

## HAVACILIK SEKTÖRÜNDE YER HİZMETLERİ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİMLERİNDE SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİNİN KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Muhammet Mustafa POLAT<sup>1</sup>, İbrahim YILMAZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı  
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-9260-7413>

<sup>2</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği  
Bölümü ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-5959-7353>

### Anahtar Kelimeler Öz

*İş sağlığı ve güvenliği* *Sanal gerçeklik* *Havacılık sektörü* *Gelişen teknoloji ile küresel alanda uzay ve havacılık sanayisinde büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Türkiye de teknolojiyi havacılık alanında yaptığı yenilikler ile yakalamıştır. Havacılık sektörü kendine has riskleri barındırmaktadır. Genel olarak tehlikeli sınıfta yer alan Havacılık sektöründe meydana gelecek kazaların maddi manevi büyük kayıplara sebep olma ihtimalinin var olması İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)'ne önem verilmesi gerektiğini de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada havacılık sektörü yer hizmetleri çalışanlarının çalışma alanları, karşılaştıkları riskler ve bu riskleri kaynağında yok etmek için en önemli etken olan insanı odağına alarak İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik teknolojisi sayesinde etkinliğinin artırılması hedeflenmektedir. İSG eğitimlerinin geleneksel eğitim yerine, uygulamalı eğitimler ile davranışsal değişiklikler kazandırılarak kaza riskini en aza indiren sanal gerçeklik ortamında verilmesinin sektöre büyük katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Sanal gerçeklik eğitimlerinin kullanım alanları, donanımsal özellikleri, İSG eğitimleri için kullanımının avantajları ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Bu çalışma ile sektörel bazda birçok alana öncülük eden havacılığın İSG eğitimlerini sanal gerçeklik ortamına taşıması ile hem sektöre hem literatüre büyük katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada sanal gerçeklik ortamında verilecek İSG eğitimlerinin fiziksel ortam koşulları da düşünülmüş bu kapsamda What-if (Olursa Ne Olur) ve Check-List (Kontrol Listesi) yöntemleri kullanılarak oluşabilecek risklerin kaynağında yok edilmesi hedeflenmektedir*

## A RESEARCH ON VIRTUAL REALITY APPLICATIONS IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TRAININGS IN AVIATION SECTOR

### Keywords

*Occupational health and safety*  
*Virtual reality*  
*Aviation sector*

### Abstract

*Along with the developing technology, there have been great developments in the aerospace and aviation industry in the global arena, and Turkey has caught this technology with the innovations it has made in the field of aviation. The aviation industry has its own risks. The fact that the accidents that may occur in the aviation sector, which is generally in the dangerous class, have the possibility of causing great material and moral losses, brings with it how much importance should be given to Occupational Health and Safety (OHS). In this study, it is emphasized that the necessary importance should be given to training by focusing on the working areas of the aviation sector ground handling workers, the risks they encounter and the human being, who is the greatest danger in order to eliminate these risks from the source. It is considered that giving OHS trainings in a virtual reality environment, which is more memorable instead of traditional training, makes the event feel on the spot, and minimizes the risk of accident in applied trainings, will make a great contribution to the sector. The usage areas of virtual reality trainings, hardware features, advantages and disadvantages of its use for OHS trainings are emphasized. It is important for aviation, which pioneered many fields on a sectoral basis, to carry OHS training to the virtual reality environment. In addition, What-If and Check-List methods were used, considering the risks and dangers that may occur while giving virtual reality training.*

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 20.01.2023

Submission Date : 20.01.2023

Kabul Tarihi : 05.06.2023

Accepted Date : 05.06.2023

\* Sorumlu yazar e-posta: iyilmaz@ybu.edu.tr

## 1. Giriş

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG); herhangi bir iş organizasyonunda çalışanların çalışma saati içerisinde sağlığının korunması ve/veya emniyetli bir şekilde işleri yürütebilmesi amacıyla oluşturulan sistemler bütünüdür (Chatigny, 2022). Sonuç olarak Dünya Sağlık Örgütü'nün sağlık tanımı da göz önünde bulundurulduğunda İSG genel olarak çalışanın hem fiziksel hem ruhsal hem de sosyal bakımdan çalışma ortamında iyilik hali olarak tanımlanabilir.

İnsanı odağına alan İSG tarih boyunca birçok ülkede farklı isimlerle, farklı iş kollarında farklı amaçlarla gündeme gelmiştir. Bu konuda en büyük adımı İSG'nin babası olarak tanınan Ramazzini atmıştır (Bolat, 2022). Endüstri devrimi ile birlikte İtalya, iş sağlığı ve güvenliğinin bilimsel olarak ilk çıkış yaptığı ülke olmasına rağmen, İSG İngiltere'de gelişim göstermiştir. Ülkemizde ise Zonguldak ve Ereğli gibi kömür madenlerinde çalışanların korunmasına yönelik 1867 yılında yayımlanan Dilaver Paşa Nizamnamesi ile başlayan İSG çalışmaları, 30.06.2012 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İSG Kanunu ile yasal dayanağa oturtulmuştur (Tetik ve Korkmaz, 2022).

Havacılık sektöründe İSG'nin temelleri emniyet ve güvenliği kapsayan 1944 yılında kurulan Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) sorumluluğunda Sivil Havacılık Sözleşmesi (Şikago Konvansiyonu) ile atılmıştır. Şikago Konvansiyonu 19 adet ek (ANEX) ile standart ve tavsiye niteliğindeki uygulamaları içermektedir (Şimşek ve Atyur, 2021). Yıllara göre İSG'de odaklanılması gereken hususlar değişkenlik göstermiştir. Bunlar Şekil 1.'de gösterildiği üzere; 1900-1960 yıllarda TEKNİK, 1970'li yıllarda İNSAN, 1990'lı yıllarda ORGANİZASYONEL, 21. Yüzyılın başında ise TOPLAM SİSTEM olarak adlandırılmıştır.



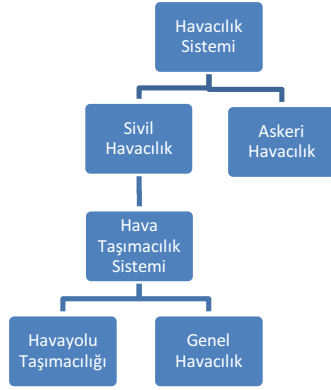
**Şekil 1. Emniyet Yönetim Yaklaşımının Tarihsel Gelişimi**

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre 2015 yılında dünya üzerinde her 15 saniyede 153 iş

kazası kayıt altına alınmaktadır. Yaşanan bu iş kazalarının analiz edilmesinde ise her 15 saniyede bir işçinin işle bağlantılı olarak kaza veya meslek hastalığı sonucunda hayatını kaybettiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, iş kazası veya meslek hastalığı sonucunda her gün 6.300 kişi hayatını kaybetmektedir. Yıllık olarak hesaplandığında ise her yıl yaklaşık olarak 2,3 milyondan daha fazla çalışanın hayatını kaybettiği anlamına gelmektedir (ILO, 2015). Kötü iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının ekonomik maliyeti her yıl dünya gayri safi hâsılasının %4'üdür (Baybora D. 2019). İş kazalarına neden olan faktörler; Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik, Elektrik, Mekanik, Yöntem ve Süreç Kaynaklı, Yönetimsel, Personel Kaynaklı nedenler olarak tanımlanmaktadır (Dönmez ve Suat 2018). İSG'nin amacı ise iş kazaları ve meslek hastalıklarını dünya genelinde halen yüksek olan ve yukarıda rakamsal olarak da verilen verilerin en aza indirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu yüzden yaşanacak iş kazaları veya meslek hastalıkları çalışanların yanı sıra hem ülkeleri hem de işverenleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Yaşanan kazaları en aza indirmek için her sektörün kendine has özelliklerinden kaynaklanan özel İSG kavramları bulunmaktadır. Havacılık sektörü de kendine ait İSG kavramları yönetmelikleri ve eğitimleri barındırmaktadır.

İnsanoğlu, ilkel zamanlardan beri kuşları gözlemleyerek arzu ettiği uçuş tutkusuna 17. yüzyılda başlamış, nihayet Amerika'da Wright Kardeşlerin 17 Aralık 1903 tarihinde ilk güçlendirilmiş motorlu uçuş denemesiyle havacılık tarihinde kayda değer bir gelişme kat edilmiştir (Nergiz, 2008). 1911-1912 yılları arasında yapılan Trablusgarp savaşında İtalya, ilk kez uçakları askeri amaçla Osmanlı Devleti'ne karşı kullanmıştır. İkinci dünya savaşında ise uçaklar savaşın gidişatında başrolü oynamıştır (Yalcin, 2010). Bu tarihten sonra gelişen teknolojiyle birlikte uçak yapımında kullanılan malzemelerin ve jet motorlarının geliştirilmesi, uçakların askeri amaçların dışında, insan ve malzeme taşımacılığında da kullanılmaya başlanması havacılık sektörünün büyümesinde öncü olmuştur. Türk Havacılık tarihinde ise 17. Yüzyılda kanatlı uçuş denemesi yapan uçuş meraklısı Hezarfen Ahmet Çelebi ile başlayan havacılık serüveni Türk Hava Kuvvetlerinin kuruluş yılı olarak da kullanılan 1911'de Osmanlı Devleti'nin Almanya ve Fransa'dan uçak alması ile başlamıştır (Kurt ve Korkmaz, 2018). Kurtuluş Savaşı döneminde Mustafa Kemal Atatürk tarafından havacılık faaliyetlerine önem verilmiş 16 Şubat 1925 tarihinde Türk Tayyare Cemiyeti bugünkü adıyla Türk Hava Kurumu kurulmuştur. Bu dönemde Kayseri'de uçak fabrikası kurulmuş, Vecihi Hürkuş, Nuri Demirağ havacılık adına önemli adımlar atmış fakat yabancı ülke eliyle devreye sokulan Marshall planı ile havacılık faaliyetleri sektöre uğramıştır. Türk Silahlı

Kuvvetleri (TSK) ve Sivil Havacılık faaliyetleri birlikte yürütülmüş, 1983 yılında yürürlüğe giren 2920 sayılı Sivil Havacılık Kanunu ile sivil havacılığa yönelik yeni düzenlemeler getirilmiş ve havacılık sektörünün büyümesi ivme kazanmıştır (Nergiz, 2008). Havacılık sistemi Şekil 2.'de gösterildiği üzere sivil ve askeri havacılık olmak üzere iki ana bölüme ayrılmaktadır.



**Şekil 2. Havacılık Sistemi ve Alt Sistemleri**

2021 yılsonu itibariyle Türkiye’de sivil hava ulaşımı yapmaya olanak sağlayan 56 adet havalimanı ve bu havalimanlarından 4 tanesi ise uluslararası olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca sadece askeri amaçlı kullanılan 18 hava üssü bulunmaktadır. 2021 yılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) Faaliyet Raporuna göre ülkemizde 558 uçak, 170 hava taksi, 458 genel havacılık, 370 balon ve 11 çok hafif hava aracı olmak üzere toplam 1567 hava aracı bulunmaktadır. Türkiye’de yolcu ve kargo taşımacılığı yapan 10 adet havayolu şirketi bulunmaktadır. Havayolu şirketlerinin sahip oldukları toplam uçak sayıları 2003 yılından 2021 yılına kadar %325 artış göstererek 162 olan toplam uçak sayısı, 558 olmuştur. Toplam uçakların 525’i yolcu taşımacılığında kullanılırken, diğer 33 adet uçak ise kargo hizmetinde kullanılmaktadır. Havacılık faaliyetlerinin her geçen gün arttığı Tablo 1’de gösterilen 2021 Yılı SHGM Faaliyet Raporunda gösterilmiştir. Bu tabloya göre 2003 yılında sektörde yaklaşık 65.000 çalışan istihdam edilirken, bu sayı 2020 yılında 245.876’ya ulaşmıştır. Ülke ekonomisine katkısının göstergesi ise 2020 yılı sektör cirosu 2003 yılından itibaren TL bazında 34 kat, dolar bazında ise kurdaki artışa rağmen 6 kat artış göstermiştir (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, 2022).

**Tablo 1. 2020 Yılı Ciro ve Personel Sayısı**

YILLAR	PERSONEL SAYISI	CİRO (Milyar TL)	CİRO (Milyar \$)
2003	65.000	3,06	2,2
2017	196.041	91,63	24,31
2018	209.041	143,32	27,20
2019	295.547	160,71	27,06
2020	245.876	105,68	14,26

2021 yılı kesinleşmemiş verilerine göre ülkemiz dünya yolcu trafiği sıralamasında 6. Sırada, Avrupa Yolcu Trafiği sıralamasında 2. sırada yer almıştır. 2021 yılı Avrupa Uçak Trafiği sıralamasında ise ülkemizin 5. sırada yer aldığı görülmektedir. İstanbul Havalimanı, açılmasının ardından Avrupa’da en yoğun 2. havalimanı unvanını almıştır. Türk Hava Yolları (THY) ve Pegasus gibi havacılık faaliyetlerini yürüten firmalar ise Avrupa bölgesinde uçak trafiği en fazla olan 10 Havayolu şirketi arasına girmiştir (DHMİ Havayolu Sektör Raporu, 2021).

**Tablo 2. Yer Hizmetleri Teknik Personel Sayısı**

GÖREV	2020	2021	DEĞİŞİM (%)
Hava Trafik Kontrolörü	1.754	1.984	13,1
Dispeçer	408	422	3,4
Teknisyen	4.829	5.162	6,9
ATSEP	595	669	12,4
Toplam	7.586	8.237	8,6

Havacılık sektörü teknik bilgi ve beceri isteyen iş alanlarından biridir. Tablo 2’de pilot harici diğer lisanslı teknik personelin toplamının 8.237’ye ulaştığı görülmektedir (DHMİ Havayolu Sektör Raporu, 2021). Pilot harici diğer lisanslı teknik personelin, yani yer hizmetleri çalışanları havacılık sektörünün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Yer Hizmetlerinde çalışanlar; Temsil, Yük Kontrolü ve Haberleşme, Birim Yükleme Gereçlerinin Kontrolü, Yolcu Trafik, Kargo ve Posta, Ramp, Yakıt ve Yağ, Uçak Hat Bakım, Uçuş Operasyon, Ulaşım, İkrım Servisi, Gözetim ve Yönetim, Uçak Özel Güvenlik Hizmet ve Denetimi başlıkları altında toplanmaktadır (DHMİ Havayolu Sektör Raporu, 2021). Birçok farklı görev alanına sahip olmaları nedeniyle sivil havacılık personeli için farklı uzmanlıklarda İSG eğitimleri verilmektedir. Bu eğitimler esnasında personel, mesai saatlerinde eğitim merkezlerine gitmektedir. Bu durum ise çalışma saatlerinde eğitim süresince personelin kullanılamamasına neden olmaktadır. Uzaktan veya teorik olarak verilen eğitimlerin personel üzerinde istenilen etkiyi göstermediği yaşanan iş kazaları ve bu kazaların sıklık oranından tespit edilebilmektedir.

Gelişen teknolojiler sayesinde sanal gerçeklik uygulamasının kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Özellikle birçok eğitim faaliyetinde kullanılan sanal gerçeklik teknolojisinin İSG eğitimleri için de kullanılması karar vericilerin ve işverenlerin alternatifleri arasında bulunmaktadır. Bu çalışmada havacılık sektöründe yer hizmetleri çalışanları için iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanılmasının avantajları ve dezavantajları ele alınmıştır. Bu çalışma ile sanal gerçeklik teknolojisinin uygulanması esnasındaki olası riskler ortaya konulmuş ve bu riskleri kaynağında yok etmek amacıyla çözüm önerileri sunulmuştur. Bu amaçla,

havacılık sektöründe sık kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden Check-list ve What-if yöntemleri kullanılarak karar vericilere yardımcı olması hedeflenmiştir.

## 2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatürde İSG ve havacılık ile ilgili birçok mevzuat çalışması ve analizi bulunmaktadır. Türkiye’de İSG’nin temel çerçevesini oluşturan 6331 sayılı İSG Kanunu, Havacılık’ta ise ICAO tarafından yayımlanan güvenlik ve emniyetin temel dayanağı olan Safety Management Manuel (SSM) (Emniyet Yönetim Sistemi) ve bunlara bağlı olarak düzenlenen alt mevzuatlar bulunmaktadır (6331 sayılı İSG Kanunu, 2012). Mevzuatların yanı sıra, bu çalışmada, iş sağlığı ve güvenliği, havacılık faaliyetleri ve sanal gerçeklik teknolojisi çerçevesinde yayımlanan tezler, doktora çalışmaları incelenmiş ve konuyla ilgili ders kitaplarından da bilgiler edinilerek detaylı bir araştırma yapılmıştır.

Havacılıkta Yer Hizmetlerinde İSG üzerine literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır. Dede 2020 yılında yapmış olduğu çalışma ile uluslararası standartlar ve ülkemizde yer hizmetleri hakkında, Yer Hizmetleri El Kitabı’nı göz önünde bulundurarak birimler, teçhizatlar, emniyet ve yaşanan kazalara değinmiştir (Dede, 2020). Ayrıca, havacılıkta çalışanların maruz kaldığı dar ve kapalı alanlarda çalışma, araç trafiği, salgın hastalıklar, hava muhalefeti, vardiyalı çalışma, gürültü nedenleriyle çalışan sağlığını etkileyen unsurlar üzerinde durmuştur (Dede, 2020). Bu çalışmanın sonucunda belirtilen risk faktörleri sanal gerçeklik ile İSG eğitimlerinin planlanmasında dikkate alınmaktadır.

Bir diğer çalışmada ise Özkan, 2019 yılında Türkiye’deki havacılık sektöründe İSG ile emniyet yönetim sisteminin birlikte uygulanmasıyla ortaya çıkan sorunların çözümüne yönelik bir model önerisinde bulunmuştur. Ayrıca, havacılık sektöründe Emniyet Yönetim Sistemi ve İSG ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bu iki organizasyon sisteminin birlikte uygulanmasında ortaya çıkan sorunları ve bu sorunların çözümüne yönelik model önerisinde bulunmuştur (Özkan, 2019).

Nagaş 2015 yılında Sivil Havacılık Sektöründe İSG önlemlerinin performansa etkisi konulu ve havalimanı çalışanları özelinde yapmış olduğu çalışmada havalimanı çalışanlarına anket uygulamış, bu anket ile stres-alkol-sigara bağımlılıkları, İSG eğitimi ile iş kazası geçirme oranları gibi konular üzerinde durulmuş ve bunların performansa etkisi incelenmiştir. 153 çalışana yapılan anket neticesinde İSG ve anket alt bileşenleri arasında sıkı bir bağ olduğu verilen yüzdeler oranlarla açıklanmıştır (Nagaş, 2015).

Kuzucu 2019 yılında yapmış olduğu havacılık sektöründe yer hizmetleri çalışanlarında görülen

meslek hastalıkları konulu araştırmasında havacılığın stresli bir meslek grubunu oluşturduğu, bu nedenle meslek hastalığı riskinin de ortaya çıktığını belirtmiştir. Meslek hastalıklarının nedenleri, Türkiye’de meslek hastalığı verileri, tarafların bu konudaki sorumlulukları üzerinde durulmuştur. Araştırmada Antalya havalimanı çalışanları arasından 136 çalışan üzerinde anket uygulanmış, verilen yanıtlar ışığında SPSS 23.0 programı kullanılarak analiz yapılmıştır (Kuzucu, 2019).

Havacılık sektörünün önemli bir bölümünü oluşturan uçak bakım faaliyetleri hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Ezer (2019) uçak onarımında görevli teknisyenlerin mevcut riskleri hakkında saha araştırması yapmış ve personele oryantasyon eğitimi, kimyasallarla çalışma eğitimi gibi konularda verilen İSG eğitimlerinin önemini vurgulamış, eğitimlerle ilgili kullanılması gereken gereçlerle ilgili tavsiyelerde bulunmuştur (Ezer, 2016).

Eren (2018) havacılık sektöründe vardiyalı çalışma sisteminin çalışanların iş, stres ve kaygı düzeyindeki etkileri üzerine yapmış olduğu çalışmada vardiyalı çalışma sisteminin olumlu ve olumsuz yönlerini ele almıştır (Eren, 2018). Yer hizmeti işletmelerinde uygulanan İSG yönetim sistemleri başarı faktörlerinin ve uygulamadaki sorunların belirlenmesine yönelik araştırmada hava taşımacılığı sektöründe yer hizmeti işletmelerinin uyguladıkları İSGYS’nin başarı ve başarısızlıklarını tespit ederek sorunlara yönelik çözüm önerilerini sunmuştur (Karakavuz, 2014).

Aydın 2019 yılında Havalimanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği: 3. Havalimanı Örneği konulu çalışmasında İSG’nin dünyada ve Türkiye’de havalimanlarında uygulanması üzerinde durmuş, söz konusu uygulamanın üçüncü havalimanında nasıl yapıldığını incelemiştir. 201 kişi üzerinde uygulanan anket ile İSG eğitimleri hakkında fikir sunmuştur. Katılımcıların İSG önlemleri konusunda %25 oranında orta yanıtını verdiği, %16’lık kısmının eğitimlere zamanında katılmadığı, %31’lik kısmının eğitimi yeterince önemsemediği, iletişim ve katılımın sağlanması iyi değil olarak yanıtlanmış, eğitim salonunun durumu hakkında çoğunlukla iyi olmadığı yanıtı verilmiş, kişisel koruyucu donanımların (KKD) yeterli korumadığı kanısında olanlar %28 oranında, KKD denetimlerinin yeterli olmadığını düşünenlerin oranı %29 olarak ortaya çıkmıştır (Aydın, 2019).

Gelişen teknoloji sayesinde sanal gerçeklik uygulamaları eğitim alanında etkin olarak kullanılmaktadır. Literatürde bulunan sanal gerçeklik ile verilen eğitimlerden örnekler şu şekilde sıralanabilir; Sanal Gerçeklik Tabanlı Kule Vinç Operatörü Eğitim Simülasyonu (Yılmaz, 2022), Yeraltı Madenciliğinde İSG Eğitimi İçin Sanal Gerçeklik Tabanlı Modül Önerisi (Gürer, 2021) Sosyal Bilgiler

Öğretiminde Sanal Gerçeklik Uygulanmalarının İncelenmesi (Akçelik, 2021). Ayrıca Kumlu 2021 yılında yapmış olduğu çalışma ile sanal gerçeklik uygulamalarının öğrenme motivasyonu üzerine etkilerini incelemiş ve olumlu sonuçlarını vurgulamıştır (Kumlu, 2021). Karadayı tarafından 2022 yılında hazırlanmış olduğu Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Desteklenen Deneyimsel Öğrenmenin Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına İlişkin Bir Durum Çalışması konulu doktora tezinde deneyimsel öğrenme stillerini konu edinmiş, bu kapsamda Kolb'un Öğrenme Stilllerinden Değiştirme (Diverging), Özümseme (Assimilating), Ayrıştırma (Converging), Yerleştirme (Accomodating) öğrenme stillerine değinmiştir. Bahsi geçen öğrenme stillerinden sonra sanal gerçeklik teknolojisinin temel özelliklerini Algı (Perception), Uyarıcılık, (Stimulation), Etkileşim (İnteraction), Sarmalayıcılık (İmmersion), Sosyallik (Sociability), Mevcudiyet (Presence) başlıkları altında incelemiştir. Sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanılmasındaki avantajları, zorlukları ve kısıtlılıkları üzerinde durmuştur (Seo vd., 2021). Harmanşah vd. 2022 yılında başta pilotlar, uçak bakım personeli ve hava trafik kontrolörleri olmak üzere diğer tüm havacılık çalışanlarının birçok göreve ilişkin eğitimlerin etkin bir şekilde yapılabileceğini vurgulamıştır. Ancak yapılan çalışmada karşılaşılabilecek riskler açıklanmamaktadır (Harmanşah vd., 2022).

Gök 2019 yılında yaptığı çalışma ile İSG Eğitiminde Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Etkisinin İncelenmesi konulu tezinde dünyada ve ülkemizde iş kazaları ve meslek hastalıklarının çoğunlukla insan odaklı meydana geldiğini ve bunun hala çözülemediğini belirtmiştir. Bunun için en önemli etkenin eğitim olduğu ve sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak verilecek İSG eğitimlerinin kaza ve meslek hastalıkları üzerine etkisi araştırılmıştır. Sanal Gerçeklik teknolojisinin kullanım alanlarından askeri, sağlık, sanayi, e-ticaret, sanat ve kültür, turizm, eğitim ile ilgili bilgilendirmeler yapmıştır. Sanal Gerçeklik teknolojisinin özelliklerinin yanı sıra eğitim içeriklerinden yangına müdahale, depolamada güvenlik, elektrik kullanımında güvenlik, makine ve cihazlarda güvenlik, yüksekte güvenli çalışma gibi İSG eğitimlerini kapsayan hususlarda sanal gerçeklik ile yapılması gerekenler hakkında bilgi vermiştir. Verilerin toplanmasında çalışanların, işverenlerin, iş güvenliği uzmanlarının görüş ve önerileri alınmış netice olarak sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim verimliliğini arttıracığı kanaatine varılmıştır (Gök, 2022).

Sanal gerçeklik uygulamaları ile yapılan İSG eğitimleri tüm dünyada artan ilgi ile takip edilmektedir. Lacko tarafından 2020 yılında yürütülen bir çalışmada, çalışanlar iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruba teorik eğitim, ikinci gruba

sanal gerçeklik teknolojisi ile İSG eğitimi verilmiştir. Birinci grupta 37 kişi, ikinci grupta 32 kişi bulunmaktadır. Eğitim sonucunda yapılan 20 soruluk testte birinci grubun başarı oranı %87, ikinci grubun başarı oranı %97 olarak ölçülmüştür. İki gruba da bir ay sonra yapılan testte birinci grubun başarı oranı %68, ikinci grubun başarı oranının % 87 olduğu görülmüştür. Bu çalışmada görüldüğü üzere sanal gerçeklik eğitimlerinin akılda kalıcılığı daha yüksektir (Lacko, 2020).

Bu çalışma ile literatürde bulunan havacılık sektöründe İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik ile verilmesine yönelik eksiklik araştırma konusu olarak belirlenmiştir. Bu amaçla havacılık sektöründe İSG eğitimleri için sanal gerçeklik uygulamalarının avantajları, dezavantajları, uygulama esnasında karşılaşılabilecek tehlike ve riskleri en aza indirmek için What-if ve Check-List yöntemleri sunulmaktadır.

### **3. Yer Hizmetleri Çalışanlarının Karşılaştığı Riskler ve Alınacak Önlemler**

Hava taşımacılığını emniyetli ve güvenli bir araç haline getiren en önemli unsurların başında insan faktörü gelmektedir. İnsan faktörünün operasyonel, taktiksel ve teknik unsurları olarak görevli hava trafik kontrolörleri, pilotlar, kabin ekibi ve yer hizmetleri çalışanları önemli bir rol oynamaktadır. Havacılık sektöründe riskleri Fiziksel, Kimyasal, Psikolojik ve Diğer Faktörler olmak üzere 4 ana başlık altında toplayabiliriz.

Fiziksel faktörlere gürültü, titreşim, termal konfor, radyasyon, basınç, ergonomi girmektedir. Özellikle uçak bakım faaliyetlerinde görev yapan ve PAT (Pist-Apron-Taksi Yolları) sahasında görev yapan yer hizmetleri çalışanlarının maruz kaldığı fiziksel faktörlere, kimyasal, psikolojik faktörlerinde eklenmesi ile istenmeyen olayların yaşanması kaçınılmaz hale gelebilmektedir. El bagajlarının yüklenmesi veya indirilmesinde insan ergonomisine aykırı hareket edilmesi kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını da beraberinde getirmektedir. Bunun için valizlerin mümkün olduğu ölçüde belirli ağırlıkların üzerinde olmaması gerekir ve bagaj hizmetleri için kullanılan araçlar ile taşıma işlemi yapılmalıdır.

Kimyasal faktörlere ise kullanılan metaller ve metaloitlere ek olarak, çözücüler, pestisitler, gazlar, asitler ve alkalilerin kimyasal kaynaklı meslek hastalıklarının başlıca nedenleri olduğu görülmektedir. Özellikle ağır metaller, gazlar ve plastik ürünler kimyasal kaynaklı mesleki hastalıklarda önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca hava araçları sistemlerinin çalışmasında, bakım ve arıza giderme işlemlerinde yetmişten fazla kimyasalın kullanıldığı bilinmektedir. Uçaklarda kullanılan koruyucu macunlar, yapıştırıcılar ve sıvı

kimyasallar da cilde temas ettiğinde tahrişe neden olabilmektedir. Katı, sıvı, gaz her türlü kimyasallarla çalışırken mutlaka KKD kullanılmalıdır.

Psikolojik faktörlerin başında havacılık sektöründe 24 saat esasına göre hizmet verildiği için vardiyalı çalışma sistemi gelmektedir. Zaman kısıtlaması bulunan bir sektör olması da insan psikolojisinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bunun için vardiyalı çalışma sisteminde olan personelin dinlenme sürelerinin kısıtlanmaması, dönemsel olarak vardiya saatlerinin değiştirilmesi gerekmektedir.

Diğer faktörler ise Havacılık sektörü Kovid-19 salgınında görüldüğü üzere salgın hastalıkların en hızlı yayılma araçlarından biri olmuştur. Bunun için özellikle uluslararası yolcu taşımacılığında salgın hastalıklara karşı maske, hijyen, sosyal mesafe kurallarına dikkat ederek gerekli tedbirler alınmalıdır. Patlama riskine karşı yangın söndürme personeli ve cihazları daima hazır bulundurulmalı, Acil Eylem Planları hazırlanmalıdır. Pist bölgesinde Yabancı Madde Hasarı (FOD) gerek uçaklar için gerek personel için tehlike oluşturduğundan sürekli kontrol edilmeli ve pist, apron temizliği sağlanmalıdır. Yıldırım tehdidinde karşılık mutlak önlem almak mümkün olmasa da insan veya nesnelere doğrudan yıldırım boşalmasıyla çarpılmasını veya etkilenmesini önleyici tedbirler almak gereklidir. İş kazaları veya meslek hastalıklarının odağında insan yer aldığı için çözümün de yine insanda olduğu gerçeğinden yola çıkarak İSG eğitimlerine gereken önemin verilmesi, güvenlik kültürünü benimsemesi alınacak en önemli tedbirlerden biridir.

**Tablo 3. İSG Eğitimlerinin Tekrarlama Süreleri**

Sınıf	Eğitim Tekrarlama Süresi (En Az)
Çok Tehlikeli	1 Yıl
Tehlikeli	2 Yıl
Az Tehlikeli	3 Yıl

**Tablo 4. Eğitim Süreleri**

Sınıf	Eğitim Süresi (En Az)
Çok Tehlikeli	16 saat
Tehlikeli	12 saat
Az Tehlikeli	8 saat

İSG eğitimleri çalışma hayatı boyunca tekrarlanması, hatırlanması gereken bir eğitimidir bunun için tekrarlanma sıklığı çalışma koşullarının sınıflandırmasına göre farklılık göstermektedir. Tablo 3. ve Tablo 4.'de İSG eğitimlerinin minimum ne kadar sıklıkla verileceği ve süreleri verilmektedir. Söz konusu eğitimlerde işyerinde yaşanacak iş kazaları veya çalışanın uzun süre işyerinden uzak kalması durumunda yukarıda belirtilen süre şartı

aranmaz.

#### 4. Yapay Gerçeklik Çeşitleri ve Eğitimlerde Kullanılabilirliği

Yapay gerçeklik, kullanım alanına ve özelliklerine göre 4'e ayrılmıştır. Bunlar;

- Genişletilmiş Gerçeklik
- Karma Gerçeklik
- Artırılmış Gerçeklik
- Sanal Gerçeklik

Kısa adıyla "XR" olarak adlandırılan genişletilmiş gerçeklik, sanal, artırılmış ve karma gerçekliği kapsayarak birlikte kullanılmasına olanak sağlayan teknolojidir. Gelişen teknoloji ile birlikte bilgisayar yazılımı ile desteklenen soyut ve somut algıların bir araya getirilerek oluşturulan yeni bir dünyadır. Genişletilmiş gerçeklik eğitim alanında kullanılabilmesinin yanı sıra müze gezileri gibi kişileri başka ortamlara taşıyabilme ve oraları keşfedebilme olanağı da sunmaktadır.

Karma Gerçeklik, adında da anlaşılacağı üzere gerçek ve dijital dünyanın bir arada kullanılması ile oluşan yarı yapay zekânın ürünü olarak kullanılmaktadır. Karma gerçeklik eş zamanlı olarak gerçek ve yapay dünyanın etkileşimde olması ile oluşur, yani bulunduğumuz ortama dijital cisimler ve fiziksel cisimler konulabilir. Karma Gerçeklik uygulamasına bir dönem dünyada yaygın olarak kullanılan "pokemon go" oyunu örnek olarak gösterilir. Karma gerçeklik sanal gerçeklik ile karşılaştırıldığında sanal gerçeklik hareketsizlik veya sınırlı hareket imkânı sunmasına karşın karma gerçeklikte hareket özgürlüğü kısmen de olsa bulunmaktadır.

Gerçek dünyada bulunan nesnelere akıllı cihazlar aracılığıyla ses, video gibi dijitaler kullanılarak sanal ortam ile entegre edilmesidir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi artırılmış gerçeklik gözlüğü, bilgisayar, tablet veya akıllı telefon gibi cihazlara yüklenen uygulama ile internete bağlanarak sanal nesnelere üç boyutlu olarak gösteren bir teknolojidir. Kullanılan gözlük veya telefon kamerası ile gerçek nesnelere üzerinde bulunan sanal nesnelere gerçekmiş gibi görülebilmektedir. Microsoft tarafından geliştirilen artırılmış gerçeklik gözlükleri ile Mars'ın yüzeyindeymiş gibi incelemeler yapılabilmektedir (Öncel, 2022).

Sanal Gerçeklik; bilgisayar tabanlı oluşturulan cisimlere, ortama üç boyutlu benzetim yöntemi ile ulaşım imkânı sağlayan içeriklere denir. Kullanılan donanım ve yazılım sayesinde hem görsel, işitsel hem de dokunsal olarak ortamı gerçeğe yakın olarak tecrübe etmenizi sağlar. Yani kullanıcıların sanal dünyada dolaşabilmesi, nesnelere yakalayabilmeleri ve yeniden düzenleyebilmesine imkân sağlayan simülasyondur. Beş duyu organımızı da harekete



geçirebilen sanal gerçeklik ile fiziksel nesnelere sanal dünyada gerçeğe en yakın şekilde görmemizi sağlar.

#### **4.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Çalışma Prensipleri**

Sanal gerçeklik teknolojisinin çalışma prensibi temel olarak bilgisayar ortamında oluşturulan sanal dünya ile gerçek dünyadaki hareketlerin donanım yardımıyla etkileşimi denilebilir. Bu etkileşimde temel unsur gerçek dünyadan gelen hareketlerin sanal dünyaya aktarılması sonrasında sanal ortamda yeniden oluşturulan içeriğin tekrar gerçek dünyaya aktarımı sağlanır. Üç boyutlu konum belirleyici donanım (eldiven, vücut giysisi, başlık vb.) sayesinde hareketler sanal ortama aktarılır, buradaki ses, grafik ve konum verileri kullanıcıya iletilir ve süreç bu şekilde tamamlanır (Şekerci, 2017).

#### **4.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi Donanımları ve Özellikleri**

Gerçek dünya ve sanal dünyanın eşzamanlı olarak etkileşimi ile hareketlerin ve seslerin bir döngü içerisinde hareketi olan sanal gerçeklik teknolojisinin görsel, işitsel ve dokunsal duyarlı hareketlere geçirecek donanıma sahip olması gereklidir. Çift taraflı bilgi alışverişi de denilebilecek bu sistem başa takılan görüntüleyiciler ve çok duyuşal cihazlar sayesinde gerçekleşmektedir. Başa takılan görüntüleyicilerden iki gözün de görebileceği şekilde tasarlanan monitörler sayesinde sanal ortamda 360 derece görüş açısı sağlamaktadır. Böylelikle kullanıcının dönüş yönüne göre sanal ortam grafikleri oluşturularak görüntü alma imkânı sağlar. Mobil olarak kullanılabilen bu cihazlar "Basit Kasa", "Ergonomik Kasa" ve "Mobil Başa Takılan Görüntüleyiciler" (BTG) olarak üç başlık altında toplanmaktadır (Anthes ve ark., 2016). Akıllı telefonların sabit bir kasaya monte edilmesi ile telefondaki görüntülerin belirli bir mesafedeki lensler kullanılarak kullanıcıya yansıtıldığı BTG'ler Basit Kasa BTG olarak adlandırılırken, daha iyi optikleri bulunan ve kullanımı daha rahat BTG'ler ise Ergonomik BTG olarak isimlendirilmektedir. Google firması tarafından geliştirilen cardboard basit kasa BTG'ler için örnek iken, Samsung firması tarafından geliştirilen Samsung GearVr ergonomik kasalar için örnek olarak verilebilir (Anthes ve ark., 2016). Mobil BTG'ler ise işlem kaynağı olarak ek bir bilgisayara ihtiyaç duyan ya da işlem kaynağını kendi içinde barındıran BTG'lerdir. Bu görüntüleyiciler optik izlemenin yanı sıra ivme ölçer, manyetometre ve jiroskop gibi sistemleri de bünyesinde barındırırlar (Anthes ve ark., 2016). Mobil BTG'lerin ekranlarında Liquid Crystal Display (LCD) paneller ile Cathode Ray Tube (CRT) panelleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Costello, 1997).

Çoklu duyuşal cihazların gerek duyduğu algoritmalar kontrolörler, navigasyonlar, vücut izleme cihazları ve hareket takip sistemleridir. Kontrolörler; BTG'ler

için el hareketlerini sisteme aktaran cihazlardır. Navigasyonlar; kullanıcının sonsuz boşlukta hareket etmesini sağlamak amacıyla kullanılan sistemlerdir. Vücut izleme cihazları; kullanıcının vücut pozisyon ve duruşuna odaklanan cihazlardır (Gök, 2022).

Sanal gerçeklik eğitimi için özel eğitim odasına ihtiyaç olmamasına rağmen eğitim yapılacak yerde düşmelere ve çarpmalara karşı bazı tedbirlerin alınması gerekir. Donanım olarak sanal gerçeklik gözlüğü ve/veya bilgisayar yeterli olacaktır. Kullanılacak odanın 4-5 metrekare büyüklüğünde olması yeterli olacaktır. Eldiven kullanılarak gerçeklik artırılabilir, verilecek eğitime göre gerekli mola veya ara süreleri dikkate alınarak yeterli sürenin belirlenmesi hedeflenmektedir.

#### **4.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanım Alanları**

Sanal Gerçeklik teknolojisi askeri, sağlık, turizm, imalat sektörü, eğlence, e-ticaret gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra eğitim alanında da yaygınlaşmaya başlamıştır. Sanal Gerçekliği kullanarak neredeyse her senaryoyu ve ortamı yaratmak mümkündür. Özellikle, eğitim için bulunması zor olan malzemelerin kullanımında, tehlikeli durumlarda, satın alınması mümkün olmayan teçhizatların kullanımı gibi eğitilenlerin belki de hiçbir zaman deneyimleyemeyecekleri durumlarda büyük imkanlar sunabilmektedir. İlkokuldan başlayarak tüm eğitim kurumlarında sanal gerçekliğin kullanıma sunulması eğitim sistemine yeni bir soluk getirecektir. Günümüz şartlarında tamamen klasik eğitimin yerini tutmasa da kullanım amacına göre eğitim sistemine entegre edilebilir. Örnek verecek olursak Tıp Fakültesinde öğrenim gören biri için eğitim amaçlı sanal gerçeklik ile muayene veya ameliyatlara yapılabilir. Londra St. George Üniversitesi Hastanesi öğrencilere gerçek ameliyat öncesinde sanal gerçeklik sistemi ile eğitim vermektedir (Karadayı, 2022). Sadece sağlık sektöründe değil sanat, coğrafya, tarih gibi alanlarda da sanal gerçeklik ile eğitim verilebilir. Sanal gerçeklik ile dünya coğrafyası görülebilir, tarihin herhangi bir sahnesi yaratılabilir, dil gelişimi sağlanabilir. Biyolojik alanda insan anatomisinin tanınması, geometrik yapıların algılanması, bilginin hafızada daha uzun süre tutulması, hayal gücünü ve motivasyonu artırması gibi birçok avantajlarından bahsedilebilir (Öztürk ve Sondaş, 2020).

#### **5. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin İSG Eğitimlerinde Kullanılması**

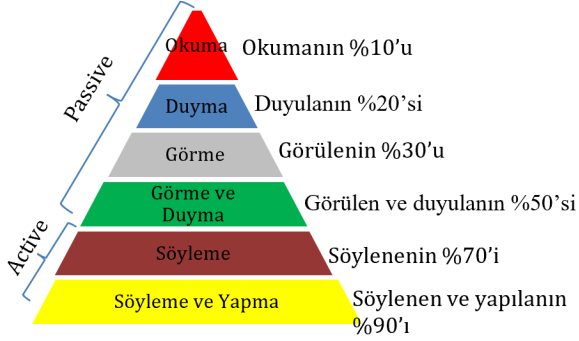
Endüstri 4.0 yaygınlaşması ile vazgeçilmez teknolojilerinden biri haline gelen sanal gerçekliğin, gün geçtikçe kullanım alanı genişlemektedir. İSG eğitimlerinde sanal gerçekliğin kullanılması farklı sektörlerde de planlanmaktadır ve ilk uygulama örnekleri de ortaya çıkmaya başlamıştır. Eğitim ve öğretim yöntemleri üzerine yapılan araştırmalarda

öğrenmenin okuma, duyma ve gözleme seçeneklerinden uygulama şeklinde yapılması halinde daha kalıcı olduğu görülmektedir (Arıcıoğlu vd., 2020).



**Resim 1. Sanal Gerçeklik Tabanlı Eğitimler**

Eğitimin kalıcılığı tekrara ve uygulamaya dayanmaktadır. Sanal gerçeklik ile verilecek İSG eğitimleri ile eğitim sürecine farklı bir akım getirilecektir. Sanal gerçeklik eğitimi ile güvenlik gereğiyle imkânsız sayılabilecek eğitimlerin, kaza riskinin en aza indirgenerek verilmesi sağlanabilir. Çalışanların gerçek durumu sanal olarak deneyimleyebileceği bu ortam sayesinde devlet-işveren-çalışan gibi tüm paydaşların yararına olacak daha verimli bir eğitim sistemi olarak hayatımıza girmesi beklenmektedir (Tayyar, 2020).



**Şekil 3. Öğrenme Konisi**

Sanal gerçeklik ile verilecek İSG eğitiminin öncelikli amacı verilen eğitimlerin etkinliğini artırarak, iş kazalarını ve iş kazalarına bağlı olarak gerçekleşen ölümleri en aza indirmektir. Bu durum gerçek hayatın bir benzeri simüle edilerek yaratılan iş yeri ortamında insan hatalarından kaynaklanan kazaların neler sebep olacağına gösterilmesi ile mümkün olacaktır. Sanal gerçeklik, insan odaklı hizmet veren üreticilerin veya kuruluşların odaklandığı bir sektör olma yolunda ilerlemektedir. Çünkü çoğu çalışan için İSG eğitimlerini oyunlaştırarak daha akılda kalıcı ve eğlenceli hale gelmesini sağlayacaktır. Bu eğitim ile karşılaşılabilecek kimyasal reaksiyonda neler yapılması gerektiği veya tehlikeli makineler ile çalışırken dikkat etmesi gereken hususları, gürültülü

ortamda kullanılması gereken KKD'lerin neler olduğunu simüle ederek çalışanları riske atmadan uygulanmasını sağlamaktadır. Böylelikle sanal ortamda karşılaştıkları zorlukları deneyimledikleri için gerçek hayatta yapmaları gerekenleri daha hızlı hatırlayarak uygulayabilmektedir.

İş kazaları nedeniyle yaşanan yaralanmalar veya ölümler sonucunda, dünya genelinde çalışanlara ödenen tazminatın miktarı gittikçe artmaktadır. Sektörel bazda bakıldığında ağır sanayi, maden işleri, enerji, inşaat sektörü gibi çalışma alanları bu ödemelerin en çok yapıldığı işlerdir. Özellikle maden ve inşaat gibi iş kazalarının yüksek olduğu ve bu kazaların sonucunda çok sayıda çalışanların hayatını kaybettiği sektörlerde sanal gerçeklik yöntemi ile verilecek İSG eğitimi en efektif yaklaşım olacaktır. Aynı şekilde havacılık sektöründe kullanılan uçak ve malzemelerin maliyetinin yüksek olması, bazı eğitimlerin verilmesinde sorunlara neden olabilmektedir. Bunun için yine sanal gerçeklik tabanlı İSG eğitimlerinin uygulanması etkili bir çözüm yolu olarak düşünülmektedir.

Sanal gerçeklik eğitimi aynı zamanda fırsat eşitliği sunarak tüm çalışanların gelişimine orantılı bir şekilde çözüm sunmakta özellikle işitme engelli çalışanların da mesleki ve teknik gelişimini ciddi anlamda destekleyecek yararlı bir platform olarak düşünebiliriz.

## 6. Yer Hizmetleri Çalışanlarına Sanal Gerçeklik Eğitiminin Uygulanması

SHGM Havaalanı Yer Hizmetleri El Kitabına göre yer hizmetlerinde görevli personelin yaptığı işe uygun olarak hava tarafı emniyeti, güvenlik mevzuatı, aykırılık/olay/kaza haber verme prosedürleri, yüklemenin elle yapılması, hava aracının yakıt ikmali sırasında emniyeti, hava aracı yükleme ilkeleri, özel dikkat gerektiren yüklerin yükleme/boşaltması, yükleme uyumsuzlukları, hava aracı Birim Yük Gereçlerinin (ULD) yükleme / boşaltması, hava aracı yükleme sistemlerinin kullanılması/ULD'lerin emniyete alınması; uçak içi yükleme sistemleri arızalarının belirlenmesi/sonuçları, yükleme hasarı ve etrafa saçılmasının sonuçları, yükleme ve servis ekipmanını konumlandırılması ve çalıştırılması, kaptana taşınmakta olan yükün bildirim, yolcu biniş/iniş prosedürleri; hava aracına temizlik, tuvalet suyu ve temiz su hizmetleri verilme standartları, hava aracı hareket ettirme işlemleri gibi eğitimler verilmektedir. Tehlikeli sınıfa giren yer hizmetleri çalışanlarına söz konusu eğitimlerin sanal gerçeklik teknolojisi ile verilmesi iş verimliliğini artıracak ve iş kaza oranlarını ciddi anlamda düşüreceği değerlendirilmektedir. Genellikle apron bölgesinde olan yer hizmetleri çalışanlarına, İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik ile tekrarlama imkânı sunularak ve simüle edilen ortam ile yerinde görerek verilmesi havacılık sektörüne büyük katkı



sağlayacaktır. Ankara Esenboğa Havalimanı'nda görevli iş güvenliği uzmanı ile yapılan görüşmelerde İSG eğitimlerinin Esenboğa havalimanında halen teorik veya uzaktan eğitim yöntemiyle verildiği belirtilmiştir. Ancak, hava araçları üretim merkezlerinin bazılarında sanal gerçeklik ile İSG eğitimlerinin uygulanmaya başlanması planlanmaktadır, bu eğitimlerin tüm havacılık sektöründe uygulanması günümüz gerekliliklerindedir (Erten vd., 2022).

### 6.1. Sanal Gerçeklik Eğitiminin Avantajları

Sanal gerçeklik ile verilen eğitimlerin, toplam maliyetleri azaltmasının yanı sıra gerçeğe yakın deneyimler kazandırması, olası yaralanma ve kaza risklerini ortadan kaldırması nedeniyle hem eğitim veren kurum adına hem de çalışanlar adına olumlu katkılar sağlaması beklenmektedir. Sanal gerçekliğin sağlamış olduğu yapılandırıcı yaklaşım ile bireysel hıza göre ilerleme kaydedebilmesi, tekrarlama özelliğinin olması, hataların tekrar gözlemlenmesi adına kaydedilebilir olması çalışanların gelişimine olumlu yönde katkı sağlaması beklenmektedir. Gerçek ortamlara en yakın düzeyde simüle edilmesi çalışanların eğitim programlarındaki motivasyonlarının artmasının yanı sıra mesleki ilgilerinin, gelişimlerin takip edilerek başarı düzeyinin ölçülebilmesine olanak sağlayacaktır. Eğlenerek öğrenilmesine olanak sağlaması, böylelikle çalışanların eğitimlere katılımını arttırması, istenildiğinde eğitim dışında da kullanılabilmesi programların kişiselleştirilmesine de imkân sağlayacaktır. Uygulama esnasında çalışma ortamının durdurulmasının önüne geçilerek üretimin veya hizmetin kesintisiz olarak devam etmesini sağlayacaktır. Tehlikeli durum ve tehlikeli ortamlara risk yaratmayacak düzeyde gerçek ortama yakın düzeyde eğitim sağlaması İSG eğitimleri için olumlu katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

### 6.2. Sanal Gerçeklik Eğitiminin Dezavantajları

İş Güvenliği Uzmanları ile yapılan görüşmeler neticesinde uygulamanın genel olarak olumlu bulunduğu fakat geliştirilmesi gereken yönlerinin olduğu belirtilmiştir. Örnek olarak yangın söndürme gibi karmaşık senaryoların daha ayrıntılı olarak verilmesi önerilmiştir. Ayrıca uygulamaya yeni başlayanlar ve yaş aralığı yüksek olan çalışanlar için adaptasyon süreci uzayabilir. Eğitimlerin toplu olarak değil bire bir verilmesi eğitim süresini uzatacağı dezavantaj olarak değerlendirilmektedir (Gök, 2022). Sanal gerçekliğin sunulmasında bazı sınırlılıklar da bulunmaktadır. Bunlar günümüzde maliyetinin yüksek olması ve kişisel olarak kullanılması nedeniyle eğitim kurumları tarafından tercih edilmeme sebeplerindedir. Hareketli ortam oluşturabilen sanal gerçeklik, deniz tutulması gibi bazı hislerin yaşanmasına da neden olabilir. Fiziksel güvenlik sağlanmaz ise sanal gerçeklikten bağımsız

bir şekilde bulunduğu gerçek dünyanın farkında olmayan çalışan yaralanabilir. Harekete ve ışığa duyarlı hastalarda sanal gerçekliğin oluşturabileceği travmatik durumlara karşı baş ağrısı ve mide bulantısı oluşturan günümüzde "cybersickness" olarak adlandırılan hastalıklara sebep olabilmektedir (Ramaseri, 2022). Gözlük takan ve görme bozukluğu yüksek olan çalışanlar için uygun verimi verememesi dezavantajlardan bazıları olarak düşünülebilir.

## 7. Analiz ve Bulgular

### 7.1 What-If? Analizi

Olursa Ne Olur? (What-If?) Analizi, neyin ters gidebileceğini belirlemeye ve bu durumların ortaya çıkma olasılığını ve sonuçlarını yargılamaya yönelik soruların cevaplarını arayan yapılandırılmış bir beyin fırtınası yöntemidir. Bu soruların cevapları ile oluşabilecek risklerin kabul edilebilirliğine ilişkin yargıya varmak ve kabul edilemez olduğuna karar verilen riskler için önerilen bir eylem planı belirlemek için temel oluşturur (Suikat vd., 2021). Çalışma yapılacak alan ile ilgili deneyimli ve uzman bir analiz ekibi oluşturularak, analiz edilecek süreç hakkında önemli sorunları tespit ederek, etkili ve verimli bir şekilde sorunların ayırt edilebilmesi sağlanır. Ekibin deneyimlerine ve benzer durumlarla ilgili bilgilerine dayanarak, oluşabilecek hata veya yanlış gidebilecek durumlar değerlendirmeye katılır (Ersoy vd., 2009). What-if Analizi uygulama adımları:

**Adım-1:** "What-if" Sorularını Geliştirme: Mevcut belgeler ve analiz ekibinin bilgisi kullanılarak, insan hataları, süreç aksamaları ve ekipman arızaları etrafında "What-If?" soruları formüle edilebilir.

**Adım-2:** Cevapları Belirleme: Analiz ekibinin en güvenilir "What-If?" senaryolarını tükettiğinden emin olduktan sonra, ekip şu soruyu yanıtlar: Bu durumun meydana gelmesinin sonucu ne olur?

**Adım-3:** Riskin Değerlendirilmesi ve Önerilerde Bulunulması: "What-If?" sorularının cevaplarını dikkate aldıktan sonraki, bu durumun olasılığı ve ciddiyeti ile ilgili yargılarda bulunmaktır.

Yukarıdaki 3-adım takip edilerek What-If Analizi tekniğinin kullanımı oldukça basittir ve çeşitli süreçlere etkili bir şekilde uygulanmaktadır. Üretim makineleri gibi mekanik sistemlerde, montaj işleri gibi basit görev analizlerinde ve ayrıca işletmelerdeki görevlerin gözden geçirilmesinde yararlı olmaktadır (Ersoy vd., 2009; Suikat vd., 2021). Bu çalışma kapsamında havayolu yer hizmetlerinde çalışanlarının İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik ile verilmesi süreci What-If Analizi ile değerlendirilerek, uygulama öncesi oluşabilecek riskler ve tehditler analiz edilmiştir. Yapılan uygulama çalışmasına ait sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Olursa Ne Olur? (What-If?) Analizi

Soru	Cevap	Olasılık	Sonuç	Öneri
Sanal Gerçeklik Eğitim modülleri veya kurgu basit olursa ne olur?	Eğitim amacına ulaşmamış olur.	Gerçeğe yakın olmayan uygulamalar ile verilecek eğitim, gerçek dünyada meydana geldiğinde uygulanacak yanlış yöntemlerle istenmeyen olaylar yaşanabilecektir.	Eğitim dışında yaşanacak gerçek olayda kaza ihtimali artacaktır. Verilen eğitimin tekrar gözden geçirilmesi gerekebilir.	Sanal gerçeklik eğitimlerinin kurgulaması yapılırken, iş yerinin fiziksel ortamına uygun olarak düzenlenmeli, KKD seçiminde, yangın tüpü kullanımında gerçeğe en yakın olacak şekilde görseller hazırlanmalı ve gerçek hayatta kullanımı nasıl ise ona göre planlama yapılması eğitim açısından faydalı olacaktır. Sektör olarak risk taşıyan ve önem arz eden hususlara eğitimlerde değinilmesi gerekir.
Sanal Gerçeklik Gözlükleri uzun süreli kullanılırsa ne olur?	Eğitilenin yaşına ve daha önce tecrübe edinmesine göre farklılık gösterebilir.	Eğitim esnasında ve sonrasında sağlık sorunları yaşayabilir. Uzun süreli kullanımlarda baş ağrısı, bulantı gibi belirtiler gösterebilir.	Eğitim esnasında yaşayacağı sağlık sorunları nedeniyle eğitimi yarıda bırakabilir.	Eğitim sürelerinin çalışanların yaşayabileceği sağlık sorunları da dikkate alınarak planlanması, eğitim verimliliği açısından da fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir. Eğitilenlerin sıkıntı yaşamamaları adına eğitim sürelerinin uzmanlar tarafından belirlenmesi önerilmektedir
Eğitilen dereceli gözlük kullanıyorsa ne olur?	Teorik veya uygulamalı eğitim verilebilir.	Eğitimlerden sanal gerçeklik teknolojisi kadar verim alınamayabilir.	Kalıcı bir eğitim sağlanamadığından iş kazaları meydana gelebilir.	Sanal gerçeklik gözlüklerini, dereceli gözlük ile kullanabilme özelliği entegre edilmesi önerilir.
Elektrik kesintisi olursa ne olur?	Eğitim başka zamana ertelenir.	Çalışanın bu teknolojiye heves ve isteği kırılabilir, bu da eğitimlerden istenen verimi vermeyebilir. Eğitimlerin sektöre uğraması işgücü kaybına neden olabilir.	Zaman ve iş gücü kaybı, teknolojinin efektif kullanılamaması.	Eğitim esnasında herhangi bir elektrik kesintisinde jeneratörlerin otomatik olarak devreye girmesi gerekir. Böylelikle eğitilenin elektrik kesintisinden etkilenmemesi sağlanmalı. Eğer jeneratör sağlanamamışsa, senaryonun sanal gerçeklik gözlüklerine kaydedilmesi ve eğitim sonuna kadar gözlük bataryaları ile eğitimin sürdürülmesi sağlanabilir.
Eğitim alanında zemin uygun değilse veya basamak farkı varsa ne olur?	Eğitilen düşüp yaralanabilir.	Eğitim esnasında personel yaralanması neticesinde işgücü kaybı oluşabilir. Düşme sonucunda başını sert zemine vurması ölümlerle neticelenebilir.	Eğitilen ölümle sonuçlanırsa ailesi eğitim esnasında önlem alınmadığı için tazminat davacı açabilir, işveren tazminata mahkûm edilebilir.	Eğitim yapılan ortamın düz ve basamaklı olmamasına dikkat edilmelidir. Duvarlar darbeyi yumuşatıcı malzeme ile kaplatılarak düşme sonucu yaralanmalara karşı önlem alınabilir. Ayrıca eğitim alanında eğitilenin çarpabileceği masa, sehpa, vb. malzemelerin bulunmaması riski azaltabilecektir.
Eğitilen bulantı veya kusma gibi sağlık sorunları yaşarsa ne olur?	Eğitim tamamlanmadan bitmiş olur, bir sonraki eğitime planlanır aynı sorunlar devam ederse teorik eğitime geçilir.	Eğitilen yaşamış olduğu sağlık sorunundan dolayı izleyenler de bu durumdan olumsuz etkilenecek ve bu eğitime ön yargılı yaklaşabileceklerdir.	Çalışanlar ve işyeri gözetilerek verilen bu tür eğitimler sektöre uğrayabilir.	Çalışanlara eğitim verilmeden önce ön sağlık kontrolü yapılmalı, panik atak vb. hastalıkları olanlar tespit edilerek alternatif eğitimler verilebilir. Ayrıca çalışanların eğitim öncesi beslenmelerine veya ilaç kullanmamaya dikkat etmeleri gerekir.
Çalışan sayısı kadar sanal eğitim gözlükleri tedarik edilemezse ne olur, hijyen nasıl sağlanır?	Günümüzde maliyetleri yüksek olan bu gözlüklerin ortak kullanımı sağlanabilir. Ortak kullanım salgın hastalıklara neden olabilir.	Sanal eğitim gözlüklerinde hijyen sağlanamazsa, hastalıkların temas yoluyla başkalarına geçmesine neden olabilir.	İş yerinde hastalıkların yayılması ile iş gücü kaybı oluşabilir. Hastalıklı olarak çalışanlarda ise dikkat dağınıklığı sonucu iş kazaları meydana gelebilir.	Sanal eğitim gözlüklerinin kişisel olarak tedarik edilmesi gerekir. Fakat yüksek maliyetlerden dolayı ortak kullanım da mümkün olabilir. Ortak kullanım da bazı salgın hastalıklara davetiye çıkarabilir. Bunun için her kullanıcı için gözlüklere tek kullanımlık koruyucu kılıf sağlanabilir.
Eğitim sonunda sınav yapılmazsa ne olur?	Eğitimin verimliliği ve personelin eğitimi kavrayıp kavramadığı tespit edilemez.	Eğitim sonunda sınav yapılmadığı takdirde çalışanlar eğitime yeteri kadar önem vermeyebilir.	Eğitimden istenen verim alınamayabilir.	Sanal gerçeklik eğitimi sonunda yine sanal gerçeklik ortamında sınav yapılabileceği gibi teorik olarak da sınav uygulanabilir. Çalışanların aldığı eğitimlerin test edilebilmesi adına sınav yapılması ve bunların kayıt altında tutulması gerekir.

## 7.2 Kontrol Listesi (Check-List) Analizi

Herhangi bir işyerinin, işin veya cihazın tüm donanımsal eksikliklerinin olup olmadığının tespiti için uygulanan yöntemdir. Birincil risk analizlerinden Check-List yöntemi en çok tercih edilen nitel yöntemdir. Çalışmaya başlamadan önce görev alanına uygun olarak sorular hazırlanır ve bu sorulardan yola çıkılarak işe başlamak için uygunluk tespiti yapılır. Sorulara “Uygun”, “Yetersiz”, “Yok” cevapları verilir. Böylelikle uygulanan iş kolunda işe başlamadan önce önlem alınması sağlanır. Tespit edilen herhangi bir risk faktörünün tamamlanmasını müteakip faaliyete başlanır. Hazırlanması ve uygulanmasının kolay olması sebebiyle birçok sektörde kullanılması mümkündür, özellikle havacılık sektörü gibi karmaşık yapıya sahip sektörlerde ön kontrollerin yapılması adına yaygın olarak kullanılmaktadır. Check-List hazırlanırken bütün olasılıklar hesaba katılarak kontroller yapılır, aksi takdirde kontrol edilmeyen bir nokta büyük felaketlere neden olabilir (Erdem, 2021). Check-List yönteminde sorulan özel sorularla işyerinin, işin eksiklikleri saptanır. Tespit edilen eksiklikler ile ilgili düzeltmeler önerilir. Verimli sonuç almak için tecrübeli uzmanlar tarafından hazırlanan listeler göz önüne alınır. Check-List analizinde işlem adımları şu şekildedir:

**Adım 1:** Kontrol Listesini önem derecesine göre belirlemek, sektörel bazda oluşabilecek risklere uygun soruları hazırlamak

**Adım 2:** Kontrol listesine uygun olan cevapları vermek, kontrolleri yerinde gözlemleyerek ve inceleyerek belirlemek

**Adım 3:** Kontrol listesi faaliyetin başlaması için uygun ise gerekli onayı vermek, değil ise tehlikenin veya sorunun çözümü için ilgili birimlere bilgi vermek

Bu yöntem havacılık sektöründe pilotlar, uçak bakım personeli, uçağı hazırlayan apron personeli tarafından çok fazla kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında havacılık sektörü yer hizmetlerinde çalışan personelin İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik ile verilmesi süreci Check-List Analizi ile değerlendirilerek, uygulama öncesi oluşabilecek riskler ve tehditler analiz edilmiştir. Sanal gerçeklik eğitim alanında sorun sahasını belirlemek amacıyla hazırlanan Check-List Analizi Tablo 6’da gösterilmiştir.

## 8. Sonuçlar

Türkiye; Havacılık ve Uzay Sanayisi, Türk Hava Kuvvetleri, dünyanın en büyük havalimanından biri olan İstanbul Havalimanı ve dünyanın en büyük havayolu firmalarından biri olan Türk Hava Yolları ile adından çokça söz ettirmektedir. Türkiye’nin havacılık yolundaki gücünü İş Sağlığı ve Güvenliğinin

sağlayacağı fayda ile en az iş kaza ile sürdürmesi en büyük hedeflerden biri olarak kabul edilmelidir.

Havacılık sektöründe kabul gören bir görüşe göre havacılıkta çoğunlukla yeni hata yoktur, hatayı yapan yeni insan vardır. Bu görüş, havacılık tarihi boyunca iş güvenliğinin önemini acı tecrübelerle göstermiş olsa da dinamik yapısını halen sürdürmektedir. Hataların %70’inin insan kaynaklı olması havacılıkta hizmet sağlayıcıların ulusal ve

**Tablo 6. Check-List Analizi**

Yapılan Kontroller	Uygun	Yetersiz	Yok	Yorumlar
Sanal Gerçeklik gözlüğü donanımları mevcut mu?				
Sanal Gerçeklik gözlüğü ve donanımları çalışıyor mu?				
Zemin düzgün mü?				
Ortamda çarpma riski bulunan malzeme var mı?				
Duvarlar çarpma riskine karşı sünger veya darbe emici ile kaplı mı?				
Ortamda elektrik çarpmalarına karşı önlem alınmış mı?				
Hangi eğitimin verileceği kontrol edildi mi?				
Elektrik kesintilerine karşı jeneratör var mı?				
Herhangi sağlık sorununda eğitim alanında sağlık personeli var mı?				
Eğitilenin kıyafeti eğitim almaya uygun mu?				
Eğitim için kullanılan bilgisayar kapalı bir bölgede mi?				
Ortamda yeterli aydınlatma mevcut mu?				
Ortam sıcaklığı uygun mu?				
Ortamda dikkati dağıtacak herhangi bir durum var mı?				
Teknik ve eğitici personel var mı?				
Eğitim süresi personeli sıkılmayacak şekilde planlanmış mı?				
Eğitim ortamı işyerine uygun mu?				
Eğitim içeriği gerçeğe yakın mı?				
Eğitim öncesi sağlık taraması yapılıyor mu?				
Eğitim sonunda sınav yapılıyor mu?				
Eğitim mesai saatlerinde veriliyor mu?				

uluslararası mevzuatlar çerçevesinde insan odaklı çalışmasını zorunlu kılmaktadır (Krivonos, 2007). Ayrıca, personel üzerinde zaman baskısı

yaratmadan, yüksek iş yükü yüklemeyen, stresten uzak iş yeri konforu sağlaması havacılık emniyeti açısından gerekli olduğu mevzuatlar ve akademik çalışmalarda sıklıkla belirtilmektedir. Yer hizmetleri çalışanlarından, hava trafik kontrol görevlileri, pilotlar, kabin görevlileri, yardımcı hizmetlerde çalışan güvenlik ve temizlik görevlileri ve yolcular bu emniyet zincirinin birer halkalarıdır. Halkalardan birinde yaşanacak iş güvenliği zafiyeti beraberinde birçok maddi/manevi kayıpları getirecektir. İnsan faktörünün olduğu her sistemde risklerin de olacağı gerçeği ile yüzleşen tüm havacılık organizasyonları emniyetin sadece uçuş emniyetinden ibaret olmadığını her kademedeki çalışanların vazifelerinden birinin emniyet olduğunun bilincine varmış ve faaliyetlerini bu beklenti içerisinde gerçekleştirmektedirler.

Havacılık sektöründe görülen eksikliklerden biri havalimanları ile yapılan istişareler sonucunda Devlet Emniyet Programı aşamalarının tamamlanma oranının hedeflenen seviyede olmadığıdır. Havalimanı işletmelerinin farklılık göstermesi İSG uygulamalarında standartların sağlanamamasına neden olabilmektedir. Bu yüzden denetleme mekanizmasının daha aktif olarak, yaptırım uygulayarak sürdürülmesi gerekmektedir. Yönetimsel değişikliklerden kaynaklandığı belirtilen bu başarısızlığın üzerine gidilmesi ve en büyük emniyet yönetim sistemine sahip olan devletten en alt kademede bulunan hizmet sağlayıcılara kadar tüm seviyedeki organizasyonlar tarafından iş güvenliğinin gerekliliklerin yerine getirilmesi ve tüm paydaşlar tarafından bütün iletişim mekanizmaları kullanarak uyum içerisinde çalışmaları önem arz etmektedir. Havacılıkta İş Sağlığı ve Güvenliği açısından iyi bir yerde olmamıza rağmen hâlâ uluslararası standartları yakalamak adına kat etmemiz gereken yolumuz bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar ve alınan önlemler hava taşımacılığının istenilen emniyet seviyesine ulaşması için güçlü bir Emniyet Yönetim Sisteminin kurulmasını zorunlu kılmıştır (Uçar, 2021).

Havacılık sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği kültürünün oluşması adına eğitimlerin sağladığı katkıların göz ardı edilmesi mümkün değildir. Hali hazırda dünyada ve ülkemizde İSG eğitimleri Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliği göre teorik veya uygulamalı olarak verilmektedir.

Teknolojik gelişmeler neticesinde yapay gerçeklik askeri alandan, sağlığa, sanayi alanından e-ticarete, sanat ve kültürden turizme birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Yapay gerçeklik çeşitleri Genişletilmiş Gerçeklik, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik olmak üzere dört grupta incelenmiştir. Eğitim sektöründe uygulanabilecek en uygun eğitim sistemi sanal gerçeklik gözlükleri ve uygun donanımlar ile sadece

sanal dünyada gerçekleşebilen Sanal Gerçeklik teknolojisi olmuştur. Bu nedenle İSG eğitimlerinin risk oluşturmayan ve eğitimleri eğlenceli hale dönüştürebilen, gerçek dünyaya yakın görselleriyle eğitimi daha kalıcı hale getirdiği için sanal gerçeklik teknolojisinin tercih edilebilirliği yüksek hale gelmiştir. Tercih sebeplerinin en büyük nedeni ise elbette iş kazası ve meslek hastalıklarını azaltabileceği olasılığıdır. Sanal Gerçeklik teknolojisinin birçok avantajlarının bulunmasının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan bazıları sanal ortamın daha da geliştirilmeye ihtiyacı olduğu, toplu eğitim yerine birebir eğitim verildiği için eğitim süresini arttırabileceği, sanal gerçeklik ortamda oluşan cybersickness adı verilen hastalıklara neden olabileceği, göz rahatsızlığı olan kişilerin, belirli yaşın üzerindeki çalışanların kullanımında zorlanması olarak sıralanabilir (LaViola, 2000). Tüm bunlar dikkate alındığında sanal gerçeklik tabanlı eğitimlerin avantajlarının daha fazla olduğu kabul edilmektedir ve literatürde yapılan araştırmalar da bunu kanıtlamaktadır.

Havacılık Sektöründe Yer Hizmetleri Çalışanları özeline indiğimizde uçak bakım faaliyetleri, apron hizmetleri, kargo hizmetleri gibi sektörde özellikle tehlikeli sınıfta yer alan görevlerde çalışanlara İSG eğitimlerinin sanal gerçeklik teknolojisi ile verilmesi önerilmektedir. Sanal Gerçeklik tabanlı verilen İSG eğitimleri ile havacılık sektöründe iş kazaları ve meslek hastalıklarında gerek kısa vadede gerekse uzun vadede gözle görülür ölçüde düşüş sağlanması tahmin edilmektedir. Ülkemizde de teknolojik gelişmelerin öncüsü olan havacılık sektörünün önde gelen firmalarında da sanal gerçeklik tabanlı eğitim için gerekli çalışmaların başlatıldığı ve en kısa sürede sanal gerçeklik eğitimine geçişin yapılması hedeflenmektedir.

Sanal gerçeklik gözlükleri ve hareketlere entegreli donanımlarla 360 derece görme imkânı sağlayan teknolojisi sayesinde eğitimde yapılacak hata neticesinde hiçbir canlıya, hiçbir teçhizata zarar vermeden çalışanlara tekrarlayarak deneyimleyebileceği bir eğitim imkanı sunmaktadır. Karmaşık bir yapıya sahip olan uçakların bakım faaliyetlerini örnek vermek gerekirse, sanal gerçeklik eğitimi ile yapılacak bakım faaliyetlerinde yaşanacak iş kazaları en aza indirilerek çalışanların mesleki tecrübelerinin daha kısa sürede arttırılması sonucunda çalışanların daha verimli olması mümkün olacaktır. Ayrıca, tahmin edilemeyecek durumlarda gerçekleşen yangın gibi olaylarda hangi yangına hangi yangın tüpüyle müdahale edileceği uygulamalı olarak görülebilecektir. Bu da Edgar Dale'nin öğrenme piramidinde gösterildiği gibi görüp, duyup, söyleyip uyguladıklarımızın %90'unu hatırlamamızı sağlayacaktır. Giderek artan öneme sahip olan havacılık sektöründe uzay sanayisi de dâhil olmak

üzere havacılık sektörü büyümeye devam edecektir. Bu sektörün büyümesinde büyük katkısı olan havacılık sektöründe yer hizmetleri çalışanlarının verimli olmayan, sıkıcı eğitim sisteminden sanal gerçeklik tabanlı eğitime geçişi ile iş kazalarının azalması hedeflenecek, diğer sektörlerde de uygulanması ile İSG bağlamında uluslararası standartların yakalanmasına imkân sağlanacaktır.

Havacılık sektöründe Yer Hizmetleri çalışanlarına sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak İSG eğitimi verilmesi iş kazaları ve meslek hastalıklarını en aza indirebileceği öngörülmektedir. Tüm bu öngörülere rağmen günümüz şartlarında söz konusu teknolojiye geçişi zorlaştıracak işverenler de olacaktır. Bu hususlardan bazıları günümüzde bir modülün maliyetinin yüksek olması ve bu eğitimin bireysel olarak uygulanması iş gücü kaybını arttıracığı görüşüdür. Söz konusu hususlar göz önüne alındığında kural koyucular tarafından işverenlerin teşvik edilmesi ve desteklenmesi tartışılması gereken hususlardan biridir.

Bu çalışma ile İSG eğitimlerinde sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılması durumunda yaşanacak riskleri en aza indirmek için What-if ve Check-List yöntemleri kullanılmıştır. İleride yapılması planlanan çalışmalar arasında, uygulama alanlarının, uygulamaya katılacak çalışanların analiz edilmesi ve uygulama esaslarının belirlenmesi bulunmaktadır.

### Teşekkür

Bu çalışmada çalışmaları yerinde inceleme fırsatı sunan Ankara Esenboğa Havalimanı ve TUSAŞ'ta görevli iş güvenliği uzmanlarına teşekkürü bir borç biliriz.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

### Kaynaklar

- Akçelik M. (2021). Sanal Gerçeklik Uygulamasıyla Desteklenen Sosyal Bilgiler Öğretiminin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.
- Arıcioğlu, M. A., Yiğitöl, B., & Yılmaz, A. (2020). Endüstri 4.0 Üzerine Yöntem ve Literatür Çalışması: Türkiye'deki Lisansüstü Tez Çalışmaları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (57), 293-324.
- Aydın, O.K. (2019). Havalimanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği: 3.Havalimanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ*.
- Baybora, D.(ed), ORAL A.İ., Gerek, H.N., Kaplan Senyen E.T., Akın L., Ekmekçi Ö., Piyal B. (2019). *İş Sağlığı ve Güvenliği*, Birinci Baskı, Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 3105, Eskişehir.

Bolat, H. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliğinin Örgütsel Bağlılık Üzerindeki Rolü: Malatya-Yeşilyurt Belediyesinde Ampirik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya*.

Bütün E., Muştı M. (2018). Havacılık Tarihi İçerisinde Bakım Güvenirliği. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 70-77.

Chatigny, C. (2022). Occupational Health and Safety In Initial Vocational Training: Reflection On The Issues of Prescription and Integration In Teaching and Learning Activities. *Safety science*, 147, 105580.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2021 Yılı Faaliyet Raporu, Erişim Adresi: [https://www.csbg.gov.tr/media/88190/2021\\_faaliyetraporu.pdf](https://www.csbg.gov.tr/media/88190/2021_faaliyetraporu.pdf) Erişim Tarihi: 10 Eylül 2022.

Dede, E. (2020). Havacılıkta Yer Hizmetlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul*.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, 2021 Havayolu Sektör Raporu Erişim Adresi: <https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/15/2021-Havayolu-Sektor-Raporu.pdf> Erişim Tarihi: 10 Eylül 2022.

DHİM Genel Müdürlüğü (2022). *Havacılık Terimleri Sözlüğü*, 2. Baskı, Ankara.

DHİM Genel Müdürlüğü Havalimanları İşletme Hizmetleri Yönergesi, 19 Aralık 2018.

Dilber.C., Güney, M. (2020) *Havacılık Emniyeti ve Güvenliği*, Birinci Baskı, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

Dönmez, K., & Suat, U. (2018). İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi'nin (HFACS) Literatürde Yaygın Kullanımının Değerlendirilmesi. *Journal of Aviation*, 2(2), 156-176.

Ekinci B.T. (2019). Mobbing'in Neden ve Sonuçları: Havacılık Sektöründe Vaka İncelemesi. *Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1-2) 39-62.

Erdem, M. (2021). Kontrol Listesi (Check-list) ve Fine Kinney Risk değerlendirme Yöntemleri Kullanılarak Bir Eğitim Kurumu Risk Analizi Uygulanması ve Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Hasan Kalyoncu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gaziantep*.

Eren, A.S. (2018). Vardiyalı Çalışma Sisteminin Çalışanların İş Stres ve Kaygı Düzeyindeki Etkileri: Havacılık Sektörü Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.



- Erten, B., Oral, B., & Yakut, M. Z. (2022). The role of virtual and augmented reality in occupational health and safety training of employees in PV power systems and evaluation with a sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134499.
- Ersoy, M., Eleren, A., & Şimşek, S. (2009). Work Safety and Health Based Process Improvement Analysis by Using FMEA and Application in Marble Quarry works. *Madencilik, Chamber of Mining Engineers of Turkey*, 48(3), 19-32.
- Gök, Y. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gürer S. (2021). Yeraltı madenciliğinde iş sağlığı ve güvenliği eğitimi için sanal gerçeklik tabanlı ciddi oyun geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Üniversitesi Maden Mühendisliği, Ankara.
- Havalimanları/Havaalanları Yer Hizmetleri Yönetmeliği (SHY-22), *T.C. Resmi Gazete*, 29810, 23 Ağustos 2016.
- Harmanşah C, Hava H.T., (ed.), Eginli M.A., Erdem H.A., Nacaklı Y., (2022). Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kitabı, Birinci Baskı, 139-148, Ege Üniversitesi, İzmir.
- International Labour Organization (2015) İş Sağlığı ve Güvenliği Profili Türkiye. Uluslararası Çalışma Örgütü, ILO Türkiye Ofisi. (n.d.). Erişim adresi : [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/briefingnote/wcms\\_767045.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/briefingnote/wcms_767045.pdf) Erişim tarihi : 10 Ocak 2023.
- Kanbur E., Erol A. (2017). Uçak Bakım Örgütlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği: Çalışma Sahalarından Örnekler, *Al-Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 181-192.
- Karadayı, Z. (2022). Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Desteklenen Deneyimsel Öğrenmenin Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına İlişkin Bir Durum Çalışması. Doktora Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale*.
- Karakavuz, H. (2014). Yer Hizmeti İşletmelerinde Uygulanan İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri Başarı Faktörlerinin ve Uygulamadaki Sorunların Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir*.
- Kaynak, İ. (2021). İş Stresinin Örgüt İçi Çatışmaya Etkisi: Sivil Havacılık Çalışanları Üzerinde Bir Araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(3), 647-658.
- Kumlu, S.T. (2021). Turizm Eğitiminde Sanal Gerçeklik Kullanımının Öğrenme Motivasyonuna Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli*.
- Kurt, D., & Korkmaz, E. (2018). Yeni Arşiv Belgeleri Işığında Türk Askerî Havacılığının Doğuşu (1911-1912). *Savunma Bilimleri Dergisi*, 17(2), 207-251.
- Kuzucu, A.K. (2019). Havacılık Sektöründe Yer Hizmetleri Çalışanlarında Görülen Meslek Hastalıkları – Antalya Havalimanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler*
- Krivosos, P.(2007). Communication in Aviation Safety: Lessons Learned and Lessons Required, *Regional Seminar of the Australia and New Zealand Societies of Air Safety Investigators*, s. 1-35
- LaViola Jr, J. J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM Sigchi Bulletin*, 32(1), 47-56.
- Nagaş, A. (2015). Sivil Havacılık Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Önlemlerinin Performansa Etkisi: Havalimanı Çalışanları Örneği. Yüksek Lisans Tezi, *Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara*.
- Nergiz, A. (2008). Türkiye’de Sivil Havacılığın Gelişimi ve THY. Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.
- Öncel, Z. (2022). Fen Bilimleri Eğitimi Alanında Sanal Gerçeklik Uygulamaları Üzerine Yapılan Çalışmaların İçerik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Adıyaman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Adıyaman*.
- Özkan, B. (2019). Türkiye’de Havacılık Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği ile Emniyet Yönetim Sisteminin Birlikte Uygulanmasıyla Ortaya Çıkan Sorunların Çözümüne Yönelik Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli*.
- Öztürk, E. (2019). Havacılık Sektöründe Tükenmişlik Sendromu Nedenleri ve Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli*.
- Öztürk, E. O., & Sondaş, A. (2020). Sanal Sağlık: Sağlıkta Sanal Gerçekliğe Genel Bakış. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 164-169.
- Ramaseri Chandra, A. N., El Jamiy, F., & Reza, H. (2022). A Systematic Survey on Cybersickness in Virtual Environments. *Computers*, 11(4), 51.
- Seo, H. J., Park, G. M., Son, M., & Hong, A.-J. (2021). Establishment of Virtual-Reality-Based Safety Education and Training System for Safety Engagement. *Education Sciences*, 11(12), 786.



- MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/educsci11120786>
- SHGM, Apron Operasyonları Emniyet Klavuzu, Erişim adresi : [https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Apron\\_Operasyonlari\\_Emniyet.pdf](https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Apron_Operasyonlari_Emniyet.pdf) Erişim Tarihi, 12 Aralık 2022.
- SHGM, Havaalanı İşletme Hizmetleri, (2016). İkinci Baskı, HAD/T-15, Ankara.
- SHGM, Havaalanı Yer Hizmetleri El Kitabı.28. Baskı, Erişim adresi : <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/havalaniyerhizmetleri.pdf> Erişim Tarihi: 18 Eylül 2022.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, (2021). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Erişim adresi : <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/kurumsal/faaliyet/2021.pdf> Erişim Tarihi: 10 Aralık 2022.
- Suikat, R., Schier-Morgenthal, S., Carstengerdes, N., Günther, Y., Lorenz, S., & Piekert, F. (2020). What-if analysis in Total Airport Management. *In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, pp. 517-523. Springer, Cham.
- Şahin Ö.(ed), Kaya, N., Sarılgan, A.E., Uludağ, A., Kiyak, E., Turan, Ö., Turgut, E.T., Orman, E., (2019). *Genel Havacılık Kitabı*, Birinci Baskı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Şekerci, C. (2017). Sanal Gerçeklik Kavramının Tarihçesi. *Journal of International Social Research*, 10(54), 1126-1133.
- Şimşek, A. İ., & Atvur, S. (2021). 21. Yüzyılda Uluslararası Uzay Rejiminin İnsanlığın Ortak Mirası Temelinde Yeniden İnşası. *Alternatif Politika*, 13(3), 593-628.
- Tayyar, A. E. (2020). Phillips Makinesi: İktisat Öğretimine Katkıları Üzerine Bir Araştırma. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 12(22), 75-85.
- Tetik, A., & Korkmaz, A. (2022) Osmanlı Döneminde Sosyal Politika Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27(3), 423-443.
- Yeşilbaş, E. (2020). Havacılıkta Emniyet Yönetimi İle İlgili ICAO Mevzuatı Ve Türkiye'deki Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yılmaz, K. (2022). Sanal Gerçeklik Tabanlı Kule Vinç Operatörü Eğitim Simülatörü. Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü*, Ankara.
- Yılmaz, N.H. (2019). Havacılıkta Emniyet Yönetim Sistemi ve Emniyet Kültürü, Havacılık Çalışanlarında Emniyet Kültürü Ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kocaeli.
- 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu, *T.C.Resmi Gazete*, 18196, 19 Ekim 1983.
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, *T.C.Resmi Gazete*, 28339, 30 Haziran 2012.