



Pilot Yorgunluğuna ve Uçuş Emniyetine Etki Eden Göstergeler Açısından Gece Görüş Gözlüklerinin Değerlendirilmesi*

İsmail GEVREK** - Metin GÜRÜ*** - Furkan BAŞER****

Öz

Bir harekâtın planlanmasında baskın ve gizlilik büyük önem derecesine sahiptir. Helikopter uçuşları, gece görüş sistemleri sayesinde geceyi avantaja çevirme konusunda önemli rol oynamaktadır. Gece uçuşlarının icra edildiği zaman aralığı ve ilave takılan teçhizat, yorgunluğa sebep olmaktadır. Yorgunluk ise 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 hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda anket oluşturulmuştur. İlgili firmalardan temin edilen farklı fosfor tiplerindeki (beyaz ve yeşil) gece görüş gözlükleri ile uçuş icra edilmiştir. Pilotlardan, anket yöntemiyle, her tip gece görüş gözlüğüne ait kistasların (derinlik algısı, kontrast hassasiyeti, mesafe tahmini hassasiyeti, hale etkisi, beden yorgunluğu, boyun ağrısı şiddeti ve göz yorgunluğunu şiddeti) değerlendirilmesi istenmiştir. Yapılan çalışmada, pilotların farklı tipte gece görüş gözlüğü kullanılarak icra ettiği uçuşlarda bilişsel yorgunluğun tespiti ve bu durumun sonuçlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

* Bu çalışma, "Pilot Yorgunluğu Açısından Uçuş Teçhizatının Değerlendirilmesi" tezinden düzenlenmiştir. Bu çalışmada yer alan görüşler, yorumlar ve bulgular yazara aittir. Herhangi bir devlet kurumu ve/veya kuruluşu ile ilişkilendirilemez, yorumlanamaz, görüş olarak sunulamaz.

** Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalı 06570 Maltepe Ankara, ORCID: 0000-0001-9315-9974.

*** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 06570 Maltepe Ankara ORCID: 0000-0002-7335-7583.

**** Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, 06590 Cebeci Ankara ORCID: 0000-0001-6106-5527.

Geliş Tarihi/Received : 29.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted : 31.05.2022

Araştırma Makalesi/ Research Article

DOI: 10.17134/khosbd.1029929

Mesafe tahmini, derinlik algısı gibi hususlarda, beyaz fosforlu gece görüş gözlüğü 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.

Anahtar Kelimeler: *Gece Görüş Gözlüğü, Yorgunluk, Helikopter.*

Evaluation of Night Vision Goggles for Indicators Affecting Pilot Fatigue and Flight Safety

Abstract

In considering the execution of a 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 predominance and confidentiality are prioritized, night-time use becomes important, and night vision systems play an essential 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 led to fatigue. Fatigue, in terms of aviation, leads to problems such as loss of attention, difficulty in concentration, and erroneous decision-making. This study aimed to improve some of the constraints created by the flying equipment on night flights. The questionnaire designed to evaluate the properties of night vision goggles 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 goggles, depth perception, contrast sensitivity, distance estimation sensitivity, halo effect, body fatigue, the severity of neck pain, and eye strain. This study determined 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 phosphatized night vision goggles 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.

Keywords: *Night Vision Goggle, Fatigue, Helicopter.*

Giriş

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 (Dawson, Searle ve Paterson, 2013).

Askerî havacılıkta geceyi kullanmak, düşmana karşı baskın, gizlilik gibi birçok avantaj sağlamaktadır (Parush vd., 2011). Döner kanat havacılığında, görüntü yoğunlaştırıcı sistemler sayesinde gece görerek uçuş icra edilebilmektedir. Bu sistemlerin insan-makine etkileşiminden kaynaklı bazı kısıtları bulunmaktadır (Manton, 2000). 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 (Caldwell vd., 2009).

İnsanın doğası gereği gündüz uyanık kalmaya, gece de uyumaya ihtiyacı vardır (Wolf-Meyer, 2011). Gece icra edilen uçuşlar pilotların uyku düzenini bozup yorgunluğa sebep olmaktadır (Beshany, 2009). Kümülatif anlamda, çok sık icra edilen gece uçuşları dikkat dağımlıklığı, reaksiyon süresinin uzaması, hatalı karar verme ve düşük performans gibi sonuçlara yol açmaktadır (Taneja, 2007). Gece uçuşundan kaynaklı sürekli fiziksel ve zihinsel yorgunluk, biyolojik ritmin bozulması, normal uyku döngüsünün kaybı ve sonuç olarak kazalara sebep olabilmektedir (Fourie vd., 2010).

Gece uçuşlarından kaynaklı yorgunluğun azaltılması ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalarda laboratuvar ortamında elde edilmiş verilerin esas alındığı (Foyle ve Kaiser, 2015), 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.

Anketin gece görüş gözlüğü ile ilgili kısmı, geçmiş çalışmalardan faydalanılarak gece görüş gözlüğünün farkını ortaya koyacak verilerin (derinlik

algısı, kontrast hassasiyeti gibi.) pilotlar tarafından değerlendirilmesi ile oluşturulmuştur (Bricker, 1989; Çalınfidan, 2015).

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.

1. Yorgunluk Kavramı, Döner Kanat Uçuşu ve Gece Görüş Gözlüğü

a. Yorgunluk Kavramı

Türkiye'nin de üyesi olduğu Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO)'ne göre ise yorgunluk tanımı şu şekildedir. "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 (ICAO, 2009).

Havacılıkta, özellikle de görerek uçuş yapan helikopter uçuşlarında bu sebeplerin doğuracağı sonuç ise trajik bir kaza-kırım olarak nitelendirilebilir. Uçuş emniyeti için yorgunluk her zaman bir tehdit unsuru olmuştur. Son yıllarda ulaşım alanında meydana gelen kazalarda/olaylarda yorgunluk kavramı detaylı olarak incelenmektedir. Kazaya/olaya karışan sürücünün/operatörün/pilotun son 72 saat uyku geçmişi detaylı analizler ile ortaya konularak kaza raporlarında sunulmaktadır (NTSB Report HAAR, 2010). Sürücünün/operatörün/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 (NTSB Report AAR 14-03, 2011). Yorgunluğun nedenlerinin tespiti ve giderilmesi ulaşım anlamında önemli bir husustur. Bu hususta farkındalık giderek artmaktadır.

Amerikan Havacılık İdaresi (FAA) tipik olarak, hava aracı parçalarının güvenlik standartlarını 1 milyar uçuş saatinde, 1 başarısızlık (katastrofik/ölümcül) olarak ölçmektedir (Button, 2017). Mekanik anlamda, uçuş emniyeti açısından bu kadar hassas bir oran yakalanmış olsa da bir başka çalışma, Amerikan Askeri Havacılığı'nda yapılan bir araştırmada pilotların %72 'sinin aşırı uykuluyken veya

uyuyakalacak pozisyondayken uçmak zorunda kaldığı ortaya konulmuştur (Caldwell ve Gilreath, 2002).

Amerikan Hava Kuvvetleri 1974-1992 yılları arasında, yorgunluk sebebiyle, gece taktik jet uçuşlarının %25'inde A sınıfı kaza kırma uğradığını belirtmiştir (Beland, 2003). Amerika'da, Helikopter Acil Medikal Servisi (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 çalışmada 395 pilotun yorgunluk değerlendirme anketine (Brief Fatigue Inventory) 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.

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

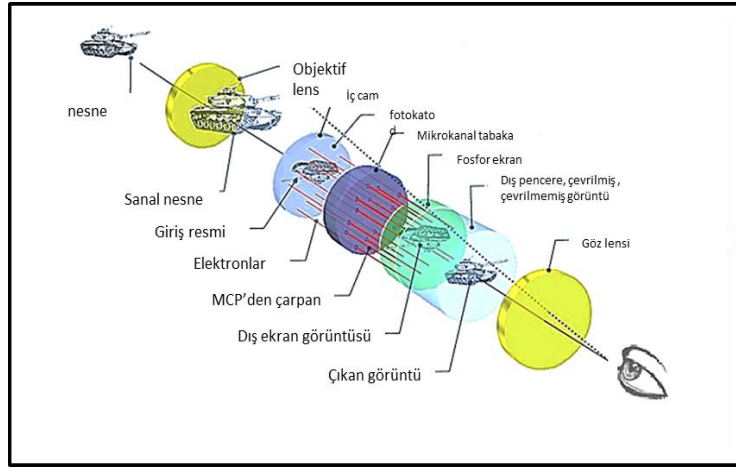
Düşük hızlarda ve havır (hover) pozisyonunda pilotun aldığı nirengiler, uçuş ekibinin ikaz ve uyarıları ile helikopter istenilen pozisyonda tutulabilmektedir. Görsel görüşün azalması (ince kar uçuşması ve toz bulutu içinde kalmak gibi) ve düşük ışık şartları, helikopterde sürüklenmeleri artırabilmekte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

c. Gece Görüş Gözlüğü

Gece görüş sistemleri termal görüntü ve görüntü yoğunlaştırıcı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Friedburg vd., 1999). Termal görüntü, alıcı sensör seviyelerine göre nesne tarafından üretilen kızılötesi (IR) radyasyona bağlı olarak, arka alanla yarattığı sıcaklık farkları sayesinde oluşmaktadır (Verona ve Rash, 1989). 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.



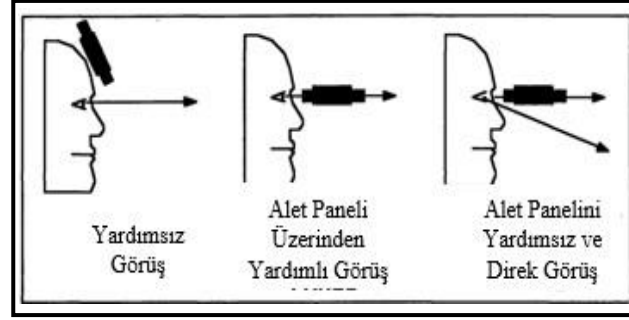
Şekil 1. Gece Görüş Gözlüğü Görüş Prensibi (Sabatani vd., 2013).

Şekil 1 incelendiğinde, 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 mikrokanal plaka vasıtasıyla ile artırılmaktadır (Heinecke, 2006).

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 (Hawley ve Anoll, 1991).

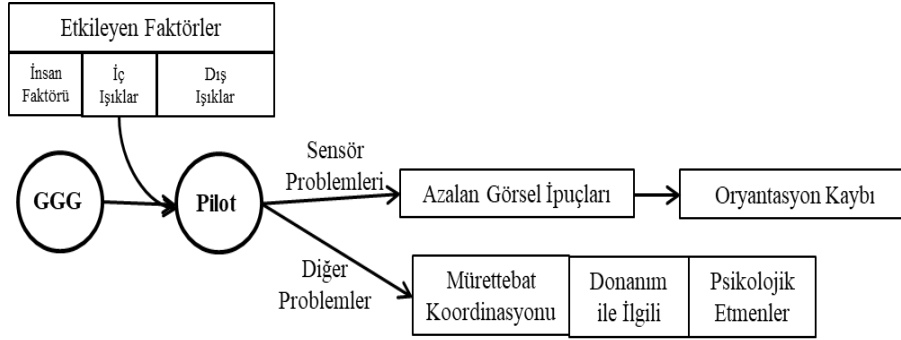
Hem yardımcı bir şekilde, görsel referanslardan yararlanarak uçuşu devam ettirebilmeli, hem de çapraz kontrol vasıtasıyla ilgili uçuş aletlerine bakmak

suretiyle farkındalığını korumalıdır. Şekil 2’de pilot gece görüş gözlüğü kullanım çeşitlerini görsel olarak resmedilmiştir.



Şekil 2. Gece Görüş Gözlüğü Çeşitleri (Hawley vd., 1991).

Pilotların gece uçmasına imkân sağlayan gece görüş gözlüğü aynı zamanda pilotlara belli kısıtlar getirmiştir. Bu anlamda Crowley’in yapmış olduğu çalışmasındaki model esas alınmıştır. Bu modeldeki göstergelerin pilot yorgunluğuna ve uçuş emniyetine tesir ettiği değerlendirilmiştir (Crowley, 1991).



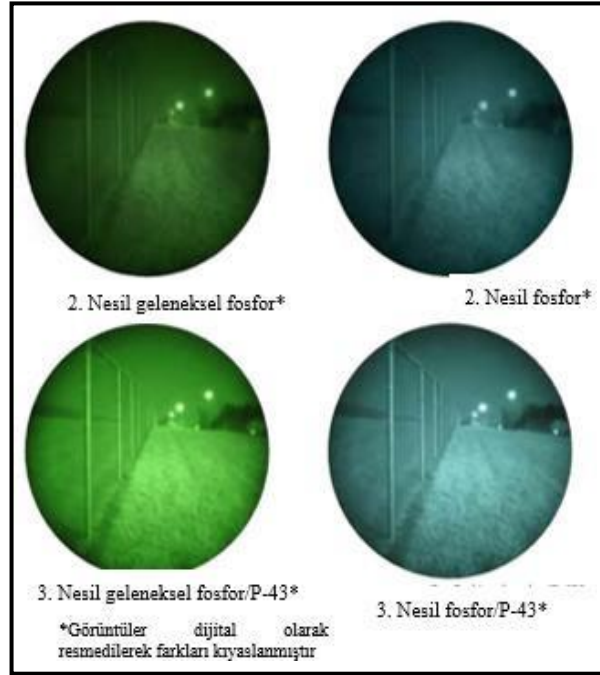
Şekil 3. Pilot Gece Görüş Gözlüğü Modeli (Crowley, 1991).

Bu göstergeler ışığında pilot gece görüş gözlüğü ara yüzünden kaynaklanan sonuçlar incelenmiştir. Şekil 3’te belirtildiği üzere sensör sebebiyle oluşan azalan görsel ipuçları ve oryantasyon kaybının olumsuz etkileri giderilmesi adına farklı fosfor tipindeki üç gözlük derinlik algısı, kontrast hassasiyeti ve diğer faktörler çerçevesinde denenmiştir.

Gece görüş gözlüklerindeki fosfor rengi üç işlevi yerine getirmektedir. Bunlar objeyi tanımlama, bilişsel faaliyetleri destekleme ve uzaysal oryantasyonu

sağlamada yardımcıdır (Spenkelink ve Besuijen, 1996). Genel olarak fosfor rengi iş yükünü azaltma ve görsel performansı iyileştirme potansiyeline sahiptir (Capo-Ante vd., 2015). Gece görüş gözlüklerinde, 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 (Bricker, 1989). Bir çalışmada, beyaz fosforlu ekranın havacılık için sertifikaya edilmesinden sonra, yeşile göre daha fazla rağbet gördüğü belirtilmektedir (Kozlowski, 2018).

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. Şekil 4'de Harris firmasının kataloglarında alınan 2. nesil ve 3. nesil gece görüş gözlüklerinin görselleri görülebilmektedir (Harris, 2019).



Şekil 4. Beyaz-Yeşil Fosfor Görüntü Örnekleri Harris Corporation.

Kaynak: HARRIS P-45, Gen 3 White Phosphor Technology broşüründen uyarlanmıştır.

Gece görüş gözlüğü özellikleri ve literatürde bulunan gece görüş gözlüğünün değerlendirilmesi hususundaki tespitler aşağıda özetlenecektir.

(1) Derinlik Algısı

Düşük görüş açısı ve derinlik algısının eksikliği yüzlerce uçucu tarafından raporlanarak belirtilmiştir (Crowley, 1991). 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 yaklaşmadaki 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.

(2) Boyut ve Mesafe Tahmini

Görüş açısındaki nesnelerin boyut ve mesafe tahmini, nesnelerin görsel algısı ile sıkı sıkıya bağlıdır (Gibson, 1950). Nesnelere doğru algılama, nesnelere sadece tespit ve doğrulama açısından değil, aynı zamanda uzaysal oryantasyon açısından da önemlidir (Cutting, 1995).

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 (Zalevski, Meehan ve Hughes, 2001).

Pilotlar için gece görüş gözlüğü ile icra edilen operasyonlarda boyut ve mesafe tahmini çok önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle ağaç, tel, bina ve diğer engelleri göreerek kaçınan helikopter pilotları için bu husus daha büyük rol

oyunmaktadır. Helikopter pilotları için, gece indirme harekâtı gibi kritik görevlerde, boyut ve mesafe tahmini hususu büyük öneme sahiptir. Düşük ışık durumlarında indirme yapılacak bölgenin engellerden yeteri kadar uzakta bulunmasının tespiti, kalkış yapılacak istikametini seçimi için 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.

(3) Diğer Faktörler

Kaska ilave olarak takılan cihaz, kaskın ağırlık merkezini de değiştirerek boyun ve baş ağrılarına sebep olabilmektedir. Helikopter uçuşlarında titreşimden dolayı pilotlarda ve mürettebatta boyun ağrısı yaygındır (Forde vd., 2011). Bu konu ile ilgili Kanada Silahlı Kuvvetlerinde bir çalışma yapılmıştır. Katılımcıların (138 pilot, 58 uçuş mühendisi) %80 sinden fazlasının boyun ağrısı çektiği tespit edilmiştir (Adam, 2004). 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 olduğu Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından rapor edilmiştir (Shender, Ostrander ve White, 2004). Yapılan bir çalışmada, gece görüş gözlüksüz uçuşlara göre gece görüş gözlüklü uçuşlarda daha fazla boyun ağrısı tespit edilmiştir (Manton, 2000).

Helikopterdeki titreşimden kaynaklı boyun ağrıları geçmiş çalışmalarda araştırılmıştır. Özellikle bazı ülkeler, detaylı bir araştırma yaparak bu sorunu ortaya koymuştur (Thuresson vd., 2005, Bridger vd., 2005, Ang ve Harms-Ringdahl., 2006). Baş ağrıları, görme sorunları ve kemik sorunları gece görüş gözlüğünden kaynaklı oluşan sorunlar arasındadır.

Chris W. Johnson vd., (2004) The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents adlı çalışmada ABD de 1995-1996 yıllarında gerçekleştirilen döner kanat uçuşları istatistiği Tablo 1’de incelenmiştir. Tablo 1’de 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 (Hess, 2002).

Tablo 1. Her 100000 Saatteki Kaza Oranı (Chris, 2004).

	Uçuş Yılı 1995	Uçuş Yılı 1996
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

Başka bir çalışmada (Ruffner vd., 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. Bir başka çalışmada (Harding vd., 2010) kaska monteli görüntüleme sistemlerinin, insan-makine etkileşimi sebebiyle ortaya çıkan algı, kavrama ve insan performansı hatalarına sebep olabilecek stres etkileri üzerinedir.

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 (Zalevsky vd., 2001).

2. 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.

a. 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, 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 aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Gece Görüş Gözlük Tipleri

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

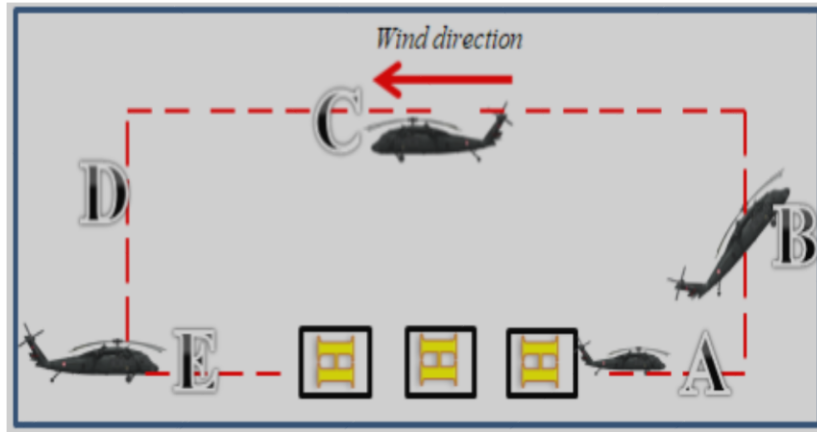
b. Metot

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. Eğer bu çalışma ay ışığı olan zaman dilimi içerisinde veya farklı mevsimlerde yapılsaydı gece görüş gözlüğü görüşü farklılaşacaktı. Bu durumda da anket sonuçlarının daha çarpık çıkması beklenebilirdi. Sırt meydanı ve civarındaki yerleşim yerleri bir örnek teşkil etmesi adına Şekil 5’te verilmektedir.



Şekil 5. Uçuş Çalışmalarının Yapıldığı Bölge (Google haritalardan alınmıştır.)

Uçuşlar, en az bir meydan turu ve havır uçuşlarından oluşmaktadır. Meydan turunun beş ana ayağı veya bölümü bulunmaktadır: Tırmanış bacağı (A), yan bacak (B), rüzgâr altı (C), esas bacak (D) ve son yaklaşma ve/veya pas geçme (E). Sirt meydanı için rüzgâr koşulları hesaba katılmadan ve normal seyir sürati olarak düşünöldüğünde, uçuşun sonunda yaklaşık 15-20 dakikalık uçuş aşaması ve 10-15 dakikalık havır uçuşları tamamlanmaktadır. Bu süre bir gece görüşünü değerlendirmek için yeterli bir süre olarak görölmektedir. Şekil 6'da bir hava aracının örnek meydan turu temsil edilmektedir.



Şekil 6. Hava Aracı Meydan Turu

c. Anket

Ankette, 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 (GGG Ders Kitabı, 2016). Pilotlar, ilgili firmalardan tedarik edilen farklı teknik özellik ve fosfor tipleri ile hali hazırda kullanılan (C) gece görüş gözlüklerini kıyaslamışlardır. 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. Bu çalışmada, pilotların gece görüş gözlüklerine ilişkin değerlendirmeleri, S70 tipi intibak eğitimi sonrasında alınmıştır. Araştırmaya pilotların tamamını dâhil edememe kısıtından dolayı bir araştırma grubu üzerinde çalışma yolu tercih edilmiştir. %90 güven düzeyi ve $d = 0,30$ örnekleme hatası için örneklem sayısına ilişkin alt sınır 8 olarak belirlenmiştir. Araştırma grubunda yer alan pilot sayısı, zaman kısıtı ve birimlere ulaşmada karşılaşılan zorluklar nedeniyle 9 pilot ile sınırlı kalmıştır. Buna göre, bu araştırmadan elde edilen bulguları etkileyecek temel unsur birim sayısının yetersizliğidir. Dolayısıyla ulaşılan bulgular sadece araştırma grubuna alınan pilot görüşlerini yansıtmaktadır. Değerlendirme sonuçlarının tüm helikopter pilotları için genelleymeyeceği açıktır.

3. Bulgular ve Yorum

Bu bölümde EK-A'da belirtilen anket maddeleri kısaca açıklanacak ve çıkan sonuçlar maddeler halinde tartışılacaktır. Anketten elde edilen veriler SPSS 21 ile değerlendirilmiştir. Bu paket program verilerin analizi amacıyla kullanılmış olup, gelişmiş istatistikî analizler için oldukça kullanışlı bir araçtır.

a. 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. 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 Tablo 3'te görölmektedir.

Tablo 3. Derinlik Algısı

Derinlik Algısı	Kötü		→		Orta		→		İyi		Ort.	Std. Sapma
	1		2		3		4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
A	-	-	-	-	-	-	3	33,3	6	66,7	4,67	0,50
B	-	-	2	25,0	2	25,0	2	25,0	2	25,0	3,50	1,19
C	1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	2	22,2	3,11	1,36

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 değerin 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 değerlenen 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.

b. 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 ayırımı yapmak güçleşmekte, helikopterin kontrolü için gereken nirengi seçimi güçleşmektedir. Pilotlar farklı fosfor tipleri ile cisimler arasındaki kontrastı farklı algılayabileceklerdir. Bu yaklaşıma göre, görerek uçuş şartlarında helikopter kullanan pilotların iş yükü hafifleyecektir. Gece görüş gözlüklerinin kontrast hassasiyetine göre değerlendirmeleri Tablo 4'te incelenebilir.

Tablo 4. Kontrast Hassasiyeti

Kontrast Hassasiyeti	Kötü 1		→ 2		Orta 3		→ 4		İyi 5		Ort.	Std. Sapma
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
A	-	-	-	-	2	22,2	2	22,2	5	55,6	4,33	0,87
B	2	25,0	1	12,5	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,00	1,60
C	1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	2	22,2	3,11	1,36

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.

c. Mesafe Tahmini Değerlendirmesi

Helikopter uçuşlarında, kapalı bölge harekâtı icra ederken engel tespiti (ağaç, telefon 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.

Tablo 5. Mesafe Tahmini

Mesafe Tahmini	Kötü 1		→ 2		Orta 3		→ 4		İyi 5		Ort.	Std. Sapma
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
A	-	-	-	-	1	11,1	4	44,4	4	44,4	4,33	0,71
B	1	12,5	2	25	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,13	1,46
C	1	11,1	-	-	5	55,6	1	11,1	2	22,2	3,22	1,09

Bu çalışmada ise mesafe tahmini ile ilgili yapılan değerlendirmelerde (Tablo 5) 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.

d. Hale Etkisi Değerleri

Gece görüş gözlüğü ile helikopter uçuşlarında son yaklaşma kısmında (yere yakınlaştıkça) aydınlatma ışıkları ve araba farları gibi yapay 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.

Tablo 6. Hale Etkisi

Hale Etkisi	Kötü		→		Orta		→		İyi		Ort.	Std. Sapma
	1	2	3	4	5							
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
A	-	-	2	22,2	-	-	2	22,2	5	55,6	4,11	1,27
B	2	25,0	1	12,5	2	25,0	1	12,5	2	25,0	3,00	1,60
C	2	22,2	1	11,1	2	22,2	3	33,3	1	11,1	3,00	1,41

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 (Tablo 6).

e. 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.

Tablo 7. Beden Yorgunluğu

Beden Yorgunluğu	Çok Yorgun		→	Orta		→	Az Yorgun		Ort.	Std. Sapma
	1	2	3	4	5					
	n %	n %	n %	n %	n %					
A	1 12,5	- -	1 12,5	2 25,0	4 50,0	4,00	1,41			
B	3 42,9	1 14,3	1 14,3	- -	2 28,6	2,57	1,81			
C	1 12,5	1 12,5	3 37,5	1 12,5	2 25,0	3,25	1,39			

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 (Tablo 7). Bu konuda A gözlüğünün gözlüklere göre %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.)

f. Göz Yorgunluğu Değerlendirmesi

Gece görüş gözlüğü kullanımı, pilotlarda göz yorgunluğuna sebep olmaktadır. Bu oluşan yorgunluğun en aza indirilmesi uçuş emniyeti açısından çok önemlidir.

Göz yorgunluğuna ilişkin Tablo 8 incelendiğinde de A gözlüğünün B ve C gözlüğünü geride bıraktığı görülmektedir. Toplam 9 katılımcıdan 6'sının A gözlüğünü 5-iyi olarak değerlendirme yaptığı ancak ortalama başarı puanının 4,1'de kaldığı görülmektedir. Bunun nedeni sola çarpık bir dağılımda üniform bir yapının olmayışıdır. 6 katılımcı 5 puan verse de 4 puan veren hiç katılımcı yoktur. Bunun yanında 3 puan veren 1 katılımcı ve 2 puan veren 2 katılımcı mevcuttur. Dolayısıyla tecrübe ettiği uçuş deneyimini çok yorgundan orta yorguna doğru olarak değerlendiren 2 katılımcı, orta yorgunluk tecrübesine geldiğinde 1 katılımcıya düşerken orta yorgundan az yorguna doğru olarak değerlendiren hiç katılımcı yoktur. Hemen ardından ise 6 katılımcı deneyimini az yorgun olarak belirtmiştir. Bu konuda da kullanım periyodunun bir uçuşla sınırlı kalmadığı, uzun

kullanım imkânı olan görev yerlerinde denenmesi gece görüş gözlükleri arasındaki farkı daha fazla ortaya koyacağı düşünölmektedir.

Tablo 8. Göz Yorgunluğu

Göz Yorgunluğu	Çok Yorgun		→ Orta		→ Az Yorgun		Ort.	Std. Sapma				
	1	2	3	4	5							
	n	%	n	%	n	%						
A	-	-	2	22,2	1	11,1	-	-	6	66,7	4,11	1,36
B	1	12,5	1	12,5	2	25,0	2	25,0	2	25,0	3,38	1,41
C	-	-	2	22,2	3	33,3	3	33,3	1	11,1	3,33	1,00

g. Boyun Ağrısı Şiddeti Değerlendirmesi

Tecrübe edilen boyun ağrısı şiddeti ile ilgili oluşturulan Tablo 9 incelendiğinde ortalama başarı puanı hususunda A ve B gözlüklerinin birbirine yakın puanlar aldığı görölmektedir. 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. Bunun sebebi A gözlüğünün diğer gözlüklerle kıyaslandığında %33'e varan hafif olmasıdır. Bu konuda kullanım periyodunun bir uçuşla sınırlı kalmadığı, uzun kullanım imkânı olan görev yerlerinde denenmesi gece görüş gözlükleri arasındaki farkı daha fazla ortaya koyacağı düşünölmektedir.

Tablo 9. Boyun Ağrısı Şiddeti

Boyun Ağrısı Şiddeti	Aşırı		→ Orta		→ Hiç Yok		Ort.	Std. Sapma				
	1	2	3	4	5							
	n	%	n	%	n	%						
A	-	-	1	12,5	1	12,5	-	-	6	75,0	4,38	1,19
B	-	-	-	-	3	42,9	1	14,3	3	42,9	4,00	1,00
C	4	50,0	-	-	1	12,5	-	-	3	37,5	2,75	1,98

Tecrübe edilen boyun ağrısı şiddeti ile ilgili oluşturulan Tablo 9 incelendiğinde ortalama başarı puanı hususunda A ve B gözlüklerinin birbirine yakın puanlar aldığı görölmektedir. 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. Bunun sebebi A gözlüğünün diğer gözlüklerle kıyaslandığında %33'e varan hafif

olmasıdır. 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.

A, B ve C tipi gece görüş gözlükleri ile yapılan helikopter uçuşlarında, gece görüş gözlüklerinin uçuş emniyeti açısından ele alınan göstergelere göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla Kendall W Testi gerçekleştirilmiştir. Kendall W testi, k-bağımlı örneğin aynı kitleden alınmış rasgele örnekler olup olmadığını test eden bir parametrik olmayan testtir. Bu test, n değerlendiricinin k farklı fenomeni değerlendirmelerinde uyumluluğu test etmek için de kullanılır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular Tablo 10 ile verilmiştir. Buna göre; A, B ve C tipi GGG'lere ilişkin derinlik algısı, mesafe tahmini hassasiyeti, beden yorgunluğu, göz yorgunluğu ve boyun ağrısı şiddeti açısından pilot değerlendirmeleri arasında fark olduğu ($p < 0,10$) ve kontrast hassasiyeti ve hale etkisi açısından ise pilot değerlendirmeleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p > 0,10$).

Tablo 10. GGG'lerin Uçuş Emniyeti Açısından Çeşitli Göstergelere Göre Değerlendirilmesi

	GGG Tipi	Sıra Ort.	Test İstatistiği			
			Kendall W	χ^2	sd	p
Derinlik algısı	A	2,67	0,391	7,03 2	2	0,030*
	B	1,61				
	C	1,72				
Kontrast hassasiyeti	A	2,50	0,199	3,58 8	2	0,166
	B	1,78				
	C	1,72				
Mesafe tahmini hassasiyeti	A	2,61	0,323	5,81 3	2	0,055**
	B	1,61				
	C	1,78				
Hale etkisi	A	2,50	0,226	4,06 1	2	0,131
	B	1,61				
	C	1,89				

Tablo 10'un Devamı. GGG'lerin Uçuş Emniyeti Açısından Çeşitli Göstergelere
Göre Değerlendirilmesi

Beden yorgunluğu	A	2,50	0,312	5,61 5	2	0,060**
	B	1,56				
	C	1,94				
Göz yorgunluğu	A	2,64	0,374	6,80 0	2	0,044*
	B	1,72				
	C	1,83				
Boyun ağrısı şiddeti	A	2,59	0,328	5,91 5	2	0,052**
	B	1,74				
	C	1,67				

*p < 0,05; **p < 0,10

4. Sonuç ve Öneriler

Gözlük tiplerinin uçucu yorgunluğu ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmada, beyaz fosfor tipindeki gece görüş gözlüğü (A tipi) ön plana çıkmıştır. Bu anlamda (CuQlock vd., 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. 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 uçuşların 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.

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

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 artırılması, görüntü netlik değerlerinin artırılması gibi çalışmaların araştırılıp geliştirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışma ile gece görüş gözlüğü gerçek uçuş şartlarında denenmiştir. Dolayısıyla gelecekte yapılacak olan gece görüş gözlüğü teknolojisi ile ilgili olan

çalışmalara rehberlik edebileceği, saha verileri olarak değerlendirilebileceği düşünölmektedir.

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 gibi),
- Farklı gece görüş gözlüğü uçuş saatine sahip pilotlar tarafından,
- Birden çok uçuş icra edilerek denenmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Extended Summary

Using the night in military aviation provides advantages such as attacking the enemy. Thanks to image intensifier systems in rotary-wing aviation, the flight can be realized by seeing at night. However, these systems have some limitations due to human-machine interaction. This study aimed to determine the cognitive fatigue of pilots using different types of night vision goggles and to reveal the consequences of this situation. It has been observed that previous studies aimed at reducing the fatigue caused by night flights were based on the data obtained in the laboratory environment, and the field experiences of the pilots were not taken as a parameter. In this study, the following night vision goggles are named A, B, and C without a brand (to avoid brand preference). Depth perception, contrast sensitivity, distance estimation sensitivity, halo effect, body fatigue, neck pain severity, and eye strain were evaluated by the pilots using the questionnaire method. The questionnaire designed to evaluate the properties of night vision goggles is based on the literature. The created questionnaire, especially the differences in phosphorus type and weight, is aimed to reduce pilot fatigue by determining depth perception, contrast sensitivity, distance estimation sensitivity, halo effect, body

fatigue, the severity of neck pain, and eye strain. Each pilot applied a traffic pattern and made hover training. The data obtained from the questionnaire was evaluated with IBM SPSS (Social Sciences Statistical Package). This package program is a preparation for advanced analysis.

In this study, Type A NVG scored higher than other NVGs in terms of depth perception, contrast sensitivity, distance estimation sensitivity, halo effect, body fatigue, neck pain severity, and eye strain. In this study, different weights, phosphors, and types of night vision goggles were tested under real flight conditions. Type A NVG stands out because it is white phosphorus and lighter than other goggles. This subjective study should be considered for different meteorological conditions and longer flights in different geographical regions.

Kaynakça

Kitaplar

International Civil Aviation Organization. (2009). *Operation of Aircraft*. Canada, 2-4.

Jandarma Genel Komutanlığı. (2008). *Gece Görüş Gözlüğü Konsepti*. Ankara: J.Gn.K.lığı Basımevi, 2-3,4-5.

Jandarma Havacılık Okul Komutanlığı, (2016). *Gece Görüş Gözlüğü Ders Kitabı*. Ankara: J.Gn.K.lığı Basımevi, 4-3,4-19.

Makaleler

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.

Belland, K. M. (2003). Aircrew Performance Cutting-Edge Technology: Emerging Human Performance Enhancement Technology Vision in Support of Operational Military Aviation Strategy. AIR WAR COLL MAXWELL AFB AL.

Button, K., (2017). Collision Avoidance. *Aerospace*, 8 (8), 22-29.

- 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.
- Caldwell, J. A., Gilreath, S. R., (2002). Survey of Aircrew Fatigue in a sample of U.S. Army Aviation Personnel. *Aviation Space Environmental Medicine*, 73, 472–480.
- 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.
- Johnson, C. W. (2004). The role of night vision equipment in military incidents and accidents. In Human error, safety and systems development (pp. 1-16). Springer, Boston, MA.
- Cutting, J. E., 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*, 69–117.
- 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 İndustry. *Sleep Medicine Reviews*, 18 (2), 141–152.
- 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.
- 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*, 22-23.
- 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.
- Harding, H., T., Rash, E., C., 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.
- Hawley J. R., Anoll K. R. (1991). Rotorcraft Night Vision Goggle Evaluation. Federal Aviation Administration *Report July* 1991-11.
- 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.
- 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.
- Nix, S., Gossett, K., Shepherd, D., A., (2013). An Investigation Of Pilot Fatigue in Helicopter Emergency Medical Services, *Air Medical Journal*, 32 (5), 1-5.
- Parush, A., Gauthier, M. S., Arseneau, L., 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.
- Ruffner, J., Piccione, D., Woodward, K., (1997). Development Of A Night Driving Simulator 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*, 3088, 190-197.
- 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.
- Shender, B. S., Ostrander, G., White, D. (2009). Self-Reported Neck Pain Incidence In Us Navy Aircrew from 2004-2008. *Aviation, Space, And Environmental Medicine*, 80, 291.

- Spengelink, G. P. J., Besuijen, J., (1996). Chromaticity Contrast, Luminance Contrast, And Legibility Of Text. *Journal Of Society Of Information Display*, 4(3), 135- 144.
- 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.
- 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
- Wolf-Meyer, M., (2011). Nature of Sleep. *Comparative Studies in Society and History*, 53 (4), 945-970.
- Verona, W. R., Rash, E. C., (1989). Human Factors And Safety Consederations Of Night Vision Systems Flight. *United States Army Research Laboratory (USAARL)*, 2.
- 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*.

Tezler

- Beshany, P., R., (2009). *Analysis Of Navy Flight Scheduling Methods Using Flyawake*, (Yüksek Lisans Tezi), Naval Postgraduate School, California.
- Çalımfidan, E., (2015). *Döner kanat pilotları için gece uçuş emniyetini artırmaya yönelik bir çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Gevrek, İ., (2020). *Pilot yorgunluğu açısından uçuş teçhizatının değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Heinecke, J. K., (2006). *An Evaluation of the AH-64 night vision Systems for use in 21st Century Urban Combat*. (Yüksek Lisans Tezi) University of Tennessee, http://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/1578.

Raporlar

- Adam, J., (2004). Results of NVG-induced neck strain questionnaire study in CH-146 Griffon aircrew. Technical Report. Defence r&d. 153.
- Caldwell, A. J., (2008). Sleep And Psychomotor Performance During Commercial Ultra- Long Range Flights. *Presented at FAA Fatigue Management Symposium*, Vienne,VA.
- Crowley, J. S., (1991). Human Factors Of Night Vision Devices: Anecdotes From The Field Concerning Visual Illusions And Other Effect Fort Rucker, AL: U.S. Army Aeromedical Research Laboratory. *Tech. Rep. No. USAARL 91-15*, 1-15.
- Foyle, D., Kaiser, M., (2015). Pilot Distance Estimation with Unaided Vision, Night Vision Goggle and Infrared Imagery. *SID Symposium Digest Of Technical Papers*, 312- 317.
- National Transportation Safety Board. (2009). Bus loss of control and rollover, Washington (HAR-10/01), 42-43.
- National Transportation Safety Board. (2011). Crash following loss of engine power due to fuel exhaustion air methods corporation, Washington (AAR-14/03), 48-55.

İnternet Kaynakları

- Brickner, M. S., (1989). *Helicopter flights with night-vision goggles-human factors aspects*; NASA Technical Memorandum 101039. California, 10-11. 15.06.2018 tarihinde <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19890012106.pdf> adresinden alınmıştır.
- 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. 26.09.2019 tarihinde <https://www.researchgate.net/publication/265143425> adresinden alınmıştır.
- Harris., Pçi 45 GEN 3 White Phosphor Technology. 26.09.2019 tarihinde <https://www.harris.com/sites/default/files/downloads/solutions/gen3-p45-white-phosphor-harris-night-vision.pdf> adresinden alınmıştır.

Jonathan Kozlowski. White or Green – Have You Made a Choice Yet?. 30.09.2018 tarihinde <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=> adresinden alınmıştır.

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. 25.09.2018 tarihinde http://www.cimvhr.ca/sghrp_reports/ adresinden alınmıştır.

P. Hess, Army Identifies Soldiers Killed in Crash, UPI, December 2002. 26.09.2019 tarihinde <http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20021213-124412-7962r> adresinden alınmıştır.

EK-A: Gece Görüş Gözlüğü Değerlendirme Anket Formu

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

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

		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					