

20. BÖLÜM / CHAPTER 20

HAVACILIKTA İŞ YÜKÜ VE YORGUNLUK YÖNETİMİ

WORKLOAD AND FATIGUE MANAGEMENT IN AVIATION

Aslı BEYHAN ACAR¹, Seda ÇEKEN²

¹İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Örgütsel Davranış Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-mail: aslicar@istanbul.edu.tr

²İstanbul Üniversitesi, Havacılık Psikolojisi Araştırmaları Enstitüsü, Havacılık Psikolojisi Ana Bilim Dalı,
İstanbul, Türkiye
E-mail: sedaceken93@gmail.com

DOI: 10.26650/B/SS32.2022.04.20

ÖZ

Uçuşlardan sorumlu ekipler ve özellikle de uçak pilotları, oldukça karmaşık sistemleri yönetmek zorundadır. Karmaşık sistemlerin içerisinde olmalarının verdiği zorluğun yanı sıra iş yükü ve yorgunlukları hangi derecede olursa olsun acil bir durumu kısa süre içerisinde çözmeleri uçuş emniyeti bağlamında hayati önem taşımaktadır. Dikkat ve durumsal durum farkındalığının sağlanması adına iş yükü ve yorgunluğun doğru yönetilmesi gereklidir. Dikkatin dağılması ve uykusuzluk problemleri uçuş görevi esnasındaki performansı etkileyerek felaket boyutunda sonuçlara yol açabilir. Ayrıca, sağlık sisteminde bozulmalar, yetenekler, yetkinlikler ve sosyal ilişkilerde bozulmayı, stres algısında artışı ve yüksek düzeyde işe devamsızlık/işten ayrılmayı da beraberinde getirebilir. İş yükü ve yorgunluk yönetimine dair düzenlenen bu bölümde iş yükü kavramı, havacılıkta iş yükü, yorgunluk yönetimi, havacılıkta yorgunluk yönetimi, uçuş ekiplerinde yorgunluk yönetimi, pilotlarda iş yükü ve yorgunluk yönetimi ilişkisi, pilotlarda iş yüküne dayalı yorgunluk nedenleri, pilotlarda iş yükü ve yorgunluğun etkileri, iş yükü ve yorgunluğa dayalı havacılık kazaları gözden geçirilmiştir. İş yükü ve yorgunluğun olumsuz etkileriyle başa çıkmaya yönelik öneriler, havacılıkta iş yükü ve yorgunluğa yönelik araştırma bulguları, havacılık sektörü ve araştırmacılara yönelik öneriler de sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havacılıkta iş yükü, Havacılıkta yorgunluk yönetimi, Stres

ABSTRACT

Crews responsible for flights, particularly aircraft pilots, have to manage highly complex systems. In addition, to maintain flight safety they need to quickly resolve problems in case of emergencies, regardless of the extent of their workload and fatigue. For the sake of maintaining their attention and situation awareness at a proper level, it is crucial to keep their workload and fatigue at a manageable level. Distraction and insomnia problems might negatively affect the performance of crew members and cause disastrous results. In addition, distraction and insomnia problems can bring on many negative effects such as deterioration in health, skills, competencies and social relations, increased perception of stress, and high absenteeism/turnover. In this chapter on workload and fatigue management, the concepts of workload, aviation workload, fatigue management, fatigue management in aviation, and fatigue management in in-flight crews, the relationship between workload and fatigue management in pilots, the causes of workload-based fatigue in pilots, the effects of workload and fatigue in pilots, and workload and fatigue-based aviation accidents are reviewed. Recommendations to cope with the negative effects of workload and fatigue, research findings on workload and fatigue in aviation, and suggestions for the aviation sector and researchers are also provided.

Keywords: Workload, Fatigue management, Stress

Extended Abstract

Workload and fatigue are the two harmful conditions of work environments. Workload is the inability of a person to fully use his/her information processing cycle components due to the excessive amount of work and limitations in the information processing system in the fulfillment of the targeted task (Gopher & Donchin, 1986). Fatigue is defined as a symptom of subjectively perceived physical and mental weakness, resulting in impaired performance and avoidance of movement (Sharpe & Wilks, 2002). Fatigue is also defined by the ICAO as a decrease in mental and physical abilities due to sleep deprivation/loss, disrupted circadian cycle, and high workload. All of these unwanted conditions might severely impair employees' performance, decreasing safety in operational duties (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2016).

In the early stages of aviation psychologists' workload research, they investigated workload during the landing/take-off stages or single-seat cockpit flights. In particular, the researchers examined whether the pilot and flight crew could respond effectively under certain circumstances. In addition to these factors, aviation workload research has focused on (1) cockpit design innovations in modern aircraft and (2) performance-based workload (Hancock, Williams & Manning, 1995). Some federal and political regulations to reduce pilot error increase environmental complexities and pilot workload. The main factors that increase the workload for flight crews are conditions of weather, visibility, traffic density, and/ or required communication (Kantowitz & Casper, 2017). Workload is usually examined in

two different forms, namely physical or mental. For example, the result of physical workload and fatigue in pilots who fly long hours and use night vision goggles is that neck pain might occur. Neck posture, arm posture, sitting time, twisting or sprain in the trunk, hand-arm vibration, inappropriate posture, inappropriate workplace design, and heavy physical work may constitute other physical risk factors (Van den Oord et. al., 2014). The mental workload of rule-based tasks may include monitoring of aircraft systems, weather conditions, fuel requirements, or navigation. High mental work tasks require workers to have a high level of problem-solving skills and to show knowledge-based performance (Morris & Leung, 2006). In civil aviation training and simulator-based training programs, the measurement of mental workload would be beneficial in investigating certain conditions that make mental demands during the flight mission. In some international regulation/training programs such as the Multi-Crew Pilot License (MPL), mental process functioning is an important training component (Dahlstrom & Nahlinder, 2009). Although the civil aviation authorities have set global rules regarding the regulation of the workload in the international arena, these rules have determined only the maximum limits. Some airline companies aim to reduce the workload and minimize the risks of the workload by operating below the specified maximum limits.

In studies of flight crew fatigue, it has been mentioned that fatigue has negative effects on sleep. Successive shifts in flight times make adaptation difficult, and adaptation difficulties arising from local time differences and chronic stress reactions among flight crews might cause sleep difficulties (Gartner & Murphy, 1976). A study covering three 4-week time periods for cabin crews found that cabin crew sleep an average of 6.3 hours on their off days, 5.7 hours on the days they work, and 4.9 hours on international flights (van den Berg et. al., 2019b). Although the concept of fatigue in the aviation industry is associated with factors such as poor decision making, slow response rate, decreased attention, poor communication, insensitivity, and lack of energy, it means more than these. Along with the physiological, psychological, and emotional effects, safety-based performance tasks can be adversely affected in an emergency (Avers, King, Nesthus, Thomas & Banks, 2009). Increasing traffic density in the international context can also put pressure on Air Traffic Controllers (ATC). ATCs have a rotating shift schedule of two afternoons, two mornings, and one night shifts, and do not work the remaining days. Although this shift arrangement is perceived as advantageous, it might cause sleep loss in the long run. An ATC starting the morning shift has only three hours to sleep before shifting to night shift duty (Gander et. al., 2011). Pilot fatigue poses a serious risk in modern aviation activities. Factors such as uncertain working hours, long tenure, biological clock disturbances,

and inadequate sleep patterns can greatly affect safety in both civil and military aviation. Pilots who perform their flight duty for 12 or more hours cannot experience sleep comfort due to exposure to noise, turbulence, heat, light, and similar factors. Pilots flying short distances (short-haul) often mention their lack of sleep and high workload as the cause of their fatigue (Caldwell, 2005).

Keeping flight crews and especially pilots physically and mentally healthy is one of the most important steps in solving safety-related problems in aviation. To improve the mental attention and situation awareness of employees, it is essential to manage workload and fatigue properly. Distraction and insomnia problems affect performance during flight missions, resulting in disastrous consequences (Borghini et. al., 2014). In addition, it can bring on many negative effects such as deterioration in health, skills, competencies and social relations, increased perception of stress, and high absenteeism/turnover. Implementation of exercise programs in aviation companies for the improvement of musculoskeletal health of flight crew members (pilates, physiotherapeutic treatment programs, teamwork-based sports activities) might help prevent such problems. It is also recommended that to protect the mental health of aviation company employees and prevent the worsening of possible problems, it will be beneficial to expand the effect of training programs created with aviation/flight psychologists, ensure regular participation, and perform follow-up studies.

Giriş

Havacılıkta iş yükü ve yorgunluk doğrudan emniyeti etkilemektedir. Mekanik ve elektronik sistem gücünün oldukça yüksek seviyede emniyeti sağladığı düşünülse de bazı havacılık kazaları insan unsuruna dayanmaktadır. İnsan faktörlerine bağlı havacılık kaza araştırmalarında iş yükünün ilgili bir faktör olduğu gözlemlenmektedir (Kantowitz ve Casper, 2017). İş yükü ve yorgunluk yönetimine ilişkin faaliyetler uçuş emniyeti açısından son derece önemli olup, ekip kaynak yönetiminin temel bileşenlerinden biridir. Bunun yanı sıra ticari hava yolları açısından düşünüldüğünde performansı ve işe yönelik cevapları çeşitli stres faktörleriyle etkileyen iş yükü, Hart ve Wickens (1990) tarafından insan-makine sistemlerinde insan unsurunun görev gerekliliklerinin yerine getirilmesinde karşılaştığı bir maliyet olarak ele alınmaktadır. Bu maliyet, dikkatin azalması, zihinde ve karar verme süreçlerinde fazladan aktiviteleri yerine getirememe, duygusal stres, yorgunluk ve performans azalması olarak ortaya çıkmaktadır (Jung ve Jung, 2001). Modern havacılık faaliyetlerinde yorgunluk; belirsiz çalışma saatleri, uzun görev süreleri, biyolojik saat bozuklukları ve yetersiz uykuya sebep olması gibi nedenlerle oldukça önemli bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Havacılıkta uzun çalışma saatlerinin performansa olan zararlı etkilerine yönelik 1920’lerde başlayan ilk çalışmalar beraber, 1930’larda zaman dilimi geçişlerine (jet lag gibi) dair araştırmalar bilim insanlarınca başlatılmıştır. Ayrıca 1938’de uçuş ekiplerinin çalışma saatleri ve uçuş zamanlarına yönelik yapılan düzenlemelerle Sivil Havacılık Hareketi (Civil Aeronautics Act) gibi girişimler gündeme gelmiştir (Caldwell, 2005).

Havacılıkta yorgunluk ve iş yükünün istenmeyen birtakım sonuçları ortaya çıkabilmektedir. Bu sonuçların ilk sıralarında havacılık kazaları ve özellikle pilotların bozulan sağlık durumları gelmektedir. Ayrıca, iş yükü ve yorgunlukla beraber psikomotor performansın bozulmasıyla ilişkili olarak düşünmede konsantrasyon, çalışma belleği, dikkatli olabilme, dikkati koruyabilme ve uzun dönemli plan yapma gibi bilişsel mekanizmalar zarar görmektedir (Gartner ve Murphy, 1976).

İş yükü ve yorgunluk yönetimine dair düzenlenen bu bölümde ele alınan konular arasında; iş yükü kavramı, havacılıkta iş yükü, yorgunluk yönetimi, havacılıkta yorgunluk yönetimi, uçuş ekiplerinde yorgunluk yönetimi, pilotlarda iş yükü ve yorgunluk yönetimi ilişkisi, pilotlarda iş yüküne dayalı yorgunluk nedenleri, pilotlarda iş yükü ve yorgunluğun etkileri, iş yükü ve yorgunluğa dayalı havacılık kazaları, iş yükü ve yorgunluğun olumsuz etkilerine yönelik öneriler, havacılıkta iş yükü ve yorgunluğa yönelik bilimsel araştırmalar, havacılığa ve araştırmacılara yönelik öneriler yer almaktadır.

Havacılıkta İş Yükü ve Yorgunluk Yönetimi

Sivil veya askeri alanda uçak kullanan pilotlar, oldukça karmaşık uçuş araçlarını yönetmek ve bu yetkinliğe erişmeden önce zorlu eğitimlerden geçmek zorundadır. Karmaşık sistemlerin içerisinde olmalarının verdiği zorluğun yanı sıra, iş yükü ve yorgunlukları hangi derecede olursa olsun acil bir durumu kısa süre içerisinde çözmeleri uçuş emniyeti bağlamında hayati önem taşımaktadır. Aşağıda yer alan alt başlıklarda, iş yükü ve yorgunluğun kavramsal çerçevesi çizilerek havacılık alanındaki yerlerine değinilmiştir. Yorgunluk sorunu esasında iş yükünün fazla olması ve veya pilotluğun önemli bir yetkinliği olan “yorgunluk yönetimi” açısından iki şekilde ele alınmıştır.

İş Yükü

İş yükü, bireyin yerine getirmekle yükümlü olduğu işlerde algıladığı fazlalık hissidir. İş yükü, Gopher ve Donchin (1986) tarafından, hedeflenen görevin yerine getirilmesinde bilgi işleme sisteminde meydana gelen sınırlılıklardan dolayı kişinin bilgi işleme aygıtlarını, zorlanarak tam olarak kullanamaması olarak tanımlanmıştır. Bu durumu *algılayıcılar* ve *etkileyiciler* üzerinden açıklayan yazarlar, bir organizma için algılayıcıların bilgi topladığını; efektör olarak atfedilen etkileyicilerin ise anlaşılır cevaplar vermeye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir deyişle, mental olarak sahip olunan iş yükü, gerçekleşmesi beklenen performans ve ulaşılabilen performans arasında kapasite farklılıkları meydana getirmektedir (Gopher ve Donchin, 1986). İş yükü kavramını tasarım mühendisliği perspektifinden *görev zorluğu* olarak ifade eden O'Donnell ve Eggemeier, iş yükünü görev esnasında görevi yapanların doğrudan karşılaştıkları *zorluk* olarak açıklamışlardır (Gopher ve Donchin, 1986). Bowling ve Kirkendall (2012) ise iş yükünü bir kişinin işinin miktarını veya zorluğunu tanımlayan bir kavram olarak ifade etmiştir. Bunların yanı sıra, alanyazında iş yükü kavramı *yük kapasitesi (load-capacity) modeli* ile de ifade edilerek fizyolojik olarak dengeyi bozan bir unsur olduğuna işaret edilmektedir (Meijman ve Mulder, 2013).

İş yükü, talep edilen çoklu kaynak fazlalığında *niceliksel* ve *niteliksel* olmak üzere iki şekilde meydana gelebilmektedir. Niceliksel iş yükü, gerçekleşmesi beklenen işlerin sayı olarak fazlalığını gösterirken; niteliksel iş yükü tamamlanmasının zor olduğu düşünülen/hissedilen iş fazlalığıdır. Bu durum, ev veya iş ortamı gibi farklı çevrelerde gerçekleşebilir (Elloy ve Smith, 2003). Bir başka açıdan; niceliksel iş yükü benzer işi yapan kişilerle kıyaslama yapmaya olanak tanıyorsa algısal bir durumu temsil edebilir. Niceliksel olarak kıyasa olanak tanımayan durumlarda ise öznel soyut önyargılar halini almaktadır (Baltacı, 2017). Bazı görevleri başarabilmek için hem zihinsel hem de fiziksel kaynakları kullanmak

gerkebilir. Ayrıca bazı karmaşık işlerin iş yükü, birleşik görevlerden oluşmasına bağlı olarak meydana gelebilir. Diğer yandan, pek çok görev performansı otomatik olarak gerçekleşebilir ve onların iş yüküne katkısı tahmin edilemez. Buna karşılık, bazı görevler eş zamanlı ya eş zamansız meydana gelerek taleplere karşılık verebilme konusunda çatışma yaratabilir. Bu yüzden, algılama veya öznellik gibi kişisel faktörlerden çok görevlerin birleşimi ve zorluk seviyesinin iş yükünü etkilediği öne sürülmüştür (Hart ve Bortolussi, 1984).

İş yükü, insan unsurunun görevlerini yerine getirmesinde karşılaştığı maliyetler olarak da ifade edilmektedir. Bahsi geçen bu maliyet, bilişsel olarak dikkat ve tepki kaynaklarının tükenmesi, ek olarak yerine getirilmesi gereken faaliyetleri gerçekleştirememeye, duygusal stres, yorgunluk ve performans düşüşüne karşılık gelmektedir (Hart ve Wickens, 1990). İş yükü, genel hatlarıyla bir iş görenin yapması gereken iş miktarının çokluğuna veya fazlalığına karşılık gelir. İşin fazlalığı ya da çokluğu, çalışılan saatlerin sayısı, üretilmesi gereken iş miktarı ya da işin yerine getirilmesinde sarf edilen zihinsel performanstan kaynaklanabilir (Spector ve Jex, 1998). Bilişsel olarak bakıldığında, iş yükünün işle ilgili psikolojik gerginliğe ve yüksek seviyede anksiyete ve öfkeye sebep olması beklenmektedir. İş yükü ile iş gören yapması gereken işi yerine getirip getiremeyeceğine dair oluşan bir belirsizlik de deneyimleyebilir. İş ve aile yaşamında iş yükü sebepli yapılan ihmaller, öfkeyi beraberinde getirmekte ve duygusal tepkilerle bağlantılı olarak fiziksel semptomlarla da ortaya çıkabilmektedir (Spector ve Jex, 1998). İş yükü olgusunu *yüksek iş talebi* adı altında inceleyen Sluiter (2006), bu kavramı *fiziksel, zihinsel ve psikososyal* talepler olarak kategorize etmiştir. Sluiter vücudun bol oksijen tüketerek fiziksel hareketleri yerine getirmesinin gerekli olduğu fiziksel iş taleplerinde bireylerin benzer hareketleri yapan sporculara göre kalp atış hızlarında daha fazla yoğunluk gözlemlendiğini ifade etmiştir. Zihinsel iş taleplerini uzay uçuşlarından örnek vererek açıklamış, karmaşık zihinsel taleplerin olumsuz şartlarla birlikte mental kapasiteyi olumsuz etkileyebileceğine değinmiştir. Son olarak psikososyal iş taleplerinde, itfaiye ve sağlık çalışanlarından örnekler vererek, yaralı veya ölü çocuklarla ilgilenmek, yaralıları ve meslektaşları hayata döndürmeye çalışmak gibi görev faaliyetlerinin travma sonrası stres bozukluğu¹ yaratabileceğini belirtmişlerdir (Sluiter, 2006).

Farklı görevler, farklı ekipmanlar ve görev tanımlarının ortaya çıkarılmasıyla sarf edilen çabada da farklılaşabilir. Ancak, beklenmedik olaylar, çevresel stresörler ve diğer faktörler iş yükü bağlamında ekip üyelerinin beklentilerini farklılaştırabilir. Yeterli eğitim ve hazırlık programları, strateji ve taktikler, etkili liderlik ve verimli ekip koordinasyonu ile fazla iş

1 Travma Sonrası Stres Bozukluğu: Bireylerin yaşadıkları felaketler ve olumsuz deneyimler neticesinde en az bir ay süren korku, çaresizlik ve hafıza kaybı gibi semptomlarla yaşanan kaygı bozukluğudur (Bisson, 2007).

talebinin oluşturabileceği iş yükünün yorgunluk başta olmak üzere zararlı etkilerinden kaçınılabılır (Huey ve Wickens, 1993).

İş yükü ölçümünü dört şekilde sınıflandıran Moray (1979), talep edilen iş fazlalığını değerlendirme ve ölçümde şu gruplandırmayı ortaya koymuştur;

- Zamanlama analizi veya iş için gereken zaman; görev süresi boyunca, görev için ihtiyaç duyulan toplam zamanda sadece belirli işlerin yerine getirilerek zaman baskısı ve sarf edilen çaba arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.
- Bilgi işleme çalışmaları veya işin gerektirdiği bilgi işleme; bilgi işleme süreçlerinin kısıtlı kanal kapasitesinde gerçekleşmesidir.
- Faaliyete geçme çalışmaları; fizyolojik olarak ortaya konan çaba seviyesini göstermektedir.
- Özel çaba derecesi; çaba derecesinin iyi açıklanıp açıklanmadığını göstermektedir. Tam anlamıyla bilgi verilmeyen çaba seviyeleri karşısında insanların öznel/sübjektif çaba derecelendirmeleri sorunlara yol açabilmektedir (Moray, 1979).

İş yükünün birtakım sonuçları bulunmaktadır. Bu sonuçlardan birini sosyal hayat etkileşimi ile ilişkilendiren Fritz ve Sonnentag (2006), tatil esnasında iş yerinden gelen yüksek iş talebinin her gün çaba sarf ettirdiğini, bu durumun iş alanı dışında dahi gerçekleşmesinin iyi oluşu (well-being) negatif etkilediğini belirtmiştir (Fritz ve Sonnentag, 2006). İş yükünün örgütsel bağlamda etki ettiği sonuçlar arasında iş performansının olumsuz/olumlu etkilenmesi, örgütsel bağlılığı arttırma/azaltma, iş görenin geri çekilmesi (devamsızlık) gibi faktörler yer almaktadır (Bowling, Alarcon, Bragg ve Hartman, 2015). Bunun yanı sıra, yüksek iş taleplerinin yaratmış olduğu bir diğer sonuç tükenmişliktir. Stres altında hisseden bireylerde duygusal olarak tükenme ve duyarsızlaşma artmakta ve başarılı olma hissi ortadan kaybolmaktadır. Tükenmişlik hissi, sosyal etkileşim gereksinimini de ortadan kaldırarak hem aile hem iş bağlarını zayıflatmaktadır (Leiter ve Maslach, 1988).

İş yükü ölçmeye yönelik değerlendirme ölçeklerinden bazıları alanyazında ön plana çıkmıştır. Bunlardan ilki Hart ve Staveland (1988) tarafından geliştirilen NASA Task Load Index (NASA-TLX) ölçüm tekniğidir. Zihinsel iş yükünü ölçme amacı güden bu ölçekte, ilk etapta sadece iş yükünün ölçümüne odaklanılmış, sonraki yıllarda zihinsel iş yüküne yönelik ölçme ve değerlendirme uygulamaları ön plana çıkmıştır. Ölçeğin geliştirilmesinden 20 yıl sonra yayınlanan bir makalede, ölçek kapsamında, *zihinsel talep*, *fiziksel talep*, *çaba*, *geçici talep*, *performans* ve *duygusal gerilim* boyutları ile zihinsel iş yükü ölçümü değerlendirilmiştir (Hart, 2006; Hart ve Staveland, 1988).

Zihinsel iş yükünü ölçmeye yönelik Vidulich ve Tsang (1987) tarafından ilk etapta tek boyutlu geliştirilen, daha sonra Reid ve Nygren (1988) tarafından çok boyutlu hale dönüştürülen bir diğer ölçek SWAT (Subjective Workload Assessment Technique) ölçeğidir. Bu ölçekte, zihinsel iş yükü boyutları (1) *zaman yükü*, (2) *zihinsel çaba yükü* ve (3) *psikolojik stres yükü* olarak ele alınmıştır (Reid ve Nygren, 1988; Vidulich ve Tsang, 1987).

Son olarak, ön plana çıkan zihinsel iş yükü ölçeklerinden bir diğeri de Cooper ve Harper (1969) tarafından geliştirilen ve Wierwille ve Casali (1983) tarafından modifiye edilen ölçektir. Ölçek, ilk geliştirildiğinde pilot iş taleplerini ölçen maddeler içermiştir. Uçağı kullanabilme nitelikleri ve doğrudan pilotların iş yükü ile ilişki içerisinde olmuştur. Bu yüzden yazarlar, nitelikler ve iş yükü olarak ölçeğı geliştirmiştir. Modifiye edilen halinde ölçeğın orijinaline bağlı kalınarak kolay anlaşılması adına boyut ifadeleri değiştirilmiştir. Yeni terimler arasında *iş yüküne yönelik görev başarısı, hatalar, zorluk, performans dayalı zihinsel iş yükü* gibi ifadeler yer almaktadır (Wierwille ve Casali, 1983).

İş yükü fiziksel ve zihinsel olarak meydana gelebildiğı gibi, aynı anda bu fonksiyonların kullanılmasıyla da ortaya çıkabilmektedir. Polis memurları, itfaiyeciler ve askerler fiziksel iş yükü bileşenlerini kullanmalarının yanı sıra aynı anda zihinsel olarak da birtakım aktiviteleri yerine getirmektedir (DiDomenico ve Nussbaum, 2011). Fiziksel ve zihinsel iş yükleri aşağıda ayrı başlıklarda ele alınmıştır.

Fiziksel İş Yükü

Fiziksel iş yükü, iş görenin fiziksel hareket gerektiren işlerde maruz kalınan iş kapasitesi fazlalığıdır. Fiziksel iş yüküne yönelik alanyazın çalışmaları, yıllarca iş görenlerin yaş alması ve iş görevlerini yerine getirebilme durumlarında iş gücünü tespit eden çalışmalarla ortaya çıkmıştır. Fiziksel iş yükü ve fiziksel iş yükü kapasitesi arasındaki dengeye yaş almanın etkisi bağlamında bakan çalışmalar bulunmaktadır. Fiziksel şikâyetlerin ve rahatsızlıkların ardındaki sebepler arasında fiziksel güç gerektiren işler gündeme gelmiştir. Fiziksel iş talepleri, kas kuvvetine bağlı çalışma, iklim ve titreşim/sese yönelik gibi fiziksel durumların yaratabileceğı fiziksel yük taleplerine karşılık gelir (de Zwart, Frings-Dresen ve Van Dijk, 1996). Fiziksel iş yükü kavramını *maksimum kabul edilebilir çalışma zamanı* ile ilişkilendiren Wu ve Wang (2002), kalp atım hızının; ateş (vücut ısısı), duygu, besin ve fiziksel form durumu gibi fiziksel hareketlerle ilişkili olduğunu ve fiziksel iş yükünün hareketli kas gücü kullanımına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Fiziksel iş yükünün kas iskelet bozukluklarına sebep olabileceğı de gösterilmiştir. Duruş, elle taşıma ile yapılan işler, tekrarlayan darbeler ve statik yük gibi sebepler beden üzerinde yaratabilecekleri fiziksel gerilim ile bu tür durumlara yol açabilirler

(Bot ve arkadaşları., 2004). Fiziksel iş yükünün erken emekliliğe ve kas-iskelet sistemine yönelik etkileri üzerine 1.755 kişilik bir örnekleme yapılan bir araştırmada, (1) hareketsiz iş, (2) orta derecede fiziksel hareketli iş, (3) ağır fiziksel hareketli iş ve (4) çok ağır fiziksel hareketli iş olarak sınıflandırılan iş kategorisi sonuçlarında; kas-iskelet sisteminde ağır ve çok ağır fiziksel iş yüklerinden ötürü bozukluklar meydana geldiği, her iki kategorideki işin beden şekline ve kardiyovasküler sisteme olan olumsuz etkilerinden dolayı malulen emekliliğin meydana geldiği belirlenmiştir (Karpansalo ve arkadaşları, 2002).

Fiziksel iş yükü, özellikle askeri havacılıkta boyun ağrısı gibi uçuş performansını ve konsantrasyonu olumsuz etkileyen önemli unsurlardan biri olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca sadece pilotlarda değil, kabin hizmetlerinden sorumlu personelde de fiziksel iş yüküne bağlı olarak bu tip şikâyetler ortaya çıkabilmektedir. Helikopterle yapılan uçuşlarda pilotların ve kabin ekibinin görevleri farklılaşmaktadır. Pilotlar, askerlerin ve kargoların transferini sağlama, arama ve kurtarma görevlerini yürütme ve karada görevli askerlere çatışma görevlerinde destek verme gibi görevlerden sorumluyken kabin ekipleri helikoptere malzeme yükleme, yük operasyonlarını yürütme, kurtarma, gözetleme gibi operasyonlardan sorumludurlar. Görev farklılıkları ve maruz kalınan fiziksel iş yükü farklılaşsa da bu tür görevlerle ilgilenen personelin boyun bölgelerinde ve kas-iskelet sisteminde sorunlar meydana gelmektedir (Van den Oord, Sluiter ve Fring-Dresen, 2014). Özellikle, itme ve çekmeye yönelik fiziksel kuvvet harcayan kabin ekiplerinin kas iskelet sistemine yönelik duruşlarında ciddi bozukluklar meydana geldiği saptanmıştır (Glitsch ve arkadaşları, 2007).

Zihinsel İş Yükü

Zihinsel iş yükü, kavram olarak insan zihninin kısıtlı kaynaklarla işlevini yerine getirdiği ilkesine temellendirilebilir. Bazı beklenmeyen durumlara maruz kalınması zihinsel görev performansına etki etmektedir. Bunun yanı sıra, göreve dair taleplerin çokluğu zihinsel performansı olumsuz etkilemektedir (Wickens, 2008). Zihinsel iş yükünün tespiti bireylerin isteyken, spor yaparken, akademik görevlerle ilgilenirken olsun daha çok ne derece fazladan çaba harcadıklarına yönelik his ve algılarıyla ilişkilidir. Görevlerin yapılabilmesi için gereken mental aktiviteler bilgi işleme, karar alma ve sistem kontrolü gibi işlevleri kapsar.

Yukarıda aktarılanların bir kısmını içine alacak şekilde zihinsel iş yükü üç kategoride ifade edilmektedir; (1) öznel, (2) psikolojik ve (3) davranışsal ya da performansa dayalı (Reid ve Nygren, 1988). Öznel zihinsel iş yükünde, bireyin bilişsel olarak kendini fazladan çaba göstermeye iten faaliyetleri yer alırken, psikolojik zihinsel iş yükünde bir takım ruhsal çatışmalardan kaynaklanan zihinsel çaba faaliyetlerinin fazlalığı söz konusudur.

Örneğin, bir iş gören aile hayatında yaşadığı bazı olumsuzluklardan dolayı işine kendine yoğunlaştıramayıp, iş görevlerini zihinsel açıdan fazlasıyla talepkâr olarak algıladığında bu durumun gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Davranışsal ya da performansa dayalı zihinsel iş yükünde ise bireyin aktif olarak yerine getirdiği iş faaliyetlerinde planlama yapma, belleğine alma, bir problemi analiz etme gibi zihinsel olarak girdiği çaba faaliyetlerinin fazlalığı söz konusudur. Bunun yanı sıra, zihinsel iş yükü, hedeflerle başa çıkabilme, stratejiler belirleyebilme, karmaşık görevlere uyum sağlayabilme, dikkat ve performansı koruyabilme gibi pek çok faktör tarafından etkilenir (Cain, 2007).

Zihinsel iş yükünün performansa, fiziksel ve psikolojik iyi oluşa negatif etkileri bulunmaktadır. Bunlardan ilki *kronik aşırı yük*tür. Bu yükler mide-bağırsak kanallarından kaynaklı ülser, hipertansiyon ve kalp sorunları gibi psikomatik hastalıklara² sebebiyet verebilir. İkincisi ise zihinsel iş yüküne maruz kaldıktan birkaç yıl sonra iş görenlerin “*işin altından kalkılmadığına*” dair gelen ve işin sonuçlarının değiştiğine dair şikâyetleridir. Bu şikâyetlerin ana sebebi duygusal olarak katlanılmaz hale gelen yüklerdir (Meshkati ve Loewenthal, 1988). Aşırı seviyede maruz kalınan zihinsel iş yükü, zorlanan kapasite nedeniyle zihinde bilgi işleme süreçlerinin gecikmesine ve gelen bilginin cevaplanamamasına sebep olabilir. Buna karşın, düşük seviyede gerçekleşen zihinsel iş yükü ise kişide sıkılmaya yol açarak hatalar yapmasına sebebiyet verebilir (Ryu ve Myung, 2005).

Psikolojik olarak yapılan zihinsel iş yükü ölçümleri üç kategoride ifade edilmektedir (Ryu ve Myung, 2005). Bunlardan ilki beyinle ilişkili ölçümlerdir. Bu ölçümlerde, beynin ne kadar yoğun çalıştığı manyetik rezonans görüntüleme (MRI), beyin akımyazımı (EEG) ve olaya ilişkin potansiyeller (event-related potentials) gibi tekniklerle zihinsel iş yükü anlaşılmasına çalışılmaktadır. Alanyazında bazı çalışmalar EEG’den elde edilen alfa ritimlerinin zihinsel iş yükü ile ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. İkincisi gözle ilişkili ölçümlerdir. Bireylerin bilgilerin yaklaşık %80’inini görsel kanallardan elde ettiğine yönelik çalışmalarla beraber göz kırpma aralığının zihinsel iş yükü ile ilişkili olduğunu belirten alanyazın çalışmaları da mevcuttur ve ölçümlerde kullanılmaktadır. Üçüncü olarak ise kalple ilişkili ölçümlerden bahsedilmektedir. Kalp atım hızında ortaya çıkan artışın zihinsel iş yükü ile ilişki içerisinde olduğu belirtilmektedir (Ryu ve Myung, 2005).

2 Psikomatik Hastalıklar: Altta yatan organik patoloji sebebi olmamasına rağmen psikolojik sebeplere bağlı olarak ortaya çıkan baş ağrısı, yorgunluk, sırt ağrısı, mide-bağırsak hastalıkları, baş dönmesi gibi klinik semptomlardır (Brill, Patel ve Macdonald, 2001).

Havacılıkta İş Yükü

Havacılıkta iş yükü ve yorgunluk yönetimi ile ilgili alanyazın incelemelerinde bu kavramların karmaşık bir sorun olmaya devam ettiği görülmektedir. Yorgunluk, uçuş ekibinin zihinsel ve fiziksel olarak etkilenmesi ve buna bağlı olarak görev performansında azalma ve uçuş güvenliğinin tehdi şeklinde birkaç değişken altında incelenmektedir. Tüm bu değişkenler psikoloji, nöroloji, tıp bilimleri, örgütsel davranış, insan kaynakları yönetimi gibi farklı disiplinlerde ele alınmaktadır (Karanikas, 2019). Ekip kaynak yönetiminin temel bileşenlerinden olan iş yükü ve yorgunluk yönetiminin, bu kavram altında ele alındığında belirtilen tüm bu disiplinlerin bulgularıyla desteklendiği görülmektedir.

Havacılık psikologları iş yükü araştırmalarının ilk süreçlerinde kokpitte tek koltuklu uçuş, yüksek performans, iniş ve kalkış gibi durumlara odaklanmışlardır. Araştırmacıların temel incelemeleri, pilot ve uçuş ekibinin bazı durumlar altında etkili cevap verip veremediklerine yönelik olmuştur. Havacılıkta iş yükü araştırmaları bu unsurların yanı sıra (1) modern uçaklardaki kokpit tasarım yeniliklerine, (2) performans dayalı iş yükü ilişkisine yönelik olarak da gerçekleşmiştir (Hancock, Williams ve Manning, 1995). Uygun olmayan iş yükü seviyesi havacılıkta önemli sonuçlara sebebiyet veren olası kazalara neden olabilir. Uçma görevi, diğer tüm karmaşık görevler gibi, pilotlardan belirli görev beklentilerini ve farklı seviyelerde çaba gerektiren yan görevler hiyerarşisini içerir (Hart ve Bortolussi, 1984). Bazı beklenmeyen olaylardaki pilot hatalarına ilişkin iş yükü ölçümlerinde simülasyon araştırmaları yetersiz kalabilmektedir. Gerçek uçuş durumlarında bazı beklenmeyen olaylar görevin doğasını değiştirerek amaçlanan iş yükü seviyesini farklı hale getirebilir (Hart ve Bortolussi, 1984). Ayrıca, uçuş esnasında eş zamanlı olarak kokpit ekibi pek çok görevi yönetmek zorunda kalmaktadır. Eş zamanlı görev yönetimi, ekibin hata yapmasında ve kazaların meydana gelmesinde en önemli sebeplerden biridir (Loukopoulos, Dismukes ve Barshi, 2003). Loukopoulos ve ark. (2003), eş zamanlı görevleri yerine getirmede uçuş ekibinin aldığı eğitimin az da olsa bu durumu yönetmede rehberlik edeceğini saptamışlardır.

Bu alanda yapılan alanyazın çalışmaları değerlendirildiğinde havacılıkta iş yükü ve yorgunluk yönetimi alanında yapılan araştırmaların ekip kaynak yönetimi kapsamında aşağıda belirtilen konulara odaklandığı görülmüştür:

- Uzun menzilli uçuşlar (12 saat ve üzeri) ve uzun menzilli olmayan uçuşlarındaki iş yükü,
- Gece ve gündüz uçuşlarındaki iş yükü,

- Uçuşun operasyonel yükünün fazla olduğu iniş-kalkış safhalarındaki iş yükü,
- Olumsuz veya beklenmedik hava olaylarında yaşanan iş yükü,
- Acil durumlarda yaşanan iş yükü,
- Yorgunluğun tüm bu belirtilen koşullara etkisi,
- Belirtilen koşulların yorgunluğun oluşumuna etkisi.

İş yükü kaynağı olarak pilotların hatalarına yönelik bir araştırma yapan Hart ve Bortolussi (1984), (1) pilotlar, sözlü olarak ifade edildiğinde zor fark edilen ancak önemli değişiklikler yaratabilecek olayların etkilerini tahmin edebilirler mi?, (2) pilotlar, uçuşla ilgili farklı görevlerde yaşadıkları stres, çaba ve iş yükünün etkilerini zihinlerinde güvenilir bir şekilde ayırt edilebilir mi?, (3) pilotlar, iş yükü, stres, çaba ve performans değişikliğinin olası kaynağı olarak hataları değerlendirebilir mi? gibi araştırma soruları oluşturmuşlardır. Araştırma neticesinde, deneyimli pilotların yaptıkları hataların iş yükü ve strese yol açan önemli kaynaklardan biri olduğu; pilot hatalarının iş yüküne olası bir kaynak olarak dâhil edilebileceğini ifade etmişlerdir (Hart ve Bortolussi, 1984).

Pilot hatasını azaltmaya yönelik bir takım federal ve siyasi düzenlemeler çevresel karmaşıklıkları ve pilot iş yükünü arttırmaktadır. Uçuş ekipleri için iş yükünü arttıran unsurların başında hava koşulları, görüş netliğinin azalması, hava trafik yoğunluğu ve iletişim gerekliliği gibi sebepler gelmektedir (Kantowitz ve Casper, 2017). Fiziksel iş yükü ve yorgunluk sonuçlarına örnek olarak uzun saatler uçuş yapan ve gece görüş gözlüğü kullanan pilotlarda fiziksel iş yüküne bağlı olarak ortaya çıkan boyun ağrısı verilebilir. Fiziksel risk faktörlerine boyun duruşu, kol duruşu, uygunsuz duruş, oturma süresi, gövdede bükülme ya da burkulma, el-kol titreşimi, iş-yer dizaynının uygunsuz olması veya ağır fiziksel çalışma gerektiren durumlar dâhil edilebilir (Van den Oord, Sluiter ve Dresen, 2014).

Pilotlarda fiziksel yorgunluğa bağlı olarak ortaya çıkabilecek acil durumlara uzmanlar fiziksel iş yükünden ziyade zihinsel iş yükünün sebep olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca kaptan pilotların yardımcı pilotlara göre daha yüksek seviyede zihinsel iş yüküne maruz kaldıkları ifade edilmektedir (Hart ve Hauser, 1987).

Havacılıkta zihinsel iş yüküne bağlı kurala dayalı görevler; uçak sistemleri, hava koşulları, yakıt gereksinimleri, navigasyon gibi bazı sistemleri takip etmek gibi unsurlardan oluşmaktadır. Yüksek düzeyde çaba gerektiren zihinsel iş görevlerinde ise yüksek problem çözme seviyesi ve bilgiye dayalı performans gibi unsurlar yer alır (Morris ve Leung, 2006). Zihinsel iş yükü algısı bağlamında performans başarısızlığı ve iş taleplerinin etkilerini

bilgisayar tabanlı uçuş simülasyonlarında inceleyen Hancock (1989), ölçüm boyutları olarak *zihinsel talep*, *fiziksel talep*, *geçici talep*, *performans*, *çaba* ve *gerginlik seviyesi* faktörlerini kullandığı çalışmada; algılanan yüksek iş yükünde başarısızlığın arttığını ve cinsiyet bağlamında kadın katılımcıların erkeklere göre daha zayıf performans sergileyip iş yükünü daha yüksek algıladıklarını saptamıştır (Hancock, 1989).

Kokpit içerisinde görev zorluğu ve zihinsel iş yükü pek çok aksaklıktan etkilenir. Bu durumun uçuş ekibi performansını olumsuz etkilediği varsayılmaktadır (Morris ve Leung, 2006). Sivil havacılık eğitim programlarında, zihinsel iş yükünün ölçümü, uçuş görevi esnasındaki zihinsel taleplere yönelik belirli unsurların araştırılmasında fayda sağlamaktadır. Çoklu Ekip Pilot Lisansı (Multi-Crew Pilot Lisence³ [MPL]) gibi bazı uluslararası düzenleme programlarında da zihinsel süreç işleyişi, eğitim programlarında önemli bileşenler arasında yer alır (Dahlstrom ve Nahlinder, 2009).

Uluslararası alanda iş yükünün standart olarak düzenlenmesine ilişkin sivil havacılık otoriteleri küresel çaplı kurallar koymakla birlikte, bu kurallar ancak azami sınırları belirlemiştir. Bazı hava yolu şirketleri belirtilen azami sınırların altında uçuş planları yaparak iş yükünü daha da azaltmaya ve iş yükünün oluşturacağı risklerini mümkün olabilecek en az seviyeye indirmeyi amaçlamıştır.

Uçuş Ekiplerinde İş Yükü Yönetimi

Uçuş ekiplerinin ekip bağlamında maruz kaldıkları iş yükü iki ayrı başlık altında açıklanarak ele alınmıştır.

Pilotlarda İş Yükü Yönetimi

Pilotlar uçuş görevi esnasında iletişim kurmak, yön kontrolünü sağlamak ve ekranlarındaki verileri izleme süreçlerinden sorumludurlar. Pilotlar eş zamanlı olarak art arda sıralı görevleri tam olarak yerine getirmelidirler. Havacılıkta emniyet ve iş yükü önemli bir ilişki içerisinde (Stein ve Rosenberg, 1983). İş yüküne yönelik ilk çalışmalarda, pilotların iş yükünün saptanmasına yönelik Bedford tarafından geliştirilen teknikte elektrokardiyografik⁴ sinyaller yoluyla kalp hızı oranlarının ortalama değerleri uçuş manevraları, görevler ve yan görevler bağlamında hesaplanmıştır (Roscoe, 1984). Pilotlar üzerindeki iş yükü ölçümlerine dayalı bir diğer çalışmalar solunum hızı oranları (respiratory rate) ve iş yükü ilişkisinin araştırıldığı

3 Multi-Crew Pilot Lisence (MPL): MPL eğitimi, ticari hava uçuşlarında görev performansının etkin şekilde gerçekleşebilmesi için ikinci pilotlara ayrıcalıklı yetkinlikler kazandırmak için oluşturulan lisans programıdır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2006).

4 Elektrokardiyograf: Kalp atış yazarı.

incelemelerle (Benson, Huddleston ve Rolfe, 1965; Corkindale, Cumming ve Hammerton-Fraser, 1969; Eichler, 1975; Haward, 1967) ortaya çıkmıştır. Fiziksel aktivite oranının yükselmesi solunum hızını da arttırmakta ve yoğun mental çaba stresin de birleşmesiyle hiperventilasyon⁵ gibi durumları meydana getirmektedir. Bir uçuş görevlisinin solunum hızlarını kaydetmek için oksijen maskesi veya mikrofon ucuna yerleştirilen sığağa duyarlı dönüştürücüler kullanılmaktadır. Yüksek performanslı uçuşların saptanmasına yönelik oksijen hortumu bağlantılarına yerleştirilen ısıtılmış termokulplar da kullanılmıştır. Ayrıca solunum hızı oranları ile uçuş sırasında uçakta sıfır yerçekimi (zero-G) ve pilotların yangın durdurma uçuşlarındaki yorgunluk ve stres seviyeleri de belirlenmiştir (Roscoe, 1992). Pilotların iş yüklerinin, göz hareketlerinin belirli bir yere sapanması ve ani göz hareketleri ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Feng, Wanyan, Yang, Zhuang ve Wu, 2018).

Bilişsel bağlamda pilotların çalışma belleği ve iş yapma süreçlerinin ileri yaş, düşük seviyede çalışma belleği ve uzmanlığa bağlı olduğu saptanmıştır. Havacılık Emniyet Raporlama Sistemi'nden elde edilen bilgiler, 75 kazadan 74'ünün ileri yönelimli belleğe yönelik kusurlardan meydana geldiğini göstermektedir. Uçuş görevi bağlamında ileri yönelimli bellek hataları (1) bir görevi tam olarak hangi durumda başlatacağına yönelik safhasında ekran verilerini izleme hataları, (2) görev başlangıcında yetersiz ipuçlarına ulaşma, (3) hedeflenen veya yapılması gereken görevler yerine rutin ya da alışlagelmiş görevleri uygulama eğilimi, (4) görevi yerine getirme niyetinin zayıflığı olarak gösterilmektedir (Van Benthem, Herdman, Tolton ve LeFevre, 2015). Pilotlarda iş yükü göstergeleri Gartner ve Murhpy (1976) tarafından (1) davranışsal, (2) psiko-fizyolojik ve (3) duyuşsal olarak sıralanmıştır. İş yükünün davranışsal bağlamda; parmaklarda titreme, kritik titreşim kaynaşma frekans⁶, göz hareketleri ve fiksasyon⁷, konuşma esnasında tonlamalar gibi göstergeleri oluşabilmektedir. Psiko-fizyolojik⁸ bağlamda; kalp atış oranı, beyindeki elektrikselle aktivite, kas hareketleri ve tansiyon, kan basıncı, deri direnci, ürolojik (idrar atımı gibi) göstergeler, oksijen alımı ve hareket seviyesi gibi göstergeler ele alınabilir. Duyuşsal bağlamda ise işi yapan kişinin algıladığı çaba, iş yoğunluğu tercihi ve işin zorluğu ve yoğunluğuna dair tahminleri yer alabilir (Gartner ve Murphy, 1976).

5 Hiperventilasyon: Solunum sayısı ve derinliğinde artış olması (Havacılık Tıbbi Derneği, 2012).

6 Kritik Titreşim Kaynaşma Frekansı: Görsel sistemin sabit bir ışık algılayıncaya kadar titreşen ışığın sıklığını yükseltmesidir.

7 Fiksasyon: Pilotun bazı durumlarda o an için gerekli olan göstergelere değil; en yeni, en ışıklı, en büyük gibi dikkat çeken mekanizmalara dikkatini vererek bilişsel olarak hataya uğramasıdır (Havacılık Tıbbi Derneği, 2012).

8 Psiko-fizyoloji: İnsan beyni ile bedeni arasındaki ilişkinin incelendiği bilim dalıdır.

Pilotlar Dışında Kalan Ekiplerin İş Yükü Yönetimi

Teknolojik gelişmelerle beraber, yolcu uçaklarında kapasite, mesafeler ve aktarma olmaksızın gerçekleşen uzun uçuş seferleri artmıştır. Bu artışlar, kabin memurlarının sorumluluklarını da arttırmıştır. Ortalama olarak bakıldığında, bir kabin memuru uçuştan iki saat önce gelmekte, uçuş öncesi görevlerini yerine getirmekte, uçuş esnasındaki işlerine devam ederek uçuş sonrası görevlerinin tamamlanmasıyla süreci bitirmektedir. Uçuş sonrası yapılan görevler, bir sonraki uçuşa hazırlık mahiyetinde olmaktadır. Kabin ekipleri için bu iş yükleri şu şekilde detaylandırılmaktadır (Avers, King, Nesthus, Thomas ve Banks, 2009):

- Uçuş Öncesi Görevler: E-postaları kontrol ve uçuş öncesi brifinge katılım, acil durum ekipmanlarını kontrol, mutfak stoklarını yönetme, yolcu ulaşım ve oturuş durumunu izleme, bagaj yüklerine yardım etme ve uçuşla ilgili formları doldurma.
- Rutin Uçuş Görevleri: Yolcuların emniyet ve rahatlığını sağlama, yiyecek ve içecek servisini hazırlayarak servis etme, yastık, battaniye ve dergi dağıtma, sesli ve videolu ekipmanları çalıştırma, tepsi, bardak ve gazeteleri toplama, yolcuların sorularına cevap verme ve iletişimde bulunma.
- Rutin Olmayan Uçuş Görevleri: Acil duruma bağlı olarak, gerekli ekipman ve acil durumları yönetme, hasta veya sorunlu yolcularla ilgilenme, ilk yardım ve tıbbi ekipmanı yönetme ve dağıtma.
- Uçuş Sonrası Görevler: Kapıyı açma, yolcuların tahliyesini sağlama, kabini kontrol etme ve düzene koyma, diğer kabin memurlarına raporlamada bulunma ve e-mail yoluyla raporlamada bulunma.

Kabin ekiplerinin fiziksel görevleri ve yürüyüş aktivitelerinin yanı sıra türbülans⁹, yolcu talepleri ve medikal işlemler gibi iş yükleri bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 6000-8000 feet yukarıda basınçlı kabin içerisinde çalışan kabin memurları yoğun fiziksel aktiviteye maruz kalır. Herhangi bir acil durumda, kabin ekibi aciliyeti yönetmek ve gerekli olması halinde yolcuların tahliyesini sağlamak zorundadır (van den Berg, Signal ve Gander, 2019a). Kabin memurlarının fiziksel iş yüklerini ölçmeye yönelik yapılan araştırmada, kabin koridorunda tepsili arabayı (el arabası) çekme ve itme uygulamaları özellikle kadın memurlarda istenmeyen duruş bozukluklarına olmaktadır (Glitsch ve arkadaşları, 2007).

9 Türbülans: Uçuş esnasında uçağın irtifa, performans ve uçuş güvenliğini etkileyen düzensiz hava akımlarıdır (Boarding Info, 2017).

Hava trafik kontrolörleri (ATC), uçakların çarpışmasını önleme, uçakların yerdeki manevralarını kontrol ederek çarpışmayı önleme, hava trafiğinde akışı sağlama, emniyetli uçuşlar için tavsiye ve bilgilendirmelerde bulunma, uçakların arama ve kurtarma yardımına ihtiyaç duydukları zaman durumu ilgililere bildirme gibi iş yüklerine sahiptirler (Gander ve arkadaşları, 2011). Görev ve hava trafik kontrolörü (ATC) arasındaki etkileşim pek çok farklı görev-kontrol birleşiminden oluşur. Zaman baskısı, gürültü ve stres gibi unsurlar sergilenen performansın insani maliyetleri olarak görülmektedir. Hava trafik kontrolünde (ATC) göreve uygunluk, yetenek, deneyim, işletim davranışı ve kişilik özellikleri iş yükünü belirleyici faktörlerdendir (Hilburn, 2004). Uçağın kontrolü esnasında ATC'nin uçak planlarını, yolları, çatışmaları ve gösterim kontrollerini analiz etme gibi iletişim sağlama görevleri ve iletişim sonrası dataları gözden geçirme ve şerit işaretlerini kontrol etme görevleri vardır (Porterfield, 1997). Hava trafik kontrolünde (ATC) iş yükü, ekranı izleyerek birkaç uçağa yön vermek ve kayıp ve çarpışma gibi olası kazalardan sorumlu olmak gibi görevlerden de oluşmaktadır. Radar göstergesi olarak kullanılan ve *Trafik Bilgisinin Kokpit Ekranı (CTDI)* olarak adlandırılan sistemler pilotlara kokpit içerisinde gökyüzündeki pozisyonlarını tespit etmede bilgi sağlar. Bu sistemler ATC'nin iş yükünü azaltan mekanizmalar olarak görülmektedir (Kantowitz ve Casper, 2017).

ATC'nin görev yükü içerisinde yer alan bazı faktörler şu şekilde sıralanabilir (Hilburn, 2004):

- Çözülmesi gereken hava trafik sorunlarının sayısı,
- Uçakların ortalama hızı,
- Kalkan ortalama uçak sayısı,
- Farklı uçak tiplerine yönelik bilgiler,
- Uçak yönlendirmelerinde değişme derecesini belirleme,
- Hava durumu gözlemi,
- Uçakların fiziksel yakınlığı.

Havacılıkta durum farkındalığı ve iş yüküne yönelik etkileşimi *Mevcut Durum Değerlendirme Yöntemi (SPAM)* ile örneklendiren Durso ve Alexander (2010), hava trafik kontrolörlerinin öncelikli görevlerinin arasında trafiği yönetmek ve düzenlemek gibi faaliyetleri olduğundan mevcut konumu belirlemek ve durum farkındalığını sağlamak adına bu yöntemin (SPAM) kullanılmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir (Durso ve Alexander, 2010).

Yorgunluk Yönetimi

Yorgunluk, performansın bozulması ve hareketten kaçınmaya yönelik öznel olarak algılanan fiziksel ve zihinsel halsizlik semptomu olarak tanımlanmaktadır (Sharpe ve Wilks, 2002). Bir başka tanımda yorgunluk, Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) (2016) tarafından *uyku kaybı, uzun süre uyanık kalma, biyolojik saat döngüsünde aksaklık ve iş yükü gibi nedenlerle mental ve fiziksel yeteneklerde azalma ve bu durumların da operasyonel görevlerinde kişinin emniyete dair dikkatinin zarar görmesi* olarak ifade edilmektedir. Yorgunluk, taşımacılık, sağlık ve enerji sektöründe en önemli emniyet unsurları arasında yer almaktadır. Geniş görev tanımları, vardiyalı çalışma, gece uçuşları ve uzun menzilli uçuşlar yorgunluğu, emniyet performansını, dikkati ve iyi oluşu etkilemektedir. Özellikle sirkadiyen ritim¹⁰ veya biyolojik saat olarak ifade edilen tekrarlayan vücut ritmimiz uyku düzenine etki ederek bilişsel ve psikomotor becerilerini etkileyebilmektedir (Avers ve ark., 2009). Yorgunluk, fiziksel ve zihinsel olarak meydana gelebildiği gibi en önemli etkileri arasında; görev motivasyonunun azalması, dikkat eksikliği, konsantrasyonun bozulması, bellek problemleri ve bilgi işleme süreçlerinde sorunların yaşanması bulunmaktadır. ABD’de yorgun iş görenlerin yılda 18 milyar dolardan fazla maliyete sebep oldukları tahmin edilmektedir (Sadeghniaat-Haghighi ve Yazdi, 2015). Yorgunluğun sebepleri şu şekilde sıralanmaktadır (Sadeghniaat-Haghighi ve Yazdi, 2015):

- Fiziksel Yük: Kuvvetli güç sarf edimi, biçimsiz duruş bozukluğu, sabit yük, tekrarlı hareket.
- Zihinsel Yük: Düzensiz çalışma saatleri, görev taleplerinin çokluğu, iş stresi, çalışma arkadaşlarıyla olan çatışmalı ilişkiler, karar vermede özerklik.
- Çevresel Yük: Uygun olmayan düzeyde ısı, gürültü, ışık seviyesi, titreşim, nem.

Yorgunluğa dair ön plana çıkan kavramlardan biri yorgunluk risk yönetimidir. Yorgunluk risk yönetimi, dikkat ve performansı olumsuz yönde etkileyecek yorgunluğun etkilerini azaltmak için iş çevresinde yapılan planlama ve kontroldür (Gander ve arkadaşları, 2011). Yorgunluk Risk Yönetim Sistemleri (Fatigue Risk Management System [FRM]), ICAO tarafından *bilimsel ilkelere, bilgiye ve operasyonel deneyime bağlı olarak kişisel dikkat seviyesinin yeterli düzeyde olması için yorgunlukla ilişkili emniyet risklerinin sürekli izlenmesi ve yönetilmesi* olarak tanımlanmıştır “(International Civil Aviation Organization [ICAO], 2011). Yorgunluk Risk Yönetim Sistemleri, yorgunluğun neden olabileceği riskleri

10 Sirkadiyen Ritim: Biyolojik saat anlamına gelmekte ve sirkadiyen ritme bağlı oluşan bozukluklar uyku problemlerine sebep olmaktadır (Tuncel, 2018).

izlemek ve yönetmek için oluşturulan bir savunma sistemidir. Bu model ilk defa Dawson ve McCulloch tarafından tanımlanarak; olası yorgunluk kazalarında dört seviyeden oluşan savunma katmanlarını şu şekilde içermektedir (Sadeghniaat-Haghighi ve Yazdi, 2015):

- **Seviye 1 – Yeterli uyku fırsatının sağlanması:** Bu seviyede sorulması gereken soru “*spesifik çalışma saati düzenlemesinde iş görene ne kadar uyku fırsatı tanınıyor?*” olarak yer alır. İşletmeler iş görenlerine yeterli seviyede uyku alacak zamanı bırakacak şekilde planlama yapmalıdır.

- **Seviye 2 – Göreve uygunluk sağlayacak yeterlilikte uyku süresinin sağlanması:** Bu seviyede iş görenler kendilerine “*iş emniyeti için son zamanlarda yeterince uyudumu?*” sorusunu sormalıdırlar. Bazı durumlarda iş görene (aile faaliyetlerine zaman ayırma gibi) yeterli dinlenme süresi tanınsa da iş gören iş emniyetini sağlayacak düzeyde uyku uyumamış olabilir. Bu sebeple son 48 saat içindeki minimum ve maksimum uyku süresi kontrol edilmelidir.

- **Seviye 3 – Yorgunluğun davranışsal semptomlarının saptanması:** İlk iki seviye oldukça iyi şekilde sağlansa da, performans ve riskle ilişkili başka durumlar oluşabilir. Bunlar arasında; bireye göre değişen uyku gerekliliği, uyku bozuklukları, idiyomatik (hastalığın nasıl geliştiği bilinmeyen) sebepler yer almaktadır. Bu seviye, bu gibi nedenlerin bireyler ve örgüt tarafından yorgunlukla ilişkili semptomların kontrolüne olanak tanır.

- **Seviye 4 ve 5 – Yorgunlukla ilişkili hata ve kazaların kontrol ve değerlendirilmesi:** Bu seviye, önceki seviyelerin etkinliğini gözlemler ve önceki adımların yorgunlukla ilişkili hata ve kazaları önleyip önlemediğinin sağlamasını yapar. Alanyazında bazı kaynaklarda seviye 4’ün performans testi, alan gözlemi ve hataların belgelenmesine yönelik faktörler içerdiğine değinilse de, seviye 5’te olası yorgunluğun nedensel ve katkı sağlayıcı faktörlerine de ayrıca değinilmelidir (Sadeghniaat-Haghighi ve Yazdi, 2015).

Yorgunluk Risk Yönetimi, içerik itibarıyla şu faktörlerden oluşmaktadır; (1) yorgunluk yönetim politikası, (2) yorgunluğa dayalı kazalarda bilgi toplamak ve riskin azaltılması, (3) iş görenler için yorgunluk raporlama sistemi, (4) yorgunluk kaza soruşturmaları, (5) iş görenler için yorgunluk yönetimi eğitiminin sağlanarak yönetilmesi, (6) uyku bozuklukları yönetimi ve (7) yorgunluk risk yönetimine yönelik iç ve dış denetimlerin gerçekleşmesidir (Lerman ve ark., 2012).

Birleşik Krallık Sivil Havacılık Otoritesi tarafından 1991’de hava trafik kontrolörlerinin (ATC) çalışma saatleri emniyeti gözetecek şekilde düzenlenmiştir (Gander ve arkadaşları,

2011). Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı (EASA) tarafından 2009'da Yorgunluk Risk Yönetim Sistemleri düzenlemelerine tüm ticari havacılık şirketlerinin sahip olması gerekliliği ortaya konmuştur. Amerika Ulusal Ulaşım Emniyet Kurulu (NTSB), taşımacılığa dayalı kazalarda uzun süreli yorgunluğu ana sebep olarak dikkate almıştır. NTSB, Amerika Federal Havacılık İdaresine (Federal Aviation Administration [FAA]) şirketlere rehberlik etmesi için bilimsel olarak Yorgunluk Risk Yönetimi Sistemlerinin kurulmasını ve bu sistemlerin etkin şekilde çalışabilmesine yönelik yöntemlerin oluşturulmasını önermiştir. Bununla beraber, Havacılık Emniyet ve Federal Havacılık İdaresi, hava yolu şirketlerinin 31 Ekim 2010'a kadar yorgunluk risk yönetim sistemi geliştirmesini zorunlu kılmıştır (Lerman ve ark., 2012). Ticari havacılıkta, yeterince dinlenme pilot yorgunluğunun uçuşu ve görev zamanını kısıtlaması nedeniyle temel öncelikler arasında yer almaktadır. Havacılıkta yorgunluğa dayalı çalışmalar tüm uçuş ekibi üzerinde gerçekleşmektedir. Yorgunluk yönetiminin etkili bir şekilde gerçekleşmesi için önerilen yollardan bazıları şunlardır (Sadeghniaat-Haghighi ve Yazdi, 2015):

- Uyku eksikliğini azaltma; yetişkin bir birey için dikkat seviyesinin artırılmasında günde yaklaşık sekiz saat uyuması gerektiği yaygın görüşlerdendir. Özellikle vardiyalı çalışma zamanlarından önce yeteri kadar dinlenmiş olmak oldukça önemlidir.
- Gece vardiyalarında kısa uykuların gerçekleştirilmesi; pek çok araştırma gece vardiyalı görevlerde kısa uykuların uyumasının bireyin ruh hali ve performansını olumlu anlamda değiştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, 30 dakikalık kısa uykunun, uykusuzluğu azalttığı ve kişisel dikkati arttırdığı belirlenmiştir.
- İyi uyku alışkanlığının edinilmesi; uyku ihtiyacını karşılamak için uyuması gerektiğinin bilincinde olmak, uyku öncesi rahatlığı sağlayacak aktivitelerde bulunmak gece uykusunu etkilememesi için gün içindeki uykulardan kaçınmak, kişinin kendi yatağında uyuması, uyku öncesi kafein, alkol ve sigara kullanımından kaçınmak, yatak odasının sessiz ve karanlık halde uyku için hazır hale getirilmesi gibi yollar önerilmektedir.
- Sirkadiyen adaptasyon (biyolojik saat); biyolojik saatin düzensizleşmesi performansı ve dikkati azaltarak performansı olumsuz hale getirir. Uygun saatlerde parlak ışıklara maruz kalmak melatonin¹¹ seviyesinin doğru yönetilmesini sağlayarak gece çalışmalarında biyolojik saatin adaptasyonunu arttıracaktır.

11 Melatonin: Özellikle gece saatlerinde salgılanan ve uyku-uyanıklık döngüsünü sağlayan hormondur (Havacılık Tıbbı Derneği, 2012).

- Uyarıcılar kullanma; farmakolojik olmayan uyarıcılar kullanma dikkat seviyesini arttırmaktadır. Bunların arasında kafein, modafinil (uyku düzenleyici hap), amfetaminler vardır.

Uçuş Ekiplerinde Yorgunluk Yönetimi

Uçuş ekipleri üzerinde yorgunluğa dayalı yapılan çalışmalarda, yorgunluğun uykuya olumsuz etkilerinin olduğu ve bu rahatsızlığın içerisinde gece ve gündüz uçuşlarının adaptasyonu zorlaştırdığı, yerel zaman farklılıklarından kaynaklanan adaptasyon zorlukları ve uçuş ekipleri içerisinde kronik stres tepkilerinin uyku zorluğu yaratabileceği gibi durumlara değinilmiştir (Gartner ve Murphy, 1976). Pilotların yorgunluk göstergeleri Gartner ve Murphy (1976) tarafından iş yükü göstergelerinde olduğu gibi *davranışsal*, *psiko-fizyolojik* ve *duyuşsal* olarak sıralanmıştır. Davranışsal olarak; algısal değişiklikler, psiko-motor performansta yavaşlama, göz kırpmaya oranı, kritik titreşim kaynaşma frekansı, yazı yazma ve dinleme becerisinde azalma, parmak hareketleri hızında azalma, cinsellikte azalma, uykusuzluk gibi göstergeler ortaya çıkabilir. Psiko-fizyolojik bağlamda; boşaltım sistemi ve üriner sistemde bozukluklar, kan dolaşım sisteminde bozukluklar, kandaki laktik asit seviyesi, rektal ısı değerleri, kas sisteminde bozulmalar, nöromasküler sistemde uyarılma, görme işlevinin bozulması gibi göstergeler oluşabilir. Son olarak duyuşsal bağlamda ise öznel yorgunluk hissi oranı belirleme, sinirlilik, depresyon gibi belirtiler, zayıflık hissi, göz yorgunluğu şikâyeti, yorgunluğu ifade etmede doğrudan kişisel tahminler gibi göstergeler olduğu ifade edilmiştir (Gartner ve Murphy, 1976). Uyku eksikliği, sadece çalışma saatlerindeki düzensizliklerden değil aynı zamanda jet lag¹² gibi sirkadiyen ritim bozukluklarından da kaynaklanmaktadır (van den Berg, Signal ve Gander, 2019b).

Kabin ekiplerinin yorgunluğunun temel faktörleri arasında iş yükü yer almaktadır (van den Berg ve ark., 2019a). Kabin ekipleri üzerinde 3-4 haftalık süreyi kapsayan bir araştırmada; kabin memurlarının boş günlerinde ortalama 6.3 saat, çalıştıkları günlerde ortalama 5.7 saat ve uluslararası uçuşlarda ortalama 4.9 saat uyudukları belirlenmiştir (van den Berg ve ark., 2019b). Kabin ekiplerinin yorgunluk sebeplerini saptamaya yönelik van den Berg ve ark. (2019b) tarafından yapılan araştırmada temel faktörler; yetersiz dinlenme, yüksek iş gücü, iş çevresi, yetersiz şirket desteği ve yetersiz yorgunluk yönetimi eğitimi olarak saptanmıştır. Havacılık sektöründe yorgunluk kavramı zayıf karar verme, yavaş tepki gösterimi, dikkatin azalması, zayıf iletişim, duyarsızlık ve uyuşukluk gibi faktörlerle ilişkilendirilse de, yorgunluk, uykusuzluk ve bıkkınlıktan daha fazlasını ifade etmektedir. Fizyolojik, psikolojik

12 Jet lag: Uzun menzilli ve kıtalararası yolculukta coğrafi saat uyumsuzluklarından kaynaklanan sirkadiyen ritim bozukluklarıdır (Havacılık Tıbbi Derneği, 2012).

ve duygusal etkilerle beraber emniyete dayalı performans görevleri acil bir durum anında olumsuz etkilenebilmektedir (Avers, King, Nesthus, Thomas ve Banks, 2009). Havacılık Emniyet Raporlama Sistemi (Aviation Safety Reporting System- ASRS, 2008) tarafından yayınlanan raporda, bir kabin memuru tarafından yorgunluk şu sözlerle ifade edilmiştir; “*Hiç yemek yiyemedik. Uçuş boyunca dördümüz de yorgun ve sersemlemiş hissediyorduk. Uyumak için jump seat 13’e oturduğumda gözlerim yanıyordu ve oldukça aç hissediyordum. Eğer acil bir durum olsaydı ve çağrılıysaydım, müdahale edemezdim. Uçuştan önce de dinlenememiş olmamız ve içinde olduğum durum beni emniyetsiz hissettiriyordu.*”

Uluslararası bağlamda artan trafik yoğunlukları Hava Trafik Kontrolörleri (ATC) üzerinde de baskı yaratabilmektedir. Özellikle, gece uçuşları trafik üzerinde ayrı bir dikkat gerektirmektedir. ATC’lerin dönüşümlü nöbet ve çalışma çizelgelerinde iki öğlen, iki sabah, bir gece vardiyası vardır ve kalan günlerde çalışmazlar. Bu vardiya düzeni avantajlı algılansa da uzun vadede uyku kayıplarına neden olmaktadır. Sabah vardiyasına başlayan bir ATC için gece vardiyası nöbetine geçmeden önce uyumak için üç saati kalmaktadır (Gander ve arkadaşları, 2011). 1990’da ATC’lerin yorgunluklarına yönelik yapılan kaza kaza araştırmasında, gerçekleşen havacılık kazalarının %13’ünün; 1999’da ise Amerika tarafından havacılık kazalarının %2.7’sinin ATC yorgunluğu ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Özellikle art arda gerçekleşen gece mesailerinde uyku eksikliği önemli bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Kanada’da ATC’lerin sağlık şikâyetleri üzerinde yapılan bir çalışmada (Heslegrave ve Rhodes, 1997), temel sebepler arasında uyku ve yorgunlukla ilişkili faktörler oldukça ön plana çıkmıştır. Ayrıca yorgunluğu arttıran bir diğer unsur görev süresi ve iş yüküdür. ATC’ler, iş yükünün yüksek olduğu durumlarda iki saat süreli çalıştıktan sonra yorgun hissetmektedir. En az 12 saattir uyanık olan kişilerde ve yüksek iş yüküne maruz kalanlarda yorgunluk oranları giderek yükselmektedir (Gander ve arkadaşları, 2011). Tüm görevleri ile ilişkili olarak ATC’ler zihinsel yorgunluğa da maruz kalmaktadır. Bu yorgunluk, görevin tamamlanmasına yönelik performansı olumsuz etkilemektedir (Dasari, Crowe, Ling, Zhu ve Ding, 2010). 2016’da, Sivil Hava Navigasyon Hizmetleri Örgütü (CANSO), Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) ve Uluslararası Hava Trafik Kontrolü Birliği Federasyonu (IFATCA), ATC’lerde yorgunluk konularına dikkat çekmek ve önerileri çoğaltmak adına Hava Trafik Hizmetlerinde Yorgunluk Yönetimi Rehberi’ni yayınlamışlardır (Chang, Yang ve Hsu, 2019).

13 Jump Seat (Havacılık): Uçağın dolu olduğu uçuşlarda mürettebat için bulundurulanan fazladan katlanabilir koltuk (Airport Haber, 2010).

Pilotlarda İş Yükü ve Yorgunluk Yönetimi İlişkisi

Pilotların yorgunluğu modern havacılık faaliyetlerinde oldukça önemli bir unsurdur. Belirsiz çalışma saatleri, uzun görev süreleri, biyolojik saat bozuklukları ve yetersiz uyku düzeni gibi faktörler hem sivil hem de askeri havacılıkta sürece büyük ölçüde etki etmektedir. On iki ve üzeri saatlerde uçuş görevini gerçekleştiren pilotlar ses, türbülans, ısı, ışık ve benzer faktörlerden ötürü uyku rahatlığı yaşayamazlar. Aynı kıtada uçan (kısa mesafeli) pilotlar, genellikle uyku eksikliği çektiklerinde ve yüksek iş yüküne maruz kaldıklarında yorgunluklarını sebep olarak göstermektedirler (Caldwell, 2005).

Pilotlarda İş Yüküne Dayalı Yorgunluk Nedenleri

Pilotlara uzun ve kısa mesafeli uçuşlarında yorgunluk yaratan sebepler arasında gece uçuşları, jet lag, erken uyanmalar, zaman baskısı, çoklu uçuş bacakları ve yeterli dinlenme sağlanamadan art arda gerçekleşen görev yükleri vardır. Yapılan bir araştırmada (Caldwell ve Gilreath, 2001), helikopter pilotlarının %62'si yetersiz planlamalardan dolayı gerçekleşen eksik uykudan (günde altı saatten az) şikâyet etmişlerdir. Yorgunluğa dayalı sebepler Caldwell (2005) tarafından şu faktörlerle açıklanmıştır:

1. Sirkadiyen sistem olarak adlandırılan biyolojik saate yönelik olarak; gündüz uçuşlarına nazaran gece gerçekleşen uçuşlarda küçük uyku ataklarının daha yoğun olduğu saptanmıştır. Ayrıca pilotlarda, üst üste gelen uçuş görevleri de dikkat eksikliği uçuş kontrolünün azalması gibi etkileri arttırmaktadır. NASA'nın Havacılık Emniyet Raporlama Sistemi verilerine göre yorgunluğa dayalı kazalar en fazla gece yarısı ve sabah 06.00 saatleri arasında gerçekleşmektedir (Lyman ve Orlady, 1981).

2. Uyku sınırlaması; özellikle vardiyalı sistemlerde çalışan bireyler için uyku ilk sırada gelen şikâyet unsurlarındandır. Uyuklama ve dikkat eksikliği uyku eksikliğinin belirgin göstergeleri arasında yer alır. Uzun mesafe uçuşlarında, sabit planlamalar ve zaman dilimi değişikliklerinden dolayı sıklıkla geç varış veya erken iniş durumlarıyla karşılaşmaktadır. Doğu yönünde gerçekleşen uçuşlarda batı yönüne nazaran sirkadiyen ritim senkronizasyonu %50 daha yavaş gerçekleştiği için bu yöne olan uçuşlarda daha fazla problem yaşanmaktadır. Doğu yönünde ritmin bu oranda olmasının sebebi, doğu yönünde saat dilimi değişiklikleri nedeniyle konaklama/aktarma sürelerinin daha az oluşundan ve bu durumun uçuş ekibinin normal biyolojik saate göre daha erken uyumasına ve sabah normalden daha erken kalkmasına neden olmasındandır. Bu da uyku eksikliğini beraberinde getirmektedir. Kısa mesafeli uçuşlarda ise görevle ilgili uyku problemleri yaşanmaktadır. Bölgesel kısa mesafeli uçuşlarda uyku periyodları daha kısa planlanmıştır ve erken uyanan uçuş ekibine zorluk yaşatmaktadır.

3. Uzun görev süreleri; görev süresinin çokluğu uyku eksikliğini ve biyolojik saati olumsuz etkileyen unsurlar yaratmaktadır. Bir uçuş görevi için 18-21 saat aralığında uyanık kalmak, kandaki alkol oranının %0.05-0.08 olmasına benzer bir etki yaratmakta ve performansta da değişiklik oluşturmaktadır. Sürekli olarak devam eden uzun uçuşlar yorgunluğa önemli seviyede etki eder.

Havacılıkta yorgunluğun sebepleri sıklıkla doğru tahmin edilememektedir. Ancak yine de genelde yorgunluğun en temel nedenleri arasında uykusuzluğun yer aldığı söylenebilir. Ayrıca, vardiyalı çalışma tipleri de uçuş ekipleri arasında oldukça yaygındır ve uzun süre uyanık kalmak yorgunluğa sebep olan temel faktörlerdendir. Bazı durumlarda, tüketilen alkol seviyesi konsantrasyonu azaltmakta ve beraberinde hayati risklere sebep olmaktadır (Mendonca, Keller ve Lu, 2019). Uçuş ekiplerinin yorgunluk sebepleri bir başka perspektiften şu şekilde sıralanmıştır (Mendonca ve ark., 2019):

- Yoğun iş yükü ve uzun çalışma günü,
- Kötü/beklenmeyen hava koşullarından dolayı uçuşun yeniden planlanması,
- Erken saatlerde gerçekleşen uçuşlar,
- Gece yapılan çalışmaların ardından uçuşa başlama,
- Gece uçuşlarından sonra gerçekleşen erken saat uçuşları,
- Aile konuları,
- Sosyal aktiviteler,
- Deneyimi olmayan öğrenci pilotlar tarafından karmaşık manevraların yapılması,
- Akademik ve sosyal faaliyetlerin olduğu uzun bir gün sonrası gece uçuşuna katılmak.

Yorgunluk sebeplerini genel haliyle uyku kalitesi, uyanık kalmaya engel niceliksel ve niteliksel unsurlar, biyolojik saatin performansına olan etkisi gibi sebeplerle açıklayan International Civil Aviation Organization (ICAO) (2021), iş yükü etkisinin de yorgunluk sebepleri arasında yer aldığını, kişisel seviyede yorgunluğu arttırdığını ve yüksek iş yükünün kişinin kapasitesini zorlayarak yorgunluğa yol açarken, düşük iş yükünün ise bazen psikolojik olarak uykuya sebebiyet verebileceğini belirtmiştir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2021).

Pilotlarda İş Yükü ve Yorgunluğun Etkileri

Pilotlarda iş yükü ve yorgunluk yönetimine dair istenmeyen etkiler şu şekilde sıralanmaktadır (Gartner ve Murphy, 1976):

- Motivasyon Eksikliği: Görevler ve ekipmanlara yönelik duyulan negatif düşünceler motivasyonu azaltmakta ve uçuş ekibinde moral bozuklukları oluşabilmektedir.
- Yetenek ve Yeterlikte Azalma: Göreve yönelik ustalık, dikkat, zamanlama ve koordinasyon becerilerinde bozulmalar olabilmektedir.
- Psikolojik Stres: Algılama, bilişsel ve psikomotor becerilerde düzensizlikler oluşabilmektedir.
- Performansta Azalma: Kararsız davranışlar, hatalar, gecikmeler ve atlamalar ciddi hatalara sebebiyet verebilmektedir.

Sıralanan bu faktörlerin yanı sıra baş ağrısı, dikkat eksikliği, brifingler sırasında uyuya kalma ve genel performansta bozulmalar gibi yorgunluk etkileri de belirlenmiştir (Belland ve Bissell, 1994). Mendonca, Keller, Levin ve Teo (2021) tarafından yorgunluğun etkileri üç boyutta kategorize edilmiştir; Bunların ilki (1) zihinsel etkilerdir. Bu etkilerin içerisinde dikkat eksikliği, unutkanlık, zayıf karar alma gibi unsurlar yer almaktadır. Bir diğeri (2) fiziksel etkilerdir. Bu etkilerde ise baş ağrısı, küçük uyku atakları ve enerji eksikliği vardır. Son olarak yazarlar, (3) duygusal etkilere değinmiştir. Bu etkilerde, asabiyet ve moral düşüklüğü gibi duygusal etkilerden bahsetmişlerdir. Bu etkilerin yanı sıra Wilson, Caldwell ve Russell (2007) ise iş yüküne bağlı yorgunluğun şu sonuçları doğurabileceğini ifade etmişlerdir;

- Hassasiyet ve hareket hızında bozulmalar,
- Düşük standartta gerçekleşen performans,
- Bütünleştirici bilgi kapasitesinde bozulma,
- Dikkatin sınırlanması.

Havacılıkta yorgunluğun performansa verdiği zararlar arasında karar almanın zayıflığı, tetikte olamama, hareketlerin zayıflaması ve diğer işlevlerin bozulması gibi temel faktörler vardır. Özellikle kazalara sebep olan bu sonuçlar, kontrol edilemeyen ve kasti olmayan uyku süreleri ve göz hareketlerinin işlevsizliği ile doğrudan ilişkili olmaktadır (Marcus ve Rosekind, 2017). İş yüküne bağlı olarak uzun saatler boyunca çalışmaya dayalı yorgunluk, pilotlar arasında depresyon ve anksiyete riskini de büyük oranda arttırmaktadır (Aljurf, Olaish ve BaHammam, 2017; O'Hagan, Issartel, Nevill ve Warrington, 2017; Ross, Griffiths, Dear, Emonson ve Lambeth, 2007; Wu ve arkadaşları, 2016).

İş yüküne bağlı oluşan yorgunluğun bir takım fiziksel sonuçları da ortaya çıkmaktadır. Bunlar bazı alanyazın araştırmaları ile şu şekilde açıklanmıştır (Bendak ve Rashid, 2020; Lee ve Kim, 2018; Sampigetyaha ve Poovendran, 2012)

- Kasların işlevsizleşmesi ve performansa olanak tanımaması,
- Uyku yoksunluğu¹⁴,
- Bireyin fiziksel uyumunu kaybetmesi,
- Enerji eksikliği,
- Merkezi sinir sisteminde bozulmalar,
- Kas sinir kavşağında iletim azalmaları,
- Duyusal algıda bozulmalar,
- Uyarılara cevap verebilmede azalmalar,
- Özellikle gece uçuşlarında vücut ısısının düşmesi,
- Kalp-damar bozuklukları gibi sonuçlar oluşabilmektedir.

İş Yükü ve Yorgunluğa Dayalı Gerçekleşen Havacılık Kazaları

Pilotların yorgunluklarından ötürü gerçekleşen havacılık kazalarının %4-7'sinin sivil havacılık kazalarında; %4'ünün askeri havacılıkta; 1974-1992 arası gerçekleşen kazalarda %25'inin taktik saldırı uçaklarında (tactical fighter) gerçekleştiği ifade edilmektedir. Sivil havacılıkta bir kazanın ortalama 500 milyon dolar maliyet yarattığı ve kişisel olarak ise maliyetin çok daha büyük olduğu gerçeği vardır (Caldwell, 2005). Alanyazında ön plana çıkan iş yükü ve yorgunluk temelli kazalardan bazıları şu şekildedir;

- 1977'de gerçekleşen ve alanyazında ön plana çıkan kazalardan biri olan Tenerife Faciasının sebepleri arasında iş yükü ve yorgunluk da yer almaktadır. Pan-Am ve KLM hava yolu şirketlerine bağlı uçakların çarpışmasından kaynaklanan kazada, bozuk hava koşullarının yaşanması ve telsizlerde yaşanan kesintiler nedeniyle hava trafik kontrolörü ile net iletişim sağlayamamış KLM uçağı mürettebatı havalanmak için izin istediği sırada aldığı cevabı yanlış anlayarak havalanmaya kalkmış ve Pan-Am uçağı ile çarpışmıştır. Toplamda 583 kişinin öldüğü bu kazada, KLM pilotunun yorgun olduğu ve uçağın gecikmesi yüzünden aceleci davrandığı; hava trafik kontrolörünün de hava muhalefeti nedeniyle aksayan seferlerden dolayı fazla iş yüküne sahip olduğu raporlanmıştır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2011).
- Continental Airlines Jet Link'in 1993'te gerçekleşen 2733 sayılı uçuşunda, kaptan dinlenme süresini verimli kullanamamış ve meydana gelen buzlanmada uçuş

14 Uyku Deprivasyonu: Uyanık kalma/uykuyu engelleme anlamına gelir (Tıplopedi, 2018).

sürecini doğru yönetememiştir. Yorgunluğun etkisi ve havada tutunamama (stall¹⁵) durumuna gelen uçakta doğru manevralar uygulanamamıştır. Uçağın kontrolünün kaybedilmesinin ardından uçak, Arkansas eyaletinde bulunan Pine Bluff'a düşmüştür (National Transportation Safety Board, 2000).

- Korean Air Flight 801 kazasında (1997), uzun çalışma saatleri nedeniyle oluşan yorgunluktan dolayı 229 kişi ölmüştür. Ulusal Ulaşım Güvenlik Kurulu (National Transportation Safety Board-NTSB) tarafından yayınlanan kaza raporunda, kaptan pilotun yorgunluğu ve uçuş ekibinin yeterli eğitim alamayışı kazanın temel sebepleri arasında gösterilmiştir. Havanın kötü gidişatı ve aletli iniş sistemindeki kafa karıştırıcı unsurlarla beraber zamanında ve doğru verilemeyen kararlarla havaalanına kısa bir mesafede, uçak bir tepeye çarpmıştır (National Transportation Safety Board, 2000).
- İş yükü ve yorgunluğun sebep olduğu American Airlines 1420 uçuşunda (1999), hava durumunun kötüleşmesi ile baş edilememiştir. Rüzgârın yön değiştirmesi ile uçuş ekibi piste inmeyi kararlaştırmış ve bu sürede fırtına daha da kötüleşmiştir. Kaptan yorgunluğu ve doğru karar verememesiyle uçuş ekibine pistte kaymayı önleyecek otomatik fren sistemleri hakkında bilgi vermeyi unutmuştur. Pistte kayarak kaza yapan uçakta 10 kişi ölmüştür. NTSB tarafından kazanın temel sebepleri (1) uçuş ekibinin yorgunluk ve durumsal stres sebebiyle performanslarının zarar görmesi, (2) uçağın yere yaklaştığında yan rüzgâr bileşeninin maksimum seviyeye getirilmesi, (3) Thrust Reverser¹⁶ sisteminin maksimum güç konumuna getirilmesi olarak gösterilmiştir (National Transportation Safety Board, 2001).
- Crossair Flight 3597 kazasında (2001), Berlin'den Zürih'e gitmekte olan uçakta 24 kişi ölmüştür. İniş pisti yakınlarındaki bulutlardan dolayı oluşan zayıf görüş ve pilotun yorgunluk sebebiyle tam konsantre olamamasıyla uçak havaalanı yakınlarındaki bir tepeye çarpmıştır (BEAA, 2001).
- MK Airlines Flight 1602 kargo uçağı seferinde(2004), uçuş ekibinin yorgunluğu nedeniyle tüm ekibin ölümcül yaralandığı bir kaza meydana gelmiştir. Havanın karanlık oluşu, durum farkındalığının sağlanamaması ve son zamanlarda artan işten ayrılmalar nedeniyle oluşan yorgunluk sebebiyle kargo uçağı toprak tepeye çarpmıştır (Transportation Safety Board of Canada, 2004).

15 Stall: Uçağın gücünün/hızının havada tutunma süratinin altına düşmesi sonucu kanattaki kaldırma kuvvetinin azalmasıdır (Kokpitteyiz, 2010).

16 Thrust Reverser: Uaçkların iniş sırasında kısa zamanda yavaşlamasına ve kısa mesafede frenleri fazla kullanmadan durabilmesine olanak tanıyan sistemdir (Seyrüseferim, 2021).

- İş yükü ve yorgunluk sebepli gerçekleşen 2005 yılındaki Loganair Islander kazasında, ambulans görevi yapan bir uçak minimum irtifanın altına inerek denize düşmüş ve batmıştır. İki uçuş ekip üyesinin de öldüğü kazanın raporunda temel sebep olarak pilotun yorgunluğu, son zamanlarda uçuş pratikliğinin azalması ve iş yükü gösterilmiştir (Aviation Safety Network, 2005).
- New Mexico State Police helikopteri 2009’da Santa Fe-New Mexico yakınlarında düşmüştür. NTSB tarafından yapılan çıkarımda, helikopterin kayıp bir sporcuyu kurtarma çalışmasından dönmesi nedeniyle pilotun yorgunluğu, kötü hava koşullarının olması, karanlık bölgede kalan dağlara rağmen pilotun daha uzağa havalanma kararı ve New Mexico State Police’in pilotlar için etkili yorgunluk yönetimi programına sahip olmayışı, kazanın nedenleri olarak belirlenmiştir (Marcus ve Rosekind, 2017).
- Colgan Air Flight 3407 kazasında da (2009) yorgunluğun etkilerine rastlanmıştır. Kaptan pilotun son iki günde yeterince dinlenememesi ve yardımcı pilotun (FO) yaşamış olduğu gribal enfeksiyonla beraber camlarda yaşanan buzlanma problemi doğru yönetilememiştir. İki pilotun da camlarında buzlanma oluşması ve buz koruma sisteminin çalıştırılmasında geç kalınması sonucu uçak düşerek 50 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Kaptanın eşi tarafından; kaptanın kazadan önceki bir hafta boyunca çok erken saatlerde uyandığı, kronik uyku problemi yaşadığı ve uçuşun gerçekleştiği gün de yorgun olarak uçuşa başladığı bilgisi verilmiştir. Uçuş esnasında kaptanın bilgisayarına girmiş olduğu dinlenme süreleri de, kaptanın dinlenme sürelerinde de yeterince dinlenemediğini göstermektedir (National Transportation Safety Board, 2010).
- Air France Flight 447 kazasına (2009) ait raporda yüksek iş yükünün varlığı (BEA, 2012) kaza sebepleri arasında gösterilmiştir. Air France uçağı, Paris’e giderken pitot tüplerinin¹⁷ tıkanması ve stall durumuna gelmesiyle kontrol manuel bir şekilde ele alınmış ve pilot hatası nedeniyle de uçak düşmüştür. Uzun zaman uçağı kullanan kaptan pilot dinlenmek üzere kontrolü iki daha deneyimsiz pilota bırakarak kokpitten dışarı çıkmış, oluşan problemi çözmek isteyen ikinci pilotlardan birinin (FO) yükselme çubuğunu itirmesi gerekirken kafa karışıklığı ve panikle kendine doğru çekmesi ve kaptan pilotun kokpite geç dönmesi uçağı düşüren sebepler olmuştur. Yayınlanan son kaza raporunda, iki yardımcı pilotun da stall uyarı ikazından ve düzensiz titreşimden hiç bahsetmedikleri; bunun sebebinin de o anda yüksek iş yüküne ve çoklu görsel uyarılara maruz kalmaları nedeniyle bu durumu tanımlayamamaları olarak gösterilmiştir (BEA, 2012).

17 Pitot Tüpü: Uçaklarda hava basıncını ölçmeye yarayan alettir (Flyrops, 2020).

- Dubai'den Rusya'ya gitmekte olan bir uçakta 62 kişinin öldüğü 2016'da gerçekleşen Fly Dubai Flight 981 kazasında, yaşanan türbülans, şiddetli fırtına ve pilotun kafa karışıklığına sebep olarak gösterilen yorgunluk sonucu uçak havalimanı yakınlarında düşmüştür (Interstate Aviation Committee, 2019).

İş Yükü ve Yorgunluğun Olumsuz Etkilerine Yönelik Öneriler

Yorgunluk yönetimine dair stratejilerin oluşturulması istenmeyen sonuçların önüne geçmektedir. Uçuş hatalarının önlenmesinde yorgunluğa karşı öneriler Caldwell (2005) tarafından şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Eğitim; yorgunluk yönetimine dair eğitimler yorgunluğun olası tehlikelerine, uçakta meydana gelen uyku sebeplerine, operasyonel uçuşlarda uyku sağlığının temel faktörlerine dayanır. Uyku kısıtlamalarının performansa olan olumsuz etkilerinin önüne geçmek adına bir takım eğitim programları uygulanmalıdır. Uçuş ekiplerine ve planlayıcılara şu tavsiyeler verilmektedir; (1) görev dışı sürelerde uyku önceliğine önem verilmesi, (2) mümkün olduğu her alanda tamamlamaya çalışarak günde ortalama sekiz saat uyumak, (3) uyku kalitesini ve niteliğini arttırmak adına uyku kalitesini ve niteliğini arttırmak adına *iyi uyku alışkanlıkları* temasına bağlı kalmak gibi faktörlerdir.

2. Uçakta uyku; *bunk sleeps* olarak bilinen ranzalarda kısa da olsa uyumak uyku kaybının önüne geçmektedir. Bu uykular, özellikle uzun mesafelerde uçuş ekibinin dikkatini ve performansını iyileştirir. Ranzalarda dinlenme süresi 2-4 saat arasında değişmektedir. Uçuş ekibi, bu süreyi iş yükünün nispeten hafif olduğu zamanlarda kendi aralarında planlamaktadır. Otuz saatin üzerindeki uçuşlarda da, diğer pilot uçağın kontrolünü sağlarken diğeri yolcu koltuklarının arkasında iş yükü azken uyuyabilmektedir. Bu uyku düzenlemeleri, havacılıkta yorgunluğun azaltılmasında önemli rolindedir.

3. Kokpit kısa uykuları; bazı durumlarda, diğer pilotlar uçağın kontrolünü sağlarken pilotlardan biri kendi kokpit koltuğunda *naps* olarak isimlendirilen kısa uykuya geçebilmektedir. NASA tarafından 1994'te yapılan bir araştırmada, uzun mesafe uçuşlarında 40 dakikalık kısa bir uykunun pilotlarda emniyet ve etkinliği artırdığını göstermiştir.

4. Dinlenme sürelerinin kontrol edilmesi; uçuş esnasında yürümek, yazışmak ya da etrafta dolaşmak gibi dinlenme stratejileri dikkatin artmasına yardımcı olmaktadır. Bu duruma yönelik yapılan bir çalışmada, altı saatlik gece uçuşu simülasyonunda, 10 dakika dinlenme süresinin yaratılmasının göz hareketlerinin yavaşlamasını ve uyku oranlarını azalttığı

göstermiştir. Bu nedenle periyodik olarak belirlenen dinlenme sürelerinin yorgunluğa karşı önemli bir strateji olduğu varsayılmaktadır.

5. Uçuş ekibi dinlenme planlarının optimize edilmesi; uçuş ekibi bağlamında yapılan planlamalar uyku ve yorgunluğa karşı tam anlamıyla etkili olamamaktadır. Bu duruma yönelik olarak; optimum işlevde uyku süresinin belirlenmesi, dikkatin korunmasına yetecek dinlenme sürelerinin belirlenmesi, her dinlenme süresinin yorgunluğu iyileştirici etkide olmasının sağlanması gereklidir.

6. Melatonin ve parlak ışık; uyku döngüsünü düzenleyen melatonin hormonu ve parlak ışık arasında jet lag ve shift lag¹⁸ sorunlarının üstesinden gelinmeye yönelik ilişki bulunur. Parlak ışık, melatoninin artmasına ve sirkadiyen ritimlerin düzenlenmesine yardımcı olur. Yeni zaman dilimine ayak uydurmada, güneş ışığına maruz kalabilme, kısa uykular ve yerel yemeklerden yemek gibi faaliyetler süreci kolaylaştırmaktadır.

7. Uykuyu geliştirme faktörleri; uykuya geçilmesi zor olan durumlarda bazı hipnotik faaliyetler, *zolpidem* ya da *zaleplon* gibi uykusuzluk tedavisinde kullanılan ilaçlar uykuya geçmede yaşanan sorunları önlemektedir.

8. Dikkat artırıcı faktörler; havacılıkta yorgunluğu yönetmede kullanılan dikkat artırıcı unsurlar arasında ilk sırada kafein gelmektedir. Ayrıca, beslenme ve diyet takviyeleri de yine dikkati güçlendirmede kullanılır. Sıklıkla askeri havacılıkta kullanılan dekstroamfetamin isimli dikkat artırıcı vitaminler de yorgunluğu yönetmede etkili olmaktadır (Caldwell, 2005).

Pilotlarda iş yükü ve yorgunluk yönetimine dair istenmeyen etkilerin önüne geçilebilmesi için getirilen diğer öneriler şu şekildedir (Mohler, 1966):

- Pilotların stresle ilişkili semptom ve koşullarının hassasiyetle izlenmesi,
- Kokpitlerde insan mühendisliğinin ön plana çıkartılması,
- Sirkadiyen ritimlerin bozulmasına karşın oluşturulan programların kişiselleştirilmesi,
- Pilotların, yöneticiler, uçuş doktorları ve uçak üreticileri ile iş yükü ve yorgunluklarına dair iletişim içinde olması,
- Havacılıkta disiplinler arası araştırmaların sürekliliğinin sağlanması,
- Kazalarda yorgunluğun rolüne dair detaylı değerlendirmeler yapılması,

18 Shift lag: Coğrafi bölge değiştirmeden, vardiyalı çalışma stillerinde yaşama (çalışma) ve dinlenme periyodlarının kısmen ya da tamamen yer değiştirmesidir (Havacılık Tıbbı Derneği, 2012).

- Her havacılık şirketinde iş yükü ve yorgunluk yönetimine dair kilit personelin görevlendirilmesi.

Amerikan FAA (Federal Aviation Administration) tarafından desteklenen PAVE (Pilot-Aviation-EnVironment-External Pressures) modeli de tehlikeleri ve riskleri önlemeye yönelik oluşturulmuştur. Modelin temelini oluşturan Pilotlar, diğerlerine uçuşa hazır olup olmadıklarını, içerikleri, örnekleri, yeterli uyuyup uyumadıkları gibi soruları sormaktadır. Bu çeklist, modelde yer alan değişkenleri ayrı ayrı değerlendirerek (pilot-hava-çevre-dışsal baskılar) uçuş için zihinsel ve fiziksel hazır oluşu ölçmektedir (Mendonca ve ark., 2021).

Havacılıkta İş yükü ve Yorgunluğa Yönelik Alanyazın Araştırmaları

Alanyazında yer alan havacılıkta iş yükü ve yorgunluğa dayalı bazı araştırmalar şu şekildedir;

Uçak pilotlarının zihinsel iş yükü ve zihinsel yorgunluklarını nörofizyolojik ölçümler yoluyla performans esnasında inceleyen Borghini, Astolfi, Vecchiato, Mattia ve Babiloni (2014); yüksek zihinsel iş yüküne maruz kalındığında EEG (elektroensefalografi)¹⁹gücünün azaldığı; zihinsel iş yükü ve zihinsel yorgunluğun kalp atış hızı, EEG ve EOG (elektrokülografi)²⁰ oranlarını değiştirerek etkilediğini ve zihinsel iş yükünün beraberinde uykusuzluk/sersemlik oluşturduğunu tespit etmişlerdir (Borghini ve ark., 2014).

Havacılıkta iş yükü ve durum farkındalığına yönelik yapılan araştırmada; uzaysal farkındalık, sistem farkındalığı ve görev farkındalığına yönelik bir sınıflandırma yapılarak görev yönetiminin doğrudan zihinsel iş yükü ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Wickens, 2002).

Yorgunluk yönetimine ilişkin 253 pilot üzerinde yapılan araştırmada; gece uçuşlarından önce kısa uykuyu (napping) uyuyan pilotların genel yorgunluklarının daha düşük seviyede olduğu, kokpitte gerçekleşen kısa uyku dinlenmelerinin de yorgunluk seviyesini düşürdüğü ve yorgunluğu yönetme stratejilerinden biri olduğu saptanmıştır (Petrie, Powell ve Broadbent, 2004).

Helikopter pilotları üzerinde fiziksel yorgunluğa yönelik yapılan araştırmada, özellikle boyun kaslarında yorgunluğa dayalı ağrılar oluştuğu ve kas yorgunluğunun uçuş süresi ile yüksek seviyede ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir (Balasubramanian, Dutt ve Rai, 2011).

Uçak pilotlarının kısa-orta ve uzun mesafeli uçuşlarına göre zihinsel yorgunluklarının araştırıldığı çalışmada, 456 pilottan gelen veriler neticesinde uzun mesafeli uçuşların orta-kısa

19 EEG: Beyin akımyazımı.

20 EOG: Göz hareketlerinin değişiminin ölçülmesi.

mesafeli uçuşlara göre daha fazla zihinsel yorgunluk yarattığı ve bunun sebepleri arasında gece uçuşlarının da göreve eklenmesi, jet lag, uyku/uyanıklık sürelerinin birbirine karışması gibi faktörler gösterilmiştir (Reis, Mestre ve Canhão, 2013).

Havacılıkta yorgunluğun pilotlara yönelik etkisini saptamak amacıyla yapılan bir diğer araştırmada, ölçüm boyutları olarak (1) yorgunluk, (2) motivasyon, (3) hareket ve (4) konsantrasyon kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, yorgunluğun pilotlarda iş, sağlık, uyku ve hayat tarzı ile ilgili faktörlerde risk yarattığı; daha düşük fiziksel harekete ve ortalama alkol tüketimine yol açtığı, yorgunluğun yaşı daha fazla olan pilotlarda daha fazla gözlemlendiği ve iş-hayat dengesinin de yorgunlukla yüksek ilişkide olduğu saptanmıştır (van Drongelen, Boot, Hlobil, Smid ve van der Beek, 2017).

Kısa mesafeli 67 uçuş üzerinde yapılan incelemede, ölçüm kriterleri olarak uyku zamanları, uçuş sonundaki yorgunluk, uçuş görevi esnasında gözlemler ve uçuş sonundaki iş yükü baz alınmış ve sabah uçuşlarından önceki uyku süresinin öğlen uçuşlarından önceki süreden daha kısa olduğu; öğlen uçuşlarıyla karşılaştırıldığında sabah uçuşlarında yorgunluk ve iş yükünün daha fazla olduğu belirlenmiştir (Bourgeois-Bougrine, Gabon, Mollard, Coblentz ve Speyer, 2018).

Pilotlarda yorgunluk ve karar verme ilişkisinin incelenerek yorgunluğa yönelik belirlenen altı faktör (uyku eksikliği ve stres, uyku eksikliği olsa da hazır hissetme, uçuş esnasında önemli hava olayının meydana gelmesi, uyku eksikliği ve ailevi konular, iş planlamasından dolayı oluşan değişiklik kaynaklı uyku eksikliği olsa da dört saatlik kısa uykunun yeteceği düşüncesi, fiziksel yorgunluk ve 14 saatlik gece-gündüz uçuşu görevi) üzerinden çıkarım yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre baskı ve yorgunluk altında bulunan bu gibi senaryolar dikkate alınarak kurum tarafından eğitim ve geliştirme programları uygulanması halinde kronik yorgunluğun ve doğru kararların alınması sağlanabilecektir (Keller, Mendonca ve Cutter, 2019).

Elli dört kabin memuru üzerinde incelenen iş yükü ve yorgunluk ilişkisi konulu araştırmada, ölçüm boyutlarında günlük uyku süresi, uçuştaki uyku süresi, uykusuzluk ve yorgunluk oranları, performans testi, iş yükü oranları ve görev sonrası ölçümler gibi faktörler belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, iş yükünün fazla hissedilmesinin uçuş ekibinde uykusuzluk ve yorgunluk hissini arttırdığı, iş yükünün uyanıklık süresinden çok uyku süresini daha fazla etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (van den Berg ve ark., 2019a).

Kısa mesafeli uçuşlardaki yorgunluk, iş yükü ve performans ilişkisine yönelik 45 pilot üzerinde yapılan araştırmada, belirlenen altı iş yükü faktörünün (zihinsel iş yükü, fiziksel iş

yükü, geçici iş yükü, performans, çaba, yılgınlık) performansı azaltıp yorgunluğu arttırdığı ve uçuş süresinin düşük ilişkili de olsa geçici iş yükü, çaba ve yılgınlığı arttırdığı belirlenmiştir (Arsintescu ve arkadaşları, 2020).

Sonuç ve Öneriler

Havacılıkta problemlerin çözümü ve emniyetin sağlanmasında uçuş ekibinin ve özellikle pilotların fiziksel ve zihinsel sağlıklarının varlığı en önemli faktörlerdendir. Havacılıkta kazaların %70'i insan hatasına dayanır. Zihinsel olarak dikkatin artması ve durum farkındalığının sağlanması adına iş yükü ve yorgunluğun doğru yönetilmesi gereklidir. Dikkatin dağılması ve uykusuzluk problemleri uçuş görevi esnasındaki manevra performansını ve yolcular için felaket boyutunda sonuçların doğmasını etkiler (Borghini ve ark., 2014). Ayrıca, sağlık sisteminde bozulma, stres, işe devamsızlık/işten ayrılma, yetenek ve yeterliliklerin azalması ve sosyal ilişkilerin zarar görmesi gibi pek çok etkiyi de beraberinde getirebilir. Havacılıkta iş yükü ve yorgunluğun emniyeti sağlamak ve kişisel sağlığı korumak adına doğru yönetilmesinde havacılık sektörü ve araştırmacılara yönelik öneriler aşağıda sıralanmıştır.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Alanyazın incelemesinde havacılıkta/uçuş ekipleri üzerinde iş yükü ve yorgunluk yönetimine dair meta analiz çalışmasına rastlanamamıştır. İlgili değişkenlerin yer aldığı ve bu konuda yapılan önceki araştırmaların sistematik derlemesinin yapıldığı bir çalışmanın gelecekte araştırmacılara da rehberlik sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, uçuş ekiplerinin iş yükü ve yorgunluklarına dayalı gerçekleşen kazaların derlenip, kaza raporlarının analiz edildiği ve nitel araştırma yöntemleri kullanılarak ulaşılabilen kaza bağlantılı kişilerin görüşme verilerinin de eklendiği araştırma makalelerinin gelecekte gerçekleşebilecek olası kazalara karşı önlem almada etkili olacağı varsayılmaktadır. Son olarak, havacılık sektöründe iş yükü ve yorgunluğun kültürlerarası bağlamda farklılaşıp farklılaşmadığını anlamak ve tespit etmek adına karşılaştırmalı kültür araştırmalarının varlığının da fayda sağlayacağı varsayılmaktadır.

Havacılık Sektörüne Yönelik Öneriler

Uçuş görevi esnasında özellikle kokpit ekibi (pilotlar) pek çok görevi aynı anda yönetmek zorunda kalır. Eş zamanlı görev yönetimi, ekibin hata yapmasında ve kazaların meydana gelmesinde önemli kaynaklardan biridir (Loukopoulos ve ark., 2003). Aynı anda gerçekleştirilmek zorunda kalınan iş sürecine yönelik eğitimlerin, bu durumun daha az karmaşık hale gelip yönetilmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Uçuş ekiplerinin özellikle fiziksel sağlıklarına yönelik tehdit oluşturan faktörleri iş yükü ve yorgunluk, kas-iskelet sistemlerinde bozukluklar oluşturmaktadır. Alanyazında yer alan çalışmalar (Bot ve ark., 2004; Gartney ve Murphy, 1976; Glitsch ve arkadaşları, 2007; Karpansalo ve arkadaşları, 2002; Wu ve Wang, 2002) ağır iş yükü ve yorgunluğun/uykusuzluğun beraberinde duruş bozukluğu, boyun ve bel ağrıları, kas tutulmaları, ellerde ve vücutta titremeler gibi sorunları meydana getirdiğini vurgulamaktadır. Havacılık şirketlerinde kas-iskelet sistemine yönelik oluşturulan egzersiz programlarının (pilates, fizyoterapik tedavi programları, teşvik etmeye yönelik bilgilendirme eğitimleri, ekip çalışmasına dayalı spor faaliyetleri gibi) uçuş ekibi için oluşturulmasının bu tip sorunları önlemede yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Havacılık şirketlerinin zihinsel sağlığı korumak ve olası problemlerin ilerlemesini önlemek adına havacılık/uçuş psikologları ile oluşturulan eğitim programlarının genişletilerek düzenli katılımın sağlanması ve sıklıkla bilişsel süreçlerin takibinin yapıldığı düzenlemelerin oluşturulmasının da fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Havacılıkta gerçekleşen iş yükü ve yorgunluğa yönelik kazalarda bazen ekip arkadaşı -özellikle hiyerarşik bir kültürde ikinci pilot (FO)-, kaptan pilotun yorgunluğu ve kafa karışıklığının farkında olsa dahi onu uyaramamakta ya da fazla iş yüküne maruz kaldığında bu durumun yaratacağı emniyetsizliği dile getirmeyebilmektedir. Bu gibi müdahale edilemeyen durumların getireceği sorunları önlemek adına hem kokpit hem de kabin içerisinde katılımcı yönetim anlayışının ve çift yönlü iletişim uygulamalarının benimsenmesinin de faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça/References

- Airport Haber (2010). THY Pilotunun Affedilmez Hatası. (10.06.2021 tarihinde <https://www.airporthaber.com/thy-haberleri/thy-pilotunun-affedilmez-hatasiguncellendi-28253h.html> adresinden alınmıştır.)
- Aljurf, T. M., Olaish, A. H. ve BaHammam, A. S. (2018). Assessment of sleepiness, fatigue, and depression among Gulf Cooperation Council commercial airline pilots. *Sleep and Breathing*, 22(2), 411-419.
- Arsintescu, L., Chachad, R., Gregory, K. B., Mulligan, J. B. ve Flynn-Evans, E. E. (2020). The relationship between workload, performance and fatigue in a short-haul airline. *Chronobiology International*, 37(9-10), 1492-1494.
- Avers, K. B., King, S. J., Nesthus, T. E., Thomas, S. ve Banks, J. (2009). *Flight Attendant Fatigue, Part 1: National Duty, Rest, and Fatigue Survey*. DOT/FAA/AM-11/16, Office of Aerospace Medicine, Federal Aviation Administration, Washington DC.
- Aviation Safety Network (2005). Loganair Islander Final Report. (22.06.2021 tarihinde <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20050315-0> adresinden alınmıştır.)
- Aviation Safety Reporting System (2008). Flight attendant reports fatigue during flight after an all night deadhead to crew the A320 segment. (10.06.2021 tarihinde <http://www.37000feet.com/report/785013/Flight-attendant-reports-fatigue-during-flight-after-an-all-night-deadhead-to> adresinden alınmıştır.)

- Balasubramanian, V., Dutt, A. ve Rai, S. (2011). Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. *Applied Ergonomics*, 42(6), 913-918.
- Baltacı, A. (2017). İş yükü ve performans arasındaki ilişkiler: Ampirik bir araştırma. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (1), 101-121.
- BEA (2012). Air France Flight 447 Final Report. (23.06.2021 tarihinde <https://www.bea.aero/docspa/2009/f-cp090601.en/pdf/f-cp090601.en.pdf> adresinden alınmıştır.)
- BEAA (2001). Status of the Accident Investigation of Crossair Flight CRX 3597 of 24 November 2001. (23.06.2021 tarihinde <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/989.pdf> adresinden alınmıştır.)
- Belland, K. M. ve Bissell, C. (1994). A subjective study of fatigue during Navy flight operations over southern Iraq: Operation Southern Watch. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 65(6), 557-561.
- Bendak, S. ve Rashid, H. S. (2020). Fatigue in aviation: A systematic review of the literature. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 76, 102928.
- Benson, A. J., Huddleston, J. H. ve Rolfe, J. M. (1965). A psychophysiological study of compensatory tracking on a digital display. *Human Factors*, 7(5), 457-472.
- Bisson, J. I. (2007). Post-traumatic stress disorder. *Bmj*, 334(7597), 789-793.
- Boarding Info (2017). Türbülans Nedir? (31.05.2021 tarihinde <http://boardinginfo.com/turbulans-nedir/> adresinden alınmıştır.)
- Borghini, G., Astolfi, L., Vecchiato, G., Mattia, D. ve Babiloni, F. (2014). Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 58-75.
- Bot, S., Terwee, C., Van der Windt, D., Feleus, A., Bierma-Zeinstra, S., Knol, D. L., Bouter, L. ve Dekker, J. (2004). Internal consistency and validity of a new physical workload questionnaire. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(12), 980-986.
- Bourgeois-Bougrine, S., Gabon, P., Mollard, R., Coblentz, A. ve Speyer, J. J. (2018). Fatigue in aircrew from shorthaul flights in civil aviation: The effects of work schedules. *Human Factors and Aerospace Safety* içinde (177-187). Routledge.
- Bowling, N. A. ve Kirkendall, C. (2012). Workload: A review of causes, consequences, and potential interventions. *Contemporary Occupational Health Psychology: Global Perspectives on Research and Practice*, 2, 221-238.
- Bowling, N. A., Alarcon, G. M., Bragg, C. B. ve Hartman, M. J. (2015). A meta-analytic examination of the potential correlates and consequences of workload. *Work & Stress*, 29(2), 95-113.
- Brill, S. R., Patel, D. R. ve MacDonald, E. (2001). Psychosomatic disorders in pediatrics. *The Indian Journal of Pediatrics*, 68(7), 597-603.
- Cain, B. (2007) *A Review of the Mental Workload Literature*. Defence Research and Development Canada, Toronto.
- Caldwell, J. A. (2005). Fatigue in aviation. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 3(2), 85-96.
- Caldwell, J. L. ve Gilreath, S. R. (2001). Work and sleep hours of US Army aviation personnel working reverse cycle. *Military Medicine*, 166(2), 159-166.
- Chang, Y. H., Yang, H. H. ve Hsu, W. J. (2019). Effects of work shifts on fatigue levels of air traffic controllers. *Journal of Air Transport Management*, 76, 1-9.
- Corkindale, K. G., Cumming, F. G. ve Hammerton-Fraser, A. M. (1969). Physiological Assessment of Pilot Stress During Landing. *Proceedings of the 56th AGARD Conference on Measurement of Aircrew Performance* içinde (9), Brooks AFB, Texas .
- Dahlstrom, N. ve Nahlinger, S. (2009). Mental workload in aircraft and simulator during basic civil aviation training. *The International Journal of Aviation Psychology*, 19(4), 309-325.

- Dasari, D., Crowe, C., Ling, C., Zhu, M. ve Ding, L. (2010). EEG pattern analysis for physiological indicators of mental fatigue in simulated air traffic control tasks. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* içinde (205-209). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- de Zwart, B. C., Frings-Dresen, M. H. ve Van Dijk, F. J. (1996). Physical workload and the ageing worker: a review of the literature. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 68(1), 1-12.
- DiDomenico, A. ve Nussbaum, M. A. (2011). Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(3), 255-260.
- Durso, F. T. ve Alexander, A. L. (2010). Managing workload, performance, and situation awareness in aviation systems. *Human Factors in Aviation* içinde (217-247). Elsevier.
- Eichler, J. (1975). Telemetry of the heart rate and respiratory rate in pilots of gliding and motor-driven sports planes under different flight conditions. *Unfallheilkunde*, 78, 283-289.
- Elloy, D. F. ve Smith, C. R. (2003). Patterns of stress, work-family conflict, role conflict, role ambiguity and overload among dual-career and single-career couples: an Australian study. *Cross Cultural Management: An International Journal*, 10 (1), 55-66.
- Feng, C., Wanyan, X., Yang, K., Zhuang, D. ve Wu, X. (2018). A comprehensive prediction and evaluation method of pilot workload. *Technology and Health Care*, 26(1), 65-78.
- Floyrops (2020). Pitot Tüpü Nedir ve Nasıl Çalışır? (22.06.2021 tarihinde <https://www.floyrops.com/pitot-tupu-nedir-ve-nasil-calisir/> adresinden alınmıştır.)
- Fritz, C. ve Sonnentag, S. (2006). Recovery, well-being, and performance-related outcomes: The role of workload and vacation experiences. *Journal of Applied Psychology*, 91(4), 936.
- Gander, P., Hartley, L., Powell, D., Cabon, P., Hitchcock, E., Mills, A. ve Popkin, S. (2011). Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level. *Accident Analysis & Prevention*, 43(2), 573-590.
- Gartner, W. B. ve Murphy, M. R. (1976). Pilot workload and fatigue: A critical survey of concepts and assessment techniques. *Contract*, 504, 09-32.
- Glitsch, U., Ottersbach, H. J., Ellegast, R., Schaub, K., Franz, G. ve Jäger, M. (2007). Physical workload of flight attendants when pushing and pulling trolleys aboard aircraft. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(11-12), 845-854.
- Gopher, D. ve Donchin, E. (1986). Workload: An examination of the concept. K.R. Boof, L. Kaufman ve J.P. Thomas (Ed.). *Handbook Perception and Human Performance* içinde (41/2-44). New York: Wiley.
- Hancock, P. (1989). The effect of performance failure and task demand on the perception of mental workload. *Applied Ergonomics*, 20(3), 197-205.
- Hancock, P., Williams, G. ve Manning, C. (1995). Influence of task demand characteristics on workload and performance. *The International Journal of Aviation Psychology*, 5(1), 63-86.
- Hart, S. G. (2006). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* içinde (904-908). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage publications.
- Hart, S. G. ve Bortolussi, M. R. (1984). Pilot errors as a source of workload. *Human Factors*, 26(5), 545-556.
- Hart, S. G. ve Hauser, J. R. (1987). Inflight application of three pilot workload measurement techniques. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 58(5), 402-410.
- Hart, S. G. ve Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology* içinde (139-183). North-Holland.
- Hart, S. G. ve Wickens, C. D. (1990). Workload assessment and prediction. *Manprint* içinde (257-296). Springer.
- Havacılık Tıbbı Derneği (2012). Havacılık Tıbbı Terminolojisi (31.05.2021 tarihinde <http://www.hvtd.org/?p=488> adresinden alınmıştır.)
- Haward, L. R. (1967). Assessment of stress-tolerance in commercial pilots. *Flight Safety*, 1(1), 12-17.

- Heslegrave, R. ve Rhodes, W. (1997). Prevalence of health complaints in air traffic controllers working shiftwork. Majvik, Finland: Shiftwork International Newsletter. Fifteenth International Symposium on Night and Shiftwork.
- Hilburn, B. (2004). Cognitive complexity in air traffic control: A literature review. *EEC Note*, 4(04), 1-80.
- Huey, B. M. ve Wickens, C. D. (1993). Workload transition: Implications for individual and team performance. National Academy Press.
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2006). Multi-crew Pilot Licence (MPL) (31.05.2021 tarihinde [https://www.skybrary.aero/index.php/Multi-crew_Pilot_Licence_\(MPL\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Multi-crew_Pilot_Licence_(MPL)) adresinden alınmıştır.)
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2011). Tenerife Disaster Final Report. (23.06.2021 tarihinde <https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/232/1081/finaldutchreport.pdf> adresinden alınmıştır.)
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2016). Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches. (23.05.2021 tarihinde <https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/Doc%209966.FRMS.2016%20Edition.en.pdf> adresinden alınmıştır.)
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2021). Fatigue-related challenges in COVID-19 conditions. (10.06.2021 tarihinde <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/Fatigue-related-challenges.aspx> adresinden alınmıştır.)
- Interstate Aviation Committee (2019). Fly Dubai Flight 981 Air Accident Investigation Commission Final Report. (23.06.2021 tarihinde https://www.flightradar24.com/blog/wp-content/uploads/2019/11/report_a6-fdn_eng.pdf adresinden alınmıştır.)
- Johansson, F. ve Melin, M. (2018). Fit for flight? Inappropriate presenteeism among Swedish commercial airline pilots and its threats to flight safety. *The International Journal of Aerospace Psychology*, 28(3-4), 84-97.
- Jung, H. S. ve Jung, H.-S. (2001). Establishment of overall workload assessment technique for various tasks and workplaces. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(6), 341-353.
- Kantowitz, B. H. ve Casper, P. A. (2017). Human workload in aviation. R.K. Dismukes (Ed.). *Human Error in Aviation* içinde (123-153). Routledge.
- Karanikas, N. (2019). Pilot fatigue and safety events: Results from analysis of investigation reports. In *PACDEFF Conference*.
- Karpansalo, M., Manninen, P., Lakka, T. A., Kauhanen, J., Rauramaa, R. ve Salonen, J. T. (2002). Physical workload and risk of early retirement: prospective population-based study among middle-aged men. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 44(10), 930-939.
- Keller, J., Mendonca Mr, F. C. ve Cutter, J. E. (2019). Collegiate aviation pilots: Analyses of fatigue related decision-making scenarios. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 6(4), 9.
- Kokpitteyiz (2010). Stall Nedir? (16.06.2021 tarihinde <https://www.kokpitteyiz.com/stall-nedir/> adresinden alınmıştır.)
- Lee, S. ve Kim, J. K. (2018). Factors contributing to the risk of airline pilot fatigue. *Journal of Air Transport Management*, 67, 197-207.
- Leiter, M. P. ve Maslach, C. (1988). The impact of interpersonal environment on burnout and organizational commitment. *Journal of Organizational Behavior*, 9(4), 297-308.
- Lerman, S. E., Eskin, E., Flower, D. J., George, E. C., Gerson, B., Hartenbaum, N., Hursh, S. R. ve Moore-Ede, M. (2012). Fatigue risk management in the workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 54(2), 231-258.
- Loukopoulos, L. D., Dismukes, R. K., & Barshi, I. (2003). Concurrent task demands in the cockpit: Challenges and vulnerabilities in routine flight operations. *Proceedings of the 12th International symposium on Aviation Psychology* içinde (737-742). Dayton.

- Lyman, E. G. ve Orlady, H. W. (1981). *Fatigue and associated performance decrements in air transport operations*. Mottfett Field, CA: NASA Ames Research Center National Aeronautics and Space Administration.
- Marcus, J. H. ve Rosekind, M. R. (2017). Fatigue in transportation: NTSB investigations and safety recommendations. *Injury Prevention*, 23(4), 232-238.
- Meijman, T. F. ve Mulder, G. (2013). Psychological aspects of workload. P. J. D. Drenth, H. Thierry, ve C. J. de Wolff (Ed.). *A Handbook of Work and Organizational Psychology* içinde (15-44). UK: Psychology Press.
- Mendonca Mr, F. A., Keller, J. ve Lu, C. (2019). Fatigue identification and management in flight training: An investigation of collegiate aviation pilots. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 6(5), 13.
- Mendonca, F. A., Keller, J., Levin, E. ve Teo, A. (2021). Understanding fatigue within a collegiate aviation program. *The International Journal of Aerospace Psychology*, 1-17.
- Meshkati, N. ve Loewenthal, A. (1988). The effects of individual differences in information processing behavior on experiencing mental workload and perceived task difficulty: A preliminary experimental investigation. *Advances in Psychology* içinde (269-288). Elsevier.
- Mohler, S. R. (1966). Fatigue in aviation activities. *Aerospace medicine*, 37(7), 722-732.
- Moray, N. (1979). *Mental Workload: Its Theory and Measurement*. New York, NY: Plenum.
- Morris, C. H. ve Leung, Y. K. (2006). Pilot mental workload: how well do pilots really perform? *Ergonomics*, 49(15), 1581-1596.
- National Transportation Safety Board (2000a). Continental Airlines Jet Link Flight 2733 Final Report. (23.06.2021 tarihinde <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1004.pdf> adresinden alınmıştır.)
- National Transportation Safety Board (2000b). Korean Air Flight 801 Final Report. (21.06.2021 tarihinde <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR0001.pdf> adresinden alınmıştır.)
- National Transportation Safety Board (2001). American Airlines Flight 587 Final Report. (22.06.2021 tarihinde <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR0404.aspx> adresinden alınmıştır.)
- National Transportation Safety Board (2010). Colgan Air Flight 3407 Final Report. (23.06.2021 tarihinde <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/AAR1001.aspx> adresinden alınmıştır.)
- O'Hagan, A. D., Issartel, J., Nevill, A. ve Warrington, G. (2017). Flying into depression: pilot's sleep and fatigue experiences can explain differences in perceived depression and anxiety associated with duty hours. *Workplace Health & Safety*, 65(3), 109-117.
- Petrie, K. J., Powell, D. ve Broadbent, E. (2004). Fatigue self-management strategies and reported fatigue in international pilots. *Ergonomics*, 47(5), 461-468.
- Porterfield, D. H. (1997). Evaluating controller communication time as a measure of workload. *The International Journal of Aviation Psychology*, 7(2), 171-182.
- Reid, G. B. ve Nygren, T. E. (1988). The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload. *Advances in Psychology* içinde (185-218). Elsevier.
- Reis, C., Mestre, C. ve Canhão, H. (2013). Prevalence of fatigue in a group of airline pilots. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 84(8), 828-833.
- Roscoe, A. H. (1984). Assessing pilot workload in flight: Flight test techniques (No. AGARD-CP373). Neuilly-sur-Seine, France: NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD).
- Roscoe, A. H. (1992). Assessing pilot workload. Why measure heart rate, HRV and respiration? *Biological Psychology*, 34(2-3), 259-287.

- Ross, J., Griffiths, K., Dear, K., Emonson, D. ve Lambeth, L. (2007). Antidepressant use and safety in civil aviation: A case-control study of 10 years of Australian data. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78(8), 749-755.
- Ryu, K. ve Myung, R. (2005). Evaluation of mental workload with a combined measure based on physiological indices during a dual task of tracking and mental arithmetic. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(11), 991-1009.
- Sadeghniaat-Haghighi, K. ve Yazdi, Z. (2015). Fatigue management in the workplace. *Industrial Psychiatry Journal*, 24(1), 12.
- Sampigethaya, K. ve Poovendran, R. (2012). Cyber-physical integration in future aviation information systems. *2012 IEEE/AIAA 31st Digital Avionics Systems Conference (DASC)* içinde (7C2-1). IEEE.
- Seyrüseferim (2021). Thrust Reverser Nedir? (20.06.2021 tarihinde <https://seyruseferim.com/thrust-reverser-nedir/> adresinden alınmıştır.)
- Sharpe, M. ve Wilks, D. (2002). Fatigue. *Bmj*, 325(7362), 480-483.
- Sluiter, J. K. (2006). High-demand jobs: age-related diversity in work ability? *Applied Ergonomics*, 37(4), 429-440.
- Spector, P. E. ve Jex, S. M. (1998). Development of four self-report measures of job stressors and strain: interpersonal conflict at work scale, organizational constraints scale, quantitative workload inventory, and physical symptoms inventory. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3(4), 356.
- Stein, E.S. ve Rosenberg, B.L. (1983). The measurement of pilot workload (DOT/FAA/CT-82/23). Washington, DC: Federal Aviation Administration Office of Systems Engineering Management.
- Tiplopedi (2018). EEG'de Uyku Deprivasyonu (07.06.2021 tarihinde https://www.tiplopedi.com/EEG_de_uyku_deprivasyonu adresinden alınmıştır.)
- Transportation Safety Board of Canada (2004). MK Airlines Flight 1602 Aviation Investigation Report A04H0004. (22.06.2021 tarihinde <https://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/aviation/2004/a04h0004/a04h0004.html> adresinden alınmıştır.)
- Tuncel, D. (2018). Havacılık Tıbbında Sirkadiyen Ritim Bozuklukları. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 5(4), 64-65.
- Van Benthem, K. D., Herdman, C. M., Tolton, R. G. ve LeFevre, J.-A. (2015). Prospective memory failures in aviation: Effects of cue salience, workload, and individual differences. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 86(4), 366-373.
- van den Berg, M. J., Signal, T. L. ve Gander, P. H. (2019a). Perceived workload is associated with cabin crew fatigue on ultra-long range flights. *The International Journal of Aerospace Psychology*, 29(3-4), 74-85.
- van den Berg, M. J., Signal, T. L. ve Gander, P. H. (2019b). Fatigue risk management for cabin crew: the importance of company support and sufficient rest for work-life balance—a qualitative study. *Industrial Health*, 2018-0233.
- Van den Oord, M. H., Sluiter, J. K. ve Frings-Dresen, M. H. (2014). Differences in physical workload between military helicopter pilots and cabin crew. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 87(4), 381-386.
- van Drongelen, A., Boot, C. R., Hlobil, H., Smid, T. ve van der Beek, A. J. (2017). Risk factors for fatigue among airline pilots. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 90(1), 39-47.
- Vidulich, M. A. ve Tsang, P. S. (1987). Absolute magnitude estimation and relative judgement approaches to subjective workload assessment. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* içinde (1057-1061). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Wickens, C. D. (2002). Situation awareness and workload in aviation. *Current Directions in Psychological Science*, 11(4), 128-133.

- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*, 50(3), 449-455.
- Wierwille, W. W. ve Casali, J. G. (1983). A validated rating scale for global mental workload measurement applications. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* içinde (129-133). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Wilson, G. F., Caldwell, J. A. ve Russell, C. A. (2007). Performance and psychophysiological measures of fatigue effects on aviation related tasks of varying difficulty. *The International Journal of Aviation Psychology*, 17(2), 219-247.
- Wu, A. C., Donnelly-McLay, D., Weisskopf, M. G., McNeely, E., Betancourt, T. S. ve Allen, J. G. (2016). Airplane pilot mental health and suicidal thoughts: a cross-sectional descriptive study via anonymous web-based survey. *Environmental Health*, 15(1), 1-12.
- Wu, H.-C. ve Wang, M.-J. J. (2002). Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. *Ergonomics*, 45(4), 280-289.