



**PİLOT YORGUNLUĞU AÇISINDAN UÇUŞ TEÇHİZATININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İsmail GEVREK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2020

İsmail GEVREK tarafından hazırlanan “PİLOT YORGUNLUĞU AÇISINDAN UÇUŞ TEÇHİZATININ DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Metin GÜRÜ

Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Atilla MURATHAN

Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Çetin ÇAKANYILDIRIM

Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hitit Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 17/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

.....
İsmail GEVREK
17/01/2020

PILOT YORGUNLUĞU AÇISINDAN UÇUŞ TEÇHİZATININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

İsmail GEVREK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

Sivil veya askeri bir harekâtın icrası düşünülürken, personel malzeme nakliyesi, hava hücum indirme ve sıhhi tahliye gibi faaliyetlerin vazgeçilmezi helikopterlerdir. Baskın ve gizliliğin ön planda tutulduğu planlamalarda geceden faydalanma önem kazanmakta ve geceyi avantaja çevirme konusunda gece görüş sistemleri önemli rol oynamaktadır. Bu sebepten dolayı helikopter ile gece görüş gözlüğü uçuşları artmaktadır. Gece uçuşlarının icra edildiği zaman aralığı ve ilave takılan teçhizat, yorgunluğa; yorgunlukta havacılık anlamında, dikkat azalmasına, konsantrasyon güçlüğüne ve hatalı karar verme gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışmayla, gece icra edilen uçuşlarda, fazladan takılan uçuş teçhizatının yarattığı bazı kısıtların iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Literatürden faydalanmak suretiyle gece görüş gözlüklerine ait özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla anket oluşturulmuştur. İlgili firmalardan temin edilen farklı fosfor tiplerinde (beyaz ve yeşil) gece görüş gözlükleri ile uçuş icra edilmiştir. Pilotlardan, anket yöntemiyle, her tip gece görüş gözlüğüne ait, derinlik algısı, kontrast hassasiyeti, mesafe tahmini hassasiyeti, hale etkisi, beden yorgunluğu, boyun ağrısı şiddeti ve göz yorgunluğunu şiddetinin belirtilmesi istenmiştir. Yapılan çalışmada, pilotların farklı tipte gece görüş gözlüğü kullanılarak icra ettiği uçuşlarda bilişsel yorgunluğun tespiti ve bu durumun sonuçlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Mesafe tahmini, derinlik algısı gibi hususlarda, beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün, yeşil fosforlu gece görüş gözlüğüne göre daha iyi sonuçlar vermiş olsa da, farklı ay durumu, farklı çevresel uçuş ortamları (karla örtülü arazi, sık orman gibi) ve farklı görev tiplerinde, daha uzun süre uçularak denenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Bilim Kodu : 91410
Anahtar Kelimeler : Helikopter, Gece Görüş Gözlüğü, Yorgunluk
Sayfa Adedi : 100
Danışman : Prof. Dr. Metin GÜRÜ
2. Danışman : Doç. Dr. Furkan BAŞER

EVALUATION OF FLIGHT EQUIPMENT IN TERMS OF PILOT FATIGUE

(M. Sc. Thesis)

İsmail GEVREK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

In considering the execution of an civil or military operation, the helicopters are indispensable for the activities such as personnel and material transportation, airborne force and medical evacuation. In the operations where predominant and confidentiality is prioritized, night-time use becomes important and night vision systems play an important role in turning the night into an advantage. For this reason, helicopter and night vision goggle flights are increasing. The time interval during which the night flights were performed and the additional equipment installed lead to fatigue. Fatigue, in terms of aviation, leads to problems such as loss of attention, difficulty in concentration and erroneous decision-making. With this study, it is aimed to improve some of the constraints created by the flying equipment in the night flights. The questionnaire designed for the evaluation of the properties of night vision glasses is based on the literature. Different phosphor types (white and green) were obtained from the related companies. The pilots were asked to indicate the severity of all types of night vision glasses, depth perception, contrast sensitivity, distance estimation sensitivity, halo effect, body fatigue, severity of neck pain and eye strain. In this study, it was aimed to determine the cognitive fatigue of the pilots performed by using different types of night vision goggles and to reveal the results of this situation. Although the white phosphorized night vision glasses gave better results than green phosphorized night vision goggles, such as distance estimation, depth perception, etc., different environmental flight environments (such as snow covered terrain, frequent forests) and longer duration for determining the effects of different task types flight tests are required.

Science Code : 91410

Key Words : Helicopter, Night Vision Goggle, Fatigue

Page Number : 100

Supervisor : Prof. Dr. Metin GÜRÜ

Co Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Furkan BAŞER

TEŞEKKÜR

[Çalışmam esnasında bana deneyim ve tecrübeleriyle yön veren değerli hocalarım Prof. Dr. Metin GÜRÜ ve Doç. Dr. Furkan BAŞER'e teşekkür ederim. Beni her defasında sabırla dinleyip, bana vakit ayıran arkadaşım Murat AYHAN'a, sorularımı yanıtsız bırakmayan Dr. Nazım ATA'ya, yardımlarını esirgemeyen Dr. Hikmet BAYIRTEPE'ye teşekkür ederim. Her konuda olduğu gibi bu çalışmamda da bana sabırla yardım eden, hayatımı anlamlı kılmaya yardım eden, sevgili, güzel eşim Mebrure İtir GEVREK'e sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim. Eşim ve benim hayatımızda oldukları için minik dostlarımız, dünya tatlıları, Sarı, Mavi, Oğlan ve Sasha'ya da teşekkür ederim. Hayatın iniş çıkışlarında, stresinde kaygısında onların ve sokak hayvanlarının verdiği sevgiyi dostluğu kaybetmeyiz umarım. “Bu çalışmada yer alan görüşler, yorumlar ve bulgular yazara aittir. Herhangi bir devlet kurumu ve/veya kuruluşu ile ilişkilendirilemez, yorumlanamaz, görüş olarak sunulamaz”]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. YORGUNLUK KAVRAMI	3
2.1. Yorgunluğun Sınıflandırılması	4
2.1.1. Akut yorgunluk	3
2.1.2. Kronik yorgunluk	4
2.2. Yorgunluğun Nedenleri	4
2.2.1. Kişisel faktörler.....	4
2.2.2. Çevre ile ilgili faktörler.....	8
2.3. Yorgunluğun Belirtileri	12
2.4. Yorgunluğun Etkileri	13
2.4.1. Yorgunluğun pilotlar üzerindeki etkileri.....	13
2.4.2. Yorgunluk ile ilgili diğer tespitler ve kazalar	19
3. DÖNER KANAT UÇUŞU ve GECE GÖRÜŞ GÖZLÜĞÜ KAVRAMI...39	
3.1. Döner Kanat Uçuşu	39
3.2. Gece Görüş Gözlüğü Tanımı ve Karakteristiği	41

Sayfa

3.2.1. Gece görüş gözlüğü tarihsel gelişimi	43
3.2.2. Gece görüş gözlüğü uçuş fizyolojisi	44
3.2.3. Gözün anatomisi.....	45
3.3. Pilot Gece Görüş Gözlüğü Ara Yüzü	45
3.3.1. Gece görüş gözlüğü nesil tipleri tarihsel gelişimi.....	53
3.3.2. Gece görüş gözlüğü fosfor tipleri.....	50
3.4. Gece Görüş Gözlüğünde İnsan Faktörü	54
3.4.1. Görsel verim.....	54
3.4.2. Görsel açı	56
3.4.3. Derinlik algısı.....	57
3.4.4. Boyut ve mesafe tahmini.....	61
3.4.5. Diğer faktörler.....	63
3.5. Gece Görüş Gözlüğü ve Kaza İlişkisi	64
4. MATERYAL ve METOT	67
4.1. Materyal	67
4.2. Metot	68
4.2.1. Anket.....	70
4.2.2. Anket uygulaması.....	70
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	71
5.1. Derinlik Algısı Değerlendirmesi	74
5.2. Kontrast Hassasiyeti Değerlendirmesi	75
5.3. Mesafe Tahmini Değerlendirmesi	76
5.4. Hale Etkisi Değerleri.....	77
5.5. Beden Yorgunluğu Değerlendirmesi	78

Sayfa

5.6. Göz Yorgunluğu Değerleri	79
5.7. Boyun Ağrısı Şiddeti Değerlendirmesi	79
5.8. Tartışma.....	80
6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRMESİ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	85
EK-1 (Anket formu).....	97

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Amerikan Deniz Havacılık Birliklerinin maksimum uçuş süreleri	22
Çizelge 2.2. Çevresel uçuş katsayıları	23
Çizelge 2.3. Yaş, çalışma ve uçuş bilgileri).....	34
Çizelge 2.4. Çalışma/uçuş bilgileri	34
Çizelge 2.6. Yorgunluğun Belirtileri	38
Çizelge 3.1. Her 100000 saatteki kaza oranı	64
Çizelge 3.2. Stres faktörleri.	66
Çizelge 4.1. Gece görüş gözlük tipleri.....	68
Çizelge 5.1. Pilot bilgileri.	71
Çizelge 5.2. Uçuş yılı tecrübesi kapsamında toplam uçuş saati.	73
Çizelge 5.3. Derinlik algısı.	75
Çizelge 5.4. Kontrast hassasiyeti.	76
Çizelge 5.5. Mesafe tahimini.	76
Çizelge 5.6. Hale etkisi.	77
Çizelge 5.7. Beden yorgunluğu.....	78
Çizelge 5.8. Göz yorgunluğu.	79
Çizelge 5.9. Boyun ağrısı şiddeti.	80

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yorgunluğun belirtileri	12
Şekil 2.2. Yorgunluğun etkileri.....	13
Şekil 2.3. Sürekli uyanıklık durumundaki performans ve ortalama nispi performanstaki düşüşün alkol oranı olarak yüzdelik gösterimi.	15
Şekil 2.4. Gün içindeki uyanıklık durumunu gösteren grafik.....	16
Şekil 2.5. Yorgunluk göstergeleri.	19
Şekil 2.6. Sakkadik göz hareket hızı ölçümü.....	29
Şekil 2.7. Uçucuların yorgunluğunun azaltılmasındaki tavsiyeleri	31
Şekil 2.8. Yorgunluğun uçuş performansına olan etkisi	32
Şekil 2.9. Çalışma saati ile kaza oranının artması.....	33
Şekil 2.10. Uçuş, mesai bilgileri	35
Şekil 2.11. Çok uykuluyken veya kendinizi hemen uyuyakalacakmış gibi hissettiğinizde, uçmak zorunda kaldınız mı?	35
Şekil 2.12. Yorgunluk ve uykusuzluktan kaynaklanan performans parametreleri	37
Şekil 3.1. Türk Hava Sahası VFR minima tablosu	40
Şekil 3.2. Gece görüş gözlüğü teknoloji verimlilik oranı gösterimi.	49
Şekil 3.3. Mesafe tahminleri	62
Şekil 3.4. Tahmin oranları	63

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Arkadan aydınlatmalı ekran uyku geciktirme süresi	7
Resim 2.2. Uykusuzluğun maliyeti	7
Resim 2.3. Vücut biyolojik ritmi özellikleri	14
Resim 2.4. NTSB 2016 Most wanted list broşürü ilk sayfası.	18
Resim 2.5. Örnek aktif saat.....	25
Resim 2.6. Safte yazılımı modelleme düzeni.....	26
Resim 2.7. FlyAwake yazılımından bir görüntü	27
Resim 2.8. Sakkadik göz hızı testi	30
Resim 3.1. S-70 helikopteri.	39
Resim 3.2. Spektrum görünür bölge.	41
Resim 3.3. Örnek termal fotoğraf.	41
Resim 3.4. Gece görüş gözlüğü görüş prensibi.....	42
Resim 3.5. Örnek gece görüş gözlüğü	44
Resim 3.6. Gözün yapısı.	45
Resim 3.7. Ggg görüş çeşitleri.....	46
Resim 3.8. Pasif gece görüş gözlüğü	47
Resim 3.9. 1. nesil Ggg.....	47
Resim 3.10. 3. nesil gece görüş gözlüğü.....	48
Resim 3.11. Örnek gece görüş gözlüğü	48
Resim 3.12. Örnek resim	50
Resim 3.13. Buğulaştırılan fotoğraf örneği.....	51
Resim 3.14. Yeşil-Beyaz görüntü örnekleri.....	53
Resim 3.14. Ggg 40 ve 80 derecelik görüntüsü	57

Resim	Sayfa
Resim 3.15. Geometrik perspektif	47
Resim 3.16. Nesnelerin bilinen büyüklüğü.....	48
Resim 3.17. Yere ait bilgilerin mukayesesi	48
Resim 3.18. Şekillerin çakışması veya nesnelerin biraraya gelmesi	50
Resim 3.19. Termal görüntüleme cihazı.	51
Resim 4.1. Çalışma yapılan bölge.....	53
Resim 4.2. Meydan turu.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

cm

Santimetre

emg

Electromyography

g

Gram

nm

Nananometre

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

DoD

Department of Defense

FAA

Federal Aviation Administration

GGG

Gece Görüş Gözlüğü

GSYİH

Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

ICAO

International Civil Aviation Organization

I²

Image Intensifier

IR

Infra Red

MCP

Microchannel Plate

NASA

National Aeronautics and Space Administration

NOE

Nap of Earth

NTSB

National Transportation Safety Board

SAR

Search and Rescue

SNR

Signal to Noise Ratio

USAARL

United States Aeromedical Research Laboratory

VFR

Visual Flight Rules

1. GİRİŞ

Havacılıkta insan faktörü, insan fizyolojisi ve insan psikolojisinin çalışma alanları ile etkileşim halindedir. İnsan unsurunun, emniyetli ve etkin havacılık için en büyük risk kaynağı olduğu hususu, giderek daha fazla kabul görmektedir [1].

Günümüzde havacılık sektörü hızla büyümeye devam etmektedir. Sivil havacılık sektöründe son on yılda artan uçuşlarla beraber, pilot yorgunluğu önem arz etmiştir [2]. Özellikle Amerika'nın bağımsız kaza araştırma kurulu olan National Transportation Safety Board (NTSB) tarafından raporlanan bazı kazaların sonuçlarında pilot yorgunluğu ön plana çıkmıştır. Bunun önüne geçmek adına birçok uygulama yapılmıştır [3].

Askeri havacılıkta geceyi kullanmak, düşmana karşı baskın, gizlilik gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Döner kanat havacılığında, görüntü yoğunlaştırıcı sistemler sayesinde gece görerek uçuş icra edilebilmektedir. Bu sistemlerin insan-makine etkileşiminden kaynaklı bazı kısıtları bulunmaktadır. Döner kanat uçuşunda, gündüz görerek uçuş kurallarında uygulanan gör-kaçın, gece şartlarında, görüntü yoğunlaştırıcı sistemlerle gündüze göre zor ve yorucu bir hale gelmektedir. Pilotlar, gece uçuşunun icra edildiği zaman aralığı ve ilave takılan teçhizat sebebiyle daha fazla yorgunluk hissetmekte ve bunun sonucunda da pilotaj becerileri ve dikkat hususunda performans azalması yaşamaktadır [4].

İnsan doğası gereği gündüz uyanık kalmaya, gece de uyumaya ihtiyacı vardır[5]. Gece icra edilen uçuşlar pilotların uyku düzenini bozup yorgunluğa sebep olmaktadır. Kümülatif anlamda, çok sık icra edilen gece uçuşları dikkat dağınıklığı, reaksiyon süresinin uzaması, hatalı karar verme ve düşük performans gibi sonuçlara yol açmaktadır [6]. Gece uçuşundan kaynaklı sürekli fiziksel ve zihinsel yorgunluk, biyolojik ritmin bozulması, normal uyku döngüsünün kaybı ve sonuç olarak kazalara sebep olabilmektedir [7].

Gece uçuşlarından kaynaklı yorgunluğun azaltılması ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalarda laboratuvar ortamında elde edilmiş verilerin esas alındığı [8], pilotların sahada edindiği tecrübelerin parametre olarak alınmadığı görülmüştür. Bu çalışmada pilot tecrübelerinden kaynaklı sübjektif verilerin elde edilebilmesi amacıyla anket yöntemi kullanılmıştır.

Hazırlanan anketin ilk kısmı pilotların demografik özellikleri ve uçuş tecrübelerinden oluşmaktadır. Bu bölümden sonra gece görüş gözlüğü ile ilgili kısım gelmektedir.

Anketin gece görüş gözlüğü ile ilgili kısmı, geçmiş çalışmalardan faydalanarak gece görüş gözlüğünün farkını ortaya koyacak verilerin (derinlik algısı, kontrast hassasiyeti gibi.) pilotlar tarafından değerlendirilmesi ile oluşturulmuştur [9].

Bu kısımda pilotlar, ilgili firmalardan tedarik edilen farklı teknik özellik ve fosfor tipleri ile hali hazırda kullanılan gece görüş gözlüklerini kıyaslamışlardır.

Yapılan çalışmada, pilotların farklı tipte gece görüş gözlüğü kullanılarak icra ettiği uçuşlarda, bilişsel yorgunluğun tespiti ve bu durumun sonuçlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2. YORGUNLUK KAVRAMI

Türk Dil Kurumu'na göre yorgunluk; “çalışma vb. sebeplerle bireyin ruh ve beden etkinlikleri açısından verimlilik düzeyinin azalması, bitaptık olarak tanımlanmıştır [10].”

Türkiye'nin de üyesi olduğu Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) ya göre ise yorgunluk; “Uykusuzluk ya da uzun süreli uyanık kalma ve/veya pilotun uyanıklığını ve uçağı emniyetli şekilde kullanma kabiliyetini bozan, ya da emniyetle ilgili görevleri yerine getirmesini engelleyen bir aktivitenin sebep olduğu zihinsel ya da fiziksel performans kapasitesinin azalması durumu” dur [11].

Havacılık alanında kavramsal olarak kabul gören yorgunluk olgusu; artan yanlış karar verme ihtimali, artan hata oranı ve azalan genel verim olarak değerlendirilebilir. Havacılıkta, özellikle de görerek uçuş yapan helikopter uçuşlarında bu sebeplerin doğuracağı sonuç ise trajik bir kaza-kırım olarak nitelendirilebilir.

2.1. Yorgunluğun Sınıflandırılması

Her meslek grubu için yorgunluk kavramı çoğunlukla iş yoğunluğuna bağlı olarak tanımlanmaktadır. Ancak havacılık sektöründe özellikle de ciddi kazaların oluşmasında, kokpit ve kabin ekiplerinin iş stresi ve iş yüküne bağlı olarak yorgunluklarının öneminin daha fazla olduğu bir gerçektir. Yorgunluk kavramı bitkinlik veya tükenmişlikten daha fazla olarak zihinsel ve psikolojik olarak da etkilenmeyi içermektedir [12].

Yapılan literatür taraması sonucunda yorgunluğu iki şekilde sınıflandırabilmenin mümkün olduğu görülmektedir. Bu sınıflandırma akut yorgunluk ve kronik yorgunluk olarak yapılmaktadır.

2.1.1. Akut yorgunluk

Akut yorgunluk kısa süreli ağır fiziksel veya zihinsel taleplerden veya kısa süreli uykudan kaynaklanmaktadır. Akut yorgunluğun etkileri kısa sürelidir ve genellikle uyku ve rahatlama ile tersine çevrilebilmektedir [13].

2.1.2. Kronik yorgunluk

Kronik yorgunluk, akut yorgunluğa göre genellikle daha uzun sürer ve tedavisi de daha zor olabilmektedir. Bunun yanında çeşitli akut yorgunluk durumları da kronik yorgunluğa sebep olmaktadır. Kronik yorgunluğa sıklıkla sosyal problemler neden olurken (maddi sorun, evlilik veya diğer zorluklar) devam eden süreçte depresyon görülmesi de sıklıkla gözlemlenen durumlardandır [14].

Amerikan Askeri Havacılık Araştırma Laboratuvarı'nın (USAARL) yaptığı tanımlamaya göre kronik yorgunluk sinsi bir şekilde saklanıyor olabilmektedir ve üzerinde önemle durulması gereken önemli bir sorundur [15].

2.2. Yorgunluğun Nedenleri

Uçuş emniyeti için yorgunluk her zaman bir tehdit unsuru olmuştur. Son yıllarda ulaşım alanında meydana gelen kaza/olaylarda yorgunluk kavramı detaylı olarak incelenmektedir. Kaza/olaya karışan sürücü/operatör/pilotun son 72 saat uyku geçmişi detaylı analizler ile ortaya konarak kaza raporlarında sunulmaktadır [16]. Sürücü/operatör/pilotun yorgunluğunu tespit etmek için sadece çalışma zaman kayıtları değil, şahsi telefon görüşme/yazışma zamanları, otel giriş çıkış kayıtları, video kayıtlarına ve tanık beyanlarına başvurulabilmektedir [17]. Yorgunluğun nedenlerinin tespiti ve giderilmesi ulaşım anlamında önemli bir husustur. Bu hususta farkındalık giderek artmaktadır. Yorgunluğun nedenlerini kişisel faktörler, çevre ile ilgili faktörler ve iş ile ilgili faktörler başlıkları altında inceleyebilir.

2.2.1. Kişisel faktörler

Yapılan araştırmalara göre yorgunluğa neden olan kişisel faktörler; yaşam biçimi, uyku bozuklukları, yaş, cinsiyet, ilaç/uyuşturucu madde/alkol kullanımı, sağlık ve beslenme olarak belirlenmiştir ve bu faktörler aşağıda açıklanmıştır [18].

Yaş

Yapılan araştırmalarda yaş ile uyku sorununun arttığı tespit edilmiştir. Özellikle ilerleyen yaşlarda uykuyu başlatma ve uykuyu sürdürme de sorunlar yaşandığı gözlenmiştir [19]. Amerika Birleşik Devletleri'nde 50 yaş ve üzerindeki bireylerle yapılan bir çalışmada katılımcıların %68'inin uyku sorunu olduğu, başka bir çalışmada ise yaşlı bireylerin %28'inin uykuyu başlatmada ve %42'sinin uykuyu başlatma ve sürdürmede zorluk yaşadığı saptanmıştır [20]. Ülkemizde de benzer çalışmalar yaşın ilerledikçe uyku sorunları ile karşılaşıldığını göstermekte ve buna bağlı olarak bilişsel ve duygusal yorgunluğun arttığı görölmektedir [21].

Cinsiyet

Gündüzleri uykusuzluk ve yorgunluğun, kadınlarda erkeklerden daha yaygın olduğu bilinmektedir. Fakat bu konu hakkında sınırlı bir bilgi vardır [22].

Amerika'da yapılan bir araştırmada cinsiyet, özel uykusuzluk derecelendirmesinde bir faktör olarak söz konusu olmuştur. Hemşirelerin vardiyalı çalışma düzenleri sebebiyle yaptıkları çalışmada bayanların fiziksel yorgunluklarının erkeklere oranla daha yüksek olduğunu görölmüştür. Fakat aynı araştırmada bu çalışmanın kişisel raporlama sayesinde ortaya çıktığını da belirtmektedir [23].

Medeni durum

Bu konuda ilk akla gelen evli bir insanın evli olmayana göre daha dinç ve dinlenmiş olacağıdır. Fakat çocuk sahibi olmanın ve evi geçindirme uğraşının bu faktörde önemli bir rol oynadığı göz ardı edilmemelidir. Helikopterde bulunan dört kişininde öldüğu, NTSB 'nin 26 Ağustos 2011 Crash Following Loss of Engine Power Due to Fuel Exhaustion adlı raporda, pilotun zihinsel olarak yorgun olduğu vurgulanmıştır. Zihinsel yorgunluğuna sebep olarak, eşinin ilk çocuğunu hamile olduğu belirtilerek kazada zihinsel yorgunluğa tesir eden nedensellik boyutu işlenmiştir [24].

Vücut kitle endeksi

Vücut kitle endeksi, normal bir kiloda olup olmadığınızı, kilolu olup olmadığınızı veya obez olup olmadığınızı belirten bir yoldur. Vücut kütleinin (kg),

uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle hesaplanır. İdeal ağırlık ise ulaşılacak istenen VKİ'nin, boy uzunluğunun karesi ile çarpılmasıyla elde edilir. Artan VKİ ile uyku aknesinin arttığı, bunda uyku sorunları yaratarak yorgunluğun arttığı tespit edilmiştir [25].

Yaşam biçimi

Literatürde yaşam biçiminden kaynaklanan faktörler olarak genelde kişinin evden işe varış süresi, ikinci bir iş yapıp yapmadığı, sahip olduğu çocuk sayısı gibi faktörler göz önüne alınmıştır. Tüm bu faktörler uyku zamanını azaltarak yorgunluğa katkı sağlamaktadır [26].

Uyku bozuklukları

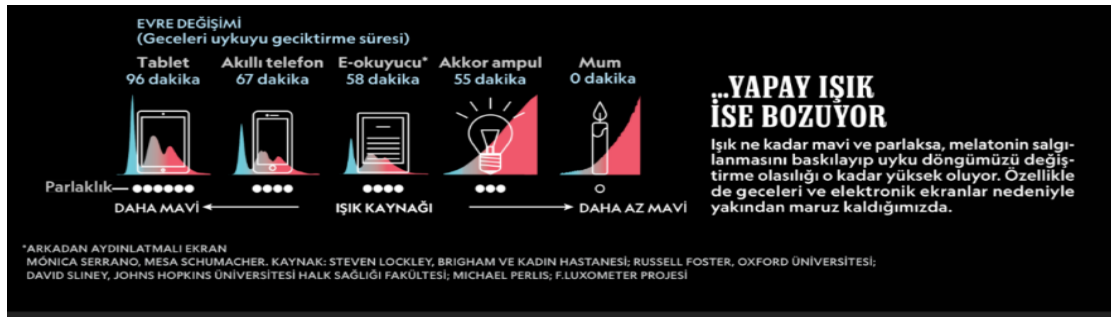
Uyku, hayati öneme sahip psikolojik ve fizyolojik bir ihtiyaçtır. Özellikle kazaların meydana geliş sebepleri incelendiğinde dikkat çeken bazı kazaların sebebi olmuştur. Three Mile Adası kazası (Nükleer Kaza), Challenger Uzay Mekiği kazası ve Çernobil Faciası gibi kazalar uykusuzluğun neden olduğu kazalara örnek olarak verilebilir [27]. Fourie'e göre, yorgunluğa sebep olan faktörler;

- Uzun süre uyanık kalma,
- Yetersiz miktarda ve yetersiz kalitedeki uyku,
- Sürekli zihinsel ve fiziksel iş yükü,
- Biyolojik ritmin bozukluğu (günlük aktivitelerin ve gece uykusunun normal döngüsü),
- Yetersiz dinlenme süreleri,
- Çevresel etkiler (Sıcaklık, gürültü, titreşim gibi.) [28] olarak belirtilmiştir.

Çoğu birey günde 8 saat uykuya ihtiyaç duymaktadır. Eğer kişi yetersiz uykuya maruz kalırsa, hayati fonksiyonlarından dakiklik, verimlilik ve modunda düşüklük yaşar. Uyku kaybı bilişsel fonksiyonlarında, dikkatte, karar vermede ve iletişim kurmada ciddi sorunlar ortaya koymaktadır [29]. Kişinin kendisini kontrol ve disipline etmesi zorlaşmaktadır.

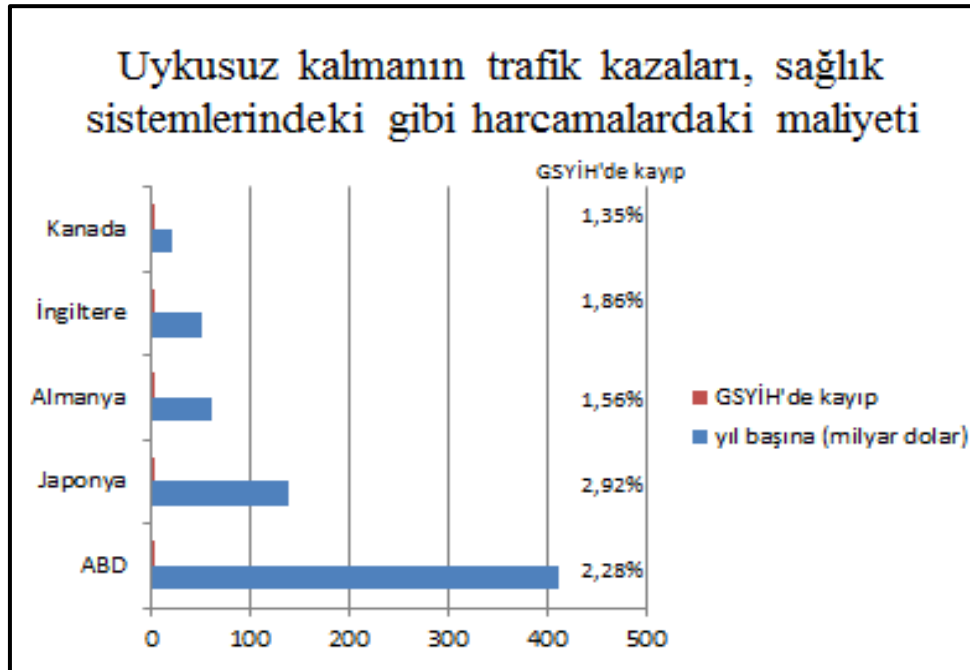
Amerikan Ulusal Uyku Bozuklukları Araştırma Planına göre (2001), uykusuzluğa bağlı yorgunluk, iş hayatında 150 milyar değerinde verim kaybına yol açmaktadır [30]. Bu konu

son yıllarda elektronik cihazların çeşitlenip yaygınlaşması ile çok önemli bir hale gelmiştir. Elektronik cihazlara olan bağımlılık uykunun gecikmesine yol açmaktadır [31]. Arkadan aydınlatmalı elektronik cihazların yatağımıza girmesiyle uyku sorunlarının arttığı ve verimsizlik yarattığı ortaya çıkmıştır [32]. Mavi ışığın uyumayı engellemesi nedeniyle kehribar rengi gözlük ile bu cihazların kullanılması bir çözüm olarak tavsiye edilmektedir [32].



Resim 2.1. Arkadan aydınlatmalı ekran uyku geciktirme süresi (National Geographic ağustos-2018 sayısından alınmıştır)

Amerika’da yapılan bir çalışmada, bazı ülkelerin, ekonomik anlamda uykusuzluğun yarattığı rakamlar Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) kayba göre ifade edilmiştir [32].



Resim 2.2. Uykusuzluğun maliyeti (National Geographic ağustos-2018 sayısından uyarlanmıştır)

İlaç sigara ve alkol kullanımı

Havacılık alanında çoğu ilaçların kullanımı sınırlandırılmıştır. Bazı ilaçların kullanımı ise uçuş tabiplerinin takibiyle kullanılmaktadır. Genel olarak sigarada bulunan nikotin [33], içeceklerdeki kafein ve alkol [34], uyku kalitesini ve uykuda nefes almayı etkilemektedir. Bu tip alışkanlıklar pilotların yorgunluğunun artmasına yol açmakta, bu tip kötü alışkanlıkların bırakılması ve/veya azaltılması gerekliliği her briefing ve toplantıda dile getirilmektedir.

Sağlık

Sağlıkla olmak sürücü/operatör/pilot' un ilk şartıdır. Uçuş ekibi, her uçuş günü uçuş tabibi tarafından muayene olmakta ve ilgili yönergelerde var olan standartlara göre her yıl detaylı uçuş muayenesine tabidir. Sağlıklı olmanın diyet ve düzenli egzersizin yanında yeterli ve düzenli uykuyla olabileceği literatürde vurgulanmıştır [35].

Beslenme

Sağlıklı bir yaşam, kaliteli bir uyku için iyi bir beslenme alışkanlığını devamlı hale getirmek gerekmektedir. Uykudan hemen önce yemek yenilmesi uykuya geçiş ve uykuyu sürdürme açısından tavsiye edilmez. Eğer uykudan hemen önce bir şeyler yenecek ise hafif yiyecekler tercih edilmelidir. Genel olarak fazla yemek tüketmenin insan üzerinde yorgunluk oluşturduğu bilinmektedir ve uçuculara tavsiye edilmemektedir [36].

2.2.2. Çevre ile ilgili faktörler

Uyku kalitesi ve miktarı açısından uyku çevresi önemli bir rol oynamaktadır. Çevre ile ilgili faktörleri Çalışma Ortamının Şartları, Hava Koşulları, Sosyal Etkileşim, Uçak Yolculuğu Sonrası Sersemlik (Jet Lag) olarak sıralayabiliriz.

Çalışma ortamının şartları

Bazı çalışma şartları aşırı gürültülü ve yorucu olabilir. Özellikle yüksek sesli ortamlar yorgunluk seviyesini artırabilir. Havacılık sektöründe döner kanat uçuculuğu; aşırı titreşimin bulunduğu, gürültü seviyesinin yüksek olduğu ve yorgunluk seviyesini yüksek

olduğu uçuşlardır. Döner kanat uçuşları, sabit kanat uçuşları ile kıyaslandığında yüksek titreşim ve ses çok daha fazladır [37]. Bu başlık altında, yüksek gürültü ve titreşimin yarattığı yorgunluk göz önüne alınmaktadır.

Çalışma şartlarında var olan yüksek gürültü ve titreşimin yarattığı stres, stresin yarattığı olumsuz etkiler, stresin yorgunluğa olan etkileri ayrı bir başlık altında irdelenmesi gereken ayrıca bir değerlendirme konusu olduğu düşünülmektedir.

Hava koşulları

İyi hava koşullarında icra edilen ulaşım ile değişken hava şartları ve kötü hava şartlarında icra edilen ulaşım arasında yorgunluk açısından büyük fark vardır. Bu durum helikopter uçuşunda ise daha büyük önem kazanmaktadır. Uçuş görüş limitlerinin düştüğü ve değişken olduğu zaman uçuşlar bilişsel anlamda çok yorucu olmaktadır [38]. Değişik uçuş çeşitleri ve gündüz görüş limitleri çalışmanın devamında detaylı olarak anlatılacaktır.

Sosyal etkileşim

Çalışma arkadaşları, iş arkadaşları ve ailesi ile beraber düzenli vakit geçiremeyen sürücü/operatör/pilot yorgunluğu artacaktır. Günümüzde ekonomik ve sosyal şartlar vardiyalı çalışmayı gerektirebilmektedir. Özellikle fabrika işçileri, telekomünikasyon, ulaşım ve eğlence sektörü vardiyalı çalışma düzenine örnektir. Vardiyalı çalışanlar sadece biyolojik döngüde bozukluk değil aynı zamanda sosyal ilişkiler boyutunda da bozulma yaşatabilir [39].

Hem özel havayolları şirketinde çalışan pilotlar için hem de askeri uçucular için aileden uzak kalınan görev günleri uçucuların yorgunluğunu artırabilmektedir.

Uçak yolculuğu sonrası sersemlik

Havayolu ile yapılan seyahatler sonucu insanlarda uyuma döngüsü bozukluğu meydana gelebilir. Bunlar kendini sürekli uykusuzluk çekmek, gece uyuyamama, gündüz kendini

bitmiş tükenmiş hissetme tarzında olabilir. Uçulan istikametın doğu-batı istikametinde olması bu bozulmaları artırabilir.

2.2.3. İş ile ilgili faktörler

İnsanın İş/Uyku rutini değişiklik gösterirse yorgunluk problemleri artış gösterebilir. İnsanın beden/biyolojik saatinin buna uyum sağlaması bazı zamanlar uzun günler sürecektir [40]. Özellikle belli olmayan uçuş zamanları ve uzun beklemler yorgunluğu artırıcı rol oynamaktadır.

İş ile ilgili faktörler Stres, İşe başlama ve Bitiş Zamanı, Görev Süresinin Uzunluğu, Peş Peşe Planlanmış Çalışma Günleri ve Geceleri, Vardiyalı Çalışma, Dinlenme Zamanları olarak sıralanabilir.

İşe başlama bitiş zamanı

Uyku kabiliyeti, uykudaki biyolojik ritmi ile de değişmektedir. Sirkadyen terimi latineden gelmektedir ve tekrarlayan ritim anlamına gelmektedir. Neredeyse tüm fonksiyonlar (örn.; uyku / uyanıklık, sindirim, bağışıklık fonksiyonu) sirkadyen tarafından kontrol edilir. Genel olarak vücut gece uyumaya gündüz ise uyanık olmaya programlıdır. Bunun dışında öğleden sonra 3 ila 5 saatleri, sabaha karşı 3 ila 5 saatleri uykululuk halinin en yüksek olduğu uykunun en çabuk geldiği zamanlardır [41]. Kaza/olay araştırmacılarının sürücü/operatör/pilot yorgunluğunu araştırma metodolojisinde;

- Operatör/pilot/sürücünün 72 saat geçmişinde az veya eksik uyku uyumuş mu?
- Kazanın olma zamanı dikkatin azaldığı zamanlarda mı? (0300-0500)
- Kazanın oluştuğu anda operatör uzun süredir uyanık mı? soruları yer almaktadır [42].

Stres

Kişi ideal bir uyku ortamında uyusa bile, uykusu; stres, düşünceler veya endişeler sebebiyle kaliteli olamayabilir. Bu özellikle uzun mesafeli ticari pilotlarda tespit edilen bir

durumdur [43]. Bu sebeple kişinin yorgunluğu da artacaktır. Helikopter uçuculuğunda ki bu madde ilerleyen kısımlarda detaylı olarak anlatılacaktır.

Görev Süresinin Uzunluğu

NASA'nın yaptığı bir araştırmaya göre havacılıkta yorgunluğu azaltmanın en kolay ve basit yolu çalışma sürelerinin kısaltılması ve uçuş/görev/dinlenme sürelerinin düzeltilmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışan için iyi olduğu gibi şirket/kurum/işveren açısından endişe verici olarak görülmektedir [44].

Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde görev süresinin kısaltılmasının uçuş emniyeti açısından önemi vurgulanacaktır.

Peş peşe planlı/plansız çalışma zamanları

Yapılan uzun beklemler uçuş personeli için dikkat seviyesinin düşmesine sebebiyet vermektedir. Yorgunluğa sebep olan büyük bir faktör olarak uzun süreli uçuşlardan ziyade, uzun ve sürekli çalışma saatleri daha çok etki etmektedir. Yapılan araştırmalar peş peşe bu uzun süreli mesai saatlerinin hem akut hem de kronik yorgunluğa sebebiyet verdiğini göstermektedir [44].

Vardiyalı çalışma

Teknolojinin hızla ilerlediği, hayatın ve yaşamın durmadığı bu günlerde her sektör alanında vardiyalı çalışma saatleri söz konusu olmaktadır. Vardiyalı çalışma düzeni olarak sağlık, ulaşım, güvenlik sektörleri en çok karşımıza çıkan alanlardır.

Vardiyalı çalışmaya örnek olarak, sağlık sektöründe yapılan bir araştırmada, yaşam kalitesinin düşük olduğu; genel sağlık, fiziksel rol gücü, emosyonel (duygusal) rol gücü, mental sağlık problemlerinin görüldüğü tespit edilmiştir [39].

Vardiyalı çalışma saatleri sebebiyle yorgunluğun artması sadece iş hayatında değil sosyal (aile-sosyal çevre) alanda da iletişim sorunlarını beraberinde getirmektedir [45].

Dinlenme Zamanları

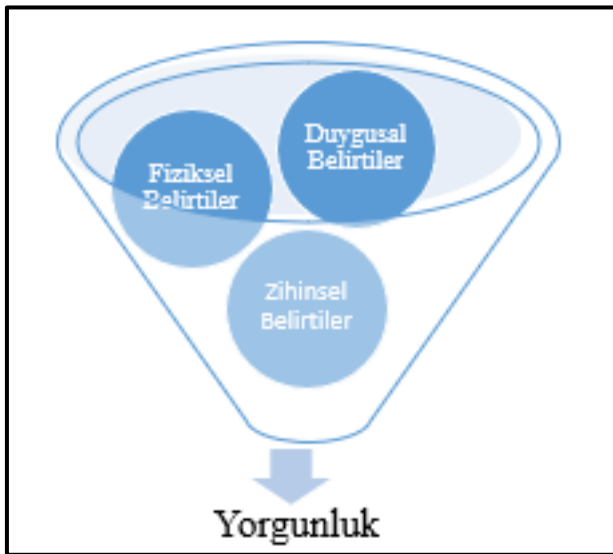
Yorgunluğun geçici olarak giderilmesinde dinlenme zamanları ve kısa molalar önemli bir etken olmaktadır. Avrupa da öğle vakitlerine denk gelen 'Siesta' diye tabir edilen kısa süreli uykular yaygın olmaya başlamıştır. Japonya da iş yerinde çalışma masasında kısa süreli uyuyanlara, diğer iş arkadaşları tarafından, çalışmadan ötürü yorgunluğunu giderdiğini düşünerek saygı gösterilmektedir.

Devlet kurumlarında genellikle, geleneksel sekiz saat çalışma zamanı kabul görmektedir. Değişik kurumlar için değişik çalışma saatleri ayrıca belirlenmektedir [46].

Uçuş ekibi açısından dinlenme zamanları değerlendirildiğinde, son yıllarda, dinlenme/çalışma süreleri ile ilgili önemli düzenlemeler yapılmaktadır. Bazı Avrupa ülkelerinde, bu konu ile ilgili son zamanlarda grev haberleri artmaktadır [47].

2.3. Yorgunluğun Belirtileri

Genellikle çok aşırı yorgunluk durumları hariç, kişinin kendi yorgunluk durumunu tahmin etmesi güçtür. Fakat kişide gözlenen bazı işaretler yorgunluğun belirtileri olabilir. Yapılan literatür taramasında yorgunluğun belirtileri üç durumda işlenmiştir. Şekil 2.1 'de bu belirtiler özetlenmiştir [48].



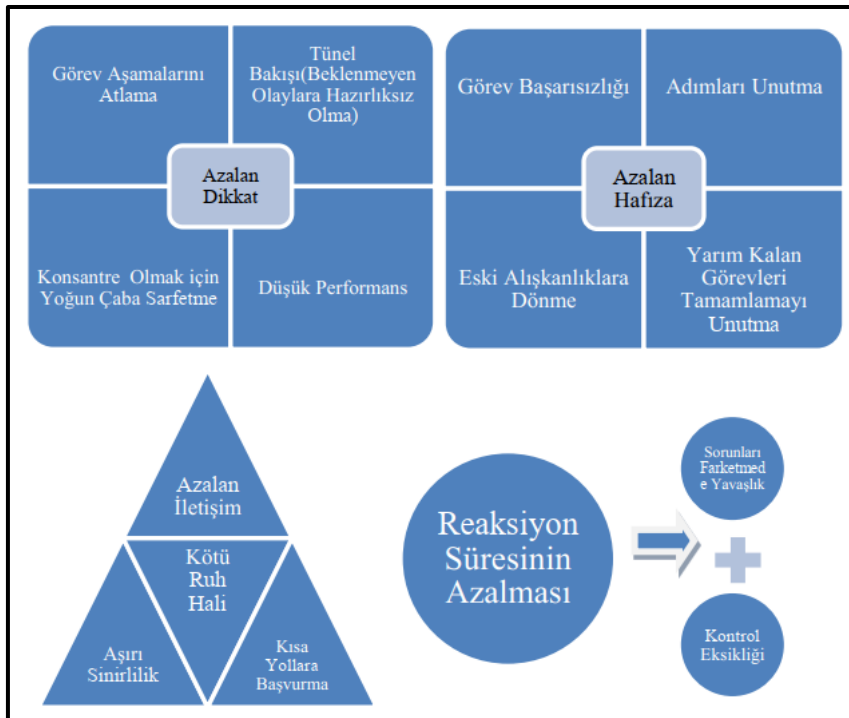
Şekil 2.1. Yorgunluğun belirtileri

Fiziksel belirtiler olarak esneme, ağır göz kapakları, göz kaşıma, baş düşmesi, istemeden ve uygun olmayan yerde uyuya kalma, kötü-koordinasyon, yavaş reaksiyon süresi, baş ağrısı verilebilir.

Duygusal ve zihinsel belirtilere örnek olarak; azalan dikkat, azalan zihinsel kapasite, yanlış problem çözme, unutkanlık, artan risk alma, kötü iletişim, azalan dikkat ve koordinasyon, yanlış karar verme, sabit kalma (fix olma), motivasyon eksikliği, verimsizlik, azalan moral, kendini kötü hissetme, asabiyet, sinirlilik, alınganlık verilebilir [49].

2.4. Yorgunluğun Etkileri

Yukarıdaki belirtileri göz önüne alırsak yorgunluğun belirtilerinden kaynaklı çok ciddi olay/kazaların oluşması muhtemeldir. Aşağıdaki şekillerle (Şekil 2.2) meydana gelebilecek sorunlar özetlenecektir.



Şekil 2.2. Yorgunluğun etkileri

2.4.1. Yorgunluğun pilotlar üzerindeki etkileri

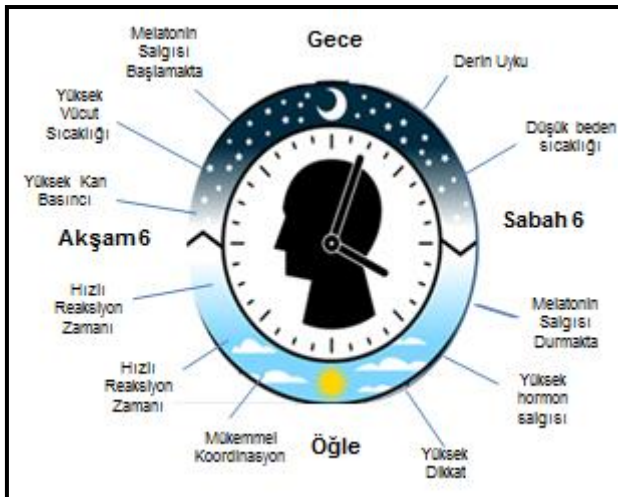
Dünyada, havacılık operasyonlarında (uçuşlarında) uçucu yorgunluğu ciddi ama çoğu zaman tanımlanamayan bir sorun haline gelmiştir. Beklenmedik çalışma saatleri, uzun

çalışma süreleri, biyolojik bozulmalar ve sıkça karşılaşılan uygun olmayan uyku ortamları, uçuşu personelin yeteneklerini zorlamaktadır [3]. Özellikle görerek uçuş yapan helikopter pilotlarında gece görüşün azalması, monokrom (tek bir renkte görüntü oluşması) ve kısıtlı görüş yorgunluğun artmasında önemli rol oynamaktadır.

Pilot yorgunluğu, kazaya yol açabilecek pilot hata riskini artırarak havacılık güvenliğini tehdit etmektedir [50]. Yorgunluk, performansı düşürmekte ve bilişsel yetenekleri azaltmaktadır. Bu performans düşüklüğü kokpitte istemsiz uyuklama olarak kendini gösterebilmektedir [51].

Her ne kadar yorgunluk, bilimsel anlayış olarak, uyku, vardiyalı çalışma ve biyolojik ritim uyku düzeni havacılık anlamında önemli ölçüde ilerlemiş (önemi vurgulanmış) olsa bile mevcut yönetmelikler ve endüstriyel uygulamalar büyük ölçüde başarısız olmuştur [52].

Yorgunluk hem uzun mesafeli hem de kısa mesafeli uçuşlarda ki pilotlar için tehlikelidir. Sinsi niteliğinden dolayı, pilot başlangıçta hissetmemektedir. Kademeli ve birikmiş olarak performans düşüklüğüne sebep olmaktadır. Yorgun bir pilot, kendine eleştirme yeteneğini kaybetmekte ve yanlış pilotaj tekniği ile uçmaya devam etmektedir [53]. Yorgunluk arttıkça yanlış karar verme artmakta, takım(ekip) çalışması azalmakta ve koordinasyon azalmaktadır.

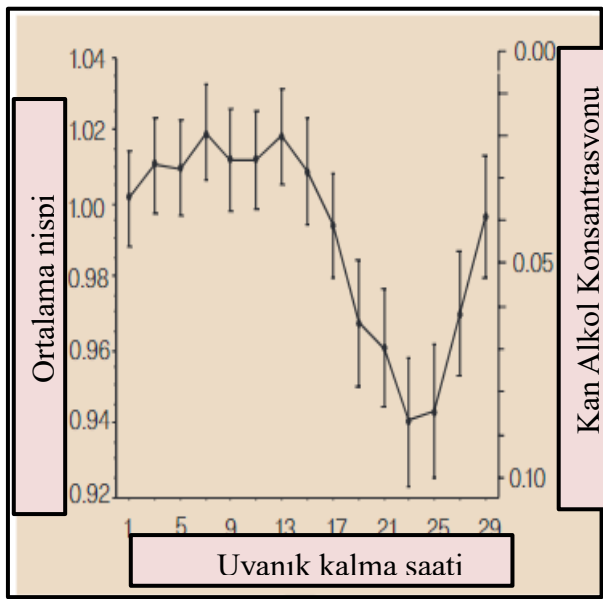


Resim 2.3. Vücut biyolojik ritmi özellikleri (Features of the human circadian rhythm, a 24 hday/night body clock. (The Gladstone Institutes)'dan uyarlanmıştır)

Melatonin hormonu epifiz bezinden salgılanır ve en basit anlamıyla insanın uyku düzenini sağlayan bir hormondur. Kısacası biyoritmimizi ve yaşamımızı düzenlemektedir. Gece

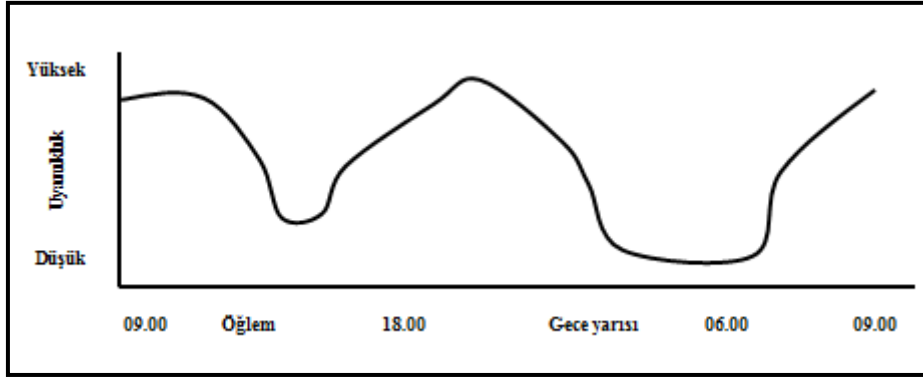
uçmak zorunda olan pilotlarda biyolojik ritim bozulmaları ve uyku düzensizliği ile karşılaşma artabilmektedir. Uzun biyolojik ritim bozulmalar artan yorgunluk olarak ortaya çıkmaktadır [54].

ABD de yapılan bir çalışma yorgunluğun sadece pilotlar üzerinde değil aynı zamanda hava aracının bakımını yapan ve uçuşa hazırlayan teknisyenlerde de büyük bir sorun olabileceğini göstermiştir [55]. Başka bir çalışmada ise sürekli uyanıklık durumunun kanda ki alkol miktarı ile nispi oranı olarak gösterilmiştir (Şekil 2.3) [56].



Şekil 2.3. Sürekli uyanıklık durumundaki performans ve ortalama nispi performanstaki düşüşün alkol oranı olarak yüzdelerle gösterimi.

Şekil 2.3 incelendiğinde biyolojik ritim ve uyanık kalmanın nispi olarak kanda alkol oranı değeri ile gösterimi yapılmıştır. Şekilde bilişsel performansın, uyanık kalma süresiyle düştüğü gözlenmektedir. Bu şekilde gösterilen performans hem uyku eksikliği hem de sabah 07:00 de uyanıp 23 saat uyanık kalan bir kişinin nispi olarak %10 alkol oranı değerinde performans kaybı olacağı görülmektedir. Bu şekilde, açıkça bir gece uykusuz kalmanın tehlikesini ortaya koymaktadır. 25. Saatten (24 saatten sonraki) sonra biyolojik ritimdeki iyileşme görülmektedir. Fakat normal performans değerine dönülmediğine dikkat edilmelidir [57].



Şekil 2.4. Gün içindeki uyanıklık durumunu gösteren grafik [58].

Melatonin hormonunun uyku düzenleyen bir hormon olduğuna ve biyolojik ritmi etkilediğine değinmiştik. Şekil 2.4 ise normal bir insanın gün içindeki biyolojik ritmi gösterilmiştir. Sabah saat 06.00'a bakıldığında çoğu kişinin uykulu olduğu görülmektedir. Bunu izleyen beş saat boyunca biyolojik ritim insanı daha uyanık tutmaktadır. Öğle vakitleri insandaki canlılığın azaldığı ve saat 15.00'da en düşük enerji düzeyini ulaşıldığı görülmektedir. 16.00'dan sonra uyanıklık artmakta 20.00'da ise tavan yaptığı görülmektedir. Müteakiben, uyanıklık durumu düşüşe geçmekte ve sabah 06.00'a kadar bu düşüş devam etmektedir [58].

Yorgunluğu önlemekle ilgili yapılan çalışmalarda; yorgunluğu yenmenin en önemli adımının yeterli uyku olduğu tespit edilmiştir. Uykusuz kalmamak için ABD'de yapılan bir çalışmada karşı birtakım stratejiler verilmiştir. Bunlar;

- Mümkün olduğunca biyolojik ritmi bozmamak için aynı saatte uyumaya çalışın,
- Uyku alanını iş için değil sadece uyumak için kullanın,
- Düzenli bir uyku rutini oluşturun (Örneğin ılık duş, kitap okumadan sonra uyumak gibi.),
- Düzenli olarak egzersiz yapın (Uyumaktan 2 saat önce içinde kaçınınız.),
- Uyuduğunuz alanın sessiz olmasına dikkat edin,
- Uyku ortamının yeterince serin olduğundan emin olun,
- Alarmı veya saatinizi görüş açınızdan uzak tutun,
- Öğleden sonraları kafein içeren içeceklerden uzak durun,

- Alkolü uyumaya yardımcı olarak kullanmayın (alkol aldığınızda uykulu olursunuz ama iyi uyuyamazsınız.),
- Uykudan hemen önce nikotin ve benzeri ürünlerden uzak durun,
- Yatakta uyanık yatmayın. Eğer 30 dakika içinde uykuya dalamazsanız odanızı terk edin ve uykunuz gelene kadar rahatlatıcı bir şeyler yapın [59].

Pilot yorgunluğu, uçuş emniyeti açısından büyük endişelerle birlikte sürekli olarak artmıştır. Kaza istatistikleri, pilotların kendi raporları ve operasyonel uçuş çalışmaları pilot yorgunluğunu büyüyen bir sorun olduğunu göstermektedir [60].

Bu sorunlarla ilgili detaylı çalışmalar ortaya koyan ve çalışma sonucunda ilgili kurumlara tavsiyelerde bulunan NTSB, Amerikan ulaşım kazalarını inceleyen bağımsız bir kuruluştur. 1967 yılında Amerika Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı bir kuruluş olarak görev yapmıştır. 1974 yılında ise Amerika Ulaştırma Bakanlığı'ndan ayrılıp Amerikan başkanına bağlı bağımsız bir kuruluş olarak hizmet vermektedir. İlgili modları; havacılık, karayolu, denizcilik, demiryolu, boru hattıdır [60]. NTSB'nin kaza araştırmalarına bakıldığında, yapılan araştırmaların hangi firma/kurum/kuruluş olduğuna bakılmaksızın, ulaşım emniyetinin en üst düzeyde sağlanması yönünde kararlar verebildiği görülmektedir. Yaptığı tavsiyelerin hiçbir bağlayıcılığı olmamasına rağmen, ilgili kurum/kuruluşun (örneğin Amerikan havacılık otoritesi) NTSB'nin aldığı tavsiyeyi derhal talimatlandırıp, maddi boyutu ne olursa olsun uygulanması yönünde görüşler belirtmektedir. Örnek olarak, NTSB, 3 Mart 1991 tarihinde United Airlines'ın 585 sayılı Boeing 737-200 kazasını incelemiştir. Bu kazada uçuş ekibi ve yolcular olmak üzere toplam 25 kişi hayatını kaybetmiştir [61]. Bu kazanın üzerine, uzun çalışmalar ve araştırmalar sonucu, uçak kontrol mekanizmasının değiştirilmesi adına tavsiye niteliğinde rapor sunmuştur. Amerikan Havacılık Dairesi (FAA) bunu talimatlandırıp ilgili firmaya (Boeing) talimatını vermiştir. Sonucunda ise Boeing firması yeni üreteceği 757 modelleri için uçak başına yaklaşık elli bin ila altmış bin Amerikan doları civarında bir harcamaya, hâlihazırda ki 737 modelleri için ise otuz sekiz milyon ila altmış dört milyon Amerikan doları arasında harcamaya sebep olmuştur [62].

Yukarıdaki örnek olayla NTSB'nin önemi ve raporlarının etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Şu ana kadar 132000 kaza kırım inceleyen NTSB, son 15 yılda yorgunluktan

kaynaklanan 250'nin üzerinde ölümle sonuçlanan kaza kırım incelediğini belirtmiştir. Kazaların sebeplerinin sıralandığı Most Wanted List (En Çok Aranılan Listesi)'de 1999 yılından beri yorgunluk bulunmaktadır. Havacılık sektöründeki yorgunluğu üç alanda toplamaktadır [63].

- Hava Trafik Kontrolörü,
- Bakım Personeli,
- Uçuş Ekibi [64].



Resim 2.4. NTSB 2016 Most wanted list (kazaların en önemli sebebi) broşürü ilk sayfası.

NTSB'nin ulusal araştırma konseyi sunumunda yorgunlukla ilgili aşağıdaki bilgiler verilmiştir.



Şekil 2.5. Yorgunluk göstergeleri.

https://www.nts.gov/news/speeches/MRosekind/Documents/NRC_Pilot_Fatigue_2010.pdf adresinde ki şekillerden uyarlanmıştır.

Aynı sunum da Colgan Air 'e ait Bombardier marka DHC-8-400 tipi uçağın kazası anlatılmıştır. Bu kazada 2 pilot 2 kabin görevlisi ve 45 yolcu hayatını kaybetmiştir[65]. Açıklanan kaza raporuna göre kaptan pilotun akut uyku probleminin olduğu, birikmiş olarak 6-12 saat aralığında uyku kaybı olduğu ve son 15 saattir uyanık olduğu tespit edilmiştir. Yardımcı pilotun ise son 34 saate 8,5 saat uyuduğu tespit edilmiştir. Aynı raporda, yorgunluğun kazaların sebebinde önemli bir durum olduğu belirtilmiştir. Yorgunluğun, yetersiz uyku, normal olmayan çalışma zamanları ve uykusuzluktan kaynaklandığı belirtilerek, yavaş reaksiyon süresi, azalan dikkat, azalan motivasyon ve görevi yerine getirmedeki eksik iletişime sebep olduğu belirtilmiştir. Pilot ve yardımcı pilotun bu kazanın oluşmasındaki sebeplerin yorgunluktan olduğu kanaatine varılmıştır.

2.4.2. Yorgunluk ile ilgili diğer tespitler ve kazalar

Amerikan havacılık idaresi (FAA) tipik olarak, hava aracı parçalarının güvenlik standartlarını 1 milyar uçuş saatinde, 1 başarısızlık (katastrofik/ölümcül) olarak ölçmektedir [66]. Mekanik anlamda, uçuş emniyeti açısından bu kadar hassas bir oran

yakalanmış olsa da bir başka çalışma, Amerikan askeri havacılığında yapılan bir araştırmada pilotların %72 'sinin aşırı uykuluyken veya uyuyakalacak pozisyondayken uçmak zorunda kaldığını ortaya koymuştur [67].

Amerikan Hava Kuvvetleri 1974-1992 yılları arasında, yorgunluk sebebiyle, gece taktik jet uçuşlarının %25'inde A sınıfı kaza kırma uğradığını belirtmiştir [68]. Kris M. Belland tarafından yazılan Aircrew Performance Cutting-Edge adlı makalede,

- Amerika'nın icra ettiği çoğu operasyonlarda yorgunlukla mücadele verildiğine,
- Pilotların görevlendirilmesini yorgunluk performansına göre karar verilmesine,
- Devam eden operasyonlarda karşılaşılan yorgunluğun olumsuz sonuçlarına,
- Operasyonlarda yorgunluk seviyesinin önceden planlaması gerekliliğine,
- Bazı filoların uçuşu devam ettirebilmek adına uyarıcı ilaç kullanımına yer verilmiştir [69].

Amerika'da, Helikopter Acil Medikal Servis (Helicopter Emergency Medical Service-HEMS-2013) helikopter kazalarının artışı (2003-2008 yılları arası 85 kaza-77si ölümlü-) sebebiyle Sam Nix, Kenneth Gossett ve Andrew D. Shepherd bir araştırma yapmıştır.

Bu araştırmada 395 pilotun yorgunluk değerlendirme anketine (Brief Fatigue Inventory)[70] cevap vermesi beklenmiştir. Çalışmada, gece vardiyasında çalışan pilotlar ile yorgunluk değerlendirme anket puanlamasında pozitif bağlantı tespit edilmiştir. Pilot yorgunluğunun, pilot hatasına sebep verdiği, bazı çalışma koşullarında yorgunluk kaynaklı güvenlik risklerinin olabileceğine yer verilmiştir. Bu çalışmada 3 değişken öngörülerek yorgunluğa sebep olabileceği değerlendirilmiştir.

- İlki gündüz çalışanlarının, gönüllü olarak uykudan ve sosyal faaliyetlerden feragat ederek çalışma zamanı genişletmesinin yarattığı yorgunluğa maruz kalınması,
- İkincisi, çalışma zaman çizelgesinin biyolojik olarak uyku ihtiyacının sağlamasını sağlayan biyolojik ritmi bozması ve yorgunluğa sebebiyet vermesi,
- Sonuncusu ise yorgunluğun normal yaş sebebiyle artış göstermesi.

Çalışmanın sonucunda yorgunlukla mücadele için Yorgunluk Risk Yönetiminin benimsenmesi ve NTSB'nin pilot yorgunluğu için yaptığı katkılar uçuş emniyeti açısından önemli bulunmuştur [71].

Amerikan Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration) tarafından düzenlenen bir sempozyumda Dr. Caldwell tarafından, uzun ticari uçuşlarda uyku ve psikomotor davranışlar sunulmuştur. Bu sunumda uzun ve kısa uçuşlarda yorgunluğa sebep olan faktörlerin;

- Gece uçuşları,
- Farklı zaman dilimleri geçişleri (Uçak yolculuğu sonrası sersemlik) (Jet-Lag),
- Erken uyanmalar,
- Zaman baskısı (artan iş yükü),
- Kronik uyku kaybı olarak sıralanmıştır.

Aynı sempozyumda, mikro uyku denen kısa süreli uykunun nesnel olarak ölçüldüğü, askeri pilotlarda kokpitte uykuya dalmanın %50 civarında olduğu, bölgesel havayolu şirketi pilotlarının %80'ninin uçuşta dalgınlık yaşadığı belirtilmiştir. Bu sempozyumda yorgunluk sebebiyle meydana gelen kazalar incelenerek kısa bilgiler verilmiştir.

“American International 808 (1993): Bu kazanın muhtemel sebebi, yorgunluğun etkileri nedeniyle kaptan pilot ve uçuş ekibinin kararsız yargı, yanlış karar verme ve azalan uçuş yetenekleriydi...”

“Korea Air 801 (1997): Bu kazanın muhtemelen sebebi uçuş ekibinin yorgunluktan kaynaklanan yanlış karar vermesiydi... Hassas olmayan bir yaklaşımda gereken çapraz kontrolün yapılamaması...”

“American Airlines 1420 (1999): Bu kazanın sebebi uçuş ekibinin yorgunluk sebebiyle yanlış karar vererek yaklaşmaya devam etme ısrarıydı.”

“FedEx 1478 (2002): Bu kazadan kaptan pilot ve ikinci pilotun gece görerek yaklaşmasında, yorgunluk sebebiyle, uçuş aletini yanlış değerlendirmesiydi” [72].

Bir başka çalışmada ise yorgunluk ile ilgili davranışları modelleyip, yorgunluğun sebep olduğu kazaların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada Amerikan Savunma Bakanlığının yorgunlukla ilgili 30 yılı aşkın çalışmalar sürdürüldüğü ve bu çalışmalarda insan yorgunluğunu anlamada ve bu yorgunlukların modellenmesinde önemli adımlar atıldığı belirtilmiştir. Fakat hala yorgunluğun Amerikan Deniz Havacılığın 'da en önemli kaza sebebi olduğu vurgulanmıştır [67].

Bu tür kazaların önüne geçmek adına Amerikan Deniz Havacılığı, pilotlarını, uçuş mühendislerini ve diğer mürettebatını ilgilendiren özel dinlenme talimatları hazırlanmıştır. Buna ek olarak U.S. Navy's Sierra Hotel Aviation Readiness Program-Deniz Havacılığı Hazır Bulunuşluk Programı- (SHARP) yazılımı oluşturmuştur. Uykunun, havacılıkta yorgunluğa neden olan en önemli etken olduğu belirtilmiştir. Emniyetin ön plana çıktığı hareketlerde, uykunun dikkatli şekilde planlanması gerekliliği belirtilmiştir. Güçlü bir bağışıklık sistemi, iyi bir hafıza ve bilişsel performans seviyesinin artması için uykunun önemi belirtilmiştir [25].

Amerikan Deniz Havacılık birliklerinin uymak zorunda oldukları maksimum uçuş süreleri anlatılmış ve bu tabloya uymanın gerekliliği vurgulanmıştır.

Çizelge 2.1. Amerikan Deniz Havacılık Birliklerinin maksimum uçuş süreleri(Beshany, P., R., (2009,September). *Analysis Of Navy Flight Scheduling Methods Using Flyawake* yüksek lisans tezinden uyarlanmıştır.)

Periyot (Gün)	Tek Pilotlu Havaaracı	Çok Pilotlu Havaaracı (Basıncılı Fırlatma Sistemli)	Çok Pilotlu Havaaracı (Basıncısız)	Çok Pilotlu Havaaracı (Basıncılı)
1	6,5	12	12	12
7	30	50	50	50
30	65	80	100	120
90	165	200	265	320
365	595	720	960	1120

Çizelge 2.1 incelendiğinde gün, hafta, ay, üç ay ve yıl içinde uçulabilecek maksimum üst limitler verilmiştir. Her ne kadar verilen süre zarflarında maksimum uçuş üst limitleri

verilse de uçuş çevresel koşulu bu süre normalin biraz daha altında kalmaktadır. Bunun için Çizelge 2.2'ye baktığımızda gündüz uçuş katsayısı 1 iken gündüz yalama uçuşu (NOE-Nap Of Earth) 2,1 katsayısı ile belirlenmiştir. (Amerikan deniz havacılık birlikleri için). Gece görüş cihazları ile yapılan uçuşun katsayısı ise 2,3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2.2. Çevresel uçuş katsayıları (Heinecke, J. K., (2006). *An Evaluation of the AH-64 Night Vision Systems for use in 21st Century Urban Combat*. Master's tezinden uyarlanmıştır.)

Uçuş Koşulları	Görelî Çevresel Faktör
Gündüz	1
Gündüz Arazi ve Alçak Uçuş	1,3
Alçak Alet	1,3
Gece	1,4
Gündüz Yalama	1,6
Gece Arazi	2,1
Gece Görüş Cihazları	2,3
Kimyasal Koruyucu Maske ile	3,1

Türkiye’de bu konu ile ilgili düzenleme Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

“Genel Havacılık Faaliyetleri

Madde 8- Ticari amaç dışında yapılan tüm havacılık faaliyetleri ile, ticari veya ticari amaç taşımayan eğitim faaliyetlerini kapsamakta olup, sınırlamalara ilişkin detaylar aşağıda verilmiştir.

a) Sabit Kanat Hava Araçları İçin;

Tek pilot: 10 saat uçuş görev süresi, 6 saat uçuş süresi.

Çift pilot: 10 saat uçuş görev süresi, 8 saat uçuş süresi.

b) Döner Kanat ve diğer hava araçları için;

Tek pilot: 10 saat uçuş görev süresi, 5 saat uçuş süresi.

Çift pilot: 10 saat uçuş görev süresi, 7 saat uçuş süresi.

Eğitim uçuşları ve paraşütle atlama hariç olmak üzere yukarıda belirtilen süreler en fazla 3

iniş kalkış için olup, her ilave inişte toplam uçuş süresinden 30 dakika düşülerek yapılır. Yukarıda belirtilen süreler günlük sınırlamalar olup, uçuş süreleri aylık 110, üç ayda 300, yıllık 1000 saati geçemez. Haftalık UGS azami 60 saattir.

Dinlenme süreleri uçuş sürelerinin iki katından az olamaz.

Hava Aracı ile Zirai Mücadele ve Yangın Söndürme Faaliyetleri

Madde 9- Hava Aracı ile Zirai Mücadele ve Yangın Söndürme Faaliyetlerine ilişkin detaylar aşağıda verilmiştir.

- a) Uçaklar için 14 saat uçuş görev süresi, tek kişilik uçaklarda uçuş süresi 8 saat, çift kişilik uçaklarda uçuş süresi 10 saattir.
- b) Döner Kanat ve diğer hava araçları için 8 saat uçuş görev süresi, 5 saat uçuş süresidir.
- c) Yukarıda belirtilen süreler günlük sınırlamalar olup, uçuş süreleri aylık 110, üç ayda 300, yıllık 1000 saati geçemez. Haftalık uçuş görev süresi 60 saattir.
- d) Hava aracı ile zirai mücadele ve yangın söndürme faaliyetlerinde hafta içinde bir tamgün kesin dinlenme zorunludur.
- e) Uçuş görev serileri süresi sonunda toplam uçuş süresinin en az iki katı dinlenme zorunludur.

Hava Taksi Faaliyetleri

Madde 10- Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliğinde belirtilen Hava Taksi İşletmecilik türlerini kapsar.

a) Sabit Kanat Hava Araçları

Tek pilot: 10 saat uçuş görev süresi, 8 saat uçuş süresi.

Çift pilot: 12 saat uçuş görev süresi, 10 saat uçuş süresi.

Yukarıda belirtilen süreler günlük sınırlamalar olup, uçuş süreleri aylık 110, üç ayda 300, yıllık 1000 saati geçemez. Haftalık uçuş görev süresi 60 saattir.

b) Döner Kanat ve Diğer Hava Araçları

Tek veya çift pilot: Günde 10 saat uçuş görev süresi, 6 saat uçuş süresi.

Aylık 110, üç aylık 300, yıllık 1000 saatlik uçuş süresi geçilemez. Haftalık UGS 60 saattir.

c) Dinlenme Süreleri

1. Sabit kanatlı hava araçları için günlük uçuşlar sonrası en az sekiz (8) saat kesin dinlenme süresi, uçuş saati sekiz saati geçtiğinde, dokuz saat uçuş için 10 saat, 10 saatlik uçuş için ise en az 11 saat kesin dinlenme süresi zorunludur.

2. Döner Kanat ve diğer hava araçları için, günlük dinlenme süreleri, 8 saatten az olmamak üzere uçuş süresinin iki katından az olamaz.

3. Dinlenme süreleri kesilerek görev planlanamaz [73]”

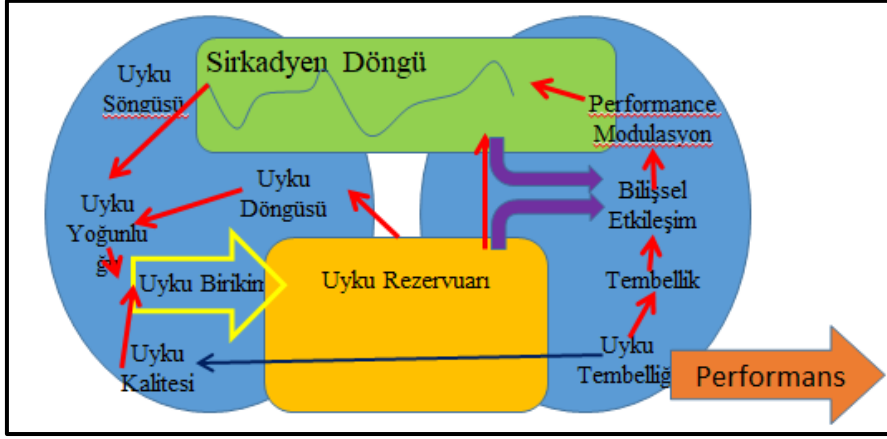
Türk hava sahasında uygulanan tüm havacılık faaliyetleri ile ilgili sınırlamalar yukarıda belirtilmiştir. Fakat bunlar devlet hava araçlarına uygulanmamaktadır. Devlet hava araçları askeri, gümrük ve polis hizmetlerinde kullanılan hava araçlarıdır. Bunlar ile ilgili kurumların kendi çalışma/dinlenme süreleri kendi yönergelerinde belirtilmiştir.

Beshany'nin “Analysis Of Navy Flight Scheduling Methods Using Flyawake” adlı çalışmasında Amerikan Savunma Bakanlığının (Department of Defense-DoD) son kırk yılda yorgunluk yönetimi ile ilgili model ve yazılımlar yapıldığı, kronolojik sırayla bunların neler olduğu anlatılmıştır. Bu çalışmalara özet olarak aşağıda değinilecektir.

Uyku Performans Modeli (Sleep Performance Model), 1980'lerin başlarında, topçu birliklerinde uygulanmıştır. Kola takılabilen, aktif saatleri vasıtasıyla, 66 kişi üzerinde bir hafta süreyle uyku performansları ölçülmüştür. Yorgunluk riskinin azaltılmasında, kişisel uyku bilgilerinin belirlenmesi ve model oluşturma adına ilk çalışmadır.



Resim 2.5. Örnek aktif saat (<https://sinirbilim.org/aktigraf/> sitesinden alınmıştır.)



Resim 2.6. Saft yazılımı modelleme düzeni (The DoD Sleep, Activity, Fatigue, and task Effectiveness Model alınmıştır)

İlk Uyku Performans Modeli (Sleep Performance Model) SPM modelinden sonra Dr. Steven Harsh tarafından geliştirilmiştir. Bu model yıllardır yapılan uyku ve biyolojik ritim araştırmasına dayanmaktadır. Bu model biyolojik işlemin hem uyku düzenini hem de performansını nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu model, demiryolu ulaşım endüstrisinden askeri havacılığa kadar uzanan operasyonların yaygın kullanımına izin vermiştir. Resim 2.6’ de bunu daha geliştirmiş versiyonu olan SAFTE modeli görülmektedir. Temel olarak operatörün performansını yorgunluk açısından etkileyen hususlar bu modeli dâhil edilmiştir

Bu model varsayımsal veya ileriye dönük çalışma/uyku programlarına uygulanmaktadır. Potansiyel uyku sorunlarını tanımlamakta, operasyonel planlama ve yönetimi optimize etmede kullanılmaktadır [74].

Diğer bir çalışma ise Yorgunluk Önleme Zamanlama Aracı (Fatigue Avoidance Scheduling Tool) FAST çalışmasıdır. Bu model kullanıcıya tahmin edilen etkinliği değerlendirme ve karşılaştırma için grafiksel çıktı ve nicel tahminler sağlamaktadır. Alternatif planlama senaryoları, yorgunluk ve biyolojik ritim varyasyonun SAFTE tarafında hesaplanarak oluşturulmaktadır. FAST, büyük ölçüde kullanıcının girdilerine dayanan etkileşimli bir araçtır. Kullanıcı, önerilen bir programdaki yorulma etkisini görmek için 6 saat ile 30 gün zarfında bir süreyi seçebilir. Bu modelde, istenen süre boyunca performans etkinliğinin grafiksel bir görüntüsü oluşturulabilir. Grafik eğrisine ek olarak, yazılım ayrıca kullanıcıya yardımcı yorumlama araçları da vermektedir. Windows menü altyapısı ile çalışabilen bu model de çıktı iki ana bölüme ayrılmıştır. Bunlar

performans ve yorgunluk faktörleridir. Bu modelde amaç beklenen performansın azalmasına neden olan faktörlerin analizine yardımcı olmaktır. Fakat bu modelde, uyku kalitesinde önemli rol oynayan uyku yardımcıları (ilaçlar) ve kafein gibi uyarıcılar hesaba katılmamıştır [75].

FAST modeli, SAFTE algoritmaları, programlama aşamasında etkin bir şekilde kullanılmıştır. Başta, karmaşık sebeplerden ötürü bütünleşme edilmesinde sakıncalar görülse de 2007 yılında Amerikan Hava Kuvvetlerinde, yorgunlukla ilgili iki olay yaşanmasından sonra bazı uçucu birlikler tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

Uyanık Uç (FlyAwake), modeli Ryan P. Beshany tarafından oluşturulmuştur. Beshany FlyAwake yazılımı vasıtasıyla yorgunluğun karşılaştırmalı analizini yapmıştır. İlgili bölümlerde hava aracı (uçak, helikopter) veri ve seçim sürecini, uçuş planlama veri giriş prosedürlerini ve çıkışını, son olarak analitik stratejiyi açıklamaktadır [76].



Resim 2.7. FlyAwake yazılımından bir görüntü (Beshany, P., R., (2009). *Analysis Of Navy Flight Scheduling Methods Using Flyawake* yüksek lisans tezinden alınmıştır.)

Yorgunluğun tespiti için yapılan bir başka çalışmada ise Boeing-777 pilotları araştırılmıştır. Bu çalışmada farklı yorgunluk seviyelerindeki pilotların işyükü ve pilotaj performansları, teknolojik aletlerin gerçek zamanlı yorgunluk belirtilerinin tespit edip edemeyeceği araştırılmıştır. İki pilottan oluşan uçuş ekibi, “dinlenmiş” ve “yorgun” olarak

yüksek kaliteli Boeing-777 simülatöründe uçmuştur. Bu uçuşlar yarım saat ila bir saat aralığında süren kısa ve 6,5 saat süren uzun mesafe uçuşların oluşmaktadır. Bu çalışmada psikomotor (pilotaj) yeteneklerin değerlendirilmesi adına “dinlenmiş” ve “yorgun” pilotların durumu, uzun ve kısa mesafeli uçuşlarda değişmediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada hangi tür fizyolojik verilerin yorgunluğun tespit edilmesinde ve tanımlamasında en yararlı olduğunu belirlemek için farklı cihazlar değerlendirilmiştir. Bu anlamda;

- Yorgunluk etkilerini, bu ölçüm araçlarından hangisinden faydalanarak doğru ve güvenilir bir şekilde kullanılacağı,
- Uzun ve kısa mesafeli uçuşlarda yorgunluk etkileri açısından anlamlı fark olup olmadığını,

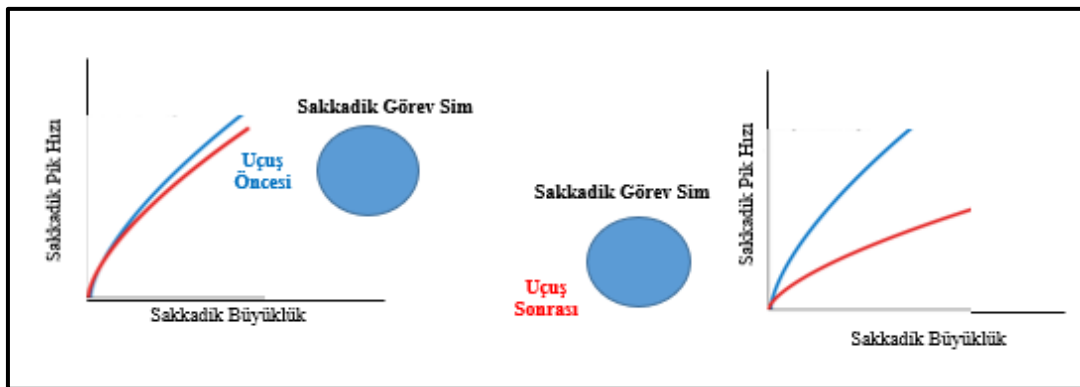
Araştırılmıştır. Delta Havayollarından otuz iki pilot bu çalışmaya katılmıştır. Bu çalışmada, pilotlardan veri almak adına, iPod cihazında uygulama olarak yer alan CrewAlert programı ve aktif saat iki hafta süre ile kullanılmıştır. Bu çalışmada JeppesenCrewAlert programı, Karolinska Uyku Skalası, Samn-Perelli ölçeği ve Psikomotor dikkat görevi gibi yorgunluk ölçme araçları değerlendirilmiştir. Karolinska Uyku Skalası için uzun-kısa mesafeli uçuşlarda anlamlı fark olmamasına rağmen, “dinlenmiş” ve “yorgun” pilotlar arasında anlamlı fark bulunduğu, Samn-perelli ve psikomotor dikkat görevi sonuçlarında yorgunluk durumunun artmasıyla anlamlı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada yorgunluk ölçme konusunda, pilotların yorgunluk beklentisinde olmasından kaynaklı, bazı sübjektif yöntemlerin yorumlamasında gerçek sonuçların değerlendirilemeyeceği belirtilmiştir. Objektif ölçümlerde ise EEG, EKG gibi cihazlar yanlış kalibre edilmesinden kaynaklı performans hatalarının olabileceği belirtilmiştir [77].

Havayolu pilotlarında gündüz uyku şikâyetlerinin ve yorgunluk durumunun araştırıldığı bir çalışmada ise gündüz uykusuzluk çekenlerin oranı yaklaşık %59, yorgunluk yaşayanların oranı ise %90 ın üzerinde çıkmıştır. Bu çalışmada; pilot yorgunluğunun uzun ve kısa uçuşlarda endişe verdiği, yetersiz uykunun zihinsel ve fiziksel çalışma yeteneğini olumsuz yönde etki edeceği, pilotlar tarafından (02:00-06:00) saatleri arasında icra edilen uçuşların riskli olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, pilotlar, kısa-orta mesafeli uçuşlar ile uzun mesafeli uçuşlar olmak üzere iki grupta değerlendirilmiştir. Her iki grupta da sabah erken uyanma, gece uykusunun yeterli yapılamaması ve farklı zaman dilimlerinde uçuş icra etme yorgunluğa sebep olarak gösterilse de kısa-orta mesafe uçuş icra eden pilotların daha sık

iniş kalkış yapması, iş yükünün uzun mesafeli pilotlara göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma, havayolu şirketlerinde yorgunlukla mücadele etmek adına oluşturulan Yorgunluk Risk Yönetimi uygulanmayan Portekiz'e uygulanmıştır. Bu anlamda, yapılan bu çalışma ile Yorgunluk Risk Yönetimi'nin öncesinde bir bilinç düzeyi oluşturduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada ortaya çıkan aşırı değerlerin nedeni olarak, kendi kendini değerlendirmekten kaynaklı çalışmanın doğal bir kısıtı olduğu belirtilmiştir [78].

Bir diğer yapılan çalışmada ise uçucuların yorgunluğunun belirlenmesi adına (Leandro L. Di Stasi ve diğ.) pilotların sakkadik göz hareketlerinin hızını ölçülmüştür. Bu çalışmanın başında askeri uçucuların, düşmana karşı, taktiksel avantaj sağlamak maksadıyla gece ve uzun süreli uçuşlar icra etmek zorunda kaldığı belirtilmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yorgunluktan dolayı nörodavranışsal performansa ve ana pilot becerilerinde azalma meydana geldiği belirtilmiştir[4]. Sakkadik göz hareketi istemli olarak kontrol edilememektedir. Böylece subjektif görüşlerin önüne geçilebilmektedir. Bunun sayesinde de göz hareketlerinin uçuş yorgunluğunun biyolojik işareti olabileceğinden bahsedilmektedir. Bu tür biyobelirteçlerin mevcudiyeti, uçuş düzenlemeleri için bilimsel temelli önerilere dayanarak, uçuş sırasında uygunluk bakımından kişiselleştirilmiş yorgunluk değerlendirme araçlarıyla beraber, yorgunluğa dayalı kazaların azaltılmasında yardımcı olabilmektedir.

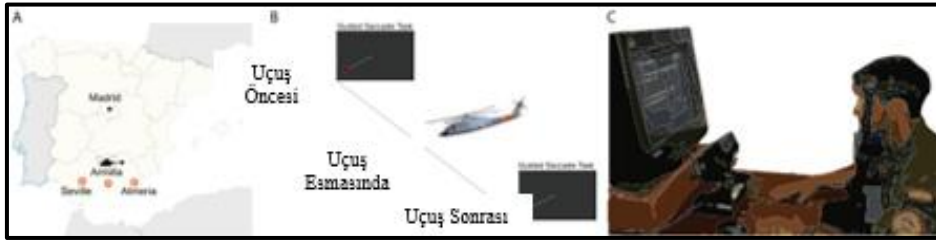
Bu testte Kobra helikopter pilotlarının, farklı sürelerdeki simülatör uçuşu öncesi ve sonrası sakkadik göz hareketlerini incelemişlerdir. Uzun süreli uçuşlar 109 ± 12 dakika kısa uçuşlar ise 54 ± 7 dakika sürelerden oluşmaktadır.



Şekil 2.6. Sakkadik göz hareket hızı ölçümü (DiStasi, ve diğ. 2016.
Effects of long and short simulated flights on the saccadic
eye movement velocity of aviators çalışmasından uyarlanmıştır.)

Yapılan testler sonucunda uzun süreli uçuşlarda, kısa süreli uçuşlara nazaran sakkadik göz hızının azaldığı saptanmıştır [79].

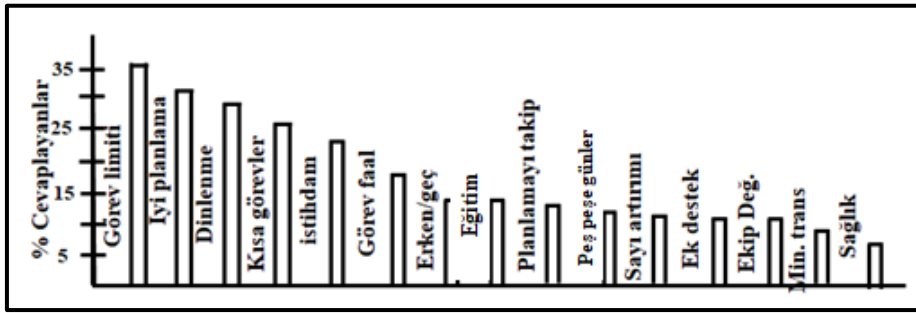
Sakkadik göz hızının ölçümü ile ilgili gerçek uçuş şartlarında da bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, pilotlar S-76 C helikopteri ile İspanya'dan Almeriya gidip gelmişlerdir. Bu uçuşun süresi 150 dakika sürmüştür. Uçuşun sonunda ise 15 dakika süren sakkadik göz hızı testine tabi tutulmuşlardır. Yapılan testlerde yorgunluk derecesinin uçuş sonrasında yükseldiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada sakkadik göz hareket hızının gerçek görev şartlarında ölçülebilmesinin öneminden ve objektif testlerden ile pilot yorgunluğu açısından uygulanarak değerlendirilmesinin uygun olacağı bahsedilmiştir [80]. Bu çalışma sübjektif verilerden çok objektif verilerin kullanılması anlamında önemli bir çalışma olarak düşünülmektedir.



Resim 2.8. Sakkadik göz hızı testi (Carolina Diaz-Piedra Fatigue in the military: towards a fatigue detection test based on the saccadic velocity çalışmasından uyarlanmıştır.)

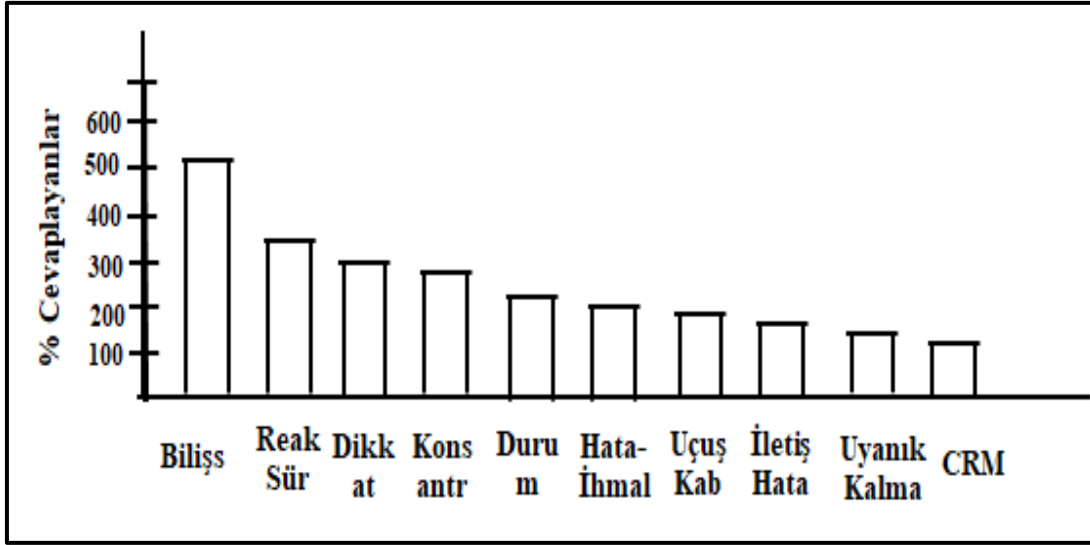
Bir başka çalışmada (Mark R. Rosekind ve diğ., (2000)) havacılık sektöründeki hızlı büyüme ve atılımlar sebebiyle, uzun ve kısa mesafeli uçuşlarda çokça sayıda yorgunlukla ilgili problemlerin raporlandığından bahsedilmektedir. Bu çalışmada yorgunluk hususuyla ilgili olarak, altı ana alandan oluşan 107 soruluk bir anket yapılmıştır. Bunlar demografik özellikler, ev-uyku alışkanlıkları, uçuş deneyimi, görev/dinlenme zamanları, yorgunluk ve çalışma ortamıdır. Yapılan bu çalışma 2100 şirkete 11000 kopya olarak dağıtılarak, sonucun anonim ve/veya gizli olarak kalacağı duyurulmuştur. Geri dönen 1488 anketin, %99'u erkek ve yaş ortalaması 45,2'dir. Ortalama uçuş yılları 14,9 ve uçuş saatleri ise 9750'dir. Anketin sonucunda, görev dışında, ortalama evde uyku süresi 7 saat 17 dakika olarak belirlenmiştir. Ankete katılanların %89'u kendini "iyi uykucu" veya "uykucu" olarak tanımlamıştır. Bu ankete katılanların %71 'i bir uçuş sırasında 'uyuklama' olarak kendilerini tanımlamıştır. %39 ise diğer pilotun kokpitte kestirmek ile ilgili düzenlemeler yaptığını bildirmiştir. Bu anketlerle, uçuş ekiplerine uygulanan çeşitli sorularla yorgunluğu

etkileyen faktörlerin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Uçuş ekibinden 34 maddelik yorgunluk faktörü sorularına puan verilmesi istenmiş ve en yüksek faktörler operasyon(uçuşun) icra edildiği saat, gece geç varışlar, kötü hava durumu, aşırı iş yükü ve kısa dinlenme süreleri olarak belirlenmiştir. Genel olarak, bu anketten elde edilen veriler, uçuş operasyonlarında yorgunluğu önemli bir sorun olarak algılandığını göstermektedir. 2000 yılında yapılan bu çalışmada, yaygın bir farkındalık oluşturarak, bilimsel bazlı programlama ve uçuş/dinlenme zamanının göz önüne alınmasının havacılık güvenliği açısından faydası olacağı ve yorgunluk sorunlarının çözülmesine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir [81].



Şekil 2.7. Uçucuların yorgunluğunun azaltılmasındaki tavsiyeleri (Rosekind ve diğ., (2000) Crew Factors in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations çalışmadan uyarlanmıştır.)

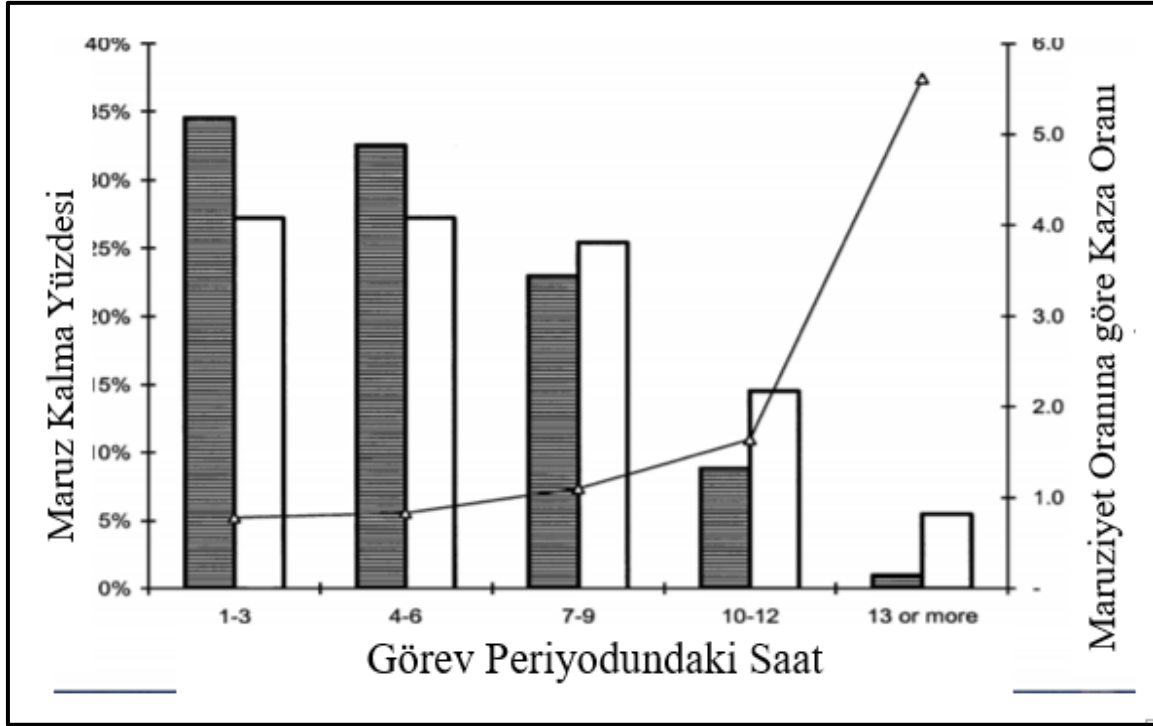
Şekil 2.7 incelendiğinde, ankete katılan uçucuların yorgunluğunun azaltılmasındaki tavsiyeleri belirtilmiştir. Tavsiyelerin başında uçuş süresinin limitlenmesi (sınırlandırılması) ve daha iyi planlama gelmektedir [81].



Şekil 2.8. Yorgunluğun uçuş performansına olan etkisi (Rosekind ve diğ., (2000) Crew Factors in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations çalışmadan uyarlanmıştır.)

Şekil 2.8 incelendiğinde, ankete katılan uçucuların yorgunluğun uçuş performansına olan etkileri belirtilmiştir. Bilişsel yorgunluk azalması, reaksiyon ve dikkatin azalması ilk üç sırada yer almaktadır.

Bir başka çalışmada (Goode, 2002) ise havacılık kazalarına ait insan faktörleri ile pilot çalışma örnekleri belirlenmiştir. Ki-kare testi kullanılarak pilot çalışma programları ile kaza oranları karşılaştırılmıştır. Dağılımlar aynı ise de, pilot-insan faktörü kazaların çalışma programları parametrelerinden etkilenmediği sonucuna varılabilmektedir. Çalışmanın sonucunda, uzun görev süreleri olan pilotlarda ilgili kaza kırım oranı, uzun görev süreleri oranından daha yüksektir. Bu çalışmanın havacılık sektörüne dönüşü, ticari pilotlar için görev süre sınırlamalarının belirlenmesi kaza riskinin azaltılabileceği yönündedir. Bu çalışmada böyle bir sonucun havacılık sektöründe mali açıdan büyük derecede etkileyebileceğini de belirtmektedir.



Şekil 2.9. Çalışma saati ile kaza oranının artması.

Yukarıdaki Şekil 2.9 incelendiğinde yorgunluk belirtilerinin; verim düşüklüğü, geçmiş çalışma/dinlenme kayıtları, biyolojik ritim etkileri ile kendini gösterdiği görülmektedir. Şekil 2.9 incelendiğinde çalışma periyotlarında ki saat ile kazaya maruz kalma oranları gösterilmektedir. Şekildeki 10-12 çalışma saati sonrasındaki rölatif artıştaki eğim dikkat çekmektedir [82].

Bu çalışma Amerika'daki ticari pilotlarda, görev süresinin artmasıyla kaza riskinin arttığını göstermektedir.

Amerikan ordusunda yapılan bir çalışmada ise (Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrew, Caldwell ve diğ.(2001)) yetersiz uykunun ve/veya az uykunun, iş yerindeki dikkat (dakiklik) hususuna olan etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, düzenlenen ankete, 241'i pilot, 120'si pilot olmayan personel (teknisyen, silahçı vb.) katılmıştır. Bu anketin içeriğinde, uyku alışkanlıkları ile ilgili detaylı sorular, çalışma saatleri, uçuş saatleri, ev ve görevlerdeki karşılaşılan uyku zorlukları ve yorgunluk seviyeleri ile ilgili sorular bulunmaktadır.

Bu ankete katılanların ortalama yaşları, asker olarak geçirdikleri süre, ortalama uçuş saatleri Çizelge 2.3 de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Yaş, çalışma ve uçuş bilgileri (Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrew, Caldwell ve diğ.(2001) uyarlanmıştır)

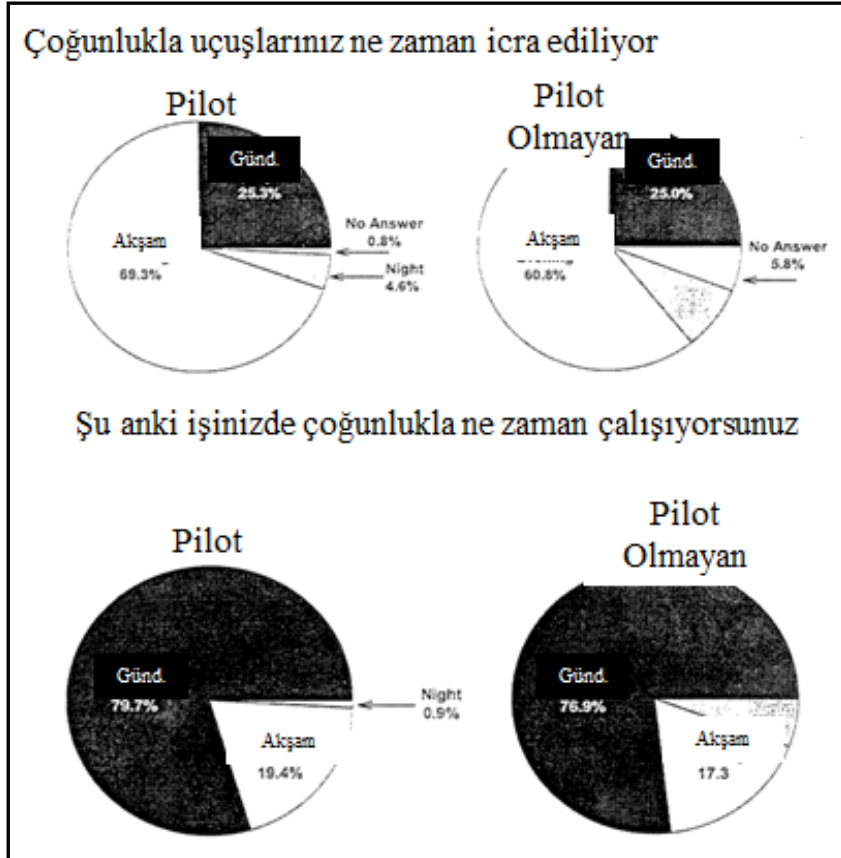
Soru	Pilot	Pilot Olmayan
Ortalama yaş	32	27
Asker olarak ne kadar hizmet ettiği	11	7
Toplam uçuş süresi	1158	581

Çalışma/uçuş saatlerine ilişkin bilgiler aşağıdaki gibidir.

Çizelge 2.4. Çalışma/uçuş bilgileri (Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrew, Caldwell ve diğ.(2001) uyarlanmıştır)

Soru	Pilot	Pilot Olmayan
Tipik bir haftada, ne kadar uçuyorsunuz?	5,05	8,2
Tipik bir haftada, ne kadar çalışıyorsunuz?	61,6	65,69
Ortalamada, ne kadar uçuyorsunuz?	62,5	66,72
Saat olarak bir uçuş ne kadar sürüyor?	2,7	3,4

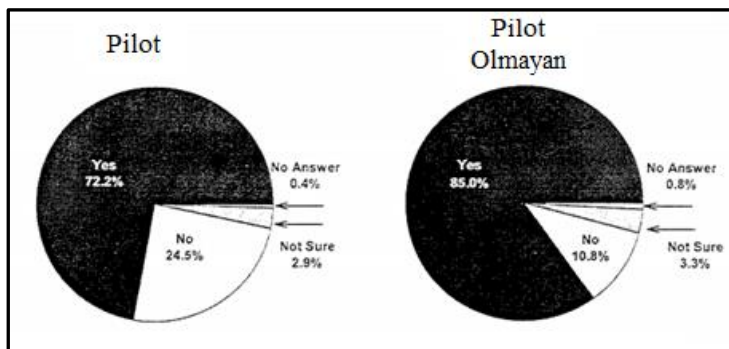
İcra edilen uçuşların ve mesainin hangi zaman dilimlerine denk geldiği aşağıdaki gibidir.
(Gündüz 0600-1700, akşam 1400-2300, gece 2300-0600)



Şekil 2.10. Uçuş, mesai bilgileri (Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrew, Caldwell ve diğ.(2001) uyarlanmıştır)

Uyku zamanları ve saatleri hakkında bilgiler aşağıdaki gibidir.

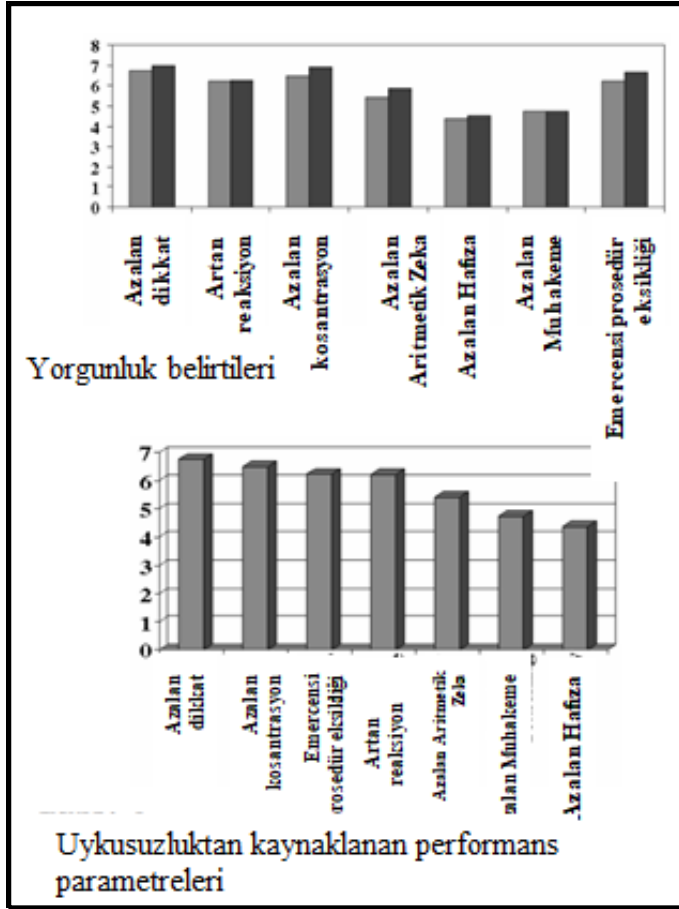
Ankette dikkat çeken diğer bir soruda “çok uykuluyken veya kendinizi hemen uyuyakalacakmış gibi hissettiğinizde, uçmak zorunda kaldınız mı?” sorusudur. Cevabı aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.11. Çok uykuluyken veya kendinizi hemen uyuyakalacakmış gibi hissettiğinizde, uçmak zorunda kaldınız mı? [83]

Şekil 2.10 incelendiğinde “Çok uykuluyken veya kendinizi hemen uyuyakalacakmış gibi hissettiğinizde, uçmak zorunda kaldınız mı?” sorusuna % 72,2 evet cevabı görülmektedir. Uçuş emniyeti açısından bu konu dikkat çekicidir. Bu çalışmada yorgunluk seviyelerini etkileyebilecek diğer bir faktöründe, çalışmanın/uçuşun icra edildiği zaman dilimi olduğu belirtilmiştir. Standart olmayan çalışma periyotları ve/veya farklı çalışma periyotları biyolojik ritmin bozulmasına, birikmiş uyku kaybının yaşanmasına ve bozulmuş performansa yol açılabileceği belirtilmektedir [83].

Hint Hava Kuvvetlerinde (Narinder Taneja, *Fatigue in Aviation: A survey of the Awareness and Attitudes of Indian Air Force Pilots*, 2007) pilot yorgunluğunun önlemesi adına bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma da 83 pilota (sabit kanat-jet pilotu-) uyku ve uyku alışkanlıkları, biyolojik ritimleri, havacılıkta yorgunluk kavramı hakkında ve yorgunluğa karşı alınabilecek önlemler hakkında anket uygulanmıştır. Yaş ortalaması 28,9 olan katılımcıların %33,7 si uyku kaybına bağlı olarak kokpitte uyukladığını belirtmiştir. Katılımcıların yaklaşık %40 ı, kokpitte, uykusuzluk ve yorgunluk sebebiyle, kısa süreli uykuya daldıklarını belirtmiştir. Aşağıda çalışmaya katılan pilotların, yaşadıkları yorgunluk belirtileri ve uykudan kaynaklanan performans parametreleri verilmiştir [84].



Şekil 2.12. Yorgunluk ve uykusuzluktan kaynaklanan performans parametreleri (Narinder Taneja, *Fatigue in Aviation: A survey of the Awareness and Attitudes of Indian Air Force Pilots*, 2007 çalışmasından uyarlanmıştır.)

Pilot yorgunluğu ile ilgili yapılan bir diğer çalışma olan (Jing Dai, Min Luo, Wendong Hu, Jin Ma ve Zhihong Wen (2018)) *Developing a fatigue questionnaire for Chinese civil aviation pilots* adlı makalede araştırılmıştır. Bu çalışmada Çin sivil havacılığında görevli 74 pilot katılmıştır. Bu çalışmada yurt içi ve yurt dışı uçuşlarında uçan pilotların yorgunluk seviyelerinde dikkat çekici bir fark bulunmuştur. Ayrıca yurt dışında uçan pilotlarda uyku için takviye edici ilaç kullananlarda daha kötü uyku kalitesi olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada daha objektif sonuçlar alınması anlamında; elektro manyetik (EEG), yorgunluk raporlama, gibi yardımcı ölçme tekniklerinin kullanılmasının daha iyi olacağı belirtilmektedir [85].

Bir başka çalışmada Sigurdur Hrafn Gislason, Ruta Bogdane, Inese Vasiļevska-Nesbita, (2017) *Fatigue Monitoring Tool for Airline Operators (FMT)*, sivil havacılık anlamında yorgunluk sebebiyle yaşanan havacılık felaketlerinden bahsetmiştir. Bunu önlemek adına, yorgunlukla mücadele konusunda alınan önlemlerden (ICAO annex 19, Fatigue Risk

Management System-Yorgunluk Risk Yönetimi), uygulamaya giren pilot/kabin görevlisi uçuş saati limitlemelerinden ve görev saati kısıtlamalarından bahsetmiştir. Buna rağmen, bir pilotun yasal uçuş saati limitinin sonlarına yaklaşırken karşılaştığı yorgunluğa değinerek, bu yorgunluk tiplerini fiziksel, zihinsel ve duygusal semptomlar olarak tasniflemiştir. Araştırmanın devamında, havacılık yorgunluğunun önüne geçmek adına oluşturulan yorgunluk gözetim cihazı modelinden ve pratikte uygulanmasını anlatmıştır [86]. Bu semptomlar Çizelge 2.6 sıralanmıştır.

Çizelge 2.6. Yorgunluğun Belirtileri (Fatigue Monitoring Tool for Airline Operators (FMT), Sigurdur Hrafn Gislason, Ruta Bogdane, Inese Vasilevska-Nesbita, 2017 uyarlanmıştır)

Yorgunluğun Fiziksel, Zihinsel ve Duygusal Semptomları		
Fiziksel Semptomları	Zihinsel Semptomları	Duygusal Semptomları
Azalan Reaksiyon Süresi	Konsantre Güçlüğü	Sessiz Kalma
Güçsüzlük, Azalan Enerji	Dikkat Azalması	Motivasyon Eksikliği
Tekrarlayan Esnemeler	İletişim Problemleri	Asabiyet
Ağırlaşan Göz Kapakları	Algılama Hataları	Moral Düşüklüğü
Göz Kaşıma	Rutin görevlerdeki hatalar	Duygusal Hassaslık
Uyuklama	Unutkanlık	
Kısa Uykular	Karar vermede güçlük	
Baş Ağrısı, Nezle		

3. DÖNER KANAT UÇUŞU ve GECE GÖRÜŞ GÖZLÜĞÜ KAVRAMI

En yaygın döner kanat hava aracı helikopterdir[87]. Bu çalışmada döner kanat hava aracı olarak helikopter uçuşundan bahsedilecektir. Çalışmanın devamında ise gece görüş gözlüğü, pilot gece görüş gözlüğü ara yüzü, gece görüş gözlüğünde insan faktörü açıklanacaktır.

3.1. Döner Kanat Uçuşu

Döner kanat uçuşu, helikopteri dış görsel referanslardan yararlanarak, aynı zamanda da ilgili uçuş saatleri ve göstergeleri ile çapraz kontrol ile kullanmak demektir. Helikopterin sabit kanat hava araç tiplerinden farkı, piste ihtiyaç duymadan, limitleri dâhilinde yer seviyesine yaklaşarak, sarp arazi kesimlerine, kapalı ağaçlık alanların arasına, dere yataklarına, kimi zaman ise akarsuyun içine bile inebilmesidir [88]. Resim 3.1’ de S-70 helikopteri görülebilir.



Resim 3.1. S-70 helikopteri.

Bu uçuş tipi Görsel Uçuş Şartlarına-Visual Flight Rules (VFR) dayanmaktadır. Görsel referansların kaybı hazırlıksız Aletli Uçuş Şartlarına giriş, helikopter pilotları için emercensi bir durumdur.

Pilot, helikopteri sabit tutmak için nirengiler kullanmaktadır. Bu sayede helikopteri sabit bir nokta ve irtifada tutabilmektedir. Yanal sürüklenmeleri, kayışları ve irtifa değişimlerini bu sayede algılamaktadır.

Türk Hava Sahasındaki VFR miniması Şekil 4.1 de yer almaktadır [89].

VFR MİNİMA TABLOSU			
	Kontrollü Saha İçinde	Kontrollü Saha Dışında	
		Deniz Seviyesi üzerinde 3000 FT (900 M) irtifanın üstünde ya da manianın 1000FT (300 M) üzerinde (hangisi daha yüksek ise)	Deniz Seviyesi üzerinde 3000 FT (900 M) irtifada veya altında ya da manianın 1000FT (300 M) üzerinde (hangisi daha yüksek ise)
Bulutlardan Uzaklık a) Yatay b) Dikey		1500 M 300 M (1000 FT)	Bulutlardan Uzaklaşarak, yeri/suyu görerek
Uçuş Rüyeti		8 KM 3050 M (10 000 FT) irtifada ya da üstünde 5KM 3050 M (10 000 FT) altında	5 KM
* İntikal irtifası deniz seviyesinden 3050 M (10 000 FT) değerinin altında olduğunda, 10 000 FT ifadesinin yerine FL 100 ifadesi kullanılmalıdır.			

Şekil 3.1. Türk Hava Sahası VFR minima tablosu (Devlet Hava Meydanları İşletmesi, (2018). Türkiye Havacılık Bilgi Yayını Görerek Uçuş Kuralları. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi , Enr1.1-2.

Düşük hızlarda ve hover pozisyonunda pilotun aldığı nirengiler, uçuş ekibinin ikaz ve uyarıları ile helikopter istenilen pozisyonda tutulabilmektedir. Görsel görüşün azalması (ince kar uçuşması ve toz bulutu içinde kalmak gibi) ve düşük ışık şartları, helikopterde sürüklenmeleri artırabilmekte ve kaza-kırım a sebebiyet verebilmektedir.

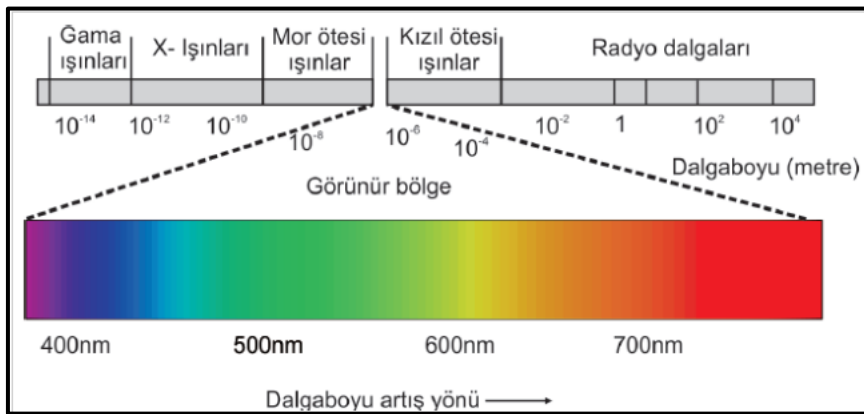
2013 yılında Alaska’da yaşanan bir kaza kırım, görüşün azalmasına örnek olarak verilebilir. Bu kazanın raporuna göre hipodermi geçiren kar motoru sürücüsüne müdahale için olay yerine helikopter ile giden arama kurtarma ekibi (Search and Rescue-SAR) faaliyetin uzaması sebebiyle gece şartlarına kalmıştır. Yapılan araştırmaya göre pilot kalkıştan birkaç dakika sonra kar tipisine yakalanmış ve görüşün kaybolması sebebiyle oryantasyon kaybına yakalanarak helikopterin kontrolünü kaybetmiş ve kaza kırma uğramıştır [90]. Bu husus tamamen fizyolojik olup tıbbi olarak disoryantasyon (havacılık vertigosu) olarak adlandırılmıştır. Nirengilerin olmadığı durumlarda, iç kulaktaki vestibüler denge sistemi zafiyeti sonucu disoryantasyon ortaya çıkmaktadır. Uçuş

tecrübesiyle alakalı olmayıp her yaş tecrübe grubunda yaşanabilmektedir. Eğer bu durumdan kurtulunamaz ise örnekte olduğu gibi kaza-kırım ise sonuçlanabilir [91]. Maalesef ülkemizde de bunun gibi kazalar meydana gelmiştir.

3.2. Gece Görüş Gözlüğü Tanımı ve Karakteristiği

Gece görüş sistemleri termal görüntü ve görüntü yoğunlaştırıcı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [92].

Tüm nesneler belli spektral aralıklarla ölçülebilir miktarlarda enerji yaymaktadır. Enerjinin miktarı, sıcaklığa ve malzemenin türüne bağlıdır [93]. Termal görüntü, nesneden yayılan ısıнын emilimi sonucu ortaya çıkmaktadır.



Resim 3.2. Spektrum görünür bölge (<http://rasyonalist.org/yazi/elektromanyetik-dalgalar-gorunur-bolge/> sitesinden alınmıştır) [94].



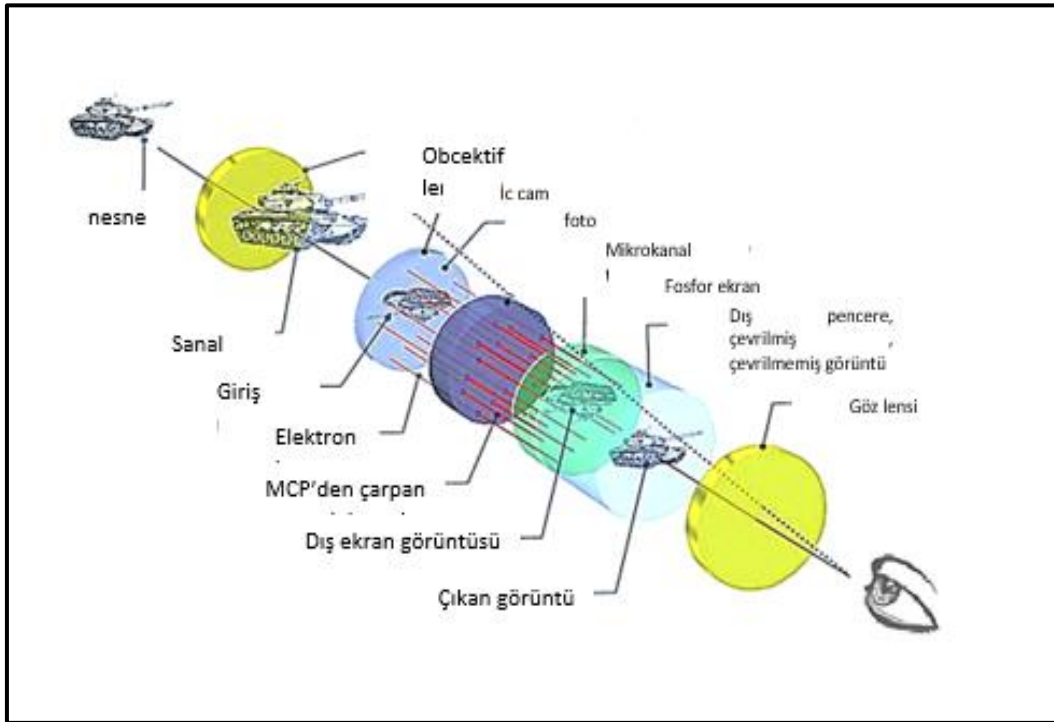
Resim 3.3. Örnek termal fotoğraf.

Termal görüntü, alıcı sensör seviyelerine göre nesne tarafından üretilen kızılötesi (IR) radyasyona bağlı olarak, arka alanla yarattığı sıcaklık farkları sayesinde oluşmaktadır [95]. Bu sistemlerde arka planı buz tutmuş göl gibi soğuk ortamlarda kuş, tilki, köpek gibi

objeler çok kolay teşhis edilebileceği gibi, öğlen vakti, sıcak yaz gününde arka planı arazi (toprak, çöl vb.) olan yerlerde soğuk su kaynağı kolaylıkla tespit edilebilir.

Bu çalışmada, gece görüş sistemleri açısından genel maksat helikopter tiplerinde kullanılan görüntü yoğunlaştırıcı sistemlerden bahsedilecektir. Literatürde (görüntü yoğunlaştırıcı) image intensifier-I² diye geçmektedir.

Görüntü yoğunlaştırıcı sistemler, objeden çıkan çıplak gözle görülemeyen fotonları gözle görülebilir hale getirir. Görüntü yoğunlaştırıcı gece görüş sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Bu sistemler görünür ve kızılötesine yakın elektromanyetik bölgelerde ki spektrumu yansıtarak görülür hale getirmektedir.



Resim 3.4. Gece görüş gözlüğü görüş prensibi [96].

Çalışma prensibi olarak, objeden çıkan ışık objektif mercek tarafından fotokatoda odaklandırılmaktadır. Fotokatoda çarpan ışık fotonları, mercek tarafından yansıtılan ışığın miktarı ile doğru orantılı olarak elektronların çıkmasına neden olmaktadır. Serbest kalan elektronlar gece görüş gözlüğünün güç kaynağı tarafından üretilen bir elektrik alanı sayesinde fotokatod yüzeyden hızlandırılmaktadır. Fosfor ekrana çarpan elektronların miktarı, ince cam tüplerden oluşan ince bir petek olan mikro kanal plaka vasıtasıyla ile artırılmaktadır [97].

3.2.1. Gece görüş gözlüğü tarihsel gelişimi

Görüntü yoğunlaştırıcı sistemler ilk olarak askeri tespit, astronomi ve bilimsel araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır [98].

Askeri anlamda ilk olarak 2. Dünya Savaşında kullanılmaya başlanan bu sistemler düşman unsurları tarafından kolayca fark edildiği için yeterli görülmemiştir [99].

1950’lilerin sonlarında ilk sürekli elektron çarpanı George Goodrich, James Ignatowski ve William Wiley tarafından Bendix Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. 1960’lılarda ilk nesil tüpler geliştirilmiştir. Bu sistemler havacılık anlamında kask için çok büyük olduğundan o yıllarda uygulama imkânı bulanamamıştır [100].

1970’lerde görüntü yoğunlaştırıcı sistemler kaska takılacak kadar küçük boyutlara ulaşmış ve Amerikan Ordusu tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Gece görüş gözlüklerinde artan performansla paralel olarak havacılıkta kullanımı artmıştır. Gece görüş gözlüğü gelişimi ile ilgili araştırmada nesil kavramı ön plana çıkmaktadır. İlerleyen teknoloji ile gece görüş gözlüğü tüplerindeki nesil tipi de ilerleme göstermektedir. Bu konudaki gelişmeler gece görüş gözlüğü nesilleri kısmında daha detaylı anlatılacaktır. Aşağıdaki Resim 3.5 örnek gece görüş gözlüğü görülebilmektedir.

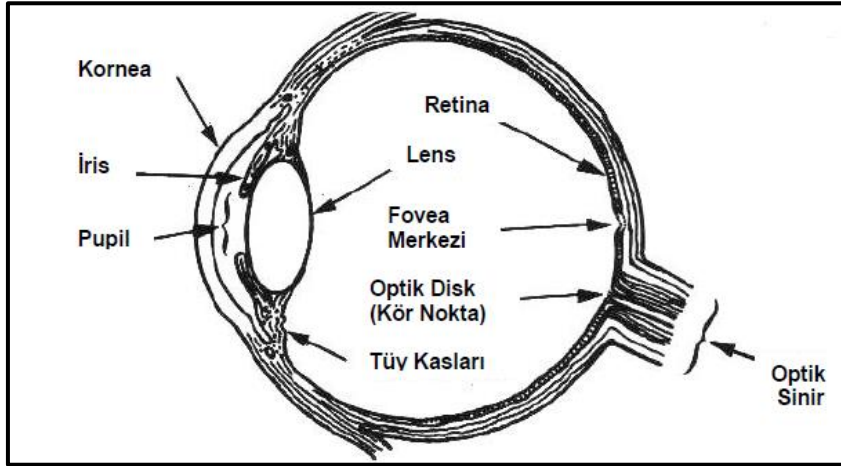


Resim 3.5. Örnek gece görüş gözlüğü (Salmon ve diğ. Neck Pain in Military Helicopter Aircrew and the Role of Exercise Therapy (2014) çalışmasından alınmıştır.)

3.2.2. Gece görüş gözlüğü uçuş fizyolojisi

Bu bölümde kısaca gözün anatomisi ve görüş çeşitlerinden bahsedilecektir. Böylelikle gece görüş uçuş fizyolojisi özetlenecektir.

3.2.3. Gözün anatomisi



Resim 3.6. Gözün yapısı.

Nesneden gelen ışınlar göze korneadan girmekte ve pupilden geçmektedir. Pupilin büyüklüğü veya çapı iris tarafından ayarlanmaktadır. Lens pupilin arkasında ve gelen ışığı retinaya odaklamaktadır. Retina çubuk (rod) ve koni hücrelerinden oluşmaktadır. Kon hücreleri gündüz görüş şartlarında kullanılmaktadır. Çubuk hücreleri ise çevresel görüş, gece ve düşük yoğunluklu ışık görüşü için kullanılmaktadır.

Görüş çeşitleri

Fotopik görüş diye adlandırılan yüksek şiddetli ışık seviyesiyle görüş kon hücreleri ile yapılmaktadır.

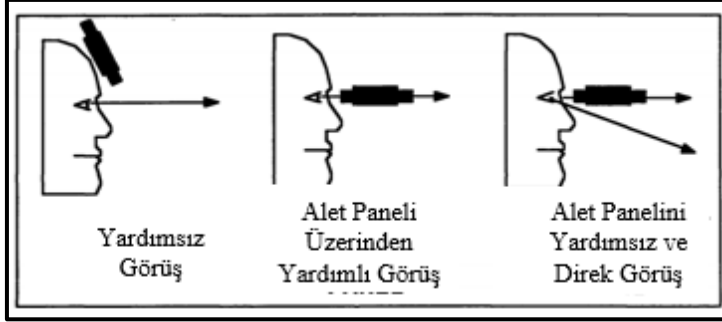
Skotopik görüş diye adlandırılan görüş, tam ay seviyesinden az ışıklı görüş kon hücreleri ile yapılmaktadır. Bu görüşte renk hassasiyeti çok düşüktür.

Mezopik görüş ise gündoğumu-günbatımı ışık seviyelerindeki görüştür. Kon ve rod hücrelerinin yetersiz kullanımı mevcuttur [101].

3.3. Pilot Gece Görüş Gözlüğü Ara Yüzü

Gece görüş gözlüğü ile uçan bir pilot, aynı gündüz görerek uçuş kurallarında olduğu gibi (aynı ve/veya daha iyi bir şekilde), durumsal farkındalığını yardımsız (gece görüş gözlüğü

olmadan) şekilde devam ettirmelidir [102]. Hem yardımcı bir şekilde, görsel referanslardan yararlanarak uçuşu devam ettirebilmeli, hem de çapraz kontrol vasıtasıyla ilgili uçuş aletlerine bakmak suretiyle farkındalığını korumalıdır. Aşağıdaki şekilde pilot Gece görüş gözlüğü kullanım çeşitlerini görsel olarak resmedilmiştir.



Resim 3.7. Ggg görüş çeşitleri Hawley ve diğ. (1991) Rotorcraft Night Vision Goggle Evaluation çalışmasından uyarlanmıştır.

3.3.1. Gece görüş gözlüğü nesil tipleri tarihsel gelişimi

Görüntü yoğunlaştırıcı tüpler ile ilgili ilk çalışmalar 1940-1950 yılları arasında Amerikan Ordusu Gece Görüş Laboratuvarı tarafından başlatılmış ve bu gelişmelerde her önemli gelişme nesil (Generation (GEN)) olarak ifade edilmiştir. GEN kelimesi Amerikan ordusunun yeni bir sözleşmesini ve/veya üretim kademesini belirtmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'ne ait görüntü yoğunlaştırıcıları 4 farklı kategoride incelemek gerekir. Bunlar,

- 0. Nesil
- 1. Nesi
- 2. Nesil
- 3. Nesil şeklindedir [103].

En başta aktif gece görüş gözlükleri denen 0. nesil (sıfırıncı) gözlükler kullanıma girmiştir. Bu gözlükler ışık kazancı sağlamaktan ziyade, kızılötesi dalga bandında ki görüntüye çevirmektir [104].



Resim 3.8. Pasif gece görüş gözlüğü (<http://www.nightoptics.com/history-of-night-vision.htm> uyarlanmıştır.)

Pasif gece görüş tekniği, yani görünür ışık dalga bandında düşük ışık seviyesinin yoğunlaştırılarak, kaska monteli hale getirilerek, ekrana ulaştırılması tekniği, ilk defa 1960'lı yıllarda kullanılmıştır [96]. Bu cihazın ebadı 16 cm boyunda ve 6 cm çapında olup, kazanç değeri 35000-70000 arasındadır. Bu değer 3. nesil tüplerden daha iyi olmakla birlikte otomatik kazanç kontrolü ve parlak nokta korumasının olmaması yeni nesillerin çıkmasına sebep olmuştur.



Resim 3.9. 1. nesil Ggg (<http://www.nightoptics.com/history-of-night-vision.htm> uyarlanmıştır.)

2. nesil tüplerin kullanımı 1960'ların sonuna doğru olmuştur. Bu tüpler artık kaska monte edilebilecek kadar küçüktür. Askeri uçucular için gerekli olan otomatik kazanç kontrolü ve parlak nokta koruması 2. ve 3. nesil tüplerde mevcuttur. 2. nesil tüplerin gelinmesini sağlayan en önemli faktör mikro kanal plaka (microchannelplate(MCP)) kullanımı ile birlikte artan kazanç değeri (<10000) ve azalan enerji tüketimi olmuştur [105].

Bu tüplerde kullanılan fotokatod malzemesi multialkalidir (potasyum, sodyum, sezyum ve antimon). Sonraki teknolojik gelişmeler ile birlikte, gürültü oranının düşürülmesi adına, daha iyi optik mercek ve çalışmalar ile (fosfor ekran geriliminin artırılması) nesil 2+ tüpler ortaya çıkmıştır[106].

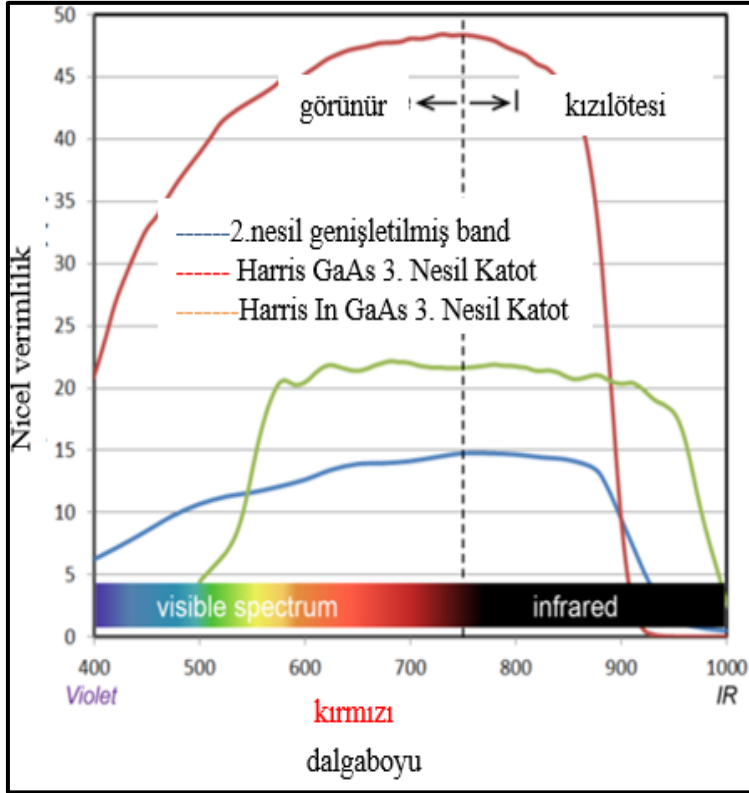


Resim 3.10. 3. nesil gece görüş gözlüğü (<https://fas.org/man/dod-101/sys/land/an-pvs-5.htm> alınmıştır.)

3. nesil tüplerde ise 2. nesilden gelen mikro kanal plakalar kullanılmaya devam edilmiş fakat fotokatod malzemesi “Gallium Arsenide” olarak seçilmiştir. Böylece daha gelişmiş görüntü kalitesine ulaşılmıştır [107]. 3. nesil tüplerde kazanç değeri 35000 civarındadır ve fotokatod ile mikro kanal arasında iyon tutucu film sayesinde tüp ömrü uzatılabilmiştir. 3. Nesil tüpler, 2. Nesil tüplere göre galyum arsenik sayesinde görsel netliği, kontrast oranı ve hassasiyeti daha yüksektir [108].



Resim 3.11. Örnek gece görüş gözlüğü (Martin ve diğ. (2000) Physics Based Simulation of Night Vision Goggles çalışmasından alınmıştır)



Şekil 3.2. Gece görüş gözlüğü teknoloji verimlilik oranı gösterimi. (Garris, E., (2017). The Gen 3 Advantage. Harris Night Vision and Communication Systems tanıtım belgesinden uyarlanmıştır.)

Yukarıda ki resimde Harris firmasının belirttiği verimlilik ile renk dalga boyları açısından 2. nesil gece görüş gözlüğü ve 3. nesil 2 farklı gece görüş gözlüğü incelenmiştir. 3. nesil gece görüş gözlüklerin 2. nesil göre daha verimli olduğu resimden ortaya çıkarmaktadır. Firma, gece karanlığıyla birlikte, gündüze nazaran renk dalga boyları değişmesi sebebiyle 700nm uzun dalga boyları için geniş spektral aralığında kapsamı çok önemli olduğundan bahsetmiştir. Burada 2. nesil gece görüş gözlüklerinin 400nm ile 1000nm spektral aralığında tepki verdiği görülmektedir. Fakat 3. nesil gece görüş gözlüğü gibi büyük tepki vermemesi sebebiyle deneyimde büyük farklar ortaya çıkmaktadır.

Aynı firma beyaz fosforlu görüş için, 3. nesil gece görüş gözlüğü ile maksimum fotokatod verimi alınabileceğinden, düşük ışıklı ortamlarda daha iyi görüş alınabileceğinden ve bununla gece görüş değerlendirmesinde önemli bir faktör olduğundan bahsetmiştir [109].

3.3.2. Gece görüş gözlüğü fosfor tipleri

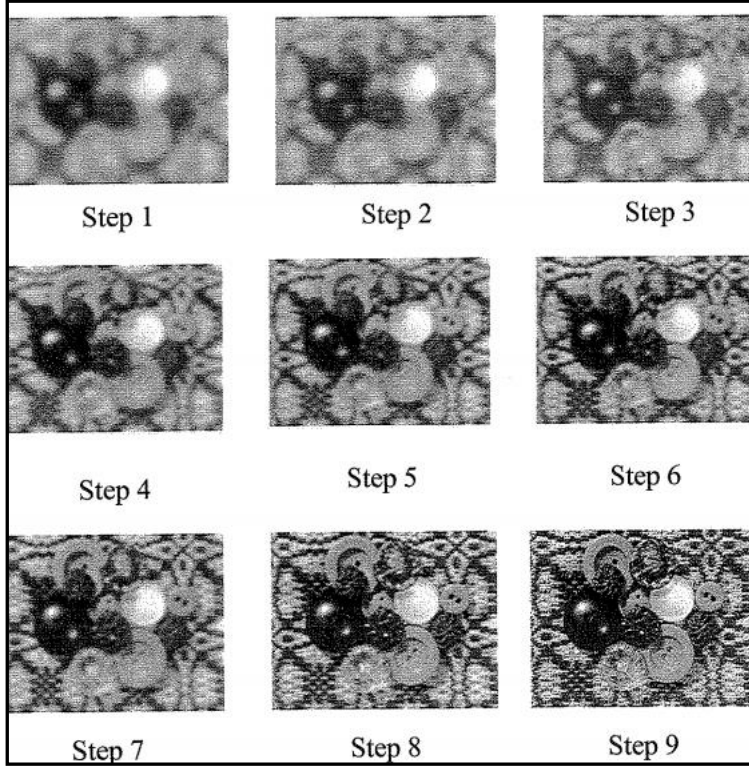
Gece görüş gözlülerinde, görüntünün göz tarafından görüldüğü ekran, fosfor ekran olarak geçmektedir. Gece görüş gözlüklerinin en önemli parçası fosfor ekrandır. Daha önce yapılan çalışmalarda gözün, görüş dalga boylarından en verimli olan yeşil renkli fosforun (555 nm) uygun olduğu değerlendirilmiştir [104].

Bu konuda CuQlock ve diğ. (2000) Object Recognition and Contrast Sensitivity with Image Intensifiers Employing White Phosphor versus Green Phosphor Displays adlı yapılan çalışmada, nesne tanımlama ve kontrast hassasiyeti açısından, yeşil ve beyaz fosfor ekranlı görüntü yoğunlaştırıcılar kıyaslanmıştır. Bu konuda 34 erkek ve 2 kadından oluşan toplam 36 kişi ile çalışma yapılmıştır. Yaş grupları 20 ila 45 arasında değişmektedir. Her iki fosfor ekranının da aynı çözünürlüklü 3. nesil gece görüş gözlüğü kullanılmıştır. (P-45 Beyaz- P-43 yeşil). 50000 fotoğraftan 50 tane fotoğraf seçilmiştir. Bunlar geyik, meyve ve silah gibi çeşitli nesneleri içermektedir. Aşağıda örnek resimlerden biri incelenebilir.



Resim 3.12. Örnek resim (CuQlock ve diğ.(2000) Object Recognition and Contrast Sensitivity with Image Intensifiers Employing White Phosphor versus Green Phosphor Displays çalışmadan alınmıştır.)

Çalışma için, bu fotoğraflar “PhotoShop’s” kullanılarak 8 seviye buğulaştırılarak kullanılmıştır.



Resim 3.13. Buğulaştırılan fotoğraf örneği (CuQlock ve diğ.(2000) Object Recognition and Contrast Sensitivity with Image Intensifiers Employing White Phosphor versus Green Phosphor Displays çalışmasından alınmıştır).

Her bir katılımcı, bir fosfor tipinde 25 fotoğraf, diğer fosfor tipinde 25 fotoğraf görmüştür. Yapılan bu çalışmada beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünü ilk takan ekip, yeşil gece görüş gözlüğünü sonrasında takan ekibe göre daha buğulu resimleri tanımlayabilmişlerdir. Katılımcıların görüşüne göre beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü ile görüntülerin yeşil fosforlu gece görüş gözlüğüne göre daha doğal görüldüğü belirtilmiştir. Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü görüntülerin, alacakaranlık vakti görüşüne benzediği, kontrast, şekil ve gölgelerin daha temiz gözüktüğü bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda yeşil ve beyaz fosforun aynı parlaklık derecesine sahip olmasına rağmen, yapılan değerlendirmede beyaz fosforun daha parlak olarak belirtildiği, bunun da bilişsel ve/veya algısal farklılıktan olabileceği belirtilmiştir [110].

Son yıllarda çıkan beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü kullanımı sonucu bazı görüşler ortaya çıkmıştır. Yapılan bir araştırmaya göre;

Yeşil fosforlu gece görüş gözlüğü (P-43) artıları,

- Yüksek verim, yeşil renk olarak insan gözüne en uygun renk olması,

- Eski tip fosforlara göre daha iyi renk kontrastı sağlaması ve göz yorgunluğunu azalması,
- Beyaz fosfora oranla daha yüksek dönüşüm oranı ve ışık emisyonu olması, olarak sıralanmıştır.

Yeşil fosforlu gece görüş gözlüğü (P-43) eksileri,

- Beyaz fosfora oranla, daha hızlı göz yorgunluğu yaratması,
- Göz reseptör hücrelerinin beyaz fosfora göre daha dar bant aralığı kullanması, olarak sıralanmıştır.

Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü (P-45) artıları,

- Beyaz ışığın, düşük ışıklı ortamlarda daha doğal hissettirmesi ve daha az göz yorgunluğuna neden olması,
- Son zamanlarda daha geniş üretime geçtiği için, bu tüplerin son teknolojiyi kullanıyor olması,
- Beyaz ışık, gözdeki rod hücrelerini kullanmak suretiyle, düşük ışık koşullarında daha hassas görüntü oluşturması, olarak sıralanmıştır.

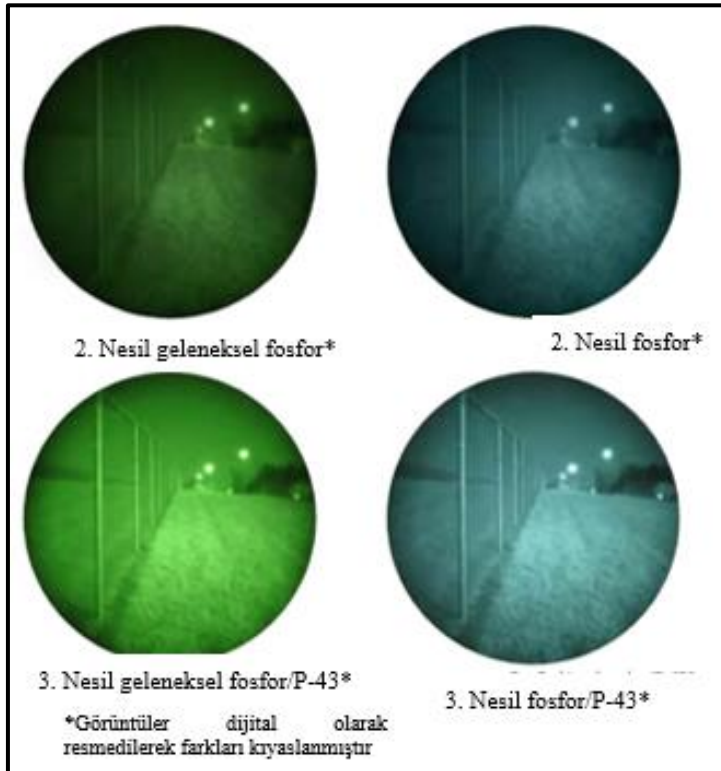
Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü (P-45) eksileri,

- Yeşil fosforlu görüntüye göre koyu görüntü oluşması,
- Tam olarak gözün görüş bant aralığına denk gelmemesi sebebiyle, görüntü bozulması ve/veya renk bozulması yaşanması, olarak sıralanmıştır.

Aynı çalışmada, beyaz ve yeşil fosforlu gece görüş gözlüklerinin iyi ve kötü yanları hakkında tartışmaların sürmeye devam ettiği belirtilmektedir. Amerika'da beyaz fosforlu ekranın havacılık için sertifikaya edilmesinden sonra, yeşile göre daha fazla rağbet gördüğü belirtilmektedir.

Çalışmanın devamında, P-45'in (beyaz) veya P-43'ün (yeşil) daha iyi olup olmadığına sadece tek bir fosfora bakarak karar verilemeyeceğini, aynı çevresel ortamda denenip müteakiben karar verilmesi gerektiği belirtilmektedir [111].

Gece görüş gözlüğü üreticilerinden olan Amerika menşeli Harris firmasına göre, geleneksel yeşil fosfora göre, beyaz fosforun 3. nesil gece görüş gözlüğü ile maksimum performans verdiği belirtilmektedir. Firma, beyaz fosforun, yeşil fosfora göre nesne tanımlamada, kontrast hassasiyeti sayesinde daha iyi olduğunu belirtmektedir. Aşağıdaki resimlerde Harris firmasının kataloglarında alınan 2. nesil ve 3. nesil gece görüş gözlüklerinin görselleri görülebilmektedir [112].



Resim 3.14. Yeşil-Beyaz görüntü örnekleri Harris Corporation. HARRIS P-45, Gen 3 White Phosphor Technology broşüründen uyarlanmıştır.

Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün son yıllarda kullanımının artmasıyla, yeşil fosforlu gece görüş gözlüğünün kıyaslaması yapılmaya başlanmıştır. Bu konu ile ilgili officer.com internet sitesinde Jonathan Kozlowski'nin kaleme aldığı yazıya göre beyaz fosfor ile yeşil fosforun benzerlikleri ve farklılıkları mevcuttur. Bu konuda her ikisinin de düşük ışıklı ortamlarda asker ve polislerin görevlerini yapabilmelerine izin verdiğinden bahsedilmiştir. Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün 3. nesil gece görüş gözlükleri ile farkının ortaya koyulabildiğinden bahsedilmiştir ve 2. nesil gece görüş gözlüklerine göre düşük ışık koşullarında artan performans ve çözünürlük sağlandığından bahsedilmiştir. Aynı sitede, bu konu ile ilgili Amerikan Teknoloji Ağı (ATN) 'ye ait çalışmaların gece

görüntünün seçilmesinde siyah-beyaz renklerin daha doğal görünebileceğini gösteriyor' diye özet bilgisi yer almaktadır.

Aynı yazıda teknolojik gelişmelere rağmen bazı kişilerin yeşil fosforu tercih ettiği belirtilmiştir. Buradaki tercih etmenin, kullanıma bağlı olarak (az ve/veya çok) kullanıcıların gözlerinin yeşil renkle daha iyi uyum sağladığı düşünülmüştür.

Aynı yazıda, Harris Gece Görüş firmasının Küresel İş Geliştirme Direktörü Darrel Hackler görüşlerine yer verilmiştir. Hackler fosfor rengi ile birçok test yapıldığını, ancak herhangi bir rengin diğerine göre daha iyi olduğunu kanıtlayan bilimsel kanıt bulunmadığını dile getirerek, bu seçimin sadece kullanıcının kararına kaldığını belirtmiştir. Hackler aynı zamanda gece görüş gözlüğünde bir iyileşme varsa bu teknolojinin gelişmesi olduğunu, fosfor rengi ile ilgili olmadığını belirtmektedir [113].

Gece görüş gözlüklerindeki fosfor rengi üç işlevi yerine getirmektedir. Bunlar objeyi tanımlama, bilişsel faaliyetleri destekleme ve uzaysal oryantasyonu sağlamada yardımdır [114]. Genel olarak fosfor rengi iş yükünü azaltma ve görsel performansı iyileştirme potansiyeline sahiptir [115].

Görüldüğü gibi gece görüş gözlüklerinde, fiyat, ağırlık ve karmaşıklığın yanı sıra fosfor rengi de ayrı bir tartışma konusu olarak devam etmektedir.

3.4. Gece Görüş Gözlüğünde İnsan Faktörü

Bu bölümde gece görüş gözlüğü kullanımı ile ilgili insan faktörleri açısından, görsel verim, görsel açı, derinlik algısı, boyut mesafe tahmini ve diğer faktörler olarak beş alt başlıkta incelenecektir.

3.4.1. Görsel verim

Gece görüş (skotopik), gündüz görüşü (fotopik) ile kıyaslandığında oldukça sınırlı bir görüşe sahiptir. İnsan görüşü, gün ışığından geceye doğru giderek zayıflamaktadır. İnsan gözü, gece boyu adaptasyonu süresince hassasiyetini artırmaktadır. Bu hassasiyetin

tamamen oluşması 45 dakikayı bulabilmektedir [116]. Skotopik görüşte, makul seviyede şekil ve hareket algısı vardır. Ancak derinlik algısı ve renk görüşü sınırlı seviyededir [117].

Normalde, gece görüş gözlüğü teknolojisinde, geceleri fotopik görüşe uygun olarak dizayn edilir. Gece görüş gözlüğünün çıkış ışık parlaklığı, insan gözünün mezopik görüş aralığına göre kalibre edilmektedir. Bu ayarlama gece adaptasyonu için (fotopikten skotopiğe göre) daha hızlı bir geçişe izin vermektedir [118]. Görüntü yoğunlaştırıcı sistemlerde insanın yapısından dolayı, gündüz beklenen performansa oranla verim düşmektedir.

Gece görüş gözlüğü ile icra edilen tüm faaliyetler, çevredeki çeşitli nesneleri tespit, teşhis, tanıma, mesafe ve boyut tahminine dayanmaktadır. Görüntü performansının artması gece görüş gözlüğünün daha rahat kullanımını sağlamaktadır. Bu hususta görsel keskinlik, görüş açısı ve derinlik algısı önemli rol oynamaktadır.

Gece görüş gözlüğü kalitesinde, görsel keskinlik direk etki etmektedir [119]. Görsel keskinlik, gözün iki nokta arasındaki bir ayrımı veya boşluğu algılayabilmesi yani ayırt edebilme yeteneğidir. Bu konuda gece görüş gözlükleri Snellen testi denen test ile kıyaslanabilmektedir.

Görsel keskinlik ortam aydınlatmasına bağlı olarak (tam ay veya yıldız aydınlatması), gece görüş gözlüğüne gelen ışık miktarı ile alakalıdır. Gece görüş gözlüğü görsel keskinliği, gökyüzünün aydınlanmasının azalmasıyla beraber azalmaktadır. Görme keskinliği aynı zamanda kontrast tarafından da etkilenmektedir.

Yapılan bir çalışmada, herhangi bir görüntü yoğunlaştırıcı cihaz ile, tam ay koşullarından uzaklaştıkça, düşük kontrastlı bir hedef için görme keskinliğinin daha kontrastlı bir objeye göre bozulduğu görülmüştür [120]. Aynı çalışmada 3. nesil gece görüşü gözlüğünün, 2. nesil gece görüşü gözlüğüne göre görsel keskinliğinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

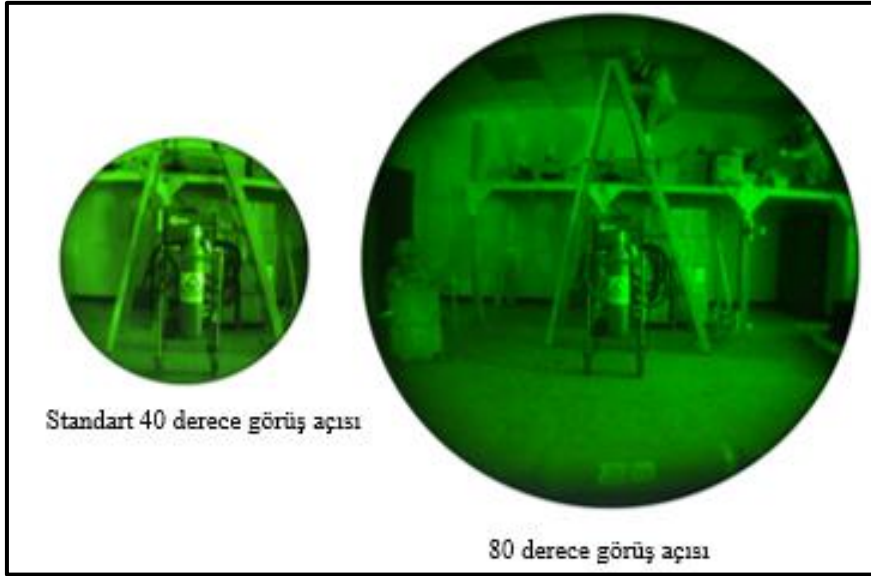
Görsel netlik üzerine bir başka yaklaşımda da nesneler ve arka planlarındaki resim arasındaki en küçük farkı görme yeteneğini ölçen kontrast duyarlılık ile değerlendirmedir.

Gece görüş gözlüklerinin görüntü kalitesi, görüntü ekranı boyunca noktalı, zayıf parıldaması ile ilişkilidir. Burada önemli olan sinyal gürültü oranı, çözünürlük ve

kontrasttır. Sinyal gürültü oranı (Signal Noise Ratio (SNR)) olarak da bilinen bu husus kısmen düşük ışık seviyelerinde daha belirgindir. SNR, iki algısal eleman arasındaki oranı tanımlamaktadır, şöyle ki göze gelen ve gözün algılayabildiği ışık ve algılanan gürültü, yani SNR, düşük ışık koşullarında, belirli bir cihazın görüntü kalitesini belirleyebilir [121]. Gece görüş gözlük çözünürlük performansının azalan ışık seviyesi ile bozulduğu iyi bilinmektedir. Mevcut ışık miktarı azaldıkça, gece görüş gözlüklerdeki otomatik kazanç kontrolü yeterli bir parlaklık seviyesine ulaşmayı telafi etmektedir. Gece görüş gözlüklerinin özelliğini, düşük ışık çözünürlüklerinde SNR belirlemektedir. SNR ne kadar yüksekse, düşük ışık koşullarında nesnelerin çözünürlüğü o kadar net belli olmaktadır [122]. Gece görüş gözlüklerinde görsel performans, bir gözlüğün SNR'sının ne kadar yüksek olduğu ile tespit edilebilmektedir. Çözünürlük ise mikro kanal plaka içerdiği tüplerle belirlenmektedir. Bu, tipik olarak alan karedeki çizgi ve/veya noktalar ile ölçülmektedir (bir milimetrede 25 nokta gibi). Ne kadar çok çizgi veya nokta olursa o kadar çözünürlük artmaktadır [104].

3.4.2. Görsel açı

Görüş açısı, gece görüş gözlüğü ile sabit bir nesneye veya bir yere bakıldığında, tüpün içinden retinaya düşen görüşün açısal ifadesidir. Tipik olarak gece görüş gözlüklerinde görsel açı 30 ila 45 derece civarındadır [123]. İnsan gözünün 180 ila 220 derece arasında yatay, 120 derece dikey görüş açısına sahiptir [124]. Normal bir görüşe kıyasla 45 derecelik görüş açısı dar bir açıdır. Bu nedenle gece görüş gözlüğünün bu konfigürasyonu pilotun bilişsel performansı üzerine önemli bir etki yapmaktadır. Görsel bilgilerin azalması oryantasyon bozukluğu ihtimalini artırmaktadır. Pilot, dar açıdaki görsel referansların azlığı sebebiyle, daha fazla görsel tarama yapmak zorunda kalacaktır.



Resim 3.14. Ggg 40 ve 80 derecelik görüntüsü (<http://kentoptronics.com/nvg.html> uyarlanmıştır.)

3.4.3. Derinlik algısı

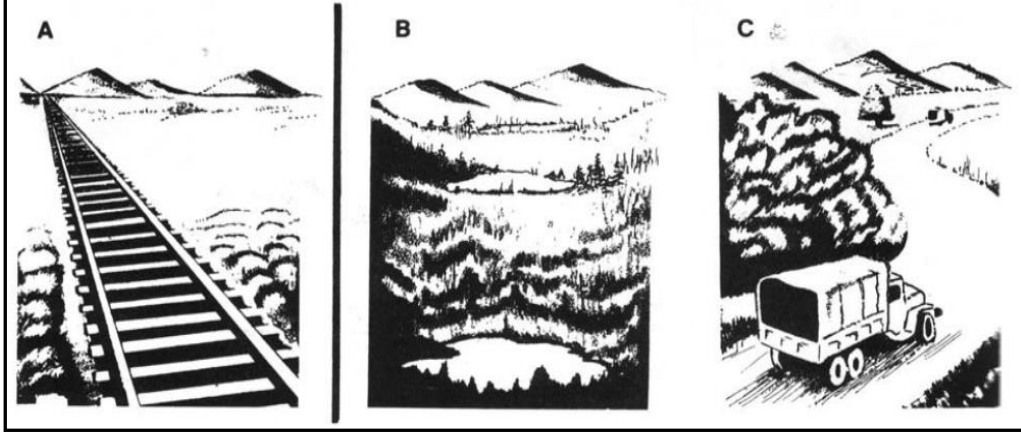
Düşük görüş açısı ve derinlik algısının eksikliği yüzlerce uçucu tarafından raporlanarak belirtilmiştir [119]. Gece görüş gözlüklerindeki tek renk görüntü, kontrast azlığı, o anki mevcut ışık, arka plandaki görüntü sebebiyle derinlik algılaması güçtür. Pilotlar icra ettikleri uçuşlarda görsel referanslar sayesinde algıladıkları görüntülerle birlikte hislerine güvenmektedirler. Özellikle ay ışığı olmadığı, kapalı bulutlu ortamlarda (yıldız ışığından faydalanamadığında) gece görüş gözlüğü ile derinlik algılaması güçleşmektedir.

Helikopter pilotlarında derinlik algısı hususu daha büyük önem kazanmaktadır. Gece görüş gözlüğü ile icra operasyonlarda, helikopterin yaklaşımda ki son kısımlarında, doğru yaklaşma tekniği uygulaması büyük öneme haizdir. Gece görüş gözlüğü ile icra edilen operasyonlarda, taktiksel avantaj sağlamak adına helikopterin limitleri dâhilinde süratli bir yaklaşma ve/veya kalkış planlanabilir. Bu gibi durumlarda, iyi bir karar verebilmek için derinlik algısının doğru tahmini çok önemlidir.

Bu hususta, pilotlar moneküler ipuçlarını kullanmalıdır. Bunlar geometrik perspektif, retinal görüntü büyüklüğü, hava perspektifi, hareket paralaksıdır.

Geometrik perspektif

Bir nesne değişik mesafelerden ve değişik açılardan bakıldığında değişik bir şekilde görünebilmektedir.



Resim 3.15. Geometrik perspektif.

(a) Doğrusal perspektif: Demiryolu gibi paralel hatlar, mesafe attıkça birleşiyor gibi görünür.

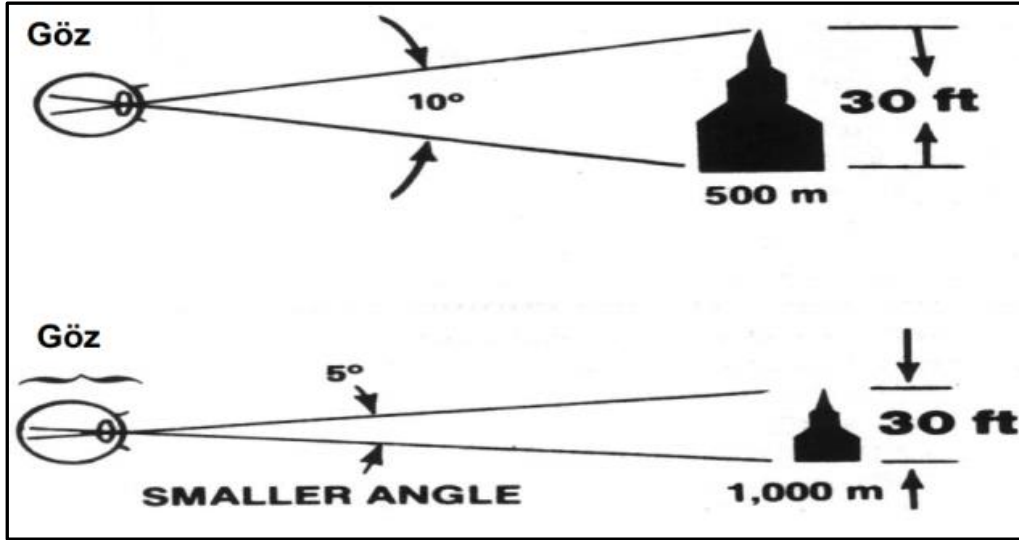
(b) Nisbi küçülme: Uzaktan bakıldığında bir nesnenin veya arazi arızasının gerçek şekli eliptik görünür. Nesneye veya arazi arızasına olan mesafe azaldıkça nisbi perspektif, gerçek durumuna veya şekline gelir.

(c) Arazideki dikey pozisyon: İzleyiciden daha uzakta bulunan nesneler veya arazi arızaları, daha yakın olanlara nazaran ufukta daha yüksek görünürler. Gece, ışıkların arazideki yüksek dikey durumları nedeniyle mürettebat, yüksek yapılar ve alçak uçuş yapan hava araçları üzerindeki ışıkları uzak arazi arızaları ile karıştırabilirler[125].

Retinal görüntü büyüklüğü

Beyin, bir nesnenin gerçek büyüklüğünü retina üzerine düşen görüntünün büyüklüğünden algılar. Retinal görüntü kullanarak mesafe tahmininde dört faktör göz önüne alınır.

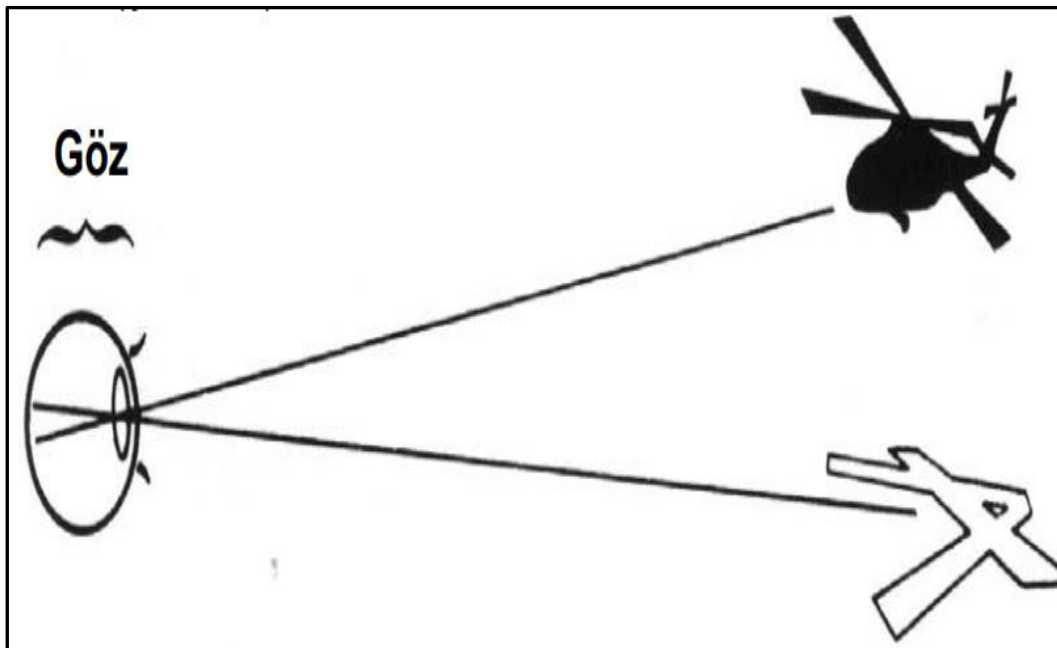
Nesnelerin bilinen büyüklüğü: Nesne, izleyiciye ne kadar yakınsa retinal görüntüsü de o kadar büyük olur. Beyin tecrübeyle tanıdık cisimlerin retinal görüntüleri yardımı ile mesafeyi tahmin etmeyi öğrenir.



Resim 3.16. Nesnelerin bilinen büyüklüğü.

Nesnelerin artan veya azalan büyüklüğü: Bir nesnenin retinal büyüklüğü artarsa nisbi mesafe azalıyor demektir.

Yere ait bilgilerin mukayesesi: Bir nesnenin, örneğin bir meydanın büyüklüğü bilinen bir nesne ile örneğin, bir helikopterle mukayesesi, nesnenin büyüklüğünü ve izleyiciden olan mesafesini tespit etmede faydası vardır.



Resim 3.17: Yere ait bilgilerin mukayesesi.

Şekillerin çakışması veya nesnelerin bir araya gelmesi: Nesneler çakıştığında perdelenen nesne daha uzakta değerlendirilir. Bu perdeleme gece yere kadar yaklaşmada özellikle önemlidir. İniş sahasında kaybolan veya yanıp sönen ışıklar iniş sahası ile hava aracı arasında engeller olduğunu gösterir.



Resim 3.18: Şekillerin çakışması veya nesnelerin bir araya gelmesi

Hava perspektifi

Nesnenin açıklığı ve verdiği gölge beyin tarafından algılanır ve mesafe tahmini için referans olarak kullanılır. Mesafe tahmininde birkaç hava perspektif faktörü kullanılır.

Renk veya gölgede değişiklikler: İzleyici nesneye ne kadar yakın olursa renk veya gölgedeki ince değişiklikler daha belirgin hale gelir. Buna karşılık, mesafe artarsa bu farklılıklar belirsizleşir. Örneğin, uzaktan bir tepenin kenarı belirgin bir şekilde olmayan düzgün bir gölge olarak görülür. Pilot tepenin yakınına gittikçe her bir ağacın gölgesi ve bu ağaçlar arasındaki boşluklar fark edilir hale gelir. Böylece, gece yüksek aydınlık seviyelerinde renk veya gölge mesafe tahmininde referans verirler.

Ayrıntının veya yapının kaybolması: Şahıs nesneden uzaklaştıkça bazı ayrıntılar daha belirsiz hale gelir. Örneğin, bir mısır tarlası tek bir renk haline geldiğinde ve bir ağacın dalları ve yaprakları tek bir kütle halinde görüldüğünde bunların uzak olduğu değerlendirilir. Düşük aydınlatmada ayırım da azaldığından bu referanslar güneş battıktan kısa süre sonra kaybolacaklar veya ancak yakın mesafeler için faydalı olacaklardır.

Işık kaynağının durumu veya gölgenin istikameti: Her nesne bir ışık kaynağından dolayı gölge yapar. Gölgenin düştüğü istikamet ışık kaynağının yerine bağlıdır. Nesnenin gölgesi izleyici tarafında ise nesne ışık kaynağına göre izleyiciye daha yakındadır.

Hareket paralaksı

Bu derinlik algılama referansı düşük aydınlık seviyelerinde mesafeleri değerlendirmek için bir yardımcıdır. Hareket paralaksı, arazide hareket halinde olan bir izleyici tarafından görülen sabit nesnelerin görünürdeki hareketleri ile ilgilidir. Mürettebat helikopterin dışına, uçuş hattına dik olarak baktıklarında yakın nesneler geriye doğru, üzerine doğru veya hareket istikametinin tersine doğru hareket ediyormuş gibi gözükürler. Uzak nesneler ise hareket istikametinde gidiyor gibi veya sabit görünürler. Göreceli bu hareketin oranı izleyicinin nesneden olan mesafesine bağlıdır. Sabit veya yavaş hareket ediyormuş gibi görünen nesneler, süratle hareket ediyor gibi görünen nesnelere nazaran pilota daha uzak mesafede değerlendirilirler.

3.4.4. Boyut ve mesafe tahmini

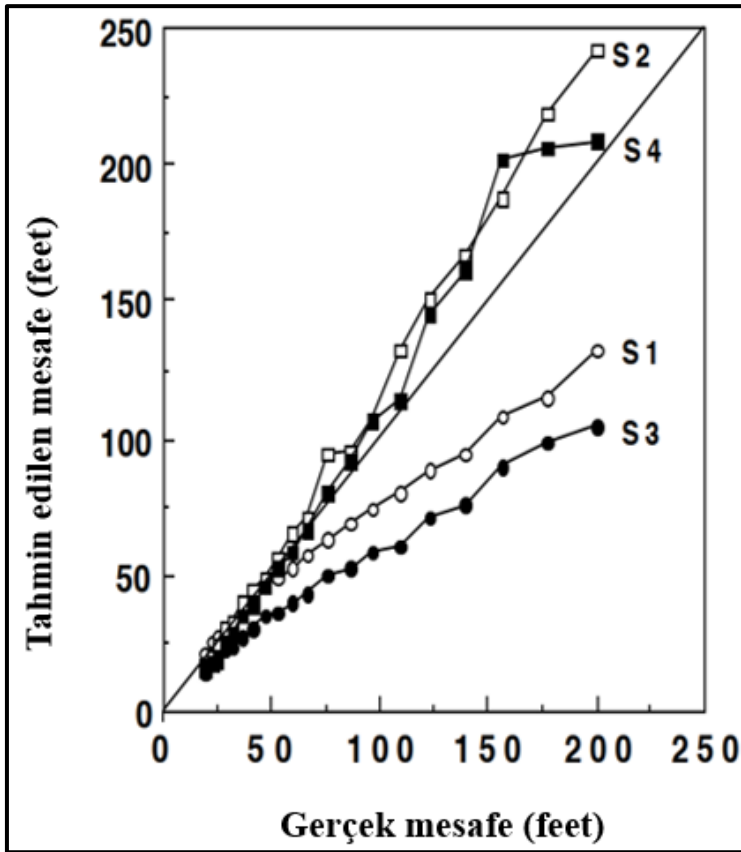
Görüş açısındaki nesnelerin boyut ve mesafe tahmini, nesnelerin görsel algısı ile sıkı sıkıya bağlıdır [126]. Nesneleri doğru algılama, nesneleri sadece tespit ve doğrulama açısından değil, aynı zamanda uzaysal oryantasyon açısından da önemlidir [127].

Gece görüş cihazları düşük ışık seviyelerinde, görsel algıyı geliştirmesine rağmen, boyut ve mesafe tahmininde, gündüze göre temel görsel bilgileri bozmaktadır. Yapılan bazı raporlarda gece görüş gözlüğünün cisim detayını azaltarak, görsel netliği etkileyebileceği, bunun da nesnelerin boyutlarının tahmininde hatalara sebep olabileceği vurgulanmıştır [128].

Pilotlar için gece görüş gözlüğü ile icra edilen operasyonlarda boyut ve mesafe tahmini çok önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle ağaç, tel, bina ve diğer engellerden görerek kaçınan helikopter pilotları için bu husus daha büyük rol oynamaktadır. Helikopter pilotları için, gece indirme harekâtı gibi kritik görevlerde, boyut ve mesafe tahmini hususu büyük öneme sahiptir. Düşük ışık durumlarda indirme yapılacak bölgenin engellerden yeteri kadar uzakta bulunmasının tespiti, kalkış yapılacak istikamet seçimi çok kritiktir. Helikopter

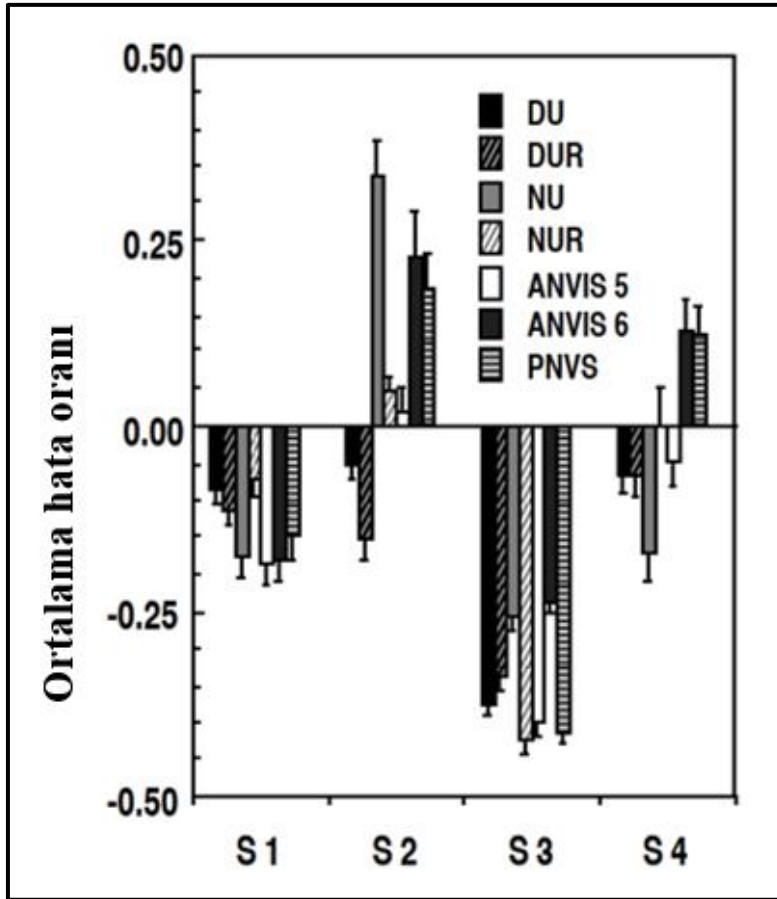
iniş takımlarının hepsinin uygun iniş alanına sığamayacağı gibi durumlarda, helikopterin hover pozisyonunda tutulması için, nirengiler seçerek, pilotların doğru mesafe ve boyut tahmini yapması gerekmektedir.

Mesafe tahmini ile ilgili (Foyle ve Kaiser, 2015) yedi görüş çeşidi ile bir test yapmıştır. Bu görüş çeşitleri, gündüz yardımsız (çıplak göz (day unaided-DU)), gündüz kısıtlı görüş (40 derece ile sınırlandırılmış (day unaided restricted-DUR)), gece yardımsız (night unaided-NU), gece kısıtlı görüş (gece 40 derece ile sınırlandırılmış (night unaided restricted-NUR)), ANVIS 5, ANVIS 6 (Amerikan Ordusu tarafından kullanılan) ve PNVS. (ANVIS 5, ANVIS 6 ve PNVS gece görüş gözlüğü çeşitleridir.)



Şekil 3.3. Mesafe tahminleri (Pilot Distance Estimation with Unaided Vision, Night Vision Goggle and Infrared Imagery çalışmasından uyarlanmıştır.)

Yapılan testte hedefler 2 adet kontraplaktan oluşan, beyaz renkli, 2,25'e 3,0 feetten oluşan dikdörtgendir. Tahmin mesafeleri 20 ila 200 feet arasındadır. Teste dört helikopter pilotu (S1, S2, S3, S4) katılmıştır. Teste katılan tüm pilotların gündüz, gece ve gece görüş gözlüğü ile uçuşları bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Tahmin oranları (Pilot Distance Estimation with Unaided Vision, Night Vision Goggle and Infrared Imagery çalışmasından uyarlanmıştır)

Testte yapılan tahmin oldukça doğrusal çıkmıştır. Pilotların mesafedeki değişimlere hassas oldukları ortaya çıkmıştır. Şekil 3.4 ye bakıldığında iki pilotun tahminlerinin fazla değer verdikleri, diğer iki pilotun ise az değerler verdiği gözükmektedir. Bu çalışmada gündüz görüşü ve gündüz kısıtlı görüş, gece görüşü ve gece kısıtlı görüş ile kıyaslandığında daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu husus için, çözünürlükteki artışın mesafe tahminindeki doğruluğu artırabileceği değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada, düşük ışıklı ortamlarda, gece görüş gözlüğünün çözünürlüğünün artması ile doğru mesafe tahmininin artacağı değerlendirilmiştir [129].

3.4.5. Diğer faktörler

Kaska ilave olarak takılan cihaz, kaskın ağırlık merkezini de değiştirerek boyun ağrılarına, baş ağrılarına sebep olabilmektedir.

Helikopter uçuşlarında titreşimden dolayı pilotlarda ve mürettebatta boyun ağrısı yaygındır [130]. Bu konu ile ilgili Kanada Silahlı Kuvvetlerinde bir çalışma yapılmıştır.

Katılımcıların (138 pilot, 58 uçuş mühendisi) %80 sinden fazlasının boyun ağrısı çektiği tespit edilmiştir [131].

Yapılan bazı çalışmalarda boyun ağrılarının gece görüş gözlüğü ile arttığı tespit edilmiştir. Kask ağırlığının artması ile boyun kas gerginliği artmakta ve uzun süreli uçuşlarda kalıcı boyun hasarı riski artmaktadır. Bu tip sorunların oluştuğu Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından rapor edilmiştir [132]. Yapılan bir çalışmada, gece görüş gözlüksüz uçuşlara göre gece görüş gözlüklü uçuşlarda daha fazla boyun ağrısı tespit edilmiştir [133].

Baş ağrıları, görme sorunları ve kemik sorunları gece görüş gözlüğünden kaynaklı oluşan sorunlar arasındadır.

3.5. Gece Görüş Gözlüğü ve Kaza İlişkisi

Chris W. Johnson ve diğ. (2004) The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents adlı çalışmada ABD de 1995-1996 yıllarında gerçekleştirilen döner kanat uçuşları istatistiği incelenmiştir.

Çizelge 3.1. Her 100000 saatteki kaza oranı (Chris W. Johnson ve diğ. (2004) The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents adlı çalışmasından uyarlanmıştır)

	Uçuş Yılı 95	Uçuş Yılı 96
Gündüz	7,59	7,69
Gece	9,72	13,87
Gece Yardımsız	6,37	9,31
Gece Yardımlı	11,28	15,8
Gece Sistemleri	17,15	22,54
Gece görüş gözlüğü	11,97	14,37
Toplam	8,09	9,14

Çalışmada görüldüğü üzere, kaska monteli cihazlarla yapılan cihazlarda kaza oranları, herhangi bir cihaz takılmadan icra edilen uçuşlara göre daha fazladır. Çalışmada bunun

sebebi olarak, gece görüş ekipmanının kullanılmasıyla durumsal farkındalığın bozulması sebebiyle gerçekleştiği ihtimali üzerinde durulmuştur. Buna örnek olarak ABD'nin Black Hawk helikopter filosunun 27 yıllık tarihinde 20 ölümlü kaza yapması gösterilmiştir. Çalışmada yapılan açıklamaya göre bu kazaların yarısında pilotlar gece görüş gözlüğü uçuşu icra etmekteydi [134].

Başka bir çalışmada (Ruffner ve diğ. (1997) Development of a night driving simülâtör concept for night vision image intensification device training) 1986-1996 yılları arasında Amerikan havacılığında gerçekleşen kazalarının 160 tanesinin gece görüş gözlüğü ile ilgili olduğu belirtilmiştir [135].

Bir başka çalışmada (Thomas H. Harding ve diğ.) kaska monteli görüntüleme sistemlerinin, insan-makine etkileşimi sebebiyle ortaya çıkan algı, kavrama ve insan performansı hatalarına sebep olabilecek stres etkileri üzerinedir.



Resim 3.19. Termal görüntüleme cihazı https://en.wikipedia.org/wiki/Helmet-mounted_display#/media/File:Integrated_Helmet_Display_Sight_System.jpg alınmıştır.

Bu çalışmada sivil ve/veya askeri havacılıkta kask monteli ekranların, kullanıcıya durum bilgisi edinme, algılama ve durumsal farkındalığını sağlamada önemli bir araç olduğu belirtilmektedir. Bu süreçte, operasyonel uçuş şartlarında meydana gelebilecek fiziksel, psikolojik ve duygusal faktörlerden kaynaklı bilişsel kavrama ve karar verme yeteneğinin azalabileceğinden bahsedilmektedir. Bu fiziksel, psikolojik ve duygusal faktörlere de stres etkeni denmiştir. Bu çalışmada uzun süre maruz kalınan stresin algıyı (dikkat, hafıza, bilgi,

problem çözme ve karar verme gibi) etkileyebileceği belirtilmiştir. Bununda (yargı, dikkat veya konsantrasyon sorunları sebebiyle), pilotlar için ve hava aracı içinde bulunan insanlar için çok ciddi bir sorun olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada stres faktörleri iç ve dış faktörler olarak Çizelge 3.2’de sınıflandırılmıştır [136].

Çizelge 3.2. Stres faktörleri (Harding ve diğ. (2010) Perceptual and Cognitive Effects on the Use of Helmet-Mounted Displays Due to External Operational Factors) uyarlanmıştır.

Dış Faktörler		İç Faktörler	
Çevresel	Psikososyal	Fizyolojik	Bilişsel
• Kötü uçuş şartları • Aşırı sıcak veya soğuk • Yüksek ses seviyesi • İrtifanın etkileri • Kalabalık çevre • Hava kirliliği • Aşırı nem	• Çalışma ortamının sorunları • Aile sorunları • Yetersiz uçuş zamanı • Düşük iş tatmini • Destek hissinin azlığı • Kontrol eksikliği • Eş ile sorun • Aile fertlerinden hastalık/vefat • Gerçekçi olmayan beklentiler • Mali sorunlar • Yalnızlık hissi • Kendini değersiz hissetme	• Yetersiz beslenme • Tütün kullanımı • Kas yorgunluğu • Uyku sorunu • Alkol kullanımı • Yüksek kan basıncı • Kafein tüketimi • Düşük görüş • İşitme sorunu • Hastalık • Açlık • Susuzluk	• Bilgi eksikliği • Aşırı bilgi • Zihinsel yorgunluk • Korku • Çaresiz hissetme • Sıkılganlık • Aşırı iş yükü

4. MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, ilgili firmalar tarafından temin edilen gece görüş gözlüklerinin, pilotların eğitim uçuşları esnasında denenmesi ve sonrasında oluşturulan anketin doldurulması ile oluşturulmuştur.

4.1. Materyal

Bu çalışmada, pilotlar, farklı tipte ve fosfor renginde gece görüş gözlüğü ile uçarak deneme fırsatı bulmuştur. Bu uçuşlar için ilave uçuş icra edilmemiş, hâlihazırda S-70 tip intibak eğitiminin bir parçası olan gece görüş gözlüğü eğitim safhası ve ilgili mevzuat gereği uçulması zorunlu olan gece görüş gözlüğü tazeleme eğitimlerinden istifade edilmiştir.

Uçuşlar Sikorsky-70 (S-70) tipi helikopterlerde icra edilmiştir. S-70 genel maksat kullanımı tipinde (personel malzeme nakliye, ambulans, dâhili harici yük taşınması) bir helikopterdir. Bu helikopter, gece görüş gözlüğü ile uyumlu tip helikopter olup, bölüm 3.1 de daha detaylı ele alındığı üzere, uçuşun sağlanması için görerek alınan referanslardan yararlanılarak kullanılmaktadır.

Gece görüş gözlüğü ile teknik bilgiler firma temsilcilerinden alınmıştır. Ağırlıkları hassas terazi ile tartılmıştır. Gece görüş gözlüğü marka isimlerinin yerine, A, B ve C harfleri ile adlandırılarak en objektif cevapların alınması hedeflenmiştir. Gece görüş gözlük bilgileri aşağıdaki verilmiştir.

Çizelge 4.1. Gece görüş gözlük tipleri.

	A tipi GGG	B tipi GGG	C tipi GGG
Fosfor tipi	Beyaz	Beyaz	Yeşil
Ağırlık	425 g(GGG) 180g(batarya) 605g	500 g(GGG) 402 g (batarya) 902g	506 g (GGG) 302 g (batarya) 808g
Görüş Açısı	30 dereceye 40 derece	30 dereceye 40 derece	30 dereceye 40 derece

4.2. Metot

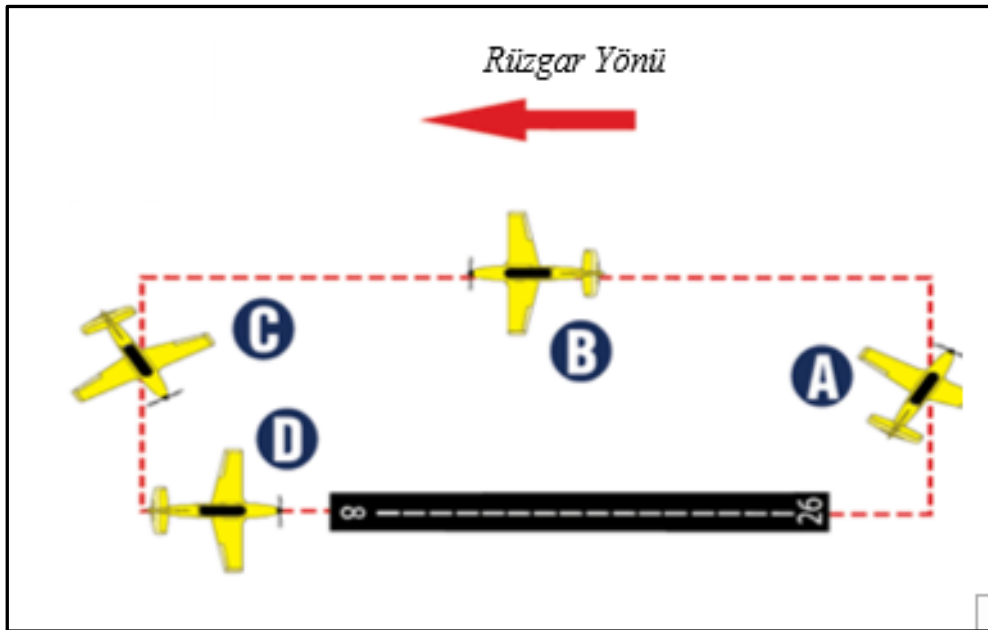
Uçuşların tamamı ay ışığının aydınlatmasının olmadığı durumda icra edilmiştir. (Bunun için bir zamanlama yapılmamıştır, uçulan günler ay ışığının aydınlatmasının olmadığı günlere denk gelmiştir.) Uçuş alanları ise Gölbaşı Sırt Meydanı ve civarındaki uçuş eğitim bölgeleridir. Uçuş faaliyetlerinin icra edildiği bölgelerin yerleşim yerlerine yakınlığı -şehir ışıklarının etkisi- ayrıca değerlendirme konusudur. Sırt meydanı ve civarındaki yerleşim yerleri bir örnek teşkil etmesi adına Resim 4.1 'de verilmektedir.



Resim 4.1. Çalışmanın yapıldığı bölge. (Google haritalardan alınmıştır.) [137]

Deneme uçuşları en az bir meydan turu ve havır hareketlerinden oluşmaktadır. Meydan turu; tırmanış, yan bacak, rüzgâr altı, esas bacak ve son yaklaşımdan oluşmaktadır. Tırmanış bacağı, kalkıştan sonra helikopterin pist ile aynı istikamette tırmandığı baktır. Yan bacak (A), helikopterin emniyetli irtifaya tırmanıp sola dönüşlü bir turda sola ilk

dönüşünden sonra piste tırmanmaya devam ettiği bacadır. Bu bacadaki helikopterin yerdeki iz düşümü pist istikameti ile 90 derecelik açı yapar. Rüzgaraltı (B) pistten yeterli açıklığa ulaşan helikopterin sola dönüşlü bir turda ikinci kez sola dönerek düz uçuşa geçtiği bacadır. Bu bacadaki helikopter iniş istikametinin tam tersi (180 derece farklı) istikamette uçar ve rüzgârı arkadan alır. Esas bacak (C) ise helikopterin sola dönüşlü bir turda üçüncü kez sola döndüğü ve alçaldığı bacadır. Bu bacadaki helikopter pist istikameti ile 90 derece açı yapar. Son yaklaşma (D) ya da final bacağı, helikopterin pisti karşıladığı ve iyice alçaldığı bacadır [138]. Bu bacağın sonunda iniş veya pas geçme gerçekleşir. Gölbaşı Sırt Meydanı için bir meydan turu helikopter tipi ve rüzgâr hızına göre değişmekle beraber yaklaşık 15-20 dakika arasındadır.



Resim 4.2. Meydan turu.

Anketten elde edilen sonuçlar SPSS Statistcs sürüm 21 ile değerlendirilmiştir. Bu hazır program verilerin analizi amacıyla kullanılmış olup, gelişmiş istatistiki analizler için oldukça kullanışlı bir araçtır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen anket, (Ek-1 de bulunmaktadır) temin edilen gece görüş gözlüklerinin aynı anda elde bulundurulmasındaki tedariki sıkıntı sebebiyle toplam 10 pilota uygulamıştır.

4.2.1. Anket

Hazırlanan anketin ikinci kısmında gece görüş gözlüğü ele alınmış olup, bu bölüm; gece görüş gözlüğünün farkını ortaya koyacak verilerin (derinlik algısı, kontrast hassasiyeti, mesafe tahmini hassasiyeti, hale etkisi, beden yorgunluğu, boyun ağrısı) katılımcı pilotlar tarafından analiz edilmesi ile oluşturulmuştur. Pilotlar, ilgili firmalardan tedarik edilen farklı teknik özellik ve fosfor tipleri ile hali hazırda kullanılan gece görüş gözlüklerini kıyaslamışlardır.

4.2.2. Anket uygulaması

Anketin ikinci bölümünde katılımcılardan farklı fiziksel özelliklere ve fosfor tipine sahip gece görüş gözlükleri ile gerçekleştirdikleri uçuşlarda edindikleri tecrübelerin verisi elde edilmeye çalışılmıştır. Bu veriler arasında, farklı gece görüş gözlüklerinin; pilotların derinlik algısında, kontrast hassasiyetinde, mesafe tahmini ve hale etkisinde yarattığı farklar sayılabilir. Bunların dışında katılımcı pilotların tecrübe ettiği beden ve göz yorgunluğu ile boyun ağrısı şiddeti verileri de elde edilmiştir. Değerlendirmeler 5 tam puan üzerinden yapılmıştır.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma ile daha önce pilotlar tarafından denenmeyen, farklı tipteki gece görüş gözlükleri, gerçek uçuş şartlarında değerlendirilmiştir. Oluşturulan anket ile, özellikle fosfor tipindeki ve ağırlıktaki farklılıkları; derinlik algısı, kontrast hassasiyeti, mesafe tahmini hassasiyeti, hale etkisi, beden yorgunluğu, boyun ağrısı şiddeti ve göz yorgunluğunu şiddetinin belirlenmesi suretiyle pilot yorgunluğunun azaltılması hedeflenmektedir.

Ankete katılan pilotlara ait bilgiler ile ilgili çizelge ve değerlendirmeler aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Pilot bilgileri.

Değişken	f	%
Yaş		
20-29 yıl	3	30
30-39 yıl	1	10
40-60 yıl	6	60
Beden Kitle Endeksi		
18,5-24,9 (normal)	4	40
25-29,9 (fazla)	5	50
30-34,9 (I.Derece obez)	1	10
Görev		
Kontrol Pilotu	2	20
Birinci Pilot	4	40
İkinci Pilot	4	40
Uçuş Yılı		
1-5 yıl	3	30
6-10 yıl	1	10
11 ve üzeri	6	60

Anket çalışmasına katılan pilotların %30'u 20-29 yaş aralığında olup, bu pilotların uçuş yılı 1 ila 5 yıl arasında değişmektedir. 30-39 yaş aralığında sadece bir katılımcı bulunmakta olup toplam katılımcıların %10'unu temsil eden bu katılımcı 6 ila 10 arasında uçuş yılı tecrübesine sahiptir. Katılımcı sınıflandırılmasında 3. sırada yer alan 40-60 yaş aralığında 11 ve üzeri uçuş yılı tecrübesine sahip katılımcı sayısı ise 6, katılımcıların %60'ıdır.

Katılımcıların %40'ı beden kitle endeksine göre normal olarak değerlendirilebilirken, %50'sinin beden kitle endeksi *fazla*, %10'u ise *I. derece obez* olarak değerlendirilebilmektedir [139].

Katılımcıların %20'si *Kontrol Pilotu*, %40'ı *Birinci Pilot* ve yine %40'ı ise *İkinci pilot* olarak görev yapmaktadır.

Anket çalışmasına katılan pilotların toplam uçuş saati tecrübeleri, gece görüş gözlüğü ile yapılan uçuş saatleri, son 12 ayda gerçekleştirilen gece görüş gözlüğü uçuşları ve son 1 ayda gerçekleştirilen gece görüş gözlüğü uçuş saatleri; uçuş yılı tecrübelerine göre gerçekleştirilen pilot sınıflandırması temel alınarak analiz edilmiştir. Katılımcıların sahip olduğu uçuş saati tecrübesinin, sahip olunan uçuş yılı tecrübesi ile sıkı sıkıya bağlı olması nedeniyle, katılımcıların sınıflandırılması için izelge 5.2 'de verisi paylaşılan uçuş yılı tecrübesi girdisinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Çizelge 5.2. Uçuş yılı tecrübesi kapsamında toplam uçuş saati.

	Uçuş Yılı	f	Toplam Uçuş Yılı	Uçuş Saati	Ortalama Yıllık Uçuş Saati
Toplam Uçuş Saati					
	1-5 yıl	3	5	720	144
	6-10 yıl	1	8	1200	150
	11 ve üzeri	6	106	19600	185
GGG Uçuş Saati					
	1-5 yıl	3	5	54	11
	6-10 yıl	1	8	250	31
	11 ve üzeri	6	106	1340	13
Son 12 Aydaki GGG Uçuş Saati					
	1-5 yıl	3	5	54	18
	6-10 yıl	1	8	8	8
	11 ve üzeri	6	106	107	18
Son 1 Aydaki GGG Uçuş Saati					
	1-5 yıl	3	5	11	Aylık 4
	6-10 yıl	1	8	2	2
	11 ve üzeri	6	106	7	1

Çizelge 5.2 ‘de katılımcıların uçuş yılı aralığına göre dağılımı “n” isimli sütunda verilmiş olup, devamındaki sütunlarda verilen *Toplam Uçuş Yılı* ve *Uçuş Saati* verileri belirtilen uçuş yılı aralığında bulunan katılımcıların tümünün toplam uçuş yılı ve saatini ifade etmektedir. *Ortalama Yıllık Uçuş Saati* sütunu ise pilot başına sahip olunan yıllık ortalama uçuş saati tecrübesinin katılımcıların sahip olduğu uçuş yılı tecrübesi bazında sınıflandırılmasıyla rapor edilmiştir.

Çizelge 5.2’den de görülebileceği gibi 1-5 uçuş yılı tecrübesine sahip pilotların *ortalama yıllık uçuş saati* 144 saat iken, *GGG Uçuş Saati* tecrübeleri 11 saat ile kısıtlı kalmaktadır. Yine bu gruptaki katılımcıların son 12 ayda gerçekleştirdikleri *GGG Uçuş Saati* 18 saat olmakla beraber son bir aydaki *GGG Uçuş Saatleri* 4 saattir. Bahsi geçen, uçuş saati verilerinden 1-5 yıl uçuş tecrübesine sahip pilotların son 1 yılda gerçekleştirdikleri gece görüş gözlüğü uçuş saatinin ortalamadan yüksek olduğu ve son 1 ayda gerçekleştirilen

gece görüş gözlüğü uçuş saatinin ise ortalama gerçekleştirilen aylık gece görüş gözlüğü uçuş saatini yaklaşık 4'e katladığı görülmektedir. Bunun sebebi gece görüş gözlüğü uçuşu eğitimini, o eğitim yılı içinde almış olmalarıdır.

6-10 yıllık uçuş yılı tecrübesine sahip katılımcının ortalama yıllık uçuş saati 150 saat olup, 31 saatlik gece görüş gözlüğü uçuş saati ile diğer katılımcı gruplarını 2'ye hatta yaklaşık 3'e katlamaktadır. Buradan o uçuş yılı tecrübesine sahip kişinin görev yeri durumuna bakılarak son yıllarda gece görüş gözlüğü uçuşunun arttığı bilgisine ulaşılmıştır. Buna rağmen son 1 yılda edindiği 8 saatlik gece görüş gözlüğü uçuş saati tecrübesi diğer katılımcı gruplarının sahip olduğu 18 saatlik tecrübenin çok altında kalmaktadır. Bu durumunun atandığı yeni görevindeki pozisyonundan olduğu anlaşılmıştır. Bu katılımcının son 1 ayda ise 2 saat gece görüş gözlüğü ile uçuş yaptığı verisi elde edilmiştir.

Son katılımcı grubu olan 11 yıl ve üzeri uçuş yılı tecrübesine sahip 6 katılımcı ile yapılan anketler ise bu grubun; 185 saat *Ortalama Yıllık Uçuş Saati* ile yıllık 1-5 yıl uçuş yılı tecrübesine sahip gruptan %28, 5-10 yıl uçuş yılı tecrübesine sahip gruptan ise %23 daha fazla uçuş yaptığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bununla beraber; ortalama yıllık gece görüş gözlüğü uçuş saati 13 saat iken son 1 yılda gerçekleştirdiği gece görüş gözlüğü uçuş saati ise bu değer in %38 oranında artması ile 18 saate çıkmıştır. Son olarak, bu grupta son 1 ayda gerçekleştirilen gece görüş gözlüğü uçuş saati değeri incelendiğinde yalnızca 1 saatlik bir uçuş saati ile karşılaşılmalıdır. Bu hususun, mevzuat gereği gece görüş gözlüğü uçuşlarında taze kalınması zorunluğundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

5.1. Derinlik Algısı Değerlendirmesi

Helikopter uçuşlarında, uçuşu emniyetle icra etmek için derinlik algısının tespiti çok önemlidir. Gece uçuşlarında azalan görüş açısı ve tek renk görüntü derinlik algısı tespitini güçleştirmektedir.

Gece görüş gözlüğü ile yapılan uçuşlarda, düşük görüş açısı ve derinlik algısının eksikliği yüzlerce uçucu tarafından raporlanarak belirtilmiştir[119]. Özellikle ay ışığının olmadığı, kapalı bulutlu ortamlarda (yıldız ışığından faydalanamadığında) gece görüş gözlüğü ile derinlik algılaması güçleşmektedir. Farklı tipte gece görüş gözlüklerinin pilotlar tarafından

tecrübe edilen *derinlik algısı* üzerindeki etkisini ortaya koymaya yönelik bu değerlendirme Çizelge 5.3 görülmektedir.

Çizelge 5.3. Derinlik algısı.

Kötü İyi													
		1		2		3		4		5		Ortalama	St. Sapma
Derinlik Algısı		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
A		---	---	---	---	---	---	3	33,3	6	66,7	4,7	0,5
B		---	---	2	25,0	2	25,0	2	25,0	2	25,0	3,5	1,2
C		1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	2	22,2	3,1	1,4

A gözlüğü ile ilgili 9, B gözlüğü ile ilgili 8, C gözlüğü ile ilgili 9 katılımcı ile çalışılmıştır. Yukarıdaki çizelgeden de görülebileceği gibi B ve C gözlüğünün değerlendirilmesi hususunda dağınık bir dağılımın ortaya çıktığı gözlemlenebilir. C gözlüğünün derinlik algısında elde ettiği başarı oranı ortalama 3,1 iken standart sapması ortalama değer yaklaşık yarısı olan 1,4 gibi yüksek bir değer hesaplanmıştır. B gözlüğü ile ilgili yapılan değerlendirmeler de C den pek farklı bir sonuç ortaya çıkarmamıştır. B gözlüğü ile ilgili değerlendirilen başarı oranı ortalama 3,5 ve standart sapma ise 1,2’dir. “B ve C gözlüğü ile ilgili değerlendirmeler daha fazla katılımcı ile gerçekleştirilecek bir çalışmaya muhtaç olabilir.” Diğer yandan en fazla sayıda katılımcı tarafından 5-İyi olarak değerlendirilen gözlük A gözlüğüdür. A gözlüğü 5 üzerinden 4,7 gibi yüksek bir ortalama başarı oranı ile değerlendirilirken standart sapması ise 0,5 gibi düşük bir değer olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında *derinlik algısı* hususunda en yüksek ve en güvenilir başarıyı elde eden A gözlüğüdür.

5.2. Kontrast Hassasiyeti Değerlendirmesi

Gece görüş gözlüklerinin yapısı gereği, gözde oluşan tek renk görüntü kontrast hassasiyetinin azalmasına sebep olmaktadır. Özellikle orman, buzul ve karla kaplı dağlık alanlar gibi tek bir renk bitki örtüsü veya arazi kesiminde kontrast ayrımı yapmak güçleşmekte, helikopterin kontrolü için gereken nirengi seçimi güçleşmektedir.

Gece görüş gözlüklerinin *kontrast hassasiyetine* göre değerlendirmeleri Çizelge 5.4 incelenebilir.

Çizelge 5.4. Kontrast hassasiyeti.

Kötü İyi												
	1		2		3		4		5		Ortalama	St. Sapma
Kontrast Hassasiyeti	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
A	---	---	---	---	2	22,2	2	22,2	5	55,6	4,3	0,9
B	2	25,0	1	12,5	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,0	1,6
C	1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	2	22,2	3,1	1,4

Yapılan ankette A gözlüğü yüksek ortalama başarı oranı ve düşük standart sapma ile B ve C gözlüklerinin önüne geçmiştir. A gözlüğünü toplam 9 katılımcının 5'i 5-İyi olarak değerlendirirken, B ve C gözlüklerinde bu rakam 2 katılımcıya düşmüştür.

5.3. Mesafe Tahmini Değerlendirmesi

Helikopter uçuşlarında, kapalı bölge harekâtı icra ederken engel tespiti (ağaç, tel hattı, gsm direği vb.) ve mesafesi çok önemlidir. Gece görüş cihazları, düşük ışık seviyelerinde, görsel algıyı geliştirmesine rağmen, boyut ve mesafe tahmininde, gündüze göre temel görsel bilgileri bozmaktadır. Yapılan bazı raporlarda gece görüş gözlüğünün cisim detayını azaltarak, görsel netliği etkileyebileceği, bununda nesnelerin boyutlarının tahmininde hatalara sebep olabileceği vurgulanmıştır [128].

Çizelge 5.5. Mesafe tahmini.

Kötü İyi													
		1		2		3		4		5		Ortalama	St. Sapma
Mesafe Tahmini		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
A		---	---	---	---	1	11,1	4	44,4	4	44,4	4,3	0,7
B		1	12,5	2	25	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,1	1,5
C		1	11,1	---	---	5	55,6	1	11,1	2	22,2	3,2	1,1

Bu çalışmada ise *mesafe tahmini* ile ilgili yapılan değerlendirmelerde B ve C gözlüklerinin 3,1 ve 3,2 gibi ortalama başarı oranlarına ve 1,5 ve 1,1 gibi standart sapma oranlarına sahip olduğu gözlemlenebilir. Dikkat çekici olan husus, mevcut kullanımda olan C gözlüğünün toplam 9 katılımcıdan 5'i tarafından 3-orta olarak değerlendirilmesi olabilir. Uzun süredir kullanımda olan C gözlüğünün 9 üzerinden 5 katılımcı tarafından orta olarak değerlendirilmesi, katılımcıların bahsi geçen gözlüğe alışıklığı hususundan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Bunun yanında A gözlüğü *derinlik algısı* ve *kontrast hassasiyeti* ölçütlerinde olduğu gibi mesafe tahmini ölçütünde de ortalama 4,3 gibi yüksek bir başarı oranı ile değerlendirilmiştir.

5.4. Hale Etkisi Değerleri

Gece görüş gözlüğü ile helikopter uçuşlarında son yaklaşma kısmında (yere yakınlaştıkça) aydınlatma ışıkları ve araba farları gibi ışıklar, pilot gözünde büyük ve parlak hale oluşturmakta, bu da görüşün tamamen kaybına sebep olabilmekte ve helikopterin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bu anlamda hale etkisi gece görüş gözlüğü uçuşlarında çok kritik bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son olarak katılımcılardan gece görüş gözlükleri ile tecrübe edilen *hale etkisini* değerlendirmeleri talep edilmiştir.

Çizelge 5.6. Hale etkisi.

Kötü İyi													
		1		2		3		4		5		Ortalama	St. Sapma
Hale Etkisi		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
A		---	---	2	22,2	---	---	2	22,2	5	55,6	4,1	1,3
B		2	25,0	1	12,5	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,0	1,6
C		2	22,2	1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	3,0	1,4

Bu ölçütte de B ve C birbirine benzer sonuçlar çıkarmış ve her ikisi de ortalama 3-orta başarı oranı ile değerlendirilmiş ve yaklaşık 1,5 standart sapmaya sahip olmuşlardır. A gözlüğü bu ölçütte de 4,1 ortalama başarı oranı ile diğer gözlüklerden öne çıkmıştır. Ancak

toplam 9 katılımcıdan 7'sinin 4-orta iyi veya 5-iyi olarak değerlendirmesini gerçekleştirirken, 2'sinin gözlüğü 2-orta kötü olarak değerlendirmesi dikkat çekicidir.

5.5. Beden Yorgunluğu Değerlendirmesi

Katılımcılar ile görüşülen bir diğer husus farklı gece görüş gözlüğü kullanımı ile uçuş sonunda hissedilen beden yorgunluğu, göz yorgunluğu, boyun ağrısı şiddeti olarak ifade edilebilecek fiziksel rahatsızlıklardaki değişimdir.

Gece görüş gözlüklerinin yarattığı beden yorgunluğu literatürde geniş yer tutmaktadır. Gece görüş gözlüğünün yarattığı fazladan ağırlık ve baş bölgesinde oluşturduğu moment pilotta beden yorgunluğuna ve boyun ağrısına sebep olmaktadır [140].

Çizelge 5.7. Beden yorgunluğu.

Çok YorgunAz Yorgun 											Ortalama	St. Sapma
1		2		3		4		5				
Beden Yorgunluğu	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
A	1	12,5	---	---	1	12,5	2	25,0	4	50,0	4,0	1,4
B	3	42,9	1	14,3	1	14,3	---	---	2	28,6	2,6	1,8
C	1	12,5	1	12,5	3	37,5	1	12,5	2	25,0	3,3	1,4

Diğer ölçütlerde olduğu gibi bu ölçütte de A gözlüğü daha başarılı bulunmuş ve ortalama 4 başarı puanı ve 1,4 standart sapma ile sırasıyla ortalama 2,6 ve 3,3 başarı puanı ile değerlendirilen B ve C gözlüklerinin önüne geçmiştir. Bu konuda A gözlüğünü diğer gözlüklerle kıyaslandığımızda %33'e varan hafifliğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu konuda kullanım periyodunun bir uçuşla sınırlı kalmadığı, uzun kullanım imkânı olan görev yerlerinde denenmesi farkı daha da ortaya koyacağı düşünülmektedir. (Envantere alımı tamamlanmayan gece görüş gözlüğünü görev yerinde kullanımı tarafımdan uygun bulunmamıştır.)

Çizelge 5.9. Boyun ağrısı şiddeti.

	Aşırı Hiç Yok 											
	1		2		3		4		5			
Boyun Ağrısı Şiddeti	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	Ortalama	St. Sapma
A	---	---	1	12,5	1	12,5	---	---	6	75,0	4,4	1,2
B	---	---	---	---	3	42,9	1	14,3	3	42,9	4,0	1,0
C	4	50,0	---	---	1	12,5	---	---	3	37,5	2,8	2,0

Tecrübe edilen *boyun ağrısı şiddeti* ile ilgili Çizelge 5.9 incelendiğinde ortalama başarı puanı hususunda A ve B gözlüklerinin birbirine yakın puanlar aldığı görülmektedir. A gözlüğü 4,4 puan alırken B gözlüğü 4,0 puan almıştır. Üstelik standart sapmaları da A ve B olarak sırasıyla 1,2 ve 1,0'dir. Bu konuda A gözlüğünün diğer gözlüklerle kıyaslandığında %33'e varan hafifliğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. B gözlüğünün standart sapmasının 1,0 olması, B gözlüğünün de kötü değerlendirilemeyeceği anlamını taşıyabilmektedir. Bu konuda kullanım periyodunun bir uçuşla sınırlı kalmadığı, uzun kullanım imkânı olan görev yerlerinde denenmesi gece görüş gözlükleri arasındaki farkı daha fazla ortaya koyacağı düşünülmektedir.

5.8. Tartışma

Gözlük tiplerinin uçucu yorgunluğu ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmada, beyaz fosfor tipindeki gece görüş gözlüğü (A tipi) ön plana çıkmıştır. Bu anlamda (CuQlock ve diğ.(2000)) beyaz fosforlu ve yeşil fosforlu gece görüş gözlüğünü karşılaştırılan, Yeşil fosfor ve beyaz fosforlu gece görüş gözlüklerinde nesne tanımlama ve zıtlık duyarlılığı (Object Recognition and Contrast Sensitivity with Image Intensifiers Employing White Phosphor versus Green Phosphor Displays) çalışması ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü ile görüntülerin yeşil fosforlu gece görüş gözlüğüne göre daha doğal görüldüğü belirtilmiştir. Bu anlamda beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün, nesne tanımlamada daha iyi olabileceği görüşü bu çalışma ile desteklenmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün kontrast hassasiyeti açısından yeşil fosforlu gece görüş gözlüğüne nazaran daha iyi olmasıdır. Bu sonuç, Harris firmasının iki farklı fosfor tipini kıyasladığı bilgilendirme notu ile paralellik göstermektedir.

Literatürde, bazı uçucuların hala yeşil fosforlu gece görüş gözlüğünü tercih ettiği belirtilmiştir. Anket değerlendirmelerine göre, mesafe tahmini ölçütünde, yeşil fosforlu gece görüş gözlüğü düşük bir not almayarak (3), benzer sonuç göstermek suretiyle literatüre katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise daha hafif olan (A tipi) gece görüş gözlüğünün daha az boyun ağrısı yarattığıdır. B tipi gözlük A tipi gece görüş gözlüğü ile aynı renk fosfor tipinde olmasına rağmen firmaların farklı teknolojik seviyelerde ürünler üretmesi sebebiyle A tipi gözlük ön plana çıkmıştır. Bu bakımdan literatürde bulunan çalışmalarla benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Kısaca, gece görüş gözlüğü ile icra edilen uçuşların boyun ağrısına sebep olduğu ve bu teçhizatın hafifletilmesinin, boyun ağrısı şiddetinin azaltılmasına katkı sağlayacağı kanaati oluşmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bir diğer veride gözlüklerin yarattığı beden yorgunluğudur. Bu anlamda, gece görüş gözlüğünün doğası gereği uçuların gece icra edilmesi, normal insan biyo ritminin bozulmasına sebebiyet verebilmektedir. Bunun yanı sıra kaska takılan ilave teçhizat boyun ve bel bölgesinde normalden daha fazla stres yaratmaktadır. Bu çalışmada sadece *beden yorgunluğu* olarak değerlendirilen bu madde, pilot yorgunluğu açısından, literatürde de belirtilen yorgunluk ölçme skalaları ile desteklenerek ayrıca bir çalışma konusu olacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRMESİ VE ÖNERİLER

Literatür taramasında tespit edilen, gece görüş gözlüğünden kaynaklı veya gece görüş gözlüğünden kaynaklı olmayan, pilot yorgunluğunun ortaya çıkarılması, uçuş emniyeti açısından çok önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda, literatürde var olan yorgunluk tespit sistemlerinin (yorgunluk anketleri, sakkadik göz testi vb.) uçuş ekiplerine uygulanması tavsiye edilmektedir.

Uçucu ekiplere, literatür taramasında yer verilen yorgunluk ve uyku ölçme araçlarını, görev periyotlarında, normal mesai zamanında ve haftasonu gibi farklı zaman dilimlerinde ölçmek suretiyle kullanılması, çıkan sonuçların aktif saat, crewalert programı gibi kişinin uyku kalitesini de ortaya koyacak şekilde değerlendirerek araştırmalar yapılması tavsiye edilmektedir.

Gece görüş gözlüğünün yarattığı beden ve göz yorgunluğunun tespiti açısından, farklı gece görüş gözlükleri (farklı fosfor tipi) ile uçuş sonrasında sakkadik göz hızı testi yapılarak daha objektif sonuçların alınabileceği değerlendirilmektedir.

Gece görüş gözlüğü ile yapılan uçuşların, gece icra edilmesinden dolayı oluşabilecek biyolojik ritim bozukluğu ve uyku problemlerinin, aktif saati gibi cihazlarla (kişinin uyku düzeninin ve olası uyku sorunlarının ortaya çıkarılması maksadıyla) uçuş ekibi tarafından takılarak denemesi böylece uyku durumlarının detaylı bir şekilde analiz edilerek sonuçların günlük/haftalık/aylık olarak değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir.

Gece görüş gözlüğün denemesi adına, benzer bir çalışmada uçuş ekibinin ayrılmaz bir parçası olan teknisyenler ile yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Gece icra edilen uçuşlarda; uçuşun icra edildiği zaman dilimi, meteorolojik şartlar, uçucu uyku/yorgunluk durumu, görevin zorluk durumu ve uçucunun tecrübesi gibi faktörleri göz önünde bulundurarak risk değerlendirmesi yapılması tavsiye edilmektedir. Böylelikle uçucunun durumsal farkındalığının artırılması sağlanabileceği değerlendirilmektedir.

Farklı tip gece görüş gözlüklerinin, gerçek uçuş şartlarında kıyaslanmasının, uçucu ekipler için ihtiyaca yönelik gece görüş gözlüğü seçimi açısından önemli bir fırsat olduğu değerlendirilmektedir.

Gece görüş gözlüklerinin farklı fosfor tipleri ile yapılan araştırmada, bazı yabancı ülke pilotlarının ihtiyaca yönelik fosfor tipi seçimi yaptığı görülmüştür. Şehir içi veya yapay ışığın yoğun olarak bulunduğu bölgelerde uçuş yapan pilotların beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünü tercih ettiği bilgisine ulaşılmıştır. Bunun nedeni olarak ise beyaz fosforlu gece görüş gözlüğünün hale etkisini yeşil fosforlu gece görüş gözlüğüne göre daha az indirmesi düşünülebilir. Yapay ışıklandırmanın olmadığı dağlık, kayalık ve orman gibi yerlerde ise yeşil fosforlu gece görüş gözlüğünün tercih edildiği bilgisine ulaşılmıştır.

Teknolojinin hızla ilerlediği son yıllarda gece görüş sistemleri de çeşitlenerek artmıştır. Günümüzde, HUD (Head Up Display) gibi sistemlere görüntü aktarmak suretiyle, hava araçlarının birçok yerlerine sensör ve kamera konulması ile gece görüşü elde edilebilecek duruma gelinmiştir. Ancak bu tip sistemler gece görüş gözlüğüne kıyasla daha karmaşık sistemlere (işlemci, kablaj vb.) ihtiyaç duymakta bu da anlık görüntü elde edimini tehlikeye düşürebilmektedir. Bu anlamda gece görüş gözlükleri döner kanat uçuşları için önemli yerini korumaktadır. Bu sebepten dolayı, gece görüş gözlüğünün ağırlığının azaltılması, görüş açısının genişletilmesi, görüntü netlik değerlerinin artırılması gibi çalışmaların araştırılıp geliştirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Türkiye gibi dört mevsimin yaşandığı, farklı iklim ve coğrafi koşullarının bulunduğu bölgelerde;

- Farklı fosfor tipindeki gece görüş gözlüklerinin, farklı arazi kesimlerinde (şehir içi, dağlık, ormanlık, kayalık, çöl, reçelik, deniz-göl üstü, kutup/buzul gibi),
- Farklı iklim ve meteorolojik şartlarda (kar ile kaplı arazide, çok bulutlu, bulutsuz havada)
- Farklı aydınlatma seviyelerinde (ay olmayan, kısmen ay olan, dolunay)
- Farklı gece görüş gözlüğü uçuş saatine sahip pilotlar tarafından,

Birden çok uçuş icra edilerek denenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Dawson, D., Searle, A.K., ve Paterson, J.L., (2013). Look before you sleep: evaluating the use of fatigue detection technologies within a fatigue risk management system for the road transport industry. *Sleep Medicine Reviews*, 18(2), 141–152.
2. Cabon, P., Deharvengt, S., Grau, J.Y., Maille, N., Berecht, I., ve Mollard, R., (2012). Research and guidelines for implementing fatigue risk management systems for the french regional airlines. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 41–44.
3. Caldwell, J., A., ve Caldwell, J. (2013). Workshop: Aircrew fatigue: causes consequences and countermeasures. *Aerospace Medical Association*, 1, 1-2.
4. Caldwell J.A., (2012). Crew schedules, sleep deprivation, and aviation performance, *Current Direction Psychological Science*. 21(2)8, 5–89.
5. Wolf-Meyer, M., (2011). Nature of sleep. *Comparative Studies in Society and History*, 53(4), 945-970.
6. Taneja, N., (2007). Fatigue in aviation: a survey of the awareness and attitudes of Indian Air Force pilots. *The International Journal of Aviation Psychology* 17(13), 275–284.
7. Fourie, C., Holmes, A., Bourgeois-Bougrine, S., Hilditch, C., Jackson, P. (2010). Road safety research report, fatigue risk management systems: a review of literature. *Road Safety Research Report no. 110*, London, 19-25.
8. Foyle, D., Ve Kaiser, M., (2015). Pilot distance estimation with unaided vision, night vision goggle and infrared imagery. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 12, 312-317.
9. Çalımfidan, E., (2015). *Döner Kanat Pilotları İçin Gece Uçuş Emniyetini Artırmaya Yönelik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 97-100.
10. Türk Dil Kurumu (2011). *Türkçe sözlük*. Ankara: TDK
11. International Civil Aviation Organization. (2009). *Opertion of aircraft*. Canada, 2-4.
12. Civil Aviation Safety Authority, (2004) *Civil aviation orders part 48 section 48 issue 7*, London, 25-28.
13. Comperatore, C.A., Caldwel, J.A., Caldwell, J.L., United States Army Research Laboratory (USAARL) and the United States Army Safety Center USASC. (1997) *Leaders guide to crew endurance*. Alabama, 10-11.
14. Hjollund, N. H., Anderson, J. H., Bech P . (2007) *Assessment of fatigue in chronic disease: a bibliographic study of fatigue measurements scales* . *Health Qual Life Outcomes* ; 5(1) : 12 . doi:10.1186/1477-7525-5-12

15. Comperatore, C.A., Caldwell, J.A., Caldwell, J.L., United States Army Research Laboratory (USAARL) and the United States Army Safety Center USASC. (1997) *Leaders guide to crew endurance*. Alabama, 3-4,10.
16. National Transportation Safety Board. (2009). *Bus loss of control and rollover*, Washington (HAR-10/01), 42-43.
17. National Transportation Safety Board. (2011). *Crash following loss of Engine power due to fuel exhaustion air methods corporation*, Washington (AAR-14/03), 48-55.
18. Fourie, C., Holmes, A., Bourgeois-Bougrine, S., Hilditch, C., Jackson, P. (2010). *Road safety research report, fatigue risk management systems: a review of literature*. Road Safety Research Report no. 110, London, 22-23.
19. McCulloh, K., Baker, A., Ferguson, S., Fletcher, A., ve Dawson, D., Transport Canada (2007). *Fatigue management strategies for employees*, Canada. 14-17.
20. Zee, P., Bloom, H., (2006). Understanding and resolving insomnia in elderly. *Geriatrics*, 61(5),1-12.
21. Güneş, Y. (2015) G.,*Yaşlılarda egzersizin fiziksel aktivite, hareket korkusu, yorgunluk ve uyku kalitesine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2-8.
22. Theorell-Haglöw, j., Lindberg, E., Janson, C. (2006). What are the Important Risk Factors for Daytime Sleepiness and Fatigue in Women? *Department of Medical Sciences, Respiratory Medicine and Allergology*, 29(6), 4-5.
23. Rosa, G. (2011). *An investigation of subjective and objective sleepiness, performance and mood in patients with obstructive sleep apnoea and shift-workers*. Doktora Tezi, School of Social and Psychology Faculty of Arts, Education and Human Development Victoria University, 34-54
24. National Transportation Safety Board. (2011). *Crash following loss of Engine power due to fuel exhaustion air methods corporation*, Washington (AAR-14/03), 26-28.
25. National Sleep Foundation. (2006). *Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production*, Sasseville, A., Paquet, N., Seigny, J. ve Hebert, M., 41.Web: <https://sleepfoundation.org/sleep-topics/obesity-and-sleep/page/0/3> adresinden 3 Ocak 2018'de alınmıştır.
26. Hazzard, B., Johnson, K., , D., Klein, T., ve Laitinen, J., T. (2013) Work and non-work-related factors associated with pacu nurses' fatigue. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 28(4), 201-9.
27. Wiseman, R., (2015). *Gece Okulu* (1. Baskı) İstanbul: Pegasus Yayıncılık, 62.
28. Fourie, C., Holmes, A., Bourgeois-Bougrine, S., Hilditch, C., Jackson, P. (2010). *Road safety research report, fatigue risk management systems: a review of literature*. Road Safety Research Report no. 110, London, 22-23.

29. Broughton, R. J., ve Ogilvie, R. D., (1992). *Sleep, Arousal, and Performance*. Basel: Birkhauser, 16(3), 1-23.
30. Ulusal Uyku Bozuklukları Araştırma Planı (2001), “ Sleep Disorders Create Growing Opportunities for Hospitals, Health Care Strategy Management, 19 (2), 16-17”
31. Lee, Y., ve Low, B., S., (2016). Sleep Pattern Among electronic Device Users and Its Relationship with Users’ Practice in Malaysia University Community. *Springer*, 14(3), 272-274.
32. Finkel, M., (2018) Uyumak mı İstiyorsunuz? Öyleyse Bu Yazıyı Okuyun. *National Geographic*, Ağustos, 48-67.
33. Weaver, L. K., (2009). Clinical practice: Carbon monoxide poisoning. *England Journal Medicine*, 360(12), 1217-1225.
34. Gjerde, H., Christophersen, A. S., Moan, I. S., Yttredal, B., Walsh, J. M., Normann, P. T., ve Mørland, J., (2010). Research Use of alcohol and drugs by Norwegian employees: A pilot study using questionnaires and analysis of oral fluid. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 5(1), 5-13.
35. International Civil Aviation Organization. (2012). *Fatigue risk management systems — manual for regulators*, 34.
36. Lucero, K., Hicks, R., A., *Relationship between habitual sleep duration and diet*. Percept Motor Skills 1990 ; 8 (5), 1377 – 8 .
37. Gander, P.H., Barnes, R.M., Gregory, K.B., Connell, L.J., Miller, D.L., and Graeber, R.C. (1994). *Crew factors in flight operations vi: psychophysiological responses to helicopter operations*. (NASA TM- 108838). Moffett Field, CA: National Aeronautics and Space Administration.
38. Mark, R., Elizabeth, L. Co., Kevin, B. G., ve Donna L. M., (2000). *Crew factor in flight operations*. Nasa Technical Reports Server, 69 (9), 17-21,
39. Selvi, Y., Özdemir, P. G., Özdemir, O., Aydın, A., Beşiroğlu, L., (2010) Sağlık çalışanlarında vardiyalı çalışma sisteminin sebep olduğu genel ruhsal belirtiler ve yaşam kalitesi üzerine etkisi, *Düşünen Adam Psikiyatri ve Nörolojik Bilimler Dergisi*, 23 (4), 238-239.
40. Austrulain Government. (2013). *Fatigue –the rules are changing-* Australia-Melbourne, 14-15.
41. Folkard S., and Monk, T.H., (1979). Shiftwork and Performance. *Human Factors*, 21 (4), 483-492.
42. İnternet: National Transportation Safety Board, https://www.nts.gov/investigations/process/Documents/fatigue_checklist_V%202_0.pdf Investigating operator fatigue, Son Erişim Tarihi 26.09.2019.

43. Rosekind, M.R., Miller, D.L., Gregory, K.B., and Dinges, D.F. (1995), Flight Crew Sleep in Long-Haul Aircraft Bunk Facilities: Survey Results. *Sleep Research*, 112.
44. Mark R. Rosekind, Elizabeth L. Co, Kevin B. Gregory, and Donna L. Miller, (2000). *Crew factor in flight operations*, Nasa Technical Reports 17-21.
45. İncir, G., (1998). Vardiya çalışması ve kronobiyojik araştırmalar. *Verimlik Dergisi*, 1, 59-72.
46. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2011). *50 Soruda iş kanunda çalışma süreleri*. Ankara, 2011, 2-12.
47. Simon Calder. RYANAIR STRIKE: WHEN IS IT AND WHY ARE PILOTS SO UNHAPPY?. 2018-10-04. İnternet: URL:<https://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/ryanair-strike-pilots-uk-ireland-flights-cancelled-why-latest-a8454161.html>. Accessed: 2018-10-04. URL:<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.independent.co.uk%2Ftravel%2Fnews-and-advice%2Fryanair-strike-pilots-uk-ireland-flights-cancelled-why-latest-a8454161.html&date=2018-10-04> Son erişim tarihi: 04.10.2018.
48. McCulloh, K., Baker, A., Ferguson, S., Fletcher, A., ve Dawson, D., Transport Canada (2007). *Fatigue management strategies for employees*, Canada, 10.
49. Austrulain Government. (2013). *Fatigue –the rules are changing*. Australia-Melbourne, 20-21.
50. Federal Aviation Administration. (2009). *Flightcrew member duty and rest requirements no: 117-1*, Washington, 119-16, 121-357.
51. Caldwell, J., A., (2017). *Sleep and psychomotor performance during commercial ultra-long range flights*. FAA Fatigue Management Sempozyomunda sunuldu. Viyana.
52. Philip, P., ve Akerstedt, T., (2006). Transport and industrial safety, how are they affected by sleepiness and sleep restriction? *Sleep Medicine Reviews*, 10(5), 347–356. doi: 10.1016/j.smr.2006.04.002
53. Jeppesen Ders Kitabı, (2004). *Human Performance and Limitations*, 12-1.
54. Gander, P.H., Mulrine H.M., van den Berg, M. J.,(2015). Effects of sleep/wake history and circadian phase on proposed pilot fatigue safety performance indicators. *Journal of sleep research*, 24(1):110–119.
55. Wright.H., (2011). *Fatigue and maintenance*. Flight Comment Magazine, 13.
56. Dawson, D., (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 338(6639), 235.

57. Williamson, A.M., ve Feyer, A.M., (2000). Moderate sleep deprivation produces impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication. *Occupational and environmental medicine*, 57(10), 649-655.
58. Wiseman,R., (2015). *Gece okulu* (1. Baskı) İstanbul: Pegasus Yayıncılık, 1, 38-39.
59. Caldwell, J., A., Mallis, M., Paul, M.,A., Miller, J.,C., ve Neri D.,F.,(2009) Fatigue Countermeasure in Aviation. *Aviation, Space and environmental medicine*, 68(10), 932-938.
60. URL:<https://www.nts.gov/about/organization/Pages/default.aspx>.
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.nts.gov%2Fabout%2Forganization%2FPages%2Fdefault.aspx&date=2018-05-07>, Son erişim tarihi 07.05.2018.
61. Aircraft Accident Report: Uncontrolled Descent and Collision With Terrain, USAir Flight 427, Boeing 737-300, N513AU, Near Aliquippa, Pennsylvania, September 8, 1994 (PDF). National Transportation Safety Board. March 24, 1999. NTSB/AAR-99/01. Son erişim tarihi 07.05.2018.
62. Alanso. R., (2000). FAA Orders Boeing to Redesign, Retrofit 737 Rudder Control. *Los Angeles Times*, 23-28.
63. Sumwolt, L., R., (2014). Reduce Aviation Accidents and Incidents Caused by Fatigue: It's Time to Act!.
URL:<https://www.nts.gov/news/speeches/RSumwalt/Documents/FAA-Fatigue-Conference.pdf>. Son Erişim Tarihi 26.09.2019.
64. İnternet: NTSB. Most Wanted List.
URL:https://www.nts.gov/safety/mwl/Documents/MWL_2016_factsheet01.pdf.
Son Erişim Tarihi 26.09.2019.
65. İnternet : Aircraft Accident Report Loss of Conrolled Approach Colgan Air. National Transportation Safety Board. URL:
<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR1001.aspx>
(February 12, 2009) NTSB/AAR-10/01. Son erişim tarihi 26.09.2019.
66. Button, K. (2017). Collision Aviodance. *Aerospace*, 22-29.
67. Caldwell, J. A., ve Gilreath, S. R. (2002). Survey of aircrew fatigue in a sample of U.S. army aviation personnel. *Aviation space environmental medicine*, 73, 472–480.
68. LeClair, M., (2000). Fatigue management for aef deployment and sustained operations. Air Command and Staff College Air University, 2-9.
69. Belland M. K., (2003). Aircrew Performance Cutting Edge. *Air university*, 35, 5-6.

70. Mendoza, T. R., Wang, X. S., Cleeland, C. S., Morrissey, H., Johnson, B. A., Wendt J. K., Huber, S. L.,(1999). *The rapid assessment of fatigue severity in cancer patients—use of the brief fatigue inventory*. *Cancer*; 85(5), 1186–1196.
71. Nix, S., Gossett, K., ve Shepherd, D., A., (2013). An investigation of pilot fatigue in helicopter emergency medical services, *Air medical journal*, 32 (5), 1-5.
72. Caldwell, A. J., (2008). *Sleep and psychomotor performance during commercial ultra-long range flights*. Presented at FAA Fatigue Management Symposium Vienne,VA.
73. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Talimatları.(2018). *Uçucu ekip uçuş görev ve dinlenme süreleri ile uygulama esasları talimatı*, Çankaya-Ankara, 5-7.
74. Hursh S.,R, Redmond D.,P, Johnson M.,L, Thorne D.,R, Belenky G, Balkin T.,J, Storm W.,F, Miller J.,C, Eddy D.,R. (2004). Fatigue models for applied research in warfighting. *Aviation space environment medicine*, 75 (3), 44–53.
75. Hursh, S. R., Balkin, T. J., Miller, C. J., ve Eddy, D. R., (2004). The fatigue avoidance scheduling tool: modeling to minimize the effects of fatigue on cognitive performance. *Science applications international corporation and johns hopkins university school of medicine*, 2-9.
76. Beshany, P., R., (2009). *Analysis Of Navy Flight Scheduling Methods Using Flyawake*, Yüksek Lisans Tezi, Naval Postgraduate School, California.
77. Thomas, L. C., Gast, C., Grube, R., and Craig, K., (2015). Fatigue detection in commercial flight operations: Results using physiological measures. *Procedia manufacturing* 3, 2357-2364.
78. Reis, C., Mestre, C., Canhano, H., Gradwell, D., and Paiva, T., (2016). Sleep complaints and fatigue of airline pilots. *Sleep science* 9, 73-77.
79. Di Stasi, L.L., McCamy, M.B., Martínez-Conde, S., Gayles, E., Hoare, C., Foster, M., Catena, A., Macknik, S.L., (2016). Effects of long and short simulated flights on the saccadic eye movement velocity of aviators. *Physiology behaviour*, 153, 91–96.
80. Diaz-Piedra, C., Rieiro, H., Suárez, J., Rios-Tejada, F., Catena, A., Di Stasi, L., (2016) Fatigue in the military: towards a fatigue detection test based on the saccadic velocity. *Physiological measurement*, 37 (9), 62-65.
81. Rosekind, R. R., Elizabeth, L. Co., Gregory, B. K., ve Miller L. D.,(2000) Crew factors in flight operations XIII: A Survey of Fatigue Factors in Corporate/Executive Aviation Operations. *Alertness solutions*, inc., 610, 1-14.
82. Goode, H. J., (2003) Are Pilots at Risk of Accidents Due to Fatigue. *Journal of safety research*, 34 (3), 1-5.
83. Caldwell, A. J., Gilreath, R. S., Erickson, S. B., ve Smythe, K. N., Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrew.

- United States Army Research Laboratory (USAARL) Report no. 2001-03. *Ft. Rucker. Alabama.*
84. Taneja, N., (2007). Fatigue in Aviation: A survey of the Awareness and Attitudes of Indian Air Force Pilots. *The Internaional Journal of aviation psychology*, 17(3), 275–284.
 85. Jing, D., Min, L., Wendong, Hu., Jin, Ma., ve Zhihong, W., (2018). Developing a fatigue questionnaire for Chinese civil aviation pilots. *International journal of occupational safety and rrgonomics*, 26, 1-10. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1456796>.
 86. Gislason, S. H., Bogdane, R., ve Nesbita, I. V., (2017). Fatigue Monitoring Tool for Airline Operators. *Transport and aerospace engineering*, 5(1), 67-74. doi: 10.1515/tae-2017-0020.
 87. Cavcar, M. (2015). *Havacılığa giriş*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, 23.
 88. İnternet: Dicle Nehrin’de Mahsur Kalan 12 Kişi Askeri Helikopterle Kurtarıldı. URL: <http://www.hurriyet.com.tr/dicle-nehrinde-mahsur-kalan-12-kisi-askeri-hel-40892803> . Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.
 89. Devlet Hava Meydanları İşletmesi, (2018). *Türkiye havacılık bilgi yayını görerek uçuş kuralları*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Enr1.1-2.
 90. İnternet: Aircraft Accident Report. Crash Following Encounter with Isntrument Meteorological Conditions After Departure from Remote Landing Site Alaska. URL: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1403.pdf> (March 30, 2023) NTSB/AAR-14/03. Son erişim tarihi 26.09.2019.
 91. İnternet: Havacılık Vertigosu. URL: <http://www.hvtd.org/?p=509>. Son Erişim Tarihi 26.09.2019.
 92. Friedburg, C, Serey, L., Sharpe, L. T, Trauzettel-Klosinski, S., & Zrenner, E. (1999). evaluation of the night vision spectacles on patients with impaired night vision. *Graefe's archive of clinical and experimental ophthalmology*, 237(2), 125-136.
 93. Fitzpatrick, T. D., (1992) *Human factors of night vision device use in southwest asia*. United States Army Safety Center (USASC) Technical Report. 7-8.
 94. İnternet : Elektromanyetik Dalgalar. . 2018-08-06. URL:<http://rasyonalist.org/yazi/elektromanyetik-dalgalar-gorunur-bolge/>. Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.
 95. Verona, W. R., ve Rash, E. C.,(1989). *Human factors and safety consederations of night vision systems flight*. United States Army Research Laboratory (USAARL), 2.
 96. Sabatani, R., Richardson, A., M., Cantiello, M., Toscana, M., Fiorini, P., (2013). A Novel Approach to Night Vision Imaging Systems Development Integration and Verification in Military Aircraft. *Aerospace science and technology*. 31 (1), 12.

97. İnternet: Night Vision Goggles. URL: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/nvg.htm>. Son Erişim Tarihi 26.09.2019.
98. U.S. Army Engineer Research and Development Laboratories. (1958). *Image Intensifier Symposium (Proceedings)*; Fort Belvoir, USA.
99. McLean, W. E., Rash, C. E., McEntire, J., Braithwaite, M. G. and Mora, J. C. (1997). *A performance history of ANPVD-5 and ANVIS image intensifier systems in U.S. army aviation*. R.J. Lewondowski, L.A. Haworth and H.J. Girolamo (Eds.). Proceedings of Spie. Orlando, USA: 3058, 264-298.
100. Lampton, M., (1981). The Microchannel image intensifier. *Scientific american*, 245(5), 62–71.
101. Jandarma Havacılık Okul Komutanlığı. (2016). *Gece görüş gözlüğü ders kitabı*. Ankara: J.Gn.K.lığı Basımevi, 4-3,4-19.
102. Hawley J. R., ve Anoll K. R. (1991). Rotorcraft Night Vision Goggle Evaluation. *Federal Aviation Administration Report* July 1991-11.
103. ASELSAN MGEO Grubu. (2014). Görüntü Yoğunlaştırıcı Tüp. Ankara: Aselsan, 1-5.
104. İnternet: Brickner, M. S., (1989). Helicopter flights with night-vision goggles-human factors aspects; NASA Technical Memorandum 101039. California, 10-11. URL: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19890012106.pdf>, Son Erişim Tarihi: 15.06.2018.
105. İnternet: NVG Gen Types.2018-08-06. URL:<http://pulsar-nv.com>. Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.
106. ASELSAN MGEO Grubu. (2014). Görüntü Yoğunlaştırıcı Tüp. Ankara: Aselsan, 3-5.
107. İnternet: John, P., Night Vision Goggles. 2018-05-07. URL:<https://www.globalsecurity.org>. Son erişim tarihi 07.05.2018.
108. McLean, W. E. (1999). Optical designs. In C. E. Rash (Ed.), *Helmet-mounted displays: Design issues for rotarywing aircraft*. *The International society for optical engineering*, 93, 51–73
109. Garris, E.,(2017). The gen 3 advantage. *Harris Night Vision and Communication Systems*, 1-13.
110. CuQlock-Knopp, V. G., Merritt, J., Bender, E., ve Wright-Hector, L., Object Recognition and Contrast Sensitivity with Image Intensifiers Employing White Phosphor versus Green Phosphor Displays. *Proceedings of SPIE*, 4128, 29-37.

111. İnternet: White vs Green Phosphorus. URL: <https://www.actinblack.com/faq/encyclopedia/white-vs-green-phosphorus/>. Son erişim tarihi 26.09.2019.
112. İnternet: Harris P-45, GEN 3 White Phosphor Technology. URL: <https://www.harris.com/sites/default/files/downloads/solutions/gen3-p45-white-phosphor-harris-night-vision.pdf>. Son erişim tarihi 26.09.2019.
113. İnternet: JONATHAN KOZLOWSKI. White or Green – Have You Made a Choice Yet?. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.officer.com%2Fcommand-hq%2Ftechnology%2Fsecurity-surveillance%2Fnight-vision%2Farticle%2F20985031%2Fgreen-or-white-phosphor-technology-wpt-a-comparison-of-night-vision&date=> Son Erişim Tarihi: 30.09.2018.
114. Spengelink, G. P. J., ve Besuijen, J., (1996). Chromaticity contrast, luminance contrast, and legibility of text. *Journal of Society of Information Display*, 4(3), 135-144.
115. Capo-Aponte, J. E., Temme, L. A., Task, H. L., Pinkus, A. R., ve Kalich, M. E., Pantle, A. J., Rash, C. E., (2015). Visual Perception And Cognitive Performance, : URL: <https://www.researchgate.net/publication/265143425>. Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.
116. Johnson, C. (2004). The role of night vision equipment in military incidents and accidents. In Human Error, Safety and Systems Development, IFIP 18th World Computer Congress, TC13 / WG13.5 7th Working Conference on Human Error, Safety and Systems Development. Retrieved from URL: http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/night_accidents.pdf. Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.
117. Pokorny, J., Lutze, M., Dingcai, C., ve Zele, A. J. (2006). The color of night: Surface color perception under dim illuminations. *Visual neuroscience*, 23(3-4), 525–530.
118. Parush, A., Gauthier, M. S., Arseneau, L., ve Tang, D.,(2011). The Human Factors of Night Vision Goggles: Perceptual, Cognitive, and Physical Factors. *Reviews of human factors and ergonomics* , 7 (1) 238 – 279.
119. Crowley, J. S. (1991). *Human factors of night vision devices: Anecdotes from the field concerning visual illusions and other effect* (Tech. Rep. No. USAARL 91-15). Fort Rucker, AL: U.S. Army Aeromedical Research Laboratory.
120. Kotulak, J. C. (1992). *Methods of visual scanning with night vision goggles* (Report No. USAARL 92-10). Fort Rucker, AL: U.S. Army Aerospace Medical Research Laboratory, Sensory Research Division.
121. Borissova, D.,& Mustakerov, I. (2009). A generalized optimization method for night vision devices design considering stochastic external surveillance conditions. *Applied mathematical modelling*, 33(11), 4078–4085.

122. Higginbotham, K. D. (2006). Effect of using high signal-to-noise image intensifier tubes on night vision goggle (NVG) aided visual acuity (Unpublished master's thesis). Arizona State University, Tempe.
123. Craig, J. L., ve Geiselman, E. E., (1998). *Further development of the panoramic night vision goggle*. In Proceedings of the 36th Annual SAFE Symposium. Phoenix, AZ: SAFE Association. Retrieved from <http://safeassociation.com/proceedings.html>.
124. Kara Havacılık Komutanlığı. (2003). *GGG Nazariyatı tamamlayıcı ders dotları*. Ankara: Kara Havacılık Komutanlığı Matbaası, 2.5-3.4.
125. Jandarma Genel Komutanlığı. (2008). *Gece görüş gözlüğü konsepti*. Ankara: J.Gn.K.lığı Basımevi, 2-3,4-5.
126. Gibson, J. J., (1950). The perception of the visual world. Cambridge, MA: *Riverside Press*.
127. Cutting, J. E., ve Vishton, P. M., (1995). *Perceiving layout and knowing distances: The integration, relative potency, and contextual use of different information about depth*. (Second edition) In W. Epstein ve S. Rogers (Eds.), *Handbook of perception and cognition: Perception of space and motion* (pp. 69–117). San Diego, CA: Academic Press.
128. Zalevski, A., Meehan, J. W., ve Hughes, P. K., (2001). *Size estimation with night vision goggles* (DSTO-RR-0201). Victoria, Australia: Defense Science and Technology Organization, Air Operations Division, Aeronautical and Maritime Research Laboratory.
129. Foyle, D. Ve Kaiser, M. (2015). Pilot Distance Estimation with Unaided Vision, Night Vision Goggle and Infrared Imagery. *SID Symposium digest of technical papers*, 312-317.
130. Forde, K. A., Albert, W.J., Harrison, M.F., Neary, J.P., Croll, J., Callaghan, J. P., (2011). Neck loads and posture exposure of helicopter pilots during simulated day and night flights. *International journal of industrial ergonomics* 41 (2), 128–135.
131. Adam, J., (2004). Results of NVG-induced neck strain questionnaire study in CH-146 Griffon aircrew. Technical Report. *Defence r&d*. 153.
132. Shender, B. S., Ostrander, G., & White, D. (2009). Self-reported neck pain incidence in US Navy aircrew from 2004-2008 [Abstract]. *Aviation, space, and environmental medicine*, 80, 291.
133. Manton, A. G. (2000). Night vision goggles, human factor aspects: A questionnaire survey of helicopter aircrew. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 146(1), 22–27.
134. P. Hess, Army Identifies Soldiers Killed in Crash, UPI, December 2002. URL: <http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20021213-124412-7962r>. Son Erişim Tarihi: 26.09.2019.

135. J. W. Ruffner, D. Piccione and Woodward, K., (1997). Development of a night driving simülätör concept for night vision image intensification device training. *In proc of enhanced and synthetic vision conference, SPIE 11th international symposium on aerospace/defense sensing, simulation, and controls, orlando*, 3088, 190-197.
136. Harding, H., T., Rash, E., C., ve Lang, G., T. (2010). Perceptual and Cognitive Effects on the Use of Helmet-Mounted Displays Due to External Operational Factors. *Proceedings of SPIE*, 7688, 1-5.
137. Google maps. Harita. Son Erişim Tarihi: 22.10.2019 <https://www.google.com/maps/@39.7211545,32.7793333,3887m/data=!3m1!1e3>
138. Rod Machado. Solo Flight: Crosswind Landing. . 2018-09-30. URL:<http://krepelka.com/fsweb/lessons/commercial/commerciallessonssolocrosswindlanding.htm>.URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fkrepelka.com%2Ffsweb%2Flessons%2Fcommercial%2Fcommerciallessonssolocrosswindlanding.htm&date=> Erişim Tarihi: 30.09.2018.
139. İnternet:URL:<https://www.sbn.gov.tr/BKindeksi.aspx>.
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.sbn.gov.tr%2FBKindeksi.aspx&date=2018-09-25> , Son Erişim Tarihi: 25.09.2018.
140. Zalevski, A., Meehan, J. W., & Hughes, P. K. (2001). *Size estimation with night vision goggles* (DSTO-RR-0201). Victoria, Australia: Defense Science and Technology Organization, Air Operations Division, Aeronautical and Maritime Research Laboratory.
141. CuQlock-Knopp. V. G., Sipes, E. D., Bender, E., Merritt, O. J., McLean, W., ve Myles, K.,(2000). Extended Use of Night Vision Goggles: An Evaluation of Comfort for Monocular and Biocular Configurations. *Army research Labotary*, 4128, 13-16.
142. Thuresson, M., Ang, B., Linder, J., Harms-Ringdahl, K., (2005). Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures. *International journal of industrial ergonomics.*; 35(1), 13–18.
143. Ang B, Harms-Ringdahl K. (2006). Neck pain and related disability in helicopter pilots; a survey of prevalence and risk factors. *Aviation space environment medicine* ; 77(7); 713-719.
144. Bridger, R.S., Groom, M.R., Jones, H. Pethybridge, R.J., PuUinger, N., (2005). Task and postural factors are related to back pain in helicopter pilots. *Aviation space environment medicine*; 73(8), 805-811.
145. Neary, J. P. D. M., Salmon, M. F., Harrison, and W. J. Albert. (2010). Night Vision Goggles-Induced Neck Strain and Muscle Fatigue Characteristics of Griffon Helicopter Personnel. *Canadian Surgeon General's Health Research Program*.URL: http://www.cimvhr.ca/sghrp_reports/. Son Erişim Tarihi: 25.09.2018.

EKLER

EK-1. Anket formu

Sayın katılımcı;

Bu araştırma, belirli tip Gece Görüş Gözlükleri (GGG) ile yapılan helikopter uçuşlarında, gece görüş gözlüklerinin uçuş emniyeti açısından çeşitli göstergelere göre değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışma, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Yüksek Lisans programında, Prof. Dr. Metin GÜRÜ ve Doç. Dr. Üyesi Furkan BAŞER danışmanlığında yürütülmekte olan bir yüksek lisans tezi için gerçekleştirilmektedir. Anket sonucunda elde edilen veriler bilimsel amaçlar için kullanılacak ve kesinlikle saklı tutulacaktır.

1. Yaş:
2. Boy Kilo.....
3. Görev:
4. Uçuş Yılı:
5. Toplam Uçuş Saati:
6. Toplam GGG uçuş saati:
7. Son 12 ay GGG uçuş saati:
8. Son 30 gün GGG uçuş saati:
9. Gece görüş gözlüklerini aşağıda verilen göstergelere göre değerlendiriniz.

		Kötü → → İyi				
		1	2	3	4	5
Derinlik algısı	A					
	B					
	C					

		Kötü → → İyi				
		1	2	3	4	5
Kontrast hassasiyeti	A					
	B					
	C					

EK-1. (devam) Anket formu.

		Kötü → → İyi				
		1	2	3	4	5
Mesafe tahmini hassasiyeti	A					
	B					
	C					

		Kötü → → İyi				
		1	2	3	4	5
Hale etkisi (Halo effect)	A					
	B					
	C					

		Çok yorgun → Az yorgun				
		1	2	3	4	5
Beden yorgunluğu	A					
	B					
	C					

		Çok yorgun → Az yorgun				
		1	2	3	4	5
Göz yorgunluğu	A					
	B					
	C					

		Hiç yok → Aşırı				
		1	2	3	4	5
Boyun ağrısı şiddeti	A					
	B					
	C					

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GEVREK, İsmail
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.04.1986, Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0(505)380 38 73
e-mail : ismailgevrek@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Devam ediyor
Lisans	Kara Harp Okulu	2009
Lise	Maltepe Askeri Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2019-Halen	J.Hv.Grp. K.lığı/Diyarbakır	Filo Pilotu
2017-2019	Ankara Havacılık Başkanlığı	Proje Subayı
2015-2017	J.Hv.Grp. K.lığı/Diyarbakır	Filo Pilotu
2013-2015	J.Hv.Grp. K.lığı/Ankara	Filo Pilotu

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Gevrek İ., Gürü M., Başer F., (2018) *Evaluation of Flight Equipment in terms of Pilot Fatigue*, Engineering and Architecture Proceedings Book, 40.

Hobiler

Yüzme, Gitar, Dans |



GAZİ GELECEKTİR..