

## 11. BÖLÜM / CHAPTER 11

### HAVACILIK PSİKOLOJİSİNDE UZAMSAL BİLİŞİN ÖNEMİ

#### THE SIGNIFICANCE OF SPATIAL COGNITION IN AVIATION PSYCHOLOGY

Reyyan BİLGE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Northeastern University, Department of Psychology, Boston, MA, ABD  
E-mail: r.bilge@northeastern.edu

DOI: 10.26650/B/SS32.2022.04.11

#### ÖZ

Bu bölüm uzamsal yönelim bozukluğuna odaklanarak, bu kavramı uzamsal biliş ve havacılık psikolojisi perspektiflerinden incelemektedir. Uzamsal biliş, mekân bilgisini elde etmek, algılamak, temsil etmek, hatırlamak ve kullanmak olarak tanımlanmakta, yani günlük hayatta meşgul olduğumuz birçok faaliyette bilinçli olarak farkına varamasak da yer almaktadır. Bu nedenle, havacılık endüstrisi düşünüldüğünde, özellikle de pilotlar göz önüne alındığında, uzamsal biliş ve mekâna dair bilgiyi işlemenin önemi açıkça anlaşılmaktadır. Uzamsal yönelim bozukluğu, pilotların aktif uçuşlarda istemedikleri koşullardan biridir. Olası bir yönelim bozukluğu, kolayca kurtulamadıkları faktörleri etkin hale getirebilir. Uzamsal yönelim bozukluğu yaşamaları halinde pilotun durum farkındalığı zayıflar ve bu da hataların gerçekleşmesine, küçük veya ölümcül kazalara neden olabilir. Bu nedenle sivil havacılık pilotlarının sloganı, enstrümanlarına güvenmektir. Bu sloganın amacı ise yönelim bozukluğunu öncelikli olarak önlemek ve fakat oluştuysa durumu yönetmektir. Bu bölüm ilk olarak uzamsal yönelim ve uzamsal yönelim bozukluğuna ilişkin soruları ele almakta, uzamsal bilişin ne olduğunu, uzamsal bilginin zihinde nasıl işlendiğini ve uzaysal becerinin neden havacılıkta gerekli bir bileşen olduğunu açıklamaktadır. Bunları takiben uzaysal yönelim bozukluğu ve pilotların bu durumu yaşayabilecekleri koşullar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son olarak da uzamsal biliş, uzamsal yönelim bozukluğu ve havacılık psikolojisi ile ilgili çalışmalar gözden geçirilerek, yeni araştırmalar tanıtılmakta ve havacılık sektörüne öneriler sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Uzamsal biliş, Uzamsal oryantasyon, Uzamsal yetenekler

#### ABSTRACT

This chapter focuses on spatial disorientation and examines it from the perspectives of spatial cognition and aviation psychology. Spatial cognition is acquiring, perceiving, representing, remembering, and using spatial information, a common process we engage in daily life. Therefore, the importance of spatial cognition and spatial

information processing in the aviation industry, especially for pilots, is clearly understood. Spatial disorientation is one of the conditions that pilots do not want in flights. Possible disorientation might accentuate the factors that they do not easily recover from. If spatial disorientation occurs, it weakens a pilot's situation awareness, which in turn might lead to errors, minor or even fatal accidents. Therefore, the motto for civil aviation pilots is to 'trust their instruments'. The section first tackles the questions on spatial orientation and spatial disorientation. It starts by explaining what spatial cognition is, how spatial information is processed in the mind and why spatial skills are necessary ingredients in aviation. Then spatial disorientation and the circumstances in which pilots might experience this condition are described in detail. Lastly, by reviewing the studies on spatial cognition, disorientation, and aviation, research advances are introduced while suggestions are presented to the aviation industry.

**Keywords:** Spatial cognition, Spatial orientation, Spatial abilities

## **Extended Abstract**

What is spatial orientation and how does spatial disorientation occur? The answers to these questions are closely related to the aviation industry, as well as aviation psychology and cognitive psychology. Spatial cognition is a multi-dimensional concept that includes spatial information processing, which is ingrained in different cognitive faculties. The main goal is to comprehend how one positions himself/herself along with the objects, landmarks, and others places in the environment.

Orientation is the capacity to maintain spatial orientation according to the place and direction of the person (Spence & Feng, 2010). While it is not possible to deduce that a person will be good in every aspect of spatial cognition, there may be a relationship between his/her spatial abilities and the way he/she operates the space and the jobs he/she is exposed to or the branches he/she prefers. Visual-spatial abilities are at the center of many professions, especially pilots, architects, chemists, dentists, designers, artists, engineers, decorators, repairmen, taxi drivers, and many other professions.

Spatial ability, in general terms, can be defined as representing, transforming, and generating new information about space in the mind. Skills such as reading maps, remembering places, and visualizing them in one's mind are used in fields such as science, technology, engineering, and mathematics (science-technology-engineering-math; in English abbreviated to STEM) (Uttal & Cohen, 2012; Wai, Lubinski, Benbow and Steiger, 2010). While those who specialize in STEM fields have higher spatial visualization skills, it has also been found that those who specialize in visual arts perform better in object visualization (Kozhevnikov, Blazhenkova, & Becker, 2010). Aviation, has emerged as a specialized and applied STEM field, and it has been observed that spatial ability tests can predict pilot training results alongside objective and verbal criteria such as interview performance (Johnson, Barron, Rose,

& Carretta, 2017). Thus, it is logical that spatial information is used in the aviation industry and aviation psychology. Pilots, in fact, constantly rely on their competencies while flying the aircraft, using various aspects of their spatial abilities.

Situation awareness (SA) is one of the most important competencies that pilots use in information processing, especially when digesting information in the cockpit. A pilot must have high SA throughout the flight to be able to obtain information from the environment he is in. By maintaining situation awareness, a pilot creates a mental picture of the current situation, makes predictions about possible situations and is able to provide guidance when necessary. Spatial disorientation is a condition that pilots want to avoid during a flight because if disorientation occurs, it might weaken their SA and lead them to lose control of the aircraft if they do not rapidly recover from the situation. Why does spatial disorientation occur?

Spatial orientation is the ability to adjust the body posture and direction according to the physical environment and maintain this orientation while the person is in motion or immobile (Lewkowicz, 2016; Seedhouse et al., 2020). There are three integrated systems in the body to read the internal indicators of the body, help a person perceive his/her position in space, and provide his/her orientation. However, when there is a discrepancy in visual, vestibular or proprioceptive systems, spatial orientation becomes difficult to maintain and spatial disorientation occurs (Klyde, Lampton, & Schulze, 2016). And while pilots' SA may be high in familiar and repetitive situations, it might weaken in an environment that they encounter for the first time, or in scenarios that become complicated. In this respect, it is a very appropriate practice for airline companies to thoroughly measure the spatial abilities of pilot candidates and have them extensively practice possible scenarios.

## Giriş

*Kobe Bryant, Amerikan Basketbol Ligi NBA'in efsanevi yıldızlarından. 26 Ocak 2020 günü, Kobe, kızı ve beraberindeki 7 kişi, bindikleri helikopterin kaza yapması sonucu hayatlarını kaybettiler. Kaza günü yoğun sis vardı ve pilot, hava trafik kontrolörüne (ATC) bulut katmanının üzerine çıkacağını belirttikten saniyeler sonra birden sola kırarak 184 mil hızla yamaca çarptı. Pilotun 4000 fite turmandığını söylediği sırada helikopter henüz bulutların altında ve 2300 fitteydi. Saatlerce uçuş deneyimi olan ve aynı rotayı defalarca katetmiş bir pilotun bu derece yanılması, yetkililerce “uzamsal oryantasyon bozukluğu” olarak raporlandı. Deneyimli bir pilotun bile yaşayabileceği uzamsal yönelim kaybı maalesef ölümcül bir kazaya yol açmış oldu (Whitcomb, 2020).*

Uzamsal yönelim bozukluğu nedir? Uzamsal oryantasyon veya uzamsal yönelim ne demektir? Herhangi bir mekânın bilgisi nasıl işlenir? Uzamsal yönelim bozukluğu hangi durumlarda yaşanır? Tüm bu soruların cevapları havacılık endüstrisini yakından ilgilendirdiği gibi, havacılık psikolojisi ve bilişsel psikoloji alanlarıyla da ilintilidir. Havacılık endüstrisinde çalışanlar, onlarca kaynaktan gelen sayısız bilgiyi işleyerek karar verirler. Bu kişiler arasında pilotlar, kabin görevlileri, hava trafik kontrol operatörleri (ATC), havacılık organizasyonlarının yöneticileri, bakım görevlileri, bagaj görevlileri, yakıt kamyon şoförleri, ikramcılar, meteorologlar, sevk görevlileri ve yer görevlileri gibi birçok farklı servis sektörü bulunmaktadır. Havacılık sektöründeki bu farklı rollerin karar verme mekanizmaları görevlerine ve işlerine göre değişmekle beraber, özellikle pilotlar, ATC ve teknik bakım personelinin bilgileri sadece takip etmeleri değil, öncelik sıralamalarını yapabilmeleri, kısa sürede karar verip harekete geçebilmeleri de herhangi bir aksaklık yaşanmaması için gereklidir. Uzamsal yönelim konusu ve bu durumla karşılaşıldığındaki durum farkındalığı göz önüne alındığında ise pilotların karşılaştığı karar verme zorlukları önem kazanmaktadır.

Havacılık sektöründe ve havacılık psikolojisi alanında uzamsal yani mekâna dair bilginin kullanılması kaçınılmazdır. Bilginin düzgün işlenmediği durumlarda (örneğin, uzamsal yönelim bozukluğu) oluşabilecek kazaların önlenmesinin yanı sıra, pilot görevleri özelinde düşünürsek uçuşun kalkış, düz uçuş ve iniş safhalarında kullanılan tüm sistemlerin takibini yapmak uzamsal bilişin kullanımını gerektirir. Dolayısıyla bu bölümde öncelikle uzamsal bilişin tanımı yapılarak mekâna dair bilginin edinilmesi, zihinde tutulması ve kullanımı bilişsel psikoloji alanyazınına göre açıklanmış ve uzamsal bilişle havacılık psikolojisi, özellikle de pilotların yetileri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Sonrasında pilotların karşılaşılabilecekleri ciddi bir durum olarak uzamsal yönelim bozukluğu irdelenerek uzamsal biliş alanyazınındaki

araştırmalara değinilmiştir. Son olarak da, gerek araştırmacıların gerekse havacılık sektörünün faydalanacağı öneriler sunulmuştur.

### Uzamsal Biliş

Uzamsal/mekânsal biliş (spatial cognition)<sup>1</sup>, birbiriyle ilişkili ama farklı bilişsel fakülteleri (dikkat, algı, bellek, muhakeme, bilgi temsili vb.) kapsayan ve bu zihinsel mekanizmaları mekân bilgisiyle irdeleyen çok yönlü bir yapıdır (Hegarty ve Waller, 2004; Michael, Guilford, Fruchter ve Zimmerman, 1957). Ana fikir; uzayda kapladığımız alanı, kendimizi ve etrafımızdaki nesnelere nerede konumlandığımızı ve mekân bilgilerini nasıl işlediğimizi kavramaya çalışmaktır. Uzaysal alanda birçok şekilde işlev görülür: bir nesneyi görselleştirmek, zihinde döndürmek, geniş alanda kendini konumlandırmak, gidilecek yönü saptayabilmek gibi işlerin (task) yanı sıra akademik ya da mesleki olarak ilgi duyulan ve/veya başarılı olunan konuları dahi uzamsal yetenekler şekillendirebilir.

### Mekânsal /Uzamsal bilgi

Mekânsal/uzamsal bilgi denilince genellikle ilk akla gelen sokaklar, mahalleler, şehirler gibi geniş-ölçekli alanlardır. Fakat bir nesnenin iç dinamiğini kavramak da uzamsal bilginin işlenmesini gerektirir. Bir örnek üzerinden daha da basite indirgersek, bir üçgenin kenarlarını birbirleriyle ilişkilendirip onun bir üçgen olduğunu anlayabilmek dahi belli evreleri takip eden uzamsal bilişsel gelişimin sonucudur.

Çevremizdeki mekânlar iç içe geçmiş haldedir. Örneğin, yanı başınızda konumlandığınız bir masa, oturduğunuz odanın, oda bir binanın, bina ise sırasıyla bir sokağın, semtin, şehrin, ülkenin vb. içerisinde yer almaktadır. Hegarty ve arkadaşlarına (Hegarty, Richardson, Montello, Lovelace ve Subbiah, 2002) göre bu iç içe geçmiş alanlar dört ölçek üzerinden tarif edilebilir. Vücudumuzdan daha küçük ve kontrol edebildiğimiz nesnelere *biçimsel alan* (figural space) ifade ederken, vücudumuzdan daha büyük bir alanı kaplayan ve bulunduğumuz yerden her tarafını görebildiğimiz, (örneğin, oda büyüklüğündeki mekânlar) *vista alanını* (vista space) oluşturur. *Biçimsel* ve *vista* alanları için kişinin hareket etmesine gerek yoktur. *Çevresel alanlar* (environmental space) ise kampüs ya da sokak gibi, her tarafını deneyimleyebilmek için hareket etmeyi gerektiren alanlardır. Sonuncu olarak da ülke veya şehir gibi *devasa alanlar* (gigantic space) vardır ki, bunları haritadan öğrenmek daha kolay

<sup>1</sup> Uzamsal Biliş: Alanyazında uzaysal (Kurt, 2002) olarak da kullanılan mekân kelimesinin kökeni Arapça kevn sözcüğüne dayanır ve olmak, vâir olmak anlamına gelir (Kubbealtı lügatı). İngilizce'deki space (spatial kelimesinin kökü) Türkçe'de yer, mahal, mesken, uzay, uzam, mekân gibi birçok anlamı barındırmakta ve bu kavramın (spatial cognition) daha iyi anlaşılabilmesi için belki de uzam ya da mekân kelimesinden daha kapsayıcı bir kelime kullanmak gerekmektedir. Fakat yazının akıcılığını bozmamak adına hem uzamsal hem mekânsal terimleri, bazen birbirlerinin yerine kullanılacaktır.

olacaktır (Hegarty ve ark., 2002). Öğrenilen bir mekânın ölçeği de zihinde bu alanın nasıl kodlandığını ve hatırlandığını yani nasıl temsil edildiğini etkiler (Hegarty ve ark., 2002; Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa ve Lovelace, 2006). Farklı meslek alanlarına bakıldığında, örneğin, psikologların daha çok masa-üstü eşyalar ya da oda gibi biçimsel ya da vista alanlarına yoğunlaştıkları, jeologların çevresel ya da devasa alanlar üzerine çalıştıkları görülebilir. Pilotlar ise, özellikle uçuş sırasında hem vista hem de devasa alanlardaki, durarak ya da bekleyerek sürdürdükleri ‘taksi’ sürecinde ise çevresel ölçekteki bilgileri kullanırlar. Bu ayırım önemlidir zira insanın küçük ve büyük ölçekteki uzamsal bilgiyi işleyişi hem kendi içinde hem de başkalarına göre farklılaşabilir (Freundschuh ve Egengofer, 1997) ve bu da o insanın işinde ne derece iyi performans sergileyeceğini belirleyebilir. Pilotlar açısından da, ‘taksi’ sürecindeki uçağın yönü ve pozisyonu ile havalimanındaki park yerleri, pist ve taksi yollarının konumları arasındaki örtüşme, uzamsal bilişin düzgün işlenebilmesine bağlıdır. Bu gibi çevresel alanlardaki veya uçuş sırasında kullanılan devasa ve vista ölçeklerdeki bilgilerin düzgün işlenmesi, istenmeyen durum, hata ve kazalara engel olacaktır.

### ***Mekânsal zihinsel modeller***

Bir mekânın sonradan rahat kullanılacak şekilde zihinde temsil edilebilmesi için bilginin *edinim*, *kodlama*, *depolama* ve gerekirse *hatırlama* aşamalarından geçirilmesi gerekir (Downs ve Stea, 1973). Bu aşamalar, *bilişsel harita* oluşumuyla sonuçlanır. Bilişsel harita terimi ilk defa Tolman tarafından 1948 yılında sıçanlarla yapılan deneylerin sonucunda kullanılmıştır. Tolman’a göre bilişsel harita; mekânlar ve nesnelere olduğu gibi olayları da içerir. Bunların birbirleriyle bağlantısı sayesinde uzamsal bilgiler ilişkilendirilerek zihinde kalmaları kolaylaşır (Tolman, 1948). Birçok araştırmacı tarafından uzamsal temsile gönderme yapmak için kullanılsa da, bilişsel harita terimi nitelik olarak da haritaya benzer bir kavram gibi düşünülebilir.

Mekân bilgisi, sonradan kullanılmak üzere kodlanır, belleğe alınır ve uzamsal zihinsel modeller (spatial mental models) oluşturularak temsil edilir (Taylor ve Tversky, 1996). Uzamsal zihinsel modellerin erişilebilirliği üzerine çeşitli teoriler vardır. Bu zihinsel modeller, bilginin bir referans çerçevesi dâhilinde ele alınmasını ve ihtiyaç oldukça ona ulaşılmasını sağlar. Bir teoriye göre mekân belleğinin oluşumunda, *egosentrik* (egocentric) ve *aloesentrik* (allocentric) olmak üzere iki ayrı referans noktası çerçeveyi belirler (Easton ve Sholl, 1995). Kişi maruz kaldığı uzamsal bilgiyi, merkeze kendisini alarak kodlar ve zihinde ortaya çıkan temsil bu esasa göre oluşursa, buna egosentrik yani kişi-merkezli referans denilir. Bunun yanı sıra kişi, çevreye dair bilgiyi alosentrik yani nesne-merkezli (Kurt, 2002) de temsil edebilir. Her iki sistemin zihinde canlandığı imgeler birbirinden farklıdır zira merkeze

konumlandırılan referans noktası, görüş açısını ve perspektifi de etkiler (Hegarty ve ark., 2002; Hegarty ve ark., 2006).

Bazı insanlar çevrelerindeki alanı daha bütünsel (global) bir bakış açısıyla değerlendirmeye yatkın olsalar da, diğerleri lokal seviyede daha rahat düşünebilir. Bu anlamda da bilginin zihnimizdeki temsili *kuşbakışı* ya da *işaret* perspektifleri ile olabilir. Kısaca, çevremize ait alan hakkında *alışılabilen düşünce tarzının* (Bilge, 2020; Bilge ve Taylor, 2017) uzamsal bilişsel süreçlerimiz üzerinde büyük etkisi vardır. Nesne-içi veya nesnelere arası ilişkileri anlayabilme, kişinin zihninde bu figürleri eğip büküp çevirebilmesi uzamsal bilginin küçük ölçekte, bir başka deyişle daha lokal olarak (*işaret perspektifi*) işlenmesidir. Bireyin çevresindeki alan içinde hareket ederek ya da haritadan bakarak konumların kendisiyle ve birbirleriyle ilişkilerini anlayabilmesi ise mekân bilgisinin büyük ölçekte, daha bütünsel olarak (*kuşbakışı perspektifi*) işlenmesidir (Bilge, 2020; Bilge ve Taylor, 2017). Mekânın büyüklüğüne ve alışılabilen düşünce tarzına göre farklı zihinsel modeller ya da temsiller oluşur (Easton ve Sholl, 1995; Taylor ve Tversky, 1996). Bu temsiller de kişinin *uzamsal biliş tarzını* oluşturur.

Bir mekânı düşünürken zihinde beliren imgeler, o yer hakkında düşünmeye alıştığımız tarzı yansıtır. Daha önceki çalışmalarda, kişinin bir mekânı (örneğin, ilk defa gittiği bir şehir) zihninde temsil ederken, kuşbakışı veya işaret perspektiflerinden hangisini kullandığına bakılmıştır (Bilge, 2020; Bilge ve Taylor, 2017; Pazzaglia ve De Beni, 2006). Örneğin yaşadığı mahalleyi düşünürken, kiminin zihninde haritadan bakıyormuşçasına, kuş uçuşu (*kuşbakışı temsil*) bir imge canlandırır, kimi sokaklarda araba kullanıyormuşçasına dolaştığını hayal eder (*rota temsili*), bir başkası ise köşedeki bakkal, sokak lambası, vb. belirli işaretleri düşünür (*işaret temsili*). Zihinde oluşan bu temsillerin altında yatan neden tam olarak bilinmemekle beraber uzamsal süreçleri etkilediği bilinmektedir. Araştırmalarda insanlara çevrelerindeki geniş alanı zihinsel olarak nasıl temsil ettikleri anketler yoluyla sorulmakta (Pazzaglia ve De Beni, 2001; 2006) ve öz raporlara dayanan bir sınıflandırma (*kuşbakışı temsil veya işaret temsili*) yapılmaktadır. Ancak bildiğimiz kadarıyla işe alım sürecinde pilot adaylarının veya aktif pilotların uzamsal bilgiyi nasıl işlediklerine dair verilerin elde edilmesinde öz raporlara dayanan ölçekler değil, uzamsal yetilerini ölçen farklı objektif testler kullanılmaktadır.

### ***Uzamsal Yetenek***

Uzamsal yetenek, genel hatlarıyla, uzaya dair bilgiyi zihinde temsil etme, dönüştürme ve yeni bilgiler üretme olarak tanımlanabilir. Alan yazında farklı modeller olsa da temelde *yönelim* (orientation) ve *görselleştirme* (visualization) ayrımı yapılabilir. Yönelim; kişinin

bulunduğu yer ve yöne göre, uzamsal yönelimi (spatial orientation) muhafaza edebilmek kapasitesidir (Spence ve Feng, 2010). Görselleştirme ise bir objenin neye benzediğini ya da benzeyeceğini zihinde canlandırabilmedir. Sözü edilen ayırmadan başka, uzamsal yeteneği *uzamsal ilişkiler ve görselleştirme* bileşenleriyle tanımlayan araştırmacılar olduğu gibi (McGee, 1979; Pellegrino, Alderton ve Shute, 1984), *görselleştirme ve zihinsel döndürme* (Hegarty, 2018; Hegarty ve Waller, 2004; McGee, 1979) veya *uzamsal görselleştirme ve obje görselleştirme* (Kozhevnikov, Blazhenkova ve Becker, 2010) olarak ayıranlar da vardır. Farklı araştırmacıların sunduğu ayrımlarda, uzamsal ilişkiler, yönelim ve zihinsel döndürme bir tarafta yer alırken, görselleştirme veya uzamsal görselleştirme bunlardan farklı bir kapasite olarak ele alınır. *Uzamsal ilişkiler ya da obje görselleştirme* iki veya üç boyutlu nesnelerin (üç yüzeyi görünen küp gibi) belli bir yöne hareket ettirildiklerinde (rotasyonlarında) nasıl görüneceklerine yönelik karşılaştırmaları içerir. Alanda sıklıkla kullanılan Zihinsel Döndürme Testi (Mental Rotation Test) buna örnektir (Shepard ve Metzler, 1971; Vandenberg ve Kuse, 1978). *Uzamsal görselleştirme* ise, üç boyutlu alanda nesnelerin dönüşümlerini ve bazı kısımları katlandığında veya açıldığında nasıl görüneceklerini hayal edebilme yeteneği olarak tanımlanır (McGee, 1979). Minnesota Kâğıt Form Kartı (Likert ve Quasha, 1969), Kâğıt Katlama Testi (Ekstrom, French, Harman ve Dermen, 1976) gibi testler de görselleştirmeye örnektir. Tanımlardan anlaşıldığı gibi, her iki faktör de görsel imgelerin zihinsel manipülasyonunu içerir. Faktörler arasındaki ilişkiler irdelendiğinde, uzamsal görselleştirmeyi daha iyi yapan bireylerin Zihinsel Döndürme Testi gibi rotasyon testlerinde de daha iyi olduğu bulunmuştur (Kozhevnikov, Kosslyn ve Shepard, 2005).

Kişinin maruz kaldığı nesnelerin ve mekânların iç ilişkilerini kavrayabilmesi; konumları, yönelimleri ve birbirleriyle ilişkilerini kodlama, erişim, manipülasyon, akıl yürütme yoluyla anlayabilmesi; harita okuyabilmesi, bulunduğu yerleri anımsayabilmesi ve zihinde canlandırabilmesi gibi becerileri, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (science-technology-engineering-math; İngilizce kısaltması ile STEM) gibi alanlarda (Uttal ve Cohen, 2012; Wai, Lubinski, Benbow ve Steiger, 2010) önemli rol oynar. STEM alanlarında uzmanlaşan kişilerin uzamsal görselleştirme becerisi daha yüksek bulunurken, görsel sanatlarda uzmanlaşanların obje görselleştirmede daha iyi performans sergiledikleri de bulunmuştur (Kozhevnikov, Blazhenkova ve Becker, 2010). Havacılık ise uzmanlaşmış ve uygulamalı bir STEM alanı olarak karşımıza çıkmaktadır ve uzamsal yetenek testlerinin, pilotluk eğitim sonuçlarını objektif ve nesnel ölçütler ile mülakat performansı gibi sözel ölçütlere ek olarak yordadığı da görülmüştür (Johnson, Barron, Rose ve Carretta, 2017). Bir kişinin uzamsal bilişin her boyutunda iyi olacağına dair bir çıkarım yapılamazken, uzamsal



yetenekleri ile mekânı işleyiş tarzı ve yatkın olduğu işler ya da tercih ettiği dallar arasında ilişki olabilir.

Mekâna dair bilişin birçok günlük fonksiyona katkısı ve yaşa bağlı sekteye uğrama ihtimali göz önüne alındığında (Klencklen, Després ve Dufour, 2012; Moffat, 2009), insanların kendi mekânsal bilişsel performanslarını doğru bir şekilde izleyip değerlendirebilmesi önemlidir. Çünkü kişinin mekânsal performansına ilişkin algıları, mekânsal düşünmeyi gerektiren görevlerde yer alacak stratejilerin ve kararların kullanımlarını etkileyebilir. Problem çözmeye, uzamsal görselleştirmeye dayanmayan stratejileri de rutin olarak içerebilir. Ancak uzamsal düşünme gerektiren durumlarda strateji geliştirmek, mühendislik (Hsi, Linn ve Bell, 1997; Schwartz ve Black, 1996), kimya (Stieff, 2007; Stieff ve Raje, 2010) ve matematik (Hegarty ve Kozhevnikov, 1999; Lowrie ve Kay, 2001) alanlarındaki problemlere doğru çözümler üretilmesini sağlar. Bu stratejiler çeşitli sezgisel yöntemler, algoritmalar ve diğer analitik çözümlerini içerir. Ayrıca, bu tarz uzamsal problemleri çözmek ve çözerken etkin strateji kullanmak, diğer alanlardaki problem çözmeye becerilerinin de artırılmasına yol açabilir (Uttal ve Cohen, 2012; Taylor ve Hutton, 2013). Bu açıdan bakıldığında, alanyazında uzamsal yetenek ile matematik başarısı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu vurgulanmaktadır (Bulut ve Köroğlu, 2000). Örneğin bu yetenek geometri alanında şekilleri akılda daha iyi tutmayı, aralarındaki ilişkiyi daha iyi kavrayabilmeyi öngörür (Turgut, 2007). Son olarak, uzamsal görevlere etki edebilecek kültürel etmenler, özellikle de kadın-erkek farklarını tetikleyebilecek sosyo-kültürel etmenler, test sonuçlarını yorumlarken nadiren dikkate alınsa da (Saucier, Green, Leason, MacFadden, Bell ve Elias, 2002; Shelton ve Gabrieli 2004) test performansıyla açıkça ilgili olduğu bulunmuştur (Quaiser-Pohl ve Lehmann 2002).

Kısacası, pilotlar uçağı uçururken sürekli biçimde uzamsal yeteneklerinin çeşitli yönlerini kullanarak karşılaştıkları problemlere stratejiler geliştirerek çözümler üretirler. Bu açıdan düşünüldüğünde günümüzde hava yolu şirketlerinin pilot adaylarının uzamsal yeteneklerini de ölçüyor olması çok yerinde bir uygulamadır. Bu testlerin kapsamı yetenekleri değerlendirecek yeni teknikler eklenerek geliştirilebilir ki, bu konu Araştırmacılara Öneriler başlığı altında irdelenmiştir.

### **Havacılık Psikolojisi ve Havacılıkta İnsan Faktörleri**

Psikoloji bilimi, insan davranışlarının kapasitesi ve sınırlarına dair araştırmalar yapar. Havacılık psikolojisi alanı ise, bu bilgilerin havacılık sektörüne uyarlanarak kullanılması; pilotların, kabin ve yer görevlilerinin, hava trafik kontrolörlerinin, yolcuların kısacası hava yolu işletmesine dâhil olabilecek tüm paydaşların farklı durumlarda nasıl davrandıkları,

davranabilecekleri ve davranmaları gerektiği üzerine odaklanır. Alandaki araştırmaların çoğu kokpit içerisindeki davranışların denetlemesi, sergilenmesi ve uçuş ekibi (flight crew members) seçimi ve eğitimini içerir (Koonce, 1984).

İnsan Faktörleri terimi ilk 1949 yılında kendisi de psikolog olan Hywel Murrell tarafından kullanılmıştır. Son senelerde Havacılıkta İnsan Faktörleri terimi sıklıkla Havacılık Psikolojisiyle beraber, hatta dönüşümlü olarak kullanılmaktadır. Havacılık psikolojisi, insan faktörleri alanının havacılığa uyarlanmış şekli olarak düşünülebilir, ancak uçak tasarımı, emniyetli uçuş gibi insan faktörlerinde olup psikolojide olmayan başka unsurlar da vardır. Disiplinlerarası bir bilim dalı olan Havacılık Psikolojisi veya Havacılıkta İnsan Faktörleri alanında psikologlar, mühendisler, endüstriyel tasarımcılar, çeşitli koşullarda (radyasyon, düşük basınç vb.) insan performansını inceleyen alanlardan uzmanlar ve operasyon araştırmacıları da yer almaktadır. İnsan Faktörleri alanı, insan davranışını anlamının yanı sıra, bu bilgiyi uçakların en verimli ve konforlu biçimde tasarlanmasından, uçak yolculuklarının en emniyetli biçimde gerçekleşmesine kadar birçok aşamada uygulamalı kullanır. Havacılık sektöründe, sürece dâhil olan her bireyin, sorumlu olduğu göreve dair kapasitesinin ve sınırlarının bilinmesi sorunsuz bir hava taşımacılığını sağlayabilmek adına önemlidir (Seedhouse, Brickhouse, Szathmary ve Williams, 2020). Zira herhangi bir noktada çıkabilecek aksaklık veya hatanın öngörülüp önlenmesi bu bilim alanındaki çalışmalara bağlıdır.

Bilgi işleme süreçlerinde, özellikle pilotların kokpitte maruz kaldıkları birçok bilgiyi hızlı bir şekilde işlerken kullandıkları yetkinliklerden en önemlilerinden birisi de durum farkındalığıdır (situation awareness). Bir pilotun, görev süreci boyunca durum farkındalığının yüksek olması yani olduğu ortamdaki bilgi elde edebilmesi, mevcut durumun zihinsel resmini oluşturabilmesi, sürekli güncellenen bilgi akışını bu resme yedirerek olası durumlara dair öngörülerde bulunabilmesi ve gerektiğinde yönlendirme yapabilmesi gerekmektedir. Yine pilotların bilindik ve tekrarlanan durumlarda durum farkındalıkları yüksek olabilirken, ilk defa karşılaştıkları bir ortamda veya karmaşıklaşan senaryolarda durum farkındalıkları zayıflayabilir. Durum farkındalığına dâhil süreçlerin hemen hemen hepsi dikkat, algı, bellek, problem çözme ve karar verme gibi bilişsel mekanizmalarla iç içe ve bağımlı olduğundan, kişinin bilişsel yeteneklerinin kapasitelerini anlamak da durum farkındalığı potansiyelinin çerçevesini çizmekte yardımcı olacaktır (Seedhouse ve ark., 2020). Kısacası, uzamsal bilgi ve bu bilginin kullanılabilmesini içeren uzamsal yetenekler havacılıkta insan faktörleri ve havacılık psikolojisi alanında önemli bir yer tutar.

## Havacılıkta İnsan Faktörlerinde Uzamsal Yeteneklerin Önemi

Psikoloji terimleri sözlüğüne göre yetenek, gelişmiş bir beceri veya yetkinliği, zihinsel veya fiziksel olarak bir iş veya görevi yapabilme gücü olarak tanımlanmaktadır (Coleman, 2001). Havacılık sektöründeki her görev tanımında olduğu gibi, pilotların da yetkin ve güvenilir sayılabilmeleri için belli yeteneklere sahip olmaları gerekir. Hava yolu şirketleri belirlenen yetkinlikleri, şirket misyon, vizyon ve politikalarını gözeterek şekillendirir. Pilotların seçim sürecinde, tanımlanan görev kapsamında gerekli becerilere ve yetkinliklere sahip olup olmadıklarını anlamak için kapsamlı bir inceleme yapılır. İş analizi yolu ile sistematik biçimde yönetilen bu süreç, aday pilotların yetenek taksonomilerine göre değerlendirilerek seçilmesini sağlar. Adayın sahip olması gereken özelliklerin kapsamlı incelemesi ve işle ilgili görevlerin ayrıntılı irdelenmesi, çalışanları gözlemleyerek veya onlarla mülakat yapılarak gerçekleştirilir.

Pilot işe alımında kullanılan farklı taksonomiler olmasına rağmen Fleishman taksonomisi sıklıkla kullanılanların başında gelir (Eissfeldt ve Heintz 2002; Knapp, Russell ve Campbell, 1995). Pilotların seçimlerine dair son zamanlarda yapılan araştırmalarda, geleneksel pilotların yanı sıra, insansız hava aracı (UAV) veya uzaktan kumandalı uçak (RPA) pilotlarının seçim süreçlerine de değinilmektedir (Eissfeldt ve Heintz 2002). Goeters ve arkadaşlarının (2004), 141 sivil pilotla yaptığı araştırmaya göre, Fleishman taksonomisinde belirlenen *işbirlikçi olma, sosyal beceriler, stresle başa çıkma, iletişim* ve *karar verme* yetenekleri pilotlukta çok önemli yetiler olarak, bilişsel yeteneklerin çoğu da oldukça önemli olarak tanımlanmıştır. Pilotların sahip olması gereken temel bilişsel yetenekler arasında *zaman yönetimi, seçici dikkat* ve *görselleştirme* yer almıştır. Uzamsal yeteneklerden biri olan görselleştirme böylece pilot seçiminde önemli bir kriter halini almıştır. Bir pilotun mekânsal oryantasyona sahip olması ne kadar gereklirse, uzamsal oryantasyonun nasıl bozulduğunu anlayabilmesi de olası kazaları önleyebilmek açısından o kadar önemlidir.

## Uzamsal Oryantasyon

Mekânsal veya uzamsal yönelim (spatial orientation) diye de tanımlanabilecek uzamsal oryantasyon, kişinin hareketli veya hareketsiz olduğu sırada, vücut duruşunu ve yönünü fiziksel çevresine göre ayarlayabilmesi ve bu yönelimi sürdürebilme becerisidir (Lewkowicz, 2016; Seedhouse ve ark., 2020). Kişinin bulunduğu uzay içerisindeki konumunu algılaması ve oryantasyonunu sağlayabilmesi yani uzamsal yönelimin düzgün işlemesi için vücutta birbirine entegre çalışan üç sistem vardır. Bunlar; *görsel, vestibüler* ve *somatosensoryel/ proprioseptif* sistemlerdir. Bilgiler, farklı duyarlar (örneğin, işitme ve görme) tarafından alınır, bütünlüklü olarak işlenir ve kullanılır. Büyüklüğü (magnitude), yönü ve frekansı farklı olan uyarımlar

duyu organlarımıza ulaşır, organlara gelen duyumlar birleştirilip yorumlanarak kişinin düzgün uzamsal yönelim yapması sağlar. Vestibüler sistemde iç kulaktaki denge yapıları vücudun aynı doğru üzerindeki hareketlerin yanı sıra açısız olarak hızlanma veya yavaşlamayı algılamasını sağlar (Seedhouse ve ark., 2020). Somatosensöriyel veya proprioseptif sistemde ciltte, kaslarda, tendonlarda, eklemlerde bulunan sinirler yer alır. Bu sinirler sayesinde birey yerçekiminin etkisinin farkına varır, hızlanma/yavaşlama durumlarındaki sinyalleri işleyerek duysal bilgiyi algılar ve yorumlar. Görsel sistemde yer alan gözlere gelen bilgiler ise ufuk çizgisi gibi bir referans çerçevesine veya güneş, yıldızlar gibi uzaydaki dış noktalara göre kişinin vücudunu konumlandırmasını sağlar (Seedhouse ve ark., 2020).

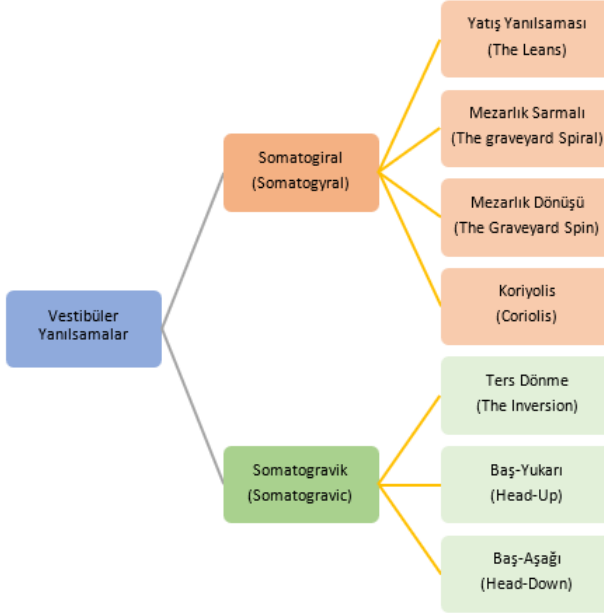
Uçuş, üç boyutlu uzayda ve yüksek hızlarda gerçekleşir ki, insan fizyolojisi buna göre tasarlanmamıştır. İnsanın görüşü sınırlı olmasına rağmen normal bir uçuş sırasında görsel mekanizmaya fazlasıyla yüklenilir. Özellikle geceleri uçmak pilotlar için zorlayıcı olabilir, bu yüzden de bu konuda yoğun bir eğitim almaları gerekir (Seedhouse ve ark., 2020). Uzamsal yönelimi sağlama ve sürdürme becerisi, uçuş sırasında çok önemli bir hal alır. Bir pilot için uzamsal yönelim, uçağın irtifa (yükseklik/altitude), durum (attitude), ve hareket yönü bilgilerini doğru olarak saptayabilmesini içerir. Bahsi geçen üçlü sistem yer seviyesindeki duruşa ve hareketlere uygundur ama üç boyutlu bir ortamda, işleyişte aksaklıklar meydana gelme olasılığı artar. Duyular arasındaki tutarsızlık yanılsamalara yol açar. Başka bir deyişle, beyin duysal sistemlerden çelişkili bilgiler alırsa bu uçağın kontrol kaybına kadar gidebilecek bir kafa karışıklığına neden olabilir. Üç kollu bilgi akışı, kişinin vücudunun iç göstergelerini doğru okuyabilmesi için birlikte çalışır. Fakat duysal uyarılarda yani görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerde büyüklük, yön ve frekans açısından uyumsuzluk olduğunda, uzamsal yönelimin sürdürülmesi zorlaşır ve farklı yanılsamalara neden olan uzamsal oryantasyon bozukluğu (spatial disorientation) meydana gelir (Klyde, Lampton ve Schulze, 2016).

Normal uçuş koşullarında, uzamsal oryantasyona sahip tüm pilotlar irtifa bilgisini anlar, çünkü ufka ve yere göre görsel referans alınır ve iç kulaktaki duyu sistemi rakımı algılar. Ufuk bilgisi kaybolduğunda ise vücut artık vestibüler sisteme güvenemez olur. Görsel referansların olmadığı durumlarda, yani ufuk belirsiz veya hiç görülemediğinde, yer yüzeyi referansları konum belirlemeye yardımcı olamaz hale gelir ve uçağın içindeki ve dışındaki bilgi arasında tutarsızlık hissedilir. Böyle bir durumda, algılanan pozisyon kaybıyla beraber vestibüler sistemden gelen güvenilir duysal girdiler sonucunda pilot uçağı, dönmüş, dalışa geçmiş ve hatta tersine dönmüş gibi hissedebilir. Bunun sonucunda da pilot uçağın kontrolünü kaybedebilir. Bu gibi durumların oluşmasının ana nedenlerinden biri pilotta oluşan uzamsal

oryantasyon bozukluğudur. Görüş mesafesi az veya hiç olmayan hava koşullarında, gece uçuşlarında ve pilot görsel yükünün çok olduğu koşullarda (Klyde ve ark., 2016) oluşan uzamsal oryantasyon veya yönelim kaybı oldukça tehlikelidir ve çoğu zaman mürettebatın ve yolcuların ölümüyle sonuçlanan ve büyük kayıplara yol açan kazalardaki etken faktördür.

### **Uzamsal Oryantasyon Bozukluğu**

Kendi çevrenizde defalarca hızla döndükten sonra veya lunaparktaki trende yüksekten hızla aşağı inerken yaşadığımız hissi düşünün. Çevrenizi sabit algılamadığınızı, yer çizgisinin ve ufuk çizgisinin nasıl da karışabildiğini hatırlayın. Şimdi de uçak kullanan bir pilotu düşünelim. Yerde yaşanan baş dönmesi eğlenceli veya heyecan verici olabilirken, yüksek irtifada, hızla uçarken yaşandığında ortaya çıkan hayati tehlike nedeniyle son derece endişe verici hale gelebilir. Mekânsal veya uzamsal oryantasyon bozukluğu; vestibüler, görsel veya proprioseptif sistemlerden gelen bilgilerle, iniş veya atmosferik durum bilgilerini değerlendirirken pilotların düşebileceği yanılsamalardan kaynaklanır. Her türlü yanılsamayı içeren uzamsal yönelim bozukluğu geniş bir terimdir. En yaygın görülenleri vestibüler sistem kaynaklı *somatogiral* veya *somatogravik* yanılsamalardır (somatogyral or somatogravik illusions). Genel olarak, vücut eğiminin yanlış hissi veya kişinin uçağın genişletilmiş dönüşlerini algılayamaması olarak kendini gösterir (Klyde, Lampton ve Schulze, 2016). Pilotun uçağın gerçek eğim açısını, duruşunu veya dikey hızı ya da diğer performans parametrelerini fark etmediği durumlarda uzamsal oryantasyon bozukluğu yaşadığı anlaşılır (Gilligham, 1992). Somatogiral yanılsamalar vestibüler sistemin yarım daire şeklindeki iç kulak kanallarını içerir. Sıklıkla karşılaşılma sırasına göre; *yatış yanılsaması* (the leans), *mezarlık sarmalı* (the graveyard spiral), *mezarlık dönüşü* (the graveyard spin) ve *korilyolis* (coriolis) yanılsamaları görülür. *Somatogravik* yanılsamalar ise vestibüler sistemin utrikül (iç kulak boşluğu) ve sakül (kesecik) kısımlarını içerir ve *ters dönme* (the inversion illusion), *baş-yukarı* (head-up illusion) ve *baş-aşağı* (head-down illusion) yanılsamalarıyla sonuçlanır. Somatogiral veya somatogravik yanılsamaların hepsinde güvenilir olmayan veya ulaşılamayan dış görsel referanslar vardır ve pilot, tutarsız bilgi girdileri sonucunda yanlış yönelim hisseder (Antunano, 2005). Yanılsamaların sınıflandırması Şekil 1’de görülebilir.



**Şekil 1.** Uzamsal oryantasyon bozukluğuna yol açan vestibüler yanılsamaların sınıflandırılması.

Vestibüler sistem, ufuk çizgisi gibi bir görsel referans olduğu sürece oldukça güvenilirdir. Görsel referansların kaybolduğu durumlarda ise vestibüler sistem artık güvenilmez hale gelir. Beyin sınırlı veya bozuk duysal girdiler alırsa, yönelim bozukluğu meydana gelebilir. Örneğin, yüksek irtifadaki G dönüşü etkisi ile beyin olağan dışı girdiler alır. Bu durumda vestibüler sistemin yer seviyesinde işleyişinde bir sorun olmasa bile, uçuşa kolaylıkla adapte olabilen bir sistem olmadığı için pilotun tehlikeli sonuçlara götüreceği tepkiler vermesine yol açan yanılsamalar oluşur.

Uzamsal yönelim bozukluğundan kaynaklanan kazalar neyse ki hava yolu taşıyıcılığında nadirdir ama bu kazaların sonuçları hayatidir. 1976-1991 arasındaki ABD havacılık kazalarının %11 oranında (Collins ve Dollar, 1996), 2001 senesinde gerçekleşen ölümlerinse %50'sinin uzamsal oryantasyon bozukluğunun etken unsur olduğu bildirilmiştir (McGrath, Rupert ve Guedry, 2002). Bu sayıların, önceki senelerdeki kaza oranlarıyla da örtüştüğü bulunmuştur. Sonraki yıllarda havacılık kazaları üzerine yapılan araştırmalar uzamsal oryantasyon bozukluğunun ölümle sonuçlanan kazalardaki ortak nedenlerden biri olduğunu, hatta tüm kazaların %33'ünde etkisi olduğunu göstermiştir (Gibb, Ercoline ve Scharff, 2011). ABD Federal Havacılık Birliğine göre ise genel havacılık kazalarının %5 ila %10'una uzamsal oryantasyon bozukluğu sebep olurken, bu sebeple gerçekleşen kazaların %90'u ölümcüldür (Federal Aviation Administration [FAA], 2021). Yaygın gözlemlenen yanılsamaların (Bkz.

Şekil 1) nasıl oluştuğuna ve bunlara pilotun ne şekilde tepki verdiğine aşağıda kısaca değinilmiştir:

### ***Yatış Yanılsaması***

En yaygın yanılsamalardır. Çok yavaş ve uzun süreli (örneğin, 20 saniyeden fazla bir zamanda 180 derecelik) bir dönüş giren pilotun, dönüşün hemen akabinde düz uçuşa geçtiği zaman yaşadığı yanılsama değildir. Yavaş gerçekleşen dönme hareketi, yarım daire kanalinin duyuşal eşliğinin (0.2-8<sup>0</sup>/ sn) altında kalırsa, yani yeterince hızlı bir dönüş olmazsa, iç kulaklardaki sıvı hareket etmeye başlamaz. Uçağın kanat hizalamasını yapıp düz uçuşa ayarladığında ise kulaklardaki yarım daire kanallarından gelen bilgi pilota uçağın ters istikamete yattığını düşündürür. Bu durum da pilotun uçağı tekrar ilk dönüş yönüne yatırmasına sebep olur. Pilot ufuk çizgisi veya yere görsel referans yakaladığı an yanılsama kaybolur. Bu durumdan korunmak için pilot, çok yavaş gerçekleşen dönüşlerden kaçınmalıdır.

### ***Mezarlık Sarmalı***

Pilotun isteyerek ya da istemeyerek başladığı uzun süren yatışlı dönüş sonrası döne döne alçalmaya başlamasıdır. Pilot dönüş girdiğinde, başlangıçta uçakla aynı yönde dönme hissine sahiptir. Fakat dönüş yavaş ve uzun sürerse (örneğin, 20 sn.'den fazla), iç kulaktaki sıvı yarım daire şeklindeki kanallarda hareket etmediğinden kıl hücreleri de hareket etmez ve pilot uçağın artık dönmediğini zanneder. Uçağı düzlemek istediğinde ise uçağın tam tersi yönde dönüşte olduğu yanılgısına düşecektir. Bu durumda da kulak içi sıvı aniden ters yöne akar ve kıl hücreleri aksi yönde bükülür. Pilot, algılanan bu dönüşü düzeltmeye çalışırken farkında olmadan yeniden orijinal dönüş girecektir. Dönüş sırasında uçaklar irtifa kaybettiği için uçak alçalmaya başlar (Bkz. Şekil 2). Pilot aletler yerine vücudundan gelen duyum ve hislere güvenirse dönüş devam edecek ve uçak sarmal yaparak alçalacaktır. Pilotun bu yanılsamadan kaçınabilmesi için tek bir göstergeye bağlı kalmayarak paneli taraması ve aletlerden aldığı bilgiye güvenmesi gerekir.

### ***Mezarlık Dönüşü***

Pilotun isteyerek ya da istemeyerek uçağın süratini tamamen kaybetmesi, dik ve dar bir helezon çizerek hızla alçalmasıdır. Uçak aşağıya doğru kıvrıldıkça pilot inişi algılar ancak alçalma hızının azaldığını zanneder. Yatış açısı bir yöne kademeli olarak artarken, pilotun herhangi bir kontrol girişimi yani dümeni ters yöne kırması sadece dönüşü hızlandırır ve alçalmayı artırır (Bkz. Şekil 2). Bu koşullar altında, vestibüler sistem tarafından sabit bir yatış oranı ve yönü saptanamayacak ve pilot durum göstergesini izlemediği sürece hiçbir görsel

ipucu mevcut olamayacaktır. Bu durum, uçak bulutta veya karanlık gece koşullarında yatmaya başladığında gelişebilir. Düzeltilmeden bırakılırsa, uçağın araziye vurması kaçınılmaz olur.



**Şekil 2.** Mezarlık dönüşü (sağ) ve mezarlık sarmalı (sol) yanılısmalarının görsel temsili (Federal Aviation Administration (FAA), 2021).

### ***Koriyolis***

Havacılıkta *Coriolis* etkisi olarak da bilinen *koriyolis*; dünyanın eksenini etrafında dönüşüne bağlı olarak hareket eden bir cismin dönüş istikametinde yana kayması olarak tanımlanabilir. Dönen bir koordinat sisteminde hareket eden uçağın dönüş yönünde ve yörüngesinde sapmaya yol açan durum, kuzey yarım kürede sağa doğru, güney yarımkürede ise sola doğru sapmayla sonuçlanır. Uçağın uzun süreli dönüş hareketinde kulaklardaki sıvı hareket etmeyi bırakır ve beyin uçağın düz olduğunu zanneder. Bu noktada, pilot kokpitte bir yere bakmak için başını çok hızlı döndürürse (öne, arkaya, sağa veya sola) kulak kanallarındaki sıvı farklı bir ekseninde hareket edebilir. Ve bu da, uçağın manevra yaptığını hissettirir. Bu yanılısamadan korunmak için pilotun kokpitte başını hızla hareket ettirmemesi ve baş dönmesi hissederse hemen göstergelere odaklanması gerekir.

### ***Ters Dönme***

Yukarıya doğru tırmanma ve uçağı hizalamak için yapılan manevrayla ortaya çıkan yanılısamadır. Bu tırmanış ve hemen sonrasında düz uçuşa geçişle beraber, pilot uçağın tersine döndüğünü zanneder ve uçağın burnunu indirir. Burnu indirdikçe yanılısama daha da yoğunlaşacaktır. Pilotun bu yanılısamadan kaçınmak için kalkış ve düzleme sırasında kontrollü ve yavaş ilerlemesi gerekir.

### ***Baş Yukarı- Baş Aşağı Yanılısaması***

Baş yukarı yanılısamasında, ani ileri hızlanma sonucu pilot, uçağın burnunun dikey yükselişe geçtiğini zanneder ve uçağın burnunu aşağıya çevirir. Gece kalkışında, fazla aydınlanmış bir havaalanından karanlık bir gözyüzüne kalkış bu tarz bir yanılısamaya sebep olup kazaya dönüşebilir. *Baş-aşağı* yanılısamasında ise tam tersi gerçekleşir. Ani yavaşlama



ve alçalma sonucu pilot uçağın burnunun yanlılıkla dikey alçalışa geçtiğini algılar ve uçağın burnunu yukarıya verir. Bu iki yanılısamadan kaçınmak için ise pilotların özellikle bulut içinde hızlı iniş ve kalkış manevralarından uzak durması gerekir (Antunano, 2005).

### **Uzamsal Oryantasyon Bozukluğuna Yönelik Sınıflamalar**

Pilotların algıladığına bağlı olarak *görsel* ve *vestibüler* yanılısamalar olarak temelde ikiye ayrılan uzamsal oryantasyon bozukluğunun belirtileri üç şekilde kendini gösterir. *Tip I tanınmayan uzamsal oryantasyon bozukluğu* olarak isimlendirilirken, *Tip II tanınan uzamsal oryantasyon bozukluğu* ve *Tip III de yetersiz uzamsal oryantasyon bozukluğu* olarak sınıflandırılır (Gilligham, 1992). Uzamsal oryantasyon bozukluğuna sebep olan yanılısamaların çoğunluğunun Tip I olduğu, Tip II'nin daha az, Tip III'ün ise oldukça nadir görüldüğü bildirilmektedir. Tip I özellikle görsel, vestibüler veya her iki sistemden kaynaklı yanılısamları içerir. Tip I'in en zor yanı, pilotun uzamsal yönelimin yanlış olduğunun farkında olmaması, başka bir deyişle, herhangi bir yanılısamayı algılamamasıdır. Bu durumda, pilot çarpına kadar uçağın kontrolünü devam ettirir. Tip II'de pilot uzamsal yönelim bozukluğu yaşadığının bilincindedir ve hissettiği bazı semptomlar sonucu yönelim bozukluğunu fark edebilse de uçuş göstergelerinin bozulduğunu düşünür. Oldukça nadir rastlanan ama en tehlikeli olan Tip III'de ise pilot, yoğun bir yanılısamayla beraber ciddi fizyolojik tepki yaşar. Örneğin, göz titremesi olarak da bilinen nistagmus yaşayabilir. Uzamsal oryantasyon bozukluğu olduğunu ve yönünü saptayamadığını bildiği halde çaresiz kalır ve uçuş göstergelerini dahi okuyamaz hale gelir (Cutler, 2019).

### **Uzamsal Yönelim Bozukluğuna Bağlı Gerçekleşen Uçak Kazaları**

Bölüm başında örnek verilen Kobe Bryant kazası gibi, uçuş sırasında pilotun yaşadığı uzamsal oryantasyon kaybının etken unsur olduğu ve pilotun zayıflayan durum farkındalığını yönetememesi sonucu ölümle sonuçlanan birçok uçak kazası olmuştur (Gök, 2018; Phillips, 2020; Whitcomb, 2020). Bu kazalardan birisi Amerika Birleşik Devletleri eski başkanlarından John F. Kennedy'nin oğlu John F. Kennedy Jr.'ın 1999 yılında eşi ve eşinin kız kardeşiyle geçirdiği kazadır. Amerikan Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu (NTSB) raporlarına göre, gece uçuşu yapan John F. Kennedy Jr., sis tabakasına girerken görsel referansları kaybetmiş ve oluşan uzamsal yönelim bozukluğunu yönetemeyince karanlıkta Atlantik Okyanusu'na düşmüştür (Phillips, 2000). Uçakta bulunan tüm yolcular çarpma anında hayatlarını kaybetmiştir. Buna benzer sisli hava koşullarında, karadan uzaklaşılabilir ve ufuk çizgisinin referans alınmadığı, görüş mesafesinin kısa ve gökyüzünün gri ya da tam karanlık olduğu uçuşlarda, pilotun uçağın durumunu veya yüksekliğini (altitude) değerlendirmesi son derece zordur.

Türk sivil havacılığında da benzer kazalar olmuştur (Gök, 2018). Bilinen ilk ölümcül sivil havacılık kazası 3 Kasım 1936 yılında gerçekleşmiş fakat nedenlerine dair bilgiye ulaşılmamıştır. Kazaların bir kısmının teknik arıza veya haberleşme hatasına bağlı olduğu belirlenirken bazılarının tam olarak nedeni bulunamamıştır. Bu tip nedensiz gibi görünen kazalara verilebilecek en bilindik örnek 17 Şubat 1959'da, dönemin başbakanı Adnan Menderes ve beraberindeki heyeti Londra'ya taşıyan TC-SEV uçağının düşmesidir. Öğle saatlerinde havalanan uçak birkaç saat içinde Heathrow Havalimanına iniş yapacağı sırada yoğun sisle karşılaşmıştır. Heathrow'da bulunan hava trafik kulesi iniş izni vermeyerek tüm uçakları yakındaki bir havalimanına yönlendirmiş fakat yoğun sis nedeniyle uçak ormana düşmüş, elim kaza gerçekleşmiştir. Sebebi net olarak bilinmemesine rağmen Kaptan Pilot Münir Özbek'in görsel dayanaklarını kaybetmiş olabileceği ve alçaldığını fark edemediği düşünülmektedir (Gök, 2018). Uzamsal yanılsamalar düşünüldüğünde, pilotun uzamsal oryantasyon kaybı yaşamış olması muhtemeldir. Kazadan Adnan Menderes ve uçakta bulunanlardan az sayıda kişi sağ kurtulurken, bir bakan, bir milletvekili, bürokratlar, Türk Hava Yolları ve Anadolu Ajansı genel müdürleri, gazeteciler, pilotlar, bir kabin görevlisi ve bir telsiz operatörü hayatlarını kaybetmiştir (Gök, 2018).

Uzamsal yönelim algısı doğal veya sentetik olabilir. Doğal olanı, daha önce açıklanan üçlü sistemden alınan bilgilerle oluşturulan algıdır. Sentetik olanı ise uçuş göstergeleri tarafından sunulan bilgilerdir (Gilligham, 1992). Pilotların, uzamsal yönelim bozukluğundan kaçınmalarını sağlayacak olan belirtileri çok iyi tanımaları ve yanılsama durumunda kendi hislerine değil uçuş aletlerine güvenmeleri gerekmektedir. Pilotlar için temel kurallardan biri olan “enstrümana/alete güven” sloganının amacı oryantasyon bozukluğunu önlemek ve oluşması halinde durumu tespit ederek uçağın emniyetini sağlamaktır. Olası yanılsamaları ve bu durumda yaşanabilecek yönelim bozukluğunu yönetebilmek, durum farkındalığını kazandırarak kazaları önlemek adına aşağıda araştırmacılara ve havacılık sektörüne öneriler sunulmuştur.

## **Sonuç ve Öneriler**

Genel olarak bu bölümü özetleyecek olursak: mekân hakkında esnek düşünebilmek bireyin doğumdan itibaren yaptığı pratikle, ona verilen eğitimle yakından ilgilidir. Çocukluktan itibaren günlük aktivitelerin, oyunların, vb. doğası gereği kendimizle diğer nesnelere, insanlar, olaylar arasında bir ilişki kurarız. Bu ilişkinin kapsamlı olarak anlaşılması da önemlidir. Uzamsal düşünce, mekânların zihinde ne şekilde temsil edildiği, nesne değişimlerini görselleştirebilme veya yürüyerek, haritaya bakarak, ya da herhangi bir vasıtayla yol bulabilme gibi farklı boyuttaki uzamsal/mekânsal biliş faktörleri arasındaki ilişkiyi anlamaktır. Uzamsal

düşünce tarzı, yaşamda mekânsal bileşenlere sahip problemleri çözme becerilerimizi içerecek şekilde hayatımıza yayılabilir. Uzamsal bilgileri öğrenmeye, düşünmeye ve işlemeye başlama şeklimiz eğitim ortamları için de büyük bir potansiyele sahiptir.

Uzamsal biliş, günlük iş ve görevlerin çoğunda yer alır ve kişinin kendi performansını takip ederek denetleyebilmesi yönünden önem kazanır (Klencklen ve ark., 2012; Moffat, 2009). Örneğin bir kişinin yeni bir mekânı ne şekilde daha iyi öğrenebildiğini bilmesi (Pazzaglia ve De Beni, 2006; 2001) uzamsal yetilerinin farkına varabildiği anlamına gelir. Ayrıca kişinin mekânsal performansına ilişkin algıları, mekâna dair düşünürken kullanacağı strateji ve kararları etkileyebilir. Bu da belli konulara yatkınlığından tutun da ilerideki meslek seçimine kadar uzun vadede bireyin hayatını ilgilendirir. Son zamanlardaki meta analizler, çocukların ve yetişkinlerin görsel becerilerini eğitim ile geliştirebildiklerini göstermiştir (Marulis, Liu, Warren, Uttal ve Newcombe, 2007). Görsel-uzamsal yetenekler; başta pilotlar olmak üzere, mimarlar, kimyagerler, diş hekimleri, tasarımcılar, sanatçılar, mühendisler, dekoratörler, tamirciler, taksi şoförleri ve diğer pek çok mesleğin merkezinde yer alır. Havacılık sektöründe uzamsal yetenek testlerinin, özellikle de pilot seçmelerinde ve eğitiminde kullanılması faydalı olacak ve STEM alanında yetenekli olan kişilerin gözden kaçmamasını sağlayacaktır (Johnson ve ark., 2017).

Aşağıda yer alan kısımlarda araştırmacılara öneriler alt başlığı altında konu ile ilgili yapılan araştırmalar özetlenerek araştırmacılara gelecekte dikkate alabilecekleri öneriler sunulmuştur. Diğer alt başlık altında ise yine alanyazındaki uygulama ve araştırmalardan yola çıkılarak havacılık sektörüne pilot seçimlerinde ve eğitimlerinde dikkate almalarının faydalı olacağı düşünülen öneriler sunulmuştur.

### **Araştırmacılara Öneriler**

Yanılsamalar havacılık sahasında yaygın görülen durumlardır. Uçuş sırasında, uzamsal yanılsamaların ölümcül kazaların etken unsuru olabileceği de bölümün önceki kısımlarında örnekleriyle işlenmiştir. Bir pilotun, uzamsal yanılsamalara yatkınlığını azaltmak için ne gibi önlemler alınabilir sorusuna sağlıklı cevap verebilmek için öncelikle yanılsamalara neden olan durumları anlamak, başka bir deyişle, bu durumlarda gerekli olan işlevleri veya eksiklikleri inceleyen araştırmalardan destek almak gerekir. Alanyazında uzamsal bilginin çalışma belleği ile uzamsal belleğin mekân imgelemi ile ilişkisi incelenmiş, bilgi akışı ve uzamsal algı göz izleme, sanal gerçeklik (Virtual Reality-VR), simülasyon teknikleri ve modellemelerle irdelenmiştir (Credé, Thrash, Hölscher ve Fabrikant, 2020; Dehais, Juaneda ve Peysakhovich, 2020; Farah, 1985; Mogford, 1997).

Genel olarak bilişsel işlevleri veya uzamsal bilgi işleyişini inceleyen araştırmacılar, ilgilendikleri araştırma sorusunu en iyi şekilde ölçebilecek görevler ve testler kullanarak farklı deneyler tasarlar. Araştırma soruları uzamsal bellek, dikkat veya algı gibi konularla ilgili ise katılımcıların görsel alanda nereleri taradıkları, hangi kısımlara odaklandıkları bilginin işleyişini anlamada faydalı olacaktır. Göz hareketlerini izleme, özellikle görsel tarama, dikkat ve uzamsal alguların araştırılması için uygun bir tekniktir. Erken dönem araştırmalar, katılımcıların gözlerini ekrandaki imgenin en dikkat çekici kısımlarına sabitlediklerini göstermiştir (Farah, 1985). Göz hareketlerini izleme, pilotların ve hava trafik kontrolörlerinin (ATC) dikkat ve görsel tarama sıralarını incelemek ve hangi aletlere öncelik verdiğini irdelemek için oldukça uygun bir yöntemdir. Bu tekniğin yanı sıra, simülatörler pilot eğitimleri bağlamında sıklıkla kullanılır. Farklı uzamsal senaryoların kullanılabilirdiği simülasyonlar, her durumdaki performansı test etme açısından oldukça işlevseldir. Son yıllarda artarak başvurulan bir başka teknik ise sanal gerçekliktir (VR). Bu tip araştırmalar için sanal gerçeklik laboratuvarları kullanılmakta ve araştırmacıların havacılık öğreniminde kullanılmak üzere simülasyon teknolojilerini keşfedip test etmelerine olanak tanımaktadır. Bu teknikleri kullanmak havacılık sektörünün iyileştirilmesi anlamında gerek araştırmacılara gerek eğitimcilere birçok yarar sağlar.

Önceki araştırmalarda uzamsal zihinsel temsiller ile çalışma belleği ilişkisi irdelenmiştir. Global bilginin alosentrik bakış açısıyla işlenebilmesi yani kuşbakışı temsil oluşturabilmesi için çok miktardaki çevresel bilginin soyutlanabilmesi gerekmektedir. Zihinsel soyutlama için de birçok bilginin aynı anda akılda tutulabilmesini sağlayacak bilişsel kaynaklara, yani yüksek düzeyde çalışma belleği kapasitesine ihtiyaç vardır (Hegarty ve ark., 2006). Credé ve arkadaşları, üç duvarlı sanal gerçeklik sistemi (CAVE) kullanarak katılımcıların sanal bir şehri yürüyerek dolaşmalarını istemiş ve sıralı görebildikleri yerlerin bilgisi (işaret/landmark) ile aynı anda görebildikleri yerlerin bilgisini (kuşbakışı/survey) karşılaştırmışlardır. Katılımcılar, sanal şehri dolaşırken eş zamanlı olarak uzamsal görevler yapmışlar, bu sayede hem gezinme performansları hem de anket bilgileri edinilmiştir. Araştırmacılar, her iki görev için aynı çalışma belleği kaynaklarının kullanıldığını göstermişlerdir. Önceki araştırmalarla örtüşür şekilde, yüksek çalışma belleği kapasitesi olan katılımcıların kuşbakışı yerlerin temsilini daha doğru yapabildiklerini bulmuşlardır (Credé ve ark., 2020). Araştırmalarda kişinin uzamsal kapasitesi ile farklı disiplinlere yatkınlığı arasındaki ilişki de bulunmuştur. Bulgulara göre uzamsal yeteneklerde/becerilerde ortalamanın üzerinde olmak ileride bilim ve teknoloji alanlarında başarılı olma (Kozhevnikov, Motes ve Hegarty, 2007; Vasilyeva ve Lourenco, 2012) ve mühendislik alanında kariyer yapma olasılığını arttırmaktadır (McGee, 1979).

Pilotların sahip olması gereken yetiler göz önüne alındığında bilişsel işlevler ve uzamsal bilginin işleyişinin önemi iyice ortaya çıkmaktadır.

Uzamsal bilgiyi ölçen çalışmada Gugerty (1997), katılımcıların gerçek zamanlı görevleri yerine getirirken uzamsal konum bilgilerini nasıl koruduklarını bir deney serisiyle incelemiştir. İnsanların durum farkındalığının da anlaşılmasına çalışıldığı araştırmada, bilinçli olarak uzamsal bilgiyi test eden performans değerlendirmeleriyle beraber örtük bilgiyi test eden ölçümlere de yer verilmiştir. Gerçek zamanlı, dinamik görevleri kullanmak, çalışma belleğinin yüklendiği denemelerde, araştırmacıların durum farkındalığını anlık takip etmesini sağlamış ve çalışma belleğinin aşırı yüklendiği anlarda durum farkındalığının azaldığı bulunmuştur (Gugerty, 1997).

Zihinsel imgelemin, karmaşık bilişsel görevlerin performansında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Mogford (1997), hava trafik kontrolörlerinin (ATC) “*resim*” olarak adlandırdıkları zihinsel imgelemin canlılığını gerçek zamanlı simülasyonla ölçmüştür. Ekrandaki donma halinde, ATC kursiyerlerinin uçağın pozisyonu, kafa yönü ve irtifa gibi uzamsal bilgilerini uzamsal olmayan bilgilerden çok daha yüksek oranda hatırlayabildiklerini bulmuştur. Buna benzer bulgular, canlı zihinsel imgelem yapabilen katılımcıların daha karmaşık görüntüleri de zihinlerinde rahatlıkla canlandırabildiklerini göstermiştir (Shorrock ve Isaac, 2010). Bu bilgiler, uzamsal bilgi ve çalışma belleği ilişkisiyle de örtüşmektedir.

Başka bir araştırmada ise uzamsal bellek yanlılığının (spatial memory bias-SBM) görsel öngörüyle ilişkisi irdelenmiştir (Khoury, Blattler ve Fabre 2020). Uzamsal bellek yanlılığı, daha önce görülen hareketli bir hedefin yer değiştirmesi durumunda, nihai konumununun hareketi yönünde tahmin edilmesidir. Hedefin görülmesi ve hareketinin bellekte tutulması, katılımcının performansını etkileyecek ve hedefin hareketinin yönü ve hızı dikkate alınarak verilen cevaplar yanlı olacaktır. Uzamsal bellek yanlılığı durum farkındalığı ile ilişkilendirilmiş ve bu yeteneği ölçen testteki performansın nesnelere olan hareketlerini doğru tahmin etmeye bağlı olduğundan bahsedilmiştir. Deneyimli pilotların bu uzamsal bellek testlerinde, yeni başlayan pilotlara nazaran daha iyi performans sergiledikleri bilgisine dayanarak, araştırmada göz izleme yöntemi kullanılmış ve uzamsal bellek ile pilotların manevra becerileri irdelenmiştir. Uzamsal bellek, yine dinamik bir görev esnasında, acemi ve deneyimli pilotların uçuş becerilerini değerlendirirken ölçülmüştür. Katılımcılara doğal planör iniş sahnelerinin olduğu simülasyonlar sunulmuş ve acemi pilotlarla, 3000 saatin üzerinde uçuş deneyimi olan pilotların görev sırasında görsel öngörü yapıp yapmayacakları göz izleme verileriyle de desteklenmiştir. Acemilerin, deneyimli pilotlara göre daha az göz hareketi yaptıkları ve pilotların deneyimleri ile görsel tarama stratejileri ve manevra

becerileri arasında bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, araştırma bulgularına göre deneyimli pilotlar, olası hareketleri hesaba katarak manevralarını ona göre ayarlamıştır (Khoury ve ark., , 2020).

Pilotların gerçek uçuş sırasındaki göz hareketlerini ölçen Frederic ve arkadaşları, dikkatin farklı uçuş aşamalarındaki dağılımını analiz etmişlerdir (Dehais, Juaneda ve Peysakhovich, 2020). İki trafik düzeninde uçuş manevraları yapması istenen 7 katılımcının, uçuş sırasındaki dikkatlerinin hangi göstergelere odaklandığı göz izleme tekniğiyle ölçülmüştür. Uçuş senaryosuna göre, pilotların dik dönüş, tırmanma ve iniş gibi temel manevraları uygulaması gerekmiştir. Durum farkındalıklarını güncellemek ve olası dış tehditleri tespit edebilmek için güverteyi ve pencereleri sürekli izlemeleri gerekmektedir. Elde edilen dağılımların analizine göre, pilotların dikkatinin özellikle iniş sırasında oldukça odaklandığı, fakat diğer manevralarda dikkatlerinin daha yaygın olduğu, hız göstergesinin de en çok bakılan ikinci alan olduğu bulunmuştur (Dehais, Juaneda ve Peysakhovich, 2020).

Uzamsal biliş gibi uzamsal yönelim bozukluğunu inceleyen araştırmalar da vardır. Uzamsal yönelim bozukluğunun biliş süreçlerini nasıl etkileyebileceğine dair genel bir bakış sağlayan meta-analiz çalışmalarından birinde, araştırmacılar yönelim bozukluğunun uzamsal görevler üzerinde orta derecede bir etkisi olduğunu, gerçek durumlarla karşılaşıldığında yani uçuş durumunda uzamsal yönelim kaygısının olası bir yönelim bozukluğunun şiddetini arttıracakını öngörmektedirler (Gresty ve Golding, 2009). Pilot davranışlarını modelleme yoluyla inceleyerek uzamsal yönelim bozukluğunu anlamaya çalışan araştırmalar da yapılmıştır Holly, Davis ve Sullivan (2011) yaptıkları deneylerde, çalışmada yer alan katılımcıları karanlık bir ortamda yer alan büyük bir santrüfjude döndürerek uzamsal yönelim bozukluğunu, hareket sırasında oluşan fizyolojik kör noktaları anlamaya çalışmışlardır. Sabit bir hızla, etrafınızı görmediğiniz bir ortamda, oturduğunuz sandalye dairesel bir yol hattında hareket etmeye başlarsa ilk başta döndüğünüzü ama kısa bir zaman sonra yavaşladığınızı, hatta bir dakika içinde hareket etmediğinizi zannedebilirsiniz. Uçuş için de benzer çıkarımlar yapılabilir. Bu tarz modelleme araştırmaları ayrıca iç kulak bozukluklarının teşhisinde ve sıfır yerçekiminli uzay ortamlarında insanın hareket tahminlerinde de kullanılabilir (Holly ve ark., 2011).

Uzamsal biliş süreçlerini ve uzamsal yönelim bozukluğunun olası etkilerini inceleyen araştırmalar, havacılık sektöründeki gelişmelere öneri ve bulgularıyla destek verir. Uçak operasyonlarının verimliliği ve emniyetini iyileştirmek için farklı teknikler kullanan uzamsal biliş araştırmalarının bulgularına dayanarak, hem işe alınan hem de belli periyotlarda kontrollerden geçen pilotların çalışma belleği ve uzamsal biliş test performanslarına özellikle dikkat edilebilir. Eldeki testlere, uzamsal yeteneği ölçen ve Türkiye’de standardizasyonu

yapılmış diğer görsel-uzamsal görevler dâhil edebilir. Alım sürecinde sanal gerçeklik ve göz izleme gibi teknolojilerin de dâhil olabileceği testler geliştirilebilir. Akıllı telefona erişimi olan herkesin kolaylıkla kullanabildiği, eğitimin çevrimiçi işlediği bir dönemde sanal gerçeklik teknolojisi dijitalleşen dünyanın kaçınılmazlarından olmuştur. Bu teknoloji özellikle havacılık eğitiminin içeriğini şekillendirmek ve alanı geliştirmek için etkili bir biçimde kullanılabilir.

### **Havacılık Sektörüne Öneriler**

Uzamsal yönelim bozukluğu, pilotun farklı duyu sistemlerinden gelen çelişkili bilgilerden kaynaklanır. Pilotun görevden aldığı doyum, fiziksel kuvveti, uyku veya dikkat eksikliği gibi diğer faktörler uzamsal yönelim bozukluğuna yol açan yanlısamarları arttırabilir. Bu başlık altında pilotların uzamsal yetilerini korumak ve olası uzamsal yönelim bozukluklarını azaltmak için havacılık sektörüne çeşitli öneriler sunulmuştur.

Uçuş sırasında karşılaşılabilecek olası senaryolara ve tehditlere aşina olmak pilotu güçlendirir. Bu senaryoların dâhil edildiği simülasyonlarla eğitim yapmaktaki amaç; pilotların uzamsal yönelim bozukluğu yaşayacakları durumlara girmemelerini, yanlısamarların oluşabileceği durumlara dair farkındalık kazanmalarını ve uzamsal yönelim bozukluğu yaşasalar dahi bu durumdan kurtulmalarını sağlamaktır. Landman ve arkadaşlarının önerilerine göre pilotların aldıkları genel eğitimlerin, özellikle de simülasyon uçuşlarının sürpriz ve irkilme unsurlar içermesi gerekir. Sürpriz olmayan, bilindik senaryolarla çalışmak, eğitimleri öngörülebilir kılar. Oysa pilotlar, acil durumlarda, yani sürpriz unsurlarla karşılaştıklarında farklı zihinsel mekanizmalar kullanacaklar ve bu, güncel durumu hızlı okumalarını ve karar vermelerini sağlayacaktır. Bilindik senaryoları tanımaları önemli olmakla beraber, pilotların anormal uçuş koşullarında yeni olana kolay adapte olmalarını sağlayacak dayanıklı bilişsel becerilerle donanmaları gerekir (Landman, Groen, Van Paassen, Bronkhorst ve Mulder, 2017).

Uzamsal oryantasyon bozukluğuna yol açan en önemli dış faktörler kötü hava koşulları sebebiyle pilotun görüş mesafesinin düşük olması ve görsel referanslarını kaybetmesidir. Bu gibi koşullarla karşılaşmamak için pilotların uçuş öncesi kapsamlı planlama yapmaları, olası durumlara karşı alternatif plan geliştirmeleri, bilişsel ve fiziksel kaynaklarının kuvvetli olduğundan emin olmaları ve uçuş sırasında kötü hava koşullarıyla karşılaşmaları halinde buluta yakalanmadan geri dönmeleri veya yönlerini değiştirmeleri gerekir (Seedhouse ve ark., 2020).

Pilotluk, insan görsel sisteminin alışık olmadığı üç boyutlu ortamda hızla ve yüksek irtifada ilerlerken, çeşitli görevlerin eş zamanlı olarak verimli bir şekilde yürütülmesini gerektirir. Havacılık ve uçuş araştırmaları yapan farklı tesislerde, kokpit için tarama modelleri

geliştirildiği gibi (Brams ve arkadaşları, 2020) uçuş simülasyonlarına yeni eğitim senaryoları da uyarlanmıştır (Klyde, Lampton ve Schulze, 2016). Brams ve arkadaşları, pilot adaylarının uçuş manevraları sırasında kokpit göstergelerini ve aletlerini doğru bir şekilde takip edip etmediklerini inceleyen bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritma, cihazların tarama sıralarında hata olması halinde alarm verecek ve gerçek zamanlı geri bildirimlerle kokpit eğitiminin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Kokpite böyle bir tarama cihazının entegre edilmesi şüphesiz beklenmedik durumlara girilmesini ve kazaları azaltacaktır (Brams ve arkadaşları, 2020). Klyde ve arkadaşlarının, NASA Ames Araştırma Merkezi'nde geliştirdikleri simülasyonlarda, uzamsal yönelim bozukluğu içeren simülasyonlar uygulanmaktadır. SimLabs'in parçası olan Mürettebat- Araç Geliştirme tesisinde, Boeing 747-400 simülatörler ile pilot eğitimi için uzamsal yönelim bozukluğu yaratılmıştır. Bu senaryolar, pisti pas geçme, tırmanışta veya sabit irtifada dönüşleri içeren manevraların pilotlardan gelen tepkilerle değerlendirilmesini içerir. Uzamsal yönelim bozukluğunu senaryoya katmak için de görünür ufuk çizgisini azaltacak kokpit dışı hava koşulları ve heksapod isimli hareket sistemi eklenmiştir (Klyde ve ark., 2020). Bu tarz simülasyonlarla gerçek zamanlı görevler verilerek yapılan ölçümler, gerek aday pilotlar arasından seçim yapmak gerek destek eğitime ihtiyaç duyan deneyimli pilotları belirlemek adına test bataryalarına dâhil edilebilir (Gugerty, 1997).

Sanal gerçeklik ile ilişkili bir başka teknoloji de artırılmış gerçekliktir (AR). Bilgisayar tarafından üretilen algısal bilgilerle arttırılan gerçek zamanlı bilgilerle sunulur (Seedhouse ve ark., 2020). Örneğin, pilot eğitimi sırasında sanal gerçeklik yoluyla pilotun iniş yaptığını düşünelim. Arttırılmış gerçeklik teknolojisi kullanıldığında ise bu göreve hava sahasına ve iniş pistine dair bilgiler ve ATC ile olan diyaloglar da eklenir. Kafa üstüne yerleştirilen bir ekran veya google glass gibi cihazlar, dijital verileri gerçek zamanlı algılarımızın üzerine yerleştirir. Giyilebilir teknolojilerin de bu göreve dâhil edilmesi, uçuş sırasındaki fiziksel durumu da göz önüne aldığı için, pilot eğitimleri açısından yararlı olacaktır (Seedhouse ve ark., 2020). Fiziksel ve psikolojik potansiyellerini nasıl kullandıkları, uçuşun çeşitli aşamalarına yapay ufkular veya arazi ayrıntıları eklenerek test edilebilir. Pilot adaylarının lisans eğitimleri veya düzenli aralıklarla kaptan pilotların eğitimlerine bu tarz arttırılmış gerçeklik senaryoları dâhil edilerek, gerçek zamanda durum farkındalıklarının ölçümü sağlanabilir. Bu eğitim programları da pilotların, gerçek uçuş sırasında uzamsal yönelim bozukluğu yaşamalarını ve maddi ve manevi kayıplara yol açılmasını önleyecektir.

Bu bölümde özellikle pilotlara ve ölümcül kazalara yol açabilen uzamsal oryantasyon bozukluğuna değinilmiştir. Ancak hava yolu taşımacılığı düşünüldüğünde, bu sürecin her bir aşamasında değişik eğitimler alan ve farklı görevler üstlenen personel grupları bulunmaktadır.



Bu personel grupları kapı eğitmenlerinden, kabin acil durum tahliye eğitmenlerine, kabin hizmet eğitmenlerinden, kokpit eğitmenlerine dek uzanır. Eğitimler ne kadar gerçekçi yapılsa da mürettebatın canlı bir uçuş sırasındaki deneyimlerini yaşayabilecekleri farklı senaryolar sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknikler kullanılarak simüle edilebilir. Bu görevler sırasında, davranışsal tepkiler ve göz hareketlerini izleyerek araştırmalar yapılabilir. Anormal uçuş koşullarında geliştirilmiş eğitimlerin tasarlanması, havacılık sektörünün her kademesinde görev yapanlar için şüphesiz çok faydalı olacaktır.

## Kaynakça/References

- Antunano, M. J. (2005). *Spatial disorientation* (No. AM-400-03/1). United States. Federal Aviation Administration (12.12. 2020 tarihinde <https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/spatiald.pdf> adresinden alınmıştır).
- Bilge, A. R. (2020). Mekânın Temsili: Uzamsal Düşüncenin Zihinsel Döndürme Performansına Etkisi. *Türk Psikoloji Yazıları*, 23 (46), 1-13.
- Bilge, A. R. ve Taylor, H. A. (2017). Framing the figure: Mental rotation revisited in light of cognitive strategies. *Memory & Cognition*, 45(1), 63-80.
- Brams, S., Rejtman, R. F., Levin, O., Ziv, G., Hooge, I. T. ve Helsen, W. F. (2020). Eye-tracking in aviation: a new method for detecting learned visual scan patterns of cockpit instrument in simulated flight. *Proceedings of the 1st International Workshop (ETAVI)* içinde (69-77). ISAE-SUPAERO, Université de Toulouse; Institute of Cartography and Geoinformation (IKG), ETH Zurich.
- Bulut, S. ve Köroğlu, S. (2000). On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzaysal yeteneklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18).
- Coleman, A. W. (2001). Unrealistic Optimism. *A Dictionary of Psychology*.
- Collins, W. E. ve Dollar, C. S. (1996). *Fatal General Aviation Accidents Involving Spatial Disorientation: 1976-1992* (No. DOT/FAA/AM-96/21). Federal Aviation Administration, Oklahoma City, OK.
- Credé, S., Thrash, T., Hölscher, C., & Fabrikant, S. I. (2020). The advantage of globally visible landmarks for spatial learning. *Journal of Environmental Psychology*, 67, 101369
- Cutler, C. (2019). 6 Ways Pilots Get Confused in the Clouds, And How to Prevent It. (12.12.2020 tarihinde <https://www.boldmethod.com/learn-to-fly/aeromedical-factors/spatial-disorientation-vestibular-illusions-and-how-to-prevent-each-one-of-them/> adresinden alınmıştır).
- Dehais, F., Juaneda, S. ve Peysakhovich, V. (2020). Monitoring eye movements in real flight conditions for flight training purpose. In *1st International Workshop on Eye-Tracking in Aviation*.
- Downs, R. M. ve Stea, D. (1973). *Cognitive maps and spatial behavior: Process and products* (pp. 8-26). na.
- Easton, R. D. ve Sholl, M. J. (1995). Object-array structure, frames of reference, and retrieval of spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(2), 483.
- Eissfeldt, H. ve Heintz, A. (2002). Ability requirements for DFS controllers- Current and future. *Staffing the ATM System- The selection of Air Traffic Controllers*, 13-24.
- Ekstrom, R., French, J., Harman, H. ve Dermen, D. (1976). *Kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Services.
- Federal Aviation Administration (FAA) (2021). Uzaysal Dizoryantasyon. (07.07.2021 tarihinde [https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/Turkish\\_SpatialID.pdf](https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/Turkish_SpatialID.pdf) adresinden alınmıştır).
- Farah, M. J. (1985). Psychophysical evidence for a shared representational medium for mental images and percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(1), 91.

- Freundschuh, S. M. ve Egenhofer, M. J. (1997). Human conceptions of spaces: implications for GIS. *Transactions in GIS*, 2(4), 361-375.
- Gibb, R., Ercoline, B. ve Scharff, L. (2011). Spatial disorientation: decades of pilot fatalities. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 82(7), 717-724.
- Gillingham, K. K. (1992). The spatial disorientation problem in the United States Air Force. *Journal of Vestibular Research*, 2(4), 297.
- 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.
- Gök, K. (2018). *Uçak Kazaları: 1909 Yılından 2009 Yılına, Yüzyıldır Açılmayı Bekleyen Karakutu*. İstanbul: Kanon Kitap.
- Gresty, M. ve Golding, J. (2009). Impact of vertigo and spatial disorientation on concurrent cognitive tasks. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164(1), 263-267.
- Gugerty, L.J. (1997). Situation awareness during driving: explicit and implicit knowledge in dynamic spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3, 42-66.
- Hegarty, S. (2018). Home-school relations: A perspective from special education. *Parents and Schools (1993)* içinde (117-130). Routledge.
- Hegarty, M. ve Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 684.
- Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa ve Lovelace, (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34 (2), 151-176
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K. ve Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425-447.
- Hegarty, M. ve Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Holly, J. E., Davis, S. M. ve Sullivan, K. E. (2011). Differences between perception and eye movements during complex motions, *Journal of Vestibular Research* 21,193-208.
- Hsi, S., Linn, M. C. ve Bell, J. E. (1997). The role of spatial reasoning in engineering and the design of spatial instruction. *Journal of Engineering Education*, 86(2), 151-158.
- Johnson, J. F., Barron, L. G., Rose, M. R. ve Carretta, T. R. (2017). Validity of spatial ability tests for selection into STEM (Science, Technology, Engineering, and Math) career fields: The example of military aviation. *Visual-spatial ability in STEM education* içinde (11-34). Springer, Cham.
- Khoury, J. A., Blättler, C. ve Fabre, L. (2020). The relevance of ocular behaviour to spatial memory bias in aviation. In *1st International Workshop on Eye-Tracking in Aviation*.
- Klencklen, G., Després, O. ve Dufour, A. (2012). What do we know about aging and spatial cognition? Reviews and perspectives. *Ageing Research Reviews*, 11(1), 123-135.
- Klyde, D. H., Lampton, A. K. ve Schulze, P. C. (2016). Development of spatial disorientation demonstration scenarios for commercial pilot training. In *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference* (p. 1180).
- Knapp, D. J., Russell, T. L. ve Campbell, J. P. (1995). *Building a Joint-Service Classification Research Road Map: Job Analysis Methodologies*. Human Resources Research Organization Alexandria, VA.
- Koonce, J. M. (1984). A brief history of aviation psychology. *Human Factors*, 26(5), 499-508.
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S. ve Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33(4), 710-726.
- Kozhevnikov, M., Blazhenkova, O. ve Becker, M. (2010). Trade-off in object versus spatial visualization abilities: Restriction in the development of visual-processing resources. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(1), 29-35.

- Kozhevnikov, M., Motes, M. A. ve Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31, 549-579.
- Kurt, M. (2002). Görsel-Uzaysal Yeteneklerin Bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 120-125.
- Landman, A., Groen, E. L., Van Paassen, M. M., Bronkhorst, A. W. ve Mulder, M. (2017). Dealing with unexpected events on the flight deck: a conceptual model of startle and surprise. *Human Factors*, 59(8), 1161-1172.
- Lewkowicz, R. (2016). A modelling approach to the human perception of spatial orientation. *The Polish Journal of Aviation Medicine*, 22(4), 27.
- Likert, R. ve Quasha, W. H. (1969). *Revised Minnesota paper form board test*. Psychological Corporation.
- Lowrie, T. ve Kay, R. (2001). Relationship between visual and nonvisual solution methods and difficulty in elementary mathematics. *The Journal of Educational Research*, 94(4), 248-255.
- Marulis, L. M., Liu, L., Warren, C., Uttal, D. ve Newcombe, N. (2007). Effects of training or experience on spatial cognition in children and adults: A meta-analysis. *Poster presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development* içinde, Boston, MA.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889.
- McGrath, B. J., Rupert, A. H. ve Guedry, F. E. (2003). *Analysis of spatial disorientation mishaps in the US Navy*. Naval Aerospace Medical Research Lab Pensacola, FL.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B. ve Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement*, 17(2), 185-199.
- Moffat, S. D. (2009). Aging and spatial navigation: what do we know and where do we go? *Neuropsychology Review*, 19(4), 478.
- Mogford, R. H. (1997). Mental models and situation awareness in air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 7(4), 331-341.
- Pazzaglia, F. ve De Beni, R. (2001). Strategies of processing spatial information in survey and landmark-centred individuals. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13, 493-508.
- Pazzaglia, F. ve De Beni, R. (2006). Are people with high and low mental representation abilities differently susceptible to the alignment effect? *Perception*, 35, 369-383.
- Pellegrino, J. W., Alderton, D. L. ve Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19(4), 239-253.
- Phillips, D. (2000). NTSB Says Disorientation Likely Caused JFK Jr. Crash (12.12.2020 tarihinde <https://www.washingtonpost.com/archive/politics/2000/07/07/ntsb-says-disorientation-likely-caused-jfk-jr-crash/08cd60a8-74ae-46e1-a2e8-960ab2e71116/> adresinden alınmıştır).
- Quaiser-Pohl, C. ve Lehmann, W. (2002). Girls' spatial abilities: Charting the contributions of experiences and attitudes in different academic groups. *British Journal of Educational Psychology*, 72(2), 245-260.
- Saucier, D. M., Green, S. M., Leason, J., MacFadden, A., Bell, S. ve Elias, L. J. (2002). Are sex differences in navigation caused by sexually dimorphic strategies or by differences in the ability to use the strategies?. *Behavioral Neuroscience*, 116(3), 403.
- Schwartz, D. L. ve Black, J. B. (1996). Analog imagery in mental model reasoning: Depictive models. *Cognitive Psychology*, 30(2), 154-219.
- Seedhouse, E., Brickhouse, A., Szathmary, K. ve Williams, E. D. (2020). *Human Factors: An Introduction*. *Human Factors in Air Transport* içinde (1-22). Springer, Cham.
- Shelton, A. L. ve Gabrieli, J. D. (2004). Neural correlates of individual differences in spatial learning strategies. *Neuropsychology*, 18(3), 442.
- Shepard, R. N. ve Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.

- Shorrock, S. T., ve Isaac, A. (2010). Mental imagery in air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 20(4), 309-324.
- Spence, I. ve Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology*, 14(2), 92-104.
- Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and Instruction*, 17(2), 219-234.
- Stieff, M. ve Raje, S. (2010). Expert algorithmic and imagistic problem solving strategies in advanced chemistry. *Spatial Cognition & Computation*, 10(1), 53-81.
- Taylor, H. A. ve Hutton, A. (2013). Think3d!: Training spatial thinking fundamental to STEM education. *Cognition and Instruction*, 31(4), 434-455.
- Taylor, H. A. ve Tversky, B. (1996). Perspective in spatial descriptions. *Journal of Memory and Language*, 35(3), 371-391.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189.
- Turgut, M. (2007). Investigation of 6., 7. and 8. grade students' spatial ability. *Unpublished master's thesis*. Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey:
- Uttal, D. H. ve Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why and how. *Psychology of Learning and Motivation*, 57, 147-181.
- Vandenberg, S. ve Kuse, A. R. (1978). Mental rotations: A group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- Vasilyeva, M. ve Lourenco, S. F. (2012). Development of spatial cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(3), 349-362.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P. ve Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860.
- Whitcomb, D. (2020). Heavy fog may have disoriented pilot in Kobe Bryant helicopter crash: NTSB (12.12.2020 tarihinde <https://www.reuters.com/article/us-crash-bryant-ntsb-idUSKBN23O3JG> adresinden alınmıştır.)