mobil treylar donanımını ihtiva eder. Her bir treylar pistin bir kenarına monte edilerek, uçağın takılacağı çelik halat ile ünitenin yakalama bantları arasına gerilir.

Uçak, kancası ile çelik halata takılarak sistemi harekete geçirir. Uçak çelik halatı kancası vasıtasıyla yakalanmasından sonra, pist üzerinde hareketine devam eder. Bu esnada yakalama bandını enerji emici üniteleri üzerinden çekerek boşaltır. Enerji emici sistemi frenleri, bu esnada uçağı güvenli ve kontrollü bir şekilde yavaşlatır ve durdurur.

Her bir ünite, naylon teybi tekrar tamburlar üstüne sararak sistemi tekrar hazır hale getirecek bir geri sarma sistemi ile donatılmıştır. Geri sarma sistemi, bir benzin motoru, bir hidrolik kaplin, tahrik çarkları, tahrik zincirleri ve yakalama bandını sarmak için gerekli diğer kalemleri ihtiva eder. Yakalama bandı operatörler tarafından tamburların üzerine sarıldıktan sonra, çelik halatı (pendant) gergin halde muhafaza etmek için bir statik basınç uygulanır ve sistem yeni bir yakalamayı yapacak şekilde hazır hale gelir.



Şekil 2.36: Mobil Bariyer Gövde Yapısı

Kaynak: (Url-4)

Treyler gövdesi, montaj için gerekli bütün teçhizatının üzerine yerleştirilip bir yerden bir yere nakledilebilmesini sağlamanın yanında, yakalama sırasında enerji emici ünitesi için rijit bir platform görevi görür. Bu platform uygun zemin bağlantısı ile, sabit sistemlerde beton kaideye yayılan yükleri montajının yapıldığı zemine iletir. Treyler gövdesi şasi, ön ve arka aks destek şasileri, akslar ve yönlendirme sistemleri, lastik ve jantlar, alet kutuları, teçhizat modülleri ve çelik halat taşıyıcısından oluşur.



Şekil 2.37: Mobil Bariyer Şasisi

Kaynak: (Url-9)

Şasi normal olarak sabit sistemlerde beton temellere yayılan yükleri intikal ettiren zemine montajı yapılmış bir yapıdır. Ön ve arka aks destek şasileri ana şasiye cıvatalanmıştır. Bunların asıl fonksiyonu ön ve arka aks donanımlarına yapısal destek sağlamaktır. İkinci olarak, treylerin inip kalkmasını sağlayan hidrolik silindirle mekanik bağlantıyı sağlamaktır.

Bütün yönlendirme hareketleri, treylerin çekme kolu vasıtası ile elde edilir. Çekme kolunun bir ucu bir çeki halkası vasıtası ile çekici aracın kancasına bağlanır.



Şekil 2.38: Mobil Bariyer Zemin Montajı

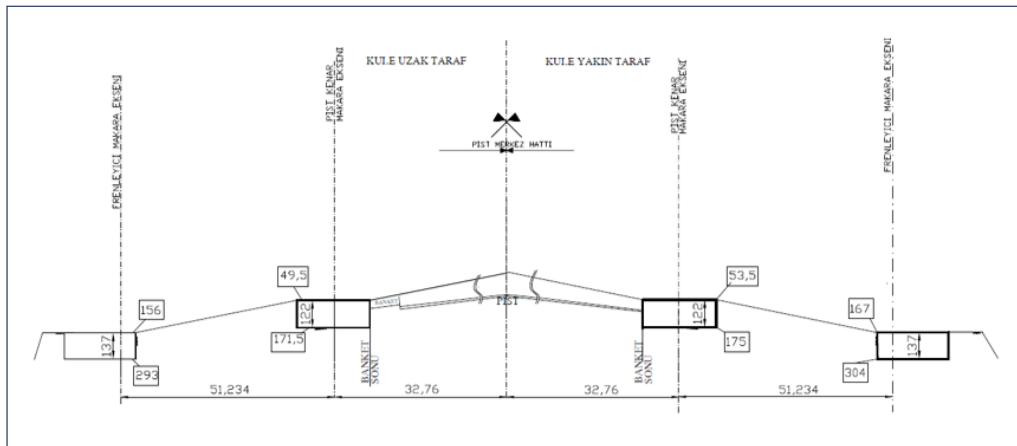
(Kaynak: Url-10)

Mobil UDS'lerin toprak, asfalt veya beton zemin üzerine çok hızlı bir şekilde montajları gerçekleştirilebilir. Montaj işlemleri, Mobil UDS'lerin şasisi üzerinde bulunan sabitleme ve destek kazıkları yine treyler üzerinde taşınabilen bir hidrolik güç ünitesi ile ana şase üzerinde bulunan sabitleme kazığı ceplerinden zemine uçak giriş yönüne göre yeterli sayıda kazık çakılmasıyla gerçekleştirilir.

2.5 UDS Alt Yapı İşleri

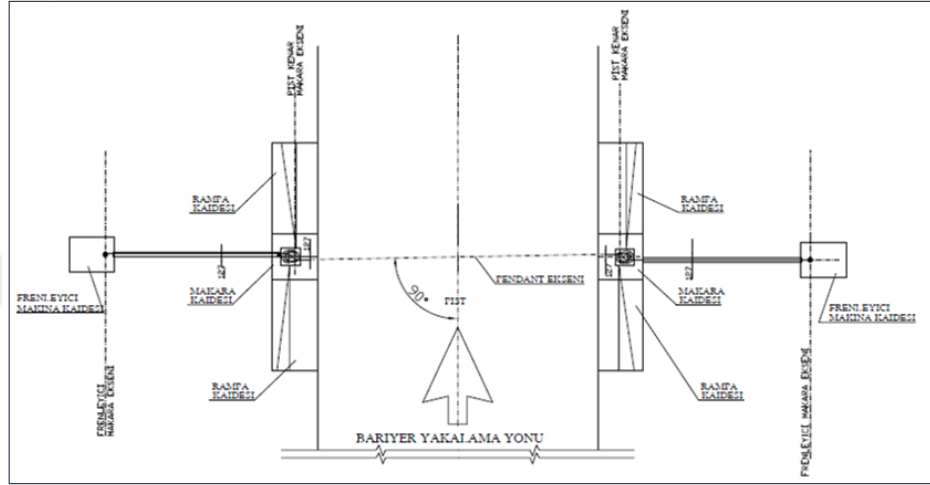
2.5.1 Saha incelemesi ve projelendirme

İster Sabit Kanca (Hook) ister Ağ tipi UDS'ler olsun mutlaka pist merkez hattına belli bir mesafede (banket bitiminde) şasislerine uygun kaidelere ihtiyaç duyarlar.



Şekil 2.39: Sabit Hook (Kanca) UDS Yerleşim Krokisi

Şantiye çalışanlarının güvenliğine ilişkin, her tehlikeli faktörün etkisinde belirli teknik güvenlik önlemlerinin uygulanmasıyla ilgili tipik güvenlik çözümlerinin hazırlanmasını ve hazırlanan çözümlerin sistemleştirilmesi (Titas, 2013) gibi genel şantiye çalışanları ile ilgili olarak pek çok araştırmacı çalışma yapmış olsa da, pratikte çok basit bir inşaat olayı gibi görünen UDS alt yapı çalışmalarında, kaide yerleşimlerinde ki en ufak bir hata uçağın bariyere girişi sonrası pist dışına çıkması veya kaza kırım geçirmesine neden olacaktır.



Şekil 2.40: Sabit Hook (Kanca) UDS Yerleşim Eksen Krokisi

Yapılacak kaide temellerinde eksenler arasında ki kaçıklık veya hatalı kod seviyesi, bir tarafta çalışan enerji emici üniteyi harekete geçirecek kinetik enerjiyi değiştireceği için hatalı kaideye montaj yapılan enerji emici senkronize bir çalışma sergileyemeyecek veya daha fazla frenleme yapacak ya da daha az bir frenleme nedeni ile uçağın optimal durma hedefini gerçekleştirmesini engelleyecektir.



Şekil 2.41: UDS Kaide İmalatı Topografik Ölçümleri

Her kaide projesi konuşlanacağı yere münhasırdır. Bu nedenle söz konusu kaideler yapılmadan önce kurulumu yapılacak pistin/sahanın topografik ölçümlerinin yapılması zorunludur.



Şekil 2.42: ILS Sistemleri (Yer Antenleri)

Sabit Kanca UDS'lerde temel yaklaşım pist başı merkez hattından 1200-1500 feet mesafede mania olmayan (pist aydınlatma kablo geçiş menholü, taksi yolu, ILS (Aletli İniş Sistemi/ Instrument Landing System) unsurları vb.) uygun bir eksene planlama yapılır.

Kaide üst kodları için pist banket eğimi arazi boyunca taşınır. Amaç uçak kancası ile uyumlu bir açı oluşturulurken aynı zamanda pist kenar makaraları ve enerji emici üniteler arasında sürtünmesiz bir çalışma ortamı oluşturmaktır.

2.5.2 Kaide imalatları



Şekil 2.43: UDS Kaide Yapım Aşamaları

UDS kaide yapım aşamalarında öncelikle hazırlanan projelere uygun kaide temelleri açılmakta, uygun bir kompaktör ile temel kazımı sırasında yumuşayan toprak sertleştirilmeli, daha sonra temel alt betonu atılmalıdır. Akabinde kaide ölçülerine uygun kalıp çalışmalarının yapılması gerekir.



Şekil 2.44: UDS Kaide Kalıp Sabitlemesi

Yapılan kaide imalatlarında görülen hatalardan biri yapılan kalıp işçiliğinde temel kalıplarının toprak hattı ile yeterince sağlamlaştırılmadığıdır. Çoğu zaman yeterli olduğu düşünülen bu hata hem demir donatının hem kullanılan betonun boşa gitmesine sebep olmaktadır.



Şekil 2.45: Pist Sıfır Noktasında Demir-Donatı İmalatı

Kaide betonları içerisine konulacak demir donatı montajları her ne kadar kaide çukuru içerisinde hazırlanabilecek olsa da, tecrübelerle görülmüştür ki aktif uçuşun sürdüğü pistlerde maalesef bu çalışma çok uzun zaman almaktadır.



Şekil 2.46: Risksiz Alanda Demir-Donatı İmalatı

Bu nedenle demir donatı bağlantıları pistten nispeten uçuşu etkilemeyen bir yerde hazırlanarak taşıyıcı bir vinç vasıtasıyla kaide betonları içerisine yerleştirmek ciddi bir zaman tasarrufu sağlayacaktır. Ancak yaklaşık 5x5x1,1 metre ebatlarında olan bir kafes yapının taşınması ve yerlerine yerleştirilmesi ciddi bir dikkat ve tedbir gerektirmektedir.

Bir diğer hata dışarıda veya kalıp içerisinde imalatı yapılan demir donatı kafeslerin üst hatlarının yeterli sehpa ile desteklenmemiş olmasıdır. Bu durum iki büyük sorunu ortaya çıkaracaktır. Birincisi kafes yapının taşıma esnasında deformasyona uğramasına, ikincisi beton dökümü esnasında vibratör veya yüzey master işlemleri sırasında donatı üzerine basan işçilerin donatının çökmesine neden olmasıdır, ki bu ikinci olumsuzluk o dakikadan sonra düzeltilemeyen ve geri dönüşü olmayan bir hataya sebep olmaktadır.



Şekil 2.47: Risksiz Alanda İmal Edilen Demir-Donatının Taşınması

Demir donatı daha önceden hazırlanan kalıpların içerisine konulurken dikkat edilmesi gereken bir diğer konu yüzey pas paylarına (6-8 cm) dikkat etmektir. Söz konusu pas payı doğru verilmediği takdirde beton dökümü sonrası yüzeyde çatlama ve istenmeyen donatı izleri kaçınılmazdır.

2.5.3 Kaide şablon montajları



Şekil 2.48: Pist Kenar Makarası ve Enerji Emici Kaide Şablonları

Alt yapı işlerinin daha öncede söylendiği gibi en önemli konusu kaidelerin eksenleri ve kodlarıdır. Bu işlem içinde beton dökülmeden önce mutlaka kalıp üst kodları tüm kenarlardan birkaç noktadan alınmalı, akabinde kalıp üzerinde belirlenecek eksen noktalarına göre inşaat ipi çekilmek suretiyle ankrajların doğru ekseninde duruşuna göre şablon kolları sabitlenmelidir. Zira şablon kolları ilk beton dökülüp sökülmesi işleminden sonra eğilmekte ve rijit düzlüğünü kaybetmektedir.

Kaide şablonları kalıp üzerine sabitlendikten sonra bulonlu (kovanlı) tip dediğimiz ankraj cıvataları şablondaki yerlerine sabitlenir. Şablonun alt yüzeyi kaidenin üst yüzeyi olacağı için cıvataların kovan kısmı boğaz üst sınırı hariç beton içerisinde kalacaktır. Bunun nedeni uçak girişi esnasında enerji emici gövde üzerinden gelen ilk yükü karşılayacak olan cıvata yakın çeperinin daha sonra C-25/30 beton kalitesinden daha mukavim bir yapı kimyasalı ile doldurularak bölgenin direncini arttırmaktır. Kovanlı cıvataların montajında dikkat edilmesi gereken bir diğer konu kovanın alt kısmından çıkan ve 90° dik olan kuyruk kısmının açık ucunu enerji emiciye yükün geldiği istikametinin tam tersi olan pist dışına doğru yönlendirilmelidir. Bunun da nedeni cıvatanın beton içerisinde sızmasını engellemektir.

2.5.4 Kaide beton imalat süreci



Şekil 2.49: UDS Kaidelerine Beton Uygulaması

Beton dökümünde de dikkat edilmesi gereken önemli hususlar vardır. Beton mikserinin kaide temelinde yaklaşmasında sorun olmayan pist kenar makarası ve rampa kaidelerinde mikserin beton boşaltım kısmına yeterli uzunlukta kova eklenmesi gerekir. Betonun yüksek bir seviyeden boşaltılması (50-70 cm geçmemeli) içeriğinde bulunan agrega ve homojen yapısının bozularak dibe çökmesine neden olmaktadır.

Beton dökümü esnasında dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli konu, betonun her kaide dökümü esnasında tek seferde gerçekleştirilecek şekilde planlanmasıdır. Aksi takdirde soğuk derz tabir edilen birbiri ile bütünleşmeyen iki farklı beton kütle söz konusu olacaktır ki bu da uçak durdurma esnasında enerji emici ünite şasisi üzerinden kaide betonuna aktarılan yüklere dayanımı gerçekleştirmeye yetmeyecektir. İki mikser boşaltımı arasında maksimum 15-20 dk olmalıdır.

Ayrıca beton döküm işlemi esnasında oluşabilecek hava boşluklarını engellemek için uygulanan beton vibratör işlemi de dikkat edilmesi gereken bir diğer noktadır. İşlem yapılırken vibratör hortumu her kafes gözüne dik bir şekilde kaide temelne kadar batırılmalı ancak ne uzun ne de kısa sürede geri çekilmemesi gerekir. Yine agreganın dibe çökmemesi için ortalama 2-4 sn bekletilmesi yeterli olacaktır.



Şekil 2.50: Slump (Çökme) Testi

Kullanılan C-25/C-30 beton kıvamının akıcılığının da fazla olmaması gerekir. Bu nedenle beton dökülmeden önce ASTM C143'e göre "çökme" açısından test edilmesi uygun olacaktır. Bu test işleminde çökmenin en fazla 13 cm'i geçmemesi gerekir. Yani kısaca işlenmesi zor kuruya yakın bir beton olması uygun olacaktır. Pratikte ülkemizde kalıp-beton işçiliği yapan ustalar yüzey masterını kolay çekebilmek için son anda dahi mikser içerisine yanlış bir şekilde su vererek hızlı devirde döndürmek suretiyle kendi işlerini kolaylaştırmak adına söz konusu akıcılık kıvamını bozmaktadır.



Şekil 2.51: Beton Sulama İşlemi

Beton dökülmesinden sonra ilk 7 gün sabah-akşam, sonraki 14 gün gün batımı betonların mutlaka sulanması, aşırı sıcak güneşin olduğu yerlerde beton üstünün tekstil malzeme ile örtülüp yapılan sulama sonrası oluşan nemin çok hızlı buharlaşmasının önüne geçilmelidir. Ayrıca sağanak yağışın olduğu saatlere/günlere beton döküm planlaması yapılmamalıdır.

2.5.5 UDS Kaide montajları



Şekil 2.52: Enerji Emici Kaide Montajı

İster enerji emici ünite olsun ister diğer sistemler olsun (Şekil 2.52) en önemli sorunlardan biri KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) kullanımı, iş makinası (Vinç) çalışma sahasına uygun olmayan sayıda ve uygun olmayan yönlendirmelerle yaklaşmadır.

Sistemler hazırlanan kaideler üzerine sabitlendikten ve gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra montaj işlemleri tamamlanır.

Montaj işlemlerinde dikkat edilmesi gereken yaklaşımlar, projelerine uygun olmak şartıyla tüm ağ kaldırma sistemlerinde de benzerdir.

İster Ağ tipi ister Mobil UDS olsun operasyonel amaçları aynı olduğu ve aynı operatörler tarafından kullanım ve faaliyet kontrolleri gerçekleştirildiğinden UDS (bariyer sistemlerinin) Risk tespitinde ortak bir yaklaşım sergilenerek tek bir işletmeye ait teçhizatlar olarak yaklaşılmasının daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

2.6 UDS'lerde Tespit Edilen Riskler

Çalışmanın bu kısmında Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinde ortaya çıkan ve çıkması muhtemel iş sağlığı ve güvenliği riskleri ortaya konulmuştur.

Çizelge 2.1: UDS (Bariyer Sistemlerinin) Kullanım Alanları İçin İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Tespitleri

No	Risk Etmeni	Tespit Edilen Risk
1	Fiziksel Risk	Uçak girişi ve yakalama bandı geri sarma işlemi sırasında aşırı gürültü var
2		Gece operasyonlarında çevre aydınlatması yetersiz
3		Termal konfor UDS kabinlerinde yetersiz
4		Geri sarma işlemi kısmen manuel kumandalı yapıldığından operatör titreşime maruz kalıyor
5		Operasyon ve bakım için personel sayısı yetersiz kalıyor
6		Montaj işlemlerinde vinç çalışması esnasında personel hayati tehlike olan bölgeye girmekte
7		Ağ kaldırma indirme işlemleri kuleden yapıldığında bakım personeli yeterli bir şekilde (ağ üzerinde personel olması) kontrol edilmiyor
8	Mekanik Risk	UDS uçak deneme girişlerinde görevli personel yerleşimi emniyetli mesafede uygun değil
9		Periyodik kontroller çoğu zaman masa başında çeklist doldurularak yapılıyor
10		Tedarik gecikmelerinden dolayı miadı geçmiş malzeme kullanımı devam ediyor
11		Makine Koruyucuları Kullanılmıyor
12		Geri sarma sırasında operatörler yakalama bandı aşınmalarını ve burkulmalarını azaltmak için bant konnektörlerinin aynı anda gelmesine dikkat edilmiyor
13		Çelik halat (pendant) ön yükleme gerilimi (2000 psi/135 bar) genellikle kontrol edilmiyor
14		Montaj işlemlerinde kod ve eksen ölçümleri farklı personeller tarafından kontrol edilmiyor
15		Beton vibratör işlemlerinde olması gereken (2-4 sn) süreye dikkat edilmiyor
16		Demir donatı imalatlarında yeterli destekleyici malzeme kullanılmıyor

Çizelge 2.1: (Devamı) UDS (Bariyer Sistemlerinin) Kullanım Alanları İçin İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Tespitleri

No	Risk Etmeni	Tespit Edilen Risk
17	Mekanik Risk	UDS uçak deneme girişlerinde görevli personel yerleşimi emniyetli mesafede uygun değil
18		Beton dökümünde hatalı bir şekilde (mikserin arkasına tek kova takılarak) yüksekte dökülmesi, yeterli sulama işleminin yapılmaması/yanlış saatlerde yapılması
19	Ergonomik Risk	UDS koruyucu barakaları çok dar ve küçük
20		Çalışma alanı darlığından çalışma duruşları uygun değil
21		Masa-Sandalye yok, gerekli formlar cihaz başında doldurulamıyor
22		Monoton çalışma yapılıyor
23		Düzenli aralıklarla mola verilmiyor
24		Direkt güneş ışınlarına maruz kalması
25	Kimyasal Risk	Operatörler kimyasal fren balata tozlarına maruz kalıyor
26		Operatörler kimyasal fren balata dumanına maruz kalıyor
27		Operatörler uçak egzoz dumanına maruz kalıyor
28		UDS koruyucu baraka içerisinde güvenli depolama yapılamıyor
29		Malzeme bilgi güvenlik formları dikkate alınmıyor
30		Geri sarma motoru egzoz bağlantıları yok veya yetersiz
31	Elektriksel Risk	Topraklama kontrolü yapılmıyor
32		Kaçak akım rölesi bulunmuyor
33		UDS koruyucu baraka içerisinde bulunan panolarda önlem alınmamış
34		UDS'lerde kullanılan aküler, özellikle yedek aküler düzenli kontrol edilmiyor
35		UDS'lerde kullanılan seyyar elektrik donanımlarının standart dışı olması
36		Hasarlı panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmemesi
37		Pano kapaklarının açık bırakılması
38		Elektrik kablolarının zeminde düzensiz yer alması
39	İdari Risk	Yeterli İSG eğitimi verilmemiş
40		Ramak kaza bildirim sistemi kurulmamış
41		Risk değerlendirmesi yapılmamış
42		İSG profesyoneli takip etmiyor
43		KKD kullanımı yok/uygun değil (özellikle UDS montaj işlemlerinde)
44		Makine/ekipman periyodik kontrol kayıtları masa başında tutuluyor
45		UDS eğitimi okul döneminde alındıktan sonra farklı birimlerde çalışan personel yıllar sonra sistemde görevlendiriliyor
46		Sağlık muayeneleri/eğitimi UDS risklerini (gürültü, titreşim, kimyasal maruziyet vb.) değerlendirilmeden yapılıyor

Çizelge 2.1: (Devamı) UDS (Bariyer Sistemlerinin) Kullanım Alanları İçin İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Tespitleri

No	Risk Etmeni	Tespit Edilen Risk
47	İdari Risk	Ziyaretçi/yetkisiz kişilerin girişi kontrol altında
48		Tuvalet ve lavabo hijyeni uygun değil
49		Soyunma/giyinme amaçlı ayrılan bölümler yetersiz
50		Acil müdahale araçları birçok kullanım alanında yok/yetersiz
51		Haşerelere karşı yeterli önlem alınmamış
52		Yemek yeme amaçlı bölüm genel yemek alanlarından ayrı olduğundan kontrolsüz, yeterli ekipman yok
53		Personel sayısı yetersiz olduğundan personel dinlenmeden çalışmak zorunda kalıyor
54	Genel Düzenle İlgili Risk	Operatörlerin bekleme birimlerinde acil çıkış kapıları yok
55		Raf ve dolaplar sabitlenmemiş
56		Raflardan malzeme düşmesini engelleyici tedbirler yetersiz

3. RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Risk değerlendirme yöntemlerini incelemeyen önce konu hakkındaki tanımları ve böyle bir değerlendirmenin gereksinimini ortaya koymak önemlidir.

- **İş Sağlığı ve Güvenliği:** Kısaca, bir işletme veya tesiste işlerin yürütülmesi anında ortaya çıkan sağlığa ve işletmeye zararlı durumları ortadan kaldırmak veya kontrol altına almak amacı ile yapılan sistemli ve bilimsel çalışmaların bütünü şeklinde tanımlayabiliriz.

İş sağlığı ve güvenliği yaklaşımının temelinde ortaya koyduğu en önemli disiplin iş kazalarının minimize edilerek önlenmesidir. Bu kapsamda çeşitli “İş Kazası” tanımları yapıldığını görmekteyiz. Bu tanımlara kısaca baktığımızda:

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13. Maddesinde;

- **İş Kazası:** Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada (iş yeri dışındaki bazı özel durumlar ilgili maddede detaylıca verilmiş olup), meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özüre uğratan olaydır.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)’ya göre ise;

- **İş kazası:** Önceden planlanmamış, bilinmeyen ve kontrol altına alınamamış olan çevreye zarar verebilecek nitelikteki olay/olaylardır.
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’ya göre ise;
- **İş kazası:** Önceden planlanmamış çoğu kişisel yaralanmalara, makinelerin ve araç gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır.

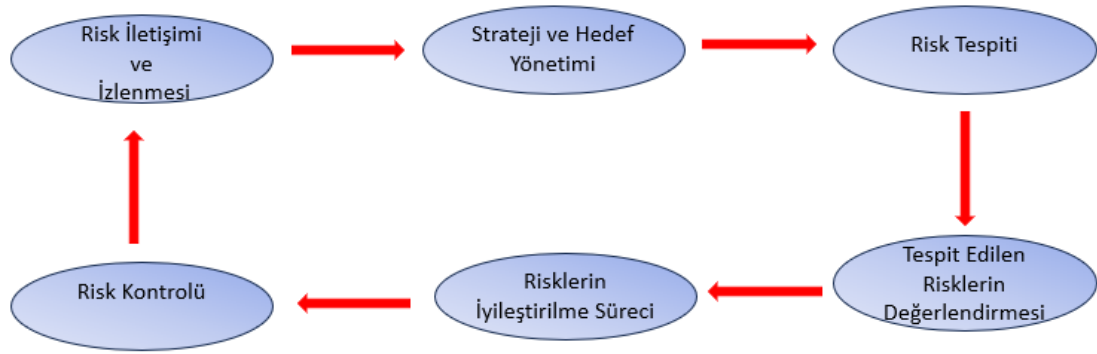
Bu tanımlara göre İş Sağlığı ve Güvenliğinin amacı;

- Çalışanların Korunması
- İşletmenin Korunması
- Üretim ve Kalitenin Arttırılması
- Çevrenin Korunması

- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliğine göre konu ile ilgili diğer tanımları incelediğimizde;
- **Tehlike:** İşletme veya hizmet biriminde var olan veya ortam dışından dolaylı bir şekilde gelebilecek, çalışana veya işyerine zarar veya hasar verme potansiyeli bulunan unsurlardır.
- **Önleme:** Yürütülen işlerin bütün adımlarında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için planlanan ve alınan tedbirler.
- **Ramak kala olay:** İşyerinde meydana geldiğinde çalışanların, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olay.
- **Risk:** Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali.
- **Risk Analizi:** İş yerlerinde veya organizasyonlarda var olan yada işletme dışı bağlantılı çeşitli tehlikelerin belirlenmesi işlemidir. Risk analizinde tespit edilen tehlikelerin riske dönüşme ihtimallerinin belirlenmesi ve riske dönüşme faktörlerinin dikkatlice incelenerek derecelendirilmesi yapılır. Ayrıca, risk analizinde derecelendirilmiş olan risklerin önem derecelerine göre kontrol edilmesi maksadı ile gerekli olan tedbirler kararlaştırılır.
- **Risk değerlendirmesi:** İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar. (İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 29.12.2012 Resmî Gazete Sayısı: 28512)

İş kazalarının meydana gelmesinde yatan temel neden, risklerin tespit edilmemesi veya doğru risk tespitlerinin yapılmamasıdır.

Risklerin doğru bir şekilde ortaya konulabilmesi için risklerin tam olarak doğru bir şekilde tanımlanması gerekir. Yanlış veya eksik bir risk tespitleriyle oluşturulan listelerin kullanılması hedeflenen amaca ulaştırmayacaktır. Doğru yöntemlerle tespit edilen risklerin tanımlanması için kurumlar ya da örgütler bütün bilgi birikimlerini ve kapasitelerini bu aşamada ortaya koymalıdır (Shenkir ve Walker,2007, s. 2).



Şekil 3.1: Sürekli Devam Eden Risk Yönetimi Süreci

Risk yönetimi ve risklerin tespiti tek seferlik yapılmamalı, sürekli devam eden bir süreç olduğu unutulmamalıdır. Alınacak tüm tedbirlerin, ortaya çıkan yeni risklerin belirlenmesi ve çözüm sürecine yönelik yapılacak çalışmalarla aşılabacağı unutulmamalıdır. Risk yönetimi için tecrübeli uzman ekipler tarafından uygun, kapsamlı ve planlaması yapılmış bir strateji zorunluluktur. (Managing Risk Across the Public Sector, 2004: 3).

ISO Kılavuz 73'e göre, risk "bir olay ve o olayın sonuçlarına ilişkin olasılıklar bileşimidir." Aynı kılavuzun Ek-A bölümünde ise risk, "zararın ve bu zararın şiddetinin meydana gelme olasılığının bileşimi" olarak tanımlanmıştır. Kılavuzun 2012 yılında TSE tarafından gözden geçirilerek ISO GUIDE 73:2009'e uyumlu hale getirilen yeni baskısında ise risk tanımının "hedefler hakkında belirsizliğin etkisi" olarak değiştiği görülmektedir. (Kalkan, M.E., Deniz, V. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/821801>)

Aven, riskin farklı şekillerde tanımlanabileceğini ve mühendislik yaklaşımlarında da genellikle "beklenen kayıplara bağlı olarak" ifade edildiğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra risk sadece sayısallaştırılacak teknik bir kavram olmadığını, içinde insan barındıran sosyal bir kavram olduğunu da vurgulamıştır. (Aven, T. "A unified framework for risk and vulnerability analysis and management covering both safety and security" Reliability Engineering and System Safety, 2007; 92:745-754.)

Bilindiği üzere uçak kazaları toplu ölümlere ve büyük maddi hasarlara neden olmaktadır. İstatiksel açıdan uluslararası alanda tüm hava kazalarının %33'ü pistle bağlantılıdır (Lee, Young Soo, Kim, Choon Seon, Ha, Wook Jai, Han, Jae Hyun, 2011).

3.1 Risk Değerlendirme Metodolojileri

Risk ve risk değerlendirmesi kavramının uzun bir geçmişi vardır. 2400 yılı aşkın bir süre önce Atinalılar karar vermeden önce riski değerlendirme kapasitelerini ortaya attılar (Bernstein, 1996). Ancak, risk değerlendirmesi ve risk yönetimi bilimsel bir alan olarak genç bir alan olup, matematiksel ifadelerle geçmişi 30-40 yılı geçmemektedir. Riskin doğru şekilde yönetilmesine ilişkin temel fikir ve ilkeler bu dönemden itibaren oluşturulmuştur. İlk bilimsel dergiler, makaleler ve konferanslar bu dönemden sonra oluşturulmuştur. Risk değerlendirmesi kısaca, bilgi ve bilginin çeşitli bilimsel yöntemler kullanılarak karar vericilere yol göstermesi olarak tanımlanabilir (Aven, 2016).

Risk değerlendirme sürecinde hedeflenen, bir işletmenin veya kurumun amaçlarının gerçekleşmesini engelleyen önemli tehlikeleri tespit ve analiz etmektir. Tespit edilen tehlikeleri değerlendirildikten sonra alınacak kontrol önlemleri belirlenir ve bu önlemler bir plan dahilinde uygulanarak nihai olarak ortadan kaldırılması temel amaç olarak görülür.



Şekil 3.2: Risk Yönetimi

İşletmelerde veya organizasyonlarda öncelikle ana faaliyetleri etkileyen tehditler akabinde oluşabilecek riskler yılda en az bir kez detaylı olarak yeniden tespit edilip değerlendirilmelidir. Bilindiği üzere riskleri oluşturan tehlikeler sabit değildir. Tehlikeler işletmelere, birimlere ve yürütülen faaliyetlere göre farklılıklar sergiler. Organizasyonlarda ve işletmelerde tehlikeler çalışanların görüşleri alınarak belirlenmeli ve sürece katılmaları sağlanmalıdır. Risk değerlendirmesinin en önemli adımı tehlikelerin belirlenmesi olduğu unutulmamalıdır. Tespit edilemeyen bir

tehlike sonucunda ortaya çıkacak riskler belirlenemediği gibi, analiz de edilemez ve hiçbir önleyici tedbir alınamaz (Emhan, 2009).

Risk değerlendirme yöntemleri, girdilere bağlı olarak çıktıların elde edildiği sistemler olarak deterministik sistemler ve girdi ile çıktı arasında olasılık dağılımına bağlı rastlantısal bir ilişki yaklaşımının olduğu stokastik sistemler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.

- Deterministik Yöntemler
 - Kalitatif yöntemler
 - Kantitatif yöntemler
 - Karma (Hibrit) yöntemler

Kalitatif yöntemler: Risklerin nicel değerlerini veren rakamsal metotların kullanıldığı, hesaplama ve matrisleri içinde bulunduran yöntemlerdir. Başlıcaları;

- İş güvenliği analizi (JSA)
- Ön tehlike analizi (PHA)
- Tehlike ve işletilebilirlik analizi (HAZOP)
- Check list
- Check list PRA
- What if ?

Kantitatif yöntemler: Spesifik bir tehlikenin oluşturabileceği riski ölçmek için nitel değerlerin kullanıldığı bir tekniktir. Bu risk değerlendirme yöntemleri, farklı ve önemli sonuçları olabilen belirsiz olaylar için kullanılır. Nitel bir değerlendirmede, olasılık ve sonuç sayısal olarak tahmin edilmez, sözlü olarak yüksek/düşük olasılık şeklinde değerlendirilir. Nitel değerlendirmeler genellikle, birden fazla alternatif karşılaştırılırken veya yeterli veri mevcut olmadığında kullanılır. Başlıcaları;

- L-Tipi matris
- X-Tipi matris

Karma yöntemler: Nicel ve nitel yöntemleri içinde barındıran iki yöntemin de kombinasyonu olarak değerlendirilen karma yöntemlerdir. Başlıcaları;

- Fine kinney
- Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)

- Neden sonuç ilişkisi (CCA)
- Olay ağacı analizi (ETA)
- Hata ağacı analizi (FTA)
- Stokastik Yöntemler
 - İstatistiksel Analiz
 - Kaza Tahmini Analizi

İstatistiksel Analiz: Veri toplanmasının ve ardından istatistikleri ve diğer veri analizi tekniklerini kullanan bir analiz yöntemidir, daha çok finans alanında kullanılır.

- Riske Maruz Kalma Süresi (TRF) Modeli
- PEA (Tahmin Edici, Epistemik Yaklaşım) yöntemi
- Arıza ve güvenilirliğin olasılık dağılımları
- Sabit Arıza ve Onarım Oranı Modeli (Oran Modeli)
- Ortalama Arıza ve Onarım Süresi Modeli (MTTF/MTTR Modeli)
- Oran/MTTR Modeli

Kaza Tahmini Analizi:

- Bayes Ağları
- Gri Model
- Markov Zincir Analizi
- Zaman Serisi Stokastik Süreçler/Zaman Serisi Yöntemi (TSM)
- Nöral Ağlar
- Regresyon Yöntemi
- Senaryo Analizi

3.2 Sıklıkla Kullanılan Risk Değerlendirme Yöntemleri

Bu bölümde tez konusu hibrit yapıyı oluşturan risk analiz metotlarını incelemeye önce, literatürde bulunan bazı hibrit risk analiz yöntemlerini kısaca ele alacak olursak:

Silvestri, De Felice ve Petrillo (2012), işletmelerdeki üretim sistemlerinde güvenliği arttırmak için yeni bir risk değerlendirme puan yöntemi sundular. Önerilen yöntem, iyileştirilmiş Risk Öncelik Numarası (RPN) ve ANP'ye dayanıyordu ve riski ele almak ve güvenlik maliyetlerini azaltmak için Arıza Modları, Etkileri ve

Kritiklik Analizi'ni (FMECA) ekonomik değerlerle entegre etti. Liu ve Tsai (2012), inşaat organizasyonlarında ortaya çıkan mesleki tehlikeleri iyileştirilmesi amacıyla önemli riskleri belirlemek ve değerlendirmek için bulanık bir yaklaşım önerdi. Yapmış oldukları çalışmada, bulanık Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemini Kalite Fonksiyon Dağıtımı (QFD) ve FMEA'yı birlikte kullandılar. Kuo, Wu ve Hsu (2012), sağlık hizmetlerindeki riskleri belirlemek için bulanık küme teorisi ve İdeal zme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği (TOPSIS) yöntemiyle hibrit bir yapı oluşturdu. Bakhtavar ve Yousefi (2018), kömür madenlerindeki kazalarla ilişkili riskleri değerlendirdi. Yapılan çalışmada riskler ve sistem hedefleri arasındaki nedensellik ilişkilerin analizine dayalı hibrit bir yaklaşım sundular.

Mandal ve diğerleri (2015), Hiyerarşik Görev Analizi (HTA), Sistematik İnsan Hatası Azaltma ve Tahmin Yaklaşımı (SHERPA) ve bulanık VIKOR yöntemini birleştiren bir yaklaşım kullanarak vinç (köprülü) operasyonlarında insan hatası tanımlamanın yanı sıra risk önceliklendirmesi gerçekleştirdiler.

zdemir, Gl ve elik (2017), bir niversitenin kimya laboratuvarındaki mesleki tehlikeleri ve ilgili riskleri değerlendirme amacıyla, 5S metodolojisi, Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA), Aralık Tipi İki Bulanık Kümeler (IT2FS'ler), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve VIKOR yöntemlerini içeren gelişmiş bir yaklaşım geliştirildi. Benzer Şekilde, Gl, Ak ve Güneri (2017), Türkiye'deki bir hastanenin çeşitli birimlerinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) risklerini değerlendirmek ve bu riskleri değerlendirmek için Bulanık AHP ve VIKOR modülleri entegre bir Şekilde özetlenmiş bir risk sıralaması gerçekleştirdiler.

3.2.1 L-Tipi (5x5) risk değerlendirme karar matrisi (RADM)

Risk değerlendirme karar matris metodolojisi olarak da bilinen bu metot, en sık kullanılan metotlardan biridir. ABD askeri standardı MIL_STD_882-B standardından sistem güvenlik program gereksinimini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir.

Ülkemizde en çok tercih edilen risk değerlendirme metodolojisidir. Küçük işletmeler için basit ve kolay anlaşılıp uygulanabilir olmasından dolayı tek başına bir analistin rahatlıkla uygulayabileceği L tipi matris metodu ideal bir tekniktir. Ancak iş akış Őemaları farklılıklar içeren daha büyük işletmeler için tek başına yetersiz kalan bir risk analiz yöntemidir.

Risk değerlendirmesi açısından kolay bir metot olduğu değerlendirilen matris metodu, tehlikenin Şiddeti ve oluşma olasılığı parametrelerini kullanmak suretiyle gerçekleŐtirilmektedir. Çoklu değişken arasındaki ilişkileri analiz etmekte kullanılan matris diyagramları bir planlama ve yönetim aracıdır. Bağımlı ve bağımsız deęiŐkenler arasında olan bu iliŐkiler, matris diyagramı aracılığı ile sebep-sonuç veya ne, nasıl ilişkisi Şeklinde tanımlanır.

İki veya daha çok deęiŐkenin birbirleri arasındaki ilişkileri analiz etme gayesiyle ya da risk ve etki derecesinin belirlenmesi (skorlanması) amacı ile kullanılır. Olduğa sade, anlaşılır, kolay ve hızlıca uygulanabilen bu yöntem, deterministik ve kantitatif bir risk değerlendirme yöntemidir (DoD, 2000).

Matris yöntemde risk veya risk skoru hesaplamasında kullanılan formül;

Risk Skoru = İhtimal (Olasılık) x Zarar Derecesi (Şiddet)

Yöntemin özünde, sistemde mevcut ve risk unsuru taŐıyan her ihtimallere karşılık gelen Şiddet dereceleri çarpılarak, söz konusu riskin derecesi bir değerlendirme matrisinde gösterilir.

Risk değerlendirmesinde karar matrisinin kullanıldığı başlıca c adet yöntem bulunmaktadır.

- 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodu,
- 3x3 Tipi Karar Matrisi Metodu ve
- X Tipi Karar Matrisi Metodu.

En çok kullanılan yöntem ise literatüre göre 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodudur.

Risk analizi ve yönetimi süreçlerinin uygulanması lkemizde İŞletmeler açısından 2003 yılında çıkarılan 4857 sayılı İŞ Yasası ve buna ilişkin yürürlüğe giren çeşitli yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmiŐtir. Literatürde sıklıkla tercih edilmesinin başlıca nedeni, işletmelerin risk analiz süreçlerine hızlı adapte olabilmelerinin yanı sıra kolay ve anlaşılır bir değerlendirme yöntemine duyulan ihtiyaç olduğu söylenebilir. Aciliyet arz eden risklerin tespit edilerek bir an önce bu risklere karşı işletmelerde gerekli önlemlerin alınması içinde yine bu yöntem tercih edilir (Koltan vd., 2010).

Tehlike listesi oluşturulurken işletme ve iş akışı dikkatlice incelenir ve risk oluşturabilme ihtimali olan tehlike kaynakları önemli– önemsiz, küçük–büyük ayrımı yapılmadan belirlenir ve bir tehlike listesi oluşturulur. Uygulamada tehlike tespiti yapılırken işletmede mevcut teçhizatın üretici talimatları, malzeme güvenlik bilgi formları, geçmişe ait tüm ramak kala olayları ve iş kazaları incelenir. Tespit edilen her tehlike için risk skoru olasılık ve şiddet değerlerinin çarpılmasıyla elde edilir. Çizelge 3.1’e göre riskin gerçekleşme olasılığı, Çizelge 3.2’ye göre de tehlike sonucu risk meydana geldiğinde sonucu (şiddeti) hakkında değer vermek için kullanılır. Çizelge 3.3 ise, belirlenen risk skoruna karşılık gelen önem derecesini gösterir. En yüksek risk skorları öncelikli olarak yapılacak eylemler, alınması gereken tedbirler ve bunların hangi süre aralığında (termin süresi) gerçekleştirilmesi gerektiği Çizelge 3.4’e göre belirlenir (Kabakulak T, 2019).

Çizelge 3.1: Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali

İHTİMAL	PUAN	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
Çok Küçük	1	Hemen hemen hiç
Küçük	2	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
Orta	3	Az (yılda birkaç kez)
Yüksek	4	Sıklıkla (ayda bir)
Çok Yüksek	5	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Çizelge 3.2: Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti

ŞİDDET	PUAN	ŞİDDET İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
Çok Hafif	1	İş saati kaybı yok ancak ilkyardım gerektiren
Hafif	2	İş saati kaybı var ancak iş günü kaybı yok, ayakta tedavi ilkyardım gerektiren
Orta	3	Hafif yaralanma ve yatarak tedavi gerektiren
Ciddi	4	Ölüm, ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
Çok Ciddi	5	Birden çok ölüm, sürekli iş görememezlik

Çizelge 3.3: Risk Skor (Derecelendirme) Matrisi (L Tipi Matris)

		ŞİDDET				
İHTİMAL		1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)		Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)		Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)		Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)		Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)		Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Çizelge 3.4: Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

SONUÇ	YAPILACAK ÇALIŞMALAR
Tolere Edilemez Risk (25)	Risk kabul edilebilir seviyeye çekilene kadar çalışmaya başlanmaz, çalışma yapılıyorsa durdurulur. Yapılan çalışmalara rağmen risk düşürülemediyse, faaliyet engellenmelidir.
Kabul Edilemez Riskler (15, 16, 20)	Belirlenen risk azalınca kadar iş başlatılmamalı, acil önlem alınmalı, alınan önlemler dahilinde risk kabul edilebilir seviyeye getirilirse faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Dikkate Değer Riskler (8, 9, 10, 12)	Riski azaltıcı faaliyetler başlatılır. Oluşacak maliyetler, dikkatle ölçülür ve sınıflandırılır. Risk azaltma önlemleri için belirli zamanlar ve periyotlar belirlenir.
Kabul Edilebilir Riskler (2, 3, 4, 5, 6)	Mevcut kontrollere devam edilir. Mevcut kontrollerin, uygulanıp uygulanmadığı denetlenmelidir. İlave faaliyete ihtiyaç yoktur.
Önemsiz Risk (1)	Herhangi bir tedbir veya faaliyet gerektirmez.

3.2.2 Fine-Kinney risk analiz yöntemi

İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliğinin uygulanması amacıyla risk değerlendirme yöntemi olarak kullanılan yöntemlerden biri de Fine-Kinney yöntemidir. İlk olarak Kinney (1976) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma ile literatüre sunulmuştur. Bu yöntem aslında, deterministik ve kalitatif yöntemlerin

karışımıdır. Fine-Kinney yönteminde temel uygulama, risklerin derecelendirilmesi sonrasında işlem adımlarının önceliklerinin belirlenmesi ve eldeki kaynakların ne şekilde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaştıran bir yöntemdir.

Fine-Kinney yönteminde, riskin oluşma olasılığı, riskin oluşma sıklığı ve risk şiddeti olmak üzere üç faktör kullanılarak risk skoru hesaplaması yapılır. Yöntemin matematiksel formülü;

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Sıklık} \times \text{Şiddet}$$

İşletmelerde geçmiş ait verilerin ve geleceğe ait öngörülerin kullanıldığı Fine-Kinney yönteminde, kullanılan verilerin geçmiş ramak kala olay ve kazalara ait bilgileri de yeniden değerlendirmesiyle içerikte bulundurması elde edilecek sonuçların tutarlılığını artırır. Fine-Kinney yönteminde, çalışanların risk altında tehlikeye maruz kalma sıklığı dikkate alındığından, bu yöntemin diğer risk değerlendirme yöntemlerinin birçoğuna göre daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür. Fine-Kinney yönteminde, tehlike veya tehlikelerden etkileneceği düşünülen kişilerin zaman içinde tehlikeye maruz kalma sayısı sıklık veya frekans olarak ifade edilir. Fine-Kinney yöntemini matris yönteminden ayıran en büyük özellik de bu sıklık değerinin kullanılmasıdır (Oturakçı, M. ve Dağsuyu, C., 2017).

Bu yöntemde kullanılan frekans, olasılık ve şiddet ifadeleri için kullanılan ölçekler Çizelge 3.5, Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.5: Frekans Terimi İçin İfade ve Değerler

Sözel ifade	Görülme sıklığı	F değeri
Saat bazında bir veya daha sık	Sürekli	10
Gün bazında bir veya daha sık	Sık sık	6
Hafta bazında bir veya daha sık	Ara sıra	3
Ay bazında bir veya daha sık	Sık değil	2
Yıl bazında bir veya daha sık	Seyrek	1
Yıl bazında bir veya daha az	Çok seyrek	0,5

Kaynak: Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976).

Çizelge 3.6: Olasılık Terimi İçin İfade ve Değerler

Olasılık İfadesi	Olasılık Değeri
Kesinlikle beklenir	10
Oldukça mümkün, %50	6
Seyrek fakat mümkün	3
Düşük olasılıkta fakat mümkün	1
Çok düşük olasılıkta, beklenmez	0.5
Pratikte imkânsız	0.2
Neredeyse imkânsız	0.1

Kaynak: Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976).

Çizelge 3.7: Şiddet Terimi İçin İfade ve Değerler

Şiddet İfadesi	Şiddet Değeri
Birçok ölümün yaşanması	100
Birkaç ölümün yaşanması	40
Ölüme varabilecek çok ciddi yaralanma	15
Uzuv kaybı, kalıcı sağlık etkisi, sakat kalma	7
Ayakta tedavi gerektiren yaralanma	3
İşyerinde ilkyardım gerektiren durum	1

Kaynak: Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976).

Çizelgelerde (4.5, 4.6, 4.7) gösterilen frekans, olasılık ve şiddet değerlerinin ele alınan risk için hesaplanması sonucunda elde edilen değer, diğer tüm riskler için hesaplanan değerle mukayese edilerek büyükten küçüğe sıralanır ve en büyük skora sahip riskin, risk önleme ve kontrol çalışmalarında ilk olarak ele alınması beklenir.

$$\text{Risk Değeri (R)} = \text{Frekans (F)} \times \text{Olasılık (O)} \times \text{Şiddet (Ş)} = F \times O \times Ş$$

$$\text{Risk Değeri (R)} = F \times O \times Ş$$

Formülüne göre yapılan hesaplama sonucunda elde edilen değerlerin büyüklüğüne göre düzey sınıflandırması Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8: Risk Skoru Düzey Sınıflandırması

Risk Skoru (R)	Sonuç ve Yaklaşım
$R > 400$	Çok yüksek risk, yapılan iş durdurulup acil gerekli önlemler alınmalı
$200 \leq R \leq 400$	Yüksek risk, kısa vadede gerekli önlemler alınmalı
$70 \leq R < 200$	Önemli risk, dikkatle izlenmeli ve yıllık planlara önlemler eklenmeli
$20 \leq R < 70$	Olası risk, önlem alınmalı
$R < 20$	Kabul edilebilir risk, önlem alınması öncelikli değildir

Kaynak: Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976).

3.2.3 Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)

Amerikan Ordusu tarafından geliştirilen bu yöntemdir. Sistem ve ekipman hatalarının değerlendirilmesinin ön plana çıkarıldığı bir güvenilirlik saptama tekniğidir. Projenin başarısı ile personel ve ekipman güvenliği açısından hatalar sınıflandırılmıştır (www.fmeca.com, 2006).

Atom, Otomobil, Uzay, İlaç, İletişim ve Ev gereçleri endüstrisi günümüzdeki FMEA tekniği uygulama alanları olarak sıralanabilir (Düzgüner, 2002: 35).

Tespit edilen hata türleri için iyileştirme planlanması yerine, sistemin bütünü üzerinde katkıyı sağlayacak hata türlerini önceliklendiren bir yöntemdir (Musubeyli, 1999: 18).

Hata Türü ve Etkileri Analizi, riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması ilkesine dayanmaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, ağırlık ve tespit edilebilirlik tahmini yapılmaktadır (Akın, 1998: 7).

Ürün veya proste oluşabilecek hata türlerini, etkilerini ve kritiklik derecelerini kararlaştırmayı amaçlayan FMEA tekniği, oluşabilecek olası hataları önceden belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemeği hedefler. Planlanan imalat ve montaj adımlarıyla, bir ürünün tasarım karakteristiklerini analiz eder ve nihai ürünün beklentilerinin karşılanması hedeflenir. Başlıca amaç, olası hata türleri belirlendiğinde, hataları ortadan kaldırmak için düzeltici önlemler almak veya sürekli bir şekilde onların oluşma potansiyellerini azaltmak ve böylece ürünün geliştirilmesini sağlamaktır. Aynı zamanda montaj veya imalat süreçleri için sistemin dayandığı neden ve ilkeleri de dokümante etmektir. (Gül, 2001: 17; Huang, 2000: 603).

FMEA uygulama türlerinden özellikle Tez konusu UDS'lere uygulamada faydalanabilmek adına Sistem FMEA metodundan da faydalanılmıştır. Bu yöntemde ana hedef; operasyonel (etkinlik ve performans) faktörler ile ekonomik faktörler arasında bir denge oluşturmaktır. Hedefe ulaşmak için sistem FMEA; organizasyonun belirlenmiş ihtiyaç, istek ve beklentileri dikkate alınarak yapılmalıdır. Sistem FMEA tasarım ve ilk konsept belirlemede sistem ve alt sistemlerin analiz edilmesinde kullanılır. Sistemin fonksiyonları arasındaki olası hata türlerine odaklanan sistem FMEA, aynı zamanda sistemler arası ilişkileri ve sistemin elemanlarını da kapsamaktadır (Stamatis, 1995).

FMEA'nın üç temel unsuru vardır.

- İhtimal (olasılık): Zaman içinde hatanın gerçekleşme sıklığını gösterir, (1-10 arası)
- Şiddet: Hatanın ortaya çıkması sonrasında sonuçların derecesini gösteren değer, (1-10 arası)
- Tespit Edilebilirlik: Hataların olumsuz sonuçlara sebep olmadan tespit edilebilme derecesini gösterir, (1-10 arası)

Çizelge 3.9: Şiddet Terimi İçin İfade ve Değerler

SİSTEM FMEA ŞİDDET ETKİ SINIFLAMASI		
ETKİ	ŞİDDETİN ETKİSİ	DERECE
Uyarısız Gelen Tehlike	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok Yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip ağır yaralanmalara, 3. derece yanık, akut ölüm vb. etkiye sahip hata	8
Yüksek	Ekipmanı tamamen hasar görmesine sebep olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmemezlilik, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı vb. etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar, ezilmeler vb. hafif yaralanmalar ile kısa süreli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

Kaynak: Stamatis. (1995).

Çizelge 3.10: İhtimal (Olasılık) Terimi İçin İfade ve Değerler

HATA OLASILIĞI	HATA KÜMÜLATİF SAYISI	DERECE
Çok Yüksek:Kaçınılmaz Hata	½' den fazla	10
	1/3	9
Yüksek:Tekrar Tekrar Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta:Ara Sıra Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
	1/2.000	4
Düşük:Nispeten Az Olan Hata	1/15.000	3
	1/150.000	2
Pek Az:Olası Olmayan Hata	1/1.500.000'den düşük	1

Kaynak: Stamatis. (1995).

Çizelge 3.11: Tespit Edilebilirlik Terimi İçin İfade ve Değerler

TESBİT EDİLEBİLİRLİK	TESBİT EDİLEBİLİRLİK OLASILIĞI	DERECE
Tespit Edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği mümkün değil	10
Çok Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği hemen hemen kesin	1

Kaynak: Stamatis. (1995).

$$\text{Risk Öncelik Değeri (R)} = \text{İhtimal (İ)} \times \text{Şiddet (Ş)} \times \text{Tespit Edilebilirlik (TE)}$$

Çizelge 3.12: Risk Öncelik Değerleri

Sıra	Risk Öncelik Değeri	Karar
1	01 - 50 arası	Düşük Riskli
2	50 - 100 arası	Orta Riskli
3	100 - 200 arası	Yüksek Riskli
4	200 - 1000 arası	Çok Yüksek Riskli

Kaynak: Stamatis. (1995).

4. YENİ RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Uçak Durdurucu Sistemler'in altyapı, kurulum ve işletilmesine yönelik kendi hizmet sektörüne özgü ve özgün bir yapıya sahip yeni bir risk değerlendirme yöntemi geliştirilmesi bu çalışmada yer alan en önemli hedef olarak seçilmiştir. Bu amaçla daha önceki bölümlerde de açıklanan, UDS'lerin kurulu olduğu pek çok meydana gözlem, inceleme, araştırma ve yüz yüze görüşme neticesinde işyerleri ve çalışan üzerinden iş sağlığı ve güvenliği riskleri belirlenmiştir. UDS'lerde var olan iş sağlığı ve güvenliği risklerine ilişkin literatür taraması yapılması ve elde edilen bilgilerin saha verileriyle birleştirilmesi, ilk aşamada elde edilen taslak iş sağlığı ve güvenliği risk envanterinin elde edilen literatür ve saha verilerine dayalı risk envanterleri ve çalışanların uyması gereken kuralları belirleme aşamaları izlemiştir.

UDS'lerde ortaya çıkan risklerin nedenleri aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- İhmal
- Tecrübe eksikliği
- Dikkatsizlik
- Zaman baskısı
- Planlama hataları
- Yönetici baskısı

UDS'lere özgü mevcut iş sağlığı ve güvenliği risklerine ilişkin detaylı bir envanter oluşturulmasının ardından, önerilecek iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme metodolojisine rol model olabilecek risk değerlendirme yöntemleri incelenmiştir. Bu incelemede temel unsurlar risk envanteri elde edilmesi aşamasında olduğu gibi saha verileri ve akademik çalışmalardır. Bu amaçla;

Uygulama açısından baktığımızda Risk etmenleri arasında oldukça yaygın olarak kullanılan ve kolay bir yapıya sahip olan aynı zamanda risk değerlendirme metodlarında akla gelen ilk yöntem olan L- tipi matris metodu, temelde dört işlemden daha karmaşık denklemler içermemesinden yola çıkılarak ülkemizde sahada görevli iş güvenliği uzmanları tarafından çok iyi tanınan Fine-Kinney metodu, sistemlerin

uçuş faaliyetlerini doğrudan doğruya etkilemesinden kaynaklanan sistemler arası risk tespitlerinin de ortaya koyulabilmesi adına sistem FMEA ve bu metotların yanı sıra daha önceki bölümlerde açıklanan kriter ve yaklaşımlara ek olarak, tezin ana çalışma alanında yer alan UDS'lerde ve bunun sonucu uçuş etkinliğinde tespit edilen toplam 56 iş sağlığı ve güvenliği risk unsuruna yönelik çözüm önerileri de oluşturulmuştur. Ayrıca uygulama aşamasında, geliştirilen UDS-Risk değerlendirmesi yönteminin pilot uygulaması yapılmış ve oluşturulan çözüm önerileri tablosunun UDS'lerde var olan iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi ve ortadan kaldırılması açısından uygulanabilir oldukları görülmüştür.

Hibrit bir yapıya sahip yeni UDS-Risk değerlendirme yönteminin ortaya koyulmasından önce, toplam 56 risk unsurundan oluşan risk envanterinde belirtilen risk etmenlerinin, herhangi bir riskli durum oluşturmasına izin verilmeden ulaşılması gereken risksiz durum işlemleri belirlendikten sonra bu risklerin ortadan kaldırılmasını sağlayacak tedbirler listelenerek Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.7 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.1: Fiziksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Fiziksel Risk	Uçak girişi ve yakalama bandı geri sarma işlemi sırasında aşırı gürültü var	Özellikle bu operasyonlar esnasında gürültü ölçümleri yapıldı/yapılmaya devam ediyor	Gürültü yayan kısımlarda önlem alınmadığından KKD kullanımı sağlayın
Gürültünün azaltılması için ekipman üzerinde önlem alındı/izole çalışmaları devam ediyor				
2		Gece operasyonlarında çevre aydınlatması yetersiz	Yeterli aydınlatma projektörleri kuruldu/kuruluyor	İlgili birimlere aydınlatma ölçümü yaptırın. Periyodik olarak yapılmasını sağlayın
			UDS koruyucu barakaları üzerine çevreyi yeterli şekilde aydınlatma çalışmaları hayata geçirildi	Hava alanı kuralları çerçevesinde aydınlatma kullanın

Çizelge 4.1: (Devamı) Fiziksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
3		Termal konfor UDS kabinlerinde yetersiz	UDS koruyucu barakaları içerisinde sıcaklık ölçümlerinin yapılmasının çalışan termal konforu açısından faydalı olacağı değerlendirildi	UDS koruyucu barakaları içerisinde Sıcaklığın 18-24 °C arasında olmasını sağlayın
			UDS koruyucu barakaları içerisine çalışmalar anında yeterli termal konforu sağlayacak inverter klima konulması ile çalışanların sorunu çözülmeli	UDS koruyucu barakaları içerisinde düzenli olarak sıcaklık ölçümü yapın
4	Fiziksel Risk	Geri sarma işlemi kısmen manuel kumandalı yapıldığından operatör titreşime maruz kalıyor	Geri sarma işlemleri için titreşim ölçümleri yapılması planlandı	Geri sarma işlemleri için titreşim ölçümleri yapın
			Geri sarma işlemleri için bas-çek elektrikli kumanda istasyonu kurulmasının titreşim risklerini ortadan kaldıracağı değerlendirildi	Geri sarma işlemleri için bas-çek elektrikli kumanda istasyonu kurun
5		Operasyon ve bakım için personel sayısı yetersiz kaldığından personel fiziksel olarak aşırı zorlanıyor	Personel sayısında standart sayının altına düşülmemesi	Personele düzenli olarak bakım eğitimi sağlayın
			İlgili birimlerden personel eksikliğinin tamamlanması istenmeli	
6		Montaj işlemlerinde vinç çalışması esnasında personel hayati tehlike olan bölgeye girmekte	Vinç çalışma sahası içerisine personelin minimum girişi sağlanmalı	Personele verilen eğitim ile riskin ortadan kaldırılması veya azaltılmasını sağlayın
			Personele verilen eğitim ile risk ortadan kaldırılmış	

Çizelge 4.1: (Devamı) Fiziksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
7	Fiziksel Risk	Ağ kaldırma indirme işlemleri kuleden yapıldığında bakım personeli yeterli bir şekilde (ağ üzerinde personel olması) kontrol edilmiyor	Kule personeline gerekli uyarı ve eğitimler verilmeli	Kule personeline gerekli uyarı ve eğitimler verilmesi için ilgili yönetmeliklerde değişiklik yapılmasını teklif edin

Çizelge 4.2: Mekanik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Mekanik Risk	UDS uçak deneme girişlerinde görevli personel yerleşimi uygun değil	Uçak deneme girişlerinde görevli personelin UDS sistemlerinden en az 50 metre baraka hizasından uzaklaşması	Personele verilen eğitim ile riskin ortadan kaldırılması veya azaltılmasını sağlayın
2		Periyodik kontroller çoğu zaman masa başında çeklist doldurularak yapılıyor	Periyodik kontrollerin cihaz başında yapılması	Periyodik kontrollerin UDS'lerin çalışma alanında yapılmasını sağlayın
3		Tedarik gecikmelerinden dolayı miadı geçmiş malzeme kullanımı devam ediyor	Kullanım ömrü dolan sarf malzeme derhal kullanımdan çıkarılmalı/yedeği yok ise NOTAM çekilmeli	Kullanım ömrü dolan sarf malzemelerle ilgili hiçbir zaman risk alınmamasını sağlayın.
4		Makine Koruyucuları Kullanılmıyor	Makine koruyucular kullanılıyor	Makine koruyucuların sürekli takılı olmasını sağlayın

Çizelge 4.2: (Devamı) Mekanik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
5	Mekanik Risk	Geri sarma sırasında operatörler yakalama bandı aşınmalarını ve burkulmalarını azaltmak için bant konnektörlerinin aynı anda geri gelmesine dikkat edilmiyor	Geri sarma işlemlerinde personel verilen eğitimle işlemin senkronize bir şekilde yapılması	Geri sarma işlemlerinde personele doğru eğitimin verilmesi ile birlikte aylık olarak yeterlilik kontrolü sağlayın
6		Çelik halat (pendant) ön yükleme gerilimi (2000 psi/135 bar) genellikle kontrol edilmiyor	Günlük/gün içerisinde kontroller sağlanıyor	Çelik halat (pendant) ön yükleme geriliminin (2000 psi/135 bar) önemi hakkında personel düzenli eğitim verilmesini sağlayın.
7		Montaj işlemlerinde kod ve eksen ölçümleri farklı personeller tarafından kontrol edilmiyor	İnşaat işlemlerinde ikinci bir kişi tarafından gerekli ölçümler yapılıyor	Montaj işlemlerinde kod ve eksen ölçümlerinin ikinci bir yetkim kişi tarafından kontrolünü sağlayın
8		Beton vibratör işlemlerinde olması gereken (2-4 sn) süreye dikkat edilmiyor	Vibratör kullanan personel verilen gerekli eğitimler sonrası uygulamada sorun yaşanmıyor	Personele kaide beton işlemleri öncesi gerekli eğitimin verilmesini sağlayın
9		Demir donatı imalatlarında yeterli destekleyici malzeme kullanılmıyor	Demir donatı projelerine ilave yapılması sonrası yeterli sayıda sehpa destekleri ile sorun yaşanmıyor	Demir donatı projelerinin güncellenmesini sağlayın
10		İnşaat kalıp işlemlerindeki üst kod yeterli kontrol yapılmadığında montaj sonrası bant sürtmeleri veya yağmur suyu birikmesi oluyor	Kod ölçümleri her aşamada tekrar yapılarak hata payı sıfıra inmesi sağlandı	Kaide inşaatları kalıp işlemlerinde üst kod ölçümlerinin devamlılığını sağlayın

Çizelge 4.2: (Devamı) Mekanik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
11	Mekanik Risk	Beton dökümünde hatalı bir şekilde (mikserin arkasına tek kova takılarak) yüksekte dökülmesi, yeterli sulama işleminin yapılmaması/yanlış saatlerde yapılması	Beton dökümü sorumlu personeline gerekli eğitimlerin verilmesi sonrası hatalı beton dökümü yaşanmıyor/ sulama doğru saatlerde sabah erken ve gün batımı saatlerinde yapılıyor	Personele kaide beton işlemleri öncesi verilecek eğitimlere risk konusunu verilerin eklenmesini sağlayın

Çizelge 4.3: Ergonomik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Ergonomik Risk	UDS koruyucu barakaları çok dar ve küçük	UDS koruyucu barakaları için konfor alanı daha geniş baraka planları hazırlandı.	Çalışma ergonomisine uygun UDS koruyucu baraka projelerinin standardını sağlamak için yönergelere eklenmesini sağlayın
			Gerekli prototip uygulamalar yapılmaya başlandı	Mevcut tüm UDS koruyucu barakaların değişimini sağlayın

Çizelge 4.3: (Devamı) Ergonomik Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri	
2	Ergonomik Risk	Çalışma alanı darlığından çalışma duruşları uygun değil	Çalışma alanı geniş yeni UDS barakaları, çalışma alanı konforunu rahatlattı	Oturarak yapılan işlerde vücut eklemlerinin dik açıda olmasını sağlayın,	
			Personele çalışma duruşları ile ilgili eğitim verilmesi planlandı	Uzanma mesafesinin ön kol uzunluğunu aşmamasını sağlayın	
				20 kg'dan ağır yükler için calaskar, transpalet, el arabası, raylı makara, gibi ekipmanlar hazırlayın	
		3	Masa-Sandalye yok, gerekli formlar cihaz başında doldurulamıyor	Yeni baraka kullanımı sonrası UDS barakalarının bir köşesine çalışma masası ve sandalyesi konulması planlandı	Çalışanların vücut ölçülerine ve genel ergonomik kurallara uygun Masa ve sandalyeler sağlayın
		4	Monoton çalışma yapılıyor	Personelin monotonluktan çıkması için özellikle bekleme zamanlarında çeşitli kültür fizik hareketleri planlandı	Tekrarlayan işler için aynı kişinin sürekli aynı işi yapmasını önleyin, ara dinlenmelerini sıklaştırın
		5	Düzenli aralıklarla mola verilmiyor	Sabah ve öğleden sonra olmak üzere 15'er dakika nöbetçi personel hariç mola verilmesi teklifi sunulması planlandı	En geç 45 dakikada bir defa çalışanların en az 30 adım atarak hareket etmesini sağlayın
6	Direkt güneş ışınlarına maruz kalıyor	Direkt güneş ışınlarına maruz kalan personel için gerekli koruyucu sağlık ekipmanları kullanılıyor	Koruyucu sağlık ekipmanlarının sürekli tedarikini sağlayın		

Çizelge 4.4: Kimyasal Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Kimyasal Risk	Operatörler kimyasal fren balata tozlarına maruz kalıyor	Baraka çatı kısımlarına özellikle fren balatalarının üst kısmına çalışma anında açılıp kapanan aspiratör konuldu	Personele kimyasal toz soluma zararları ile ilgili eğitim verilmesini sağlayın
			Günlük periyodik bakımların özellikle bu bölgelerde daha titiz yapılması ve hava tutulması planlandı	Balata tozlarının solunmaması için maske kullanın
2		Operatörler kimyasal fren balata dumanına maruz kalıyor	Baraka çatı kısımlarına özellikle fren balatalarının üst kısmına çalışma anında açılıp kapanan aspiratör konuldu	Personele kimyasal duman soluma zararları ile ilgili eğitim verilmesini sağlayın
3		Operatörler uçak egzoz dumanına maruz kalıyor	Bu alanda yapılacak çalışma için KKD kullanılmasının zorunlu olması planlandı	Personele egzoz gazı soluma zararları ile ilgili eğitim verilmesini sağlayın
4		UDS koruyucu baraka içinde güvenli depolama yapılamıyor	Yeni tip UDS koruyucu barakalarında az sayıda depolama alanı yapılması planlandı	Sadece acil müdahale için gerekli alet edevat depolanmasını sağlayın
5		Malzeme bilgi güvenlik formları dikkate alınmıyor	Periyodik olarak Malzeme Bilgi Formlarının önemi ve içeriği personel eğitim olarak verilmesi planlandı	UDS'lerde kullanılan tüm kimyasal maddeler için malzeme güvenlik bilgi formlarını tedarikçilerden isteyin
6	Geri sarma motoru egzoz bağlantıları	Geri sarma motorlarının tamamı için egzoz takılması ve en kısa mesafeden çatı üstünden tahliyesi planlandı	Egzoz kaçağı olup olmadığı kontrolünü aylık bakım çeklistlerine eklenmesini sağlayın	

Çizelge 4.5: Elektriksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Elektriksel Risk	Topraklama kontrolü yapılmıyor	Tüm UDS'lerde topraklama kontrolü yapılması planlandı	UDS'lerde bulunan elektrikli veya statik elektrik birikimi oluşturabilecek makine-ekipmanın topraklamasının yapılmasını sağlayın
			UDS'lere topraklama kontrolü periyodik kontrol listesine eklendi	UDS topraklama kontrolünün periyodik kontrolünü sağlayın
2		Kaçak akım rölesi bulunmuyor	Tüm panolara kaçak akım rölesi konuldu	Elektrik panosunda kaçak akım rölesi bulunmasını sağlayın
3		UDS koruyucu baraka içerisinde bulunan panolarda önlem alınmamış	Kilit altına alındı	UDS koruyucu baraka içerisinde bulunan panoların kilitli olmasını sağlayın ve haftalık kontrolünü sağlayın
4		UDS'lerde kullanılan aküler, özellikle yedek aküler düzenli kontrol edilmiyor	UDS'lerde akü kontrolü günlük periyodik kontrol listesine eklendi	Akülerin kontrollerinin günlük yapılmasını sağlayın
5	UDS'lerde kullanılan seyyar elektrik donanımlarının standart dışı olması	Standartlara uygun donanım kullanımı sağlandı	Standartlara uygun olmayan ekipmanların kullanımı yasaklandı, sürekli kontrol edilmesini sağlayın	

Çizelge 4.5: (Devamı) Elektriksel Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
6	Elektriksel Risk	Hasarlı panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmemesi	Hasarlı panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmesi sağlandı	Panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmesini sağlayın
7		Pano kapaklarının açık bırakılması	Pano kapaklarının açık bırakılmıyor	Pano kapaklarının kapalı tutulması günlük kontrol formlarına eklenmesini sağlayın
8		Elektrik kablolarının zeminde düzensiz yer alması	Çalışma ortamındaki tüm kabloların geçiş güzergahlarında ve zeminde muhafazası sağlandı	Elektrik kablolarının muhafaza altında olduğunun sürekli kontrolünü sağlayın

Çizelge 4.6: İdari Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	İdari Risk	Yeterli İSG eğitimi verilmemiş	İSG eğitimi periyodik olarak tekrarlanıyor	UDS çalışanlarının yeterli İSG eğitimi almasını sağlayın
2		Ramak kala bildirim sistemi kurulmamış	Ramak kala bildirim sistemi kuruldu	Tehlikeli durum veya ramak kala olaylarının atlanmaması için bir kayıt sistemi oluşturun
3		Risk değerlendirmesi yapılmamış	Risk değerlendirmesi bütünü kapsayacak şekilde yapıldı	UDS'lerin tamamını kapsayacak şekilde risk değerlendirilmesi yapılmasını sağlayın

Çizelge 4.6: (Devamı) İdari Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
4	İdari Risk	İSG profesyoneli takip etmiyor	Teklif edildi	UDS çalışan sayısı fazla olmasa da tehlike sınıfı gereği iş güvenliği uzmanı görevlendirilmesini sağlayın, bununla ilgili bildirimleri tamamlayın
5		KKD kullanımı yok/uygun değil (özellikle UDS montaj işlemlerinde)	UDS montaj işlemlerinde KKD kullanımı ve denetlemesi yapılıyor	UDS personelinin iş yaptığı bölümdeki risklere uygun KKD temin edin, kullanım durumunu sürekli gözlemleyin
6		Makine/ekipman periyodik kontrol kayıtları masa başında tutuluyor	Periyodik Kontrol formları cihaz başında görerek dolduruluyor	Makine/ekipmanın periyodik kontrol kayıtlarını sistemlerin bulunduğu barakalarda tutun, söz konusu işlemi sistematik hale getirin
7		UDS eğitimi okul döneminde alındıktan sonra farklı birimlerde çalışan personel yıllar sonra sistemde görevlendiriliyor	UDS eğitimi alan personelin başka birimlerde görevlendirilmemesi	UDS eğitimi alan personelin başka birimlerde görevlendirilmemesi için üst birimlere bildirimlerde bulunun
8		Sağlık muayeneleri/ eğitimleri UDS risklerini (gürültü, titreşim, kimyasal maruziyet vb.) değerlendirilmeden yapılıyor	Muayene ve eğitimlerde yeniden planlama yapılması	UDS riskleri (gürültü, titreşim, kimyasal maruziyet vb.) göz ardı edilmeden sağlık kontrolleri içim bildirimlerde bulunun
9		Ziyaretçi/yetkisiz kişilerin girişi kontrol altında	Daha net önlem alınmış (Kapılar kilitli tutuluyor)	UDS koruyucu barakalarının sistem hazır durumlarında kilitli kalmasını sağlayın

Çizelge 4.6: (Devamı) İdari Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
10	İdari Risk	Tuvalet ve lavabo hijyeni uygun değil	Kişisel temizlik malzemeleri düzenli sağlanıyor. Hijyen kontrolü var	Tuvalet ve lavabo hijyenlerini iyileştirmek için ilgili birimlere modernizasyon teklifinde bulunun
11		Soyunma/giyinme amaçlı ayrılan bölümler yetersiz	Talebin üst yönetime bildirilmesi planlandı	Soyunma/giyinme amaçlı ayrılan bölümler için ilgili birimlere modernizasyon teklifinde bulunun
12		Acil müdahale araçları birçok kullanım alanında yok/yetersiz	UDS birimine tahsis edilmiş araçların birim önünde hazır bekletilmesi sağlanmış	UDS birimine tahsis edilmiş araçların birim önünde hazır bekletilmesi için yönergenin uygulanması konusunda üst mercilere bildirim yapılmasını sağlayın
14		Haşerelere karşı yeterli önlem alınmamış	Yeterli haşere önlemi alınıyor	İlgili birimlerden haşere mücadelesinin sürekliliği için destek talep edin
15		Yemek yeme amaçlı bölüm genel yemek alanlarından ayrı olduğundan kontrolsüz, yeterli ekipman yok	Üst yönetime sorunun çözümü için talep iletilmesi planlandı	Yemek yeme amaçlı bölüm genel yemek alanları için ilgili birimlere modernizasyon teklifinde bulunun
16		Personel sayısı yetersiz olduğundan personel dinlenmeden çalışmak zorunda kalıyor	Personel talebi üst yönetime periyodik olarak kontrol edilerek bildiriliyor	Personel sayısı yetersiz olduğunda bildirimde bulunun

Çizelge 4.7: Genel Düzenle İlgili Riskler İçin Tespit Edilen Risk, Risksiz Durum İşlemi ve İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri

No	Risk Kategorisi	Tespit Edilen Risk	Risksiz Durum İşlemi	İyileştirme-Düzeltilme Tedbirleri
1	Genel Düzenle İlgili Risk	Operatörlerin bekleme birimlerinde acil çıkış kapıları yok	Acil çıkış kapıları karanlıkta da görülecek ve dışa açılacak şekilde yapılmış	Yangın, deprem, patlama, yıkılma gibi acil durumlar için bir acil kaçış yolu belirleyin ve tüm çalışanları bu konuda bilgilendirin
2		Raf ve dolaplar sabitlenmemiş	Depolarda bulunan raf ve dolaplar sabitlenmiş	UDS'lerde ve depolarda bulunan tüm raf ve dolapları duvara veya zemine sabitleyin, devrilme riskini azaltın
3		Raflardan malzeme düşmesini engelleyici tedbirler yetersiz	Raf önlerine malzeme düşmesini engelleyici tedbirler alınmış	Yedek malzemelerin ve alet edevatların koyulduğu rafların ön kısmına düşmeye karşı bariyer yerleştirin

4.1 Önerilen Yeni Risk Değerlendirme Yönteminin Formülleştirilmesi

Tez çalışmasının en önemli kazanım hedefi, Uçak Durdurucu (Bariyer) Sistemlerine özgü ve özgün bir yapıya sahip yeni bir risk değerlendirme yöntemi geliştirilmesidir. Bu amaçla daha önceki bölümlerde detaylı olarak açıklanan ve söz konusu sistemleri kullanan birimlerde inceleme, araştırma ve neticesinde hazırlanan iş sağlığı ve güvenliği risk envanteri, kullanıcı personel ile genişletilmiş ve bir kez daha teyit edilmiştir.

Ülkemizdeki yüksek riskli organizasyonlara sahip işyerlerinin uyması gereken kurallar belirlenerek, bu kurallara uygun risklerin envantere eklenebilmesi amacıyla iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı taraması yapılmış olup, elde edilen sonuçlar envantere eklenerek literatür ve gerçek saha verilerine dayalı risk envanteri, Uçak Durdurucu (Bariyer) Sistemleri ile ilgili envanterin son halini alması sağlanmıştır.

UDS'lerde 56 temel risk unsuru tespit edilmiş olup, bu risklerin ortadan kaldırılması amacıyla oluşturulacak önlemler belirlenmiştir. Yüksek riskli organizasyonlardan biri olan UDS'lere özgü yöntemin formülleştirme çalışmalarında

daha önceki kısımlarda incelenen Olası Hata Türleri ve Etki Analizi (Failure Mode And Effects Analysis-FMEA), Fine-Kinney ve 5x5 Matris yöntemlerinde de kullanılan özellikler temel olarak korunarak (Şiddet x Frekans x Olasılık) UDS'lerin faaliyetine devam edip etmemesini doğrudan değerlendiren “Uçuşa Etki” ve her risk değerlendirme formülünde olması gereken ancak bir çok formülde göz ardı edilen “Tespit Edilebilirlik” değerleri de formüle eklenerek Literatüre UDS-Risk tanımlamasıyla nitel ve nicel yaklaşımları beraberinde sunan yeni bir Hibrit yöntem geliştirilmiştir.

$$\text{UDS-Risk} = \text{FREKANS} \times \text{ŞİDDET} \times \text{TESPİT EDİLEBİLİRLİK} \times \text{OLASILIK} \times \text{UÇUŞA ETKİ}$$

UDS-Risk yöntemi için geliştirilen Frekans, Şiddet, Tespit Edilebilirlik, Olasılık, Etki terimlerine ilişkin ifadeler Çizelge 4.8 ile Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.8: UDS-RİSK İçin Frekans Yaklaşımı

Frekans	Kriter
1	Tehlikeye Maruz Kalma Tekrarı Seyrek/Düşük
2	Tehlikeye Maruz Kalma Tekrarı Sık Değil/Ara Sıra
3	Tehlikeye Maruz Kalma Tekrarı Sık/Sürekli

Çizelge 4.9: UDS-RİSK İçin Şiddet Yaklaşımı

Şiddet	Kriter
1	Ucuz Atlatma
2	Kalıcı Etkisi Olmayan Durum
3	Kalıcı Sağlık Etkisi, Yaralanma
4	Uzuv Kaybı, Sakat Kalma,
5	Ölümün Yaşanması

Çizelge 4.10: UDS-RİSK İçin Tespit Edilebilirlik Yaklaşımı

Tespit Edilebilirlik	Kriter
1	Kontroller Sonucu Hata Türü Tespiti Çok Yüksek
2	Kontroller Sonucu Hata Türü Tespiti Mümkün
3	Kontroller Sonucu Hata Türü Tespiti Orta Derece
4	Kontroller Sonucu Hata Türü Tespiti Oldukça Düşük
5	Kontroller Sonucu Hata Türü Tespiti Mümkün Değil

Çizelge 4.11: UDS-RİSK İçin Olasılık Yaklaşımı

Olasılık	Kriter
1	Hatanın Meydana Gelme Olasılığı Çok Düşük
2	Hatanın Meydana Gelme Olasılığı Düşük
3	Hatanın Meydana Gelme Olasılığı Orta Derece
4	Hatanın Meydana Gelme Olasılığı Yüksek
5	Hatanın Meydana Gelme Olasılığı Çok Yüksek

Çizelge 4.12: UDS-RİSK İçin Uçuşa Etki Yaklaşımı

Uçuşa Etki	Kriter
1	Uçuşu Etkilemez Faaliyetler Devam Eder
2	Uçuşu Etkiler Ancak Acil Durumlar İçin Faaliyetler Devam Edebilir
3	Uçuşu Etkiler Faaliyetler Durur

UDS-Risk skoru çizelgelerde sunulan kriterlere göre belirlendiğinde, tespit edilen risk için önlem alınabilecektir. Çizelge 4.8 ile Çizelge 4.12 arasındaki değerler oluşturulurken her matris yaklaşımı UDS'ler değerlendirilerek tasarlanmıştır. Örneğin Frekans ve Uçuşa Etki yaklaşımlarını 3 çarpanla değerlendirilmesinin temel nedeni uçuş operasyonlarının tercih edilen 3 kıstas haricinde alternatif yaklaşımlara kapalı olmasıdır. Şiddet, Olasılık ve tespit edilebilirlik kavramlarında ise 5 çarpanla tercih edilmesinin yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bu kavramların 3 çarpanla tercih edilmesinin ise gerçeklikten uzaklaşma oluşturacağı değerlendirildiğinden ne 5x5 nede 5x3 L- tipi matris yaklaşımı tercih edilmemiş olup hibrit yaklaşım L-tipi matris içerisinde de tercih edilmiştir.

UDS-Risk analiz yönteminin değerlendirilmesi amacıyla da literatürde mevcut risk değerlendirme yöntemlerinde yer alan sonuç ve önlem değerlerine benzer UDS-Risk sonuç ve yaklaşım tablosu (Çizelge 4.13) oluşturulmuştur. Bu bağlamda;

Çizelge 4.13: UDS-RİSK Değer ve İfadeleri

	UDS-Risk Yöntemi
En yüksek risk skoru	1125
Ara değerler	16, 48, 72, 675
En düşük risk skoru	1
Sonuç ve yaklaşım ifadesi	Kabul edilemeyecek risk, uçak iniş faaliyetini durdurun/başka piste yönlendirin, an itibariyle önleme faaliyetine başlayın
	Yüksek risk, derhal gerekli önlemler alınmalı
	Olası risk, önlem alınmalı
	Kabul edilebilir risk, önlem alınması öncelikli değildir

UDS-RİSK Değer ve ifadeleri ile Risk skor tablosu, sektör bazında ortaya konulması tecrübe ve bilgi birikiminin yanı sıra tespit zorluklarının yanı sıra bilgi gizliliği de gözetilerek her bir değer skalası sistem ve uçuş emniyeti açısından titizlikle belirlenmiş olup; bu kapsamda düzenlenmiş olan UDS-Risk yöntemi “Risk Skor” tablosu Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14: UDS-RİSK Skor Tablosu

Risk Skoru (R)	
$R > 675$	Kabul edilemeyecek risk, uçuş faaliyetlerini başka piste yönlendirin, an itibariyle önleme faaliyeti başlatın
$72 \leq R < 675$	Çok riskli, uçuş faaliyeti öncesi/Maruziyet meydana gelmeden gerekli önleme faaliyetlerini tamamlayın
$48 \leq R < 72$	Riskli, en geç gün içinde önleme faaliyeti başlatın
$16 \leq R < 48$	Olası risk, önlem alınmalı
$R < 16$	Az riskli, aylık önleme faaliyetinde tedbir alın

4.2 Önerilen UDS-Risk Değerlendirme Yönteminin Uygulaması

Uçak Durdurucu Bariyer Sistemlerinin özellikle uçuş faaliyetlerine özgü kullanım gereksinimi göz önüne alındığında söz konusu sistemlere özgün bir risk değerlendirme yöntemi olarak ortaya konulan UDS-Risk Değerlendirme Yönteminin, işlerliğinin kontrol edilmesi, kullanıcı değerlendirmelerine göre olumsuzluk içerip içermediğinin gözlenmesi, tanımlanan hibrit yöntemin risk değerlendirme yetkinliğinin tespiti ve ihtiyaç halinde gerekli güncelleme ve değişikliklerin yapılabilirliğini gözlemek amacıyla örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulama amacıyla, ortamın gözlenmesi, çalışan ve yöneticilerle yüz yüze görüşme yapılarak geliştirilen hibrit bir yapıya sahip UDS-Risk metodu mevcut

sistem üzerinde uygulanmıştır. Yöntemin uygulanması sonrasında elde edilen sonuçlar Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15: Tespit Edilen Riskler İçin UDS-Risk Yönteminde Verilen Değer ve Sonuçları

Risk Etmene	No	Tespit Edilen Risk	F	Ş	TE	O	E	UDS-Risk Skoru
Fiziksel Risk	1	Uçak girişi ve yakalama bandı geri sarma işlemi sırasında aşırı gürültü var	3	3	1	4	1	36.00
	2	Gece operasyonlarında çevre aydınlatması yetersiz	2	2	1	4	1	16.00
	3	Termal konfor UDS kabinlerinde yetersiz	3	2	1	3	1	18.00
	4	Geri sarma işlemi kısmen manuel kumandalı yapıldığından operatör titreşime maruz kalıyor	3	3	3	5	1	135.00
	5	Operasyon ve bakım için personel sayısı yetersiz kalıyor	2	2	4	3	1	48.00
	6	Montaj işlemlerinde vinç çalışması esnasında personel hayati tehlike olan bölgeye girmekte	1	3	4	4	1	48.00
	7	Ağ kaldırma indirme işlemleri kuleden yapıldığında bakım personeli yeterli bir şekilde (ağ üzerinde personel olması) kontrol edilmiyor	1	3	3	3	1	27.00
Mekanik Risk	8	UDS uçak deneme girişlerinde görevli personel yerleşimi uygun değil	3	5	2	3	2	180.00
	9	Periyodik kontroller çoğu zaman masa başında çeklist doldurularak yapılıyor	3	2	4	3	1	72.00
	10	Tedarik gecikmelerinden dolayı miadı geçmiş malzeme kullanımı devam ediyor	2	5	5	5	3	750.00
	11	Makine Koruyucuları Kullanılmıyor	3	2	4	4	1	96.00
	12	Geri sarma sırasında operatörler yakalama bandı aşınmalarını ve burkulmalarını azaltmak için bant konnektörlerinin aynı anda gelmesine dikkat edilmiyor	3	2	2	4	1	48.00
	13	Çelik halat (pendant) ön yükleme gerilimi (2000 psi/135 bar) kontrol edilmiyor	2	5	1	4	2	80.00
	14	Montaj işlemlerinde kod ve eksen ölçümleri farklı personeller tarafından kontrol edilmiyor	3	2	2	4	1	48.00
	15	Beton vibratör işlemlerinde olması gereken (2-4 sn) süreye dikkat edilmiyor	2	2	4	3	1	48.00

Çizelge 4.15: (Devamı) Tespit Edilen Riskler İçin UDS-Risk Yönteminde Verilen Değer ve Sonuçları

Risk Etmeni	No	Tespit Edilen Risk	F	Ş	TE	O	E	UDS-Risk Skoru
Mekanik Risk	16	Demir donatı imalatlarında yeterli destekleyici malzeme kullanılmıyor	2	3	2	4	1	48.00
	17	İnşaat kalıp işlemlerindeki üst kod yeterli kontrol yapılmadığında montaj sonrası bant sürtmeleri veya yağmur suyu birikmesi oluyor	2	3	2	4	1	48.00
	18	Beton dökümünde hatalı bir şekilde (mikserin arkasına tek kova takılarak) yüksekte dökülmesi, yeterli sulama işleminin yapılmaması/yanlış saatlerde yapılması	2	3	3	4	1	72.00
Ergonomik Risk	19	UDS koruyucu barakaları çok dar ve küçük	2	2	2	4	1	32.00
	20	Çalışma alanı darlığından çalışma duruşları uygun değil	2	2	4	3	1	48.00
	21	Masa-Sandalye yok, gerekli formlar cihaz başında doldurulamıyor	3	1	3	5	1	45.00
	22	Monoton çalışma yapılıyor	2	2	3	3	1	36.00
	23	Düzenli aralıklarla mola verilmiyor	2	2	2	2	1	16.00
Kimyasal Risk	24	Direkt güneş ışınlarına maruz kalması	3	3	4	3	1	108.00
	25	Operatörler kimyasal fren balata tozlarına maruz kalıyor	2	3	4	4	1	96.00
	26	Operatörler kimyasal fren balata dumanına maruz kalıyor	2	3	4	4	1	96.00
	27	Operatörler uçak egzoz dumanına maruz kalıyor	2	3	4	2	1	48.00
	28	UDS koruyucu baraka içerisinde güvenli depolama yapılamıyor	2	1	2	3	1	12.00
	29	Malzeme bilgi güvenlik formları dikkate alınmıyor	2	2	2	2	1	16.00
	30	Geri sarma motoru egzoz bağlantıları yok veya yetersiz	3	3	4	3	1	108.00
Elektriksel Risk	31	Topraklama kontrolü yapılmıyor	1	2	1	2	1	4.00
	32	Kaçak akım rölesi bulunmuyor	1	2	1	1	1	2.00
	33	UDS koruyucu baraka içerisinde bulunan panolarda önlem alınmamış	2	2	1	2	1	8.00
	34	UDS'lerde kullanılan aküler, özellikle yedek aküler düzenli kontrol edilmiyor	1	1	1	2	1	2.00
	35	UDS'lerde kullanılan seyyar elektrik donanımlarının standart dışı olması	2	2	2	3	1	24.00

Çizelge 4.15: (Devamı) Tespit Edilen Riskler İçin UDS-Risk Yönteminde Verilen Değer ve Sonuçları

Risk Etmeni	No	Tespit Edilen Risk	F	Ş	TE	O	E	UDS-Risk Skoru
Elektriksel Risk	36	Hasarlı panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmemesi	2	3	2	3	1	36.00
	37	Pano kapaklarının açık bırakılması	2	3	1	2	1	12.00
	38	Elektrik kablolarının zeminde düzensiz yer alması	2	3	1	2	1	12.00
İdari Risk	39	Yeterli İSG eğitimi verilmemiş	2	1	1	2	1	4.00
	40	Ramak kala bildirim sistemi kurulmamış	2	1	1	2	1	4.00
	41	Risk değerlendirmesi yapılmamış	2	1	1	1	1	2.00
	42	İSG profesyoneli takip etmiyor	2	1	2	3	1	12.00
	43	KKD kullanımı yok/uygun değil (özellikle UDS montaj işlemlerinde)	2	3	2	5	1	60.00
	44	Makine/ekipman periyodik kontrol kayıtları masa başında tutuluyor	1	2	2	4	1	16.00
	45	UDS eğitimi okul döneminde alındıktan sonra farklı birimlerde çalışan personel yıllar sonra sistemde görevlendiriliyor	1	3	2	5	1	30.00
	46	Sağlık muayeneleri/eğitimi UDS risklerini (gürültü, titreşim, kimyasal maruziyet vb.) değerlendirilmeden yapılıyor	2	3	3	5	1	90.00
	47	Ziyaretçi/yetkisiz kişilerin girişi kontrol altında tutulmuyor	1	1	2	3	1	6.00
	48	Tuvalet ve lavabo hijyeni uygun değil	1	2	3	2	1	12.00
	49	Soyunma/giyinme amaçlı ayrılan bölümler yetersiz	2	1	3	4	1	24.00
	50	Acil müdahale araçları birçok kullanım alanında yok/yetersiz	2	2	3	4	1	48.00
	51	Haşerelere karşı yeterli önlem alınmamış	1	1	2	3	1	6.00
	52	Yemek yeme amaçlı bölüm genel yemek alanlarından ayrı olduğundan kontrolsüz, yeterli ekipman yok	2	2	2	5	1	40.00
	53	Personel sayısı yetersiz olduğundan personel dinlenmeden çalışmak zorunda kalıyor	2	2	3	5	1	60.00
Genel Düzenle İlgili Risk	54	Operatörlerin bekleme birimlerinde acil çıkış kapıları yok	1	1	2	4	1	8.00
	55	Raf ve dolaplar sabitlenmemiş	1	2	2	3	1	12.00
	56	Raflardan malzeme düşmesini engelleyici tedbirler yetersiz	1	2	2	3	1	12.00

Yukarıda yer alan UDS-Risk Değerlendirme Yönteminin sonuçlarına ilişkin çizelgeye bakıldığında, yöntemde elde edilen sonuçların sıfır risk veya sıfır riske yakın sonuçlarla gerçekleşmesi gereken uçuş faaliyetlerinde, girdi, tedarik sorunları ve eğitimsiz personel (yaklaşımlarının almış olduğu kullanım ömrü dolmuş malzeme kullanımı) risklerinin, uçuş faaliyetlerinde ne kadar yüksek bir reel risk seviyesi ile karşı karşıya kaldığımızı açık şekilde göstermektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Bu çalışmada UDS'lerde karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımında önce titizlikle var olan tehlikeler ortaya konulmuş, tehlikelerin oluşturabileceği riskler belirlenmiş ve bu risklere ilişkin çözüm önerilerini içeren özgün bir yapının ortaya konulması hedeflenerek üç farklı risk değerlendirme yöntemi incelenmiş, bu amaçla ön inceleme ve uygulama faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Bu yapıda bir çalışmaya duyulan ihtiyacın temelinde, mevcut risk değerlendirme metotlarının özellikle yüksek riskli organizasyon çalışmalarında, tecrübeye bağlı bilgi birikimi ile ortaya koyulan kişilere endeksli çözümler olmasıdır. Sistemlerin daha uzun süreli faaliyetlerini sağlanmasının yanı sıra, çalışanların beden ve mental yapılarının artırılmasına katkı sağlayacak yaklaşımların eksikliğini gidermek hedeflenmiş olup, gerek akademik çalışmalar gerekse de saha uygulamaları ile UDS faaliyetlerinde riskleri ortadan kaldırmaya yönelik sistemlere özgün risk analiz yaklaşımı olan UDS-Risk Analiz yöntemi oluşturulmuştur.

Bu çalışma da, esas olarak; risk envanteri oluşturulmuş, tespit edilen risklerin ortadan kaldırılması amacıyla yapılması gerekenler tespit edilmiş, yeni bir risk değerlendirme yöntemi geliştirilmiş ve yeni yöntemin uygulamasının gerçekleştirilmesi aşamaları altında yürütülmüştür. Çalışmada iş güvenliği uzmanları, işyeri hekimleri, işveren vekilleri ve çalışanlarla yüz yüze görüşme ve tez konusu kapsamında değerlendirmelerinin alınması, mevzuatın, literatürün, ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlarca yürütülen saha uygulamalarının ve hazırlanan raporların detaylı analizi, işyerlerine gözlem ve inceleme amaçlı çalışma ziyaretleri düzenlenmesi ile saha uygulaması yapılması bu çalışmada izlenen yöntem ve kullanılan araçlardır.

Bu sonuç, sistemlerin ve çalışanların sağlık ve güvenlik durumlarına ek olarak askeri amaçlı kullanılan uçakların korunmasını da kapsayan iş sağlığı ve güvenliği açısından da önemli bir kazanım olarak değerlendirilmektedir.

5.2 Öneriler

Yapılacak sonraki çalışmalar açısından değerlendirildiğinde, iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımının oldukça geniş bir kaynak sağlaması nedeniyle bu veya benzer riskli organizasyonlarda çok sayıda araştırma ve inceleme yapılabileceği ifade edilebilir. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda özellikle havacılık sektörü gibi risklerinin belirlenmesi ve farklı sektörlere özgü risk envanteri oluşturulması ile yeni yaklaşımlara sahip risk değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi konusunda herhangi bir sınırlayıcı etken bulunmadığı değerlendirilmektedir.

Uçuş faaliyetlerinin yapısı gereğince uçuş destek ekiplerinden biri olan UDS ekiplerinin riske maruz kalan İSG eğitilmiş çalışan sayısı pozitif yönde değişiklik gösterdiğinde, tehlikeli risk skoru değerlerinin çok daha düşük olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adamowicz, M., Poświata, A. ve Wesolowski, M.** (2021). Operations & Maintenance of The Aircraft Arresting Gear Systems in The Polish Air Force. Journal of KONBiN 2021 Volume 51, Issue 1 DOI 10.2478/jok-2021-0008
- Advisory Circular AC No: 150/5220-9A.** U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2006. Adres: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5220_9a.pdf
- Advisory Circular AC No: 150/5220-9B.** U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration. Adres: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/draft-150-5220-9B.pdf
- Akın, B.,** 1998. ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi. Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Air Force Aircraft Arresting Systems Installation,** Operation, And Maintenance. FC 3-260-18F 28 October 2015. https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/fc_3_260_18f_2015.pdf
- Aven, T.,** (2007). "A unified framework for risk and vulnerability analysis and management covering both safety and security" Reliability Engineering and System Safety, 92:745-754.
- Aven, T.,** (2016). Risk Assessment and Risk Management: Review of Recent Advances on Their Foundation. European Journal of Operationa Research.: 1-13
- Bakhtavar, E. and Yousefi, S.,** (2018). Assessment of workplace accident risks in underground collieries by integrating a multi-goal cause-and-effect analysis method with MCDM sensitivity analysis. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 32(5) DOI:10.1007/s00477-018-1618-x
- Bernstein, P. L.** (1996). Against the Gods: The remarkable story of risk. New York: John Wiley & Sons.
- Bugalia, N., Maemura, Y. ve Ozawa, K.** (2021). Karmaşık Sistemlerde Ramak Kala Raporlama İçin Bir Sistem Dinamiği Modeli. Süleyman Demirel University Visionary Journal Safety Science, Y.2012, C.4, S.7. s.30-46
- Bulletin 001. Safety First** (2004). Technical Series II. Aircraft Arresting System. Basics. Engineered Arresting Systems Corporation.
- Büyük Endüstriyel Kaza Risklerinin Azaltılması (Bekra) İşletmeciler İçin Rehber** (2012-2014)(T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı " SEVESO II Direktifinin Uygulama Kapasitesinin Artırılması İçin Teknik Yardım "

projesi “Faaliyet 6:Kamunun Bilgilendirilmesi”). Adres:
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikbelge/icerikbelge3198.pdf>

Commercial Operations on Runways with Arresting Systems. Adres:
<https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2977.pdf>

Dabbagh, R., Yousefi, S., (2019). A Hybrid Decision-Making Approach Based on FCM and MOORA for Occupational Health and Safety Risk Analysis. Journal of Safety Research Volume 71, December 2019, Pages 111-123

DoD, (2000). Department of Defence. Standard Practice for System Safety, DoD, MILSTD-882D.

Düzgüner, E. (2002), Ürün Geliştirme Sürecinde Önleyici Kalite Güvence: FMEA Metodu ve Bu Metodun Bir Sanayi İşletmesindeki Uygulaması. (yüksek lisans tezi), Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

Emhan, A. (2009). Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetimde Kullanılan Teknikler. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 3. Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/29742>

Ertürk, M. (2019). Risk Yönetimi Boyutlarının Önem Belirlenmesinde Örgüt Yapısı Derecelerinin: Türkiye’deki Uçuş Eğitim Organizasyonları Üzerine Bir Uygulama. Aders: <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/26160>

Eren, H., & Kılıç, A. (2013). Örgütlerde Yenilikçilik Ortamı: Özellikli Bir Sektör Olarak Savunma Sanayiinde Durum. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27(3), 221-244.

ESCO. 61QSIIM STANCHION For Net Barrier Systems. PA 19014-3426, USA

FC 3-260-18F (Facility Criteria 3-260-18F). Adres:
https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/fc_3_260_18f_2015_c1.pdf

Gönültaş, B. (2021, Nisan 25). Küresel askeri harcamalar 2021'de ilk defa 2 trilyon doların üzerine çıktı. Adres: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/kuresel-askeri-harcamalar-2021de-ilk-defa-2-trilyon-dolarin-uzerine-cikti/2572>

Gül, M., Ak, M.F., Güneri, A.F., (2017). Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, Taylor & Francis. Adres:
https://scholar.google.com.tr/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=G%C3%BCI%2C+Ak+ve+G%C3%BCneri+%282017%29&btnG=

Gül, B., (2001). Kalite Yönetiminde Hata Türü ve Etkileri Analizi. (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Failure Mode and Effect Analysis. (2006). Adres: <http://www.fmeca.com>

Huang, G. Q. (2000). Failure mode and effect analysis (FMEA) over the www. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 16 (8), 603-608.

International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 16 (8): 603-608.

Kabakulak, T., (2019). Bir Tekstil İşletmesinde Risk Değerlendirme Uygulaması: 5x5 Matris ve HAZOP. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi. Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/907731>

- Kalkan, M.E., Deniz, V.,** (2013). Risk Kavramı Üzerine. Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi. Adres: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/821801>
- Karadağ, T.,** (2022). Askeri Birliklerde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Verimliliğe Etkisi ve Çözüm Önerileri. (Doktora Tezi) Adres: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay>.
- Karagöl, E., Palaz, S.,**(2004), “Does Defence Expenditure Deter Economic Growth in Turkey? A Cointegration Analysis”, Defence and Peace Economics, Vol:15, Issue:3.
- Kelek, A.Ç.,** (2024) Uçak Durdurucu Sistemler İçin Test Ünitesi Tasarımı (Yüksek Lisans Tezi). Adres: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kinney, G. F., & Wiruth, A. D.** (1976). Practical Risk Analysis For Safety Management (No. NWCTP-5865). Naval Weapons Center China Lake CA.
- Koltan, A., Orhon, H. Y., Yılmaz, S., Altay, M., Yılmaz, S. ve Çay, İ.,** (2010). Risk Değerlendirmede Kullanılan L Tipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığı Uygunluğunun Değerlendirilmesi, Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 4, 38- 43
- Kuo, R.J., Wu, Y.H., Hsu, T.S.,** (2012) Integration of fuzzy set theory and TOPSIS into HFMEA to improve outpatient service for elderly patients in Taiwan. J Chin Med Assoc 75(7):341–348
- Lee, Y. S., Kim, C. S., Ha, W. J. ve Han, J. H.** (2011). A Study on Evaluation of Aircraft Rapid Arresting System Using the Numerical Analysis. International Journal of Highway Engineering 13, Korea Institute of Science and Technology, doi:10.7855/IJHE.2011.13.1.185
- Liu, H.T., Tsai, Y.,** (2012). A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry. Safety Science Volume 50, Issue 4, April 2012, Pages 1067-1078. Adres: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753511003110>
- Liu, R., Liu, H.C., Shi, H., Gu, X.,** (2022). Occupational Health and Safety Risk Assessment: A Systematic Literature Review of Models, Methods, and Applications. Safety Science Volume 160, April 2023, 106050
- Managing Risk Across the Public Sector,** 2004: 3
- Mandal, S. et all.** (2015). Human error identification and risk prioritization in overhead crane operations using HTA, SHERPA and fuzzy VIKOR method. Expert Systems with Applications 42(20) DOI:10.1016/j.eswa.2015.05.033.
- Marais, K., Dulac, N., Carroll, J. ve Leveson, N.** (2009). Beyond Normal Accidents and High Reliability Organizations: The Need for an Alternative Approach to Safety in Complex Systems. Massachusetts Institute of Technology, journals.sagepub.com/doi/10.1177/0170840608101478

- Mao, Z., Chao, W. ve Sheng, H.** (2013). Optimization and Kinetic Simulation of Constant Runout Control System of Arresting Gear. *Journal of Shanghai Jiaotong University*, 2013, 47(08): 1179-1184
- Mashaqbeh, A., Munive-Hernandez, S. M., Khan, J. E., Khurshid, M. ve Khazaleh, A.** (2020). A system dynamics simulation model for environmental risk assessment at strategic level in power plants. *International Journal of Reliability and Safety*, 14(1), 58. doi:10.1504/ijrs.2020.105902
- Mikhalyuk, D., Voinov I. ve Borovkov, A.** (2008). Finite Element Modeling of the Arresting Gear and Simulation of the Aircraft Deck Landing Dynamics. 6th EUROMECH Nonlinear Dynamics Conference (ENOC 2008), Saint Petersburg, Russia
- Musubeyli, E. N.,** (1999). Ürünün Önemli Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesinde Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi ile Kalite Evinin Birlikte Kullanılması. Yayınlanmış doktora tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Olsen, E., Bjerkan, A. M. ve Navestad, T.** (2010). Modelling the effects of a large-scale safety culture programme: a combined qualitative and quantitative approach. *Journal of Risk Research*, 12(3-4), 389- 409. doi:10.1080/13669870902812271
- Oturakçı, M. ve Dağsuyu, C.** (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1), 17-25.
- Özdemir, Y., Gul, M., Celik, E.,** (2017). Assessment of occupational hazards and associated risks in fuzzy environment: a case study of a university chemical laboratory. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, Taylor & Francis. Adres: [https://scholar.google.com.tr/scholar?q=Ozdemir,+Gul,+and+Celik+\(2017\)&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.tr/scholar?q=Ozdemir,+Gul,+and+Celik+(2017)&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- Özkılıç Ö.** (2005). İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. TİSK
- Qayoom, A. ve H.W. Hadikusumo, B.** (2019). Multilevel safety culture affecting organization safety performance: a system dynamic approach. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 10, pp. 2326-2346. Adres: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2018-0355>
- Prabha, S. ve Raghavendrac, S.** (2020). Overview on Development of Multi-dimensional Aircraft Arresting System at the Time Adverse Failure of Landing Gear. *Scientific. Net Trans Tech Publications*, doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.830
- Peng, Y., Xie, P., Wei, X. ve Nie, H.** (2020). Dynamic Analysis and Security Characteristics of Carrier-Based Aircraft Arresting in Yaw Condition. *Journals Applied Sciences*, doi.org/10.3390/app10041253
- Shen, W., Zhao, Z., Ren, G. ve Liu, J.** (2013). Modeling and Simulation of Arresting Gear System with Multibody Dynamic Approach. doi.org/10.1155/2013/867012

- Silvestri, A., Felice, F., & Antonella Petrillo, A.** (2012). Multi-Criteria Risk Analysis to Improve Safety in Manufacturing Systems. *International Journal of Production Research*, 50, 4806-4821. Adres: <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.657968>
- Stamatis, D. H.** (1995). *Failure Mode And Effects Analysis – FMEA from Theory To Execution*, ASQC Quality Pres, Wisconsin.
- TO 35E8-2-5-4** (2017) Aircraft Arresting Barrier Model Bak-12 Illustrad Parts Breakdown. Adres : <https://govtribe.com/file/government-file/technical-manual-illustrated-parts-breakdown-ipb-bak-12-e32a-dot-pdf>
- Titas, D.** (2013) Typical Solutions for The Construction Site Employees' Safety. *Procedia Engineering Volume 57*, 2013, Pages 238-243TA
- Zhu, O., Wen, Z., Zhang, Z. ve Yu, Y.** (2012). Shipboard Aircraft Arresting System Modeling and Simulation. 2012 Second International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control. doi: 10.1109/IMCCC.2012.288

İnternet

- Url-1** <<https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2977.pdf>>, alındığı tarih: 24.03.2022.
- Url-2** <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5220_9a.pdf>, alındığı tarih: 15.02.2022.
- Url-3** <<https://www.edwards.af.mil/News/Photos/igphoto/2001622610/>>, alındığı tarih: 18.10.2024.
- Url-4** <<https://www.cw-ems.com/arresting-systems/mobile-arresting-systems-for-military-aircraft/default.aspx>>, alındığı tarih: 12.05.2022.
- Url-5** <<https://forums.bohemia.net/forums/topic/195178-preview-release-mobile-aircraft-arresting-system-maas/>>, alındığı tarih: 05.02.2023.
- Url-6** <<https://tr.finotek.com/shuttle-valve-structure-application/>>, alındığı tarih: 10.04.2023.
- Url-7** <<https://en.korvarsdefense.com/copy-of-sabit-kanca-hook-bariyer>>, alındığı tarih: 26.04.2023.
- Url-8** <https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/fc_3_260_18f_2015_c1.pdf>, alındığı tarih: 10.04.2023.
- Url-9** <https://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a4/publication/aftp3-32.15/aftp3-32.15.pdf>, alındığı tarih: 20.04.2023.
- Url-10** <<https://www.cw-ems.com/arresting-systems/emergency-arresting-systems-for-military-aircraft/default.aspx>>, alındığı tarih: 16.06.2023.

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 1996, Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizli Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü.

Yükseklisans : 2009, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

2020- Öğretim Görevlisi, T.C. İstanbul Rumeli Üniversitesi (Vakıf)

2018- Makine Mühendisi Bilirkişi, Adalet Bakanlığı (Kamu)

2016-2020 Denetçi Mühendisi, Yapı Denetim Şirketleri (Özel)

2001-2015 Atölye Mühendisi/Sistem Mühendisi, Milli Savunma Bakanlığı/Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Uçak Durdurucu Bariyer Sistemleri Teknik Yönetim Sorumlusu, (Kamu)

1998-2001 Plan Keşif Kontrol Mühendisi, Milli Savunma Bakanlığı/Deniz Kuvvetleri K.Lığı, (Kamu)

1996-1997 Üretim Mühendisi, Emsan Beşyıldız Çelik Sanayi, (Özel)

1991-1992 İşyeri Sahibi Güngördü Müteahhitlik, İnşaat ve Tesisat Taahüt, (Özel)

Sertifika

1. Denetçi Belgesi, Yapı Denetim Hakkında Kanun Gereği, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı-Ankara, Sertifika, 18.03.2016 (Ulusal)

Kurs

2. Bilirkişilik Temel Eğitimi, Adalet Bakanlığı Yargı Sistemi Kapsamında Bilirkişilik Eğitimi, Makine Mühendisleri Odası-Kayseri, Kurs, 16.10.2017 -19.10.2017 (Ulusal)

3. Mekanik Tesisat Uzman Mühendis Yetki Belgesi, Makine Mühendisleri Odası Mekanik Tesisat Hizmetleri Kapsamında Eğitim, Makine Mühendisleri Odası-Kayseri, Kurs, 11.04.2016 -17.04.2016 (Ulusal)
4. Yangın Tesisatı Mühendis Yetki Belgesi, Makine Mühendisleri Odası Mekanik Tesisat Hizmetleri Kapsamında Eğitim, Makine Mühendisleri Odası-Kayseri, Kurs, 11.02.2016 -13.02.2016 (Ulusal)
5. Sabit Kanca Tipi Uçak Durdurucu Eğitimi, Uçak Durdurucu Sabit Kanca Tipi Bariyer sistemi Kullanıcı ve bakım Eğitimi, 6 ncı ana Jet Üs K.lığı-Bandırma/Balıkesir, Kurs, 16.12.2014 -17.12.2014 (Ulusal)
6. Overhaul Training on the Super BAK-12 Aircraft Arresting Gear System, Super BAK-12 Uçak Durdurucu Bariyer Sistemi Revizyon Eğitimi, Engineered Arresting Systems Corporation ZODIAC AEROSPACE-
7. İş Sağlığı ve Güvenliği Kursu, Çalışma Hayatında İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi, 2 nci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 20.05.2014 -21.05.2014 (Ulusal)
8. BAK-12/500S/MK-6P Depot/Overhaul Training, BAK-12 / 500S / MK-6P Depo / Revizyon Eğitimi, Engineered Arresting Systems Corporation ZODIAC-Philadelphia/PA-USA, Kurs, 14.11.2011 -13.12.2011 (Uluslararası)
9. İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kursu, Çalışma Hayatında İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kursu Eğitimi, 2 nci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 01.04.2011 -01.04.2011 (Ulusal)
10. Malzeme Teknolojileri eğitimi, Milli Savunma Bakanlığı 2010 Yılı Hizmet İçi Eğitimi, Savunma Sanayi ve Teknoloji Eğitim Merkezi-Ankara, Kurs, 09.06.2010 -10.06.2010 (Ulusal)
11. Denetim ve Kabul Muayene Faaliyetleri Eğitimi, Denetim ve Kabul Muayene Faaliyetleri Kapsamında Uyulması Gereken Prosedürler Eğitimi, Savunma Sanayi ve Teknoloji Eğitim Merkezi-Ankara, Kurs, 30.03.2010- 02.04.2010 (Ulusal)
12. İhale Sürecinde Yasal Sorumluluklar, Kamu İhalelerinde İhale Sürecinde Yasal Sorumluluklar Eğitimi, 2 inci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 14.10.2008 -14.10.2008 (Ulusal)

13. Sabit Hook (Kanca) Bariyerleri, Uçak Durdurucu Sabit Hook (Kanca) Bariyerleri Kullanıcı Bakım ve Çalıştırma Eğitimi, 1 inci Ana Jet Üs K.lığı-Ekişehir, Kurs, 17.10.2007 -21.10.2007 (Ulusal)
14. HVBS DYS Doküman Yönetim Sistemi Eğitimi, Elektronik Ortamda Belge Oluşturma ve Yayınlama Eğitimi, 2 inci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 11.06.2007 -11.06.2007 (Ulusal)
15. Kalite Denetçiliği, Kalite Denetçiliği eğitimi, 2 nci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 29.05.2001 -01.06.2007 (Ulusal)
16. Servo Controlled SB-8 Absorber Operation, Maintenance and Overhaul Training Course, SB-8 Tip Uçak Durdurucu Bariyer Sistemleri İşletme, Bakım ve Revizyon Eğitim Kursu, Engineered Arresting Systems Corporation ZODIAC AEROSPACE-Philadelphia/PA-USA, Kurs, 10.02.2006 -26.02.2006 (Uluslararası)
17. 2'inci HİBM Oryantasyon Eğitimi, 2'inci HİBM K.lığı ırlık İçi Hizmet Eğitimi, 2 inci HİBM K.lığı-Kayseri, Kurs, 23.05.2005 -25.05.2005 (Ulusal)
18. İlk Kademe Yöneticilik, İlk Kademe Yöneticilik Esasları Üzerine Eğitim, 1'inci HİBM K.lığı, Kurs, 24.02.2004 -27.02.2004 (Ulusal)
19. T.O. Teknik Neşriyat, Uluslararası Teknik Neşriyat Kullanım Eğitimi, 1'inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 15.10.2002 -18.10.2002 (Ulusal)
20. ISO 9000:2000/AQAP:2000 Kalite Yönetim Sistemi Eğitimi, Standartlara uygun ve kaliteli üretimi teşvik edecek her türlü çalışmayı yapmak ve bunlarla ilgili belgeleri düzenleme eğitimi, 1'inci HİBM K.lığı, Kurs, 09.10.2002 -09.10.2002 (Ulusal)
21. Yazışma ve Raporlaşma, Resmi Yazışma Prosedürleri Eğitimi, 1 inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 03.06.2002 -04.06.2002 (Ulusal)
22. JAR-145 ve JAA Form 1 Eğitimi, Ulaştırma Bakanlığınca Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliği SHY-6Akapsamında ruhsatlandırılmış işletmelerin bünyesinde bulunan her türlü hava aracı ve/veya komponentleri ile yabancı tescilli olup ticari hava taşımacılığında kullanılan her türlü hava aracına ve/veya komponentlerine bakım hizmeti vermek üzere yetkilendirilme eğitimi. 1 inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 30.04.2002 -30.04.2002 (Ulusal)

23. Malzeme Taşıma, Toplam Kalite eğitimleri Kapsamında Malzeme Taşıma Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 04.06.2001 -04.06.2001 (Ulusal)
24. TS-EN-ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Eğitimi, Standart Kalite Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 04.06.2001 -04.06.2001 (Ulusal)
25. Uygunsuz Malzeme ve Düzeltici İşlem Eğitimi, Kalite Paket Eğitimi Kapsamında Uygunsuz Malzeme ve Düzeltici İşlem Prosesleri, 1inci HİBM K.lığı, Kurs, 01.06.2001 -01.06.2001 (Ulusal)
26. Action Workout- ürekli Gelişim Eğitimi, Kalite Paket Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 01.06.2001 -01.06.2001 (Ulusal)
27. Kalite Ekonomisi, Toplam Kalite Ekonomisi Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 01.06.2001 -01.06.2001 (Ulusal)
28. Yan Sanayi Eğitimi, Toplam Kalite Paket Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 01.06.2001 -01.06.2001 (Ulusal)
29. Özel Proseslerin Kontrolü, Özel Proseslerin Kontrolü Süreçlerinin Yönetimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 31.05.2001 -31.05.2001 (Ulusal)
30. Kalite Fonksiyonu Yayılımı Kıyaslama-, Kalite paket Eğitimi Kalite Fonksiyonu Yayılımı Kıyaslama-, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 31.05.2001 -31.05.2001 (Ulusal)
31. Kabiliyet Sınama, Toplam Kalite Yönetimi Kapsamında Kabiliyet Sınama Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 31.05.2001 -31.05.2001 (Ulusal)
32. Tasarımda Kalite, toplam Kalite Yönetimi Kapsamında Eğitim, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 31.05.2001 -31.05.2001 (Ulusal)
33. İstatiksel Proses Kontrol, Toplam Kalite Süre.leri Kapsamında İstatiksel Proses Kontrol Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 30.05.2001 -30.05.2001 (Ulusal)
34. Kalite Çemberleri, Kalite Paket Eğitimi Kapsamında, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 30.05.2001 -30.05.2001 (Ulusal)
35. İç Kalite Tetkiki, Kalite Paket Eğitimi Kapsamında, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 29.05.2001 -29.05.2001 (Ulusal)

36. Kalite Dokümantasyonu, Toplam Kalite Yönetimi Kapsamında, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 29.05.2001 -29.05.2001 (Ulusal)
37. Toplam Kalite Yönetimi, Kalite Paket Eğitimi Kapsamında, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 29.05.2001 -29.05.2001 (Ulusal)
38. TS-EN-ISO-9000:2000 Revizyonu Eğitimi, TS-EN-ISO-9000:2000 Kalite Sisteminin İşleyişi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 28.05.2001 - 28.05.2001 (Ulusal)
39. TS-EN-ISO-9000 Eğitimi, Kalite Paket Eğitimi Kapsamında, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 28.05.2001 -28.05.2001 (Ulusal)
40. Birlik Oryantasyon Eğitimi, Hava Kuvvetleri Bağılısı Birlikleri Oryantasyon Eğitimi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 14.05.2001 -17.05.2001 (Ulusal)
41. Yer Emniyet, Havacılık Bakım Çalışmaları Başta Olmak Üzere Çalışma Ortamlarında Yer Emniyet Tedbirlerinin Alınması., 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 24.04.2001 -26.04.2001 (Ulusal)
42. Hava İkmal Bakım Oryantasyon Eğitimi, Hava İkmal Bakım Merkezi Birlik İçi Hiyerarşi İşleyişi, 1inci HİBM K.lığı-Eskişehir, Kurs, 17.04.2001 -20.04.2001 (Ulusal)

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR:

- Güngördü, G. İmamoğlu, B. (2024). Occupational Health and Safety Risks in Aircraft Arresting Barrier Systems, *International Journal of Computational and Experimental Science and ENgineering*, DOI: 10.22399/ijcesen.748