

## 8. BÖLÜM / CHAPTER 8

### PİLOTLARDA BELLEK ARAŞTIRMALARI

#### MEMORY RESEARCH ON PILOTS

**Ezgi YILDIZ<sup>1</sup>, Ferhat AYYILDIZ<sup>2</sup>, Aslı BEYHAN ACAR<sup>3</sup>,  
İlknur ÖZALP TÜRETGEN<sup>4</sup>, Göklem TEKDEMİR<sup>5</sup>, Pınar ÜNSAL<sup>6</sup>,  
Simge ŞİŞMAN BAL<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi, Havacılık Psikolojisi Araştırmaları Enstitüsü, Havacılık Psikolojisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: ezgiyildiztaskin@istanbul.edu.tr

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Uygulamalı Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: ferhat.ayyildiz@istanbul.edu.tr

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Örgütsel Davranış Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: aslicar@istanbul.edu.tr

<sup>4</sup>İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Uygulamalı Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: ilknuroz@istanbul.edu.tr

<sup>5</sup>İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Sosyal Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: tekdemir@istanbul.edu.tr

<sup>6</sup>İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Uygulamalı Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: pinsal@istanbul.edu.tr

<sup>7</sup>İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Deneysel Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-mail: simges@istanbul.edu.tr

DOI: 10.26650/B/SS32.2022.04.08

#### ÖZ

Bilgileri kodlama, depolama ve geri getirme kapasitesi olarak tanımlanan bellek, pilotların uçuş performanslarını etkileyen temel faktörlerden biridir. Pilotların bellek süreçleri, rutin bir uçuş esnasında, örneğin uçağı kaldırırken ve indirirken, hava trafik kontrolöründen komut alırken ve bu komutları doğru zamanda yerine getirirken, sürekli aktif haldedir. Rutin bir uçuş sürecinin yanı sıra, acil veya beklenmedik bir durum halinde pilotların gerçekleştirilmesi gereken aksiyonları hatırlaması, olumsuz sonuçların önlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Pilotların bellek performanslarının, yaş ve tecrübe gibi bireysel faktörler kadar çevresel faktörlerle de ilişkili olduğu araştırmacılar tarafından kanıtlanmıştır. Ayrıca, araştırmalar bellek testlerinde daha iyi performans göstermenin

durum farkındalığı, eğitim başarısı ve uçuş performansı ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Ancak, pilotlar ile yapılan bellek araştırmalarını ve bu araştırmalardan çıkarılabilecek sonuçları derleyen ve havacılık endüstrisinin bu araştırmalardan nasıl yararlanabileceği tartışan bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Alan yazındaki bu boşluğu doldurmak amacıyla, bu bölümde pilotların kısa ve uzun süreli bellek, çalışma belleği ve ayrıca ileriye dönük/prospektif bellek becerilerine odaklanan araştırmalar gözden geçirilerek kısaca özetlenmiş, bu çalışmalardan ulaşılabilecek sonuçlar tartışılmıştır. Ayrıca, araştırmalarda ve pilot seçim süreçlerinde kullanılan bellek görevleri incelenerek okuyucuya tanıtılmıştır. Son olarak, gelecek araştırmalar için öneriler sunularak havacılık sektörünün bu araştırmalardan elde edilen bilgileri pilot seçim süreçlerine nasıl dâhil edebilecekleri, pilotların bellek performansını etkileyen faktörleri nasıl kontrol altına alabilecekleri tartışılmış ve bu doğrultuda tasarlanabilecek müdahale ve destek programlarından bahsedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bellek, Havacılık, Pilot, Uçuş, Çalışma belleği, Uzun süreli bellek

### **ABSTRACT**

Memory, the ability to store, maintain, and retrieve information, is an essential factor in pilot performance in the cockpit. A routine flight requires pilots' memory activation during take-off and landing, taking commands from the air traffic controller, and executing the correct action at the right time. Likewise, pilots need to remember and retrieve accurate information in case of an emergency or unexpected situation to avoid negative consequences and aviation disasters. It is well established that the memory performance of pilots is related to their expertise, their age, and environmental factors. Also, there is rich literature linking pilots' advanced memory functions with their flight performance, situation awareness, and training success. However, the differences and similarities of previous studies and how the aviation industry may benefit from them have not been discussed before. Hence, this chapter aims to review research studies focusing on pilots' short- and long-term memory, working memory, and also prospective memory skills. We will briefly summarize the research studies and provide assumptions that can be inferred from the studies. Furthermore, the memory tasks used in research and pilot selection settings will be discussed. Finally, we will provide suggestions for future research and how the aviation industry can implement this information to the pilot selection procedures, minimize environmental factors deteriorating memory performance, and design intervention and support programs accordingly.

**Keywords:** Memory, Aviation, Pilot, Flight, Working memory, Long-term memory

### **Extended Abstract**

Considering that human error comprises most of the underlying causes of aviation accidents (Li, Baker, & Grabowski, 1994), it is essential to focus on cognitive factors related to pilots' mistakes. When all the cognitive abilities, such as perception, attention, reaction time, reasoning, and analysis, (identified as crucial for a successful and safe flight), are considered, memory skills are among the most important ones. Tulvin and Craik (2000) define memory as the capacity to encode, store and retrieve information. Starting from take-off to landing, pilots rely on their memory capacities to execute the necessary actions, process information from air traffic controllers, and perform the correct task accordingly. Throughout the history

of aviation, many accidents have occurred because of pilots' memory errors. According to the reports of 2001 in the Aviation Safety Reporting System (ASRS), memory errors made by pilots make up almost six percent of aviation accidents. Hence, it is essential to examine the role of different types of memory related to pilots' flight performance.

It is well established that the long-term memory capacities of pilots are more advanced than the rest of the society (e.g., Arıkan et al., 2018). Pilots with advanced long-term memory skills demonstrate superior performance in flight simulations (Carretta et al., 2014). Similarly, long-term memory abilities are found to be a predictor of situation awareness, success in aviation training programs, and future flight performance (Carretta et al., 2014; Jodlowski & Doane, 2003; King et al., 2013). Long-term memory skills can be affected by environmental factors. Pilots' visual and auditory long-term memory performance deteriorates after long-term exposure to aircraft noise (Cheng et al., 2019). Likewise, a decrease in hippocampal volume and neuronal loss have been observed after aircraft noise exposure (Cheng et al., 2019).

Only a limited number of studies have examined the relationship between short-term memory skills and pilots' performance. King and colleagues (2013) reported a positive association between the training success of pilot candidates and their performance in short-term memory tasks. In another study, pilots demonstrated more advanced short-term memory skills in the presence of distractors and non-distractors than regular people (Verde et al., 2016). Contradicting these findings, Lindseth and colleagues (2013) failed to find a relation between flight success and short-term memory capacity. Limited evidence suggests that the short-term memory performance of pilots is generally better than the norms of society and highlights the importance of short-term memory performance on success in pilot training.

Pilots frequently exchange information with air traffic controllers in a routine flight. This conversation relationship requires pilots to simultaneously hear and remember the information from the air traffic controller and execute the necessary actions in the cockpit. However, the speed at which the air traffic controller reads the instructions may not be the same as the speed at which the pilot processes these instructions, which is related to working memory skills. Of all the memory types, working memory is the one studied the most with pilots. There is rich literature linking visual, auditory, and verbal working memory capacity with pilots' situation awareness, flight performance, and decision-making during flight and landing (Jodlowski & Doane, 2003; Morrow et al., 1992; Verde et al., 2015). Additionally, evidence suggests that pilots' working memory skills are affected by age and environmental factors such as stress and noise exposure (Causse et al., 2011; Cheng et al., 2019; Stokes & Raby, 1989, Van Benthem & Herdman, 2016).

Prospective memory is an essential skill for successful flight performance. Although at first glance, prospective memory errors may not seem to be of great importance in flight, prospective memory is active at every moment of flight. One task is a prerequisite for the next task, and once one action is completed, the pilot needs to think about the upcoming task and when to complete it. According to the study by Nowinski and colleagues (2003), almost all the accidents caused by pilots' memory errors were related to prospective memory failures.

Overall, this chapter discussed the basic concepts and types of memory and their relationship with flight performance and situation awareness and their role in aviation accidents. It has been underlined that all sub-types of memory are predictive factors for a safe and successful flight. The course of a flight can sometimes be highly exhausting for pilots, as the cockpit is such a busy environment, and pilots must deal with many tasks simultaneously. This intensive environment and preoccupation create a cognitive demand on pilots; hence, this may cause memory errors.

Future studies can identify which types of memory are related to which components and tasks of flight performance and situation awareness in general. There are no intervention studies conducted with pilot populations. Hence, future research can consider designing interventions targeting pilots' cognitive abilities, especially memory skills, improving their flight performance, decision-making in risky situations, and increasing their situation awareness. Additionally, future studies can focus on environmental factors related to flight performance and how to avoid their harmful effects. Lastly, the aviation industry can benefit from the studies conducted with pilots, and implement the factors identified as essential for flight performance into their pilot selection procedures and work together with researchers to design intervention programs to increase pilots' flight performance and decrease the adverse effects of environmental factors.

## Giriş

Havacılık kazalarının %60 ile %80 arasındaki bir oranda insan hatası kaynaklı olduğu göz önünde bulundurulduğunda (Li, Baker ve Grabowski, 2001) pilotların hata yapmasına katkıda bulunan faktörlerin başında gelen bilişsel faktörlere yoğunlaşmak gerekmektedir. Pilotların işlerini iyi yapabilmeleri için algı, dikkat, tepki zamanı, muhakeme ve analiz yeteneği gibi sahip olmaları gereken birçok bilişsel yetenek vardır ve bunların en önemlilerinden biri de bellektir. Bellek, Tulving ve Craik (2000) tarafından önerildiği üzere, bilgileri kodlama, depolama ve geri getirme kapasitesidir. Pilotlar uçuşun farklı aşamalarında çeşitli prosedürleri yerine getirirken, hava trafik kontrolörlerinden gelen bilgileri işleyip aksiyon alırken güçlü bir bellek kapasitesine ihtiyaç duyarlar.

Havacılık tarihinde pilotların bellek hataları ile ilişkilendirilebilecek birçok kaza göze çarpmaktadır. NASA tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Havacılık Güvenliği Raporlama Sisteminde (Aviation Safety Reporting System [ASRS]) bulunan 2001 yılı raporları incelenerek uçuş sürecinde belleğin rolü araştırılmıştır (Nowinski, Holbrook ve Dismukes, 2003). Bu çalışma kapsamında, rastgele seçilen 1299 raporun 105'inde belleğe ilişkin hatalar saptanmıştır. Bunların 30'u kontrolör veya bakım personeli hatalarıyken, 75'i pilotlar tarafından yapılmış bellek hatalarını içermektedir. Bu bilgilerden de anlaşılacağı üzere pilotlarda bellek, başarılı bir uçuş performansı ile yakından ilişkilidir. Bilgilerin gerektiği zaman ve gerektiği yerde hatırlanıp kullanılması ve kuleden gelen talimatların işlenip doğru zamanda işleme alınmasının düşük kaza oranları ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Hardy ve Parasuraman, 1997).

Bu bölüm, bellek ve bellek türleri hakkında kısa ve öz açıklamalar sunarak, pilotlarla gerçekleştirilen *kısa süreli bellek, uzun süreli bellek, çalışma belleği ve ileriye dönük/prospektif belleğe* yönelik araştırmalarda kullanılan bellek ölçme görevlerini/testlerini ve elde edilen araştırma bulgularını gözden geçirmeyi, pilotlukta belleğin rolünü ve uçuş performansı için neden önemli olduğunu ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle pilotlukta bilişsel yeteneklerin neden önemli olduğuna ilişkin açıklamalar verilerek pilot örneklemeleri üzerinde gerçekleştirilen bellek araştırmalardan örnekler sunulmuştur. Bölüm araştırmacılara ve sektöre sunulan önerilerle sonlandırılmıştır.

### Pilotluk Görevlerinde Bilişsel Yeteneklerin Rolü

*Pilot*; yolcu, kargo, askeri ya da şahsi uçakları uçurmak ile görevli kişiye verilen mesleki unvandır ve en riskli meslek grupları arasında yer almaktadır. Pilotlar, *askeri* ve *sivil* olmak üzere en temelde iki gruba ayrılır. Askeri pilotlar, eğitimlerini askeri okullarda alır ve hava

kuvvetleri için çalışırlar. Sivil pilotlar ise lisanslama olarak üçe ayrılır. Bunlar, hususi pilot lisansı (PPL), ticari pilot lisansı (CPL) ve hava yolu nakliye pilotu lisansıdır (ATPL). Bir sivil uçuş, genellikle kaptan pilot ve ikinci pilot olmak üzere iki pilot ile yönetilir (Harris, 2016).

Meslekler hakkında kapsamlı bilgiler sunan, çevrimiçi bir veri tabanı olan O\*NET (National Center for O\*NET Development) tarafından hazırlanan pilotlar için belirlenen görev tanımlarına göz atıldığında bilişsel faaliyetleri yoğun biçimde gerektiren en önemli görevler arasında şunlar görülür:

- Uçuş planlarını belirlemek ve gerekli değişiklikleri yerine getirmek için yük ağırlıkları, yakıt tedarikleri, hava koşulları ve uçuş programları gibi verileri incelemek; doğru bir şekilde yüklendiğinden emin olmak,
- Uçuş güvenliğini sağlamak için yakıt kaynakları, yükler, rotalar veya programlardaki değişiklikleri saptamak,
- Havacılık haritaları ve navigasyon araçlarını kullanarak uçuşları hükümet ve şirket düzenlemelerine göre planlamak; gerekli kontrolleri oluşturmak ve uçağa komuta etmek,
- En hızlı, en güvenli ve en sorunsuz uçuşları sağlayacak rotaları, yükseklik ve hızları seçmek,
- Uçuş sırasında yakıt tüketimini ve uçuş sistemlerinin işleyişini izlemek,
- Motorların, sistemlerin ve uçuş için gerekli cihazların doğru biçimde çalıştığından emin olmak,
- Havaalanı rakımlarını, hava sıcaklığını, uçağın ağırlığını, rüzgârın yön ve hızını göz önünde bulundurarak uçağın hızını ayarlamak; gereken ekipmanları kullanarak kalkış izinleri, varış talimatları ve diğer bilgileri kontrol kuleleri ile iletişime geçerek doğru biçimde elde etmek,
- Görüş kısıtlı olduğunda uçağı aletli uçuş kurallarıyla uçurmak,
- Koşullar gerektirdiğinde yükseklik veya rotalarda değişiklik talep etmek.

Pilotluk, en ufak hatanın bile büyük önem arz ettiği ve yapılan hataların ölümcül sonuçlar doğurabileceği bir meslektir (Maschke, Oubaid ve Pecena, 2011). Dolayısıyla emniyetli bir uçuş için pilotların bilişsel işlevleri hayati rol oynamaktadır (Carreta ve ark., 2016; Westerman, Darby, Maruff ve Collie, 2001). Goeters, Maschke ve Eißfeldt (2004) tarafından Lufthansa Hava Yolları pilotları ile gerçekleştirilen iş analizi çalışması sonucunda *problem*

*hassasiyeti, bütünleştirme hızı, bellek, seçici dikkat, bütünleştirme esnekliği (flexibility of closure), algısal hız, sayısal işlem, yazılı bilgiyi kavrama, bilgiyi sıralama, sözlü ifade, görselleştirme, tümdengelimsel muhakeme, eş zamanlı görev yürütme (time sharing) ve uzamsal yönelim (spatial orientation)* pilotlarda normalin üstünde veya çok üstünde olması gereken bilişsel yetenekler olarak belirlenmiştir. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (International Air Transport Association [IATA], 2019) tarafından yayınlanan bir dokümanda pilot adaylarında ölçülmesi gereken bilişsel yetenekler *temel* (basic) ve *birleşik* (composite) olarak kategorileştirilmiştir. Temel bilişsel yeteneklerin başında da bellek gelmektedir. Bilişsel faktörlerin pilotların performansları ile pozitif yönde ilişkili olduğunu gösteren çalışma sonuçları da mevcuttur (örneğin, Arıkan, Ertemir ve Keskinçilik, 2018). Martinussen (1996) pilot seçimi ile ilgili 50 çalışmayı incelediği meta analiz araştırmasında pilotların uçuş performansı ile en yüksek ilişkiye sahip olan testlerin bilişsel testler olduğunu ve bu testlerden alınan puanların pilot performansının %12'sini açıkladığını ortaya koymuştur.

Bu yüzden pilot seçimlerinde pilotluğa olan yatkınlığın belirlenmesi söz konusu olduğunda adayların bilişsel yeteneklerinin değerlendirilmesi, pilot seçimlerinde yer alan bilişsel testler arasında da bellek performansını ölçmeye yönelik testlerin kullanılması önemlidir (SkyTest, 2021). Örneğin, Lufthansa'nın pilotluk eğitimine kabul ettiği adaylara uyguladığı bellek testleri arasında belleğin farklı boyutlarını ölçen testler (görsel bellek, işitsel bellek, vb. gibi) yer almaktadır (SkyTest, 2021).

Pilotlukta belleğin önemini kaza raporları veya kayıtlar kadar akademik araştırmalar da göz önüne sermektedir. Aşağıda bu araştırmalar ve araştırmalarda elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

### **Pilotlar İle Yapılan Bellek Araştırmalarına Genel Bir Bakış**

Bellek, önceden de belirtildiği üzere, kısaca bilgileri depolama, akılda tutma ve hatırlama yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Atkinson ve Shiffrin, 1971). Bellek ile ilgili ilk araştırmalar belleği *kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek* olmak üzere iki alt boyutta ele almıştır. Kısa süreli bellek, bilgilerin geçici olarak tutulduğu, kapasitesi oldukça sınırlı olan bir yapıyken, uzun süreli bellek bilgilerin artık kalıcı hale dönüştüğü, kişinin sürekli olarak kullandığı ve hatırladığı bilgilerin depolandığı bir sisteme karşılık gelir. Uzun süreli belleğin hatırlanacak materyalden (resim, sözcük, bağlantı, olay, vb.) bağımsız olarak oldukça yüksek bir kapasiteye sahip olduğu düşünülmektedir (örneğin, Shepard, 1967; Standing, 1973; Brady, Konkle, Alvarez ve Oliva, 2008). Bellek ile ilgili yapılan daha sonraki çalışmalarda ise *çalışma belleği* kavramı ortaya atılmıştır (Baddeley, 1992). Çalışma belleği, kısa süreli bellek kavramından

doğmuştur ve hala kimi zaman birbiri yerine kullanıldığı görülmektedir. *Kısa süreli bellek*, bellekte bir bilgiyi geçici olarak tutmaya karşılık gelirken *çalışma belleği*, bilginin bellekte hem geçici olarak tutulmasına hem de işlenmesine karşılık gelmektedir (Baddeley, 2012). Son yıllarda üzerinde sıkça çalışılan bir başka bellek türü ise *prospektif bellek* kapasitesidir. Prospektif bellek kısaca bir davranışı belli bir zaman geldiğinde yapmayı hatırlama olarak tanımlanmaktadır (Dobbs ve Reeves, 1996).

### **Kısa Süreli Bellek ve Pilotlarla Yapılan Araştırmalar**

Kısa süreli bellek, sınırlı miktarda bilgiyi geçici olarak erişilebilir durumda tutan bellek türü (Atkinson ve Shiffrin, 1968) olarak tanımlanabilir. Kısa süreli bellek, *birincil* (primary) veya *aktif* (active) bellek olarak da adlandırılmaktadır ve çok kısa bir süre içinde bilgiyi hazır bir durumda akılda tutma kapasitesidir. Örneğin, bir arkadaşınızı aramak için hemen birkaç saniye önce öğrendiğiniz bir telefon numarasını tuşlarken kısa süreli bellek aktif haldedir (Solso, 2014:184). Kısa süreli bellek, oldukça sınırlı bir bilgi işleme kapasitesine ve süresine sahiptir (Solso, 2014:176). Yapılan araştırmalar neticesine eğer öğrenilen veya erişilen bilginin tekrarlanması engellenirse, kısa süreli belleğin etki süresinin saniyeler (yaklaşık olarak 15-20 saniye) ile sınırlı olduğu düşünülmektedir (Goldstein, 2011:124-125). Bireysel farklılıklar gözlemlense de kısa süreli bellek kapasitesi için ise, genel olarak kabul edilen kapasite “*sihirli sayı*” olarak adlandırılan ve Miller Yasası olarak da bilinen  $7 \pm 2$  bileşendir (Miller, 1956). Bununla birlikte sonraki çalışmalarda, kısa süreli bellek kapasitesinin minimum 4 birim olduğu ve ayrıca *kümeleme* (chunking) tekniği yardımı ile aralarında güçlü anlamsal bağları olan öğelerin daha fazla hatırlanabileceği ileri sürülmektedir (Cowan, 2001). Kısa süreli bellek, karmaşık işlemlerin geçici olarak depolanması ve bilgilerin değişimlenmesine dayalı çok sayıda alt bileşenden oluşan çalışma belleğinden (working memory) farklıdır (Goldstein, 2011:132). Çalışma belleğine ve pilotluk mesleğindeki önemine ilerleyen alt başlıklar altında değinilecektir.

Kısa süreli bellek kapasitesinin pilotluk görevlerindeki performans ile ilişkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalarda MicroCog, Sternberg Nesne Tanıma Testi ve WaICT (The Walking Corsi Test) gibi çeşitli testlerden yararlanılmıştır (King ve ark., 2013; Lindseth, Lindseth, Petros, Jensen ve Caspers, 2013; Verde ve ark., 2016). MicroCog, dikkat, bellek, muhakeme, uzamsal işleme ve tepki hızı gibi bilişsel yetenekleri ölçmek için tasarlanan bilgisayar temelli bir test bataryasıdır (Powell ve ark., 1993). MicroCog’da bellek performansını ölçmek için tasarlanan alt testler hem uzun süreli belleğe hem de kısa süreli belleğe hitap etmektedir. MicroCog bataryasında kısa süreli belleği ölçmek için kullanılan testlerden bir tanesinde katılımcılara ardı ardına iki hikâye sunulur ve daha sonra hikâyelerin



içeriği ile ilgili sorulara yanıt vermeleri istenir. Diğer testte ise katılımcılara çeşitli isim ve adresler sunulur ve daha sonra katılımcılardan bu adresleri hatırlamaları istenir. King ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan bir çalışma MicroCog bataryasının bellek testlerinden alınan puanların pilot adaylarının eğitimdeki başarıları ile pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu çalışmanın araştırmacıları, kısa süreli bellek performansı arttıkça pilot adaylarının uçuş okulundaki akademik başarılarının, günlük uçuş puanlarının ve sınıflarındaki başarı sıralamalarının da arttığını raporlamışlardır (King ve ark., 2013). Bu bulgular, kısa süreli bellek kapasitesinin pilotaj eğitiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sternberg Nesne Tanıma Testi ise bellek ölçümünde sıkça kullanılan bir test olup katılımcılara test esnasında ekranda iki, dört veya altı haneli rakam dizileri gösterilmektedir (Sternberg, 1966). Daha sonra katılımcılara tek bir rakam gösterilip bu rakamın gösterilen dizide olup olmadığını mümkün olduğunca hızlı biçimde belirtmesi istenmektedir. Lindseth ve arkadaşları (2013) tarafından yürütülen bir araştırmada, pilotların uçuş performansı simülâtör ile kısa süreli bellek kapasiteleri Sternberg Nesne Tanıma Testi ile ölçülmüştür. Bu çalışmanın temel amacı pilotların sıvı tüketimi ile bilişsel ve uçuş performansları arasındaki ilişkiyi saptamak olduğu için kısa süreli bellek testi ile uçuş performansı arasındaki ilişki raporlanmamıştır. Araştırma sonunda, daha fazla sıvı tüketimi yapan pilotlar ile daha az sıvı tüketimi yapan pilotlar arasında uçuş simülâtöründe yapılan hatalar ve kısa süreli bellek performansı bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Araştırmada, susuz kalma (dehidrasyon) seviyesi yüksek pilotların simülâtörde daha fazla hata yaptığı fakat kısa süreli bellek performansının susuzluktan etkilenmediği bulunmuştur (Lindseth ve ark., 2013). Bu araştırma, kısa süreli bellek ve uçuş performansı arasındaki ilişkiyi değinmese de kısa süreli bellek kapasitesini bir değişken olarak ele alarak bu bellek türünün pilotluk performansı için önemli olabileceğini göstermektedir.

Verde ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan ve pilot ve pilot olmayan kişilerin uzamsal bellek farklılıklarının incelendiği araştırmada ise, katılımcılardan WalCT Testi'ni tamamlamaları istenmiştir. WalCT Testi, mekânsal/uzamsal kısa süreli bellek performansını ölçmek için tasarlanmış bir testtir. Araya giren çeldiricilerin kişilerin bellek performansını nasıl etkilediğini görmek amacı ile katılımcılara test esnasında ikili görevler sunulmuştur. Tekli görev sırasında araştırmacı üzerinde kareler olan bir halıda yürüdükten sonra katılımcıdan, kendi yürüdüğü karelere aynı sıra ile basarak yürümesini istemiştir. Katılımcının, hatırlayıp basması gereken kare sayısı her seferinde artmıştır. İkili görevde ise araştırmacı katılımcıya izlemesi gereken sırayı gösterirken katılımcıdan bir noktaya yürümesini (motor çeldirici), çeşitli bacak hareketleri yapmasını (uzamsal motor çeldirici), bir sesi tekrar etmesini (sözel

işitsel çeldirici) veya odaya verilen sesin nereden geldiğini parmağı ile işaret etmesini (uzamsal çevreye dair dışsal çeldirici) istemiştir. Sonuçta pilotların, pilot olmayan katılımcılara göre hem tekli hem de ikili görevlerde daha başarılı olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, pilotların kısa süreli bellek performanslarının çeldirici olduğunda ve olmadığıda genel popülasyondan daha iyi olduğunu göstermesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca pilotların işlerinin doğası gereği aynı anda birçok görevi yapmaları ve çeşitli kararlar vermelerinden dolayı çeldiricilerden daha az etkilendiklerini de ortaya koyuyor olabilir. Uçuş esnasında birden fazla görevin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesinden dolayı pilot adaylarının seçiminde kısa süreli bellek kapasitesi daha yüksek olan ve çeldiricilerden daha az etkilenen kişilerin seçilmesi de önem arz etmektedir.

Pilotların kısa süreli bellek performansları üzerine yapılan kısıtlı sayıda çalışma olmakla birlikte bu çalışmalar genel olarak pilotların kısa süreli bellek performansının toplum normlarından daha iyi düzeyde olduğunu ve pilotların çeldiricilerden daha az etkilendiğini, ayrıca kısa süreli bellek performansının pilotluk eğitimindeki başarıyı yordadığını göstermesi bakımından önemlidir. Uçuş görevleri açısından ele alındığında pilotların zaman zaman bazı bilgileri birbirlerine veya hava trafik kontrolörüne kısa süreli belleklerinde tutarak hemen iletmeleri önem taşıyabilir. Örneğin, acil bir durumda yapılması gerekenlere yönelik olarak bilgiyi el kitabından tek başına okuyan bir ikinci pilotun bu bilgiyi kaptan pilota acilen doğru bir biçimde ilemesi gerekebilir. Kısa süreli bellek performansı, aynı zamanda iyi bir çalışma belleği performansı için de temel teşkil ettiğinden pilotlukta oldukça önemlidir. Kısa süreli bellek kapasitesi iyi olmayan bir pilotun ileride daha detaylı açıklanacak olan çalışma belleğinde de iyi olması beklenemez.

### **Uzun Süreli Bellek ve Pilotlarla Yapılan Araştırmalar**

Bellek ile ilgili öne sürülen tüm kuramlarda adı geçen uzun süreli bellek, geniş bir bilgi deposudur ve önceki olayların ve bilgilerin kaydını tutar (Cowan, 2008). Uzun süreli belleğin depolama süresi günler ve yıllar arasında değişebilir ve neredeyse sınırsız bir kapasiteye sahip olduğu düşünülmektedir (Solso, 2014:193-196; Standing, 1973). Uzun süreli bellek, *açık bellek (explicit memory)* ve *örtük bellek (implicit memory)* olmak üzere iki alt birimden oluşur (Baddeley, 2001:1346). *Açık bellekte* bilgiler bilinçli ya da niyetli olarak kaydedilmiştir. Açık bellek de kendi içinde gerçeğe dair bilgiler içeren *semantik bellek* ve zaman ve yer gibi değişkenlere bağlı olarak kişinin yaşadığı olayları içeren *epizodik bellek* olarak ikiye ayrılır (Conway, 2009). *Örtük bellek* ise bilginin bilinçli olarak kaydedilmediği bellek türüdür ve çoğunlukla motor becerilerin öğrenilmesini ve gerektiğinde kullanılmasını kapsar (Schacter, 1987). Bu bilgilere örnek olarak bisiklete binmek, yüzme veya araba kullanmayı verebiliriz.

Pilotların uzun süreli bellek becerilerini inceleyen araştırmalarda (Arıkan ve ark., 2018; Carreta ve ark., 2014; Jodlowski ve Doane, 2003; King ve ark., 2013; Morrow, Leirer, Altiteri ve Fitzsimmons, 1994), Rey-Osterrieth Karmaşık Şekil Testi, VIQ (Verbal Intelligence Quotient) ve FSIQ (Full Scale Intelligence Quotient) Bilgi Ölçekleri, MicroCog ve Kokpit Senaryosu, Uzun Haritası ve Rota Hatırlama gibi testlerden yararlanılmıştır.

Bu testler arasında yer alan Rey-Osterrieth Karmaşık Şekil Testi, özellikle kısa ve uzun süreli görsel bellek performansı başta olmak üzere aynı zamanda yapılandırma becerisi, görsel-mekânsal dikkat ve planlama gibi yönetici işlevleri ölçmek üzere sıklıkla kullanılan nöropsikolojik testlerden biridir (Ayçiçeği-Dinn ve Dinn, 2012; Şişman-Bal ve Ayçiçeği, 2020). Rey-Osterrieth Karmaşık Şekil Testi; kopyalama, kısa ve uzun süreli gecikmeli serbest hatırlama ve tanıma bölümlerinden oluşmaktadır. Kopyalama aşamasında, katılımcılarından kendilerine gösterilen karmaşık şeklin aynısını boş bir kağıda renkli kalemler ile çizmeleri istenir. Renkli kalemlerin kullanılmasının nedeni, katılımcının şekli çizerken nasıl bir planlama yaptığını anlayabilmek adına hesaplanacak olan organizasyon puanının belirlenebilmesi içindir. Katılımcının şekli kopyalama işlemi bittikten 3 dakika sonra kısa süreli gecikmeli serbest hatırlama, 30 dakika sonra ise uzun süreli gecikmeli serbest hatırlama bölümlerine geçilir. Serbest hatırlama bölümlerinde katılımcılardan, daha önce renkli kalemler ile çizdikleri şekli hatırladıkları kadarıyla kurşun kalemle boş bir kağıda tekrar çizmeleri istenir. Bu bölümlerden elde edilen puanlar, katılımcıların kısa ve uzun süreli bellek performansını ortaya koymaktadır. Uzun süreli gecikmeli serbest hatırlama çizimi sonrasında ise, testin son aşaması olan tanıma bölümüne geçilerek katılımcılardan, daha önce çizdikleri ve hatırlamaya çalıştıkları hedef şeklin herhangi bir yerinde olan veya olmayan şekiller gösterilerek hangilerinin ilk gördükleri hedef şekilde olup olmadığına karar vermeleri istenir (Meyers ve Meyers, 1995; Şişman, 2014).

Arıkan ve arkadaşları (2018), ticari hava yolu pilotları için test bataryası geliştirmek amacıyla yaptıkları araştırmada Rey-Osterrieth Karmaşık Şekil Testi'ni kullanmış ve tartışma bölümünde pilotlar ve toplumdaki diğer kişilerden toplanan veriler arasında farklılıklar gözlemlendiğinden bahsetmiştir. Pilotlar ile gerçekleştirilen bu araştırmanın bulgularını toplum normları ile karşılaştırıldığında pilotların testi tamamlama süresinin daha az olduğu vurgulamışlardır. Bu bulgular, pilotluk mesleği için uzun süreli bellek kapasitesinin önemini ve pilotların uzun süreli bellek becerilerinin toplum normlarından daha iyi olması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca bu çalışma, pilotların veya pilot adaylarının belleklerinin pilot normları temel alınarak değerlendirilmesinin de önemini göstermektedir.

Carreta ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yayınlanan ve bilişsel beceriler ile kişilik özelliklerinin uçuş performansını ne şekilde yordadığının incelendiği araştırmada ise pilotluk eğitimine başlayan kişilerin uzun süreli bellek yetenekleri sözel zekâ ve genel zekâ testlerinin bilgi hatırlama alt ölçeklerinden elde ettikleri performansları ile test edilmiştir. Kısacası bu araştırmada pilot adaylarının uzun süreli bellek kapasiteleri çeşitli konulardaki bilgileri ölçülerek değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, pilot adaylarının uzun süreli bellek ölçümünü de içeren bilişsel performanslarının simülasyon ile ölçülen uçuş performansları ile orta seviyede olumlu yönde ilişkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca araştırmada bu yetenekleri daha yüksek olarak ölçülen pilot adaylarının eğitim sonrasındaki uçuş performanslarının ve bellek yeteneklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Carreta ve ark., 2014). Bu bulgular, uzun süreli belleğin uçuş performansı için önemli bir faktör olduğunu ve uçuş eğitimindeki başarı ile de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Uzun süreli bellek ve çalışma belleği kapasitelerinin pilotların karmaşık görevlerdeki performansları ile ilişkisini inceleyen bir araştırmada ise, uzun süreli belleğin durum farkındalığı ile ölçülen görev performansında yordayıcı bir rol oynadığı bulunmuştur (Jodlowski ve Doane, 2003). Bir başka araştırma ise, Çoklu Yetenek Testi (Multidimensional Aptitude Battery, MAB) ve MicroCog bataryalarından aldıkları puanların pilotların eğitim başarısı ile ilişkisini incelemiştir (King ve ark., 2013). MicroCog bataryası, daha önce de belirtildiği gibi, çeşitli bilişsel yetenekleri ölçmek için yaygın olarak kullanılan test bataryalarından biridir ve katılımcılar testlerden dikkat, bellek, tepki zamanı gibi bilişsel yeteneklere dair puanlar almaktadır (Powell ve ark., 1993). Bataryada, uzun süreli bellek performansı iki test ile ölçülmektedir. Birinci testte katılımcılara bir hikâye okutulup aradan belli bir zaman geçtikten sonra hikâye ile ilgili sorulara cevap verilmesi istenmektedir. İkinci testte ise katılımcılara isimler ve adresler sunulup yine belli bir sürenin ardından bu isimler ve adreslere yönelik sorular sorulmaktadır. MicroCog bataryasında uzun süreli bellek ölçümü için kullanılan alt testlerin pilotların eğitim sonunda elde ettikleri başarıları ve uçuş performansları ile pozitif yönde ilişkili olduğu gösterilmiştir (King ve ark., 2013). Bu bulgular, uzun süreli belleğin pilotların uçuş görevlerinin yanı sıra pilotların veya pilot adaylarının aldıkları eğitimlerin en fazla faydayı elde etmelerinde önemli bir rol oynadığına işaret etmektedir.

Kısacası, uzun süreli bellek üzerinde yapılan araştırma sonuçları genel olarak pilotların uzun süreli bellek kapasitelerinin toplumun geri kalan bireylerinden daha güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca çeşitli psikolojik testlerle değerlendirilen uzun süreli bellek kapasitesinin pilotların uçuş performansları ve uçuş eğitimindeki başarıları ile de ilişkili olduğu bulunmuştur. Tüm bu bulgular, pilotların başarılı ve emniyetli bir uçuş gerçekleştirilmesinde

uzun süreli bellek kapasitelerinin etkin bir rol oynadığına işaret etmektedir. Gerçek yaşamdaki uçuş görevleri açısından ele alındığında da güçlü seviyede bir uzun süreli belleğin pilotlar için epey önemli olduğu söylenebilir. Örneğin, pilotların kullandıkları uçağın tipine yönelik olarak eğitimde öğrenmiş oldukları bazı bilgi ve becerileri gerekli durumlarda kolayca hatırlamaları gerekmektedir. Bazı durumlarda yapılması gerekenler el kitaplarının ilgili kısımlarından takip edilerek çözümlense de bu bilgi yığınının nasıl kullanılması gerektiğini bilebilmek için pilotlar uzun süreli belleklerine ihtiyaç duyacaktır. Pilotlar birçok faydalı bilgiyi uzun süreli belleklerine alarak ileride karşılarına çıkabilecek problemlerin çözümlerini de kolayca bulabilirler. Örneğin, belli bir havalimanında bulunan belli bir pistin iniş ve kalkış açısından önceden yaratmış olduğu sorunlar ve bu sorunlarla başa çıkmak üzere kullanılacak olası çözümler bir pilotun uzun süreli belleğinde tutması gereken önemli bilgiler arasında olabilir.

### **Çalışma Belleği ve Pilotlarla Yapılan Araştırmalar**

Çalışma belleği veya işleyen bellek (working memory), bilgiyi aktif bir şekilde akılda tutma ve bilişsel bir görev için işleyebilme kapasitesidir (Baddeley, 1992). Çalışma belleğinin, kavrama, öğrenme ve muhakeme gibi karmaşık bilişsel görevlerde bilginin geçici olarak depolanmasını ve yönetilmesini sağladığı öne sürülmüştür (Baddeley, 1992). Çalışma belleği günlük yaşantımızda çok fazla işimize yarar. Örneğin, bir romanı okurken çalışma belleğimiz büyük ölçüde ihtiyaç duyarız. Okuduğumuz her cümleyi zihnimizde anlamlandırmamız için önceki okuduğumuz cümlelerle ilişkilendirmemiz, başka bir deyişle önceden hatırladıklarımız doğrultusunda yeni bilgiyi işleyebilmemiz gerekir. Bunu yapamazsak okuduğumuz metni anlamamız güçleşir (Ericsson ve Kintsch, 1995).

Kaptan ve ikinci pilotlar hem birbirleriyle hem de hava trafik kontrolörleriyle sürekli iletişim halindedir. Örneğin, bir uçak kalkmadan önce pilot, hava trafik kontrolöründen kalkış izni ile çeşitli talimatlar alır. Bu durumda pilotun, aynı anda hem hava trafik kontrolöründen gelen bilgileri işitip aklında tutması hem de kokpitte başka gerekli eylemleri yerine getirmesi gerekir. Ayrıca hava trafik kontrolörünün talimatları okuma hızı ile pilotun bu talimatları işleme hızı aynı olmayabilir. Özellikle trafik kontrolörü talimatı hızlı ve zor anlaşılır bir şekilde verirse pilotun verilen bilgileri anında işlemesi daha da güçleşebilir. Bu esnada, çalışma belleği aktif haldedir. Çoğu insanın bu kadar bilgiyi aklında tutması ve işlemesi oldukça zordur ancak pilotların çalışma belleği kapasitelerinin toplum ortalamasından daha yüksek olması beklenmektedir (Jodlowski ve Doane, 2003; Morrow ve ark., 1992; Verde ve ark., 2015). Bellek türleri arasında pilotlarla en fazla çalışılmış olan bellek türü çalışma belleğidir ve bu araştırmalar çalışma belleği kapasitesinin pilotların durum farkındalığı, uçuş performansları, uçuşta ve iniş esnasında aldıkları kararların doğruluğu ile ilişkili olduğunu

göstermiştir (Cheng ve ark., 2019; Jodlowski ve Doane, 2003; Morrow, Leirer ve Altieri, 1992; O'Hagan, Issartel, McGinley ve Warrington, 2018; Stokes ve Raby, 1989; Verde ve ark., 2015).

Çalışma belleğinin yapısını anlayabilmek için bazı teorik açıklamalar ileri sürülmüştür. Alanda en çok kabul gören Baddeley'in (1992) çalışma belleği modeline göre, bu bellek sistemi hem bilginin depolanmasını hem de bunu yaparken işlemlenmesini içine alan bir yapı olup, üç temel bileşenden oluşmaktadır (Baddeley, 1992, 2000, 2012): 1- sözel ve işitsel bilgilerin işlenmesinden sorumlu *fonolojik döngü* (phonological loop), 2- görsel ve mekânsal/uzamsal bilgilerin işlenmesinden sorumlu *görsel-mekânsal/uzamsal kopyalama* (visuospatial sketch pad) ve 3-sözel ve görsel bilgileri koordine ederek, özellikle dikkatin farklı görevler sırasında nasıl bölüneceğine veya nasıl kullanılacağına karar veren bir üst yönetici özelliği taşıyan ve çalışma belleğinin temelde işlemlenmesini sağlayan ama bileşen *merkezi yönetici* (central executive).

Sözel ve işitsel bilgiler, çok kısa bir süre için ve sınırlı bir kapasite ile fonolojik döngü alt bileşeni tarafından depolanarak işlenmektedir. Görsel-mekânsal kopyalama alt bileşeni ise, özellikle görsel imgelerin zihinde canlandırılması, zihinsel döndürme gibi görsel ve mekânsal/uzamsal bilgilerin işlenmesinden sorumludur (Baddeley, 1992, 2000). Bir telefon numarasını hatırlamaya çalıştığınızda fonolojik döngü bileşenini, zihninizde kampüsteki bir yolu veya bir imajı hatırlamaya çalıştığınızda ise görsel-mekânsal kopyalama alt bileşenini kullanırsınız (Goldstein, 2011:132).

Merkezi yönetici, denetleyici görevi görür ve sisteme gelip giden bilgi akışını kontrol eder. Esas görevi bilgilerin depolanmasından ziyade bilgilerin fonolojik döngü ile görsel-mekânsal/uzamsal kopyalama bileşenleri tarafından nasıl kullanılacağını organize etmektir. Temel olarak belirli bir görev için dikkatin başlatılması, odaklanması ve sürdürülmesi ile eş zamanlı görevler arasındaki geçişi sağlamak; alt bileşenlerin kendi aralarındaki ilişkileri ve uzun süreli bellek ile olan ilişkilerin kontrolünü yapmak gibi oldukça önemli işlevleri vardır (Doğan, Tüfekçioğlu ve Er, 2003; Goldstein, 2011:136).

Baddeley'in çalışma belleği modeline ilerleyen yıllarda olaysal/epizodik tampon (episodic buffer) bileşeni dâhil edilmiştir (Baddeley, 2000, 2012). Çalışma belleği kapasitesinin kümeleme tekniği ile artırılabilirliğini ve uzun süreli bellek ile ilişkili olduğunu daha önce belirtmiştik. Epizodik tampon bileşeninin, çalışma belleği modelinde depolama kapasitesini artıran ve tüm alt bileşenlerin uzun süreli bellek ile iletişim kurmasını sağlayan bileşen olduğu öne sürülmüştür (Baddeley, 2000, 2012).

Çalışma belleği, bilginin kısa süreliğine zihinde tutulması ve manipülasyonu ile ilgilidir. Bu sebeple, çalışma belleği yönetici bilişsel işlevler arasında kabul edilmekte ve çoğunlukla karmaşık dikkat görevleri ile değerlendirilmektedir (Weintraub, 2004:127). Çalışma belleği kapasitesini değerlendirmek için genellikle ileriye ve geriye doğru sayma ya da sıralama yapılması istenen sözel veya görsel-mekânsal menzil/uzam görevleri (span tasks) kullanılmaktadır. Örneğin, bir sayı uzamı (digit span) görevinde, bireylerden giderek artan sayıda kendilerine söylenen sayı dizilerini (örn, 3-7-4-8-1-5) dinledikten hemen sonra bu sayı dizisini aynı sırada (ileri doğru menzil) veya sondan başa doğru yani tersine (geriye doğru menzil) sıralayarak tekrar söylemeleri istenmektedir (Öktem, 2015:176). Menzil görevlerinde harfler, günler, aylar, rakamlar veya farklı görsel öğeler kullanılarak çeşitli materyaller ile çalışma belleğine dair değerlendirme yapılabilmektedir. Genel olarak ileriye doğru menzil görevleri, basit dikkat ve kısa süreli bellek kapasitesi hakkında bilgi sunarken; geriye doğru menzil görevleri ise bilginin hem kısa süre tutulması hem de işlenerek tersine manipülasyonunu gerektiğinden çalışma belleği kapasitesi ve karmaşık dikkat becerisi hakkında fikir vermektedir (Weintraub, 2004:129). Aynı zamanda uzam görevlerinde kullanılan materyaller (harf, sayı, sözcük, cümle, matematiksel işlem, şekil vb.), sözel-işitsel şekilde sunulabileceği gibi görsel-mekânsal/uzamsal şekilde de sunulabilir. Böylece çalışma belleği kapasitesi farklı modaliteler üzerinden de değerlendirilmektedir. Diğer yandan, basit uzam görevlerinin yanı sıra çalışma belleği kapasitesini belirli işlemlere özgü daha detaylı şekilde tespit etmek için karmaşık dikkat becerisine de duyarlı olan cümle uzamı veya hesaplama/işlem uzamı gibi görevler de kullanılmaktadır (Stone ve Towse, 2015).

Çalışma belleğinin kapasitesinin sınırlı olduğu ve bu sınırlılığın bireyden bireye oldukça farklılaştığı öne sürülmektedir. Çalışma belleği akıcı zekâ, aritmetik yetenekler, yönetici dikkat, öğrenme ve çoklu görevlerin sürdürülmesi gibi diğer bilişsel yeteneklerle de yakından ilişkilidir (Conway, Cowan, Bunting, Theriault ve Minkoff, 2002; Hambrick, Oswald, Darowski, Rench ve Brou, 2010; Kane ve Engle, 2003; McLean ve Hitch, 1999). Bireylerin çalışma belleği testlerinde gösterdikleri performansın uzun süreli bellek performanslarını yordadığı da gösterilmiştir (Park ve ark., 1996).

Araştırmalar, genel olarak pilot ve pilot olmayan kişiler arasında çalışma belleği performansında ve kapasitesinde bir farklılık olduğunu göstermektedir. Verde ve arkadaşları, 2015 yılında yayınlanan araştırmalarında tecrübeli pilotlar ve pilot olmayan katılımcıların görsel ve mekânsal/uzamsal çalışma belleği performanslarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğine odaklanmıştır. Bu araştırmaya 20 kadın ve 20 erkek pilot, 13 pilot olmayan erkek ve 15 pilot olmayan kadın katılmış olup araştırmacılar görsel ve mekânsal çalışma

belleğini ölçmek için çalışma belleği ölçümünde en yaygın kullanılan testlerden olan Corsi Blok Testi'ni (Corsi, 1972) ve bu testin bir alternatifi olan boş bir odada üzerinde kareler olan bir halıda yürüyerek uygulanan versiyonunu (Piccardi ve ark., 2008) kullanmışlardır. Test, yaklaşık 30 dakika sürmektedir ve katılımcılardan karelerde araştırmacının bastığı sırayla yürümesi istenmektedir. Testin bir bölümünde ise katılımcıdan araştırmacının yürüdüğü sırayı tersten başlayarak yürümesi istenmektedir. Testin bu bölümünde pilotların, araştırmacının yürüme sırasını zihinlerinde işleyerek tersine çevirmeleri gerektiği için çalışma belleği performansı ölçülmektedir. Araştırma sonuçları pilotların görsel ve mekânsal/uzamsal çalışma belleği kapasitelerinin pilot olmayan katılımcılara göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Çalışma belleği kapasitesinde kadın ve erkek katılımcılar arasında her iki grupta da bir farka rastlanmazken pilot olmayan katılımcılar arasında görsel ve mekânsal/uzamsal çalışma belleğinde erkeklerin kadınlardan daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, çalışma belleği ve uzamsal çalışma belleği ile pilotların uçuş tecrübeleri arasında da bir ilişkiye rastlanmamıştır (Verde ve ark., 2015). Bu bulgular, pilotluk mesleği için çalışma ve görsel ve mekânsal/uzamsal çalışma belleği kapasitesinin toplum normlarından daha iyi olduğunu, pilotluk mesleğine seçilen kişilerin zaten bu özellikleri nedeniyle seçilmiş olduklarından cinsiyet ve uçuş tecrübesine bağlı farklılıkların önemli bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Başka bir çalışmada, genç ve yaşlı pilotlar ile pilot olmayan katılımcılardan oluşan bir örnekleme Cümle Uzamı Testi ile ölçülen çalışma belleği performansı karşılaştırılmıştır (Morrow ve ark., 1992). Bu test için araştırmacılar havacılık ile ilgili doğru veya yanlış olabilecek farklı uzunluklarda cümleler üreterek, katılımcılardan okudukları cümlenin doğru ya da yanlış olup olmadığına karar vermelerini istemişlerdir. Katılımcılardan cümlenin doğruluğuna karar verirken aynı zamanda cümlenin son kelimesini de hatırlamaları istenmiştir. Cümle uzamı kapasitesinde pilotlar ve pilot olmayan katılımcılar arasında bir fark görülmezken bu kapasitenin yaşla birlikte düştüğü raporlanmıştır. Genç pilotlar, sözcükleri hatırlamada yaşlı pilotlara göre daha iyi performans göstermiştir (Morrow ve ark., 1992).

Jodlowski ve Doane (2003) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, karmaşık görevlerde başarılı olmanın çalışma belleği ve uzun süreli bellek ile ilişkisi pilotların uçuş tecrübeleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Çalışma belleği kapasitesinin ölçülmesi için araştırmacılar sözel ve işitsel (Daneman ve Carpenter, 1980) hem görsel ve mekânsal/uzamsal (Shah ve Miyake, 1996) alt boyutlara hitap eden testleri birleştirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yeni ve tecrübeli pilotlar arasında çalışma belleği kapasitesi farklılıklarına rastlanmamıştır. Çalışma belleği performansının pilotluk görevleri ve uçuş performansı ile



ilişkili olduğunu gösteren çalışmaların aksine, bu çalışmada çalışma belleğinin karmaşık görevlerdeki performansı yordamadığı, fakat uzun süreli bellek performansının pilotlar için karmaşık görevlerde bir yordayıcı olduğu gösterilmiştir (Jodlowski ve Doane, 2003). Bu bulgulardan yola çıkarak farklı bellek türlerinin pilotların gerçekleştirilmesi gereken farklı karmaşıklıkta görevlerdeki performansları ile ilişkili olabileceği öne sürülebilir.

Pilotlar ile gerçekleştirilen bazı çalışma belleği araştırmaları da pilotların maruz kaldığı çevresel faktörlerin çalışma belleği kapasitelerine etkisini incelemektedir (Cheng ve ark., 2019; O'Hagan, Issartel, McGinley ve Warrington, 2018; Stokes ve Raby, 1989). Uykusuzluğun pilotların yetkinlikleri, yorgunluk seviyeleri ve iyi oluşları üzerine etkisini araştıran bir çalışmada (O'Hagan ve ark., 2018) pilotlar 24 saat uykusuz kaldıkları veya sekiz saat uyku uyuyabildikleri gruplara atanmışlardır. Pilotlardan her sekiz saatte bir pilotluk görevleri, yorgunluk seviyeleri ve iyi oluşları ile ilgili çeşitli testler tamamlamaları istenmiştir. Pilotların çalışma belleği kapasitelerini ölçmek için İşitsel Sayı Uzamı Testi kullanılmıştır. Bu testte, katılımcılardan gittikçe artan miktarlardaki sayı dizilerini önce aynı sıra ile daha sonra ise tersten yani sondan başa doğru olacak şekilde tekrar söylemeleri istenmektedir. Araştırma sonunda, hiç uyumayan grubun iyi oluş, yorgunluk, muhakeme, karar verme ve bilişsel esneklik performanslarının sekiz saat uyuyan gruba göre daha düşük olduğu bulunurken çalışma belleği, durum farkındalığı ve el-göz koordinasyonu testlerinde anlamlı bir fark görülmemiştir (O'Hagan ve ark. 2018). Bu bulgular, yorgunluk seviyesinin pilotların sahip olması gereken çeşitli bilişsel yetenekler üzerindeki olumsuz etkileri olabileceğini gösterirken, bazı faktörlerin ise yorgunluktan etkilenmediğini göstermektedir. Bu durum ayrıca, pilotların çalışma belleğinin toplum normlarından daha yüksek kapasiteye sahip olduğunu ve zaman zaman uykusuz kalmalarına da yol açabilen yoğun bir tempoda çalışmaya alışkın olmalarından dolayı bu tür faktörlerden daha az etkileniyor olduklarını da gösterebilir.

Bir başka araştırmada ise, uzun süreli uçak sesine maruz kalmanın askeri pilotların çalışma belleği kapasitesini nasıl etkileyeceği sorusuna odaklanılmış ve 30-35 yaş arası askeri pilotlar ile pilot olmayan askeri hastanede görevli askeri personelin çalışma bellekleri hem nöropsikolojik testler hem de nörogörüntüleme yöntemleri ile incelenmiştir (Cheng ve ark., 2019). Katılımcılar, sözel ve görsel çalışma belleğine ilişkin testler tamamlamışlar ve fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging / İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntüleme) ile beyinlerindeki yapısal değişiklikler incelenmiştir. Bulgular, pilot ve pilot olmayan katılımcıların sözel ve görsel çalışma belleği kapasitelerinde bir farklılık olmadığını göstermiş ancak pilotların, uzun süreli sözel ve görsel bellek kapasiteleri pilot olmayan katılımcılara göre daha düşük bulunmuştur. Nörogörüntüleme sonucunda elde edilen sonuçlar ise, pilotların

sol hipokampuslerinde küçülme ve sinir hücresi kaybı olduğunu göstermiştir. Hipokampus, çalışma belleğinde etkili önemli beyin bölgelerinden biri olduğu için, araştırmacılar uzun süreli uçak sesine maruz kalmanın pilotların beyinlerinde yapısal değişikliklere neden olabileceğini öne sürmüştür (Cheng ve ark., 2019). Sonuçlar, uzun süreli yüksek sese maruz kalmanın pilotların sözel ve görsel bellek kapasitelerini olumsuz etkilediğini göstermesi açısından önem arz etmektedir. Bu olumsuz etki göz önünde bulundurulduğunda uçuş ekiplerinin maruz kaldıkları çevresel faktörleri azaltmak için önlemler alınmasının faydalı olabileceği söylenebilir. Ayrıca çalışma belleği kapasitesinin çevresel faktörlerden olumsuz yönde etkilendiği göz önünde bulundurulduğunda, çalışma belleği daha güçlü adayların pilot olmak üzere seçilmesi pilotların ilerleyen yıllarda gürültü gibi çevresel koşullar nedeniyle yaşayabilecekleri bellek kaybının etkisini hafifletebilir.

Göreve bağlı stresin havacılığa ilişkin bilişsel yetenekleri nasıl etkilediğini araştıran bir çalışmaya ise pilotluk eğitimi gören 121 saatlik uçuş tecrübesine sahip sekiz öğrenci katılmıştır (Stokes ve Raby, 1989). Katılımcıların normal durumda ve stres manipülasyonu altında pilotluk için önemli olan bilişsel yetenekler (uzamsal algı, görsel dikkat, karar verme, çalışma belleği gibi) ile ilgili testleri tamamladıkları araştırmada, çalışma belleği kapasitesi ise görsel sayı uzamı testi ile ölçülmüştür. Sonuçlar, bilişsel yetenekler arasında stresten en çok etkilenen bilişsel işlevin çalışma belleği olduğunu göstermiştir (Stokes ve Raby, 1989). Pilotluk, doğası gereği çeşitli risk faktörleri ve sorumluluklar içeren bir meslek olduğundan pilotlar diğer meslek gruplarına göre daha fazla stres altında olabilir. Stresin çalışma belleğini olumsuz yönde etkileyebileceği dikkate alındığında pilotların yaşadığı stresi en aza indirmek için çalıştıkları kurumlarda çeşitli önlemlerin alınması ve stresi azaltacak müdahale programlarının tasarlanması önerilebilir.

Pilotlar ve çalışma belleği ile ilgili çalışılan konulardan biri de yaşın etkisi ve çalışma belleğinin uçuş performansı ile ilişkisidir (Causse, Dehais, Arexis ve Pastor, 2011; Causse, Dehais ve Pastor, 2010; Morrow ve ark., 2008, Van Benthem ve Herdman, 2016). Van Benthem ve Herdman tarafından 2016 yılında yayımlanan araştırmada pilotların yaşları, tecrübeleri ve bilişsel yetenekleri ile uçuş performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. Uçuş performansı, simülâtör ile değerlendirilmiştir. Pilotların, işleme hızı, çalışma belleği ve görsel dikkate ilişkin yetenekleri CogScreen bataryası ile ölçülmüştür. Bulgular, daha yaşlı ve daha az tecrübeli pilotların uçuş simülâtöründe daha fazla hata yaptığını göstermiştir. Daha yaşlı pilotların çalışma belleği testlerinden daha düşük puanlar aldığı da bulgular arasındadır. Ayrıca, çalışma belleği kapasitesi daha düşük olan pilotlar da çalışma belleği kapasitesi daha yüksek olan pilotlara göre uçuş simülâtöründe daha fazla hata yapmıştır. Araştırma sonucunda

elde edilen önemli bulgulardan biri de, bilişsel yeteneklerin yaş ve uçuş performansı arasında aracı bir rol oynadığının belirlenmesidir (Van Benthem ve Herdman, 2016). İlerleyen yaşın bilişsel yetenekler arasında özellikle işleme hızı ve çalışma belleği kapasitesi gibi işlevleri olumsuz etkileyebildiği ve bu sebeple performansta düşüşe yol açtığı bilinmektedir (Santrock, 2020:209). Bu bulgular, çalışma belleği kapasitesinin yaşla azalması nedeniyle mesleğin ileriki yıllarında pilotların hataya eğilimlerinin artabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle orta yaş ile birlikte bireyler, kendi mesleki alanlarında ise daha deneyimli hale gelerek uzmanlaşırlar (Santrock, 2020:209). Bu mesleki uzmanlaşma, ilerleyen yaşın uçuş performansı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı bir rol üstlenmesi açısından dikkat çekmektedir. Çalışma belleği kapasitesinin yaş ile birlikte azalmasını yavaşlatmak için pilotların bilişsel yeteneklerini geliştirmeye yönelik egzersizler tasarlanarak bu egzersizlerin düzenli olarak yapılması istenebilir. Ayrıca, pilot adayları arasından seçim yapılırken daha yüksek bilişsel kapasiteye sahip adaylara ağırlık verilebilir.

Başka bir araştırmada ise (Causse ve ark., 2010), yaşın yönetici işlevler (executive functions) üzerindeki etkisinin uçuş performansı ile ilişkisine odaklanılmıştır. Bu çalışmada, pilotların yönetici işlev performansları, yaş ve uçuş tecrübeleri ve simülasyon uçuşu ile ölçülen uçuş performansları değerlendirilmiştir. Yönetici işlevlerden biri olarak da kabul edilen çalışma belleği kapasitesini ölçmek için 2-Geri Testi uygulanmıştır. Bu testte, katılımcılara sırayla şekiller gösterilmiş ve her gösterilen şeklin iki önceki şekil ile aynı olup olmadığını belirtmeleri istenmiştir. Çalışma belleği kapasitesi arttıkça pilotların simülatörde hata yapma olasılıkları da azalmıştır. Ayrıca, muhakeme yeteneği ve uçuş tecrübesi arttıkça uçuş performansının daha iyi hale geldiği bulunmuştur. Ancak, yaş ve diğer yönetici işlevler ile uçuş simülasyonundaki performans arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır (Causse ve ark., 2010). Aynı araştırmacılar tarafından 2011 yılında yayımlanan başka bir çalışmada da yine çalışma belleği, muhakeme yeteneği ve uçuş tecrübesinin uçuş performansı ile ilişkili olduğu ayrıca çalışma belleğinin iniş yapma ve hava durumu doğrultusunda alınan kararların doğruluğunu yordadığı da bulunmuştur (Causse ve ark., 2011). Sonuçlar, çalışma belleğinin sadece genel uçuş performansı ile ilişkili olmadığını, kalkış-iniş esnasında ve ani karar verilmesi gereken durumlarda da etkin bir rol oynadığını göstermektedir.

Morrow ve arkadaşları (2008) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ise, pilotların yaşları ve tecrübeleri ile karar verme süreçleri arasındaki ilişkiye odaklanılırken pilotların bilişsel yeteneklerine dair ölçümler de alınmıştır. Pilotların sözel çalışma belleği kapasitelerini ölçmek için dinleme ve okuma bileşenlerinden oluşan Cümle Uzamı Testi kullanılmıştır. Daha önce de değinildiği gibi bu testte, katılımcılardan okudukları veya duydukları cümlelerin doğru veya

yanlış olduğunu belirtirken cümlelerin sonundaki kelimeyi de akıllarında tutmaları istenmiştir. Araştırma sonunda, çalışma belleği ve yaşın uçuş esnasında karar verme ile ilişkili olmadığı ancak tecrübesi daha fazla olan pilotların daha doğru kararlar verdiği bulunmuştur (Morrow ve ark., 2008). Bu bulgular, çalışma belleği ve uçuş performansı arasında olumlu yönde ilişki gösteren araştırmalar ile çelişkili olsa da bu çelişkinin çalışma belleği kapasitesini ölçmede kullanılan görevlerden ve uçuş performansını ölçmek için kullanan görevlerden kaynaklanıyor olabileceği de olasılık dâhilindedir. Diğer yandan mesleki tecrübenin, yaşa bağlı çalışma belleği kapasitesindeki düşüşü telafi edebileceğine de işaret etmektedir.

Pilotlar ve çalışma belleği arasındaki ilişkiye odaklanan zengin alanyazın incelendiğinde, çalışma belleğinin pilotlukta son derece önemli olduğunu görmek mümkündür. Araştırma sonuçları genel olarak çalışma belleği ile pilotların uçuş tecrübesi arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir. Bu sonuç genellikle çalışma belleği güçlü olan kişilerin pilotluğa seçildiğini veya pilotlukta kalıcı olduğu yönünde yorumlanabilir. Araştırmalar çoğunlukla çalışma belleğinin kapasitesinin pilotların uçuş performansları ve uçuş sırasında aldıkları kararların doğruluğu ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Diğer bir önemli bulgu ise, çalışma belleğinin kapasitesinde ilerleyen yaş ile birlikte bir azalma gözlemlenmiştir. Artan yaş çalışma belleğini zayıflatarak diğer bilişsel işlevlerin de yavaşlamasına neden olmaktadır. Ancak uçuş deneyimi çalışma belleğinin azalan kapasitesini telafi eden bir faktör olarak devreye girebilir. Ayrıca çalışma belleği yaşın yanı sıra stresli koşullardan olumsuz etkilenmeye meyillidir fakat pilotların yorgunluk gibi stresli yaşam koşullarına alışık olmaları bu durumdan toplumdaki diğer bireylere nazaran daha az etkilenmelerine yol açabilir.

### ***Pilotlarda Çalışma Belleği ve Durum Farkındalığı İlişkisini İnceleyen Araştırmalar***

Pilotlar ve çalışma belleği alanında yapılan araştırmalarda en çok ele alınan konulardan biri de durum farkındalığıdır. Durum farkındalığı (situation awareness), pilotların sahip olması gereken en önemli becerilerden olup pilotun uçağın konumuna dair farkındalığı, uçuş öncesinde ve uçuş esnasında içinde bulunduğu durumu algılaması, potansiyel terslikleri kavrayabilmesi olarak tanımlanır. Emniyetli bir uçuş için en önemli bileşenlerinden biri olan durum farkındalığı ile ilişkili bilişsel faktörleri tespit etmek için birçok araştırma yapılmış (örneğin, Durso ve Gronlund, 1999; Endsley, 1995; Wickens, 2002) ve bellek işlevlerinin durum farkındalığı üzerinde merkezi bir rol oynadığı pek çok çalışmada gösterilmiştir (Carreta, Perry ve Ree, 1996; Endsley ve Bolstad, 1994; O'Hare, 1997). Bu başlık altında çalışma belleği ve durum farkındalığı arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar ele alınmıştır.

Sohn ve Doane (2004) tarafından yayımlanan bir araştırma, çalışma belleği ve uzun süreli belleğinin durum farkındalığı üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Pilotların sözel ve uzamsal çalışma belleği performansını ölçen testler kullanılmış, durum farkındalığı ise bir uçuş simülasyonu esnasında uçuş ekranlarındaki değerlerin aniden silinmesi ve katılımcılardan silinen değerleri doldurmaları istenerek ölçülmüştür. Katılımcıların çalışma belleği performansları görsel ve uzamsal menzil testleri ile ölçülmüştür. Uzamsal çalışma belleği testinde, katılımcıdan bir harfin düz görüntüde mi yoksa aynaya yansıyan görüntüde mi olduğunu belirlemesi istenirken, aynı zamanda sunulan harflerin yönünü ve doğru sıralamayı akıllarında tutmaları istenmiştir. Sözel çalışma belleği testinde ise, katılımcılara belirli bir sırada bazı harfler gösterilmiş ve harfleri doğru sıralama ile hatırlamaları istenmiştir. Uzun süreli bellek ölçümünde ise, katılımcılara kokpit senaryoları verilmiş ve bir süre sonra bu senaryolar ile ilgili sorular soruları yanıtlamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda, uzamsal çalışma belleği kapasitesinin yeni pilotların durum farkındalıkları ile pozitif yönde ilişkili olduğu bulunurken tecrübeli pilotların çalışma bellekleri ve durum farkındalığı becerileri arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Öte yandan uzun süreli bellek kapasitesi daha güçlü olan tecrübeli pilotların durum farkındalığı becerilerinin daha iyi olduğu bulunmuştur (Sohn ve Doane, 2004). Bu araştırma, çalışma belleği ve uzun süreli bellek kapasitelerinin durum farkındalığı ile ilişkisinin uçuş tecrübesi doğrultusunda değiştiğini göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Pilotların durum farkındalığı ile uçuş performansları arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, kişilik özellikleri, zekâ ve çalışma belleğinin rolü incelenmiştir (Dattel ve ark., 2019). Uçuş performansı simülasyon ile ölçülürken bu sırada katılımcılara durum farkındalıklarına yönelik sorular da yöneltilmiştir. Araştırmada çalışma belleği İşlem Uzamı Testi (Turner ve Engle, 1989) ile ölçülmüştür. Test esnasında katılımcılardan gösterilen bazı matematik işlemlerinin sonucunu doğru veya yanlış olarak belirtmeleri istenmiş ve her işlemde sonra katılımcılara bir harf gösterilmiştir. Görev sonunda katılımcılardan gördükleri harfleri doğru sıra ile hatırlamaları istenmiştir. Çalışma belleği kapasitesi daha yüksek olan katılımcıların durum farkındalığı ile ilgili sorulara daha doğru cevaplar verdikleri gözlemlenmiş olup, çalışma belleğinin yanı sıra geçimlilik ya da uyumluluk (agreeableness) kişilik faktörü ve yüksek akıcı zekânın durum farkındalığı düzeyini yordadığı bulunmuştur (Dattel ve ark., 2019). Geçmiş çalışmalarda raporlanan bulguları doğrulayacak şekilde bu araştırma, çalışma belleğinin pilotların durum farkındalıklarında etken bir role sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, çalışma belleği kapasitesine ek olarak kişilik özelliklerinin ve diğer bilişsel becerilerin de durum farkındalığı becerisi açısından önemli olabileceğini vurgulamaktadır.

Cass tarafından 2011 yılında gerçekleştirilen bir başka araştırmada ise, bilişsel yetenekleri ölçmek için tasarlanan CogScreen bataryasının havacılık versiyonunun durum farkındalığı düzeyini yordamadaki rolü araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, çalışma belleğinin uzun süreli hatırlama, özellikleri tanıma ve motor izleme becerileri ile durum farkındalığı kapasitesini yordayan bir rol oynadığını göstermiştir (Cass, 2011). Başka bir araştırmada ise, durum farkındalığı yetisini yordadığı düşünülen bölünmüş dikkat, ketleme, çalışma belleği ve uçuş tecrübesi gibi bireysel farklılıklara odaklanılmıştır (Cak, Say ve Misirlisoy, 2020). Durum farkındalığı, çevrimiçi ve çevrimdışı olmak üzere iki şekilde ölçülmüştür. Çevrimiçi versiyonda katılımcılara sözlü sorular sorularak mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yanıt vermeleri istenmiştir. Çevrimdışı versiyonda ise, katılımcılara bir kâğıt kalem testi uygulanarak bazı senaryolar üzerinden durum farkındalığı ile ilgili soruları yanıtlamaları istenmiştir. Çalışma belleği testinde ise, pilotlara çeşitli matematik işlemleri verilerek bu işlemlerin doğru olup olmadığına karar vermeleri istenmiştir. Her matematik işleminin ardından katılımcılar ekranda bir harf görmüşlerdir ve her setin sonunda gördükleri harfleri doğru sırayla hatırlamaya çalışmışlardır. Bulgular, çalışma belleğinin çevrimdışı durum farkındalığı düzeyini yordayan faktörlerden biri olduğunu göstermiştir (Cak ve ark., 2020). Bu araştırma, durum farkındalığı düzeyini çevrimiçi ve çevrimdışı olarak ikiye ayırması ve çalışma belleği ile ilişkisini incelemesi açısından bir öncül niteliğindedir. Çalışma belleği kapasitesinin yalnızca çevrimdışı durum farkındalığı ile ilişkili olduğu bulunsa da gelecek araştırmalar çalışma belleğinin alt bileşenlerine yönelik farklı görevler kullanarak çevrimiçi durum farkındalığı ile ilişkisini inceleyebilir.

Sonuç olarak incelenen çalışmalar göstermektedir ki, çalışma belleği güvenli ve başarılı bir uçuş için önemli olan durum farkındalığı ile de yakından ilişkilidir.

### **Prospektif Bellek ve Pilotlarla Yapılan Araştırmalar**

İncelenen araştırmalar geçmiş ile ilgili geriye dönük bellek (retrospective memory) bellek becerilerine odaklanmış olup, bu bölümde gelecek ile ilgili prospektif bellek (prospective memory) performansı ve pilotlar ile yapılan araştırmalara değinilecektir. Geriye dönük bellek, daha önce yaşanan olayları ve kaydedilen bilgileri içerirken (Tulving, 1983) prospektif bellek, gelecekteki bir işi, planlanmış bir eylemi gerçekleştirmeyi hatırlamak olarak tanımlanmaktadır (Meacham & Leiman, 1982). Prospektif bellek için ise, eve dönerken eczaneye uğrayıp ilaç almayı veya önceden belirlenmiş bir saatte bir telefon görüşmesi yapılacağını hatırlamak örnek olarak verilebilir. Prospektif belleğin ayırt edici üç özellik vardır: (1) planlanan bir eylemi koşullar oluştuğunda gerçekleştirme, (2) niyet ve eylem arasında belirli süre geçmesi (arada geçen süre genellikle hatırlanacak eylem ile ilişkili olmayan aktiviteler içerir), (3)

bireye hatırlaması gereken niyeti hatırlatacak açık bir ipucu olmaması (Ellis, 1996:1-22). Bunlar arasında özellikle üçüncü unsur, prospektif belleği geçmişe dair geriye dönük bellekten ayırmaktadır. Geriye dönük bellekte kişiye hatırlaması gereken durum açıkça sorularak bu bilgiyi belleğinden getirmesi istenir. Ayrıca açık bir ipucu olduğunda, örneğin, bir kâğıtta “*saat 14.00’de doktora telefon et*” yazdığında kişi doktoru arayarak ona ne soru soracağını kolayca hatırlayabilir ve gerçekleştirebilir. Ancak kişinin açık bir ipucu olmadan planlanan eylemi gerçekleştirmesi prospektif belleğini kullandığını gösterir. Başka bir deyişle, prospektif bellek kişinin hatırlaması gerektiğini hatırlamasıdır.

McDaniel ve Einstein’a (2007) göre prospektif bellek “zaman bazlı” ve “eylem bazlı” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zamana dayalı prospektif bellek, belirli bir zamanda planlanan eylemi yapmak anlamına gelmektedir. Eyleme dayalı prospektif bellek ise, belirli bir eylemin, davranışın veya olayın ardından planlanan eylemin hatırlanıp gerçekleştirilmesidir. Eyleme dayalı prospektif bellekte kişi, öncelikle niyetlenen eylemi kodlamalı, eylemi gerçekleştirme niyetini sürdürmeli, eylemi gerçekleştirmesi gereken anı fark edebilmeli ve sonunda yapılacak eylemi hatırlayıp gerçekleştirmelidir (Loft, 2014). Prospektif bellek yeteneği genellikle Einstein ve McDaniel (1990) tarafından yaratılan eyleme dayalı testler ile ölçülmektedir. Bu testlerde katılımcılardan devam eden bir görevi gerçekleştirirken belli bir uyaran sunulduğunda klavyede bir tuşa basmaları istenmektedir.

Pilotlar için prospektif bellek yetenekleri uçuş performansı açısından önemli bir yere sahiptir. İlk bakışta prospektif bellek hatalarının uçuş operasyonlarının prosedürel olması ve pilotlar tarafından aşırı öğrenilmiş ve aynı sırayla gerçekleştirilir olması nedeniyle uçuş esnasında önemi büyük değilmiş gibi görünebilir. Oysaki aslında uçuşun her anında prospektif bellek aktif haldedir. Bir görev gelecek başka bir görev için bir ön koşul rolü görür ve pilot bir eylemi gerçekleştirdikten sonra sıradaki eylemi yapması gerektiğini ve ne zaman yapacağını bilir. İlk görevin gerçekleştirilmesi ikinci görevi gerçekleştirmek için bir işarettir ve bu da üçüncü öğeyi gerçekleştirmek için bir ipucudur. Bu, pilotlar için son derece yararlıdır, çünkü hem dikkatlerini kaynaklara ayırma ihtiyaçları azalır hem de rutini koruduğu sürece bir adımı unutma ihtimali oldukça düşük olur. Ancak rutin adımlara güvenmenin bir dezavantajı da vardır. Pilotlar rutin adımlara alışkın oldukları için rutini bozan bir durum olduğunda hatırlamayı kolaylaştıran işaretler veya ipuçları da azalacağından doğru eylemde bulunma olasılıkları da azalacaktır (Loukopoulos, Dismukes ve Barshi, 2001).

NASA tarafından gerçekleştirilen ve önceden de sözü edilen bir çalışmada (Nowinski ve ark., 2003) pilotlar tarafından yapılmış bellek hatalarını içeren 75 kazadan yalnızca bir tanesinin geriye dönük belleğe ilişkin hata içerdiği, geri kalan hataların ise prospektif

bellek ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Nowinski ve ark., 2003). Geriye dönük bellek hatalarının ileri yönelimli hatalardan daha az görülmesinin nedeni, kokpit görevlerinin sıkça tekrarlanmalarından dolayı fazlaca öğrenilmiş olması olabilir.

Daha önce de belirtildiği gibi, prospektif bellek, gelecekteki görevleri hatırlama yeteneğimizdir. NASA Havacılık Güvenliği Raporlama Sistemine (ASRS) göre, kokpit içinde, prospektif bellek problemleri, geriye dönük bellekten büyük bir farkla ağır basar. İleriye yönelik belleğin önemine dair bir örnek olarak Northwest Hava Yolu'nun Ağustos 1987'de gerçekleşen uçuşu örnek olarak verilebilir. 16 Ağustos 1987 akşamı Detroit'ten kalkan ve Orange County'e giden 255 numaralı uçuşta, 148 yolcu ve altı mürettebat bulunmaktaydı. Uçağın pistten kalkması normalden daha uzun sürdü ve uçak kalktıktan hemen sonra uçak yana doğru sallanmaya başladı. Sadece 50 fit kadar yükseklik kazandıktan sonra sol kanadı ile bir ışık direğine çarptı. Daha sonra bir dizi ışık direğine daha ve bir binanın çatısına çarptıktan sonra yere çakılarak alevler içinde kaldı. Dört yaşında bir kız çocuğu haricinde uçaktaki herkes hayatını kaybetti. Enkazın incelenmesi sonucunda, herhangi bir sistem arızasına rastlanmadı. Uçuş Veri Kaydedici (FDR) ve Kokpit Sesi Kaydedici (CVR) incelendikten sonra mürettebatın flapları ayarlayan kolu kontrol etmediği ve kontrol listesini doğru bir şekilde tamamlamadığı ortaya çıktı. Bu vakada, pilotlar her zaman yaptıkları rutin bir eylemi unuttular ve hangi zamanda hangi görevi yerine getirmeleri gerektiğini hatırlamadılar. Bu da bizlere hangi eylemin ne zaman yapılacağına hatırlanmasının yani prospektif bellek performansının güvenli bir uçuş açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Pilotlarda ileriye dönük / prospektif bellek, kitabın “Kokpit Ortamına Bilişsel Perspektiften Bir Bakış: Eşzamanlı Görev Yürütme, Prospektif Bellek ve Durum Farkındalığı” başlıklı bölümünde daha detaylı biçimde incelendiği için bu bölümde sınırlı düzeyde ele alınmıştır.

## **Sonuç ve Öneriler**

Bu bölümde belleğin pilotlukta oynadığı hayati rolü göstermek amacıyla pilotlarla gerçekleştirilen araştırmalara yoğunlaşılmıştır. Bellek işlevinin temel kavramları, bellek türlerinin özellikleri, belleğin sınırlılıkları, belleğin uçuş performansı ve durum farkındalığı ile olan ilişkisi ve pilot hatalarında oynadığı rol tartışılmıştır. Kısa ve uzun süreli bellek, çalışma belleği ve prospektif bellek gibi belleğin çok çeşitli alt türlerinin, emniyetli ve başarılı bir uçuş için yordayıcı faktörler olduğunun altı çizilmiştir. Kokpit, iş yükü yönünden çok yoğun bir ortam olduğu ve pilotlar aynı anda birçok görevle ilgilenmek durumunda kalabildiği için, bazen bir uçuşun seyri pilotlar başta olmak üzere uçuş mürettebatı için bilişsel yönden olağandışı derecede zorlayıcı geçebilir. Böyle stresli koşullarda bellekle ilgili hatalar olması



son derece olasıdır. Aşağıdaki alt başlıklarda önce araştırmacılar tarafından ele alınması gereken önemli konular ve dikkat edilmesi gereken hususlar vurgulanmış, ardından havacılık sektörü için benimsenmesinin faydalı olacağı düşünülen öneriler sunulmuştur.

### **Araştırmacılara Öneriler**

Bu bölümde de değinildiği gibi, pilotların farklı türde bellek kapasitelerinin uçuş performansı ile ilişkisi üzerine gerçekleştirilmiş birçok araştırma bulunmaktadır. Ancak alanda yeni araştırmalara hala çok ihtiyaç duyulmakta olup, burada aktarılan çalışmalardan yola çıkarak havacılık ve bellek alanında çalışmalar yapmak isteyen araştırmacılar için bazı öneriler sunulabilir.

Şu ana kadar yapılmış araştırmalara baktığımızda çalışma belleğinin pilotlar ile en sık çalışılan bellek türü olduğu görülmüştür. Kısa ve uzun süreli belleğin rolünün araştırıldığı çalışmalar sayıca çok azdır. Ayrıca, pilotlarla yapılan bellek araştırmalarında kullanılan test ve görevler de oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle, araştırmacılar, pilotlar ile yapmayı planladıkları çalışmalara özellikle bellek konusunu da dahil ederek belleğin kısa ve uzun süreli veya ileriye dönük/prospektif bellek gibi farklı alt tiplerini de ölçebilecek testler geliştirebilirler.

Çalışma belleğinin işitsel, sözel, görsel ve mekânsal/uzamsal olmak üzere çeşitli alt boyutlardan oluştuğu bilinmektedir. Ancak, çoğu araştırma bir alt boyuta ilişkin test kullanarak elde edilen puanı genel olarak çalışma belleği kapasitesi olarak değerlendirmeye almaktadır. Araştırmacılar, çalışma belleği ve pilotlar ile yapacakları çalışmalarda çalışma belleğini birden fazla alt boyutu ile ölçmeyi deneyebilir ve her alt boyutun uçuş performansı, uçuş esnasında karar verme, yapılan hatalar veya durum farkındalığı ile ilişkisini ayrı ayrı inceleyebilir. Çalışma belleği ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında işitsel çalışma belleğinin çok az çalışıldığı görülmektedir. Pilotların rutin işleri arasında en önemlilerinden birinin hava trafik kontrolöründen gelen mesajı dikkate almak ve doğru zamanda uygulamaya geçirmek olduğu düşünüldüğünde işitsel çalışma belleği pilotların performanslarını yordayacak önemli faktörlerden biri olabilir. Dolayısıyla, gelecek araştırmalar işitsel çalışma belleği kapasitesinin uçuş performansı ve bir pilotun uçuş sırasında gerçekleştirmesi gereken görevlerdeki başarısı ile ilişkisine odaklanabilir.

Bölüm boyunca görüldüğü üzere araştırmalarda bellek performansını ölçmek için çok çeşitli testler kullanılmaktadır. Her testin yordama gücü farklı olup, uçuş performansı, karar verme veya durum farkındalığı ile olan ilişkisi de farklılık göstermektedir. Bu nedenle bellek performansını değerlendirmek üzere en sık kullanılan testler seçilerek aynı pilot örneklemini üzerinde uygulanabilir ve böylece yordama gücü açısından karşılaştırılarak işe başlanabilir.

Böyle bir çalışma yapılması hâlihazırda var olan testlerin eksikliklerini saptamaya ve havacılık alanında kullanılabilecek bellek testlerinin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Çevresel ve bireysel faktörlerin bellek türleri ve uçuş performansını etkilediği araştırmalar tarafından kanıtlanmıştır. Ancak, bu alanda yapılan çalışmalar da sayıca fazla değildir. Bu nedenle, uçuş sırasındaki sıvı tüketimi, uykusuzluk, çalışma saatlerinin süresi, jet lag, kısa ve uzun süreli uçuşlar, yorgunluk, uçuş mürettebatı ile olan ilişkiler, iş ve özel yaşam dengesi, stres gibi çeşitli faktörlerin pilotların özellikle çalışma belleği kapasitelerini nasıl etkilediğini araştıran çalışmalar artırılarak bu faktörlerin bellek üzerindeki olumsuz etkilerinin nasıl azaltılabileceği üzerinde durulabilir ve müdahaleler tasarlanabilir.

Alanyazına bakıldığında, pilotlar ile yapılmış, belleklerini güçlendirmeyi hedefleyen bir müdahale çalışmasına rastlanmamaktadır. Daha detaylı ifade etmek gerekirse pilotların daha emniyetli biçimde, daha iyi bir uçuş performansı sergileyebilmeleri, riskli durumlarda daha az hata yapmaları ve durum farkındalıklarını arttırabilmeleri için özellikle belleğin farklı türlerinin pekiştirildiği müdahale araştırmaları düşünülebilir. Bu araştırmaların sonuçları hava yolu şirketleri ile paylaşılabilir ve pilotların bellek performanslarını arttıracak programlar veya uygulamalar benimsenebilir.

Bir uçuş esnasında pilotların sürekli aksiyon almaları ve birden fazla göstergeyi takip etmeleri gerekmektedir. Bu görevlerin çoğu, pilotlar için oldukça rutin hale gelmiş, açık ve kolay görevlerdir. Bunlara ek olarak, pilotların uçuş sırasında çeşitli planlamalar yapması, tehdit oluşturabilecek unsurları izlemesi ve teşhis edebilmesi gerekir. Yetenekli bir pilot, çeldiricileri veya ilk akla gelen hamleleri göz ardı ederek, hangi eylemi hangi zamanda hayata geçireceğini belirleyebilmelidir. Bunları yaparken de uçağın kontrolünü kaybetmemelidir. Pilotlar uçuş esnasında uçuşla ilgili birçok görevi aynı anda yaptıkları için bilişsel yeteneklerinin çeldirici olan durumlarda incelenmesi de önem arz etmektedir. İleriki araştırmalar, tekli ve çoklu görevler sırasında pilotların bellek performanslarının nasıl farklılaştığını inceleyebilir ve çoklu görev esnasında bellek kapasitesini yüksek tutabilmek için çeşitli stratejiler geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Pilotlarla yapılan bellek çalışmalarının bazılarının askeri pilotlar bazılarının ise ticari hava yolu pilotları ile gerçekleştirildiği gözlemlenmektedir. İki pilotluk türünün görevlerinin yer aldıkları sistemlerin işleyişlerinin farklı olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu iki alandaki görevlerde belleğin rolü daha detaylı bir biçimde incelenebilir.

## Havacılık Sektörüne Öneriler

Pilotlar ile yapılan araştırmalardan hava yolu şirketleri de büyük ölçüde faydalanabilir ve bu çalışmalarında belirlenen uçuş performansını yordayıcı yetenekleri pilot seçiminde dikkate alabilirler. Bu yeteneklerin kullanımını olumsuz etkileyen çevresel faktörleri en aza indirerek pilotların performansını yüksek tutacak önlemler alabilir ve pilotlar için çeşitli müdahale veya destek programları hazırlayabilirler. Dolayısıyla havacılık sektörüne verilebilecek ilk tavsiye, pilotlar ile gerçekleştirilen bilimsel araştırmaları takip etmek ve bu araştırmaların çıktılarını dikkate almak olacaktır.

Öncelikle, pilotlarda prospektif bellek hatalarını önlemek için bazı önlemler alınabilir. Pilotların rutin dışı durumlarda sıradaki eylemi hatırlaması zorlaştığından kokpit içine sıradaki eylemin hatırlanmasını sağlayacak ipuçlarının yerleştirilmesi gibi uçakların tasarımına yönelik müdahaleler tasarlanabilir. Ayrıca pilotlar için sanal uçuş asistanları oluşturulabilir. Bu sanal asistanlar, pilotun uçuş esnasında görevlerini hatırlamasına yardımcı olabilir ve tehlike veya tehdit anında hangi eylemi yaptıklarında hangi sonuca ulaşacaklarını gösterebilir. Ayrıca, sanal uçuş asistanları uçuş dışında da pilotlar tarafından kullanıma açık kalabilir ve tatilde veya işe ara verilmesi gereken dönemlerde sanal uçuş asistanı ile buldukları yerde bir uçuş simülasyonu gerçekleştirebilir ve uçuş pratiği yapabilirler. Böyle bir uygulama, özellikle COVID-19 nedeniyle uçuşların azaldığı durumlarda pilotların rutinlerini kaybetmemeleri ve uçuş pratiğinden uzak kalmamaları için oldukça faydalı olabilir (Simon, Brock ve Causse, 2020).

Yaş, stres, uykusuzluk gibi çeşitli unsurların pilotların uçuş performanslarını ve bazı bilişsel yeteneklerini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle bu tip unsurların üstesinden gelmek üzere müdahale programları oluşturulabilir. Özellikle bellek üzerinde ilerleyen yaşın etkisi düşünöldüğünde, pilotların belleklerini güçlendirmek için çeşitli egzersizlerden yararlanması amacıyla müdahale programları oluşturulabilir. Pilotluğun stresli bir meslek olduğunu ve mesleki strese ek olarak özel yaşamda yaşanan olayların da kişi üzerinde stres yaratabileceği düşünöldüğünde, uzmanlar tarafından verilen destekleyici psikolojik programlara katılarak stresle başa çıkma yetenekleri güçlendirilebilir.

## Kaynakça / References

- Arıkan, Z. O., Ertemir, D. ve Keskinkilic, C. (2018). A norm study of a neuropsychological test battery for evaluating cognitive functions in commercial airline pilots. *Dusunen Adam The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 31(4), 375-388.
- Atkinson, R. C. ve Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation* içinde (Vol. 2, 89-195). New York: Academic Press.
- Atkinson, R. C. ve Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific american*, 225(2), 82-91.
- Ayçiçeği-Dinn, A. ve Dinn, W. M. (2012). Rey Complex Figure Test Profile of Turkish Adults. *Archives of Neuropsychiatry*, 49, 145-151.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2001). The concept of episodic memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356(1413), 1345-1350.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Brady, T. F., Konkle, T., Alvarez, G. A. ve Oliva, A. (2008). Visual long-term memory has a massive storage capacity for object details. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(38), 14325-14329.
- Cak, S., Say, B. ve Misirlisoy, M. (2020). Effects of working memory, attention, and expertise on pilots' situation awareness. *Cognition, Technology & Work*, 22(1), 85-94.
- Carreta, T. R., King, R. E., Ree, M. J., Teachout, M. S. ve Barto, E. (2016). Compilation of cognitive and personality norms for military aviators. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 87(9), 764-771.
- Carretta, T. R., Teachout, M. S., Ree, M. J., Barto, E. L., King, R. E. ve Michaels, C. F. (2014). Consistency of the relations of cognitive ability and personality traits to pilot training performance. *The International Journal of Aviation Psychology*, 24(4), 247-264.
- Cass, E. M. (2011). *Can situation awareness be predicted?: Investigating relationships between CogScreen-AE and pilot situation awareness*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Carleton University.
- Causse, M., Dehais, F. ve Pastor, J. (2010). Flight experience and executive functions predict flight simulator performance in general aviation pilots. *In Proceeding of the 4th International Conference on Research in Air Transportation-ICRAT 2010*.
- Causse, M., Dehais, F., Arexis, M. ve Pastor, J. (2011). Cognitive aging and flight performances in general aviation pilots. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 18(5), 544-561.
- Cheng, H., Sun, G., Li, M., Yin, M. ve Chen, H. (2019). Neuron loss and dysfunctionality in hippocampus explain aircraft noise induced working memory impairment: a resting-state fMRI study on military pilots. *Bioscience Trends*, 13(5), 430-440.
- Conway, A. R., Cowan, N., Bunting, M. F., Therriault, D. J. ve Minkoff, S. R. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163-183.
- Conway, M. A. (2009). Episodic memories. *Neuropsychologia*, 47(11), 2305-2313.
- Corsi, P. (1972). *Memory and the medial temporal region of the brain*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, McGill University, Montreal, QB.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory?. *Progress in Brain Research*, 169, 323-338.

- Daneman, M. ve Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- Dattel, A. R., Babin, A. K., Teodorovic, S., Brooks, J., Pruksaritanon, S., & Shetty, P. (2019). How Personality, Intelligence, and Working Memory Predict Situation Awareness and Flight Performance. 20th International Symposium on Aviation Psychology, 397-402. [https://corescholar.libraries.wright.edu/isap\\_2019/67](https://corescholar.libraries.wright.edu/isap_2019/67)
- Dobbs, A. R., ve Reeves, M. B. (1996). Prospective memory: More than memory. *Prospective memory: Theory and applications*, 199-225.
- Doğan, M., Tüfekçioğlu, A. Ü. ve Nurhan, E. R. (2013). Normal Gelişim Gösteren ve İşitme Kayıplı Çocuklarda Erken Müdahalenin Bilişsel Performanstaki Rolü: Çalışma Belleği ve Kısa Süreli Bellek. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 5(2), 70-97.
- Durso, F. T. ve Gronlund, S. D. (1999). Situation awareness. *Handbook of Applied Cognition*, 283-314. Ontario: John Wiley & Sons Ltd.
- Einstein, G. O. ve McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 717-726.
- Ellis, J. (1996). Prospective memory or the realization of delayed intentions: A conceptual framework for research. *Prospective memory: Theory and applications*, 1-22.
- Endsley, M. R. (1995). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 65-84.
- Endsley, M. R. ve Bolstad, C. A. (1994). Individual differences in pilot situation awareness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 4(3), 241-264.
- Ericsson, K. A. ve Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211-245.
- Goeters, K. M., Maschke, P. ve Eißfeldt, H. (2004). Ability requirements in core aviation professions: Job analysis of airline pilots and air traffic controllers. *Aviation Psychology: Practice and Research*, 99-119.
- Goldstein, E. B. (2011). *Cognitive Psychology: Connecting Mind, Research, and Everyday Experience* (3rd ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Hambrick, D. Z., Oswald, F. L., Darowski, E. S., Rench, T. A. ve Brou, R. (2010). Predictors of multitasking performance in a synthetic work paradigm. *Applied Cognitive Psychology*, 24(8), 1149-1167.
- Hardy, D. J. ve Parasuraman, R. (1997). Cognition and flight performance in older pilots. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3(4), 313-348.
- Harris, D. (2016). *Human performance on the flight deck*. London: CRC Press.
- International Air Transportation Association [IATA] (2019). Pilot Aptitude Testing. Guidance Material and Best Practices. (31.08 2021 tarihinde <https://www.iata.org/contentassets/19f9168ecf584fc7b4af8d6d1e35c769/pilot-aptitude-testing-guide.pdf> adresinden alınmıştır.)
- Jodlowski, M. T. ve Doane, S. M. (2003). Event Reasoning as a Function of Working Memory Capacity and Long Term Working Memory Skill. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 25, 628-633.
- Kane, M. J. ve Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: the contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 47-70.
- King, R. E., Carretta, T. R., Retzlaff, P., Barto, E., Ree, M. J. ve Teachout, M. S. (2013). Standard cognitive psychological tests predict military pilot training outcomes. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 3(1), 28-38.
- Li, G., Baker, S. P., Grabowski, J. G. ve Rebok, G. W. (2001). Factors associated with pilot error in aviation crashes. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 72(1), 52-58.
- Lindseth, P. D., Lindseth, G. N., Petros, T. V., Jensen, W. C. ve Caspers, J. (2013). Effects of hydration on cognitive function of pilots. *Military Medicine*, 178(7), 792-798.

- Loft, S. (2014). Applying psychological science to examine prospective memory in simulated air traffic control. *Current Directions in Psychological Science*, 23(5), 326-331.
- Loukopoulos, L. D., Dismukes, R. K. ve Barshi, I. (2001, March). Cockpit interruptions and distractions: A line observation study. *Proceedings of the 11th International Symposium on Aviation Psychology* (pp. 1-6). Ohio State University Press Columbus, OH.
- Martinussen, M. (1996). Psychological measures as predictors of pilot performance: A meta-analysis. *The International Journal of Aviation Psychology*, 6(1), 1-20.
- Maschke, P., Oubaid, V. ve Pecena, Y. (2011). How do astronaut candidate profiles differ from airline pilot profiles? Results from the 2008/2009 ESA astronaut selection. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 1(1), 38-44.
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2007). Prospective Memory: A New Research Enterprise. In *Prospective memory: An overview and synthesis of an emerging field* (pp. 1-11). London: SAGE Publications.
- McLean, J. F. ve Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74(3), 240-260.
- Meyers, J. E. ve Meyers, K. R. (1995). Rey complex figure test under four different administration procedures. *The Clinical Neuropsychologist*, 9(1), 63-67.
- Miller, G. A. (1956). The magic number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 91-97.
- Morrow, D. G., Leirer, V. O. ve Altieri, P. A. (1992). Aging, expertise, and narrative processing. *Psychology and Aging*, 7(3), 376-388.
- Morrow, D. G., Miller, L. M. S., Ridolfo, H. E., Magnor, C., Fischer, U. M., Kokayeff, N. K. ve Stine-Morrow, E. A. (2008). Expertise and age differences in pilot decision making. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 16(1), 33-55.
- Morrow, D., Leirer, V., Altieri, P. ve Fitzsimmons, C. (1994). When expertise reduces age differences in performance. *Psychology and Aging*, 9(1), 134-148.
- National Center for O\*NET Development (2021). 53-2011.00 - Airline Pilots, Copilots, and Flight Engineers. O\*NET OnLine. (05.10.2021 tarihinde <https://www.onetonline.org/link/summary/53-2011.00> adresinden alınmıştır.)
- Nowinski, J. L., Holbrook, J. B. ve Dismukes, R. K. (2003). Human memory and cockpit operations: An ASRS study. *Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation psychology* (888-893). April 14-17, 2003, Dayton, OH.
- O'Hagan, A. D., Issartel, J., McGinley, E. ve Warrington, G. (2018). A pilot study exploring the effects of sleep deprivation on analogue measures of pilot competencies. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(7), 609-615.
- O'Hare, D. (1997). Cognitive ability determinants of elite pilot performance. *Human Factors*, 39(4), 540-552.
- Öktem, Ö. (2015). Nöropsikolojik Değerlendirme. A. E. Öge ve B. Baykan (Ed.), *Nöroloji* (2. Baskı) içinde (s. 174-180). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Park, D. C., Smith, A. D., Lautenschlager, G., Earles, J. L., Frieske, D., Zwahr, M. ve Gaines, C. L. (1996). Mediators of long-term memory performance across the life span. *Psychology and Aging*, 11(4), 621-637.
- Piccardi, L., Iaria, G., Ricci, M., Bianchini, F., Zompanti, L. ve Guariglia, C. (2008). Walking in the Corsi test: Which type of memory do you need?. *Neuroscience Letters*, 432(2), 127-131.
- Powell, D. H., Kaplan, E. F., Whitla, D., Wentraub, S., Catlin, R. ve Funkenstein, H. H. (1993). *MicroCog: The Assessment of Cognitive Functions*. Psychological Corp., San Antonio, TX.
- Santrock, J. W. (2020). *A Topical Approach to Life-Span Development* (10th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

- Schacter, D. L. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, 13(3), 501-518.
- Shah, P. ve Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(1), 4-27.
- Shepard, R. N. (1967). Recognition memory for words, sentences, and pictures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6(1), 156-163.
- Florine Simon, Anke Brock, Mickael Causse. *Designing a virtual cognitive assistant for pilots: a user-centered approach*. ICCAS - International Conference on Cognitive Aircraft Systems, Mar 2020, Toulouse, France. hal-02962426
- SkyTest (2021). SkyTest® Preparation Software for IP-BQ (Basic Qualification). (15.08 2021 tarihinde <https://www.skytest.com/IP-BQ-Eurowings-Basic-Qualification.htm> adresinden alınmıştır.
- Sohn, Y. W. ve Doane, S. M. (2004). Memory processes of flight situation awareness: Interactive roles of working memory capacity, long-term working memory, and expertise. *Human Factors*, 46(3), 461-475.
- Solso, R. L., Maclin, O. H., ve Maclin, M. K. (2014). *Cognitive Psychology: Pearson New International Edition* (8th ed.). Essex, England: Pearson Education Inc.
- Standing, L. (1973). Learning 10000 pictures. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25(2), 207-222.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153(3736), 652-654.
- Stokes, A. F. ve Raby, M. (1989). Stress and cognitive performance in trainee pilots. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* (Vol. 33, No. 14, pp. 883-887). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Stone, J. M. ve Towse, J. (2015). A working memory test battery: Java-based collection of seven working memory tasks. *Journal of Open Research Software*, 3, 1-9.
- Şişman, S. (2014). *Hemisferik Asimetri, El Tercih ve Cinsiyet: Sözel ve Sözel Olmayan Nöropsikolojik Test Performansı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şişman-Bal, S. & Ayçiçeği-Dinn, A. (2020). Rey Karmaşık Şekil Testi organizasyon, kopyalama ve serbest hatırlama puanlarının 50 yaş üzeri sağlıklı yetişkinlerde eğitim düzeylerine göre karşılaştırılması, 5-8 Kasım, 10. Ulusal Alzheimer Sanal Kongresi, 27.
- Tulving, E. ve Craik, F. I. M. (2000). Concepts of memory. *The Oxford Handbook of Memory*, 33-43.
- Turner, M. L. ve Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent?. *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127-154.
- Van Benthem, K. ve Herdman, C. M. (2016). Cognitive factors mediate the relation between age and flight path maintenance in general aviation. *Aviation Psychology and Applied Human Factors* 6(2), 81-90.
- Verde, P., Boccia, M., Colangeli, S., Barbetti, S., Nori, R., Ferlazzo, F., ... ve Piccardi, L. (2016). Domain-specific interference tests on navigational working memory in military pilots. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 87(6), 528-533.
- Verde, P., Piccardi, L., Bianchini, F., Guariglia, C., Carrozzo, P., Morgagni, F., ... ve Tomao, E. (2015). Gender differences in navigational memory: pilots vs. nonpilots. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 86(2), 103-111.
- Weintraub, S. (2004). Mental Durumun Nöropsikolojik Değerlendirmesi. İ. H. Gürvit (Çev. Ed.), *Davranışsal ve Kognitif Nörolojinin İlkeleri* (2. Baskı) içinde (s.121-164). İstanbul: Yelkovan Yayıncılık.
- Westerman, R., Darby, D. G., Maruff, P. ve Collie, A. (2001). Computer-assisted cognitive function assessment of pilots. *Journal of the Australian Defence Health Service*, 2, 29-36.
- Wickens, C. D. (2002). Situation awareness and workload in aviation. *Current Directions in Psychological Science*, 11(4), 128-133.

