



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİMİNDE
SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yusuf GÖK

YÜKSEK LİSANS

Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

MART-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Yusuf GÖK tarafından hazırlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 24/03/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğretim Üyesi Süleyman ARSLANTAŞ

.....

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Selahattin ALAN

.....

Üye

Dr. Öğretim Üyesi Murat KÖKLÜ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışmasıtarafındannolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Yusuf GÖK

Tarih:28/03/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLIK UYGULAMALARININ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yusuf GÖK

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Selahattin ALAN

2022, 140 Sayfa

Jüri

**Dr. Öğretim Üyesi Selahattin ALAN
Dr. Öğretim Üyesi Süleyman ARSLANTAŞ
Dr. Öğretim Üyesi Murat KÖKLÜ**

Çalışma hayatında yaşanan iş kazaları, meslek hastalıkları gibi olumsuz durumların önüne geçebilmek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği, kavram olarak ortaya çıkmış ve başta ülkemiz olmak üzere tüm dünyada uygulanır hale gelmiştir. Ancak iş yerlerinde güvenli çalışma ortamlarının tam olarak sağlanamaması nedeniyle başta iş kazaları ve meslek hastalıkları olmak üzere birçok olumsuzluk yaşanmaya devam etmektedir. Bu tür kaza, hastalık ve olumsuzluklar sonucunda ise başta insani kayıplar olmak üzere birçok maddi ve manevi kayıplar yaşanmaktadır. Bu durum başta toplumsal yaşam olmak üzere sağlık ve hukuk sistemlerine, devlet bütçelerine ağır yükler getirmektedir. Oysa bu olumsuzluklar %98 oranında insan kaynaklı olup büyük oranda önlenabilir niteliktedir. İş sağlığı ve güvenliği olgusu, birçok farklı disiplini içinde barındıran bir alan olduğundan bu bilim dallarında konuyla ilgili araştırmalar yapılmakta ve her disiplin konuyu kendi bakış açısıyla değerlendirerek bu alandaki gelişmelere katkı sunmaktadır. Yapılan çalışmalarda da görülmektedir ki iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili en önemli sorunlardan biri de çalışanlara yeterli ve etkin bir iş güvenliği eğitiminin verilememesidir. Buradan hareketle konuyu teknolojik gelişmeler ışığında değerlendirerek, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin daha etkili ve verimli hale getirilmesinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımının etkilerini incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda ağır sanayi grubunda yer alan bir fabrikada çalışanlara sanal gerçeklik tabanlı iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları kullanılarak bu araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte olduğu karma araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinde sanal gerçeklik tabanlı uygulama kullanımının, İSG eğitimlerini daha etkili ve verimli hale getirdiği, eğitimlerde akılda kalıcılığı artırdığı, bilgilerin öğrenilmesinde kolaylık sağladığı, eğitim maliyetlerini azalttığı, iş kazası ve meslek hastalıklarının engellenmesine ve çalışanların eğitimdeki motivasyonlarının artmasına katkı sağladığı, çalışanlara güvenli davranışlar kazandırılmasında etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eğitimde Sanal Gerçeklik, İş Sağlığı ve Güvenliğinde Sanal Gerçeklik Kullanımı, Sanal Gerçeklik, Sanal Gerçeklik Uygulama Geliştirme.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VIRTUAL REALITY APPLICATIONS ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY TRAINING

Yusuf GÖK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN MECHANICAL ENGINEERING

Advisor: Assist. Prof. Dr. Selahattin ALAN

2022, 140 Pages

Jury

Advisor: Assist. Prof. Dr. Selahattin ALAN
Assist. Prof. Dr. Süleyman ARSLANTAŞ
Assist. Prof. Dr. Murat KÖKLÜ

Occupational health and safety has emerged as a concept in order to prevent hazards such as work-related accidents and occupational diseases in working life and has become applicable all over the world, especially in our country. However, due to the inability to provide fully safe working environments in workplaces, many work-related accidents and occupational diseases continue to exist. Loss of human, financial and emotional damage are experienced as a result of such accidents and diseases. This situation places burden on the health, legal systems and state budgets, especially on social life. However, 98% of these negative situations are human-induced and are largely preventable. Since the phenomenon of occupational health and safety is a field that includes many different disciplines, research is carried out in these disciplines and each discipline contributes to the field by evaluating the subject from its own perspective. It is also seen in the studies that one of the most important problems related to occupational health and safety is the inability to provide adequate and effective occupational safety training to workers. From this point of view, this study was conducted in order to examine the effects of the use of virtual reality technology in making occupational health and safety training more effective and efficient, by evaluating the subject in terms of technological developments. In this context, this research was carried out by using virtual reality-based occupational health and safety applications for workers in a factory in the heavy industry group. Mixed research method, which combines qualitative and quantitative research methods, was used in the research.

As a result of the research, the use of virtual reality-based applications in occupational health and safety trainings made trainings more effective and efficient, increased retention in training, facilitated learning of information, reduced training costs, contributed to the prevention of work accidents and occupational diseases and increased the motivation of workers. In addition, it was found that it was effective in equipping workers with safe behaviour.

Keywords: Virtual Reality in Education, Use of Virtual Reality in Occupational Health and Safety, Virtual Reality, Virtual Reality Application.

ÖNSÖZ

Çalışma hayatı, bütün toplumu kapsayan, sonuçları itibariyle de tüm kesimleri etkileyen insan hayatının en temel unsurlarındandır. Toplumsal refahı artırmak, insan yaşam ve kalitesini yükseltmek adına birçok bilim dalında araştırmalar yapılmaktadır. Çalışma hayatında yaşanan iş kazaları, meslek hastalıkları ve benzer olumsuzluklar, başta insan hayatı olmak üzere birçok kayıplar yaşanmasına neden olmaktadır. Çalışma hayatına ilişkin yaşanan bu kayıp ve olumsuzlukların önüne geçebilmek adına konuyu farklı açılardan ele alan bilimsel çalışmalar yapılmakta ve çözümler üretilmeye çalışılmaktadır. Bu ana fikirden hareketle gelişen yeni teknolojiler ışığında, iş sağlığı güvenliği alanındaki sorunlara çözüm üretebilmek ve bu kapsamda bilime katkı sunabilmek adına bu çalışma yapılmıştır.

Tez çalışma sürecine değerli katkı, görüş ve değerlendirmeleriyle yardımcı olan Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Öğretim Üyesi değerli danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Selahhattin ALAN'a, fabrikalarında her türlü araştırma imkanı sunan başta değerli arkadaşım Barış İLYASOĞLU olmak üzere EKERSAN firma yetkili ve çalışanlarına, araştırma sırasında başta uzmanlık bilgileri olmak üzere her türlü desteğini esirgemeyen değerli İş Güvenliği Uzmanı Abdüllatif Muhammed SAYIK'a, çalışmaya görüş ve önerileriyle katkı sunan OSGEM firma yetkilisi ve İş Güvenliği Uzmanı Sayın Hakan EVREN ve değerli çalışanlarına, teşekkür eder minnetle saygılarımı sunarım.

Teknoloji, bilim ve insanlığın ilerlemesine katkı sunabilmek dilek ve ümidiyle...

Yusuf GÖK
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırma Problemi.....	7
2. LİTERATÜR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	8
2.1. Literatür Araştırması.....	8
3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE UYGULANMASI	14
3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı	14
3.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi	15
3.3. Dünyada ve Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Gelişim Süreci	17
3.3. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve Uygulanması	19
3.4. İş Sağlığı Güvenliği Sorunları	20
3.5. İş Sağlığı Güvenliği Eğitimi	22
3.5.1. Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği eğitimi	23
3.5.2. İş sağlığı ve güvenliği eğitim sorunları.....	25
3.5.3. İş sağlığı ve güvenliği eğitim sorunlarına bir çözüm önerisi.....	26
4. SANAL GERÇEKLIK	26
4.1. Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları.....	28
4.1.1. Sanal gerçeklik teknolojilerinin askeri alanda kullanımı.....	28
4.1.2. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sağlık alanında kullanımı.....	30
4.1.3. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sanayi alanında kullanımı	31
4.1.4. Sanal gerçeklik teknolojilerinin e-ticaret alanında kullanımı	32
4.1.5. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sanat ve kültür alanında kullanımı.....	34
4.1.6. Sanal gerçeklik teknolojilerinin turizm alanında kullanımı.....	35
4.1.7. Sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı	35
4.1.8. Sanal gerçeklik teknolojilerinin diğer kullanım örnekleri	38
4.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Çalışma Prensipleri.....	38

4.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Donanımlar ve Özellikleri.....	39
4.3.1. Başa takılan görüntüleyiciler	39
4.3.2. Çoklu duyuşal cihazlar.....	40
4.4. Sanal Gerçeklik Uygulama Geliştirme Yazılımları	40
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
5.1. Araştırma Modeli	41
5.2. Araştırma Grubu	43
5.3. Uygulama Geliştirme	44
5.3.1. SG eğitim içeriklerinin hazırlanması	44
5.3.2. Tasarım ve modelleme.....	48
5.3.3. Yazılım geliştirme.....	57
5.3.3.1.Algoritmaların hazırlanması	58
5.3.3.2.Kodlama süreci	64
5.3.3.3.Kullanılan cihaz ve sdk'lar	74
5.3.4. Test ve değerlendirme.....	76
5.4. Veri Toplama Süreci	76
5.5. Veri Toplama Araçları	78
5.6. Verilerin Analizi	80
5.6.1. Nicel verilerin analizi.....	80
5.6.2. Nitel verilerin analizi	81
6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	82
6.1. Gruplara ait Bulgular	82
6.2. Kullanıcı Görüşlerine İlişkin Bulgular	85
6.2.1. Çalışan görüşlerine ilişkin bulgular	85
6.2.2. İşveren görüşlerine ilişkin bulgular	92
6.2.3. İş güvenliği uzmanları görüşlerine ilişkin bulgular	93
6.3. Tartışma	99
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	104
7.1. Sonuçlar	104
7.2. Öneriler	106
7.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler.....	106
7.2.2. Araştırmaya yönelik öneriler	108
KAYNAKLAR	110

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında yaşanan iş kazası sayıları.....	3
Şekil 1.2. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında yaşanan meslek hastalıkları sayıları.....	4
Şekil 1.3. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında iş kazası sonucu yaşanan ölüm sayıları.....	4
Şekil 5.1. Benzeşim yazılımları işleyiş yapısı.....	49
Şekil 5.2. Yangın söndürücü 3B modeli.....	51
Şekil 5.3. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-1.....	52
Şekil 5.4. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-2.....	53
Şekil 5.5. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-3.....	53
Şekil 5.6. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-4.....	54
Şekil 5.7. Yangın söndürücü ve diğer 3B modeller.....	55
Şekil 5.8. Atık yağ alanı yangın simülasyonu.....	55
Şekil 5.9. Depo alanı yangın simülasyonu.....	56
Şekil 5.10. Makine bölümü yangın simülasyonu.....	56
Şekil 5.11. Diğer bölümlere ait ekran görüntüleri.....	57
Şekil 5.12. Yangın söndürücüler ekran görüntüsü.....	66
Şekil 5.13. Atık yağ alanı yangına müdahale ekran görüntüsü.....	66
Şekil 5.14. Yangın alarm butonu ekran görüntüsü.....	66
Şekil 5.15. Makine ve cihazlarda yangına müdahale ekran görüntüsü.....	66
Şekil 5.16. Depo ürünleri ekran görüntüsü.....	67
Şekil 5.17. Depo yangın ve malzeme düşme simülasyonu ekran görüntüsü.....	67
Şekil 5.18. Depo yangın simülasyon ekran görüntüsü.....	67
Şekil 5.19. Depoda iş kazası ekran görüntüsü.....	67

Şekil 5.20. Sigorta düğme kontrolü ekran görüntüsü.....	69
Şekil 5.21. Çalışanın elektriğe çarpılma simülasyonu ekran görüntüsü.....	69
Şekil 5.22. Çalışanın makine bakım sırasında iş kazası simülasyonu ekran görüntüsü.....	69
Şekil 5.23. Elektrik fiş ve prizlerin ekran görüntüsü.....	69
Şekil 5.24. Matkap kullanımı ekran görüntüsü.....	71
Şekil 5.25. Pres kullanımı ekran görüntüsü.....	71
Şekil 5.26. Taşlama kullanımı ekran.....	71
Şekil 5.27. Torna kullanımı ekran görüntüsü.....	71
Şekil 5.28. Yüksekte çalışma korkuluk ekran görüntüsü.....	72
Şekil 5.29. Yüksekte çalışma uygulama ekran görüntüsü.....	72
Şekil 5.30. Menü paneli ekran görüntüsü.....	73
Şekil 5.31. Görev paneli ekran görüntüsü.....	73
Şekil 5.32. Oculus markası Quest 2 modeli BTG.....	75
Şekil 6.1. Grupların Pearson Korelasyon analizi saçılım diyagramı.....	83

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1. Araştırmada kullanılan deneme deseninin simgesel ifadesi.....	42
Çizelge 5.2. Deney grubu demografik bilgileri.....	44
Çizelge 5.3. SG tabanlı isg eğitim konu başlıkları.....	45
Çizelge 5.4. Döküm sektörü iş sağlığı ve güvenliği rehberi risk envanteri örneği.....	46
Çizelge 5.5. SG tabanlı isg eğitimi hedefe dayalı senaryo yaklaşımı yangına müdahale örneği.....	47
Çizelge 5.6. Çoklu ortamda öğrenme tasarım ilkeleri.....	48
Çizelge 5.7. yangına müdahale senaryosu asset ihtiyaç listesi.....	50
Çizelge 5.8. Depo senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları.....	59
Çizelge 5.9. Elektrik kullanımında güvenlik senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları.....	61
Çizelge 5.10. Makine ve cihaz güvenli kullanım senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları.....	63
Çizelge 5.11. Yüksekte güvenli çalışma senaryosu uygulama sırasında verilen görev uyarı ve sonuç mesajları.....	64
Çizelge 5.12. Yangına müdahale senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri.....	65
Çizelge 5.13. Depolamada güvenlik senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri.....	67
Çizelge 5.14. Elektrik kullanımında güvenlik senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri.....	68
Çizelge 5.15. Makine ve cihazlarda güvenli kullanım senaryoları için hazırlanan bileşen ve özellikleri.....	70
Çizelge 5.16. Yüksekte güvenli çalışma senaryoları için hazırlanan bileşen ve özellikleri.....	72
Çizelge 5.17. Oculus Quest 2 btg cihazı teknik özellikleri.....	75
Çizelge 5.18. SG uygulamasının geliştirilmesinde kullanılan sdk'lar ve özellikleri.....	76
Çizelge 6.1. Deney ve kontrol grubu çalışanların ön test ve son test sonuçlarının betimsel istatistik sonuçları.....	82

Çizelge 6.2. Grupların ön test son test puanlarının Shapiro-Wilks testi sonuçları.....	82
Çizelge 6.3. Grupların ön test puanları için gruplararası t-Testi sonuçları.....	83
Çizelge 6.4. Ön test puanlarına göre son test puanlarının ANCOVA sonuçları.....	84
Çizelge 6.5. Deney ve kontrol grubu çalışanların gözlem formu betimsel istatistik sonuçları.....	84
Çizelge 6.6. Çalışanların SG teknolojisinin kullanımına ilişkin frekans bilgileri.....	85
Çizelge 6.7. İSG Eğitimlerinin verimliliğine ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri.....	86
Çizelge 6.8. SG kullanımının zorluğuna ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri.....	88
Çizelge 6.9. SG teknolojisinin kullanımına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri.....	89
Çizelge 6.10. Güvenli davranış kazandırılmasına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri.....	90
Çizelge 6.11. SG kullanımının kolaylığına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri.....	91

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

İSG: İş Sağlığı ve Güvenliği

ILO: Dünya Çalışma Örgütü

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

SGK: Sosyal Güvenlik Kurumu

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hâsılası

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

ÇSGB: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

İSGB: İş sağlığı ve Güvenliği Birimi

İSGK: İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

OSGB: Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi

İSGB: İş Sağlık ve Güvenlik Birimi

KOBİ: Küçük ve Orta Boyutlu İşletmeler

SG: Sanal Gerçeklik

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

MR: Manyetik Rezonans

3B: Üç Boyutlu

2B: İki Boyutlu

BTG: Başa Takılan Görüntüleyiciler

KKD: Kişisel Koruyucu Donanımları

N: Gruplarda ki çalışan sayısı

\bar{x} : Aritmetik Ortalama

SS: Standart Sapma

SD: Serbestlik Derecesi

ÇK: Çarpıklık Katsayısı

BK: Basıklık Katsayısı

SD: Serbestlik Derecesi

p: Anlamlılık Düzeyi



1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmeler baş döndürücü bir hızla ilerlemekte ve bu gelişmeler hayatın her alanında kendini göstermektedir. Bunlardan biride sanal gerçeklik teknolojileridir. Sanal Gerçeklik (SG) başta askeri, eğlence, turizm, mimari, tıp, endüstriyel üretim gibi alanlarda kullanılabilmeyle birlikte en önemli kullanım alanlarından biri de eğitim sektörüdür. SG'nin kişiye oradaymış hissi yaşatabilmesi, özellikle uygulamalı eğitimlerde etkin bir öğrenim sağlayabilmektedir.

Sanal gerçeklik (SG); Gerçek ortamların, sanal ortamlarda modellenmesi sayesinde, düşük maliyetli eğitim ortamları sunabilmekle birlikte çok tehlikeli işlerde de gerçek tehlikelere maruz kalmadan eğitimler verebilmeyi mümkün hale getirebilmektedir.

Yukarıda bahsi geçen bilgilerden hareketle sanal gerçeklik teknolojisinin kişilere deneyimsel eğitim becerileri kazandırma konusunda etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmadaki amacımız, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde, sanal gerçeklik teknolojilerini kullanarak kişilerin deneyimsel beceriler kazanmasını sağlamak ve geliştirilen sanal gerçeklik uygulamasının etkinliğini araştırmaktır. Bunu gerçekleştirebilmek adına, mevcut durumda verilen iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konu içeriklerini, iş ortamında gerçekleştirilecek senaryolar oluşturarak sanal ortamlarda deneyimletilmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede sanal gerçekliğin iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde etkilerini ölçümleyebilmek ve sanal gerçekliğin iş ortamlarında da kullanılabilirliğini araştırmaktır.

1.1. Problem Durumu

İnsanlık günümüze kadar birçok aşamadan geçmiş ve bilim, sanat ve teknolojik gelişmelerle birlikte toplum yapıları oluşmuştur. 18-19. yüzyılda başlayan sanayileşme ile birlikte üretim ve fabrikalaşma artmış, kentlere olan göçler sayesinde ucuz iş gücü ortaya çıkmıştır. Kentlere göç eden nüfus, hayatını sürdürmek adına ağır şartlar altında ve çok düşük ücretlere uzun saatler çalışmak zorunda bırakılmıştır. Bu olumsuz çalışma koşulları, insanların sağlıksız ve güvensiz iş ortamlarında çalışmasına neden olmuş ve iş yerlerinde, iş kazaları yaşanmasına ve çalışanların meslek hastalıkları olarak nitelendirilen hastalıklara yakalanmasına sebep olmuştur.

İş kazası, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, “önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine teçhizatın, zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay” şeklinde tanımlanmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü’ne (ILO) göre ise iş kazası, “belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay” olarak tanımlanır. Ülkemizdeki 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre ise iş kazası, “işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre iş kazası, vücut bütünlüğünün sadece bedensel olarak zarar görmesi değil ruhen de zarar görmesini kapsamaktadır. Tanımlardan hareketle iş kazalarını çalışanlara, iş yerlerine, çalışma düzeni ve işleyişlerine, üretimlere zarar veren, istenmeyen kayıplar yaşanmasına sebep olan olaylardır şeklinde yorumlayabiliriz. Meslek hastalığı ise, 506 Sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu ve 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununa göre; “sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan; bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özür lülük halleridir” şeklinde tanımlanmıştır.

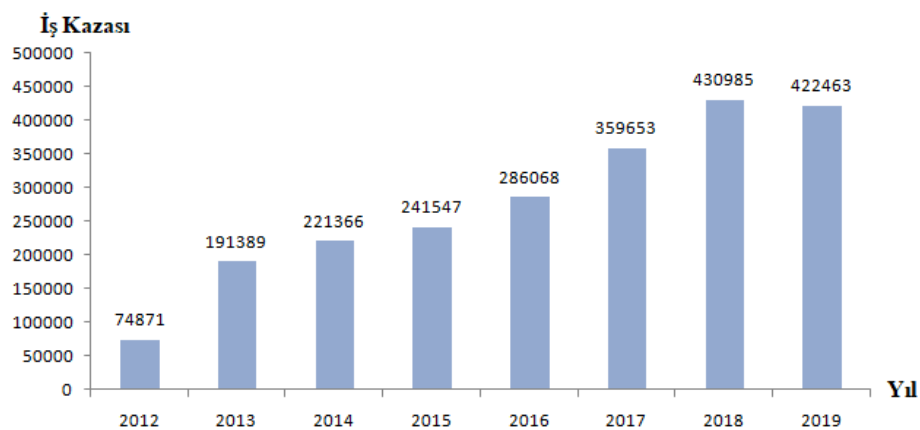
Sanayi ve teknolojideki hızlı gelişmeler toplumlarda refahı arttırmış ve medeniyetlerin gelişimine katkıda bulunmuştur. Ancak bununla birlikte bu gelişmeler, iş hayatındaki olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Özellikle sanayi alanlarındaki güvensiz ve sağlıksız iş ortamları, iş kazası ve meslek hastalıklarında artışlara sebep olmuştur. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre; Her yıl 2,78 milyon çalışan, iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle (2,4 milyonu işle ilgili hastalıklar olmak üzere) hayatını kaybetmektedir. Ayrıca 374 milyon çalışan, ölümlenmeyen iş kazalarına maruz kalmaktadır (ILO, 2019). Bu kaza ve hastalıkların sadece insani yönü değil ekonomik yönü de korkutucu boyutlardadır. Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (European Agency for Safety and Health at Work- EU-OSHA) tarafından 2017 yılında yapılan “İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarıyla İlgili Maliyetlerin Uluslararası Karşılaştırılması (An International Comparison Of The Cost Of Work-Related Accidents And Illnesses)” adlı yayında, iş kazaları ve meslek hastalıklarının küresel maliyeti, ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’larının (GSYİH) %3,9’unu oluşturmaktadır. Bununla birlikte tüm dünyada toplam maliyetlerin 2 trilyon 680 milyar Avro olduğu tahmin edilmektedir.

Çalışma hayatında yaşanan iş kazaları; çalışanlara, işletmelere ve ülkelere ağır maliyetler yüklemektedir. İş kazalarının işletmeler açısından maliyetleri; sigortaya ve

sigortalının ailesine ödenen tazminatlar, üretim ve prestij kaybı, yeni personel istihdam maliyeti gibi görünür ya da görünmez maliyetler olarak değerlendirilmektedir (Özkılıç, 2005). İş kazası geçiren çalışanlar bunu bazen canlarıyla ödemekte, bazen de kalıcı sağlık problemleri nedeniyle hem kendisini hem de ailesini geçindirecek ekonomik gücünü kaybetmektedir (Şen ve ark., 2018).

Türkiye’de de çeşitli iş kazaları ve meslek hastalıkları yaşanmakta, bunların sonucunda da ülkemize gerek maddi gerek manevi yükler getirmektedir. SGK istatistikleri incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşmaktayız. İş kazaları ve meslek hastalıklarının ekonomik maliyeti Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’larının (GSYİH) %3,9’u olarak değerlendirildiğinde; Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2019 yılı Türkiye GSYİH 4 trilyon 320 milyar 191 milyon TL’nin (TÜİK) %3,9 olarak hesaplandığında iş kazası ve meslek hastalıklarının 2019 yılında ülkemize yaklaşık maliyetinin 168 milyar 487 milyon TL olduğu tahmin edilmektedir. Yine SGK istatistiklerinden hareketle 2019 yılında ülkemizde 422.463 iş kazası yaşanmış, bu da her 1,25 dakikada bir iş kazası yaşandığını göstermektedir. Yine 2019 yılında her gün ortalama 3 ölümlü iş kazası yaşanmıştır.

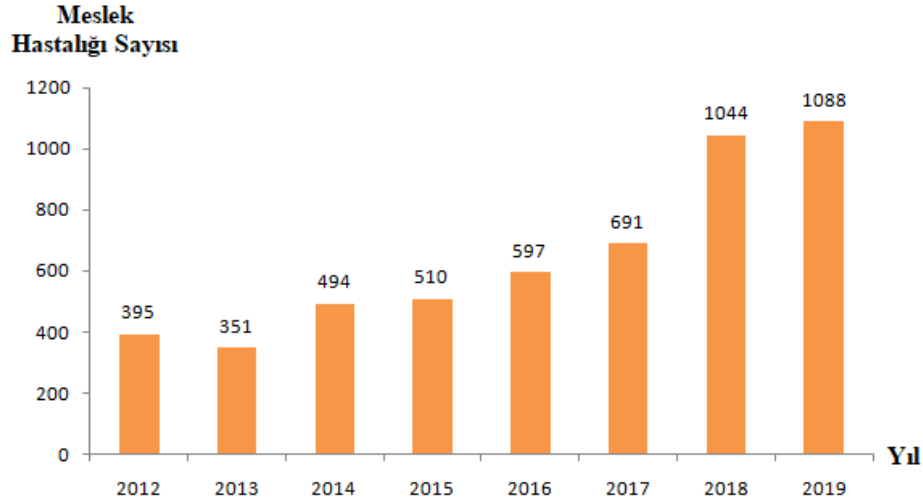
Türkiye’de yaşanan iş kazaları, meslek hastalıkları ve iş kazaları sonucu ölüm sayıları SGK 2012-2019 istatistiklerinden faydalanılarak aşağıdaki Şekil 1.1, Şekil 1.2, Şekil 1.3’teki grafikler oluşturulmuştur.



Kaynak: SGK İstatistikleri

Şekil 1.1. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında yaşanan iş kazası sayıları

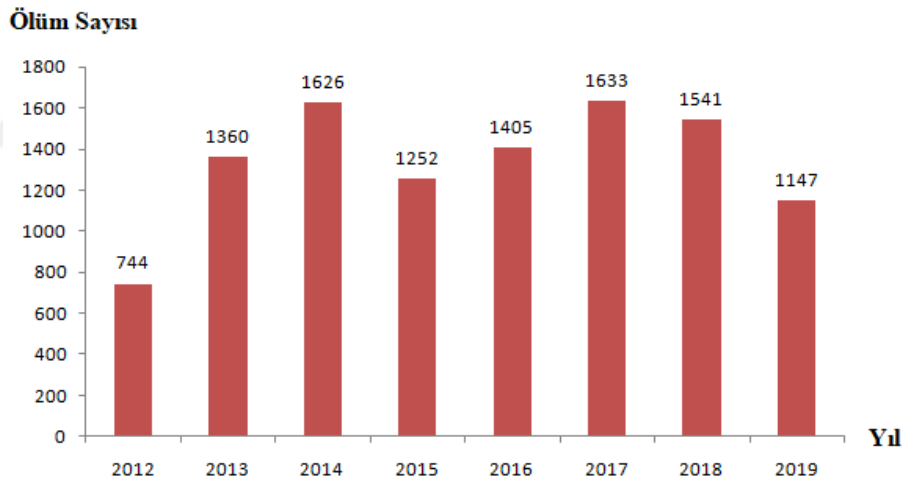
Yukarıdaki grafik bilgilerinden hareketle 2012 yılından 2019 yılına kadar olan süreçte iş kazalarında artış olduğu gözlenmektedir.



Kaynak: SGK İstatistikleri

Şekil 1.2. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında yaşanan meslek hastalıkları sayıları

Şekil 1.2’deki grafik bilgilerinden hareketle 2012-2019 yılları arasında meslek hastalıkları sayılarının da arttığı görülmektedir.



Kaynak: SGK İstatistikleri

Şekil 1.3. Türkiye’de 2012-2019 yıllarında 4a kapsamında iş kazası sonucu yaşanan ölüm sayıları

Şekil 1.3’te verilen 2012-2019 yılı iş kazaları sonucunda ölüm sayıları verilmektedir. Bu grafik incelendiğinde ise son yıllarda ölümler azalmakta olsa da ülkemizde iş kazaları sonucu ölüm sayısı Avrupa Birliği ülkeleriyle karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Zira Eurostat 2018 yılı ölümlü iş kazaları istatistikleri incelendiğinde AB-28 ülkelerinde iş kazası sonucu toplam ölüm sayısı 3332 iken, bu sayının ülkemizde 1541 olduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmalara göre iş yerlerinde yaşanan olumsuzlukların ve risklerin önceden belirlenerek ortadan kaldırılma oranı %98'dir. Buradan hareketle yaşanan bu olumsuzlukların önüne geçebilmek, kaza ve risklere karşı önceden tedbir alabilmek amacıyla "İş Sağlığı ve Güvenliği" (İSG) kavramı ortaya çıkmıştır.

İSG, alışma ortamlarının daha sağlıklı hale getirilmesi sağlanarak yaşanacak olumsuzlukların önüne geçmeyi amaçlamaktadır. İSG, bunu sağlayabilmek için de İSG'nin ana paydaşları olan işveren, çalışan ve devlet mercilerine çeşitli sorumluluk ve görevler yüklemektedir. Bu sorumlulukları yerine getirmek adına devletler özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren çeşitli kanuni düzenlemeler yaparak İSG mevzuatları ve uygulamaları geliştirmiştir. Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de İSG düzenlemeleri yapılmış ve uygulanmaya başlanmıştır. İSG ile ilgili kanuni düzenlemeler ülkemizde 2012 yılında, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile yasalaşmış ve iş yerlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Ancak bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde İSG uygulanmaya başlandığı yıldan itibaren iş kazaları ve meslek hastalıklarında kayda değer bir azalmanın olmadığı tespit edilmektedir. Yapılan çalışmalarda bu durumun sosyolojik, kültürel, teknolojik, maddi ve manevi birçok sebebi olmakla birlikte en önemli sebebinin İSG eğitimlerinin gereken etkinlikte ve yeterlilikte olmadığı değerlendirilmektedir. İSG'de yönetim ve örgütlenme kadar önemli bir başka unsur ise işveren ve çalışanlara iş güvenliği bilincini kazandırmak olduğu belirtilmektedir (Simard, 1998). Bu durumda İSG eğitimlerinin daha etkili ve verimli hale getirilebilmesi adına İSG eğitimlerinde yeni teknolojilerin kullanımının araştırılmasını zorunlu hale getirmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Herhangi bir konudaki sorunların çözümünde, işe eğitimle başlanması büyük önem arz etmektedir. İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili sorunların çözümü de temelde eğitimle sağlanacaktır. Bu konudaki en önemli unsur, konuyla ilgili tüm paydaşların bilinçlendirilmesidir (Durmuşoğlu, 2008).

Mevcut durumda, işyerinin belirlenen tehlike sınıfına göre çeşitli saatlerde yıllık eğitimler, iş güvenliği ve ilk yardım eğitimleri verilmektedir. Eğitimler genelde İş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi tarafından sunum yoluyla verilmektedir. Eğitim sonunda testler yapılmakta ve 70 puan üzerinde alanların eğitimde başarılı olduğu kabul edilmektedir. Ancak alınan bu eğitimlere rağmen iş kazalarındaki artışın tam olarak önüne geçilememiştir. Bu durum da öğrenim seviyeleri birbirinden farklı olan işçilere

verilen iş güvenliği ve sağlığı eğitiminin içerik ve yöntemlerinin sorgulanmasına sebep olmaktadır. İş güvenliği eğitiminde uygulanacak farklı yol ve yöntemlerin araştırılarak çalışanların ve işverenlerin daha bilinçli ve daha eğitilmiş hale gelmesi amaçlanmıştır.

Günümüzde baş döndürücü bir hıza ulaşan teknolojik gelişmeler hayatımızın her alanında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerden biri de sanal gerçeklik uygulamalarıdır. Sanal gerçeklik tıp, askeri, oyun, turizm, mimari, eğitim ve benzer birçok alanda kendine yer bulmuş, etkili bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada İş sağlığı ve güvenliğinde sanal gerçeklik kullanılarak çalışanların daha etkili ve bilinçli bir eğitim almasını sağlamak amaçlanmıştır.

Topçuoğlu ve Özdemir'e (2007) göre, kişilerin bir konuda bilgi edinmesi, o kişilerin davranışlarının da değiştirilebilmesi için yeterli bir durum değildir. Kişinin tehlike anında doğru davranış gösterebilmesi için bilginin, öğrenen tarafından algılanması, deneyimle pekiştirilerek uzun süreli hafızaya kaydedilmesi gerekir. Çalışanların iş öncesi eğitimlerinde teorik bilgiden ziyade deneyimleyerek davranışsal eğitimi kolaylaştırmak ve etkili şekilde yerleştirmek noktasında da sanal gerçeklik teknolojisinin önemi karşımıza çıkmaktadır.

Yüksek maliyetli ve riskli cihazların kullanımı, tehlikeli iş kollarındaki eğitimler gibi birçok alanda sanal gerçeklik teknolojisi kullanılabilir. Buradan hareketle ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin daha etkin hale getirilmesi çalışma hayatına gerek mali gerekse sosyal anlamda katkılar sağlaması önem arz etmektedir. Bu amaca ulaşabilmek adına bilgisayar teknolojilerinden faydalanarak başta tehlikeli iş kolları olmak üzere iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmesi amaçlanmıştır. Hazırlanacak sanal gerçeklik uygulaması, iş sağlığı ve güvenliği eğitimine uygun olarak senaryolaştırılmış ve oluşturulan senaryolara uygun sanal gerçeklik ortamları hazırlanmıştır. İş güvenliği eğitimi verilen çalışan işe başlamadan önce bu uygulama kullanılmış ve uygulamanın etkinliğinin ve kazanımlarının araştırılarak iş hayatına ve uygulamalı eğitimlere katkıları değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı çalışma hayatında özellikle ağır sanayi çalışanlarında iş sağlığı ve güvenliği bilincini deneyimsel olarak kazandırabilmektir. Mevcut durumda uygulanan klasik eğitime göre farklılıklarının ortaya konulması ile çalışmanın verim ve etkinliğinin ölçülebilmesi, nicel araştırma ile sonuçların farklı yönden de etkilerini gözlemleyebilmek amaçlanmaktadır. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerini birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi uygulanmıştır. Katılımcıların farklı kültür ve

öğrenim düzeyinde olması sebebiyle yapılan modellemelerin farklı boyutlarını da değerlendirmek gerekmektedir. Çalışma verilerini derinlemesine analiz etmek, farklı bulgular ortaya koymak adına bu yöntem tercih edilmiştir.

Çalışmanın etkisini araştırmak için biri deney diğeri kontrol grubu olmak üzere 2 grup üzerinde araştırma yapılmıştır. Her iki grup üzerinde de ön-test ve son-test uygulanmış, araştırma modeli olarak “Ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen” tercih edilmiştir.

Proje kapsamında elde edilen sonuçların desteklenmesi amacıyla; nitel araştırma yöntemi de kullanılmıştır. Bu yöntem işçi, işveren, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi gibi paydaşların görüş ve gözlemleri hakkında veri toplayarak, algıların ortaya konulması, araştırma desenine esneklik katması ve tümevarımcı bir analize sahip olması açısından tercih edilmiştir.

Çalışma grubunun seçimi ise çok tehlikeli sınıf olarak nitelendirilen iş yerlerinden yapılmıştır. Bu grubun Konya Organize Sanayi bölgesinde faaliyet yürütmekte olan ağır sanayi fabrikalarından seçilmiştir. Bu sınıfın seçilmesindeki amaç, çok tehlikeli sınıfta yer alan iş yeri ve fabrikaların kaza oranlarının yüksekliğidir. Özellikle deneysel öğrenmenin bu alanlarda çalışanlar üzerinde etkisinin ölçülmesi amaçlanmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği eğitimi, 15.05.2013 tarih ve 28648 sayılı resmî gazetede yayımlanan Çalışanların İş Sağlığı ve Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik ile belirlenen konulara uygun olarak hazırlanmıştır. Sahada bu içerik üzerinden eğitim veren İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlarıyla irtibata geçilerek, içerikte belirlenen konulara uygun senaryolaştırmalar yapılmıştır. Hazırlanacak bu senaryolar ile belirlenecek gruplara verilecek eğitim sonrası ve iş başı öncesi öğrendiklerini senaryolar üzerinden deneyimlemesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile eğitimde sanal gerçeklik uygulamalarının deneysel öğrenmeye katkısı ölçümlenebilecektir. Ayrıca çalışma, iş hayatında yaşanan olumsuzlukların çözümünde diğer paydaşların yanında iş sağlığı ve güvenliği eğitimi sorunlarının çözümü hakkında da bilgiler sunabilecektir.

1.3. Araştırma Problemi

Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. İSG eğitimlerinde SG tabanlı uygulamaların çalışanların bilgi düzeyine anlamlı bir etkisi var mıdır?

2. İSG eğitimlerinde paydaşların, SG tabanlı uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?
 - a. Çalışanların SG tabanlı uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?
 - b. İşverenin SG tabanlı uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?
 - c. İş Güvenliği Uzmanlarının SG tabanlı uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?
3. İSG eğitimlerinde, SG uygulamalarının çalışanlara güvenli davranış becerisi kazandırılmasında anlamlı bir etkisi var mıdır?

2. LİTERATÜR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Literatür Araştırması

Çalışma konumuz olan İş Sağlığı ve Güvenliği; sosyal, hukuksal ve çalışma ekonomisi gibi birçok alanı ilgilendirdiğinden, konu ile ilgili olarak alanyazında farklı bilim alanlarında çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Çalışmalarda, konu kendi bilim dalları açısından ele alınmış, farklı metot ve yöntemlerle analiz edilerek iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili görüş ve öneriler sunulmuştur.

Başta çok tehlikeli iş kolları olmak üzere tüm çalışma ortamlarının daha sağlıklı ve güvenli olması adına çalışanlara verilen İSG eğitimlerinin büyük önem arz ettiği tartışmasız bir durumdur. Bu eğitimleri daha verimli hale getirebilmek ve eğitim maliyetlerini en aza indirebilmek için kullanılacak eğitim araçlarından birinin de SG teknolojileri kullanılarak yapılan eğitimler olduğu görülmektedir. SG teknolojilerinin İSG eğitimlerinde kullanımı ile ilgili yapılan alanyazın taramalarında ilgili alandaki çalışmaların SG teknolojilerinin son yıllardaki gelişimiyle birlikte ivme kazandığı görülmektedir. Bu çalışmalar, en çok insani ve maddi kayıpların yaşandığı başta madencilik ve inşaat sektörü olmak üzere özellikle çok tehlikeli iş kollarındaki araştırmalarda yoğunlaşmaktadır.

Alanyazın taramasında, YÖK Tez Merkezi ve Google Akademik veri tabanlarından faydalanılarak; “sanal gerçeklik”, “eğitimlerde sanal gerçeklik”, “sanal gerçeklik kullanımı”, “iş sağlığı ve güvenliğinde sanal gerçeklik”, “health and safety”, “virtual reality”, “safety training”, “Virtual reality in occupational health” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Aramalar Şubat 2021 ve Ekim 2021 tarihlerinde yapılmıştır. Arama sonucunda çıkan tüm çalışmalar yayımlanma tarihlerine bakılmaksızın

incelenmiştir. Ancak araştırma gereği Başa Takılan Görüntüleyiciler (BTG) ile ilgili SG çalışmaları değerlendirilerek analiz edilmiştir.

Sanal gerçeklik ile ilgili tez çalışmalarının, yeni ve güncel olmakla beraber geniş kapsamlı olmadığı ve henüz yeterli çokluğa ulaşmadığı görülmüştür. Bu çalışmalar incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Uluslararası İşletme ve Pazarlama Kongresi'nde yayımlanan “İş Kazalarının Önlenmesinde Sanal Gerçeklik Teknoloji ile Deneysel Öğrenme” (Yamamoto ve ark., 2018) başlıklı makalede; İş kazaları ve meslek hastalıkları ile ortaya çıkan travma, ilişkili psikolojik bozuklukların tedavisinde kullanılan “kontrollü maruz bırakma” yönteminin, bu kaza ve hastalıklar oluşmadan önlemek amacıyla, eğitimlerde “sanal gerçeklikle deneysel öğrenme” tekniğinin kullanımı incelenmiştir. Makale, konuyu deneysel öğrenme üzerinden değerlendirerek, eğitimde yeni bir teknoloji olan sanal gerçeklikle öğrenmenin, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde daha etkili olacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Başka bir çalışma ise; Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Tansel Tepe'nin (2019) yaptığı doktora tezi “Başa Takılan Görüntüleyiciler İçin Geliştirilmiş Sanal Gerçeklik Ortamlarının Öğrenme ve Buradalık Algısı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı çalışmadır. Çalışmada; başa takılan görüntüleyiciler için geliştirilmiş sanal gerçeklik uygulamalarının etkili bir ders destek materyali olma potansiyeli incelenmiştir. Araştırma kapsamında yanıcı maddeler ve patlamalar sonucu yaşanan iş kazalarındaki artışın önüne geçebilmek için başa takılan görüntüleyiciler kullanılmış ve üniversite öğrencilerine yönelik sanal gerçeklik uygulamaları geliştirilmiştir. Üniversitelerde İSG Programında verilmekte olan “Yangın ve Acil Durumlar” dersi için sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, dersi kuramsal ve sanal gerçeklik etkinlikleri ile alan öğrencilerde ders başarısının anlamlı bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Dersi sadece kuramsal olarak alan öğrencilerin ise ders başarısındaki artışın daha az olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, sanal gerçeklik uygulamalarının, ders başarısı açısından, kuramsal derslere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kuramsal dersler, sanal gerçeklik uygulamaları ile desteklendiğinde öğrencilerin ders başarıları anlamlı bir şekilde artmaktadır.

Farklı bir çalışmada Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Seyfullah Gököglü'nün (2019) yaptığı doktora tezi olan “Sanal Gerçeklik Temelli Öğrenme Ortamında Yangın Güvenliğine Yönelik Davranışsal Becerilerin Gelişmesine

Etkisi” başlıklı çalışmadır. Bu çalışmada; temel yangın güvenliği becerilerinin öğretimine yönelik sanal gerçeklik temelli bir öğrenme ortamının geliştirilmesi ve bu ortamın, ortaokul düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin ikametgâh yangınlarına yönelik temel davranışsal becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; sanal gerçekliğin güvenli ve gerçekçi bir ortam sunması, davranışsal uygulama olanağının bulunması, bulunuşluk hissini deneyimleyebilmesi özellikleri ile çocuklara güvenli davranışsal beceriler kazandırılmasına yönelik önemli bir kullanım potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Kızıl ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada; madencilik eğitimi ve öğretimi için bir dizi SG uygulamasının geliştirilmesi anlatılmaktadır. Çalışmada madencilik sektöründeki eğitim sürecinde kullanılan iki boyutlu çizim ve görüntülerden oluşan eğitim materyallerinin eğitimdeki etkinliğinin yetersiz kalmasından hareketle, bu eğitimlerde kullanılacak yeni bir çözüm önerisi olan üç boyutlu grafik ve tasarımlar kullanılarak SG ortamlarındaki etkileşimli eğitim içeriklerinin çalışanların eğitimine katkısı araştırılmıştır. Araştırmada madencilik sektöründe SG tabanlı eğitim uygulamaları incelenmiştir. Bu uygulamalardan birincisi, basınç ve miktar araştırmaları için üç boyutlu ölçüm araçlarının SG uygulamalarda kullanımıdır. İkincisi havalandırma sistemi SG uygulamasıdır. Bu uygulamalarda hazırlanan üç boyutlu havalandırma araçlarının madendeki hava sistemi üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Makalede incelenen diğer uygulamalarda ise madencilik sektöründe kullanılan büyük ve pahalı ekipmanların SG ortamlarında yeniden tasarlanarak, çalışanın bu ekipmanları gerçek ortamdaki kullanımı öncesi SG uygulamalarının etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda SG teknolojisinin eğitim amacıyla kullanımı sayesinde, eğitim maliyetlerini (eğitim sırasında gerçek pahalı ekipmanların hasar görmesi, ekipman arızalarının giderilmesi için geçen süre) azaltma ve SG ile verilen bu eğitimlerin çalışanların daha iyi anlamaları açısından etkin ve faydalı olduğu ortaya çıkmıştır.

Zhao ve Lucas (2015), bina ve yapıların inşası sürecinde çalışanların karşılaştığı elektriksel tehlikelerle ilgili görevlerin etkin ve güvenli bir şekilde yürütülebilmesi için SG simülasyonuna dayalı bir eğitim programı geliştirilmiştir. Elektriğin yapısı itibarıyla tehlikelerinin görünmezliği ve fark edilmezliği gerçek hayatta bu eğitimlerin verilmesini büyük oranda zorlaştırmaktadır. Çalışma, bu durumu kaynak alarak eğitimlerin, çalışanların elektrikle ilgili görevleri tehlikesiz bir şekilde tekrar tekrar uygulamalarına imkân sağlayan SG tabanlı inşaat elektrik güvenliği eğitim programıdır. Uygulama geliştirme sürecinde, uygulama senaryoları hazırlamak için, elektrik tehlike bilgileri,

alandaki uygulanan yönetmelikler, endüstri uygulamaları ve elektrik çarpması araştırmalarından oluşan bir eğitim envanteri çıkarılmıştır. Bu bilgilere dayanarak uygulama 6 adımda senaryolaştırılmıştır. Bu senaryolara bağlı eğitim içerikleri oluşturularak 3B modelleme ve simülasyon süreci gerçekleştirilmiştir. Modelleme süreci, 3B nesne modelleme ve 3B çevre modelleme olmak üzere iki aşamadan meydana gelmektedir. 3B nesne modellemeleri (bina, makine, ekipman, araç, malzeme, işçi vb.) için Autodesk 3ds Max yazılımı kullanılmıştır. 3B çevre ve ortam modellemelerinde ise (arazi, gökyüzü, güneş, rüzgâr, yağmur, ışık düzeni, sesler, vb.) Garage Games'in Torque 3D motoru kullanılmıştır. SG tabanlı bu eğitim programı inşaat işçilerinin elektrik tehlikesi de dahil olmak üzere yaygın tehlikeleri tanımaya olanak tanımaktadır. Bu durumda kursiyerlerin gerçek hayattaki çalışma ortamlarında potansiyel riskler konusundaki farkındalığı geliştirdiği vurgulanmaktadır.

Xu ve Zeng (2021), çalışanların güvenlik bilincini geliştirmek için SG teknolojisi kullanılarak çok kullanıcı bir eğitim platformu çalışmasıdır. Yapı inşalarında şantiyelerin karmaşık yapısı nedeniyle çeşitli tehlike potansiyelleri bulunmaktadır. Araştırma buradan hareketle bir tren istasyonu şantiyesini konu almıştır. Geliştirilen SG simülasyonu tekli ve çoklu modlar olmak üzere iki temel mod içermektedir. Bu sayede, SG ortamında birden fazla çalışanın gerçek hayattaki gibi birbirlerini etkileme durumları da incelenmiştir. SG eğitim platformu, gelişim süreci üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; 3B modelleme, SG ortam tasarımı ve eğitim sürecidir. Uygulamada kullanılacak modeller 3ds Max yazılımı ile tasarlanarak Unity 3D oyun motoruna SG ortam uygulamaları için aktarılmıştır. Yönlü ışık, hava değişimi, ışık, gölgelendirme gibi çevresel etkilerin oluşturulması ve SG etkileşimlerinin sağlanması içinde Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır. Ayrıca çalışma BTG kullanılarak yapılmış olup, çalışmada Oculus markasına ait BTG ve bunların el kontrolörleri kullanılmıştır. Katılımcılar, geleneksel eğitim ve SG eğitimi olmak üzere iki oturuma katılmışlardır. Eğitimler, şantiyede bir medya odasında gerçekleştirilmiş ve katılımcılara, yaşanacak SG eğitimlerinde baş dönmesi ve benzer rahatsızlıklarla karşılaşmaları durumunda eğitimi bırakmaları istenmiştir. Çalışmanın verileri anket ve gözlem yoluyla toplanmıştır. Katılımcıların bilgisi dahilinde eğitim performansları SG uygulamasında kayıt altına alınmıştır. Çalışmada çok oyunculu SG eğitim sisteminin kullanılabilirliğini, katılımcıların algı ve tepkilerine ilişkin geleneksel eğitim yöntemleriyle karşılaştırma yapılmıştır. Eğitim sürecini değerlendirmek için Van Der Laan Kabul Ölçeği kullanılmıştır. Sonuçlar katılımcıların eğitim platformundaki performanslarına ve anket sonucunda verilen

yanıtlara göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre, katılımcıların %90'ından fazlası SG eğitim ortamlarının daha etkileyici olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcıların %90'ı iyi performans göstererek varsayılan tüm tehlikeleri belirleyebildiği gözlemlenmiştir. SG ortamlarının kontrol edilmesinin zor olduğunu ifade eden katılımcı oranı ise %10'dur. Çalışmanın değerlendirme kısmında ise ulaşılan bulgu ve sonuçlar şunlardır;

- Sağlam potansiyeli nedeniyle geleneksel eğitimler için iyi bir alternatiftir.
- Genişletilebilir ve esnek etkileşimlerle ilişkili ve sürükleyici bir deneyim kazandırılmaktadır.
- Eğitim maliyetlerinin azaltılmasında etkili bir yöntemdir.
- SG uygulamalarının geliştirilebilir özelliğe sahip olması eğitim içeriklerinin esnek, yaratıcı ve yenilikçi olmasını sağlamaktadır.
- SG deneyimleme yoluyla kazandırılan eğitim, işe yeni girenlerin çabuk ve kolay öğrenmesini sağlar.
- SG gelişmekte olan teknolojileri içeren etkili bir yöntem olarak çalışan güvenliğini arttıracaktır.
- Potansiyel tehlikelere karşı farkındalığı artırarak yaralanma ve kaza risklerini azaltacağından çalışma güvenliğine katkı sunacaktır.

Lacko (2020), çalışanların gerçek fabrika çalışma ortamlarındaki ekipmanları kullanmak zorunda kalmadan, makine ve cihazların çalışmasını SG ortamlarında basit bir şekilde öğrenilebilmesini test etmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, fabrikalarda İSG eğitimlerinde sürükleyici ve etkileşimli gerçek zamanlı geri bildirim sağlayan SG teknolojisi kullanımına odaklanılmıştır. Eğitimde merdivenlerden düşme, forklift hareketleriyle yaya hareketini önleme senaryoları simüle edilmiştir. Çalışmada SG teknolojileri kullanılarak çalışanlara bireysel faaliyetlerde yanlış veya doğru eylemlerin olası sonuçlarını göstermenin mümkün olduğu olgusu üzerinden hareket edilmektedir. Araştırmada, çalışma ortamlarındaki riskleri en aza indirebilmek amacıyla bireysel senaryo ve durumlar 3 temel grup altında toplanmıştır. Bunlar (1) makine ve ekipmanların işleyişindeki normal operasyon akışındaki risklerin en aza indirilmesi, (2) fabrika üretim ve üretim dışı alanlarda, işçilerin hareketiyle ilgili risklerin en aza indirilmesi, (3) acil durumlarda risklerin en aza indirilmesidir. Çalışmada, makine ve ekipman çalışma algoritmaları simüle edilirken, işçi yaralanmalarına veya üretim tehditlerine yol açabilecek senaryolara yoğunlaşıldığı görülmektedir. Tüm senaryoların

SG ortamlarında simüle edilmesi için Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır. Uygulamada HTC Vive ve Oculus Rift BTG'ler ve el kontrolörleri kullanılmıştır. Araştırmadaki etkilerin ölçümünde A ve B grubu olarak iki kullanıcı grubu oluşturulmuştur. A grubu 37 kullanıcıdan oluşmakta olup bu gruba, eğitimler video ve slaytlar kullanılarak geleneksel yöntemler ile verilmiştir. B grubu ise 32 kullanıcıdan oluşmakta olup bu gruba da eğitimler SG uygulaması kullanılarak verilmiştir. Daha sonra bu gruplara, eğitimlerin sonunda 20 sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Bu test eğitimden 1 ay sonra aynı gruplara tekrar uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, A grubu (geleneksel eğitim yöntemleri kullanılan grup) test sonuçlarında eğitim sonrası başarı oranı %87, aynı gruba 1 ay sonra yapılan test sonucundaki başarı oranı ise %68 olarak ölçülmüştür. B grubu (SG uygulamaları kullanılan grup) test sonuçlarında eğitim sonrası başarı oranı %97, aynı grubun 1 ay sonra yapılan test sonucunda başarı oranı %87 olarak ölçülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde eğitimlerde, SG yöntemlerinin kullanılmasının bilgi sunmanın önemli bir yolu olduğu aynı zamanda bu yöntemle verilen eğitimlerin akılda kalıcılığının da daha yüksek olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Pedram ve arkadaşları (2013) ise yaptıkları çalışmada, İSG eğitimlerinde SG tabanlı eğitim sistemlerinin uygulanması sonucu, çalışanın güvenlik konusundaki yeterliliğini ve kazandırılan yeterliliklerin maden sektörü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Madencilik sektörü için geliştirilen SG tabanlı güvenlik eğitimlerinin, üretimde çalışma bilincinin geliştirilmesine katkı sunacağı, bu sayede geleneksel yaklaşımlarla karşılaştırıldığında, rekabetçi maliyetler ve üretime daha iyi hazırlanmış çalışanlarla üretimin artırılarak, maliyetlerin düşürüleceği varsayımından hareket edilmiştir. Gerçek dünyada gerçekleştirilen eğitimlerin, üretim için çok tehlikeli ve maliyetli olması nedeniyle, eğitimlerde SG teknolojilerinin kullanımının, makul bir seçim olup olmayacağı ve bu teknolojilere yatırım yapılabilirlik durumu araştırılmıştır. Çalışmada, bir eğitim transferinin kalitesinin değerlendirilmesi üç aşamada incelenmiş olup bunlar; (1) kursiyerleri içeren girdiler, (2) öğrenme ve performans içeren çıktılar, (3) çevreyi içeren eğitim koşulları şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca SG eğitimlerinin, kantitatif (maliyet-fayda) analizleri yapılarak eğitim performanslarının bir kazanca dönüştürülmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Çalışma, SG tabanlı eğitimler için uygulanması gereken diğer bir değerlendirme ölçeğinin ise "Performans İyileştirme Ölçümü" olduğunu savunmaktadır. Bu ölçüm ile SG tabanlı eğitimlerin görevi bitirmek için kazanılan süre ölçülmektedir. Uygulanan bir başka ölçüm ise "Eğitim Amaçlı Etkinlik" ölçümüdür. Bu ölçümle, SG tabanlı eğitimler ile gerçek zamanlı eğitimlere göre

kazanılan süre tasarrufu ölçümlenmiş olacaktır. Çalışmada SG tabanlı eğitimler ile diğer eğitim türleri arasındaki maliyetleri karşılaştırmak için kullanılacak kategorilerde belirtilmektedir. Buna göre maliyetler; Bir simülasyon tasarımı ve geliştirmeyle ilgili maliyetler, SG tabanlı bir eğitim oturumunun yürütülmesiyle ilgili maliyetler, karmaşık teknoloji maliyetleri (eğri ekran, kubbeler, 360 derece tiyatro vb.) şeklinde belirtilmiştir.

İncelenen alanyazın çalışmalarında, iş güvenliği eğitimlerinde SG kullanımının daha çok madencilik ve inşaat gibi çok tehlikeli sektörlerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu yoğunlaşmanın sebebinin, bu sektörlerde yaşanan insani ve maddi kayıpların çok olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte çalışmaların genelinde; eğitim maliyetlerinin düşürülmesi, kaliteli insan gücüyle üretim ve verimliliğin artırılması, esnek ve yenilikçi eğitim içeriklerinin sunabilmesi gibi konular üzerinde durulmaktadır. Çalışmalarda SG tabanlı eğitimlerin; 3B modelleme, SG ortam tasarımı ve sonunda geliştirilen uygulama ile çalışanların eğitimi aşamalarından oluştuğu görülmektedir. Özellikle BTG'nin gelişimiyle birlikte bu tür çalışmaların artmış ve yaygınlaşmıştır. Çalışmalarda; SG tabanlı eğitim uygulamaları geliştirme sürecinde genel olarak 3B modeller için 3ds Max yazılımı ve ortam tasarımı için de Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır. Çalışmalar sonunda elde edilen bulgu ve sonuçlar incelendiğinde, eğitimde SG kullanımının etkinlik ve verimi artırdığı, ayrıca SG uygulamalarının tasarım kolaylığı ve esneklik yönleriyle eğitim maliyetlerini azaltan bir etki yaptığı görülmektedir. Ayrıca eğitim sürecinde kullanıcının, herhangi bir risk durumuyla karşı karşıya kalmaması ve eğitimlerin tehlikesiz bir şekilde tekrarlanabilir olmasının SG tabanlı eğitimlerin tercih edilebilirliğini önemli ölçüde artırdığı ortaya çıkmıştır.

Sanal gerçeklik ile yapılacak eğitimin en büyük etkisi kişiye deneysel beceri kazandırmasıdır. Bu sayede çalışan iş başında karşılaşılabileceği sorun ve aksaklıklara karşı daha bilinçli hareket edebilecektir.

3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE UYGULANMASI

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

Teknolojik gelişmeler insanların ve toplumların yaşam koşullarında köklü değişimlere neden olmuştur. Özellikle 18. yüzyıl başlarından itibaren başlayan ve günümüzde de devam eden sanayi devrimi ile bilimde ve teknolojide gerçekleşen yeniliklerle beraber, çalışma hayatında makineleşme süreci hızlanmış ve insan gücüne

ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu durum köyden kentlere göçü hızlandırmış ve şehirlerde ucuz iş gücü oluşmasına neden olmuştur. Öyle ki normalde güçlü bir erkeğin yapacağı işi makineler sayesinde çocuk ve kadınlarda yapabilir hale gelmiştir. Bu durum niteliksiz insanların çalışma hayatına katılımını artırmıştır. İnsanlar geçimini sağlayabilmek için ağır şartlarda çalışmak zorunda bırakılmıştır. Sağlıksız, güvensiz ve ağır çalışma ortamları, çalışanların sağlığının bozulmasına sebep olmuştur. Devletler, çalışanların bu olumsuz koşullarını azaltabilmek adına çeşitli düzenlemeler yapmaya başlamışlardır. Önceleri iş kazası ya da hastalık durumunda kişinin mağduriyetini gidermek amacıyla zararları tazmin ederken, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren çalışma ortamlarındaki olumsuzlukların engellenebilir olduğu görülmeye başlanmış ve “önleyici” tedbir alıcı bir yaklaşım sergilenmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda çalışma hayatında yaşanan olumsuzlukları engelleyip önceden önlem ve tedbir alarak çalışanların daha güvenli, sağlıklı ve verimli iş ortamlarında çalışabilmesini sağlamak amacıyla yeni bir olgu olarak “İş Sağlığı ve Güvenliği” kavramı ortaya çıkmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği kavramı, üretim faaliyetleri sonucunda etkilenen tüm toplum kesimlerinin sağlığı korunarak, oluşabilecek riskleri en aza indirmeyi hedefleyen süreçlerin tamamına denir (Kabakçı, 2009). İş güvenliği, işçilerin çalışma sırasında karşılaştıkları fiziki ortam ve çevre koşulları nedeniyle risk ve tehlikelerin azaltılmasını ve ortadan kaldırılmasını amaçlayan araştırmaları kapsar. (Dizdar, 2006). Başka bir tanım da iş güvenliği; çalışma ortamlarındaki tehlike ve risk unsurlarının ortadan kaldırılarak çalışanların daha güvenli koşullarda çalışma faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için gereken tüm etkinliklerin yerine getirilmesidir (Demir, 2015). Bu tanımlardan hareketle iş sağlığı ve güvenliğinin, başta çalışanların sağlığı olmak üzere, çalışma ortamlarında meydana gelebilecek zarar ve tehlikelerin önceden tespit edilerek gerekli tedbir ve uygulamalarla çalışma ortamlarının daha güvenli ve verimli hale gelmesini amaçladığı görülmektedir.

3.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi

Günümüz toplumu büyük oranda çalışma hayatına entegre olmuş durumdadır ve çalışma ortamları, insan yaşamı başta olmak üzere birçok risk unsurunu barındırmaktadır. Yapılan işin niteliğine bağlı olmakla birlikte, çalışma sırasında yaşanan olumsuz durumlar neticesinde başta işçi, işveren, toplum, ekonomi gibi alanlar zarar görmekte ve

ağır maliyetler ortaya çıkmaktadır. Bu unsurlar yakından incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.

İş yerlerinde yaşanan olumsuz durum, iş kazası ve meslek hastalıklarından en çok etkilenen kesim hiç şüphesiz çalışanlardır. Zira bu olumsuzluklar sonucu çalışanlar hayatını, sağlığını ya da bir uzvunu kaybedebilir; çalışma gücünü kaybetmesiyle yaşamını idame ettirecek ekonomik gücünü kaybedebilir; sosyal ya da psikolojik sorunlar yaşayabilir.

Olumsuzluklardan en çok etkilenen ikinci kesim ise işverenlerdir. Bir işletme için en önemli amaçlardan biri verimli bir üretim sağlayarak varlığını sürdürebilmek, ülke ekonomisine ve istihdama katkıda bulunmaktır. Ancak bu amaçlara ulaşabilmek için hem mali süreçlerini iyi yönetmesi hem de iş gücünü verimli kullanılması gerekir. İş yerlerinde yaşanan iş kazası ve benzer olumsuzluklar ilk olarak üretimin ya da çalışmanın durmasına neden olmaktadır; sonrasında iş gücü kaybı, çalışanlarda motivasyon eksilmesi, makine arıza ve bakım masrafları, tazminat ve hukuki süreçlerin yaşanması, işçi yerine alınacak personelin eğitim maliyeti, müşteri güveni ve işletme imajının olumsuz etkilenmesi gibi işletmeye ve işverene ağır yük ve maliyetler getirmektedir.

Çalışma ortamlarında yaşanan olumsuzlukların yansıdığı diğer bir alan ise ekonomidir. Gerek dünya ekonomisinin gerekse ülke ekonomilerinin temelini hiç şüphesiz işletmeler oluşturmaktadır. İşletmelerde yaşanan kayıplar ve maliyetler başta ülke ekonomileri olmak üzere küresel ekonomiyi de olumsuz etkilemektedir. Kılış ve Demir'e (2012) göre; ülkemizde her 1 dakikada 4 işçi, iş kazası ya da meslek hastalıkları nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Yine aynı sebeplerden her dakika 640 işçi, işiyle alakalı bir kaza yaşamaktadır. Meslek hastalıkları nedeniyle ölümlerin oranı tüm dünyadaki ölümlerin %3.9'unu oluşturmaktadır. SGK istatistiklerine göre; ülkemizde 2019 yılı geçici iş göremezlik süresi 3.627.934 gün ve sürekli iş göremezlik toplamı 123.623 olarak verilmektedir. Bu bilgilerden hareketle sadece iş gücü kaybının bile ülke ekonomisine çok yüksek bir maliyet getirdiği gözlemlenmektedir.

Alanyazındaki araştırmalarda çalışma ortamlarının sağlıksız ve güvensizliği sonucunda oluşan bu olumsuz durumların, görülen ve görülmeyen maliyetlerinin olduğu belirtilmektedir. Görülen maliyetler az çok hesaplanabilen, zarar ve boyutları ölçülebilen maliyetlerdir. Bunları sağlık ve sigorta masrafları, iş gücü kaybı, tazminat ile hastalık ve ölüm sayıları takip etmektedir. Bunun yanında görülemeyen, hesaplanması mümkün olmayan maliyetler vardır ki, görülen maliyetlerin çok daha üzerindedir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın (ÇSGB) 2007 yılı İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi'ne göre

görülemeyen dolaylı maliyetler şu şekilde ifade edilmektedir; kaza ve hastalık sonucu yetenek, beceri, zaman ve üretim kaybı, kaza sonucu oluşan kalite bozukluğunun ve yapılması muhtemel olan fazla mesainin maliyeti, sigorta kapsamı dışındaki kayıplar, güven kaybı, çalışanların moral ve motivasyon kaybı vb. (Şardan, 2007).

İş yerlerinde yaşanan kaza ve hastalıklar devlet ve toplumlara da ağır yükler getirmektedir; zira çalışma hayatındaki bu olumsuzluklar sonucu sosyal güvenlik kurumlarına getirdiği yükler, insan ve iş gücü kaybı, iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu işçi ve işveren arasındaki anlaşmazlıkların hukuka taşınmasıyla adalet sistemine gelen yüklerdir. Toplumun oluşturan nüfusun büyük bir bölümü çalışanlardan oluşmaktadır. Bu durumda çalışanların yaşadığı problem ve olumsuz durumların yansımaları da başta en yakınları olmak üzere toplumun büyük bir kısmını maddi ve manevi olarak etkilemektedir.

İSG sisteminin amacı, iş yerlerinin sağlıklı ve güvenli hale getirilerek sonradan oluşacak kaza ve hastalıkların önüne geçmektir. Bu sayede maddi ve manevi maliyetleri en aza indirerek yaşam kalitesini ve toplum refahını artırmayı amaçlar. Zira iş yerlerindeki kaza ve hastalıklara sebep olan risklerin %98'i önceden önlenbilir niteliktedir. İş ortamlarını daha sağlık ve güvenli hale getirmenin maliyeti, sonradan oluşacak maliyetlerin çok daha altında olacaktır.

Ulusoy'a (2013) göre; iş sağlığı ve güvenliğinin gerçekleştirilmesi üretimde verimliliğin artması için son derece önemli bir unsurdur. Sağlıklı ve güvenli çalışma ortamları çalışanların moral ve motivasyonunu olumlu yönde etkileyerek iş verimliliğini arttırmaktadır. İşletmeler bünyesinde çalışanlar arasında iş birliği ve güven oluşumunu teşvik etmek amacıyla mükemmel bir iş güvenliği sunularak yüksek verimlilik elde edilebilir (Arai, 1997).

İş sağlığı ve güvenliği sadece maddi ve ekonomik açıdan değil insani açıdan da önem arz etmektedir. İSG'nin asıl amacı insan refahını ve yaşam kalitesini yükseltmektir. Birleşmiş Milletler Eski Genel Sekreteri Kofi Annan, iş yerlerinde sağlık ve güvenliğin sağlanmasının sadece doğru bir ekonomi politikası olmadığını, aynı zamanda temel bir insanlık hakkı olduğunu ifade etmektedir (Tawiah ve Baah, 2011).

3.3. Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Gelişim Süreci

18. yüzyılda sanayileşmenin başlamasıyla üretimlerde makineler kullanılmaya başlanmış ve çalışanlar ile makinelerin bir arada bulunduğu işyerleri olan fabrikalar

ortaya çıkmıştır. Bu fabrika ve işyerleri son derece güvensiz ve sağlıksız ortamlar olduğundan çalışanların ağır şartlar altında çalışmasına sebep olmuştur. İnsan sağlığı ve güvenliği açısından son derece olumsuz olan bu şartların devletler tarafından düzenlenmesi gerekmiş ve ilk düzenlemeyi İngiltere devleti yapmıştır. 1802 yılında bu alanda ilk yasa çıkarılmıştır. İlerleyen yıllarda çeşitli Avrupa ülkelerinde de bu tür yasa ve düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. 1885 yılında Almanya’da iş kazaları sonucu zarar gören işçilere tazminat ödenmesi zorunlu hale getirilmiştir.

İlerleyen yıllarda iş hayatına ilişkin yeni düzenlemeler devam etmiş ve dünyada yaşanan bu olumsuzluklara küresel bir çözüm getirebilmek amacıyla 20. yüzyılın ilk çeyreğinde Uluslararası Çalışma Örgü (ILO) kurulmuştur. Bu örgüt, özellikle 2. Dünya Savaşından sonra iş hukuku ve uluslararası iş birliğinin gerçekleşmesinde etkili olmuştur. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) önderliğini yaptığı uluslararası kuruluşlar bir araya gelerek işçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bunun neticesinde iş güvenliği mevzuatı ortaya çıkarılmaya başlanmıştır (Güngör, 2008).

Ülkemizde iş kanunlarına yönelik ilk düzenleme Osmanlı döneminden itibaren başlamaktadır. Madencilik alanında yapılan bu düzenleme 1865 yılında “Dilaver Paşa Nizamnamesi olarak çıkarılmıştır. Bu düzenleme ile işçilerin çalışma, dinlenme ve tatil sürelerini içermektedir (Andaç, 2003). İlerleyen dönemlerde yine madencilikle ilgili düzenlemeler yapılarak 151 Sayılı “Ereğli Havza-i Fahmiyesi”, çıkarılmış ve maden ocaklarında çalışma yaşı 18, çalışma saatleri de günde 8 saat olarak belirlenmiştir.

Çalışma hayatına ilişkin düzenlemeler Cumhuriyet dönemi ile birlikte hız kazanmış ve 1924 yılında “394 Sayılı Hafta Tatili Kanunu” çıkarılmış böylece 7 günlük çalışma süresine 1 günlük tatil hakkı getirilmiştir. 1926 yılında “818 Sayılı Borçlar Kanunu” ile kurallara uymayanlara çeşitli cezai yaptırımlar getirilmiştir. 1930 yılında çalışma yaşını 12’ye yükselten “1539 Sayılı Hıfzıssıhha Kanunu” çıkarılmış ve bu kanun ile çalışan sayısının büyüklüğüne göre iş yerinde hekim bulundurma zorunluluğu getirilmiştir. 1937 yılında çıkarılan “3008 Sayılı İş Kanunu” iş sağlığı ve güvenliğinin temellerini oluşturan kanundur. İlerleyen yıllarda da çalışma hayatına ilişkin çeşitli kanunlar ve mevzuatlar düzenlenmiş ve nihayetinde 1974 yılında “506 Sayılı Sigortalar Kanunu” ile İSG ile ilgili yasalar bu başlıkta toplanmıştır (Karaçivi, 2004).

2003 yılında çıkarılan “4857 Sayılı İş Kanunu” ile İSG alanında etkili kurallar ile işveren tarafından çalışanlara İSG eğitimi verilmesi, işyerlerinin denetlenmesi ve risk değerlendirme yapılması gibi yükümlülükler getirilmiştir. Yine bu yasayla 50’den fazla

işçi çalıştıran sanayi kuruluşlarında İş sağlığı ve Güvenliği Birimi (İSGB) kurulması zorunluluğu getirilmiştir.

2012 yılına kadar çıkarılan kanunlar İSG ile ilgili içeriklerinde bulunduğu iş ve çalışma kanunlarıydı. Ancak tam kapsamlı İSG kanunu 2012 yılında çıkarılan “6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” olmuştur. Bu kanunun amacı birinci maddesinde belirtilmiştir buna göre; “İş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektedir” (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012). Bu kanun ile iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesi ve ülkemizde daha sağlıklı ve güvenli iş ortamlarının oluşturulması amaçlanmaktadır.

3.3. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve Uygulanması

2012 yılında çıkarılan kanun, 5 bölüm ve 39 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm; Amaç, kapsam ve tanımları içermektedir. Bu bölümde; çalışan, çalışan temsilcisi, iş kazası, işveren, işyeri, işyeri hekimi, işyeri sağlık ve güvenlik birimi, meslek hastalığı, ortak sağlık güvenlik birimi, risk, risk değerlendirme, önleme, tehlike ve tehlike sınıfı gibi iş sağlığı ve güvenliğinin temel tanımları olan kavramlar ayrıntılı bir şekilde tanımlanmaktadır (md.1, md.2, md.3 / 6331 İSGK, 2012).

İkinci bölümde; İşveren ile çalışanların görev, yetki ve yükümlülükleri belirlenmiştir. Buna göre, “işveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü” (md.4/6331 İSGK, 2012) olduğunu belirtir. Bu kapsamda işveren çalışanların işyerlerinde güvenli ve sağlıklı iş ortamlarında çalışmasını sağlamak, başta İSG eğitimi olmak üzere işle ilgili bilgi ve eğitimleri vermek, yapılacak işe uygun araç ve gereçleri sağlamak, işle ilgili risk değerlendirmeleri yaparak gerekli önlem ve tedbirleri almak, alınan tedbirleri ve uygulamaları denetlemek, İSG hizmetlerini koordine etmek, sağlık ve güvenlikle ilgili gerekli ölçüm ve araştırmaları yapmak, acil durum eylem planı hazırlamak, yangın, ilk yardım ve tahliye için gerekli tedbirleri almakla yükümlü ve sorumludurlar.

İşverenin yükümlülüklerinden biri olan çalışanların eğitimi, ilgili kanunun 17. maddesinde belirtilmektedir. Buna göre; “İşveren, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almasını sağlar. Bu eğitim özellikle; işe başlamadan önce, çalışma yeri veya iş değişikliğinde, iş ekipmanının değişmesi hâlinde veya yeni teknoloji uygulanması hâlinde verilir. Eğitimler, değişen ve ortaya çıkan yeni risklere uygun olarak yenilenir,

gerektiğinde ve düzenli aralıklarla tekrarlanır.” (md.17/6331 İSGK, 2012) ifadesiyle işveren; İSG eğitimi, işyeri oryantasyonu, araç ve gereç kullanımı hakkında çalışanlarını eğitmek ve bilgilendirmekle yükümlüdürler.

İSG Kanununun ikinci bölümünde çalışanların yükümlülükleri de belirtilmiştir. Buna göre; “Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili aldıkları eğitim ve işverenin bu konudaki talimatları doğrultusunda, kendilerinin ve hareketlerinden veya yaptıkları işten etkilenen diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmemekle yükümlüdür.” (md.19 / 6331 İSGK, 2012)

Üçüncü bölümde, İSG hizmetlerinin desteklenmesi için konsey, kurul ve koordinasyon kurulması ve ilgili politika ve stratejilerin belirlenmesi için gerekli maddeler bulunmaktadır.

Dördüncü bölüm, devletin yükümlülüklerini belirten kanun maddelerini içermektedir. İlgili bölüm özetle; kanun maddelerinin uygulanmasının izlenmesi, teftiş edilmesi ve ilgili kanunlara uyulmadığı takdirde idari yaptırımları içermektedir.

Kanunun beşinci bölümünde ise; bağımlılık yapan maddelerin kullanım yasağı, güvenlik raporu veya büyük kaza önleme politika belgeleri, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çeşitli yönetmelikler, belgelendirme, ihtar ve iptaller ile geçici maddeleri içermektedir. İş sağlığı güvenliğinin uygulamasına ilişkin maddeler de bu bölümde yer almaktadır. Buna göre; İş Sağlık ve Güvenlik Birimi (İSGB) ve Ortak Sağlık Güvenlik Birimi (OSGB) gibi İSG uygulamalarını yürütecek birimlerde görev yapacak olan işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve diğer sağlık personelleri ile bunların görev, yetki ve sorumlulukları tehlike sınıfı göz önünde bulundurularak asgari çalışma süreleri, sahip oldukları belgelere göre hangi işyerlerinde görev alabilecekleri ile ilgili düzenlemelerin bakanlıkça çıkarılacak yönetmeliklerle belirleneceği ifade edilmektedir.

İş güvenliği kanunu kapsamında ülkemizdeki işyerleri ekonomik faaliyet alanlarına göre SGK tarafından çeşitli tehlike sınıflarına ayrılmıştır. Bu tehlike sınıfları “Az Tehlikeli”, “Tehlikeli” ve “Çok Tehlikeli” şeklinde adlandırılarak ilgili tebliğlerce belirlenmiştir. Buna göre ülkemizde faaliyet yürüten her iş kolunun yer aldığı bir tehlike sınıfı bulunmaktadır.

3.4. İş Sağlığı Güvenliği Sorunları

İSG sistemini oluşturan temelde üç unsur bulunmaktadır. Birinci unsur devlet olup gerekli kanun, yönetmelik ve mevzuatların çıkarılmasını sağlar ve bu kuralların

uygulanmasını denetler. İkinci unsur işveren olup, çıkarılan kanun ve mevzuatlara uyarak işyerinde çalışanların güvenliğini sağlamak, çalışma ortamlarını sağlıklı ve güvenli hale getirmek, bunun için gerekli makine ve teçhizatları temin etmekle yükümlüdür. Üçüncü unsur ise çalışanlar olup, işveren tarafından verilen talimatlara uymak, çalışma ortamında güvenli davranışlarda bulunmakla yükümlüdürler. Çalışma ortamlarında sağlıklı ve güvenli iş ortamlarının oluşması bu üç unsurun kendi üzerine düşen yükümlülükleri yerine getirmesi, birlikte, koordineli ve etkili bir şekilde çalışmasıyla mümkün olabilmektedir.

İSG olgusu özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında gelişim göstermeye başlamış ve günümüzde de geliştirilmekte olan bir sistemdir. Başta bilimsel çalışmalar olmak üzere bu alanda ortaya çıkan yenilikler ve bakış açılarına göre devletler İSG ile ilgili kanun ve mevzuatları yenilemekte ve değişimlere ayak uydurmaya çalışmaktadırlar. Bu değişimlere gerekli uyumu gösteremeyen devletler hiç şüphesiz İSG alanında geri kalabilmektedirler. İSG alanında yaşanan sorunların çözümünde sadece kanun ve mevzuat çıkarmakla yetinen devletler yeterli etkinliği gösterememektedir. Kanun ve düzenlemeler önemli olmakla birlikte etkili bir denetim yapılabilmesi de önemlidir. İSG alanında devlet unsuru açısından yaşanan sorunlar incelendiğinde iki durum ön plana çıkmaktadır. Birincisi gelişen şartlara uygun kanun ve düzenlemelerin yapılamamasıdır. İkincisi ise çıkarılan düzenlemelerin ve uygulamaların denetimlerinin etkili bir şekilde yapılmamasıdır. Ülkemizde de İSG alanında gerekli düzenlemelerin yapıldığı ancak denetimlerin yeterli olmadığı görüşü hâkimdir.

Ülkemizde İSG kanunu 2012 yılında 6331 sayılı yasa ile kanunlaşmış ve 2013 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Ancak bu yıldan sonra da iş kazası istatistikleri incelendiğinde kazalarda kayda değer bir azalma olmadığı görülmektedir.

İSG sistemini oluşturan diğer paydaşlar olan işveren ve çalışanlar açısından değerlendirme yapılacak olursa şu unsurlar ön plana çıkmaktadır;

- İşverenin ve çalışanların İSG' ye gereken önemi vermemeleri
- Özellikle Küçük ve Orta Boyutlu İşletmelerde (KOBİ) İSG kültürünün oluşmaması
- Gerek işe başlama eğitimlerinin gerekse İSG eğitimlerinin yetersizliği
- Güvensiz ve sağlıksız çalışma ortamları
- İSG için gerekli maliyetlerden kaçınma

- Güvensiz insan davranışları (yetersiz eğitim, bilinçsizlik, kurallara uyulmaması, psikolojik nedenler, yorgunluk, unutkanlık, ihmalcilik ve hatalı davranışlar vb.)
- Çalışma saatlerinin uygunsuzluğu
- Tehlikeli istifleme

Yukarıda sayılan sebepler incelendiğinde ağırlıklı olarak insan faktörünün ön plana çıktığı görülmektedir. Zira iş kazalarının %90'ının çalışanların güvensiz davranışlarından kaynaklanmaktadır (Tomas ve ark., 2010). Güvenli davranışlar; kişisel koruyucu donanımların doğru kullanımı, tehlike ve risklerden kaçınan çalışma, güvenlik politika ve prosedürlerine uygun davranışlardır (Fugas ve ark., 2012). Çalışanların güvenli davranışlar gösterebilmesi, kazaların en aza indirilerek daha verimli çalışabilmeleri için en önemli gereçlerden biri de eğitimidir. (Demirbilek, 2005).

3.5. İş Sağlığı Güvenliği Eğitimi

Bir alanda yeterli bilgi seviyesine ulaşmak, olumlu ve uygun davranışlar kazanmak, hiç şüphesiz eğitim ile gerçekleşebilecek bir süreçtir. Demirbilek'e (2005) göre eğitim; bireyin davranışlarında, kendi yaşantısı yoluyla ve bilinç olarak istenilen yönde, eğitimin hedeflerine uyumlu bir değişim oluşturma sürecidir.

İSG eğitimi, çalışma sırasında ve işyerlerindeki risklere karşı bilinçli davranmak, olumsuz durumlar karşısında nasıl hareket edilmesi gerektiğini bilmek, tehlikeleri önceden kestirerek gerekli önlem ve tedbirleri almak, güvenli davranışlarda bulunmak olarak tanımlanabilir. İSG eğitimleri, iş ortamları ve çalışanların güvenliği için son derece önemlidir. Türkoğlu'na göre (2006), iş kazaları büyük oranda insan kaynaklıdır ve bunun sebebi de işçilerin eğitimsiz olması ve çalışma sırasında bilinçsiz hareket etmeleridir. Bunların azaltılmasında en etkili çözüm yolu ise eğitimidir. Gerekli eğitimleri alan çalışanlarda farkındalık artar, tehlikeli davranışların önüne geçilir, güvenlik kültürü ve bilinci oluşur, işyerine uyum süreci hızlanır, kurallara ve İSG politikalarına uyum artar. Ayrıca İSG eğitimlerine gereken önemi veren firmaların daha rekabetçi olduğu görülmektedir. Zira çalışma ortamında oluşan güven duygusu çalışanların iş motivasyonunu yükseltmekte bu da üretim değerlerinin yükselmesine neden olmaktadır.

3.5.1. Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Ülkemizde İSG eğitimi 2012 yılında çıkarılan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa dayanılarak “Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” ile düzenlenmiştir. Buna göre işverenler, programın hazırlanması ve uygulanması, eğitimler için uygun yer ve araç gereçlerin temin edilmesi, eğitim için gerekli belgelerin düzenlenmesinden sorumludurlar. İSG eğitim programı hazırlanırken ilgili kanunun EK-1 de belirtilen konulara göre eğitim içeriği hazırlanmalıdır. Ayrıca çalışan işe başlatılmadan önce işe başlama eğitimleri verilmelidir. Temel eğitimler ise çalışan işe başlatıldıktan kısa bir süre sonra verilmelidir (md.1./md.2./md.5./md.6./28648 R.G., 2013).

İş başlama eğitimleri en az iki saat olarak yapılır ve bu süreler temel eğitim sürelerinden sayılmazlar (md.6./28648 R.G., 2013). Eğitim bir süreç olduğundan İSG eğitimlerinin de tekrarlanması gerektiği yine ilgili yönetmelikte belirtilmektedir. Buna göre; eğitimler işyerinin SGK tarafından belirlenen tehlike sınıflarına göre tekrarlanmalıdır. Bu süreler yönetmeliğe göre;

- Çok tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde yılda 1 defa
- Tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde 2 yılda 1 defa
- Az tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde 3 yılda 1 defa

Olacak şekilde eğitimler yapılmalıdır. Yıllık eğitim programları hazırlanırken, eğitimin hangi tarihlerde ve kimlere verileceği, içeriği, süresi, hedefi ve amacı hususlarına yer verilmelidir (md.10./28648 R.G., 2013). Ayrıca yönetmelikte işyerlerinin tehlike sınıflarına göre her çalışana verilmesi gereken asgari eğitim süreleri de belirtilmektedir. Buna göre;

- Çok tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde 16 saat (her yıl tekrarlanır)
- Tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde 12 saat (her 2 yılda tekrarlanır)
- Az tehlikeli sınıflarda yer alan işyerlerinde 8 saat (her 3 yılda tekrarlanır)

Ayrıca yönetmelik çalışanların bu eğitimlere katılmalarını ve eğitim içeriklerini uygulama yükümlülüğünü de getirmektedir.

Eğitimler çalışanların kolayca anlayabileceği şekilde teorik ve uygulamalı olarak düzenlenmelidir (md.12./ 28648 R.G., 2013). Eğitimlerde kullanılacak araç ve gereçlerin günün teknolojisine uygun olması sağlanmalıdır (md.14./ 28648 R.G., 2013). Eğitimler iş güvenliği uzmanları, iş yeri hekimleri, ÇSGB Eğitim ve Araştırma Merkezi,

Üniversiteler ile kamu kurum ve kuruluşların eğitim birimleri tarafından, eğitimcilerin uzmanlık alanına göre verilmelidir (md.13./28648 R.G., 2013).

Yönetmelik eğitim konularını belirleyerek eğitim içeriklerinin bu konulara göre hazırlanması gerektiğini belirtmektedir. Bu konular ilgili yönetmeliğin EK-1'inde belirtilmektedir. Buna göre konular dört başlık altında toplanmıştır (Ek-1/ 30430 R.G., 2018).

Genel Konular;

- Çalışanların yasal hak ve sorumlulukları
- İşyeri temizliği
- İş kaza ve meslek hastalıklarından doğan hukuki sonuçlar
- Çalışma mevzuatı ile ilgili bilgiler

Sağlık Konuları;

- Hastalıktan korunma prensipleri ve korunma tekniklerinin uygulanması
- Meslek hastalıklarının sebepleri
- Biyolojik ve psikolojik risk etmenleri
- İlk yardım

Teknik Konular;

- Kimyasal, fiziksel ve ergonomik risk etmenleri,
- Elle kaldırma ve taşıma,
- Parlama, patlama, yangın ve yangından korunma,
- İş ekipmanlarının güvenli kullanımı,
- Ekranlı araçlarla çalışma,
- Elektrik, tehlikeleri, riskleri ve önlemleri,
- İş kazalarının sebepleri ve korunma prensipleri ile tekniklerinin uygulanması
- Güvenlik ve sağlık işaretleri
- Kişisel koruyucu donanım kullanımı,
- İş sağlığı ve güvenliği genel kuralları ve güvenlik kültürü,
- Tahliye ve kurtarma

Diğer Konular;

- Yüksekte çalışma
- Kapalı ortamlarda çalışma
- Radyasyon riskinin bulunduğu ortamlarda çalışma

- Kaynakla çalışma
- Özel risk taşıyan ekipman ile çalışma
- Kanserojen maddelerin yol açtığı olası riskler vb.

3.5.2. İş sağlığı ve güvenliği eğitim sorunları

İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında en önemli sorunların başında İSG eğitimleri gelmektedir. Yapılan araştırmalarda, kuralların yeterli olduğu ancak çalışanların kurallara uymadığı ve gerekli önemi vermediği görülmektedir. İşçinin bilgisizliği, deneyim eksikliği ve eğitimlerinin yetersiz oluşu onu istem dışı hata yapmaya ve bunun sonucunda da kazaların meydana gelmesine sebep olur (Yılmaz, 2012).Yapılan birtakım çalışmalarda İSG eğitimi ile iş kazaları ve yaralanmalar arasında ters bir orantı olduğu görülmüştür (Johnson ve Ruppe, 2002).Bir araştırmaya göre de Türkiye’de denetimlerden sorumlu müfettişlerin teftişlerinde, en büyük eksikliğin %88 gibi bir oranla, işçi ve işverenin eğitimsizliği olduğu ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2011). Bunu engelleyebilmek için öncelikle işyerlerinde iş güvenliği kültürünün yerleştirilmesi, çalışanlara bilinçli ve güvenli davranışlar kazandırılmasında etkili ve verimli bir İSG eğitiminin son derece önemli olduğu görülmektedir.

Eğitim çok önemli olmakla birlikte gerek ülkemizde gerekse dünya genelinde verilen İSG eğitimlerinde sorunlar yaşandığı ve bu eğitimlerin yeteri kadar etkili olamadığı görülmektedir. İSG eğitim sorunlarının başında, çalışanların farklı eğitim seviyeleri, kültürel farklılıklar, bilinç eksikliği, kuralsız ve güvensiz davranış alışkanlıkları, iş başı eğitimlerinin eksikliği ya da yeterli olmayışı gibi sebepler gelmektedir. Örneğin okuma yazma bilmeyenler ile bilenlerin aynı ortamda eğitime alınmaları, çalışanlardan bir kısmının verilen eğitimden yeterli düzeyde yararlanamaması ile sonuçlanır (Aktay, 2014).

İşverenlerinde İSG eğitimleri konusunda pasif kalması, eğitimin geçiştirici bir şekilde veriliyor olması ve bu konuda da yeterli denetimlerin yapılmaması İSG eğitimlerinde yaşanan başka bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda eğitimler yapılırsa bile gereken etkinlik ve verimliliğin sağlanamadığını göstermektedir.

Ülkemizde 6331 Sayılı İSGK 2013 yılında uygulanmaya başlanmasıyla İSG eğitimleri de işyerlerinde zorunlu hale getirilmiştir. Bu yıldan sonraki SGK istatistikleri incelendiğinde iş kazaları ve meslek hastalıklarında kayda değer bir düşüşün olmadığı

gözlenmektedir. Bu durum gerekli yasal düzenlemelerin yeterince takip edilmediğini, eğitimlerin sürekli ve etkili bir şekilde verilmediğini göstermektedir (Sünbül, 2015).

3.5.3. İş sağlığı ve güvenliği eğitim sorunlarına bir çözüm önerisi

İş yerlerinde İSG eğitimlerinin verilmesi çalışanlara güvenli davranış kazandırılmasında önemli bir unsurdur. Bununla birlikte bu eğitimlerin verilmesinde doğru ve etkili yöntemlerin kullanılması da eğitim verimliliği açısından son derece önem arz etmektedir. Örneğin makine başında verilen eğitimler ile çalışanların makineleri daha güvenli kullanma becerileri de gelişmektedir (Aktay, 2014). Böylece İSG eğitimlerinde teorik bilgilerin yanı sıra uygulamalı eğitimlerinde çalışana güvenli davranış becerileri kazandırmada etkili olduğu görülmektedir.

İSG eğitimlerinin amacı çalışanlara çalışma sırasında güvenli davranış becerileri kazandırmaktır. Buradan hareketle çalışandan teorik bilgi edinmesinin yanında tehlikeleri önceden kestirmesi ya da tehlike anında doğru ve güvenli davranışlar sergileyebilmesi beklenmektedir. Bu davranış becerilerinin kazandırılmasında en etkili öğrenme yönteminin ise “Deneyimsel öğrenme” kuramı olduğu düşünülmektedir.

Deneyimsel öğrenme, Kolb tarafından geliştirilen bir kuram olup, kendisi bunu “bilginin deneyimler yoluyla oluşma süreci” olarak tanımlamaktadır. Bir konuda bilgi sahibi olmak, bir davranış değiştirilmesi için yeterli değildir. Tehlike anında davranışa dönüşmesi istenen bilgi, öncelikle algılanması, deneyimlenmesi ve uzun süreli hafızaya kaydedilmesi gerekir (Topçuoğlu ve Özdemir, 2007).

Yamamoto vd. göre, deneyimsel öğrenmenin gerçekleştirilebileceği günümüz teknolojisinin sunduğu en iyi araçlardan biri de sanal gerçeklik teknolojisidir (Yamamoto ve ark., 2018). Sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak özellikle çok tehlikeli işlerin eğitimi ve İSG eğitimleri gibi uygulamalı eğitimlerde kişinin gerçek tehlikelere maruz kalmadan tecrübe kazanmasını ve gerçek tehlike sırasında güvenli davranış göstermesini sağlayan eğitimlerin daha etkili ve verimli bir şekilde verilebileceği düşünülmektedir.

4. SANAL GERÇEKLİK

Sanal Gerçeklik (SG) kavramı son zamanlarda yaygınlaşmış olsa da bu teknolojinin gelişim sürecinin başlangıcı 1960’lı yıllara kadar gitmektedir. İlk teorik çalışmalar, Ivan Sutherland tarafından 1965 yılında başlamıştır. Daha sonra Morton

Heilin tarafından “sensorama” adlı bir SG cihazı geliştirilmiştir. Bu cihaz insandaki farklı duyu organları ile etkileşimde olabiliyordu örneğin ses, koku, titreşim gibi duyularla etkileşime girebiliyordu (Sherman ve Craig, 2003). 1968 yılında giyilebilir görüş sistemleri (Head, Mounted Display) adı verilen SG sistemleri geliştirilmiş (Jerdan ve ark., 2018), 1977 yılında giyilebilir kablolu eldivenler (Freina ve Ott, 2015), 1995 yılında sanal oyunlar için SG oyun konsolu geliştirilmiştir (Garner, 2018). Geliştirilen bu cihazlar ergonomik olmadığı gibi son kullanıcılar için oldukça pahalı sistemlerdi. Ancak 2016 yılından itibaren teknoloji alanında önde gelen büyük firmaların da bu alanlarda yatırım yapmaları ile bu cihazlarda gelişim ivme kazanmıştır. Bu sayede hem ergonomik cihazlar üretilmiş hem de son kullanıcının ulaşabileceği uygun fiyatlar sayesinde kullanımı hızla artış göstermeye başlamıştır.

SG sistemlerinin amacı kullanıcıyı bulunduğu ortamlardan kopararak bilgisayarlar ile yaratılmış yeni yapay dünya ile etkileşime sokabilmektir. SG'nin temelinde gerçek gibi hissettiren sanal bir dünya yaratılabilme unsuru bulunmaktadır (Gobbetti ve Scateni, 1998). Kayabaşı'na (2005) göre; SG, gerçek dünyanın yansıması olan ortamın bilgisayar tarafından tasarlanan temsili dünya ile çeşitli donanımlarla etkileşime geçilebildiği teknolojidir. Steuer'e (1992) göre ise SG, kullanıcıların bilgisayar tarafından oluşturulan yapay bir dünyada, gerçek deneyimler yaşayabilmesi için sanal nesnelere etkileşime girebildiği üç boyutlu bir benzetim ortamıdır. SG ortamları kullanıcılara sunulan 3 boyutlu model vb. görüntüler ile orada olma hissini vermenin yanında o ortamdaki nesnelere etkileşime geçilmesini sağlar ve amaçlar. Görsel uyaranlarla beraber işitsel ve dokunsal uyaranlarında sunulması, kullanıcının yaşadığı gerçeklik hissini artıran unsurlardır (Novak, 2009).

Bir ortamın SG ortamı olabilmesi için bazı temel özelliklerinin bulunması gerektiği ifade edilmektedir. Pimentel ve Teixeira (1993) göre; “üç boyutlu grafik dünya”, “içine girme” ve “etkileşim” SG ortamlarının üç önemli özelliğini oluşturmaktadır. Hedberg (1993) göre ise; SG teknolojisinin üç özelliğini, “gerçeklikteki hassaslık”, “aktif katılım” ve “gösterim doğruluğu” şeklinde olduğunu belirtir. White (2002) göre; ise SG ortamlarının dört temel özelliği vardır ve bunlar, “sanal bir dünya”, “içine dalma durumu”, “duyusal geri bildirim” ve “etkileşim” şeklindedir.

SG ortamlarının oluşturulabilmesi ve kullanılabilmesi için çeşitli yazılım ve donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Öncelikle SG ortamlarının tasarlanabilmesi için ortamlara uygun model, grafik, tasarım, ses vb. gerçek ortamları simüle edecek nesnelere tasarlanması gerekmektedir. Yapılan bu tasarım ve modellemelerin kullanıcıya

sunulabilmesi için çeşitli donanımlardan faydalanılmaktadır. Yine kullanıcı ile ortamın etkileşime geçirilebilmesi içinse kullanıcıdan gelen tepkileri algılayabilen çeşitli sensör vb. donanımların yanında kullanıcının konum bilgilerini algılayabilen donanımlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen bu donanımların teknik yapısı, kullanım şekli gibi durumları nedeniyle SG sistemleri de farklı sınıflara ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmalardan biri de Costello (1997) tarafından yapılmıştır. Buna göre SG sistemleri dört sınıfa ayrılmaktadır;

1. Kullanıcıyı tam çevreleyen SG sistemleri
2. Kullanıcıyı kısmen çevreleyen SG sistemleri
3. Kullanıcıyı çevrelemeyen SG sistemleri
4. Artırılmış Gerçeklik

4.1. Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları

SG teknolojileri başta askeri alan olmak üzere eğitimden sağlığa, turizmden imalat sektörüne, eğlenceden e-ticarete kadar birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Her alanın SG teknolojilerinin kullanımı konusunda kendi alanlarıyla ilgili özel durumlar olsa da genel anlamda SG teknolojilerinden faydalanarak yüksek risk ve yüksek maliyetlerin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. SG kullanım alanları, kullanım örnekleri ve faydaları alt başlıklar halinde ele alınmıştır.

4.1.1. Sanal gerçeklik teknolojilerinin askeri alanda kullanımı

Bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde SG teknolojilerinin özellikle askeri alanda çok geniş yelpazede kullanıldığı görülmektedir. Askeri teçhizatların maliyetlerinin yüksek olması, personel eğitimlerinin zaman ve maliyetlerinin yüksek olması ayrıca silah eğitimlerinin personel açısından yüksek risk unsuru oluşturması SG teknolojilerinin bu alanda kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yüksek teknolojik silah sistemleri olan uçak, helikopter, tank vb. birçok sistemin eğitiminin öncelikle SG ortamlarında gerçekleştirilmesi kurumlara maliyetleri düşürme imkânı verdiği gibi personelin daha iyi eğitilmesini de sağlayabilmektedir.

Bu alanda yapılmış bir çalışma ise; ABD (Amerika Birleşik Devletleri) Savunma Bakanlığı'nca yürütülen tıbbi ve cerrahi eğitim simülasyon çalışmasıdır. ABD'nin her yıl 100.000 askeri sağlık personeli yetiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu personelin

eğitiminde yaşanacak aksaklıklar sonucunda 50.000 binden fazla ölüm ve 1.000.000 önlenebilir yaralanmaların yaşanacağı öngörülmektedir. Bu durumda kurumlara çok ciddi maddi ve manevi maliyetler getirecekti. Çalışmada bir ameliyathane SG ortamında simüle edilmiş ve sağlık personelinin eğitimleri bu SG ameliyathanelerinde verilmiştir. Geleneksel eğitimlere göre gerçek ameliyathane kısıtlamalarından uzaklaşıldığı gibi daha aktif bir eğitim verildiği görülmüştür. Çalışma ile cerrahi eğitimlerin tekrar edilebilir olması sayesinde, kazanılan becerilerin kalıcılığının olumlu yönde etkilendiği görülmüştür (Siu ve ark., 2016).

Başka bir çalışma ise yine ABD ordusu tarafından geliştirilen hava savaş eğitim simülasyonu uygulamasıdır. Bu uygulamada tank ve helikopter kokpitleri simüle edilmiş ve savaş protokolleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda eğitim maliyetleri azaltılmış ve askerler için daha güvenli ortamlarda savaş eğitimi almaları sağlanarak personel güvenliği artırılmıştır. Benzer bir uygulama da güverte görevlisi eğitimleri için hazırlanmıştır. “VESUB” adı verilen SG uygulaması, donanmaya ait gemi ve denizaltıların limana yaklaşmaları gibi konularda eğitim vermektedir. Normal şartlarda denizaltılar ile manevra yapılması zor ve tehlikelidir ve bu sistemlerde meydana gelebilecek en ufak bir kaza çok yüksek maliyetlere sebep olmaktadır. Bahsi geçen olumsuzlukları engelleyebilmek adına “VESUB”, yeni başlayanların SG ortamlarında daha güvenli bir şekilde eğitim almalarını sağlayan bir sistemdir (Burdea, 2004).

Askeri alanda yapılan bir çalışma da “TAROS” adı verilen uzaktan kontrollü robot SG operatör kontrol istasyonudur. Burada mekanik askeri bir robotun uzaktan kontrolünü sağlayan sistemin SG ortamına aktarılması amaçlanmıştır. Normal koşullarda robottan gelen sinyallerin ve kamera görüntülerinin SG ortamına aktarılarak robotun çevresinin üç boyutlu görüntüsü oluşturulmaktadır. Bu sayede kameralardan gelecek sabit görüntüler yerine robotun üç boyutlu ortamının HMD (Head Mounted Display) başlığı ile serbest bir şekilde izlenmesi sağlanır. Normal şartlarda fiziksel kontrol odası yerine, HMD başlık sayesinde zaman ve mekândan bağımsız robot kontrolü gerçekleştirilmiş olacaktır. Sonuç olarak yüksek maliyetli ekipman kullanımı yerine düşük maliyetli kameralar kullanılacaktır. Bu sistemin bir diğer avantajı da normal şartlarda kameralardan gelen çevresel etki, güneş ışığı parlaması gibi olumsuz etkilerden korunmuş olacaktır (Kot ve Novák, 2018).

SG teknolojisi askeri karar alma süreçlerinde de kullanılabilir bir özellikte olduğundan bu alanda da çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri de askeri tatbikat alanlarının SG ortamında simüle edilmesidir. Geleneksel askeri tatbikatlar yüksek maliyet

ve uzun süreçler gerektiren uygulamalardır. SG ile hazırlanmış sanal savaş ortamları sayesinde hem maliyetten hem de süreden kazanç sağlanabilmektedir. Yine SG savaş ortamları sayesinde silah sistemlerinin genel performansları değerlendirilebilmektedir. Sistem ile çok sayıda askeri birimler coğrafi alan sınırlaması olmadan simülasyona dâhil olabilmektedir (Liu ve ark., 2018).

SG teknolojilerinin askeri alanlardaki üretim ve geliştirme süreçlerine dahil olması ile tasarım, üretim ve geliştirme döngüsü %50 azalmakta ve geliştirme maliyetleri %93 azaltılmaktadır. Ayrıca askeri personel ve malzeme kayıplarında azalma görülmekte ve bu uygulamalar sayesinde orduların etkililiğinin arttığı da değerlendirilmektedir (Liu ve ark., 2018).

4.1.2. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sağlık alanında kullanımı

SG'nin sağlık alanında da oldukça yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Hastalıkların tanı ve tedavisi başta olmak üzere çeşitli tıbbi eğitimlerin verilmesinde, cerrahi pratiklik kazandırılmasında, sağlık bakım hizmetlerinde, hasta rehabilitasyonunda ve klinik eğitimleri gibi birçok durum ve uygulamada SG teknolojileri kullanılabilmektedir. SG teknolojilerinin yaygınlaşarak 2025 yılına kadar sağlık alanında etkili olacak önemli teknolojilerden biri olacağı öngörülmektedir (Öztürk ve Sondaş, 2020).

Mevcut uygulamalarda, cerrahi cihaz eğitimlerinde kullanılan cihazların kullanım prosedürleri bile zaman alıcı ve maliyetli süreçlerdir. Ayrıca tıbbi eğitimlerde canlı modeller üzerinde deneyim kazanılması zor olabilmektedir. Bununla birlikte canlı modellerde yapılacak deney, test vb. işlemlerde çevresel ve etik değerler açısından sıkıntılar çıkmaktadır. Ancak SG teknolojileri kullanılarak bu tür test ve deneyler rahatlıkla uygulanıp sonuçlar elde edilebilmektedir.

Tıbbi işlemler pediatrik hastalıklarda ağrı, korku, endişe sebebi olabilmektedir. SG uygulamalarının tıbbi işlemler öncesi veya sırasında hastaların dikkatini başka yöne kaydırma konusunda etkili bir yöntem olabildiği görülmektedir (Yaz ve Yılmaz, 2021). Pediatriye ilgili yapılan bir çalışmada ise SG kullanımının çocuklarda aşı, kan alma, damar yolu açma, pansuman gibi tıbbi işlemlerin yanı sıra diş tedavilerinde ve rehabilitasyon hizmetlerinde ağrı, korku ve anksiyetenin azaltılmasında etkili bir yöntem olduğu görülmektedir (Yaz ve Yılmaz, 2021).

SG teknolojileri yükseklik korkusu, asansör korkusu, toplum karşısında konuşma, uçma vb. fobilerin tedavisinde de kullanılabilir (Gürcan, 2018). Otizm terapisinde de SG uygulamaları kullanılarak aileler evlerinde çocuklarını terapi sırasında destekleyebilmekte ve böylece tedavi süreci kolaylaşabilmektedir. Bu uygulamanın çocuklar üzerinde sakinleştirici etkisinin olduğu görülmüştür (Gürcan, 2018).

Tıbbi eğitimlerde de SG teknolojilerinin yaygınlaşan bir kullanım alanı olduğu görülmektedir. Eğitimlerin SG ortamlarına aktarılması ile öğrenci normal koşullarda yapabileceğinden çok daha fazla pratik ve uygulama yapabilmekte böylece daha iyi eğitilmiş sağlık personellerinin yetişmesine imkân tanınmaktadır (Öztürk ve Sondaş, 2020).

Sağlık alanında SG teknolojilerinin yaygın kullanım alanlarından biri de hastalıkların tanı ve tedavisidir. Teşhis ve tanı aşamasında kullanılan MR (Manyetik Rezonans), röntgen ve tahlil sonuçlarının üç boyutlu (3B) ortama aktarılması sayesinde tanı ve teşhis süreci hızlanmakta ve daha verimli hale gelebilmektedir (Öztürk ve Sondaş, 2020).

SG teknolojileri kronik ağrıların azaltılmasında, görme bozuklukları, zayıf ya da düşük görüş rahatsızlıklarında nesnelere daha rahat görülebilmesi gibi göz bozukluklarında, inme geçiren hastaların kaybettiği fonksiyonların tedavisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmaların ilerlemesi ile tıbbi alanda birçok hastalığın tedavisinde, tıbbi eğitimlerin daha etkili ve verimli hale getirilmesinde de SG teknolojileri kullanımı ve etkinliği artacaktır.

4.1.3. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sanayi alanında kullanımı

Yüksek maliyetli ve riskli cihazların kullanımı, tehlikeli iş kollarındaki eğitimler, uzak mesafeli lojistik eğitimleri, imalat, montaj, prototipleme gibi birçok alanda SG teknolojileri kullanılabilir. Ayrıca bir üretimde tasarım, planlama, üretim, servis, bakım, test ve kalite kontrol gibi tüm süreçlerde SG teknolojilerinden faydalanılmaktadır (Soylu, 2018). Mühendislik eğitimlerinde kullanılan laboratuvarlarda SG teknolojilerinin derslere katkı sunabiliyor olmaları SG'nin imalat sektöründeki kullanım alanlarından biridir (Uğuz ve Zehir, 2020).

SG teknolojilerinin sanayi alanında kullanım örneklerinden biri de sanal fabrika uygulamalarıdır. Fabrikaların kurulumu yüksek maliyet gerektiren yatırımlardır. Fabrika kurulum aşamasında yapılacak planlama hataları fabrikanın çalışmasının aksamasına ya

da verimsiz çalışmasına neden olabileceği gibi yüksek maliyetlerle kurulan fabrikaların zarar etmesine hatta ileriki aşamalarda kapanmasına da sebep olabilecektir. Böyle durumların önüne geçebilmek adına fabrikalar kurulmadan önce sanal ortamlarda bu fabrikalar kurulup çalışma verimlilikleri analiz edilebilecektir (Soylu, 2018). Böyle bir çalışma ile fabrika kurulum öncesi hem planlama hatalarının hem de verimsiz çalışmaların önüne geçebilmek mümkün olabilecektir.

Sadece fabrika kurulumlarında değil aynı zamanda üretim proseslerinin SG ortamlarında simüle edilerek imalat sürecinde yaşanacak aksaklıkları önceden görmek mümkün olabilecek, imalat öncesi gerekli önlemler alınarak sürecin daha verimli hale getirilmesi sağlanabilecektir (Çelen, 2017).

SG teknolojileri imalat sektöründe ürün tasarımları, üretim süreçlerinin performans ölçümleri, sanal prototiplerin oluşturulması ve montaj hattı tasarımları gibi imalat sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılmaktadır (Caputo ve ark., 2017). İmalat sektöründe SG'nin kullanımı alanda faaliyet gösteren firmalara gerek maliyet gerekse verimli çalışma koşullarının oluşturulmasında birçok avantaj sağlamaktadır.

4.1.4. Sanal gerçeklik teknolojilerinin e-ticaret alanında kullanımı

Ticarette teknoloji kullanımı her zaman ileri seviyelerde olmuş ve teknoloji imkanları da gerek pazarlama ve reklamlarda gerekse alış-veriş süreçlerinde geniş bir şekilde kullanılmıştır. Ticarette teknoloji kullanımının en yakın örneklerinden biri e-ticaret ve internet reklamları olmuştur. Özellikle internet dijital pazarlamanın en büyük gücü haline gelmiştir (Köse ve Yengin, 2018). Bugün önde gelen internet firmalarının gelir kaynaklarını reklamlar oluşturmaktadır. Dijital dünyada ürünlerin pazarlanması ve tanıtımların ön plana çıkabilmesi için bu tanıtım ve reklamların yenilikçi ve ilgi çekici olması gerekmektedir (Köse ve Yengin, 2018). Son zamanların yenilikçi ve ilgi çekici teknolojilerinden biri de SG teknolojileridir. SG teknolojilerinin alışverişlerde yeni tür deneyimler sunuyor olması bu alanda kullanılabilirliğini artırmaktadır (Oh ve ark., 2008).

SG teknolojilerinin e-ticarette kullanılmasıyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu teknolojinin bu alanda kullanımıyla ilgili bazı özelliklerin ön plana çıktığı görülmektedir. Buna göre SG kullanımı firma imajını olumlu yönde etkilemektedir (Yenigün ve ark., 2020). Kişinin SG ile yaşadığı “orada olma” hissi marka hatırlanabilirliğini artırmaktadır (Navarro ve ark., 2019). Ayrıca e-ticarette SG kullanımı gelişmiş bir müşteri deneyimi sunar (Papadopoulou, 2007). SG teknolojilerinin ürünlerin

tanıtımında kullanılması, ürün özelliklerinin daha fazla medya içeriğiyle sunulmasını sağlayabilmektedir. Bu durum tüketicinin ürünlerle daha fazla etkileşim içerisinde bulunmasını sağlayarak tüketici tutumlarını ve satın alma alışkanlıklarını etkileyebilmektedir (Suh vd., 2005). E-ticarette ürünlerin SG ortamlarında sunulması sayesinde müşteriler o ürün hakkında daha fazla bilgiye sahip olabilmektedir (Suh vd., 2005). Ayrıca inşaat vb. türdeki projelerin tanıtımı ve pazarlanmasında SG kullanımı, projeyi yerinde görme ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Böylece projelerin bulunduğu mekâna gitmeden projeyi görme, değerlendirme imkânı ile gerek müşterilere gerekse firmalara zaman tasarrufu sağlanabilmektedir (Yenigün ve ark., 2020).

E-ticarette SG teknolojilerinin kullanımı ile ilgili geliştirilen bazı uygulamalar incelenmiştir. Bu uygulamalardan biri fiziksel bir mağazanın SG teknolojileri ile sanal ortama aktarılmasıdır. Navarro ve arkadaşları (2018) yaptığı bu çalışmada çeşitli SG cihaz ve formatlarının satın alma niyetlerine etkisini incelemiştir. Çalışmada HMD (Head Monted Display), cihazının geleneksel mağazalara kıyasla tüketicilerin satın alma niyetlerini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür.

Bir başka uygulama ise Papadopoulou (2007) tarafından yapılan “E-Scape” adlı SG mağaza uygulamasıdır. Uygulamada fiziksel bir alışveriş merkezinin sanal ortama aktarılması ile gerçek bir alışveriş merkezi her yönüyle simüle edilmiştir. Oluşturulan sanal alışveriş merkezinde kullanıcılar gerçekte olduğu gibi yürüyebilir, mağazaları ziyaret edebilir, müşteri temsilcileri ile diyalog kurabilir, ürünleri inceleyebilir şekilde faaliyette bulunabilmektedirler. Çalışma sonucunda sanal bir alışveriş merkezinin geleneksel web mağazalarına kıyasla daha tercih edilebilir olduğu görülmüştür. Ayrıca kullanıcıların %81.4’ü ortamlarla ilgili olumlu değerlendirmelerde bulunmuşlar ve alışverişlerinde SG uygulamalarını tercih edebileceklerini belirtmişlerdir. Uygulamının bir başka unsuru ise sanal mağazalarda satış temsilcilerinin bulunmasıdır. Bu temsilciler uygulamada avatar ile temsil edilerek müşteri ile diyalog kurulması sağlanır. Böyle bir yaklaşımın müşterilerde güven duygusunun oluşmasında etkili olduğu görülmüştür. Sonuç olarak SG alışveriş uygulamasının geleneksel online alışveriş uygulamalarına kıyasla daha gerçekçi ve çekici olduğu değerlendirilmiş ve SG teknolojilerinin e-ticarette kullanılmasının hem görsel hem de sosyal etkileşim açısından etkileyici olduğu aynı zamanda tüketicilerde güven artırıcı bir unsur olduğu da değerlendirilmiştir (Papadopoulou, 2007). Bu yaklaşım günümüzde popülerlik kazanan metaverse dünyasının öncül uygulamaları olarak kabul edilebilir.

4.1.5. Sanal gerçeklik teknolojilerinin sanat ve kültür alanında kullanımı

SG teknolojilerinin birçok kullanım alanlarından biri de sanatsal faaliyetlerdir. Bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, gerek geleneksel sanat faaliyetlerinin SG teknolojileri ile üretilmesi gerekse bu alanda SG teknolojileri kullanılarak yenilikçi ve özgün eserlerin oluşturulduğu görülmektedir. Sadece sanat üretimi değil aynı zamanda klasik sanatların sunumu ve gösteriminde de bu teknolojiiden faydalanılmaktadır (Ballı, 2021). Ayrıca kültürel mirasların sunumu, restorasyonu, rekonstrüksiyon gibi uygulama ve işlemlerde de SG teknolojileri kullanılabilir (Sürücü ve Başar, 2016).

SG teknolojilerinin sanat alanında kullanılması sanat alanında bazı avantajlar sunmaktadır. Buna göre dijital dünyada yeni ve özgün sanatsal biçim ve formlar keşfedilmektedir (Ballı, 2021). Bununla birlikte sanal ortamlarda oluşturulacak yeni fiziksel ortamlar sayesinde sanatta yeni oluşum ve örnekler sunulabilecektir (Ballı, 2021). Bu alanda Title-Brush, Masterpiece ve Anim VR gibi uygulamalar SG ortamlarında sanatsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlayan uygulamalardır. Rosie Summers ve Anna Zhilyaeva adlı sanatçılar bu uygulamaları kullanarak SG ortamlarında yeni ve özgün sanatlar yaratmaktadırlar (Ballı, 2021).

SG teknolojileri zamanla yıkılmış veya zarar görmüş kültürel varlıkların SG ortamlarında yeniden inşa edilmesini sağlayabilmektedir (Sürücü & Başar, 2016). Böylece bilimsel analiz ve incelemeler mümkün olabilecektir. Ayrıca ziyaretçilerin yer ve mekân sınırlaması yaşamadan bu alanlar hakkında görme ve bilgi alma imkanları olabilecektir (Sürücü & Başar, 2016). Bu alanda yapılan bir çalışmada Osmanlı camileri ve Bizans kiliseleri sanal ortamda inşa edilerek bu yapıların akustiği hakkında incelemeler yapılmıştır (Sürücü & Başar, 2016).

Kültürel mirasın SG uygulamalarından en yaygın olanı ise sanal müzelerdir. Bu uygulamalar gerçek müzelerde bulunan eserlerin sanal ortamlarda sunulmasına olanak tanımaktadır. Günümüzde birçok müzenin bu tür uygulamaları mevcut olup gerçekte o müzeleri ziyaret etme şansı olmayanlarında bu uygulamalar sayesinde o müzeleri gezme ve eserleri görme şansı olmaktadır. Bu uygulamaları ilk yapan müzeler ise dünyanın önde gelen müzelerinden olan Londra British Museum ve New York Metropolitan Museum olmuştur. Bahsi geçen müzeler bu uygulamalar sayesinde kapılarını sanal ortamda geniş kitlelere açabilmiştir (Durmaz ve ark., 2018).

4.1.6. Sanal gerçeklik teknolojilerinin turizm alanında kullanımı

Turizm, tanıtım, reklam ve pazarlamanın ön planda olduğu, rekabetin yoğun yaşandığı sektörlerin başında gelmektedir. Gerek ülkeler gerekse firmalar büyük bir rekabet içerisinde ön plana çıkmaya çalışmaktadır. Zira özellikle dış turizm ülkeler için önemli bir döviz kaynağıdır. Bu sektördeki çalışmaları incelediğimizde sektör önceliğinin, iyi bir tanıtım yaparak piyasada saygın ve öncelikli konuma yükselmek olduğu görülmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için de özellikle yeni ve ilgi çekici teknolojik gelişmelerden faydalanılmaktadır. Bu yenilikçi teknolojilerden biri de SG teknolojileridir. Zira “orada olma” özelliği ile SG teknolojileri, turizm sektörünün eşsiz bir tanıtım aracı haline gelme potansiyeline sahiptir.

SG teknolojilerinin bu sektördeki kullanımlarının tanıtım, pazarlama, turizm destinasyonları, müzeler, eğlence merkezleri vb. şeklinde olduğu görülmektedir (Eryılmaz ve Aydın, 2020). SG teknolojilerinin bu sektörde kullanımı; potansiyel turist oluşturmada, ülkelerin ve turizm firmalarının kazançlarını arttırmada, karar verme süreçlerinde ve potansiyel müşteri oluşturmada etkili olmaktadır (Durmaz ve ark., 2018). Ayrıca marka imajının oluşmasında, firmaların güvenilirliğinin artmasında, tanıtım maliyetlerinin düşürülmesinde de SG teknolojilerinin faydalı olacağı düşünülmektedir (Durmaz ve ark., 2018).

Ay ve Mars’a Dünya dışı seyahatler, insanlar tarafından gidilemeyen ya da gidilme imkânı olmayan okyanus derinliklerinin ziyareti gibi sanal seyahatler bu teknoloji ile mümkün hale gelmektedir (Durmaz ve ark., 2018). Ayrıca antik dönem şehirlerinin yeniden canlandırılması ile o dönem yaşantısını ve şehirlerini görme imkânı da elde edilebilmektedir (Sürücü ve Başar, 2016).

4.1.7. Sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitim alanında kullanımı

SG teknolojilerinin en yaygın kullanıldığı alanların başında eğitim gelmektedir. Mühendislik, tıp, pilot, astronot ve askeri eğitimler başta olmak üzere tarih, coğrafya, yabancı dil hatta dini eğitimlerde bile SG teknolojileri yaygın bir şekilde kullanılabilir (Hussein ve Nätterdal, 2015). Öğrencilerin sanal ortamlarda nesnelere etkileşim içerisinde olması, nesnelere manipüle edebilmesi, zaman ve mekân sınırı olmadan konuyu ayrıntılı bir şekilde inceleyebilmeleri, gerçek dünyadan soyutlanarak sadece konuya odaklanabilmeleri bu teknolojinin eğitim alanında kullanım

tercihlerinden bazılarıdır(Çavaş ve ark., 2004). Çok tehlikeli ve riskli işlerin eğitiminde, maliyeti yüksek makine, teçhizat ve laboratuvar eğitim ve çalışmalarında kullanılabilme ve bu sayede risk ve tehlike unsurları azaltıldığı gibi yüksek maliyetlerde düşürülebilmektedir (Shin, 2003).

SG teknolojileri ile ilgili en yaygın çalışmaların yine eğitim alanında yapıldığı görülmektedir. Eğitim alanında yapılan bu çalışmalar sonucunda SG'nin eğitim alanına kazandırdığı özellikler değerlendirilerek özet şeklinde sunulmuştur. Bahsi geçen çalışmalardan biride Çavaş ve ark. (2004) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda SG teknolojilerinin eğitime sağladığı katkılar şunlardır:

- Öğrencilerin SG ile eğitime odaklanması daha kolay olmaktadır.
- Bu teknolojinin kullanılması hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından kullanışlı ve kolay bulunmaktadır.
- Yenilikçi ve ilgi çekici olduğundan motivasyonu arttırmaktadır.
- Öğrencinin öğrenme hızına bağlı deneyim yaşamasını sağlayarak bireysel öğrenmenin etkisini arttırmaktadır.
- Öğrencinin nesnelere etkileşimi sayesinde öğrenme süreci aktif katılımlı olabilmektedir.
- Öğrenme ortamlarında bulunamayan engelli öğrencilerin bu ortamlara aktif katılımını sağlamaktadır.
- Öğrencilerin hayal güçlerinin gelişimine olumlu katkılar sağlamaktadır.

Yukarıdaki katkıların yanında SG ortamlarında öğrencilerin nesnelere etkileşim içerisinde olmaları onlara sanal deneyimler kazandırabilmektedir. Böylece SG teknolojileri öğrenme sürecini daha iyi bir hale getirerek eğitim kalitesinin artmasına katkı sunmaktadır (Çavaş vd., 2004).

Eğitimde SG teknolojilerinin kullanım şekilleri incelendiğinde tüm eğitim süreçlerinde kullanılabildiği görülmektedir. Ancak özellikle uygulama eğitimlerinde kullanımı ön plana çıkmaktadır. Buna göre tıp alanında ameliyat simülasyonları ile cerrahi eğitimlerde kullanılmaktadır (Hussein ve Nätterdal, 2015). Böylece öğrenci tarafından yapılacak hata karşısında insanların sağlık durumu tehlikeye girmeyecektir. SG teknolojilerinin özellikle tıp alanındaki anatomi eğitimlerinde büyük katkılar sağladığı görülmektedir (Hussein ve Nätterdal, 2015). Fizik derslerinin eğitiminde de etkili bir şekilde SG kullanılmaktadır. Newton Kanunlarının ve Quantum Fiziği gibi karmaşık içerikli ve ileri düzey bilgilerin eğitiminde SG kullanılmış ve bu tür içeriklerin

öğreniminde etkili ve faydalı olduğu kanıtlanmıştır (Kayabaşı, 2005). Sosyal bilimler alanında da kullanılabilen SG teknolojisi, özellikle geçmiş dönem medeniyetlerin yeniden canlandırılması gibi içeriklerle tarih eğitiminde kullanılabilir (Dikyol ve İşbilen, 2020). Bu doğrultuda “Sanal Uruk” adlı çalışma ile Sümer tarihi canlandırılmış, başka bir geçmiş dönem medeniyeti olan Çatalhöyük Antik Kenti yine bir SG çalışması ile simüle edilmiştir (Dikyol ve İşbilen, 2020). Bu sayede bu dönemlere ait bilimsel çalışma ve incelemelerde bulunma ve o dönem yaşantılarını öğrenme ve öğretme imkânı SG ile bize sunulmaktadır. SG teknolojisinin mühendislik eğitimlerinde de oldukça yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Zira burada verilen teorik eğitimin yanında uygulamalı eğitimin de önemi büyüktür. Bu uygulama eğitimlerin verilebilmesi için ise yüksek maliyetli laboratuvarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu laboratuvarların ve yüksek maliyetli makine ve teçhizatlarının sanal ortamlarda simüle edilmesi ile uygulamalı eğitimlerin hem maliyetleri düşürülmekte hem de öğrencilerin zaman ve mekân kısıtlaması yaşamadan dilediği kadar uygulama yapma imkânı bulması sağlanmaktadır (Hussein ve Nätterdal, 2015). Kimya eğitiminde sanal laboratuvarlar kurularak gerçekte yapılması zor ya da tehlikeli deneylerin bu sanal laboratuvarlarda yapılması da SG teknolojilerinin avantajlarından biridir (Hussein ve Nätterdal, 2015). Aynı şekilde deprem, fay hatları, yer çekimi, atmosfer vb. fiziksel olay ve ortamların sanal ortamlarda oluşturulması ile bu alandaki bilimsel çalışmalara da katkılar sunulabilmektedir (Shin, 2003).

SG teknolojilerinin en önemli özelliği oluşturulan sanal ortamın içerisinde kişilerin kendilerini oradaymış gibi hissetmeleri, bulunduğu ortam ve nesnelere etkileşimde bulunarak deneyim kazanabilmeleridir. Bahsi geçen özellik sayesinde tehlikeli iş kollarının işbaşı eğitimlerinin bu teknoloji kullanılarak yapılması, kişinin tehlike ve risklere girmeden olumlu davranışlar kazanabilmesini sağlamaktadır. Böylece gerçek eğitim araç ve gereçlerinin sanal ortamlarda tasarlanması ile de eğitim maliyetlerinin düşürülmesi mümkün olacaktır.

SG'nin ilgi çekici, heyecan verici, etkileşim içine girebilmeleri, kullanıcının ortamda bulunma hissi yaşaması, ortama kolay odaklanabilmesi gibi özellikleri sayesinde eğitimciler açısından da etkili bir eğitim aracı olarak görülmektedir (Wickens, 1992). Yaşanacak yeni gelişmelerle birlikte SG'nin eğitim alanında daha fazla etkin olacağı hatta bilinen öğretim teknolojilerinin yerini alacağı öngörülmektedir (Kayabaşı, 2005)

4.1.8. Sanal gerçeklik teknolojilerinin diğer kullanım örnekleri

SG teknolojilerinin yaşanan gelişme ve ilerlemelerle birlikte birçok alanda kullanılmaya başladığı görülmektedir. Bu örneklerden biride petrol rezervlerinin keşif çalışmalarında kullanımındır. Burdea (2004) tarafından yapılan çalışmada, yer altındaki petrolün aranması amacıyla kuyular açılmakta ve her bir kuyunun maliyeti yaklaşık 10 milyon dolara mal olmaktadır. Ayrıca açılan bu kuyuların ancak %30'unda petrole ulaşılabilir. Geleneksel arama ve keşif yöntemlerinden olan sismik dalgalar ile veri tabanları oluşturulmakta ve bu veri ve bilgilerden hareketle petrol arama ve keşif çalışmaları yapılmaktadır. Ancak bu alanda elde edilen veriler ile SG teknolojileri kullanılarak arazi bilgileri 3 boyutlu olarak görselleştirilmektedir. Bu görselin jeologlar ve fizikçiler tarafından incelenmesi ve yorumlanması sağlanmaktadır. Böylece kuyularda petrol keşfedilme oranı %30'lardan %80'lere çıkmaktadır.

Mimari ve iç mekân tasarımlarında da etkili ve yenilikçi bir şekilde SG teknolojileri kullanılmaktadır. Şekerci'nin (2017) bu alanda yaptığı çalışmaya göre; mekânların SG ile tasarlanması sonucunda bu yapıları 3 boyutlu olarak gezme ve görme imkânı olmaktadır. Bu sayede tasarımlarda ortaya çıkabilecek sorunların önceden görülerek çözülmesi mümkün olabilecektir. Böylece tasarımın tüm ayrıntılarının görülebilmesi sağlanarak mevcut tasarımlar değerlendirilebilecek ve farklı tasarımların ortaya çıkması mümkün olabilecektir. Tasarlanan mekânın sanal ortamda görülebilmesi mümkün olduğundan tasarımın analizi sağlanarak hatalar en aza indirilebilmekte ve maliyetlerde çok ciddi oranda tasarruflar sağlanabilmektedir. Ayrıca proje tasarımlarında ve yapıların yaşam süreçlerinin takibinde SG kullanımı; sorunların çözümünde, zaman ve süreç yönetiminde faydalar sağlayabilmektedir (Şen, 2021). Böylece yapıların belirli bir süre sonundaki yıpranma durumları SG ile gözlenebilmekte ve yapılacak müdahaleler konusunda öngörü sağlanmaktadır.

4.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Çalışma Prensipleri

SG bilgisayar teknolojileri ile oluşturulan sanal dünya ile gerçek dünyadaki hareket ve etkileri birleştiren ve etkileşimlerini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmaktaydı. Bu durumu sağlayabilmek için öncelikle gerçek dünyadaki fiziksel hareketlerin donanımlar aracılığıyla izlenerek bilgisayar tarafından oluşturulmuş sanal dünyaya aktarılması gerekmektedir. Bu süreçte gerçek dünyadan gelen hareketlere ait

sinyallerin sanal ortama aktarılması ile sanal dünya yeniden çizilir ve oluşan sanal içerik görüntüleyici donanımlar aracılığıyla tekrar gerçek dünyaya aktarılır. Bu sürecin gerçekleştirilebilmesi için ise “giriş”, “simülasyon” ve “oluşturma” süreçlerini kapsayan bir mimari oluşturulmaktadır (Gandhi ve Patel, 2018). Bu mimariye göre giriş süreci, gerçek dünyadaki hareket ve etkilerin algılandığı süreç olup üç boyutlu konum izleyici donanımlar (el kontrolörleri, eldiven, vücut giysisi, başlık vb.) sayesinde hareket verileri simülasyon ortamına aktarılır. Gerçek dünyadan gelen hareket ve etki verilerinin işletilerek sanal dünyanın oluşturulduğu süreç ise simülasyon süreci olarak adlandırılmaktadır. Burada görsel grafikler, ses ve konumlandırma verileri kullanılarak oluşturulan sanal dünya verileri, kullanıcıya iletmek üzere çıkış birimlerine aktararak oluşturma süreci de tamamlanmış olur.

4.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Donanımlar ve Özellikleri

SG sistemi, gerçek dünyadan gelen etkileşim bilgilerinin işlenerek, oluşturulan sanal ortam verilerinin (Görsel grafik, ses, vb.) tekrar kullanıcıya gösterilmesini sağlayan geri beslemeli bir döngü sistemi olarak tanımlanabilir. Bu tanımdan da anlaşıldığı üzere; gerçek dünyadaki kullanıcının hareket, pozisyon ve konum bilgisi uygun ekipmanlarla SG sisteminin anlayabileceği sinyallere dönüştürülürken, SG ortamında oluşturulan yeni sinyallerinde insanın algılayabileceği duyuşsal (görsel, işitsel, dokunsal) verilere dönüştürülmesi sağlanmalıdır (Mihelj ve ark., 2014). Bu bağlamda gerçek dünya ile SG sistemi arasındaki iletişimi gerçekleştirebilmek için çift yönlü bilgi alışverişi imkânı sağlayan donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Alanyazın taramalarında, SG sistemlerinde kullanılan donanımlar incelenerek alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.3.1. Başa takılan görüntüleyiciler

Başta takılan görüntüleyiciler (BTG), her göz için belirli bir mesafeye yerleştirilmiş stereo veya moleküler görüntüler sağlayabilen küçük monitörlerden oluşmuş sistemlerdir. BTG'ler kullanıcıları gerçek dünya görüşünden kopararak sanal ortamda 360° görüş açısı sağlayabilir. Bu sayede kullanıcının başını çevirdiği yöne göre sanal ortam grafikleri oluşturularak kullanıcıya görüntüler sağlanır (Costello, 1997). Bu cihazlar başa takılarak kullanılmaktadır. Bu durum kullanıcıya serbest hareket etme

imkânı sunduğundan cihaza mobil olma özelliği kazandırmaktadır .Mobil BTG’ler “Basit Kasa”, “Ergonomik Kasa” ve “Mobil 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).

4.3.2. Çoklu duyuşal cihazlar

SG sistemlerinde kullanıcıdan gelen geri bildirimleri algılayabilmek için çeşitli cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. Giriş aygıtları olarak da adlandırılan bu cihazlar, kontrolörler, navigasyonlar, vücut izleme cihazları ve hareket takip sistemleridir (Anthes ve ark., 2016). 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.

4.4. Sanal Gerçeklik Uygulama Geliştirme Yazılımları

SG ortamları için uygulama geliştirme süreci birkaç platformda gerçekleşmektedir. Öncelikle sanal ortamların oluşturulması için üç boyutlu modelleme yazılımları kullanılır. Bu yazılımlar SG ortamları için 3B modellerin oluşturulmasını sağlayarak sanal dünyanın görsel inşasını gerçekleştirir. Bu tür modelleme programlarına 3ds Max, Maya ve Blender örnek olarak verilebilir.

SG uygulamalarının asıl özelliği, kullanıcı ile sanal dünya nesnelere arasındaki etkileşimi sağlamasıdır. Bu etkileşimi sağlayan uygulamalar ise oyun motorlarıdır. Bu

oyun motorları, 3B modeller ile kullanıcı arasındaki etkileşimin sağlanması için çeşitli yazılım geliştirme kitleri ve fizik motorlarını kullanır. Günümüzde geliştirilmiş birçok oyun motoru bulunmakla birlikte öne çıkan platformlar Unity ve Unreal Engine oyun motorlarıdır (Anthes ve ark., 2016).

SG uygulamaları geliştirebilmek için bir başka yöntem de SG donanımı geliştiren firmaların geliştirdikleri açık kaynak kodlu yazılım geliştirme kitlerinin kullanımudur. Bu tür yazılımlar SG uygulamasında kullanılacak donanımların (BTG, Kontrolörler vb.) oyun motorlarıyla entegresini sağlar. Bu sayede kullanıcı donanımların geliştirilen SG uygulamasına entegrasyonu için fazladan zaman harcamaz. Günümüzde Steam VR ve Oculus SDK (Software Development Kit), SG uygulama geliştirme sürecinde kullanılan açık kaynaklı yazılım geliştirme kitleridir (Anthes ve ark., 2016).

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; tercih edilen araştırma yöntemi, seçilen araştırma grupları, uygulamanın tasarım ve geliştirme süreci, veri toplama araç ve süreçleri hakkında bilgiler verilip, toplanan verilerin analizleri yapılmaktadır.

5.1. Araştırma Modeli

İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin temel amacı, çalışanlara güvenli davranış becerisi kazandırmaktır. Bu eğitim ile çalışan personelin tehlikeli ve riskli durumlara karşı doğru davranışlar göstermesi ve çalışma ortamlarının daha güvenli hale gelmesi sağlanmış olur. İSG eğitimlerinden gerekli verimin alınabilmesi için eğitimlerin, teorik kısmının güçlü olması gerekmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere, İSG eğitimlerinde teorik ve buna bağlı olarak da verilecek uygulamalı eğitim, birbirlerini tamamlayan iki farklı eğitim özelliği göstermektedir. Bu çalışma kapsamında İSG eğitimleri her iki açıdan incelenmiş ve mevcut İSG eğitimlerine uygun olarak bir SG uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen SG uygulamasının, İSG eğitimlerine katkısı ve etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı desen kullanılmıştır. Araştırma kapsamında çalışanların bilgi düzeylerinin ölçümü ve davranış değişiklikleri ile ilgili puanlamanın yapılabilmesi için nicel araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Bu sonuçların

detaylandırılması, eğitim sonucu kazandırılan davranışların analiz edilebilmesi ve görüşlerin ortaya konulabilmesi için ise nitel araştırma yönteminden faydalanılmıştır.

Araştırmada İSG eğitimlerinde kullanılan geleneksel eğitimler ile SG tabanlı teknolojiler kullanılarak yapılan eğitimler arasındaki farkı ortaya koyabilmek, eğitimlerde kullanılan SG tabanlı uygulama değişkeninin çalışmadaki neden-sonuç ilişkilerini belirleyebilmek, iki eğitim arasında çıkan sonuçları karşılaştırabilmek amacıyla araştırma modellerinden deneme modeli kullanılmıştır. Bu model; gözlenmek istenilen değişkenlerin araştırmacı tarafından üretilmesi ve yapılan araştırmaların yapay ya da doğal ortamlarda araştırmacının kontrolü altında gerçekleştirildiği ortamlar olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2012). Çalışmada, SG tabanlı eğitim uygulamasının etkilerini ölçümleyebilmek amacıyla bir deney grubu ve bu gruba yapılacak çalışma sonuçlarının geleneksel eğitime göre farklarını ortaya koyabilmek amacıyla da bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar, fabrikanın tüm bölümlerinden rastgele seçilen kişiler her iki grupta da eşit sayıda olacak şekilde oluşturulmuştur. Kümeleme örneklem yönteminin kullanıldığı bu araştırmada, deney öncesi ve sonrası çalışanların bilgi düzeylerini ölçümleyebilmek ve sonuçları doğru bir şekilde değerlendirebilmek amacıyla, ön-test son-test kontrol gruplu gerçek deneme modeli kullanılmıştır. Bu modele göre, deney öncesi ve deney sonrası ölçümler yapılır ve kullanılan değişkenin etkisini ölçümleyebilmek için ön-test, son-test sonuçları birlikte kullanılır (Karasar, 2012).

Çizelge 5.1. Araştırmada kullanılan deneme deseninin simgesel ifadesi

G ₁	C	O _{1,1}	X	O _{1,1}
G ₂	C	O _{2,1}		O _{2,1}

Tabloda gösterilen simgelerden; G₁ ve G₂, grupları temsil ederek modelin 2 gruptan oluştuğunu, C: atamaların küme örneklem ile yapıldığını, X: kullanılan bağımsız değişkeni, O₁ ve O₂ ise deney öncesi ve deney sonrası ölçümleri ifade etmektedir.

İSG, sadece çalışanları değil aynı zamanda işveren ve İSG uzmanlarını da içinde barındıran bir olgudur. Dolayısıyla çalışma ortamlarının daha sağlıklı ve güvenli hale gelmesi bu paydaşların birlikte ve koordineli bir şekilde çalışmasına bağlıdır. Buradan hareketle araştırmayı bütüncül bir şekilde değerlendirebilmek, bu paydaşların süreçle ilgili görüş, öneri, deneyim ve algılarını ortaya koyabilmek amacıyla nitel araştırma yöntemi de kullanılmıştır. Nitel araştırma, algıların ve olayların doğal ortamda, gözlem, görüşme, doküman analizi gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı ve toplanan bu

verilerin bütüncül ve gerçekçi bir şekilde ortaya konulmasını sağlayan araştırma süreci olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

5.2. Araştırma Grubu

Araştırma, SGK tarafından “çok tehlikeli” sınıf olarak adlandırılan iş yerlerini hedef aldığından, çalışma grubu; Konya 3. Organize Sanayi Bölgesinde yer alan ve otomotiv sektöründe faaliyet yürütmekte olan ve yaklaşık 80 personeli olan bir fabrikadaki çalışanlardan seçilmiştir. Fabrika SGK tarafından çok tehlikeli işyeri olarak sınıflandırılmış olup dökümhane, talaşlı üretim ve depolama bölümlerinden oluşmaktadır. Ayrıca araştırmacının bir dönem bu fabrikada görev yapmış olması da bu işyerinin seçiminde etkili olmuştur. Zira araştırmacının, araştırma konusuyla ilgili olarak alanı yakından tanınması, olup biten süreçler hakkında bilgi sahibi olması, olayları yerinde görerek ortamda zaman geçirmiş olması ve araştırmaya dahil edilen kişilerle yakın iletişim kurmuş olması, araştırmacının kendi gözlem ve yorumlarını ortaya koyabilmesi adına nitel araştırmalarda önemli bir etkidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Deney ve kontrol grupları oluşturulurken aynı bölüm ve pozisyonda görev yapanların her iki gruba ayrı ayrı gelecek şekilde dağıtılmasına dikkat edilmiştir. Örneğin depo bölümünde görev yapan iki kişiden biri deney grubuna alınırken diğeri kontrol grubuna alınmıştır. Böylece gruplar arasında homojenlik sağlanmaya çalışılmıştır. Yine çalışanların seçiminde mühendis ve benzeri teknik personellerle idareci konumundaki çalışanlar bu gruplara dahil edilmemiştir. Deney ve kontrol gruplarında, 10’ ar çalışan olmak üzere toplam 20 çalışan üzerinde araştırma yapılmıştır. Gruplara çalışma hakkında bilgi verilerek katılım onayları alınmıştır.

Katılımcılar hakkında bilgi edinmek amacıyla EK-1 de sunulan “Kişisel Bilgi Edinme Formu” kullanılmıştır. Bu formdan elde edilen deney grubuna ait bilgiler Çizelge 5.2. de görülmektedir.

Çizelge 5.2.Deney grubu demografik bilgileri

	Yaş	Meslek	Meslekte Geçen Süre (Yıl)	Toplam Çalışma süresi (Yıl)	Daha Önce İSG Eğitimi	Daha Önce Yaşanan İş Kazası (Sayı)	Sanal Gerçeklik Deneyimi
Çalışan1	29	Dış Ticaret	3	3	Evet	Yok	Yok
Çalışan3	32	Dış Ticaret	10	12	Evet	Yok	Yok
Çalışan2	28	Dökümcü	4	5	Evet	Yok	Yok
Çalışan7	49	Dökümcü	30	30	Evet	Var (2)	Yok
Çalışan4	51	Kaynakçı	40	40	Evet	Yok	Yok
Çalışan8	39	Kaynakçı	3	10	Evet	Yok	Yok
Çalışan6	46	Depo Çalışanı	22	22	Evet	Yok	Yok
Çalışan5	37	Depo Çalışanı	5	10	Evet	Yok	Yok
Çalışan9	28	Talaşlı Üretim	3	3	Evet	Yok	Yok
Çalışan10	31	Talaşlı Üretim	5	7	Evet	Yok	Yok

Çizelge 5.2'ye göre, çalışanların hiçbirinin daha önce SG deneyimi yaşamadıkları görülmektedir. Ayrıca çalışanların tümünün daha önce İSG eğitimi aldıkları da görülmektedir. Zira bu eğitimlerin işyerleri tarafından çok tehlikeli iş kollarında her yıl verilme yükümlülüğü bulunmaktadır.

5.3. Uygulama Geliştirme

Bu bölümde SG tabanlı İSG eğitim uygulamasının geliştirilme süreci hakkında bilgi verilecektir. Uygulama eğitim içeriklerinin hazırlanması, tasarım ve modelleme, yazılım geliştirme ve test değerlendirmeden oluşan 4 aşamalı bir süreç sonunda geliştirilmiş olup her aşamanın ayrıntıları alt başlıklar halinde ele alınmıştır.

5.3.1. SG eğitim içeriklerinin hazırlanması

İş yerlerinde uygulanacak eğitimler, ÇSGB tarafından 6331 sayılı kanun ve ilgili yönetmeliklerle eğitim konuları belirlenmiştir. Ancak her işyerinin barındırdığı farklı risk unsurlarına göre bu yönetmelikte belirtilen konulardaki eğitim içeriğinin hazırlanması, işverenin sorumluluğuna verilmiştir. Bu doğrultuda her iş yeri kendi çalışma yapısına uygun olarak ilgili yönetmelik konularına bağlı kalarak eğitim içeriklerini

hazırlamaktadır. Araştırma için seçilen fabrika da bu yönde hareket etmekte olup bu görev ve sorumluluklarını yerine getirmek amacıyla OSGB firmaları ile çalışmaktadır. Bu doğrultuda fabrikada verilen İSG eğitim içeriklerine ulaşmak amacıyla ilgili OSGB firma yetkilileriyle iletişime geçilerek, eğitim içerikleri temin edilmiştir.

Fabrikada uygulanan İSG eğitim içerikleri incelenerek uygulama konuları belirlenmiştir. Buna göre belirlenen konular ve ana başlıkları Çizelge 5.3'te sunulmuştur.

Çizelge 5.3. SG tabanlı İSG eğitim konu başlıkları

Ana Başlık	Konu Başlık
Yangına Müdahale	1. Atık Yağ Alanında Yangın Söndürme
	2. Depo Alanında Yangın Söndürme
	3. Makine ve Cihazlarda Yangın Söndürme
Depolamada Güvenlik	1. Depo Tertip ve Düzende Güvenli Davranış
	2. Depo Alanında Giriş/Çıkış Uygulaması
	3. Kimyasalların Depolanması
	4. Malzeme İstiflemede Güvenli Davranış
Elektrik Kullanımında Güvenlik	1. Elektrik Çarpmalarında Müdahale
	2. Elektrik Kaçaklarında Güvenli Davranış
	3. Elektrik Priz Kullanımında Güvenli Davranış
Makine ve Cihazlarda Güvenlik	1. Preslerde Güvenli Kullanım
	2. Matkaplarda Güvenli Kullanım
	3. Taşlamalarda Güvenli Kullanım
	4. Tornalarda Güvenli Kullanım
Yüksekte Güvenli Çalışma	1. Yüksekte Güvenli Çalışma

Çalışmanın odak noktası çalışanların gerçek hayatta karşılaşılabileceği olumsuzluklara karşı SG tabanlı İSG eğitim uygulamalarının, çalışanlara güvenli davranış kazandırmadaki etkisini araştırmaktır. Buradan hareketle belirlenen eğitim içeriklerine uygun olarak, çalışanın karşılaşılabileceği olumsuz ve riskli durumların SG ortamında simüle edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle iş yerlerinde yaşanan ya da yaşanma riski olan olumsuz durum ve davranışlar hakkında araştırma yapılmıştır. Yapılan inceleme ve araştırma sonucunda, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “Döküm Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi” adlı çalışmaya

ulaşmıştır. Küçük ve orta ölçekli dökümhanelerde risk değerlendirmeleri yaparak bu işletmelere yol göstermeyi amaçlayan bu rehber, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği uyarınca dökümhanelerdeki tehlike ve risklere yönelik korunma önlemleri ve mevcut risklerin envanterini kapsamaktadır (Güven ve ark., 2016). Çizelge 5.4'te ilgili rehberde, elektrik başlığı altındaki bir risk envanter örneği gösterilmektedir.

Çizelge 5.4. Döküm sektörü iş sağlığı ve güvenliği rehberi risk envanteri örneği

Bölüm	Faaliyet	Tehlike	Risk
Elektrik	Elektrik tesisatı, tezgahların çalıştırılması	Elektrik	Yangın, patlama

Araştırmada kullanılacak senaryolar bu rehberdeki risk unsurları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Geliştirilen SG tabanlı İSG eğitimleri, gerçek hayattaki çalışma ortamlarının ve iş akışlarının SG ortamlarında yeniden canlandırılması temeline dayanmaktadır. Yaparak yaşayarak öğrenme ilkesi referans alınarak geliştirilen bu eğitimler ile çalışanlara İSG eğitimleri teorik olarak verilmiş ve bu bilgiler kullanılarak güvenli davranış kazandırmak hedeflenmiştir. Bu amaçla da Schank ve arkadaşları (1999) tarafından önerilen, “hedefe dayalı senaryo yaklaşımı” araştırmadaki SG tabanlı İSG eğitimlerinin modellenmesinde kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre, eğitimler yedi önemli bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

1. *Öğrenim kazanımları:* Eğitim sürecindeki öğrencilerin neyi öğrendiklerini açıklamaya çalışan bu bileşende kazanımlar, eğitim içerik bilgisi ve bu bilginin uygulama sürecinde nasıl kullanılacağı boyutlarıyla ele alınmaktadır.
2. *Misyon:* Öğrencilerin sürece katılımının sağlandığı bu bileşende, çözülmesi beklenen problemi ifade etmektedir.
3. *Hikâye:* Problemin çözümü için gerekçenin oluşturulduğu bileşendir.
4. *Rol:* Öğrenci bilgi ve becerilerini gösterebileceği karakter ya da durumdur.
5. *Senaryo İşlemleri:* Eğitimde gerçekleşecek olayların misyon ve öğrenim kazanımları doğrultusunda, öğrencinin yapması gerekenleri ve öğrenci tarafından verilen kararların sonuçlarının tasarlandığı bileşendir.
6. *Kaynaklar:* Eğitimde ihtiyaç duyulan bilgilerin ifade edildiği bileşendir.
7. *Dönüt:* Misyonu tamamlama düzeylerini ve öğrenim kazanımlarının dönütlerinin alınmasını ifade eder.

Bu bileşenler doğrultusunda oluşturulan uygulama örneği Çizelge 5.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.5.SG tabanlı İSG eğitimi hedefe dayalı senaryo yaklaşımı yangına müdahale örneği

Bileşen	Açıklama
<i>Öğrenim kazanımları</i>	Bu eğitim sonunda çalışanlar yangının nasıl oluştuğu, yangın türleri ve bunların söndürülmesi için kullanılacak yöntem ve araçlar hakkında bilgi edinirler. Böylece yangınla mücadelede güvenli davranış kazanırlar.
<i>Misyon</i>	Çalışma ortamında çıkan yangınlara karşı yangın türüne göre doğru müdahale yöntemlerinin kullanılması.
<i>Hikâye</i>	Çalışma esnasında farklı tür ve bölgelerde çıkacak yangınlar
<i>Rol</i>	Fabrika ortamındaki bir çalışanın temsil edildiği karakterdir. İSG kapsamında çalışanın çıkacak olumsuz durumlara karşı göstermesi gereken davranışlardır.
<i>Senaryo işlemleri</i>	<p>İşyerinde çalışma sırasında elektrik panosunda bir patlama olur ve panoda yangın başlar. Çalışan, müdahale etmek için öncelikle yangın söndürücülerin bulunduğu alana giderek orada bulunan yangın söndürücülerden uygun olanı seçer. Yangının olduğu alana giderek yangın söndürücü ile yangına müdahale eder.</p> <p>Yangın elektrik kaynaklı yangın türüdür. Bu tür yangınlara müdahale etmek için kullanılacak yangın söndürücüler ABC ve B tozlu halon gazlı özellikteki söndürücüler olmalıdır.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Durum: Çalışan yangına bu tür söndürücüler ile müdahale ederse yangın söner. 2. Durum: Çalışan yangına belirlenen söndürücüler dışında bir söndürücü kullanır ise yangının olduğu alanda müdahalesi yetersiz kalır, yangın söndürülemez ya da patlama meydana gelir ve çalışan yaralanır.
<i>Kaynaklar</i>	İSG eğitimlerinde verilen ders içerikleridir.
<i>Dönüt</i>	Uygulama sonucunda verilen bilgilendirme mesajlarıdır.

Uygulama içerikleri, “hedefe dayalı senaryo yaklaşımı” doğrultusunda Çizelge 5.3'te gösterilen tüm başlıklar için ayrı ayrı hazırlanarak tasarım ve modelleme aşamasına geçilmiştir.

5.3.2. Tasarım ve modelleme

SG, başta görme ve işitme duyuları olmak üzere birden fazla duyunun aktif olarak kullanıldığı bir teknolojidir. Bu özelliği kullanarak geliştirilecek eğitim uygulamalarının daha etkili ve verimli olması beklenmektedir. Ancak bu uygulamalar ile verilecek eğitimlerin etkinliğinin artırılması için, insan-bilgisayar etkileşiminin doğru organize edilmesi gerekmektedir. SG; bilişim teknolojileri kullanılarak üretilen dijital içeriklerin (resim, ses, grafik, animasyon, metin vb.) verimli, çekici, etkili bir biçimde birlikte sunulmasını ve koşulmasını sağlayan bir çoklu ortam uygulamasıdır (Kuzu, 2017). Buradan hareketle çalışmadaki İSG SG uygulamaları, çoklu ortam tasarım ilkeleri doğrultusunda hareket edilerek geliştirilmiştir.

Mayer'e (2009) göre, çoklu ortamların etkili bir öğrenme tasarımı olabilmesi için 12 ilkeye bağlı kalınmalıdır. Bunlar, Çizelge 5.6'da 3 ana başlık altında gösterilmektedir.

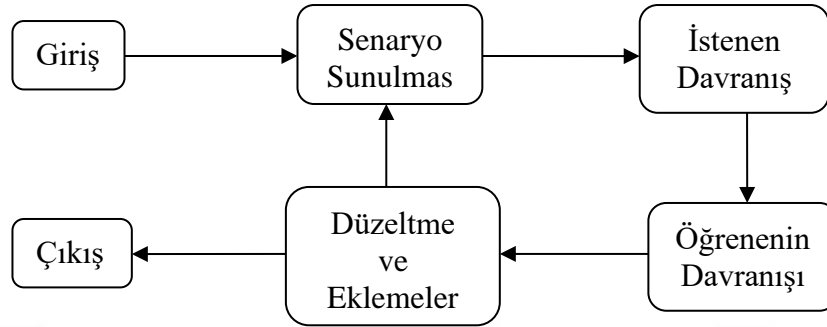
Çizelge 5.6. Çoklu ortamda öğrenme tasarım ilkeleri

Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkeleri	Temel Süreçleri Yönetme İlkeleri	Üretici Süreçleri Geliştirme İlkeleri
<ul style="list-style-type: none"> • Tutarlılık İlkesi • Dikkat Çekme İlkesi • Gereksizlik İlkesi • Konumsal Yakınlık İlkesi • Zamansal Yakınlık İlkesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Parçalara Bölme İlkesi • Ön-Alıştırma İlkesi • Biçim İlkesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Çoklu Ortam İlkesi • Kişiselleştirme İlkesi • Ses • Resim

Çoklu ortam eğitim uygulamalarının, etkili ve verimli olabilmesi için bu ortamların iyi tasarlanması büyük önem arz etmektedir (Kuzu, 2017).

Alanyazın taramasında çoklu ortam materyallerinin öğretim alanındaki kullanım yeri ve amacına uygun olarak, çoklu ortam öğreniminde kullanılan çeşitli formatlar görülmektedir. Geliştirilen uygulama, gerçek ortamların sanal gerçeklik dünyasında yeniden canlandırılması ilkesine dayandığından, uygulamanın benzeşim yazılım formatında olduğu değerlendirilmiştir. Benzeşim yazılımları, gerçek hayatta riskli ve tehlikeli durumların, öğretilmesi gereken olay, davranış ya da olguların benzeşim yoluyla çoklu ortam yazılımları ile verilmesidir (Kuzu, 2017). Bu yazılımlarda, öğrenenin öğrenme ortamı içerisinde bulunmasını sağlayarak, işlenen süreç ve olaylar hakkında deneyimleyerek öğrenmesi amacı güdülmektedir. Özellikle gerçek yaşamda denenmesi

ve gözlenmesi zor olan riskli, tehlikeli ve masraflı süreçlerin öğrenilmesinde sıkça başvurulan yazılım formatıdır (Demirel ve ark., 2002). Bu tür uygulamalarda kişi çoklu ortamla etkileşime girerek süreç hakkında bilgi edinir böylece gerçek olaylara karşı deneyim kazanmış olur (Kuzu, 2017).



Şekil 5.1. Benzeşim yazılımları işleyiş yapısı

SG, gerçek dünyadaki nesnelerin, bilgisayar teknolojileri kullanılarak, sanal ortamlarda yeniden oluşturulmasıdır. Bu amaçla sanal ortamların tasarımı için gerçek dünyadaki nesnelerin ve diğer öğelerin (renk, ses, ışık, vb.) sanal dünyada temsil edilmesi gerekmektedir. Bu temsili gerçekleştirebilmek için ise bu nesnelerin sanal dünya için çeşitli yazılımlar ile 2B ve 3B olarak yeniden oluşturulması gerekir. Bir sistem ya da yapının temsil edilmesine model adı verilmektedir (Karasar,2012). Sanal ortamdaki bir cismin modeli, o cismin gerçek dünyadaki fiziksel özelliklerinin yanında dinamik davranış özelliklerini de içeren bir yapıda olmalıdır (Mihelj ve ark., 2014). Bu sayede, gerçek dünya ortamlarını SG ortamları ile taklit edebilmek mümkün olabilmektedir.

Çalışmada geliştirilmesi amaçlanan SG uygulaması, bir benzeşim yazılımı olduğundan, çalışanların SG uygulamasını kullandıklarında oradaymış hissi yaşatabilmesi bu uygulamaların odağını oluşturmaktadır. Buradan hareketle çalışanlara gerçek çalışma hissini yaşatabilmek için buldukları fabrika ortamının sanal ortama gerçekçi bir şekilde aktarılması amaçlanmıştır. Bu durumu gerçekleştirebilmek için, araştırma amacıyla seçilen fabrika ortamı keşfedilmiş, ses ve görüntü kayıtları alınarak simülasyon sürecinde bu bilgi ve kayıtlardan faydalanılmıştır.

Çoklu ortam geliştiriciliğinde 3B modelleri, sesleri, model dokularını, vb. varlıkları ifade etmek amacıyla asset kavramı kullanılmaktadır (Şahin, 2019).SG ortamlarının geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan bu asset'lerin hazırlanması gerekmektedir. Çalışma kapsamında öncelikle gerekli olan 3B modellerin tasarlanması ile işe

başlanmıştır. Bu süreçte açık kaynak kodlu ücretsiz bir 3B modelleme yazılımı olan Blender tercih edilmiştir. Tasarım sürecine geçmeden önce hazırlanan eğitim içerikleri için gerekli olan 3B modellerinin listeleri çıkarılmıştır. Çizelge 5.7 de yangına müdahale eğitimi kapsamında hazırlanması gereken asset listesi gösterilmektedir.

Çizelge 5.7. Yangına müdahale senaryosu asset ihtiyaç listesi

Asset Türü	Liste
3B Model ve parçacık simülasyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Yangın söndürücü 3B modeli • Yangın parçacık simülasyonu • Duman parçacık simülasyonu • Yangın söndürücü parçacık simülasyonu • Alarm butonu 3B modeli • Alarm butonu ikaz levhası 3B modeli • Yangın söndürücü ikaz levhası 3B modeli
Ses	<ul style="list-style-type: none"> • Yangın ses efekti • Yangın söndürücü ses efekti • Patlama ses efekti • Alarm ses efekti

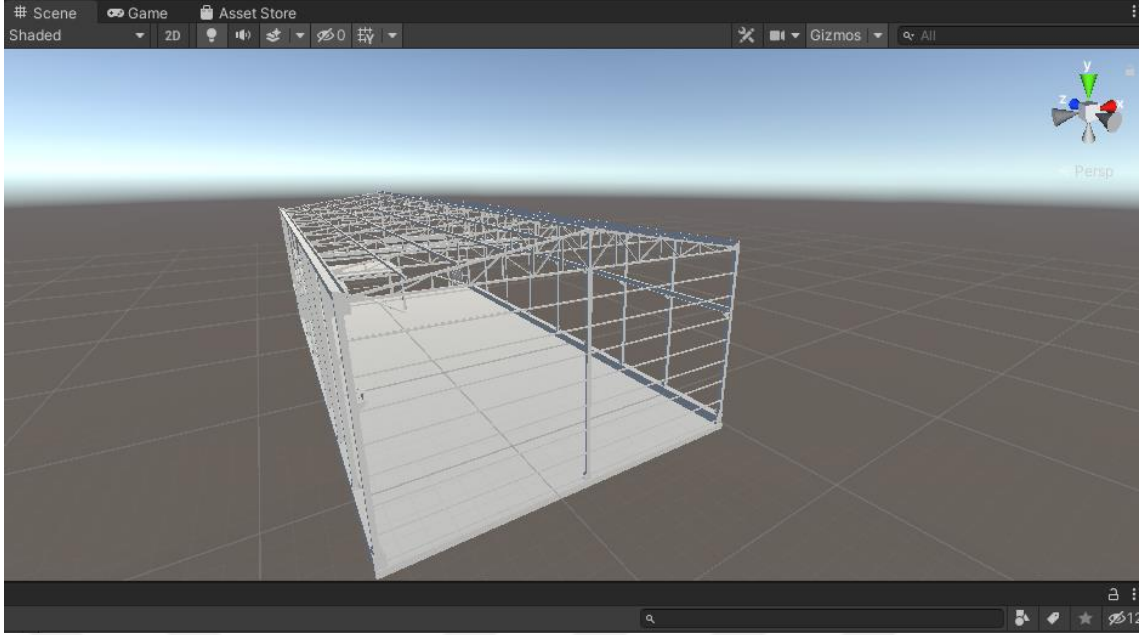
İhtiyaç duyulan 3B modellerinin bir kısmı, araştırmacı tarafından Blender yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. İnternet sitelerinden ücretsiz olarak indirilen bazı modeller üzerinde de senaryolara uygun olarak değişiklikler yapılmış ve modeller yeniden tasarlanmıştır. Tez kapsamında geliştirilen İSG uygulamaları kapsamında, toplam yaklaşık 500 adet model tasarımı yapılmıştır. Şekil 5.2 de Blender yazılımı ile hazırlanan 3B yangın söndürücü modeli gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Yangın söndürücü 3B modeli

Uygulamada kullanılacak ses efektleri, ses efekt sitelerinden ücretsiz olarak indirilmiştir. Burada bulunamayan bazı ses efektleri (bazı makine sesleri vb.) ise gerçek ortamlara ait seslerin audio edit yazılımları kullanılarak düzenlenmesiyle elde edilmiştir. Her bir senaryo için, 3B modeller ve diğer asset'ler bu yöntem ve teknikler kullanılarak ayrı ayrı hazırlanmıştır.

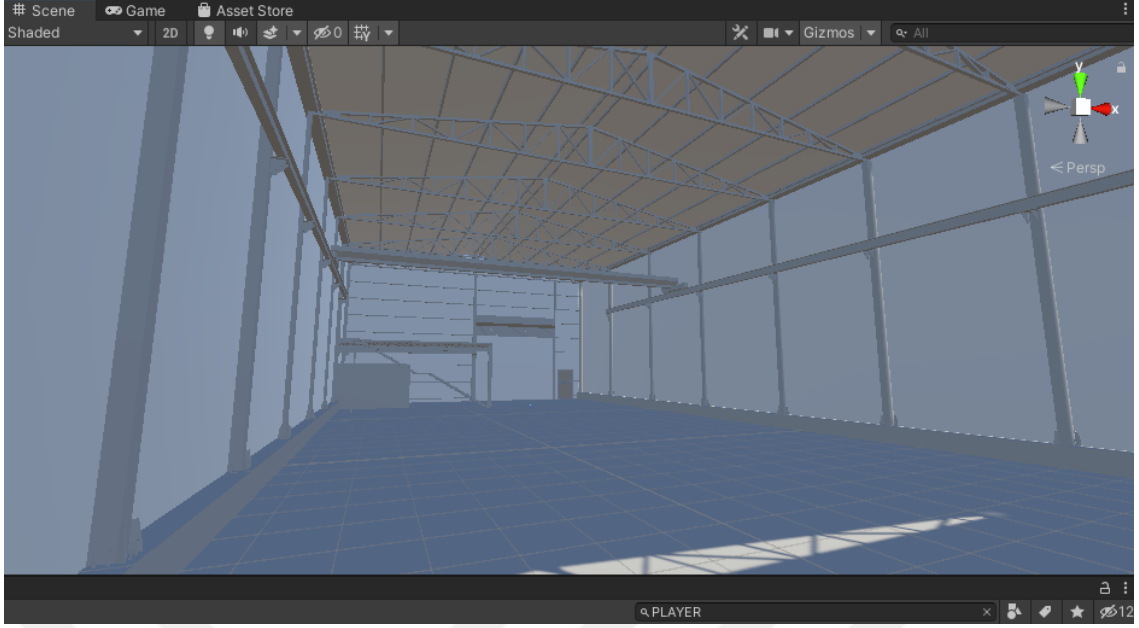
SG tabanlı uygulamada senaryoların uygulanabilmesi için gerçek hayattakine benzer bir çalışma ortamının tasarlanması gerekmektedir. Buradan hareketle çalışma için seçilen fabrikanın 3B model tasarımı yapılmıştır. Gerçek fabrika ortamında çalışan hissini kullanıcıya aktarılabilmesi için gerçek ortam görüntüleri kullanılarak sanal bir fabrika ortamı oluşturulmuştur. Şekil 5.3'te, sanal fabrikanın 3B tasarım görüntüsü sunulmaktadır.



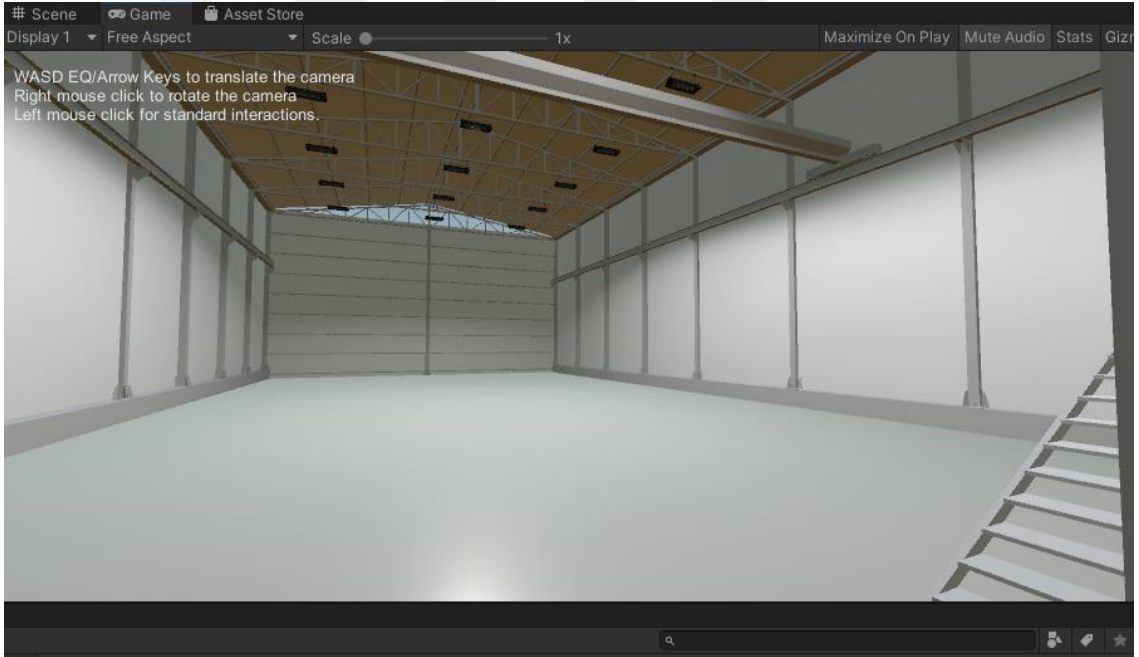
Şekil 5.3. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-1

Sanal ortam için 3B modeller ve diğer asset'ler oluşturulduktan sonra, bunların bir araya getirilip etkileşimli bir uygulamaya dönüştürülebilmesi için oyun motorları kullanılmaktadır. Bilgisayar ortamında oluşturulan 2B ve 3B model, kaplama, ses, karakter, ışık, vb. asset'lerin iki ve üç boyutlu ortamlarda konum ve pozisyonunun ayarlanıp hesaplanabildiği, bunların kullanıcı ile etkileşime girebilmesini sağlayan ve bu amaçla birçok hazır kod kütüphanesi barındıran yazılımlara oyun motoru adı verilmektedir (Şahin, 2019). Bu amaçla günümüzde yaygın olarak kullanılan birçok ücretli ve ücretsiz oyun motoru bulunmaktadır. Ancak bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirmek amaçlandığında Unreal Engine ve Unity 3D oyun motorları ön plana çıkmaktadır. Unity 3D, kişisel projelerin geliştirilmesinde ücretsiz, geniş kullanım alanına sahip, SG geliştirme kitleri ile kolay ve hızlı geliştirme imkânı sunan bir oyun motorudur (Karagözler, 2021). Bu gerekçelerle uygulamanın geliştirilmesinde Unity 3D oyun motoru tercih edilmiştir.

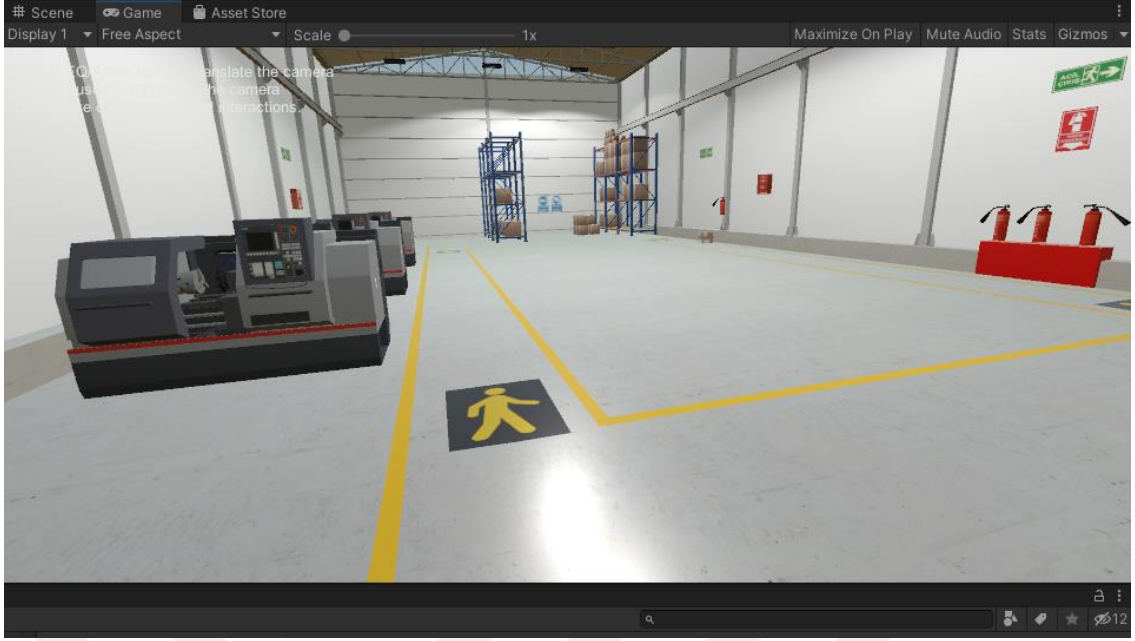
Uygulama tasarım sürecinde 3B model ve diğer asset'ler hazırlandıktan sonra bunlar Unity 3D ile bir araya getirilerek gerçeğine benzer bir fabrika ortamı tasarlanmıştır. Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6 de bu tasarım sürecindeki ekran görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 5.4. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-2



Şekil 5.5. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-3

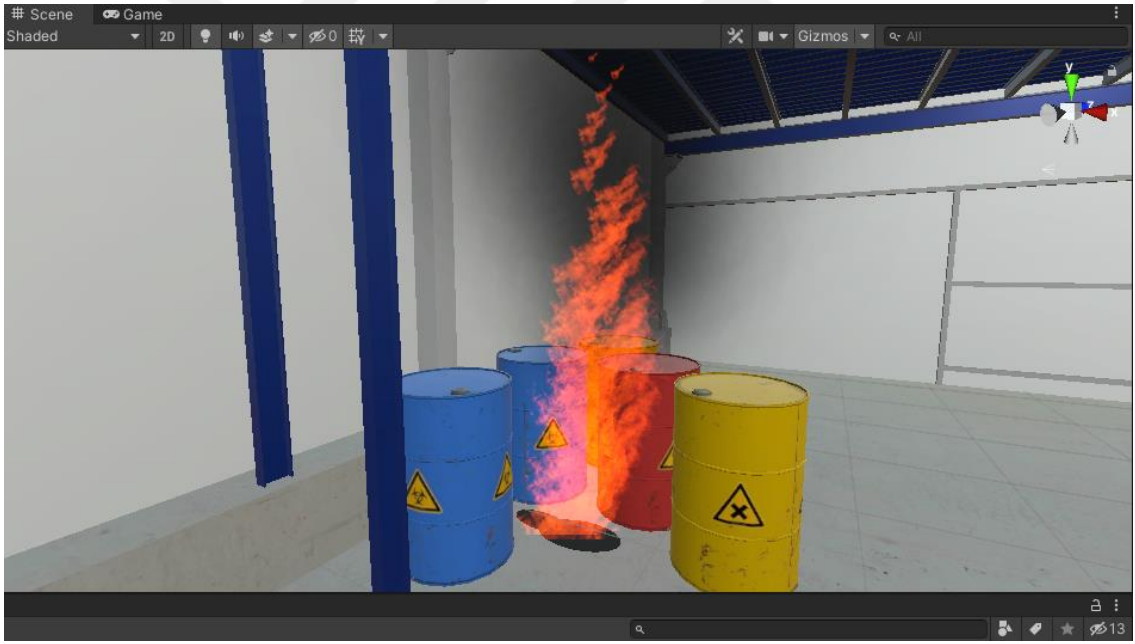


Şekil 5.6. 3B Sanal fabrikanın tasarım görüntüsü-4

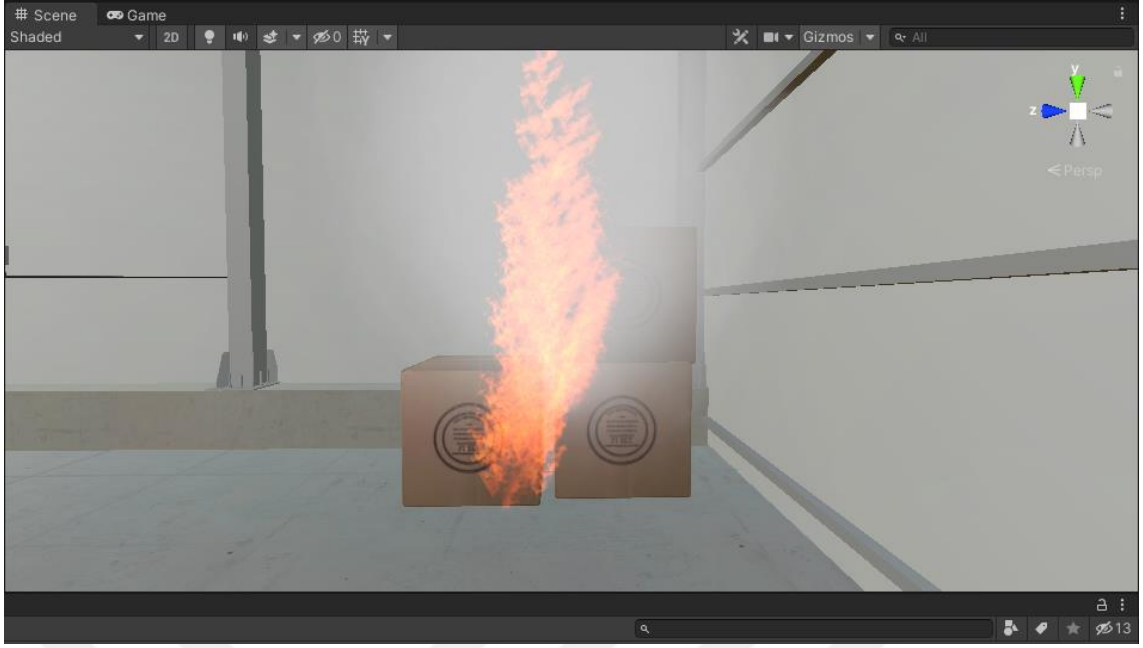
Sanal fabrika tasarlanırken, eğitim içeriklerine göre hazırlanan senaryoların uygulanabilmesi için gerekli alan ve ortamlara yoğunlaşmıştır. Örneğin yangına müdahale senaryolarında, farklı yangın türleri için sanal fabrikanın farklı alanları kullanılmıştır. Böylece çalışana, bu alanlarda çıkan farklı yangın türlerinin hepsini tanıma ve bunlara müdahale yöntemleriyle ilgili doğru davranışların kazandırılması amaçlanmıştır. Benzer şekilde, sanal fabrikada atık yağ alanı, depo ve makine bölümleri olmak üzere 3 alan belirlenerek buralarda da yangınlar simüle edilmiş ve çalışandan buralarda çıkan yangın türüne uygun olarak doğru yangın söndürücü ile doğru müdahale etmesi beklenmiştir. Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da sanal fabrika da tasarlanan yangın söndürücüler ve yangın simülasyonlarına ait ekran görüntüleri görülmektedir.



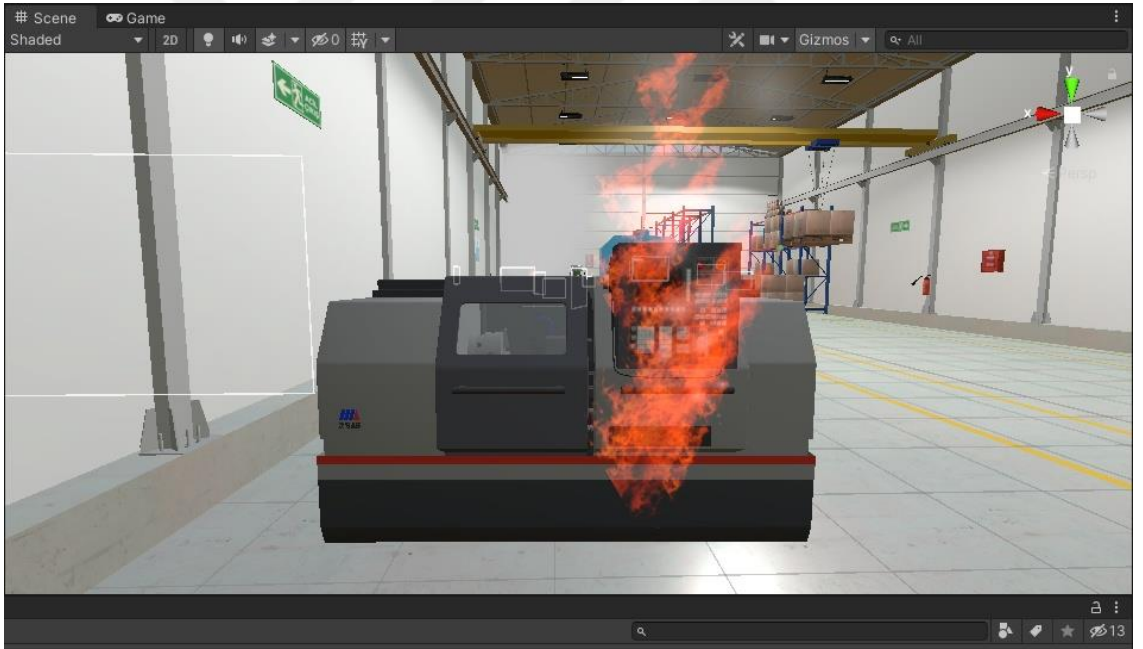
Şekil 5.7. Yangın söndürücü ve diğer 3B modeller



Şekil 5.8. Atık yağ alanı yangın simülasyonu

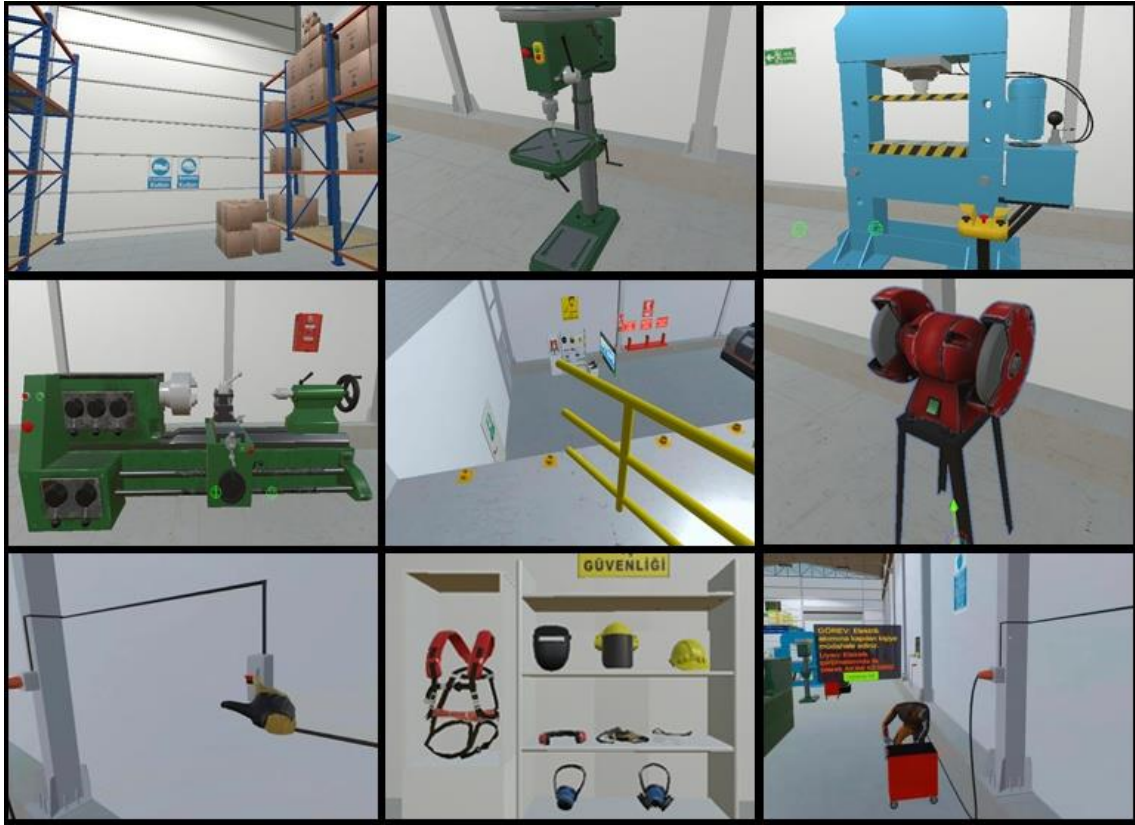


Şekil 5.9. Depo alanı yangın simülasyonu



Şekil 5.10. Makine bölümü yangın simülasyonu

Eğitim içerikleri hazırlama aşamasında oluşturulan diğer senaryolar için gerekli olan depo, elektrik, makine ve yüksekte çalışma bölümleri de sanal fabrikada gerçeğine benzer bir şekilde tasarlanmıştır. Şekil 5.11 de diğer bölümlere ait ekran görüntüleri sunulmuştur.



Şekil 5.11. Diğer bölümlere ait ekran görüntüleri

Sanal fabrika, gerçek çalışma ortamına benzer bir şekilde ses, ışık, doku vb. unsurlar Unity 3D ile tasarlanmış ve senaryoların gerçekleştirilebilmesi için yazılım geliştirme aşamasına geçilmiştir.

5.3.3. Yazılım geliştirme

Uygulamada, önceki aşamalarda gerçekleştirilen senaryoları uygulanabilir hale getirmek, kullanıcının sanal ortamla etkileşimini sağlamak ve mekanikleri kontrol ve manipüle etmek gerekmektedir. Yapılan tasarımlara işlerlik ve etkileşim kazandırılabilmesi için senaryolara uygun algoritmalar hazırlanmış bunlara uygun kodlamalar yapılmıştır. Kodlama sonunda uygulama test edilerek gerekli düzenlemeler yapılmış ve uygulama senaryoya uygun hale gelene kadar süreç tekrarlanmıştır. Her senaryo için ayrı ayrı bu aşamalar tekrarlanmış ve her senaryonun kodlanması sonucunda uygulama, iş güvenliği uzmanı tarafından test edilmiştir. Yazılım geliştirme süreci, algoritmaların hazırlanması, kodlama süreci, kullanılan cihaz ve SDK'lar3 alt başlık altında ele alınmıştır.

5.3.3.1.Algoritmaların hazırlanması

Belirli bir sürecin olay ya da işlemlerin, bilgisayar programlarına aktarılmasında algoritmalarından faydalanılmaktadır (Arabacıoğlu ve ark., 2007). Algoritma, sonlu bir işlemin sıralı bir şekilde, aşamalar halinde kendi dilimize uygun bir yapıda tasarlanan anlatımlardır (Aytekin ve ark., 2018). Uygulamanın hazırlanması için önceki aşamalarda hazırlanan senaryolardan faydalanılarak algoritmalar oluşturulmuştur. Bu algoritmalar yangına müdahale, depolamada güvenlik, elektrik kullanımında güvenlik, makine ve cihazlarda güvenlik, yüksekte çalışmada güvenlik başlıkları altında ele alınarak özetlenmektedir.

Yangına müdahale; çalışma için seçilen fabrikanın risk analiz raporunda yer alan, ortaya çıkma ihtimali yüksek yangın türleri değerlendirilerek 3 tür yangın üzerine odaklanılmıştır. Bunlar;(1) atık yağ alanında çıkabilecek B türü yangın, (2) depolama alanında çıkabilecek A türü yangın, (3) makine ve cihazlarda çıkabilecek E türü yangınlardır. Fabrikada uygulanan İSG eğitim içeriklerinden, bu tür yangınlara müdahale yöntemleri incelenerek çalışana kazandırılması amaçlanan doğru davranışlar tespit edilmiştir. Buna göre doğru davranış, çalışanın öncelikle yangın alarmını çalıştırması sonra da yangın türüne uygun olan yangın söndürücüyü seçerek yangına uygun mesafeden müdahale etmesidir. Çalışanların yangına aksi müdahale durumlarında ortaya çıkabilecek sonuçlar ile ilgili bilgiler bu raporda yer almadığından İSG uzmanıyla görüşülerek değerlendirilmiş ve sonuçta patlama, parlama ve yangının büyümesi gibi durumların ortaya çıkabileceği bilgisi alınmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda yangına müdahale uygulama aşamaları tasarlanmıştır.

Belirlenen yangın türlerine göre sanal fabrikadaki atık yağ alanı, depo bölümü, makine ve cihazlar bölümleri olmak üzere 3 alanda yangın senaryolarının uygulanmasına karar verilmiştir. Buna göre, yangın simülasyonu başlatılacak, kullanıcı bulunduğu bölüm ve yangın türü hakkında bilgilendirilecek ve uygun yangın söndürücü ile yangına müdahale etmesi istenecektir. Eğer kullanıcı yangına doğru yangın söndürücü ile müdahale ederse yangın sönecek ve uygulama tamamlanacaktır. Aksi durumlarda yangın sönmeyecek ve kullanıcıya yanlış müdahale ile ilgili mesaj verilecektir.

Depolamada güvenlik; birçok risk unsurunun bulunduğu bu ortamlarda uyulması gereken kurallarda bir o kadar çoktur. Depolarda alınan güvenlik tedbirleri, depodaki ürünlerin genel yapısına bağlı olmakla birlikte genel olarak alınması gereken tedbirler benzerlik göstermektedir. Çalışma için seçilen fabrikada da depo bölümü bulunmakta

olup üretilen fren sistemleri bu depoda stoklanmaktadır. İçerik hazırlama sürecinde depolama ile ilgili senaryolar hazırlanırken, hem bu iş yerine ait risk analiz raporundan hem de ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “Döküm Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi” adlı çalışmadan faydalanılmıştır. Bu doğrultuda depolarda alınması gereken 4 genel tedbir üzerine yoğunlaşmıştır. Bunlar depoların genel tertip ve düzeninin bozuk olması, depolama alanının giriş çıkışlarında güvenlik, kimyasal malzemelerin dökülmesi, ürün istiflemeye güvenli davranış başlıklarıyla ele alınmıştır.

Her senaryoda uygulanması gereken durumlar belirlenmiştir. Buna göre uygulamada, çalışana bir görev verilecek ve görevi yerine getirmesi istenecektir. Göreve başlamadan önce çalışanın uyması gereken iş güvenliği kuralı ve kendisine verilen görev, mesaj olarak çalışana verilerek uygulama başlatılacaktır. Çalışanın uyarıyı dikkate almadan görevi yerine getirmesi durumunda sanal olarak iş kazası yaşaması sağlanacak ve olay sonucunda kazanın sebebi ve muhtemel sonuçları hakkında çalışana bilgi verilecektir. Çizelge 5.8’de depo senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları gösterilmektedir.

Çizelge 5.8.Depo senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları

Senaryo	Görev	Uyarı	Sonuç
Depoların genel tertip ve düzeni	Kolilerin raflara yerleştirilmesi	Depolama alanının düzensiz ve dağınık olması takılma ve düşmelere sebep olabilir	Kaza sonucunda ağır yaralanma
Depolama alanında giriş çıkış tedbirleri	Kolilerin raflara yerleştirilmesi	Depolama alanının giriş çıkışlarının kapatılması acil durumlarda kaçışları engeller	Kaza sonucunda ağır yaralanma ya da can kaybı
Kimyasalların yere dökülmesi	Kolilerin raflara yerleştirilmesi	Depolama alanında kimyasal maddelerin yere dökülmesi kayma, düşme, yangın ve patlamalara sebep olabilir	Kaza sonucunda ağır yaralanma, uzuv ya da can kaybı
Yanlış istifleme yapılması	Kolilerin raflara yerleştirilmesi	Depolama alanında istiflemenin doğru yapılmaması malzemelerin kaymasına ve düşmesine sebep olabilir	Kaza sonucunda ağır yaralanma ya da can kaybı

Elektrik kullanımında güvenlik gerek çalışanlar gerekse iş yerleri için son derece önem arz etmektedir. Zira sanayi kuruluşlarındaki tüm makineler elektrik enerjisiyle çalışmakta

ve bu durum birçok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Çalışanların diğer risk unsurlarına göre daha çok karşılaşılabileceği ve insan hayatı açısından son derece tehlikeli olan elektrikle çalışma, çok dikkat ve önem verilmesi gereken iş güvenliği alanlarından biridir. İçeriklerin hazırlanma aşamasında elektrik kullanımında güvenlik senaryoları hazırlanırken bu iş yerinde uygulanan İSG eğitim içeriklerinden ve Döküm Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi'nden faydalanılmıştır. İSG uzmanı ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, elektrik kullanımında güvenlikle ilgili 3 başlık senaryolaştırılmıştır. Bu senaryolar, elektrik çarpmalarında müdahale, elektrik kaçaklarında güvenli davranış ve elektrik priz kullanımında güvenli davranış olup algoritmalar bu senaryolara uygun bir şekilde hazırlanmıştır.

Elektrik çarpmalarında müdahale senaryosunda, uygulamayı kullanan çalışanın da içinde bulunduğu bir çalışma ortamında, başka bir çalışanın maruz kaldığı elektrik çarpmasında kullanıcının bu çalışana müdahale etmesi istenmiştir. Bu görevle birlikte bu müdahale için gereken uyarı verilmiştir. Görev başlayınca diğer çalışan için çarpılma simülasyonu başlatılacak bu sırada kullanıcıdan doğru müdahaleyi yapması beklenecektir. Kullanıcının müdahalesi sonucunda oluşan durum, kaza ve sonuçları hakkında mesaj verilecektir.

Elektrik kaçaklarında güvenli davranış senaryosunda, bir makinenin bakımı sırasında kullanıcıdan makinenin çalıştırılması istenir. Kullanıcının makinede çalışması sırasında elektrik kaçağı meydana gelir. Çalışmaya devam edilmesi sonucunda, kaçak olan kısımda patlama meydana gelir ve sonrasında yangın çıkar. Bu durum sonucunda oluşabilecek kaza ve sonuçları hakkında kullanıcıya bilgi verilir.

Elektrik priz kullanımında güvenli davranış senaryosunda, çalışandan elektrik fişinin prize takması istenir. Burada 2 tercih sunulur, bunlardan biri dolu priz diğeri boş priz. Süreç sonunda dolu prize fiş takılırsa yangın ve patlama meydana gelir. Kullanıcının yaptığı tercihe göre uyarı ve mesajlar verilir. Yanlış tercih durumunda yaşanabilecek olumsuzluklar hakkında bilgi verilir.

Yukarıda özetlenen algoritmalarındaki görev ve uyarı mesajları Çizelge 5.9'da sunulmuştur.

Çizelge 5.9.Elektrik kullanımında güvenlik senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları

Senaryo	Görev	Uyarı	Sonuç
Elektrik çarpmalarında müdahale	Çalışma sırasında elektrik akımına maruz kalan kişiye müdahale	Elektrik çarpmalarında ilk olarak akımı kesiniz	Çarpılan kişilere, el ya da vücut ile temas edilmesi kişinin kendisinin de çarpılmasına sebep olur
Elektrik kaçaklarında güvenli davranış	Elektrikli aletlerin kablo ve gövdelerinde elektrik kaçağı varken çalışma	Makine bakım sırasında elektrik kaçağına karşı dikkatli olun	Kaza sonucunda uzuv kaybı, yaralanma ya da can kaybı
Elektrik priz kullanımında güvenli davranış	Boştaki fişi uygun olan prize takma	Elektrik prizlerini dengeli ve dikkatli kullanınız	Kaza sonucunda uzuv kaybı, yaralanma ya da can kaybı

Sanayi kuruluşlarında çok farklı makine ve cihazların kullanımından dolayı makine ve cihazlar ile ilgili güvenlik önlemleri büyük önem arz etmektedir. Ayrıca her makinenin kendine özel güvenlik tedbirleri ve çalışma talimatları bulunmaktadır. Araştırma kapsamında seçilen fabrikada da çok çeşitli makine ve teçhizatlar kullanılmaktadır ve her makine için özel kullanım talimatları bulunmaktadır. Bu cihazların kullanımı sırasında karşılaşılabilecek risk ve tehlikelere karşı alınması gereken önlemler de risk analiz raporlarında belirtilmektedir. Fabrikadaki çok sayıdaki makine için ayrı senaryolar oluşturulması gerekirken birlikte, burada ve diğer sanayi kuruluşlarında bulunabilecek ve genel kullanım amaçlı makineler belirlenerek bu makineler üzerine yoğunlaşmıştır. Belirlenen makinelerle ilgili, preslerde güvenli kullanım, matkaplarda güvenli kullanım, taşlamalarda güvenli kullanım, tornalarda güvenli kullanım başlıkları altında senaryolara uygun algoritmalar hazırlanmıştır.

Makinelerle ilgili çalışmalar yapabilmek için öncelikle makinelerin çalışma şekli, kullanım amacı hakkında bilgiler alınarak bunlara uygun bir algoritma hazırlanması gerekmektedir. Zira senaryo gereği, çalışana bu makinelerde çalışma görevi verilecektir. Bu kapsamda, fabrikada bu makinelerde görevli çalışan personeller ile görüşülerek bu makinelerin çalışma şekli, yapısı ve kullanımıyla ilgili bilgiler alınmış ve alınan bilgiler doğrultusunda makinelerin çalışma ve kullanımlarıyla ilgili algoritmalar hazırlanmıştır. Sonraki aşamada ise makinelerin çalışması ve risk unsurları gereken tedbirlerle birlikte

değerlendirilerek senaryolaştırılmıştır. Senaryolar için hazırlanan algoritmalarla4 makinenin güvenli kullanımı ele alınmıştır.

Presler; metal sanayi sektöründe sıkça kullanılan çeşitli tür ve yapıda olan genellikle metalleri şekillendirmek amacıyla malzemeye yüksek basınçlar uygulayan makinelerdir. Uygulama yapılan fabrikada da bu türden makineler kullanılmaktadır. Bu makinelerde görülen büyük risklerden biri ise baskı sırasında malzemenin parçalanarak çalışanlara zarar vermesidir. Bu tür tehlikelere karşı koruyucu kapaklar kullanılmaktadır. Yine bu makinelerde çalışma sırasında ellerin zarar görmemesi için çift el butonu kullanılmaktadır. Baskının yapılabilmesi için çalışanın iki elinin de butona basması gerekmektedir. Bu bilgilerden hareketle, çalışana malzemeleri presleme görevi verilmiştir. Çalışanın, malzemeyi pres tezgahına koyarak çift eliyle malzemeyi preslemesi gerekmektedir. Ancak çalışma sırasında malzeme parçalanarak kullanıcıya zarar verebilmektedir. Bu durumda çalışanın koruma kapağını kapatıp kapatmadığı kontrol edilir. Eğer koruma kullanılmamışsa makineyi kullanan kişi parçalanmış malzemelerden zarar görebilir. Geliştirilen uygulamada, böyle bir durumun sonuçları, uyarı ve mesajlarla kullanıcıya bildirilecektir.

Matkaplar; başta sanayi sektörü olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulamadaki fabrikada da çeşitli malzemelerin delinmesi amacıyla bu tür makineler kullanılmaktadır. Matkaplarda malzemelerin delinebilmesi için mandelen adı verilen bölüm çeşitli hızlarda dönerek malzemeler delinebilmektedir. Bu dönme sırasında delinen malzemedan talaş adı verilen küçük parçalar etrafa sıçramaktadır. Dolayısıyla da göz gibi hassas organların zarar görmesine sebep olabilmektedir. Bu şartlarda çalışanın koruyucu gözlük ve koruyucu kullanması gerekmektedir. Bu bilgilerden hareketle, çalışana malzemeleri delme görevi verilerek işlemleri gerçekleştirmesi istenir. Çalışanın bu işlemler sırasında koruyucu kullanıp kullanmadığı kontrol edilerek işlem sonunda bu durumun sonuçları hakkında çalışana bilgi verilir.

Taşlama makineleri, metallerdeki pürüzle bölgelerin giderilmesi ve çapak adı verilen fazlalıkların giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için makinedeki dairesel taşlar hızla dönmektedir. Fabrikadaki risk analiz raporuna göre bu makinelerdeki risklerden biri de uygun malzemeye uygun taşların kullanılmamasıdır. Bu bilgiler doğrultusunda uygulamada kullanıcıya malzemelerin taşlanma görevi verilmiştir. Malzemenin taşlanması sırasında taş patlaması gerçekleşir ve bu kaza sonucunda oluşan durum hakkında çalışana bilgi ve mesajlar verilir.

Makinelerle ilgili son çalışmada torna tezgâhı ele alınmıştır. Torna, özellikle yuvarlak malzemelerde yiv açma, talaş alma, şekillendirme vb. işlemlerde kullanılmaktadır. Bunu sağlayabilmek için ayna adı verilen bir aksam kullanılmaktadır. Bu aksam malzemeleri tutar ve çeşitli hızlarda döner. Böylece malzemelerin işlenmesi gerçekleşir. Bu işlemler sırasında malzemelerden talaş adı verilen parçacıklar hızlı bir şekilde etrafa saçılabilir. Bu durum çalışanlar için risk unsuru oluşturmaktadır. Tornalarda alınması gereken en temel tedbirlerden biri bu tür risklere karşı koruyucu kullanmaktır. Uygulamanın gerçekleştirildiği fabrikanın risk analiz raporunda da bu durum belirtilmektedir. Bu bilgilerden hareketle hazırlanan senaryoya göre, çalışandan bir malzemenin tornalama işlemini yapması istenir. Burada çalışanın işlem sırasında koruyucu kullanıp kullanmadığına göre sonuç ve uyarı mesajları verilir.

Makine ve cihazlarda güvenlikle ilgili algoritmalarda kullanılan uyarı, mesaj ve sonuçlarla ilgili açıklamalar Çizelge 5.10 da gösterilmektedir.

Çizelge 5.10. Makine ve cihaz güvenli kullanım senaryoları, uygulama sırasında verilen görev ve uyarı mesajları

Senaryo	Görev	Uyarı	Sonuç
Preslerde güvenli kullanım	Malzeme Presleme	Preslerde koruyucuları çıkarmadan çalışınız	Kaza sonucunda uzuv sıkışması, ağır yaralanma ve can kaybı
Matkaplarda güvenli kullanım,	Malzeme delme	Delme işlemlerinde talaş koruyucu kullanınız	Kaza sonucunda göz ve yüz yaralanmaları
Taşlamalarda güvenli kullanım,	Malzeme taşlama	Taşlama makinesinde, malzemeye uygun taş kullanınız	Kaza sonucunda göz ve yüz bölgesinde ağır yaralanmalar
Tornalarda güvenli kullanım	Malzeme tornalama	Tornalama sırasında koruyucu gözlük kullanınız	Kazalar gözlerde körlük, yaralanma ve ağır tahriş

Yüksekte çalışmada güvenlik, çalışma ortamlarında alınması gereken en önemli tedbirlerin başında gelmektedir. Yüksekte çalışma sırasında yaşanabilecek olumsuz durum ya da kazalarda ağır yaralanma ya da can kayıpları da çok yüksek oranlarda görülmektedir. Yüksekte çalışma sırasında olumsuz durumlara karşı alınabilecek en önemli tedbirlerden biri de emniyet kemeri kullanımımızdır. Bu kapsamda çalışana sanal

fabrikada yüksek bir platformda çalışma görevi verilir ve görev sırasında düşme simülasyonu gerçekleştirilir. Çalışan, görevi sırasında emniyet kemeri kullanmışsa herhangi bir olumsuzluk yaşamaz, emniyet kemeri kullanmamışsa kaza sonucu yaşanan durumlar hakkında bilgilendirilir ve uygulama sonlandırılır. Çizelge 5.11'de yüksekte güvenli çalışma senaryo, uyarı ve sonuç mesajları gösterilmektedir.

Çizelge 5.11. Yüksekte güvenli çalışma senaryosu uygulama sırasında verilen görev uyarı ve sonuç mesajları

Senaryo	Görev	Uyarı	Sonuç
Yüksekte güvenli çalışma	Asma kattaki korkulukların monte edilmesi	Yüksekte çalışırken mutlaka emniyet kemeri kullanınız	Kaza sonucunda ağır yaralanma ya da can kaybı

Çalışma ortamlarında çalışanın tehlikelere karşı korunmasında önemli bir etkende kişisel koruyucu donanımlardır (KKD). KKD'ler, çalışanların meslek hastalıklarına ve iş kazalarına karşı korunmasını sağlamak, olası kazalarda vücuda gelebilecek zararı en aza indirmek için kullanılan donanımlardır (Karamık, 2014). Ayrıca bu donanımların, yapılan işe ve çalışma ortamına göre çalışanlar tarafından kullanılması zorunludur. Buradan hareketle uygulamamızda da çalışanlara verilen görevlerde uygun işe uygun KKD'lerin seçilmesi için algoritma hazırlanmıştır. Uygulamada seçilen senaryoya uygun olarak kullanılması gereken KKD'ler uyarı/ikaz işaretleri ile kullanıcıya gösterilecek, belirtilen uyarılara uygun olarak kullanıcı KKD seçimi yaparak göreve başlayacaktır. Çalışan, uygun KKD'leri kullanmaz ise görev sırasındaki senaryolara uygun olarak oluşabilecek olumsuz durumlar simüle edilecektir.

Uygulama geliştirme sürecinin önemli bir aşaması olan algoritmalar hazırlandıktan sonra uygulama geliştirmenin sonraki aşaması olan uygulamanın kodlaması yapılmıştır.

5.3.3.2.Kodlama süreci

Çalışmada geliştirilen uygulama bir SG uygulaması olup Unity 3D kullanılarak geliştirilmiştir. Önceki süreçlerde senaryoların hazırlanması ve bu senaryolara ait eylem ve olayların gerçekleştirileceği sanal fabrikanın tasarlanma süreci tamamlanıp gerekli algoritmalar hazırlandıktan sonra kodlama aşamasına geçilmiştir. Unity'de kullanıcıdan gelen girdilere yanıt vermek, uygulamalardaki eylem ve olayların, olması gerektiği

zamanda gerçekleşmesini sağlamak, nesnelerin fiziksel davranışlarını kontrol etmek gibi birçok etkileşimin gerçekleştirilebilmesi için komut dosyalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Unity Documentation, 2018). Unity, Boo ve javascript vb. Untiyscript dillerini desteklerken 2017 yılı itibarıyla bu iki dile desteğini bitirmiş ve C# dilinin desteklenmesine yoğunlaşmıştır (Karagözler, 2021). Unity C#, Unity Engine ile etkileşime girerek basit, güvenli ve yüksek performanslı kod yazmaya imkân tanımaktadır (Unity Documentation, 2018). C# nesne tabanlı bir programlama dili olup sınıflardan oluşan, sınıflar arası parametreler gönderilmesine imkân veren ve çok geniş sınıf kütüphanelerine sahip bir dildir (Hatipoğlu, 2021). Unity’de C# ile uygulama geliştirilirken tek bir C# dosyası kullanmak yerine her bir objeye bir C# dosyası bağlanıp aralarında ilişki kurulması gerekmektedir (Hatipoğlu, 2021). Bu şekilde oluşturulan C# dosyalarına bileşen (component) adı verilmektedir (Unity Documentation, 2018). Unity’de uygulamaların kodlanmasında birçok hazır C# bileşeni kullanılmakla birlikte yazılımcı tarafından da ihtiyaç duyulan bileşenlerin geliştirilmesi mümkündür (Unity Documentation, 2018). Araştırma konusu olan uygulamanın geliştirilmesinde de ihtiyaç duyulan bileşenler, araştırmacı tarafından geliştirilmiştir.

Uygulamanın geliştirilmesinde hazırlanan bileşenler algoritmalara uygun bir şekilde 7 başlık altında toplanmıştır. Bunlar; yangın, depo, elektrik, makine, personel, yükseklik ve menü başlıkları olup bu başlıklar altında toplam 28 bileşen geliştirilmiştir. Geliştirilen bu bileşenler, yukarıda belirtilen başlıklar halinde ele alınarak içerikleri ve özellikleri hakkındaki bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Yangın; modülündeki bileşenlerin geliştirilmesinde ortak işleve sahip durumlar belirlenmiştir ve bileşenler bu ortak durumlara uygun olarak hazırlanmıştır. Çizelge 5.12’de hazırlanan bu bileşenler ile ilgili açıklamalar gösterilmektedir.

Çizelge 5.12. Yangına müdahale senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri

Bileşen Adı	İşlevi
Yangın Kontrol	Yangın simülasyonlarının başlatılması/durdurulması, Bilgilendirme mesajlarının kontrol edilmesi, yangın ses efekti kontrolü
Yangın Söndürücü Kontrol	Yangın söndürücülerin başlatılması/durdurulması, Aktif yangın söndürücünün kontrolü, Yangın türünün belirlenmesi ve doğru yangın söndürücü kullanımının kontrolü, Yangın söndürme işlemleri, yangın söndürücü ses efektinin kontrolü
Alarm Kontrol	Yangın alarm buton ve alarm ses efektinin kontrolü

Geliştirilen bu bileşenler ile uygulamanın yangına müdahale senaryoları test edilebilir hale getirilmiştir. Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’de yangına müdahale uygulamalarının ekran görüntüleri sunulmuştur.



Şekil 5.12. Yangın söndürücüler ekran görüntüsü



Şekil 5.13. Atık yağ alanı yangına müdahale ekran görüntüsü



Şekil 5.14. Yangın alarm butonu ekran görüntüsü



Şekil 5.15. Makine ve cihazlarda yangına müdahale ekran görüntüsü

Depolamada güvenlik; modülü için hazırlanan 4 senaryo ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre bu senaryolarla ilgili olarak senaryoların başlatılması, uygun simülasyonların çalıştırılması, gerekli uyarı ve bilgilendirme mesajlarının kontrolü gibi eylemlerin gerçekleştirilmesi için 2 bileşen geliştirilmesi yeterli görülmüştür. Bu bileşenlerin adı ve uygulamadaki işlevleri Çizelge 5.13’te sunulmuştur.

Çizelge 5.13. Depolamada güvenlik senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri

Bileşen Adı	İşlevi
Depo Kontrol	Depo senaryo ve simülasyonların başlatılması, uyarı ve bilgilendirme mesajlarının kontrolü, ses efektlerinin kontrolü (alarm, yangın, düşen koli sesleri), olay ve durumların kontrolü, kullanıcı ve 3B karakterin (insan modeli) konumlandırılması
Raf Kontrol	Kolilerin raflara yerleştirilmesinin kontrolü

Bu modül ve senaryolara ait uygulama ekran görüntüleri Şekil 5.16, Şekil 5.17, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19 da sunulmaktadır.



Şekil 5.16. Depo ürünleri ekran görüntüsü



Şekil 5.17. Depo yangın ve malzeme düşme simülasyonu ekran görüntüsü



Şekil 5.18. Depo yangın simülasyon ekran görüntüsü



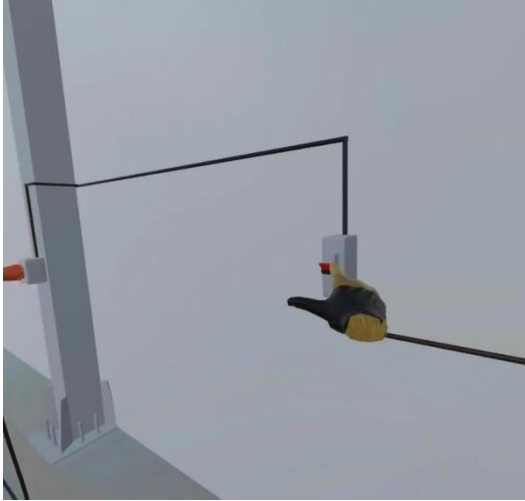
Şekil 5.19. Depoda iş kazası ekran görüntüsü

Elektrik kullanımında güvenlik; senaryolarının uygulanabilmesi için 4 bileşene ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmiş ve gerekli kodlamalar yapılarak bileşenler hazırlanmıştır. Bu modülde kontrol edilmesi gereken nesnelere ve gerekli simülasyonların çeşitli olması nedeniyle bileşenler bu nesnelere fonksiyonlarına göre değerlendirilerek hazırlanmıştır. Buna göre oluşturulan bileşenler ve bunların işlevleri hakkındaki açıklamalar Çizelge 5.14’te sunulmuştur.

Çizelge 5.14. Elektrik kullanımında güvenlik senaryolarında kullanılan bileşenler ve özellikleri

Bileşen Adı	İşlevi
Elektrik Kontrol	Elektrik senaryolarının başlatılması, gerekli bilgilendirme ve uyarı mesajlarının kontrolü, ses efektlerinin kontrolü (elektrik kaçağı sesi)
Karakter Model Kontrol	Elektrik çarpmalarında kullanılan karakter (3B İnsan Modeli) simülasyonlarının kontrolü
Priz Kontrol	Prizlerde güvenli kullanım senaryosundaki fiş ve priz nesnelere kontrolü, konumlandırılması, ses efektleri (kaçak elektrik sesi), kaçak elektrik ve duman simülasyonlarının başlatılması
Düğme Kontrol	Elektrik çarpmalarında müdahale senaryosunda kullanılan sigorta nesnesindeki düğme kontrolü, bu nesneye ait ses efektinin (düğme açma/kapatma sesi) kontrolü

Uygulamaya ait ekran görüntüleri Şekil 5.20, Şekil 5.21, Şekil 5.22 ve Şekil 5.23 de sunulmaktadır.



Şekil 5.20. Sigorta düğme kontrolü ekran görüntüsü



Şekil 5.21. Çalışanın elektrikle çarpılma simülasyonu ekran görüntüsü



Şekil 5.22. Çalışanın makine bakım sırasında iş kazası simülasyonu ekran görüntüsü



Şekil 5.23. Elektrik fiş ve prizlerin ekran görüntüsü

Makine ve cihazlarda güvenli kullanım; modülünün hazırlanmasında öncelikle uygulamada kullanılacak makineler özelinde ayrımlar yapılmış ve bileşenler her makine için ayrı ayrı ele alınarak hazırlanmıştır. Bu doğrultuda makinelerin çalışma mekaniğinin hazırlanması ve bu makinelerin kullanımı için gerekli etkileşimlerin sağlanabilmesi amacıyla bileşenler hazırlanmıştır. Bununla birlikte bu modülde gerçekleştirilecek senaryoların kontrolü ve gerekli simülasyonların uygulanması için toplamda 17 bileşen geliştirilmiştir. Çizelge 5.15'te makinelerin çalışması, kullanımı ve diğer eylemler için geliştirilen bileşenler ve işlevleri hakkında bilgi sunulmaktadır.

Çizelge 5.15. Makine ve cihazlarda güvenli kullanım senaryoları için hazırlanan bileşen ve özellikleri

Makine Adı	Bileşen Adı	İşlevi
Matkap	Kol Kontrol	Matkapta delme işlemini yapan başlığın kullanıcı tarafından kontrolünü sağlar
	Koruyucu Kontrol	Delme işlemi sırasında çıkan talaş parçacıklarına karşı kullanılacak koruyucunun konumlandırılmasını sağlar
	Matkap Kontrol	Matkap makinesinin çalışma mekaniğinin kontrolü, uyarı ve bilgilendirme mesajlarının kontrolü, senaryoların kontrolü ve ses efektlerinin (matkap sesi) kontrolünü sağlar
	Matkap Ucu Kontrol	Delme işlemi sırasındaki talaş parçacık simülasyonunun kontrolünü sağlar
	Start/Stop Buton Kontrol	Makinenin çalışma ve durdurulmasını kontrolü ve ses efektlerinin (buton sesi) kontrolünü sağlar
Pres	Pres Kontrol	Makinenin çalışma mekaniğinin kontrolü, senaryoların kontrolü, başlangıç ve uyarı mesajların kontrolü ve ses efektlerinin kontrolünü (pres makine sesi) sağlar
	Malzeme Kontrol	Presleme işlemi yapılacak malzemedeki eylemlerin kontrolünü sağlar (patlama, şekil değiştirme)
Taşlama	Taşlama Kontrol	Makinenin çalışma mekaniğinin kontrolü, senaryoların kontrolü, başlangıç ve uyarı mesajlarının kontrolü ve ses efektlerinin kontrolünü (taşlama makine sesi) sağlar
	Start/Stop Buton Kontrol	Makinenin çalışma ve durdurulmasının kontrolü ve ses efektlerinin (buton sesi) kontrolünü sağlar
	Taş Kontrol	Taşlama sırasındaki eylemlerin kontrolü, kıvılcım parçacık simülasyonunun kontrolü ve ses efekti (taşlama sırasındaki ses) kontrolünü sağlar
Torna	Torna Kontrol	Makinenin çalışma mekaniğinin kontrolü, senaryoların kontrolü, başlangıç ve uyarı mesajların kontrolü ve ses efektlerinin kontrolünü (torna makine sesi) sağlar
	Torna Araba Kontrol	Torna makinesinde bulunan araba bölümünün sağa/sola hareketlerinin kontrolünü sağlar

Start/Stop Buton Kontrol	Makinenin çalışma ve durdurulmasının kontrolü ve ses efektlerinin (buton sesi) kontrolünü sağlar
Talaş Kontrol	Malzemelerin tornalama işlemi sırasında çıkan talaş simülasyonunu kontrol eder
Torna Üst Araba Kontrol	Torna makinesinde bulunan üst araba bölümünün ileri/geri hareketlerinin kontrolünü sağlar

Bu modülün kodlama süreci tamamlandıktan sonra uygulamanın test işlemleri sırasındaki ekran görüntüleri, Şekil 5.24, Şekil 5.25, Şekil 5.26 ve Şekil 5.27 sunulmuştur.



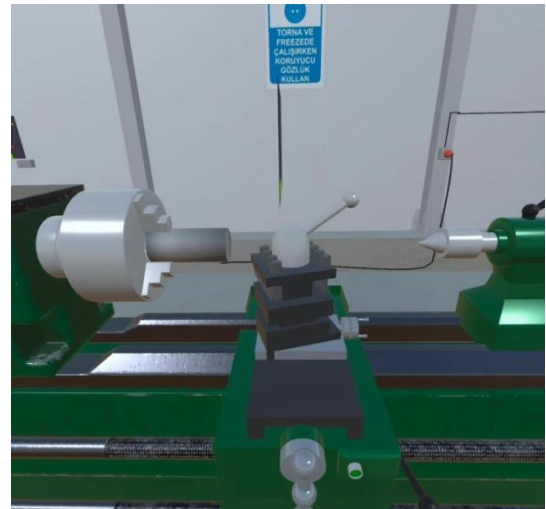
Şekil 5.24. Matkap kullanımı ekran görüntüsü



Şekil 5.25. Pres kullanımı ekran görüntüsü



Şekil 5.26. Taşlama kullanımı ekran görüntüsü



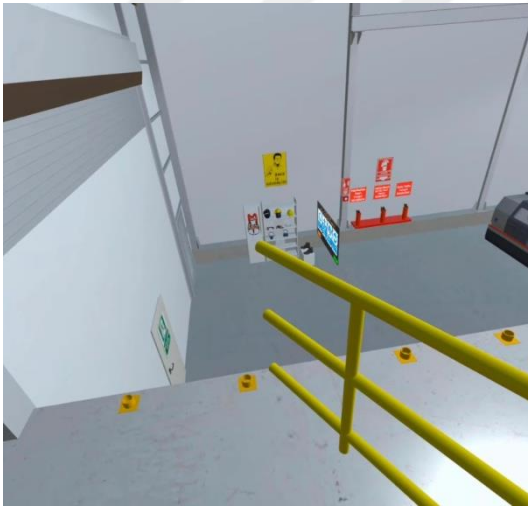
Şekil 5.27. Torna kullanımı ekran görüntüsü

Yüksekte güvenli çalışma, modülü senaryo işlemleri için 3 bileşen geliştirilmiştir. Buna göre, yüksekte çalışma görev ve eylemleri, düşme eylemleri, emniyet kemeri kontrol eylemleri şeklinde ele alınmış, bileşenler buradan hareketle geliştirilmiştir. Bu bileşenlerle ilgili gerekli açıklamalar Çizelge 5.16'dayer almaktadır.

Çizelge 5.16. Yüksekte güvenli çalışma senaryoları için hazırlanan bileşen ve özellikleri

Bileşen Adı	İşlevi
Yükseklik Kontrol	Başlangıç bilgilendirme ve uyarı mesajlarının kontrolü, emniyet kemeri kontrolünü sağlar
Yükseklik Senaryo Kontrol	Senaryonun gerçekleştirilmesi gereken eylemlerin kontrolünü sağlar, düşme eylemini gerçekleştirir
Düşme Kontrol	Düşme sonrası eylemleri, bilgi ve uyarı mesajların kontrolünü sağlar

Yüksekte çalışma modül uygulamasının test aşamasındaki ekran görüntüleri Şekil 5.28 ve 5.29'da sunulmuştur.



Şekil 5.28. Yüksekte çalışma korkuluk ekran görüntüsü



Şekil 5.29. Yüksekte çalışma uygulama ekran görüntüsü

İSG eğitimlerinin SG tabanlı bir uygulama ile verilebilmesindeki amaç, çalışana gerçek ortam hissini yaşatılmasıdır. Bu çalışmada geliştirilen SG uygulamasında da bu duruma dikkat edilmiş ve bu ilkeler doğrultusunda uygulama geliştirilmiştir. Ancak uygulamada; senaryolar arasında geçiş yapmak, görevler hakkında bilgi vermek ve görevlerin tamamlanması sonucu kullanıcının yeniden konumlandırılabilmesi ya da

görevlerin yeniden başlatılması gerekmektedir. Ayrıca senaryolar gereği yapılacak işlerin sanal fabrikanın farklı bölgelerinde olmasından dolayı da kullanıcının o bölgede konumlandırılması gerekmektedir. Bu gerekçelerle uygulamada menü sistemi geliştirilmiştir. Kullanıcı uygulamaya başladığında karşısına senaryo seçenekleri çıkarılarak seçme imkânı sunulmuştur. Ayrıca seçilen senaryo gereği görev bilgileri ve görev için gerekli KKD'leri seçmesi için uyarı/ikaz işaretleri de bu aşamada kullanıcıya gösterilmektedir. Bu doğrultuda uygulamada 2 adet panel hazırlanmış ve kullanıcının yönlendirilmesi bu panellerdeki menü ve uyarılar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uygulamadaki menü, uyarı, göreve başlatma ve kullanıcının konumlandırma işlemleri için 1 adet bileşen hazırlanmıştır. Şekil 5.30'da senaryo seçeneklerinin sunulduğu menü paneli ile Şekil 5.31'de seçilen senaryoya ait görev tanımı ve gerekli KKD işaretlerinin bulunduğu görev panelinin ekran görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5.30. Menü paneli ekran görüntüsü



Şekil 5.31. Görev paneli ekran görüntüsü

SG uygulamalarında kullanıcının sanal ortamla etkileşime girebilmesi, kendi bakış açısıyla sanal ortamı algılayabilmesi için avatarlar kullanılmaktadır (Mihelj ve ark., 2014). Avatar, Hintçede bir tanrının somutlaşmış haline verilen bir isim olup kullanıcının sanal ortamda temsil edilmesini ifade etmektedir (Mihelj ve ark., 2014). Bu doğrultuda araştırma için geliştirilen uygulamada kullanıcının SG ortamında temsil edilmesi için avatar kullanılmış olup birinci şahıs bakış açısıyla simüle edilmiştir. Kullanıcının hareketlerini ve tepkilerini mümkün oldukça gerçeğe yakın bir şekilde sanal ortama yansıtılabilmek amacıyla uygun cihaz seçimi yapılmıştır. Bu cihazla ilgili ayrıntılar, "Kullanılan Cihaz ve SDK'lar" başlığı altında ele alınmıştır. Bununla birlikte sanal

ortamda gerçekleşecek iş kazası simülasyonlarında çalışanın düşme simülasyonlarını gerçekleştirebilmek amacıyla 3B insan modeli kullanılmıştır. Zira birinci şahıs bakış açısıyla kullanıcının düşmesini simüle etmek kullanıcıda baş dönmesi gibi rahatsızlıklara sebep olduğu Lacko'nun (2020) çalışmasında da görülmüş olup bu çalışmada da benzer bir yöntem kullanılmıştır. Kullanıcının SG ortamında temsili, kullanıcı ile ilgili etkileşim ve senaryoların gerçekleştirilebilmesi için 1 adet bileşen geliştirilmiştir.

Kodlamaların geliştirilmesiyle uygulamadaki senaryoları gerçekleştirebilmek mümkün hale gelmiştir. Ancak uygulamanın, tam bir SG tabanlı bir yapı haline gelebilmesi için bu uygulamanın SG cihazlarında kullanılması gerekmektedir.

5.3.3.3.Kullanılan cihaz ve sdk'lar

SG ile ilgili teknolojiler incelendiğinde farklı yapıdaki cihazların kullanıldığı görülmektedir. Ancak yapılan çalışmada gerek maliyet gerekse etkinlik, mobilite ve ulaşılabilir olmaları nedeniyle BTG'ler ile çalışılmıştır. BTG'ler başa takılarak kullanılan, SG ortamlarında 360° görüş imkânı sunan, kullanıcının başını çevirdiği yönde görüntüler oluşturan, kullanıcıya serbest hareket etme imkânı sağlayan cihazlardır (Costello, 1997). Bu doğrultuda araştırmanın yapıldığı dönemde, satışı olan BTG'ler incelenmiştir. İncelenen cihazlarda çalışma yapısı itibariyle işlem kaynağı bilgisayar olanlar ile işlem kaynağı başlık olan cihazlar olduğu görülmüştür. İşlem kaynağı bilgisayar olan BTG'ler işlemleri gerçekleştirebilmek amacıyla bilgisayar ile başlık arasındaki veri alışverişini bir kablo aracılığıyla yapmaktadırlar. İşlem kaynağı olarak başlığın kendisinde sağlandığı cihazlarda ise tüm koordine ve işlemler başlığın içinde gerçekleşmekte olup herhangi bir bilgisayarla kablo bağlantısı yapılmamaktadır. Bu durumda kullanıcıya rahat hareket etme imkânı sunmakta ve uygulamanın yapılması sırasında herhangi bir kısıtlayıcı durum söz konusu olmamaktadır. Bahsi geçen gerekçeler doğrultusunda araştırma için Oculus marka Quest 2 model kablosuz özellikteki BTG kullanılmıştır. Bir başlık ve iki el(sağ/sol) kontrolöründen oluşan bu cihaz ile ilgili teknik özellikler Çizelge 5.17'de sunulmuş olup cihazla ilgili görsel ise Şekil 5.32 gösterilmektedir.

Çizelge 5.17.Oculus Quest 2 BTG cihazı teknik özellikleri

Kategori	Özellik
Donanım	Bilgisayar kullanımı İsteğe bağlı Akıllı telefon uygulaması gereklidir Oculus link ile bilgisayara bağlanılır
Takip	6 DOF ile hem baş hem de vücut hareketlerini takip eder harici sensör gerektirmez
Optikler	LCD ekran, göz başına 1832x1920 çözünürlük 60,72,90 Hz yenileme hızı destekler
Ses	3D Konuma dayalı ses doğrudan başlığın içinde yer alır 3,5 mm ses portu sayesinde kulaklıkla ya da kulaksız kullanılabilir
Depolama Alanı	64gb



Şekil 5.32.Oculus markası Quest 2 modeli BTG

SG uygulamalarında BGT'lerin işlevlerini yerine getirebilmesi için yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yazılımlar, kullanılan donanımların uygulama yazılımıyla uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlarlar. Böylece SG uygulamasının geliştirilmesi sürecinde donanımlarla ilgili gerekli yazılımların hazırlanması için fazladan zaman ve emek kaybı yaşanmaz (Anthes ve ark., 2016). Bu tür yazılımlar açık kaynak kodlu olup software development kit (SDK) adı verilmektedir. Bu kapsamda uygulamanın geliştirilmesinde de açık kaynak kodlu bu SDK'lardan faydalanılmıştır. Çizelge 5.18'de kullanılan SDK'lara ait bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 5.18. SG uygulamasının geliştirilmesinde kullanılan SDK'lar ve özellikleri

SDK Adı	Versiyon Bilgisi	Özellikleri
Oculus XR Plugin	Version 1.9.1- May 11, 2021	Oculus XR Eklentisi, Rift, Rift S, Quest ve Quest 2 gibi çeşitli Oculus cihazları için uygulamalar oluşturulmasına imkân sağlar Giriş alt sistemi, denetleyiciler ve BTG için denetleyici desteği, haptik ve izleme sağlar Ekran alt sistemi, XR Eklentisi için stereo işleme desteği sağlar
XR Plugin Management	Version 4.0.1- February 11, 2021	Kullanıcı arabirimi sağlar

5.3.4. Test ve değerlendirme

Geliştirilen uygulama yazılımının algoritmalara uygun bir şekilde çalışmasının kontrolü araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda her senaryo sonucunda geliştirilen kodların çalışması test edilmiş, çalışan uygulamanın senaryoya uygunluğu değerlendirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Tüm kodlama süreci tamamlandıktan sonra B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı tarafından uygulama test edilmiştir. Uzman tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda uygulamanın iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitimlere uygunluğuna karar verilmiş ve yazılım geliştirme aşaması tamamlanarak veri toplama sürecine geçilmiştir.

5.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın önemli bir aşaması olan SG tabanlı uygulama araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve gerekli testler yapıldıktan sonra veri toplama sürecine geçilmiştir. Öncelikle deney grubu çalışanları hakkında demografik bilgiler elde edebilmek amacıyla EK-1'de sunulan Kişisel Bilgi Edinme Formu ile çalışanlardan alınmıştır. Bu süreç sonunda elde edilen bilgiler, 5.2. Araştırma Grubu başlığı altında ele alınmış ve Deney Grubu Demografik Bilgileri (Çizelge 5.2) tablosunda sunulmuştur.

Kişisel bilgi edinme sürecinden sonra çalışanların uygulama öncesi bilgi seviyelerini ölçümlenebilmek amacıyla EK-2’de sunulan İş Güvenliği Eğitimi Ön Test – Son Test her iki gruba da uygulanmış, mevcut bilgi durumları ölçümlenmiştir.

Ön testlerin yapılmasından sonra, geliştirilen SG tabanlı uygulamanın deney grubu çalışanlarına kullandırılması aşamasına geçilmiştir. Uygulamanın kullandırılabilmesi için çalışanların bulunduğu fabrikada uygun bir ortam araştırılmış ve İSG eğitimlerinin de verildiği odanın uygun olduğu değerlendirilmiştir. Bu aşamada deney grubu çalışanlarına uygulama tek tek kullandırılmıştır. Ancak kullanım öncesi çalışana, uygulama hakkında bilgilendirme yapılmış, kullanacağı donanımlar olan BTG ve el kontrollerinin işlev ve görevleriyle ilgili kısa bir eğitim verilmiştir. Uygulamadaki senaryolar tek tek kullandırıldıktan sonra uygulamanın kullanımı tamamlanmıştır. Kullanım sonrası EK-3’te sunulan Çalışan Görüşme Formu ile çalışanın SG uygulama deneyimi ile ilgili görüşleri alınmıştır. Bu aşamada SG uygulamasının İş Güvenliği Uzmanı ve işveren tarafından da kullanılması sağlanmıştır. Ancak bu paydaşlarla görüşmeler, genel değerlendirme yapabilmeleri için süreç sonuna bırakılmıştır.

Uygulamanın kullandırılmasının ardından hem deney grubuna hem de kontrol grubuna EK-2’deki İş Güvenliği Eğitimi Ön Test – Son Test tekrar uygulanmıştır.

Deney grubu ile yapılan SG tabanlı uygulamalar sonrası bu gruptaki çalışanların iş sırasındaki davranışlarına uygulamanın etkilerinin gözlenmesi sürecine geçilmiştir. Bu gözlem sorumlu İş Güvenliği Uzmanı tarafından bir aylık süreç içerisinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu gözlemler deney grubu çalışanları için EK-4’te sunulan İş Güvenliği Gözlem Formu – Deney Grubu ile değerlendirilmiştir. Kontrol grubu çalışanları için de aynı gözlem süreci gerçekleştirilerek EK-5’teki İş Güvenliği Gözlem Formu – Kontrol Grubu ile çalışanların davranışlarıyla ilgili durumlar değerlendirilmiştir.

Çalışanların davranışlarıyla ilgili gözlem sürecinin tamamlanmasıyla araştırmanın diğer paydaşları olan İş Güvenliği Uzmanı ve işverenin de bu çalışmayla ilgili değerlendirmeleri için görüşmeler yapıldı. Bu görüşmelerde İş Güvenliği Uzmanının yapacağı değerlendirmeler için EK-6’daki İş Güvenliği Uzmanı Görüşme Formu kullanılmıştır. Bu iş yerinde görev yapan iş güvenliği uzmanı, B sınıfı iş güvenliği sertifikasına sahip bir uzman olup uygulamanın daha sağlıklı değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla uygulama, A sınıfı sertifikaya sahip 2 uzmana daha kullandırılmıştır. Uzmanlar ile yapılan görüşmeler de EK-6’daki görüşme formu kullanılarak çalışmayla ilgili görüşleri alınmıştır. Araştırmanın diğer paydaşı olan işveren

ile de görüşme yapılarak çalışmayla ilgili görüşleri EK-7'deki İşveren Görüşme Formu ile alınmıştır.

Araştırmadaki tüm paydaşlar ile yapılan görüşmeler sonucunda veri toplama süreci tamamlanmıştır.

5.5. Veri Toplama Araçları

İSG, birden çok paydaşın bir arada bulunduğu ve bu paydaşların birlikte çalışmasını gerektiren bir olgudur. Dolayısıyla yapılacak çalışmanın etkinliğinin ölçülebilmesi, bu paydaşlardan alınacak bilgilerinde önemini artırmaktadır. Bununla birlikte SG tabanlı İSG eğitimlerinde ölçümlenebilir bilgilerin elde edilmesi araştırmanın odak noktalarında biridir. Buradan hareketle çalışmadaki unsurların tüm yönleriyle ele alınabilmesi için karma araştırma yöntemi benimsenmiştir. Bu doğrultuda nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılarak çeşitli veri toplama araçları hazırlanmıştır.

Yapılacak çalışmada nitel araştırma yöntemlerinin odak noktasını görüşme ve gözlem veri toplama araçları oluşturmaktadır. Zira görüşme, araştırmadaki paydaşların görüşlerini, deneyimlerini ve duygularını anlayabilmenin etkili yollarından biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ayrıca görüşmede en temel iletişim biçimi olan konuşma yöntemi kullanılmıştır. Konuşma, diğer yöntemler olan test, anket ve benzerlerine göre daha doğal ve kolay bir veri toplama yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu kapsamda paydaşların bilgilerini alabilmek amacıyla 4 adet görüşme formu ve 2 adet de gözlem formu hazırlanmıştır. Görüşme formlarının hazırlanmasında bazı ilkeler doğrultusunda hareket edilmiştir. Buna göre belirtilen ilkeler şu şekilde sıralanmaktadır; odaklı sorular hazırlama, kolay anlaşılabilir sorular yazma, açık uçlu sorular hazırlama, çok boyutlu soru sormaktan kaçınma, yönlendirmekten kaçınma, alternatif sorular ve sondalar hazırlama, soruları mantıklı bir biçimde düzenleme ve soruları geliştirme, farklı türden sorular yazma (Bogdan, Biklen, 1992; Brookfield, 1992; Patton, 1987; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Belirtilen ilkelerden hareketle EK-1'de sunulan Kişisel Bilgi Edinme formu hazırlanmıştır. Bu formda çalışanların yaşı, mesleği, İSG eğitim bilgileri, meslek tecrübesi ve iş kazası yaşayıp yaşamadıkları hakkında bilgiler toplanması amaçlanmıştır.

Çalışanlarla ilgili olarak hazırlanan diğer görüşme formu ise EK-3'te sunulan Çalışan Görüşme Formu'dur. Bu form ile çalışanın SG uygulaması sonrasındaki deneyim ve tecrübeleri hakkında bilgisinin alınması amaçlanmıştır. Çalışan tarafından kolayca

anlaşılabilmesi için soruların açık ve belirgin olmasına dikkat edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ayrıca soruların mümkün olduğunca çalışanın deneyimlerini açıklamasını kolaylaştırıcı nitelikte olmasına özen gösterilmiş ve açık uçlu sorular sorularak çalışanın deneyimlerini ayrıntılı şekilde aktarması amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Aynı yöntem ve ilkeler doğrultusunda İş Güvenliği Uzmanı ile işverenin görüş ve değerlendirmelerini alabilmek için EK-6: İş Güvenliği Uzmanı Görüşme Formu ve EK-7: İşveren Görüşme Formu hazırlanmıştır.

Çalışmanın amaçlarından biri de SG uygulaması ile çalışanlarda güvenli davranış kazanımının araştırılmasıdır. Buradan hareketle deney grubu çalışanları ile kontrol grubu çalışanları arasındaki davranış farklarının gözlemlenmesi gerekmektedir. Gözlem, incelemesi yapılan davranışların ayrıntılı olarak tanımlanması amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Gözlemin gerçekleştirileceği ortamlara göre çeşitli türleri bulunmakla birlikte araştırmacının da içinde bulunacağı davranışların doğal ortamlarında gözlemlenmesine “katılımcı gözlem” adı verilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu tür araştırmalarda her ne kadar araştırmacının gözlem yapması gerekse de gözlem yönteminin zayıf yönlerinden olan alana giriş gücü ortaya çıkmaktadır. Buna göre fabrika gibi ortamlara giriş onayı, çalışma alanlarının tehlikesi gibi nedenlerle araştırmacının bu ortamlarda bulunması ve gözlem yapması zorlaşmaktadır. Gözlem verisinin sayısal olarak ifade edilebilmesi ve sayısal bir karşılaştırma yapılabilmesi için davranış kriterlerinin puanlanması yoluna gidilmiştir. İSG davranışlarıyla ilgili gözlem yapılabilmesi, davranışların doğru ya da yanlışlığına karar verilebilmesi, bu alanda uzmanlık gerektiren bir durumdur. Buradan hareketle EK-4 ve EK-5 teki İş Güvenliği Gözlem Formları, o sahada görev yapan İş Güvenliği Uzmanı ile birlikte hazırlanmıştır. Form 11 maddeden oluşmaktadır. Her madde İş Güvenliği Uzmanı tarafından 100 puan üzerinden değerlendirilmiş ve her çalışan için bu puanların ortalaması alınarak, çalışanların davranış değişikliği gözlem puanı elde edilmiştir. Formlar iş güvenliği uzmanı tarafından, deney ve kontrol grubu ayrı olacak şekilde, her çalışan için bir aylık süreçte her hafta 4 saatlik gözlem sonucunda değerlendirme yapılarak doldurulmuştur.

Yapılan çalışmadan ölçeklenebilir verilerde elde etmek gerektiğinden araştırmada nicel araştırma yöntemlerine de başvurulmuştur. Bu kapsamda SG tabanlı uygulama kullanımının öncesi ve sonrasındaki bilgi düzeylerini karşılaştırabilmek amacıyla EK-2’de sunulan İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi Ön-Test Son-Test ölçeği hazırlanmıştır. Bu ölçekteki soruların hazırlanmasında fabrikada görevli İş Güvenliği Uzmanına

başvurulmuş ve geleneksel İSG eğitimleri sonrasında yapılan sınav sorularından faydalanılmıştır.

5.6. Verilerin Analizi

Araştırmadaki verilerin elde edilmesinde, nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanıldığından bu verilerin analizleri içinde yönteme uygun analizler kullanılmıştır. Bu kapsamda grupların İSG eğitimlerine yönelik yapılan ön test-son test verilerinin incelenmesi, yine çalışanların KKD kullanımına ilişkin gözlemlere ait puan verilerinin de incelenmesi için nicel veri analiz tekniklerinden faydalanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan görüşmelerdeki verilerin incelenmesi için ise nitel veri inceleme tekniklerinden faydalanılarak veriler analiz edilmiştir. Verilerin incelenmesi sonucunda gerçekleştirilen analizler alt başlıklar halinde sunulmuştur.

5.6.1. Nicel verilerin analizi

Araştırmadaki nicel veriler olan ön test- son test verilerinin incelebilmesi için öncelikle betimsel istatistik uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda, aritmetik ortalama (\bar{x}), standart sapma (SS), minimum (Min.) değer, maksimum (mak.) değer, çarpıklık katsayısı (ÇK) ve basıklık katsayısı (BK) değerlerine ulaşılmıştır. Bu değerler ile verilerin dağılımına ait özelliklerin tanımlanması ve elde edilen veriler hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada son-test bağımlı değişkeni ile ilişkili diğer değişkenleri de kontrol edebilmek amacıyla Kovaryans Analizi (ANCOVA) kullanılmıştır. ANCOVA, ön test- son test kontrol gruplu desenlerde kontrol ve deney gruplarına uygulanan son testlerde gruplar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını kontrol etmek için kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 1998). Analizleri yapmak için IBM SPSS Statistics 26.0 (International Business Machines-Statistical Package for the Social Sciences) istatistik yazılımı kullanılmıştır.

Grupların denkliliğini kontrol edebilmek amacıyla kontrol ve deney gruplarının ön test verilerinde bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Bağımlı bir nicel değişkenin bağımsız iki grup arasında uygulandığında çıkan sonuçlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla bağımsız gruplarda t-testi uygulanır (Cevahir, 2020).

Araştırmada deney ve kontrol grupları oluşturulurken kümeleme seçim yöntemi kullanılmıştır. Nicel bir değişkenin normal dağılıma uygunluğunu test edebilmesi için örneklemin büyüklüğüne göre iki test uygulanmaktadır. Bunlar Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleridir (Cevahir, 2020). Buradan hareketle araştırmadaki örneklem sayısının 30 sayısından küçük ($n < 30$) olması nedeniyle normal dağılım testlerinden Shapiro Wilk testi kullanılmıştır.

Grupların varyanslarının eşit olup olmadığını kontrol edebilmek amacıyla Levene F testi kullanılmıştır. Bu test, grupların varyanslarının eşitliğini sınamaktadır (Cevahir, 2020). Testin sonucuna göre ilgili t testinin sonuçlarına bakılır. Burada anlamlılık değeri $p > 0,05$ ise iki grubun varyansları eşit olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Cevahir, 2020).

Korelasyon testleri, iki nicel değişken arasındaki ilişkiyi sınamak, bu değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin gücü ve yönü hakkında sayısal bilgi elde edebilmek amacıyla kullanılmaktadır (Cevahir, 2020). Buradan hareketle araştırmadaki grupların nicel değişkenleri arasındaki ilişkiyi sınamak amacıyla Pearson Korelasyon Testi kullanılmıştır.

5.6.2. Nitel verilerin analizi

Araştırmada toplanan verilerin derinlemesine analiz gerektirmeyen bir çerçevede hazırlanmış olması bununla birlikte katılımcıların görüş ve değerlendirmelerinde verdikleri cevapların özgünlük içermesi gerekçeleriyle nitel verilerin analizinde betimsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre veriler araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenebileceği gibi görüşme ya da gözlem sürecinde kullanılan sorular veya boyutlar dikkate alınarak sunulabilir. Ayrıca gözlenen bireylerin görüşlerini daha gerçekçi yansıtabilmek amacıyla sık sık doğrudan alıntılar yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel verilerin analizinde betimsel analiz aşamalarından faydalanılarak görüşme verileri belirli temalar ve başlıklar halinde tanımlanmıştır. Betimlemeleri zenginleştirmek amacıyla araştırmaya katılanların ifadelerine yer verilmiştir. Ayrıca araştırmada elde edilen nitel verilerin derinlemesine analizine ihtiyaç duyulmadığından bu veriler için herhangi bir bilgisayar analiz programı kullanılmamıştır.

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulguların analizleri yapılarak literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırma ve benzerlikleri üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

6.1. Gruplara ait Bulgular

Araştırmanın alt problemi olan İSG eğitimlerinde SG tabanlı uygulamaların çalışanların bilgi düzeyine anlamlı bir etkisi var mıdır? Sorusunu incelemek amacıyla çalışanlara uygulanan EK-2 de sunulan ön test ve son testlerin betimsel istatistik sonuçları Çizelge 6.1’de görülmektedir.

Çizelge 6.1.Deney ve kontrol grubu çalışanların ön-test ve son-test sonuçlarının betimsel istatistik sonuçları

Grup	Test	N	\bar{x}	SS	Min.	Mak.	ÇK	BK
Deney	Ön Test	10	76	11.738	50	90	-1.072	1.855
	Son Test		84	8.433	70	100	0.389	0.370
Kontrol	Ön Test	10	70	14.907	50	90	0	-1.334
	Son Test		73	14.181	50	90	-0.076	-1.155

Sonuçlar incelendiğinde her iki gruptaki son test puanlarının ön test puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak deney grubundaki yükselişin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu bu sonuçlardan anlaşılmaktadır. Grupların ön test puan ortalamalarının anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla öncelikle grupların normallik varsayımına bakılmıştır. Bu amaçla normallik testlerinden Shapiro-Wilks testi sonuçları Çizelge 6.2’de sunulmuştur.

Çizelge 6.2.Grupların ön test son test puanlarının Shapiro-Wilks testi sonuçları

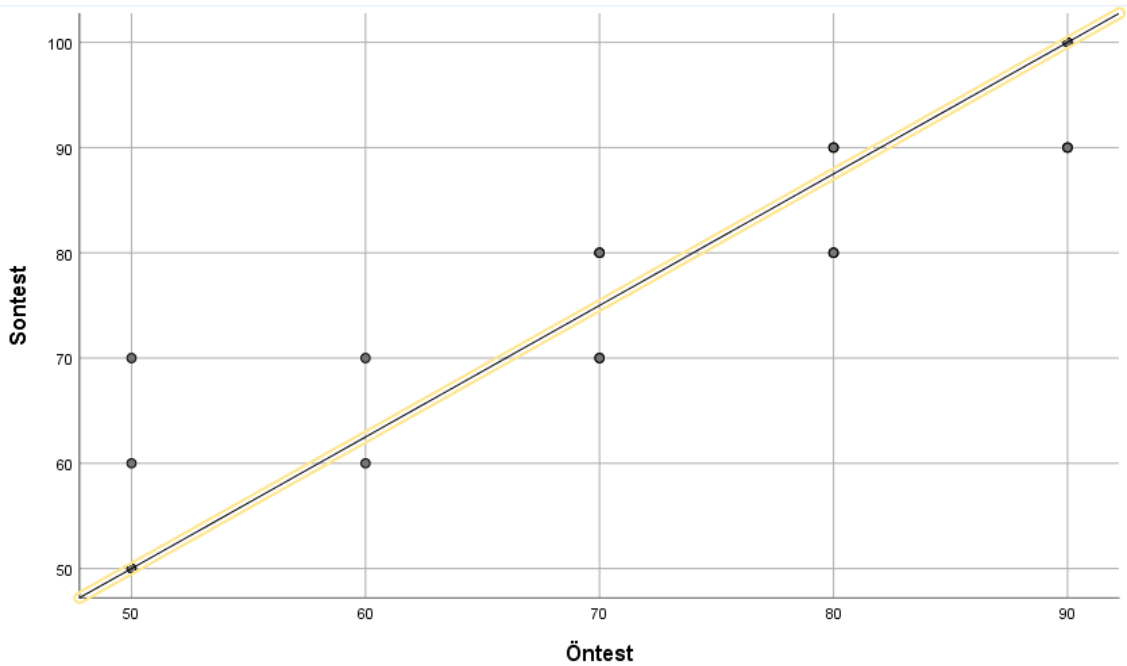
Grup	Test	Değer	SD	p
Deney	Ön Test	0.841	10	0.108
	Son Test	0.874		0.172
Kontrol	Ön Test	0.791	10	0.341
	Son Test	0.802		0.249

Bu sonuçlara göre $p > 0.05$ olduğundan grupların ön test sonuçları normal dağılım göstermektedir. Gruplar arası varyansların homojenliğini kontrol etmek amacıyla Levene F testi yapılmıştır. Buna göre, $F_{(1,20)}=0.899$, $p=0.356 > 0.05$ sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre ön test grup varyanslarının eşit olduğu görülmektedir. Grupların ön test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin olarak t-test yapılmış ve sonuçları Çizelge 6.3’de sunulmuştur.

Çizelge 6.3.Grupların ön test puanları için gruplar arası t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{x}	SS	SD	t	p
Deney	10	76	11.738	20	1	0.331
Kontrol	10	70	14.907		1	0.331

Yapılan t-test sonucunda, $t(20)=1$ ve $p=0.331 > 0.05$ olduğundan deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Buradan hareketle grupların İSG eğitim bilgilerinin birbirine denk olduğu değerlendirilebilir. Ayrıca ön test ve son test değişkenleri arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla Pearson Korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre $r=1$, $r^2=0.894$, $p=0.331$ sonuçlarına ulaşılmıştır. Grupların Pearson Korelasyon analizi saçılım diyagramı Şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1.Grupların Pearson Korelasyon analizi saçılım diyagramı

Son test üzerinde Ön Test x Grup ortak etkisinin anlamlı olup olmadığının test edilebilmesi için yapılan ortak etki testine ilişkin ANCOVA analiz sonuçları Çizelge 6.4 de sunulmuştur.

Çizelge 6.4.Ön test puanlarına göre son test puanlarının ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ön Test	2022.716	1	2022.716	80.476	0.000
Grup	185.582	1	185.582	7.384	0.015
Hata	427.284	17	25.134		
Toplam	3055	19			

Analiz sonuçlarına göre, $F_{(1,17)}=7.384$, $p=0.015 < 0.05$ olduğundan deney ve kontrol grubu çalışanlarının ön test puanlarına göre son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Buradan hareketle SG tabanlı uygulama ile İSG eğitimi alan çalışanların daha başarılı olduğu görülmektedir.

Araştırmanın diğer alt problemi olan İSG eğitimlerinde SG uygulamalarının çalışanlara güvenli davranış kazandırılmasına etkisinin incelenmesi amacıyla uygulanan, EK-4 de sunulan iş güvenliği gözlem formuna ilişkin betimsel istatistik sonuçları Çizelge 6.5’de görülmektedir.

Çizelge 6.5.Deney ve kontrol grubu çalışanların gözlem formu betimsel istatistik sonuçları

Grup	Test	N	\bar{x}	SS	Min.	Mak.	ÇK	BK
Deney	Ortalama Puan	10	91.54	3.911	85.45	97.27	0.440	1.334
Kontrol	Ortalama Puan	10	90.68	1.833	88.18	93.63	0.393	-1.156

Analiz sonucuna göre, deney grubu 91.54 puan ortalamasına sahipken, kontrol grubunun puan ortalaması ise 90.68 çıkmaktadır. Elde edilen bu sonuçlardan hareketle deney grubu çalışanlarının gözlem formu puan ortalamasının daha yüksek çıktığı görülmektedir. Buna göre, çalışanlara olumlu davranış kazandırılmasında SG tabanlı İSG uygulamalarının olumlu katkı sağladığı değerlendirilebilir.

6.2. Kullanıcı Görüşlerine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında geliştirilen SG uygulaması, İSG'nin paydaşları olan çalışanlar, işveren ve İş Güvenliği Uzmanlarına ayrı ayrı kullanıdırılmış ve elde edilen bulgular alt başlıklar altında sunulmuştur.

6.2.1. Çalışan görüşlerine ilişkin bulgular

Deney grubu çalışanlarının SG uygulama deneyimleriyle ilgili görüşlerinin belirlenebilmesi için EK-3'te sunulan "Çalışan Görüşme Formu" kullanılmıştır. Çalışanlara, SG deneyimlerinden sonra bu form verilerek görüşleri doğrultusunda soruların cevaplanması istenmiştir. Bu doğrultuda deney gurubu çalışanlarından oluşan toplam 10 kişi, formdaki soruları yanıtlarak deneyim ve görüşlerini dile getirmiştir. İlgili formdaki sorular doğrultusunda elde edilen verilerin çelenmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını nasıl buldunuz?

Deney grubu çalışanlarının tümü bu soruya, olumlu bulduğunu belirterek "Faydalı", "Eğitici", "Akılda Kalıcı", "Etkili", "Gayet Başarılı" şeklinde yanıtlar vermişlerdir. Bu soruya verilen yanıtlardan oluşan frekans tablosu aşağıda Çizelge 6.6'da sunulmaktadır.

Çizelge 6.6.Çalışanların SG teknolojisinin kullanımına ilişkin frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Faydalı	2
Eğitici	2
Akılda Kalıcı	2
Etkili	2
Gayet Başarılı	2

Verilen cevaplardan hareketle çalışanların tümünün uygulamayı etkili ve faydalı bulduğu, İSG eğitimlerinin bu şekilde verilmesini olumlu karşılayacakları görülmektedir. Ayrıca SG eğitimlerinin temel amaçlarından biri olan etkili ve akılda kalıcı olması

yönünde de görüş belirtmektedirler. Yukarıda frekansları verilen olumlu cevaplarla birlikte “çok gerçekçi” ve “olayı canlı yaşıyormuş hissi” yaşadıklarını da ifade etmişlerdir. Çalışanlardan biri ise uygulamanın faydalı olduğunu ancak başlangıçta biraz zorlandığını belirtmiştir. Bazı çalışanların ifadeleri şu şekildedir.

“Çok profesyonel, eğitici ve akılda kalıcılığı yüksek.”

“Uygulamanın öğretici ve akılda kalıcı bir uygulama olduğu kanaatindeyim.”

“Gayet başarılı bir uygulama, olayı canlı yaşıyormuş gibi hissettiriyor.”

“Kullanılabilirliği yüksek, İSG eğitimlerinde kullanılmasının gerekli olduğunu düşünüyorum.”

Bu teknolojinin iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde etkili ve verimli olacağını düşünüyor musunuz?

Çalışanların bu soruya verdiği cevaplar incelendiğinde, tamamının bu soruya olumlu cevaplar verdiği görülmektedir. Genel ve kısa cevapların verildiği bu soruda cevaplar “Evet”, “Kesinlikle Evet”, “Düşünüyorum” başlıkları altında toplanmaktadır. Elde edilen bulgulara ilişkin frekans bilgileri Çizelge 6.7’de sunulmaktadır.

Çizelge 6.7.İSG eğitimlerinin verimliliğine ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Evet	6
Kesinlikle evet	2
Düşünüyorum	2

Soruya verilen cevaplar incelendiğinde çalışanların tümü İSG eğitimlerinin, SG ile verilmesini etkili, akılda kalıcı ve verimli olduğu görüşünde birleşmektedirler. Bununla birlikte bazı çalışanlar uygulamanın gerçekçiliğinin biraz daha arttırılmasının daha faydalı ve etkili olacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Çalışanların bu soruya verdikleri cevaplardan bazıları aşağıdadır.

“Kesinlikle verimli olacaktır. Ayrıca yangına müdahale uygulamasında hangi yangın söndürücünün hangi yangında kullanılacağı ve bunun uygulanabilir olması çok akılda kalıcı olmuş.”

“Evet eğitimlerde verimli ve etkili olacağını düşünüyorum. Ancak gerçekçiliği biraz daha arttırılmalı.”

“Tabi kesinlikle faydalı olacağını düşünüyorum.”

Eğitimlerin akılda kalıcılık ve doğru davranış kazandırılmasında bu teknolojinin kullanılmasının faydaları nedir?

Çalışanların bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde genel olarak geleneksel eğitim ile verilen teorik eğitimlerin yeterli olmadığını belirttikleri görülmektedir. Bununla birlikte SG uygulaması ile teoride öğretilen bilgilerin uygulama şansının olacağı ve bu sayede akılda kalıcı bir eğitim alabilecekleri yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Verilen cevaplar farklı ve özgün olduğundan bu soruya verilen cevapları başlıklar altında toplamak mümkün olmamıştır. Verilen cevaplardan bazıları aşağıdadır.

“Eğitimlerin teorik olarak verilmesi yeterli değildir. Bu tür uygulamalar ile teoride verilen bilgilerin uygulanabilir olması bu eğitimlerde akılda kalıcılığı ve verimliliği arttıracaklarını düşünüyorum.”

“Uygulamalı eğitimlerin daha faydalı olduğunu biliyorum”

“Önceden teorik olarak bildiğim ancak tam aşamalarını hatırlayamıyordum. Uygulama ile özellikle yangına nasıl müdahale edilmesi gerektiğini öğrendim.”

“Uygulamanın gerçek ortamlara yakın olması ve uygulamaların içerisinde etkin bir şekilde yer almak bilgilerin kalıcı olmasını sağlıyor.”

“Uygulamada gerçek ortamlarda karşılaşılabilecek tehlikelere karşı deneyim kazanmak kalıcılık açısından çok etkili.”

Sanal gerçeklik kullanımı sırasında sizi zorlayan bir durum oldu mu?

Verilen cevapların büyük çoğunluğunda kullanım sırasında herhangi bir zorlanma olmadığı yönündedir. Ancak bazı kullanıcılar başlangıçta biraz zorlandığını ama sonrasında alıştığını belirtmişlerdir. Bir kullanıcı ise kumandaya alışmakta zorlandığını ifade etmiştir. Buradan hareketle çalışanların uygulamada çok zorlanmadıkları ancak başlangıçta kumanda ve uygulamanın kullanımına biraz alışmaları gerektiği sonucu çıkartılabilir. Çalışanların verdikleri cevaplara ilişkin dağılım çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6.8.SG kullanımının zorluğuna ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Herhangi bir zorluk yaşamadım	5
Kumanda da zorlandım	2
Başta biraz zorlandım	3

Çalışanların bir SG uygulamasını ilk defa kullanmasından dolayı alışık olmadıkları bir durum olmakla birlikte, uyum sağlama konusunda çok zorlanmadıkları verilen cevaplarda görülmektedir. Bu konuyla ilgili çalışan ifadelerine aşağıda yer verilmektedir.

“Herhangi bir zorluk yaşamadım.”

“Hayır olmadı. Bence yeterli bir uygulama ama bazı öğretici bilgilerde eklenebilir.”

“Kumandaya alışmam zor oldu.”

“Alışık olmadığımız bir durum.”

“Başta biraz zorlandım.”

Başta iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri olmak üzere benzer uygulamalı eğitimleri sanal gerçeklik uygulaması ile almak ister misiniz?

Çalışanların tümü bu soruya “Evet” şeklinde cevap vermiştir. Bununla birlikte bazı önerilerde de buldukları görülmektedir. Çalışanlardan biri bu tür uygulamalar yanında ilk yardım eğitimlerinin de bu şekilde verilmesinin faydalı olacağını belirtmiştir. Bir kullanıcı evet cevabı vermekle birlikte eğitimlerin akılda kalıcılığını da vurgulamaktadır. Aşağıda, çalışanların bu soruya verdikleri cevaplardan bazıları yer almaktadır.

“Evet, eğitimlerin simüle edilerek verilmesi çok akılda kalıcı oluyor.”

“Evet faydalı olur”

“Evet, ilk yardım gibi uygulamalarda kullanılabilir.”

Bu teknolojinin kullanılmasının olumlu ya da olumsuz yönleri nelerdir?

Çalışanlar verdikleri cevaplara göre uygulamada genel olarak olumsuz durumların bulunmadığını belirtmişlerdir. Bir kullanıcı uygulamayı olumlu bulduğunu ancak özellikle yangına müdahale eğitiminin daha ayrıntılı olması gerektiğini ifade etmiştir. Verilen cevaplar genel olarak “Olumlu buluyorum” başlığı altında toplanmaktadır. Bununla birlikte “Daha kalıcı bir eğitim” şeklinde ifadeler de bulunmaktadır. Uygulamanın olumsuz yönleri hakkındaki cevaplar ise “Olumsuz yok” şeklindedir. Verilen cevaplara ilişkin dağılım tablosu aşağıdadır.

Çizelge 6.9.SG teknolojisinin kullanımına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Olumlu buluyorum	7
Uygulama alanında faydalı olur	1
Daha kalıcı bir eğitim	2
Olumsuz yok	3

Çalışanların verdikleri cevaplara ait bazı ifadeler aşağıda verilmiştir.

“Uygulama, alanında çok faydalı olur.”

“Öğrenimin kolaylaşacağını düşünüyorum.”

“Olumlu bulmakla birlikte olumsuz bir durum aklıma gelmiyor.”

“Uygulamaları deneme yanılma yoluyla etkin bir şekilde öğrenilmesini sağlıyor, olumsuz yönü ise uygulamada bazı kullanımlarda yeterli bilgiler sağlamıyor.”

Bu Teknoloji ile çalışanların iş kazalarına karşı güvenli davranış kazandırabileceğini düşünüyor musunuz?

Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde katılımcıların hepsi bu uygulamanın güvenli davranış kazandırmasında faydalı olacağını düşünmektedir. Bununla birlikte verilen cevapların “Evet”, “Kesinlikle Evet”, “Olabilir” başlıklarında toplandığı görülmektedir. Verilen cevapların toplandığı başlıklar aşağıda sunulmaktadır.

Çizelge 6.10.Güvenli davranış kazandırılmasına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Evet	7
Kesinlikle evet	2
Olabilir	1

Soruya verilen cevaplardaki bazı ifadeler ise şu şekildedir;

“Olabilir faydalı”

“Evet, Bu simülasyona, yangın tüpünün piminin nasıl çekileceği ve üzerinde basınç değerinin hangi aralıkta olması gerektiğine ilişkin bilgi içerikleri de eklenebilir”

“Kesinlikle evet”

Bu teknolojinin kullanılması ile daha kolay öğrendiğinizi düşünüyor musunuz?

Katılımcıların hepsi soruya olumlu cevap vermiş ve bazı tavsiyelerde bulunmuşlardır ve uygulamanın birkaç kez tekrar edildiğinde daha faydalı olacağı görüşünü dile getirmişlerdir. Verilen cevaplara ilişkin bilgiler aşağıdadır.

Çizelge 6.11. SG kullanımının kolaylığına ilişkin verilen cevaplara ait frekans bilgileri

Cevaplar	Frekans
Evet	6
Kesinlikle evet	3
Mutlaka	1

Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplara ilişkin bazı ifadeler aşağıdadır.

“Evet daha kolay öğreniliyor. Ancak uygulama birkaç kere denediğinde daha etkili.”

“Evet hem eğlenceli hem de kalıcı bir şekilde öğretiyor.”

Son olarak katılımcılara genel görüşleri sorulmuş eklemek istedikleri bilgi ya da görüşlerini, formun 9. sırasında bulunan “Notlar” kısmına eklemeleri istenmiştir. Katılımcıların çoğunun bu kısmı boş bıraktıkları görülmektedir. Bu konuda görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıdadır.

“Faydalı bir eğitim uygulaması”

“Uygulamanın yangın senaryolarında hangi tür yangına hangi tür söndürücünün kullanılması gerektiğiyle ilgili yeterli bilgiyi sağlıyor. Fakat gerçek bir yangında kişi yangına müdahale ederken tüpü nasıl kullanması gerektiği hususunda eksiklik var.”

Uygulamanın kullandırıldığı deney grubu çalışanlarından toplanan veriler genel olarak değerlendirildiğinde, çalışanların bu uygulamanın İSG eğitimlerinde kullanılabilirliği konusunda olumlu görüş bildirdikleri görülmektedir. İlgili forma verilen cevaplarda, çalışanların uygulamayla ilgili olumsuz bir görüşte olmadıkları bununla birlikte bazı önerilerde buldukları da görülmüştür.

6.2.2. İşveren görüşlerine ilişkin bulgular

İSG eğitimlerinde SG tabanlı uygulama kullanımının işyerlerine ne tür katkılar sağladığının ortaya çıkarılması amacıyla EK-7 de sunulan “İşveren Görüşme Formu” kullanılmıştır. Sorular işverene yöneltilerek, not alma yöntemiyle veriler elde edilmiştir. Sorulara verilen cevaplara ilişkin veriler aşağıda analiz edilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği eğitiminin sanal gerçeklik teknolojisi ile verilmesi hakkındaki düşünceniz nedir?

İşveren, uygulamayı olumlu bulduğunu belirtmektedir. Ayrıca herhangi bir ekipman ve mekân gereksinimi olmadan uygulamaların yapılabilir olmasını faydalı olduğunu ifade etmektedir. İşverenin bu konuyla ilgili ifadeleri şu şekildedir;

“Sanal ortamda uygulamalı olarak yapılması, ayrıca herhangi bir ekipmana ihtiyaç duyulmaksızın yapılması çok faydalı olacaktır.”

Bu teknolojinin kullanılması ile işyerinde yaşanacak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenebileceğini düşünüyor musunuz?

Bu soruda da işveren bu tür bir uygulamanın bu konuda etkili olacağını ifade etmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinde bu teknolojinin kullanılması ile oluşabilecek maliyetler hakkındaki düşünceniz nedir?

İşverenin, böyle bir uygulama ile İSG eğitim maliyetlerinin düşürülebileceğini belirttiği görülmektedir. Konuyla ilgili ifadeleri aşağıdadır.

“Zaman ve mekân tahdidi olmaksızın eğitim verilebilmesi maliyetleri düşürecektir.”

İş yerinizde buna benzer tehlikeli ve riskli işlerin iş başı eğitimlerinde de bu teknolojinin kullanılmasını düşünür müsünüz?

İşveren bu konuda da olumlu düşündüğünü ifade ederek soruya “Düşünüyorum” şeklinde cevap vermiştir.

Eğitimlerde bu teknolojinin kullanılmasının olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?

İşverenin bu soruya verdiği yanıtla da uygulamayı olumsuz bulmadığı görülmektedir. Bununla birlikte uygulamanın gerçeğe yakın bir şekilde simüle edilebilmesinin daha etkili olacağı görüşünü belirtmektedir. Ayrıca riskli mesleklerin eğitiminin riske girmeden bu uygulama ile verilebileceğini ifade etmiştir. İşverenin konuya ilişkin ifadesi şu şekildedir;

“Yazılımsal bir hata olmadığı sürece olumsuz bir yönü olmaz. Riskli meslek gruplarında iş sahasının tam olarak simüle edilebildiği için gerçeğe yakın eğitim, risk olmadan verilebilmektedir.”

Veriler genel olarak değerlendirildiğinde İSG eğitimlerinin SG tabanlı bir uygulama yardımıyla verilmesi işveren tarafından da olumlu karşılanmış özellikle maliyetleri azaltıcı bir etkisinin olduğu görüşünü dile getirmiştir. Bununla birlikte SG uygulama eğitimlerinin diğer alanlarda da kullanılabilirliğine dikkat çektiği görülmektedir. Ayrıca uygulamanın zaman ve mekân kısıtlaması olmaksızın kullanılabilir olmasının işveren tarafında da olumlu bulunduğu görülmektedir. Uygulamanın riskli işlerin eğitiminde de kullanılmasının riskleri ortadan kaldırma adına faydalı olacağı da işveren tarafından ifade edilmektedir.

6.2.3. İş güvenliği uzmanları görüşlerine ilişkin bulgular

İş güvenliği olgusunun önemli bir paydaşı olan İş Güvenliği Uzmanlarının SG tabanlı İSG eğitimleri ile ilgili görüş ve değerlendirmeleri de araştırma için son derece önem arz etmektedir. Buradan hareketle hazırlanan SG tabanlı uygulama, iki A sınıfı ve bir de B sınıfı İş Güvenliği Uzmanı tarafından test edilmiş ve konuyla ilgili değerlendirmeleri, EK-6 da sunulan “İş Güvenliği Uzmanı Görüşme Formu” ile alınmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı hakkında düşünceniz nedir?

Uzmanların SG tabanlı teknolojinin İSG eğitimlerinde kullanılmasını son derece olumlu buldukları görülmektedir. Bununla birlikte eğitimlerde bu teknolojinin kullanılmasının faydalı olacağını da ifade etmektedirler. Ayrıca çalışanların eğitim düzeylerine göre bu teknolojinin kullanılmasının eğitimleri daha etkili hale getireceğini de belirtmektedirler. Uzmanların konuyla ilgili ifadeleri aşağıdadır.

“Gayet olumlu, görsel ve uygulama eğitimi daha etkili olmakta, özellikle eğitim düzeyleri açısından bu teknoloji ile verilen eğitimlerin, çalışanlara daha faydalı olacağını düşünüyorum.”

“Kesinlikle kullanılmalı, eğitimlerde çok faydalı bir uygulama olacağı kanaatindeyim.”

“Son derece etkili bir eğitim aracı, çalışanların eğitiminde oldukça etkili olur.”

Eğitimlerde bu teknolojinin kullanılmasının çalışanların güvenli davranış kazandırılmasındaki etkisinin ne ölçüde olacağını tahmin ediyorsunuz?

Uzmanların bu konuyla ilgili görüşlerinin de tümüyle olumlu olduğu görülmektedir. Uzmanlar ayrıca çalışanların, tehlikeleri sanal ortamda yaşamasının eğitimleri daha etkili ve kalıcı hale getireceğini belirtmişlerdir. Bu soruya verilen cevaplardaki uzman ifadeleri şu şekildedir;

“Çalışanların, senaryo etkilerini birebir görmesi eğitimlerin daha etkili olmasına katkı sunacaktır.”

“Bu eğitimler ile çalışanlar işleri sırasında daha dikkatli olacaklardır.”

“Pozitif yönde katkı sağlayacaktır. Doğrudan tehlikelere karşı daha gerçekçi olacağından, eğitimlerin daha kalıcı ve etkili olacağını düşünüyorum.”

İş sağlığı ve güvenliği danışmanlık firmaları bu teknolojinin kullanılmasını ne ölçüde destekler?

Araştırmaya katılan ve SG uygulamasını test eden A sınıfı uzmanlardan biri aynı zamanda Konya Bölgesinde faaliyet gösteren bir OSGB firmasının da sahibidir. Konuyu bu açıdan da ele alarak değerlendirmelerde bulunmuş ve olumlu yönde görüş bildirmiştir. Diğer uzmanlarında bu konuda olumlu düşündükleri görülmektedir. Konuyla ilgili ifadeler aşağıdadır.

“Kesinlikle destekler çünkü verilen eğitimlerde etkinliği ve kalıcılığı artırıcı bir etkisinin olacağını düşünüyorum.”

“Bu tür uygulamalar ile verilen eğitimlerin, iş güvenliği danışmanlık firmalarının eğitim maliyetini artırabilir. Bunu bir kenara bırakırsak danışmanlık firmaları bunu destekler.”

“Kesinlikle destekler, uzmanın geleneksel olarak 2 saatte verdiği eğitimi, bu uygulama çalışanın 5 dakikada kavrayabilmesini sağlıyor.”

İşyerleri çalışanlarına eğitimlerin bu teknoloji ile verilmesini nasıl değerlendirirler?

Uzmanlar bu konuda da olumlu görüş belirtmekte olup konuyu gerek firma açısından gerekse çalışan açısından değerlendirmişlerdir; ayrıca firmalardaki çalışan sayısının çokluğunu ve çalışanların yaşları açısından farklı taleplerin söz konusu olabileceğini de belirtmişlerdir. Bununla birlikte İSG eğitimlerini üst seviyeye taşıyıcı bir etkisinin olacağını, bununda hem çalışana verilen değeri artırıcı hem de kurumsal imaj açısından fayda sağlayıcı olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Uzmanların bu soruya verdikleri cevaplar şu şekildedir;

“Öncelikle eğitimleri üst seviyeye taşıyıcı bir etki sağlar. Bu durum firmanın imajına katkı sunar, bununla birlikte firmanın çalışanlarına verdiği değeri gösterir bu da çalışanların motivasyonlarını olumlu yönde etkiler.”

“Çalışan sayısı çok olan firmalarda eğitimlere etkisi açısından daha faydalı olacağını düşünüyorum. Ayrıca bu tür firmalarda eğitimlerin verimliliği açısından da etkili bir eğitim aracı olacağı kanaatindeyim.”

“Firmalara katkısı büyük olacaktır. Bir diğer durumda çalışanlar arasında farklı yaş grupları olduğundan bu grupların uygulamaya ilgisi ve etkisi de farklı olacaktır.”

Eğitimler sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı sayesinde ülkemizdeki iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasında bir katkı sağlayabilir mi?

Verilen cevaplar analiz edildiğinde uzmanların bu konuda hem fikir olduğu görülmüş olup uygulamanın eğitimlere olumlu katkı sağlayacağı görüşünde birleştikleri görülmektedir. Bununla birlikte geleneksel eğitime göre daha etkili olduğu görüşü de dile getirilmiştir. Ayrıca eğitimlerin gerçekçi olması dolayısıyla da olumlu katkı sağlayabileceği değerlendirilmiştir. Uzmanların konuyla ilgili ifadeleri şu şekildedir;

“Eğitimlerin çalışanların yaptıkları işlere uygun ve gerçekçi bir şekilde hazırlanmış olması, eğitimlerin hedefine ulaşmasına katkı sağlayacağından iş kazaları ve meslek hastalıklarının azalmasına katkı sağlar düşüncesindeyim.”

“Kesinlikle katkı sağlar.”

“Evet katkı sağlayacaktır. Geleneksel eğitime göre katkısı daha çok olacaktır.”

Bu teknolojinin en etkili ve acil kullanım alanları neler olmalıdır?

Verilen cevaplar analiz edildiğinde en etkili ve acil olarak SG tabanlı eğitimlerin uygulanması gereken sektörlerin başında çok tehlikeli sınıf olarak nitelendirilen iş yerleri olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte “metal sektörü”, “döküm sektörü”, “inşaat sektörü” gibi sektörlerde öncelikle kullanılması gerektiği ifade edilmiştir. Uzmanların ifadeleri şu şekildedir;

“Öncelikle çok tehlikeli sınıfa giren işyeri olmak üzere, metal sektörü, imalathaneler, endüstriyel kurumsal firmalarda acil kullanılmalıdır.”

“Metal sektörü, inşaat sektörü, döküm sektörü gibi sektörlerde öncelikle kullanılmalıdır.”

“Çok tehlikeli sınıflarda yer alan metal, inşaat vb. sektörler öncelikli olmalıdır.”

Geleneksel iş sağlığı güvenliği eğitimlerine göre bu teknolojinin kullanımının olumlu ve olumsuz yönleri neler olabilir?

Uzmanların verdiği cevaplarda, uygulamanın olumlu bulunduğu bununla birlikte bazı düzeltmelerin yapılması gerektiğiyle ilgili önerilerde buldukları görülmektedir. Yapılan önerilerde uygulamadaki senaryoların daha ayrıntılı hale getirilmesi gerektiği belirtilmekle birlikte eğitimde kullanılan cihazın kişiye özel olması nedeniyle de toplu eğitimler konusunda dezavantaj sağlayabileceği görüşü de dile getirilmiştir. Bu soruya verilen cevaplara ilişkin ifadeler şu şekildedir;

“Dikkat çekici bir eğitim, verilen eğitimlerin görsel işitsel ve dokunsal olması eğitimi daha başarılı hale getirmektedir. Olumsuz bir yönünü göremedim.”

“Deneyimsel öğrenme bu aracın en etkili yönünü oluşturur, bire bir eğitim olması toplu eğitimlerde dezavantajlı bir durum olabilir.”

“Yangın söndürme gibi daha ayrıntılı durumlarda yeterli olmayabilir.”

Gözlemlediğiniz kadarıyla bu teknolojinin iş sağlığı güvenliği eğitimlerini daha etkin ve verimli hale getirebilmesi için görüş ve önerileriniz nelerdir?

Verilen cevaplar incelendiğinde genel görüşün, senaryoların daha ayrıntılı hale getirilmesi gerektiği yönünde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kullanıcıların uygulamaya daha çabuk uyum sağlayabilmesine imkân tanıyacak çalışmalar üzerine yoğunlaşılması gerektiği görüşü de dile getirilmiştir. Ayrıca iş güvenliğinin içerik ve

kuralları sektörler bazında değiştiğinden hareketle sektörler için uygun çalışmalar yapılması gerektiği üzerinde de durulmuştur. İlgili görüşlere ait ifadeler şu şekildedir;

“Uygulamanın yeni kullanmaya başlayanlar için adaptasyonu üzerinde çalışılmalıdır.”

“Özellikle yangın söndürme gibi karmaşık durum senaryoları için daha ayrıntılı çalışılmalıdır.”

“Her sektörün iş güvenliği uygulamaları farklılık göstermektedir. Bu yüzden sektörel bazda daha ayrıntılı senaryolar geliştirilerek daha etkili çalışmalar yapılabilir.”

İş Güvenliği Uzmanları ile yapılan veri toplama çalışmalarıyla ilgili olarak görüşme formunun son maddesine “Notlar” kısmı eklenerek, uzmanların araştırma hakkında ek görüşleri de alınmıştır. Uzmanlardan birinin bu kısmı boş bıraktığı diğerlerinin ise burada ek görüşlerini ifade ettikleri görülmüştür. Buna göre; uzmanlar araştırmada kullanılan uygulama üzerinde daha ayrıntılı çalışılması gerektiğini belirtmişler ve çalışana verilecek eğitimlerde bu uygulamanın gerek kalıcılığı gerekse etkinliği açısından son derece faydalı olacağını ifade etmişlerdir. Ayrıca uzmanlar, firmanın uygulamayı kullanmasının çalışanlarına verdiği değeri yansıtması açısından da olumlu görüleceğini belirtmişlerdir. Konuyla ilgili ifadeler şu şekildedir;

“Verilen eğitimlerin kalıcı ve etkili olması açısından uygulamayı son derece olumlu buldum. Diğer bir faydası, firmanın çalışanlarına değer verdiğini gösterecek bu da çalışanların firmaya bağlılığını artıracak ve çalışma motivasyonuna katkı sağlayacaktır.”

“Uygulamayı genel anlamda olumlu buldum. Ancak sektörel bazda ayrıntılı senaryolar ile daha etkili ve verimli hale getirilebilir.”

Görüşme formundan elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde, Konya bölgesinde çok tehlikeli sınıfa giren iş yerlerinde görev yapan uzmanların uygulamayı faydalı ve etkili buldukları, bununla birlikte özellikle sektöre özel senaryoların geliştirilerek daha ayrıntılı hale getirilmesinin uygulamayı daha etkin ve verimli hale

getireceği görüş ve değerlendirmesinde buldukları görülmektedir. Ayrıca bu tür eğitimlerin iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasına da katkı sağlayacağı konusunda görüş birliğinde oldukları da anlaşılmaktadır. Özellikle İSG eğitimlerinde bu tür uygulamaların kullanılabilirliğiyle ilgili soruda tüm uzmanların kesin ve net bir şekilde cevap vererek, bu tür uygulamaların eğitimlerde kullanılması gerektiğini ifade ettikleri de görülmektedir.

6.3. Tartışma

Bu bölümde; çalışma kapsamında elde edilen bulgulara ait sonuçlar değerlendirilmiş ve literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Araştırma kapsamında çalışanlar deney ve kontrol grubuna ayrılmış ve deney grubuna SG tabanlı İSG eğitim uygulanmış ve her iki grupta da ön test ve son test yapılarak sonuçlar analiz edilmiştir. Buna göre; deney grubu çalışanlarının son test puanlarının kontrol grubu çalışanlarının puanlarına göre daha yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Lacko (2020), yaptığı çalışmada fabrikalardaki İSG eğitimlerinde SG kullanımına odaklanmış ve bu kapsamda acil durumlarda çalışanların davranışlarını test etmek amacıyla bir SG tabanlı uygulaması geliştirmiştir. Çalışmasında 32 kişilik deney ve 37 kişilik kontrol grupları oluşturmuştur. Deney grubuna SG tabanlı uygulama kullanılarak eğitim verilmiş diğer gruba ise geleneksel eğitim verilmiştir. Eğitim sonrasında 20 soruluk bir test uygulanmış ve deney grubu öğrencilerinin test puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu kapsamda elde edilen sonuçların, Lacko (2020), tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Tepe (2019), üniversite İSG programlarında verilen “Yangın ve Acil Durumlar” dersinde SG uygulamalarının etkinliği üzerine yaptığı çalışmada, SG ile verilen eğitimlerin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine bu çalışmada elde edilen bulgular ile Tepe'nin (2019) yaptığı araştırmanın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Araştırmada deney grubu çalışanlarının SG tabanlı İSG eğitimlerini, etkili ve faydalı bulduğuna dair bulgulara ulaşılmıştır. Bu durum, Xu ve Zheng (2021) tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlarla benzerdir. Xu ve Zheng (2021) yaptığı çalışmada, bir tren istasyonu şantiyesi çalışanları ile SG tabanlı bir güvenlik eğitimi gerçekleştirmiştir; çalışma sonucunda SG tabanlı güvenlik eğitimlerinin çalışan güvenliğini artırıcı etkiye sahip olduğu, bununla birlikte bu ortamların etkileyici ve çekici olduğu sonucuna

ulaşmıştır. SG tabanlı İSG eğitimlerinin etkinliği Lacko (2020) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarında da görülmektedir.

Deney grubu çalışanlarının SG tabanlı uygulamayı çok gerçekçi buldukları, olayı canlı yaşıyormuş hissine kapıldıkları bulgularına ulaşılmıştır. Benzer sonuçlar Xu ve Zheng (2021), Tepe (2019) ve Gökoğlu (2019) çalışmalarında da görülmektedir. Ayrıca çalışmada SG tabanlı İSG eğitimlerinin akılda kalıcılığıyla ilgili bulgulara da ulaşılmıştır. Lacko (2020), yaptığı çalışmada SG uygulama eğitim sonrasında bir test yapılmış ve bir ay sonra tekrar bir test daha yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre SG ile yapılan eğitimden hemen sonra yapılan testte başarı oranı %97 iken bir ay sonrası yapılan testte ise bu oran %87 olmuştur. SG olmadan yapılan eğitimde ise çalışanlara yapılan ilk testte başarı oranı %87 iken bir ay sonrasındaki testte başarı oranı %68 olmuştur. Bu çalışmadaki sonuçlar, araştırmadaki akılda kalıcılık bulgusunu destekler niteliktedir.

Araştırma da çalışanların SG uygulaması ile ilgili yaptıkları değerlendirmelerde SG tabanlı uygulama ile daha kolay öğrendikleri ifadeleri görülmektedir. Benzer sonuçlar, Tepe (2019) çalışmasında da görülmektedir. Tepe (2019), çalışmasında öğrencilerin büyük bölümünün SG ortamlarının öğrenmede kolaylık sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Zira bir eğitim programında kullanılan eğitim materyallerinin aktif ve etkileşimli olmasının o eğitimin daha iyi anlaşılmasına yol açacağına inanılmaktadır (Kowalski ve Vaught, 2002). Benzer araştırmalarda çalışanların gelişmiş, sürükleyici ve etkileşimli ortamlarda daha iyi eğitildikleri de görülmektedir (Xu ve Zheng, 2021). Ayrıca SG teknolojileri kullanılarak simüle edilen bir sistemin çalışanlar tarafından anlaşılması daha faydalı ve etkilidir (Kizil ve ark., 2003).

Araştırmada işveren ile yapılan görüşmede SG tabanlı İSG eğitiminde gerçek ekipman ve mekâna ihtiyaç duyulmamasının eğitim maliyetleri açısından avantajlı bir durum olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Özellikle ağır sanayi kuruluşlarında kullanılan makine ve teçhizatların yüksek maliyette olması ve bunların kullanımı sırasında yaşanacak riskler ve arızalar gerek çalışana gerekse işyerlerine büyük maliyetler yüklemektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde çalışanların sanal ortamlarda eğitim alması bu tür maliyet ve riskler açısından da avantaj sağlamaktadır. Kizil ve arkadaşlarının (2003) yaptığı çalışmada da SG uygulamaları eğitim maliyetlerini azaltmada ve güvenliği artırmada gerekli araçlar sunacağı vurgusu yapılmaktadır. Bu sayede eğitim nedeniyle, ekipman arıza süresi ve eğitim sırasında pahalı ekipmanların hasar görme riski azalmaktadır (Kizil ve ark., 2003). Bununla birlikte eğitim alan personelin kontrollü ve güvenli bir ortamda eğitim alması sağlanarak oluşacak güvenlik

risklerinin önüne geçilmiş olunur (Kizil ve ark., 2003). Ayrıca SG tabanlı İSG eğitim sistemleri, eğitim ve arıza maliyetlerinden tasarruf etmek için verimli bir yöntemdir (Xu & Zheng, 2021). Lacko (2020)' ya göre de çalışanlar gerçek fabrikada gerçek ekipmanlarla çalışmak zorunda kalmadan cihaz ve makinelerin çalışmasını SG uygulamaları ile daha basit bir şekilde öğrenebilirler.

Çalışanlar ve İşveren ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulardan biri de iş başı (oryantasyon) ve ilk yardım eğitimleri gibi riskli ve uygulamalı eğitimlerinde SG teknolojileri kullanılarak alınmasıyla ilgili istek ve görüşlerinin olduğudur. Zira çalışanların SG tabanlı İSG eğitimini kolay, etkili, akılda kalıcı ve sürükleyici buldukları görülmektedir. Ayrıca işverende SG tabanlı İSG uygulamasının risksiz, düşük maliyetli, etkili ve kalıcı bir eğitim aracı olmasından hareketle diğer alanlardaki eğitimlerde de uygulanabileceğini belirtmektedir. Literatür araştırmalarında, Kizil ve arkadaşları (2004), Zhao ve Lucas (2014), Xu ve Zheng (2021), Lacko (2020), Pedram ve ark. (2013), Tepe (2019), Gökoğlu (2019) yaptığı çalışmalarda da görüldüğü üzere madencilik, inşaat, ağır sanayi gibi tehlikeli iş kolları başta olmak üzere birçok alandaki İSG ve iş başı eğitimlerinde SG teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir.

Çalışanlar, mevcut durumda verilmekte olan geleneksel İSG eğitimlerini yeterli bulmadıklarını belirtmektedirler. Bununla birlikte İSG Uzmanlarının da bu yönde görüş bildirdikleri görülmektedir. Çalışanlar, geleneksel olarak verilen eğitimlerin teoride kalması ve yeteri kadar uygulama şansı bulamadıkları nedeniyle etkili bir eğitim alamadıkları yönünde görüş bildirmektedirler. Bu durum Zhao ve Lucas (2014) çalışmasında da belirtilmektedir. Zhao ve Lucas (2014)' a göre, mevcut eğitim programları ilgi çekici değildir ve verilen eğitimler etkinliği ve kalıcılığı karşılama konusunda yetersiz kalmaktadır. İSG eğitimlerinin SG tabanlı bir uygulama ile verilmesinin bu eğitimleri daha çekici hale getirmesi beklenmektedir. Zira yapılan görüşmelerde çalışanlar, SG ile yapılan eğitimlerin uygulamalı olmasını olumlu bulmuşlar ve SG uygulamaları ile eğitimlerin daha kalıcı ve etkili olduğunu dile getirmişlerdir. Lacko'da (2020) yaptığı çalışmada benzer bir sonuca ulaşarak, İSG eğitimlerinde SG kullanımının eğitimleri daha çekici hale getirmeye önemli katkı sunduğunu belirtmiştir.

Araştırma kapsamında İş Güvenliği Uzmanları tarafından yapılan değerlendirmelerden elde edilen bulgulardan biri de çalışanların, olası risk ve tehlikeleri SG ortamlarında deneyimlemelerinin eğitimler açısından daha etkili ve kalıcı olacağı yönündedir. SG tabanlı eğitimler, çalışanlarda gerçek hayatta da “başımıza gelebilir”

duygusu uyandıracığından eğitimin gerçekçi bir boyut kazanmasına imkân sağlar (Zhao ve Lucas, 2014). Xu ve Zheng (2021), yaptıkları çalışma neticesinde de benzer bir sonuca ulaşarak, SG tabanlı eğitimlerde çalışanların herhangi bir tehlikeye maruz kalmadan, tehlike durumlarının simüle edilmesinin eğitimlere büyük ölçüde etkinlik kazandırdığını belirtmektedirler.

Uygulamayı kullanan çalışanlar farklı yaş gruplarına sahiptir. Farklı yaş gruplarının, eğitimlerden farklı beklentileri olabilmektedir. Yetişkin öğrenciler, Kowalski ve Vaught (2002) tarafından “problem merkezli” ve “çözüm odaklı” olarak tanımlanmaktadır. Araştırmada SG tabanlı uygulamayı kullanan çalışanlarında çeşitli yaş gruplarında oldukları görülmektedir. Ancak SG ile yapılan İSG eğitimlerinde çalışanların beklentilerinin karşılanması konusunda bir problem yaşanmamıştır. Ayrıca SG eğitim programı, çalışanların eğitim ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesine, farklı çalışma ortam ve düzeylerinin seçilmesine imkân tanır (Zhao ve Lucas, 2014).

Araştırmada İSG eğitimlerinin SG tabanlı verilmesi ile, çalışanların çalışma motivasyonuna olumlu katkı sunacağı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Bununla birlikte işyerinde bu tür teknolojik uygulamaların kullanılmasının işyerlerinin kurumsal imajına da olumlu katkılar sunabileceği yönünde de bulgular elde edilmiştir. Xu ve Zheng (2021) çalışmasında da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Buna göre, SG tabanlı İSG eğitimleri ile çalışanlar için güvenli ve emniyetli çalışma ortamları teşvik edilmekte buda firmaların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunmaktadır (Xu ve Zheng, 2021). Ayrıca SG tabanlı eğitimler çalışma verimliliğini artırabilir bu durum yine işyerlerinin sürdürülebilir olmasına katkıda bulunan etkenlerdendir (Xu ve Zheng, 2021). Pedram ve arkadaşları (2013) madencilik sektörü için geliştirilen SG tabanlı eğitim ile çalışanların daha bilinçli hareket ederek üretimin artmasına ve maliyetlerin azalmasına katkıda bulunacağı görüşünü dile getirmektedir. Böylece kendilerini daha fazla güvende hisseden çalışanlar daha verimli çalışarak üretimin artmasına da katkı sunacaklardır.

İş Güvenliği Uzmanları tarafından dile getirilen bir başka bulgu ise İSG eğitimlerinin SG tabanlı uygulamalarla daha hızlı verilebileceği öngörüsüdür. Buna göre bir İSG Uzmanı tarafından 2 saatte verilen geleneksel bir eğitimin SG uygulamalarıyla daha kısa sürede verilebileceği belirtilmektedir. Yapılan literatür taramasında benzer bulgulara ulaşan bir araştırma bulunamamıştır.

Araştırmadaki tüm paydaşlara (çalışan, işveren, İş Güvenliği Uzmanı) SG tabanlı İSG eğitimlerinin iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesine katkısının olup olmadığı sorusu yöneltilecek araştırmanın asıl odaklandığı problem üzerinde bulgular

elde edilmeye çalışılmıştır. Tüm paydaşların SG tabanlı İSG eğitimlerinin iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesine olumlu katkı yapacağı görüşünde birleştikleri görülmektedir. Zhao ve Lucas (2014), SG simülasyonuna dayalı bir eğitim programının inşaat sektöründeki çalışanların elektriksel tehlikelere karşı güvenli davranış kazanmalarına ilişkin çalışmalarında, kursiyerlerin başta elektriksel tehlikeler olmak üzere potansiyel riskler konusunda farkındalığının artmasını sağlar. Böylece iş sırasında çalışanların karşılaşılabilecekleri tehlikelere karşı gerekli önlem ve tedbirleri alınarak kaza ve risklerin önüne geçilmiş olunur. Bu durum Xu ve Zheng (2021) tarafından yapılan çalışmada da görülmektedir. Xu ve Zheng (2021) göre, başta SG teknolojileri olmak üzere gelişmekte olan teknolojileri içeren etkili bir eğitim çözümü; çalışan güvenliğini artırır, farkındalığı ve yaralanma olasılığını azaltarak daha güvenli çalışma ortamlarının oluşmasına katkıda bulunur. Bu alanda yapılan diğer çalışmaların ortak değerlendirmelerinde; SG tabanlı İSG eğitimlerinin etkinliğini, verimliliğini ve akılda kalıcılığını artırarak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesine katkı sunacağı yönünde sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

İSG güvenliğinin iş yerlerinde uygulanma sebeplerinin başında çalışma güvenliğinin sağlanarak iş kazası ve meslek hastalıkları gibi olumsuzlukların önlenmesi gelmektedir. Bu kapsamda İş Güvenliği Uzmanları ile yapılan görüşmeler neticesinde SG tabanlı İSG eğitimlerinin uygulanması gereken sektörlerin başında çok tehlikeli sınıf olarak nitelendirilen işyerleri (metal, döküm gibi ağır sanayi iş kolları, inşaat vb.) gelmekte olup bu sektörlerdeki İSG eğitimlerinde etkinliğin ve verimliliğin artırılmasının öncelikli olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. SG tabanlı İSG eğitimleriyle ilgili yapılan akademik araştırmalarında bu tür tehlikeli iş kollarında yapıldığı görülmektedir. Buna göre, Kizil ve arkadaşları. (2003) madencilik, Zhao ve Lucas (2014) inşaat, Xu ve Zheng (2021) inşaat, Lacko (2020) ağır sanayi, Pedram vd. (2013) madencilik sektörleri üzerinde çalışma yaptıkları görülmektedir.

Araştırmanın odaklandığı bir diğer problem ise SG tabanlı İSG eğitimlerinin çalışanlara güvenli davranış kazandırılmasına etkisinin incelenmesidir. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubu çalışanlarının iş sırasındaki davranışları İş Güvenliği Uzmanı tarafından gözlemlenerek puanlanmıştır. Elde edilen puanlar analiz edilerek deney grubu çalışanlarının puan ortalaması kontrol grubu çalışanlarının puan ortalamasına göre daha yüksek çıktığı bulgusuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle SG tabanlı İSG eğitimlerinin çalışanlara güvenli davranış kazandırmaya katkı sağlayabileceği değerlendirilebilir. Benzer bir sonuç Gökoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada da

görülmektedir. Gökoğlu (2019) 9-12 yaş grubu öğrencilere yangına karşı güvenli davranış becerisi kazandırılmasına yönelik yaptığı SG temelli çalışmada; SG teknolojileri kullanarak öğrencilere, güvenli davranış becerileri kazandırılabilirdiği ve mevcut davranış becerilerinin de geliştirilebildiği sonucuna ulaşmıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmada elde edilen bulgular değerlendirilerek ulaşılan sonuçlar ve öneriler bu bölümde sunulmaktadır.

7.1. Sonuçlar

Bu çalışma, İSG eğitimlerinde SG tabanlı uygulama kullanımının etkilerinin incelendiği bir araştırma olup elde edilen bulgular üzerinde değerlendirmelerin yapıldığı bir çalışmadır. Bu kapsamda otomotiv yedek sanayi sektöründe faaliyet yürütmekte olan bir kuruluştaki çalışanlar ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma için öncelikle İSG eğitim içeriklerinden faydalanılarak eğitim senaryoları hazırlanmış ve bu senaryolar SG teknolojileri kullanılarak SG tabanlı bir uygulama haline getirilmiştir. İSG eğitimlerine katkısını incelemek amacıyla uygulama, öncelikle deney grubu çalışanlarına kullanıdırılmış elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Bununla birlikte İSG kapsamındaki diğer paydaşlar olan işveren ve İş Güvenliği Uzmanları ile görüşme ve değerlendirmeler yapılarak, SG tabanlı İSG eğitimlerinin kullanımıyla ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

İSG eğitimlerinde SG tabanlı uygulamaların kullanılması eğitimlerin daha etkin, akılda kalıcı olmasını sağlayarak eğitimin başarısını artırmaktadır. Ayrıca verilen bilgilerin daha kolay öğrenilmesini sağlayarak İSG eğitimlerinin verimliliğinin artmasına da katkı sunmaktadır.

Başta İSG eğitimleri olmak üzere işbaşı (oryantasyon), ilkyardım, makine ve ekipman kullanım eğitimleri gibi uygulamalı eğitimlerde, SG teknolojisinin kullanımı sayesinde gerçek ekipman ve araç gereçlere ihtiyaç duyulmadan eğitimleri gerçekleştirmek mümkün olabilmekte böylece eğitim maliyetlerinin düşürülmesi beklenmektedir.

Çalışanlara geleneksel olarak verilen İSG eğitimlerindeki teorik bilgilerin SG ile uygulanabilir olması geleneksel eğitimlerdeki uygulama eksikliğini gidermektedir. Bu da

çalışanların etkin bir İSG eğitimi almasını sağlamaktadır. Ayrıca SG uygulamalarının çalışanlar tarafından oldukça gerçekçi bulunması etkili bir eğitimin alınmasına da katkı sunmaktadır.

Çalışanların çalışma ortamlarında karşılaşılabilecekleri olası risk ve tehlikeleri SG ortamında deneyimlemesi eğitimdeki etkinliği artırdığı gibi çalışanın olası risk ve tehlikelere karşı daha bilinçli olmasını sağlar.

Çalışma hayatını oluşturan işlerin çok çeşitli olması ve bunlara uygulanan İSG uygulamalarının da bu bağlamda çeşitlilik göstermesi gerekmektedir. Bununla birlikte aynı sektör ve iş yerinde farklı bölümlerin olması, burada çalışanların da yaş, eğitim, deneyim gibi çeşitli unsurlar barındırması, verilecek eğitimlerin farklı şekillerde tasarlanmasını gerektirmektedir. SG tabanlı uygulamalar genişletilebilir, esnek, etkileşimli ve sürükleyici özelliği sayesinde bu tür eğitimlerin tasarlanmasına katkı sağlar. Bununla birlikte SG uygulamaları işe özel, kişiye özel, gruba özel şekilde tasarlanarak İSG eğitimlerinde etkili bir eğitim aracı olarak kullanılabilir.

İSG eğitimlerinde SG kullanılması, eğitimlerde çalışanların daha katılımcı olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte SG uygulamalarının sürükleyici ve etkileşimli olması çalışanların eğitim motivasyonlarını da olumlu anlamda etkilemektedir. Kurumda bu tür yeni teknolojilerin kullanılmasının kurumsal imaja olumlu katkı sağlayacağı değerlendirilmesi de yapılabilir.

İSG tüm iş yerlerinde çalışma güvenliğini sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Ancak bazı sektörler çalışma güvenliği açısından çok tehlikeli sınıfta yer aldığından bu sektörlerde iş kazaları ve meslek hastalıklarının yaşanma olasılığı daha yüksektir. Gerek bu bilgilerden gerekse araştırma neticesinde elde edilen bilgilerden hareketle İSG eğitimlerinde SG teknolojilerinin kullanım önceliğinin de bu sektörlerde olması faydalı olacaktır. Araştırmadaki bulgulardan da hareketle SG tabanlı İSG eğitimlerinin uygulanması gereken öncelikli sektörler; madencilik, ağır sanayi, inşaat vb. çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri olarak sıralanabilir.

Araştırmada elde edilen sonuçlardan biri de eğitimlerde SG kullanımının çalışanlara güvenli davranış kazandırılmasına olumlu katkı sağladığıdır. Zira bu durum sonuçları itibariyle önem arz etmektedir. Çünkü çalışanlara kazandırılacak güvenli davranışlar, daha güvenli çalışma ortamlarının oluşmasına katkı sunar. Bu durum da başta iş kazaları ve meslek hastalıkları olmak üzere çalışma hayatındaki birçok olumsuzlukların önüne geçilmesine ya da azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

7.2. Öneriler

Araştırma kapsamında SG tabanlı bir uygulama geliştirilmiş ve bu uygulamanın etkilerini araştırabilmek için de tüm İSG paydaşlarını içeren bir araştırma modeli tasarlanmıştır. Bu çalışma sürecinde karşılaşılan durumlar ve sonuçlar hakkında bazı öneriler sunulmuştur.

7.2.1. Uygulamaya yönelik öneriler

SG tabanlı İSG eğitimi teorik olarak verilen bilgilerin uygulanmasına imkân sunabilen bir teknolojidir. Bu kapsamda öncelikle İSG eğitimlerinin teorik bilgilerinin verilmesi, sonrasında ise SG tabanlı uygulamaların kullanılması eğitimin verimliliğini ve etkinliğini artıracaktır. Bununla birlikte uygulama için hazırlanacak senaryoların o işle ilgili tüm risk ve tehlikeleri içinde barındıracak şekilde, genişlikte ve ayrıntıda hazırlanması bu tür eğitimlerin amacına ve hedefine ulaşmasına katkı sağlayacaktır.

Araştırma sırasında gerek kullanıcılardan gerekse İş Güvenliği Uzmanlarından elde edilen bulgulardan hareketle, uygulamanın birden fazla tekrar edilmesi uygulamanın kullanılabilirliğini artıracaktır. Bu da verilen eğitimlerin pekişmesini sağlayacağı gibi kalıcılığını da artıracaktır.

Geliştirilen SG tabanlı uygulamanın kullanılabilmesi için BTG adı verilen donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu donanımlar kişisel kullanım için tasarlandığından eğitimlerin bire bir verilmesi gerekmektedir. Bu durum toplu eğitim ortamlarında dezavantaj sağlamaktadır. Bu durumu aşmak için yeteri kadar BTG donanımının sağlanması bu tür eğitimlerde faydalı olacaktır. Yeteri kadar BTG donanımı sağlanamasa bile akıllı tahta, projeksiyon ve ekran gibi donanımlardan yararlanılarak BTG'yi kullanan kişinin uygulama görüntüleri diğer eğitim gören kişilere aktarılabilir.

SG teknolojisi; verileri kayıt edebilir ve programlanabilir bir teknoloji olmasından dolayı geliştirilen bu tür uygulamalara raporlama modülleri eklenebilir. Bu raporlama ile kullanıcının davranışları, tutumları, başarı durumları, bilgi düzeyleri gibi birçok bilginin elde edilmesi sağlanabilir. Elde edilen bu verilerin analizleriyle de gerek eğitimlerin yeniden tasarlanması gerekse kullanıcının işe uygunluğu, yeteneği gibi birçok değerlendirme yapılabilir.

SG teknolojileri uygulamalı eğitimlerde etkin bir araç olarak kullanılabilir. Araştırmada kullanılan BTG'ler kişisel kullanım için uygun, son kullanıcının alabileceği

makul fiyatlardadır. Bununla birlikte bu donanımlar internete bağlanabilen ve online (çevrimiçi) olarak kullanılabilen cihazlardır. Buradan hareketle geliştirilen SG tabanlı uygulamaların online ve çok kullanıcı özelliğinde olması eğitim ve uygulamaların mesafe kısıtlaması yaşamadan kullanılmasını sağlayabilir. Zira 2020 yılında tüm dünyada yaşanan pandemi sonucunda başta eğitim olmak üzere birçok kısıtlamaya gidilmiş ve eğitimler online (çevrimiçi) olarak verilmek zorunda kalmıştır. Bu durum teorik dersler için bir çözüm olsa da uygulamalı eğitimler açısından son derece eksik ve yetersiz kalmıştır. Bu ve benzer durumlar için de SG tabanlı eğitimler özellikle uygulamalı eğitimler açısından bir çözüm olabilecek niteliktedir. Sadece zorunlu durumlar değil farklı bölgelerdeki kurum ve kuruluşlar da uygulamalı eğitimleri SG tabanlı online eğitimler şeklinde verebilirler. Bu durum eğitimlerdeki zaman ve mekân kısıtlamasının da önüne geçmiş olacaktır.

İşyerleri farklı alan ve sektörlerde faaliyet yürüttüklerinden her işyerinin de kendi durum ve çalışma yapısına uygun iş güvenliği tedbirleri uygulanması gerekmektedir. Bununla birlikte aynı işyerinin farklı bölümleri arasında da farklı iş güvenliği tedbirlerinin uygulanması gerekebilir. Geliştirilen SG tabanlı İSG uygulamasının bu süreçlere uyum sağlayacak bir yapıda olması uygulanacak İSG eğitimlerine uygun olarak modüler bir yapıda olması uygulamaya esneklik kazandıracaktır. Bu sayede SG tabanlı İSG eğitimlerini, işyerine, bölüme ve grup ya da kişilere özel hale getirmek mümkün olabilecektir. Ayrıca SG tabanlı uygulamanın içeriklerinin güncellenebilir olması, İSG süreçlerinde ya da işyerlerinde sonradan ortaya çıkabilecek durumlar için de uygulamanın kullanılabilirliğini artıracaktır.

Metaverse, 1992 yılında Neal Stephenson'ın *Snow Crash* romanında ortaya atılmış kurgusal bir dünyayı ifade eden kavramdır (Wikipedia, 2022). Metaverse, bilgi teknoloji cihazları başta olmak üzere 3B sanal ve artırılmış gerçeklik cihazlarının da birlikte kullanılarak insan bilişinin yapay bir fiziksel bir ortama çevrimiçi (online) dahil olduğu sanal bir evren olarak nitelendirilmektedir. Metaverse, insanların sinema, konser, alışveriş gibi aktivitelerini SG cihazları ile gerçekleştirebildiği kamusal bir alan vadetmektedir (Wikipedia, 2022). Günümüzde başta bazı sanal para birimleri olmak üzere şehirler, kurumlar ve firmalar bu sanal evrene giriş yapmaktadır. Yakın gelecekte de sürecin hızlanması ve birçok kurum ve kuruluşun bu sanal evrende yerini alması beklenmektedir. Bu kapsamda, SG tabanlı İSG uygulamaları da bu evrende yerini alacak ve bu tür eğitim uygulamaları da yaygınlaşacaktır.

Günümüzün önemli mühendislik çalışma alanlarından biri de büyük veri (big data) ve yapay zekadır (artificial intelligence). Bilişim teknolojileri sayesinde birçok problemin çözümünde büyük veri çözümlerinden yararlanılmaktadır. Bu kapsamda İSG eğitimlerinde SG kullanımı ile kullanıcıların eylem ve hareketlerinin kayıt altına alınması ve buradan elde edilen verilerin yapay zekâ ile analiz edilmesiyle çalışma hayatına ilişkin birçok probleme çözüm üretilebilir.

7.2.2. Araştırmaya yönelik öneriler

Araştırma, ağır sanayi sektöründeki bir fabrikada çalışan farklı yaş düzeyi ve deneyimlere sahip personeller üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum, daha yaşlı ve deneyimli çalışanlar ile daha genç ve deneyimsiz çalışanların bilgi ve deneyimlerinin farklı olmasına sebep olmaktadır. Farklı bir araştırma olarak sadece işe yeni başlayan ve bilgi düzeyleri homojen olarak dağılan bireylerden oluşturulan gruplar ile benzer araştırmalar yapılabilir ve bu araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. Ayrıca daha deneyimli çalışanlardan oluşturulan homojen gruplar ile İSG eğitimlerinin farkındalığına yönelik araştırmalar yapılabilir.

SG tabanlı İSG eğitim uygulamalarında, kullanıcıların başarılarını ölçümleyecek raporlama modüllerin eklenmesi, araştırmada elde edilen diğer bulgu ve ölçümleri destekleyecek nitelikte veriler elde edilmesine katkı sağlayabilir. Bu veriler, araştırmadaki diğer veri toplama araçlarıyla elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilerek daha geniş çıkarım ve analizler gerçekleştirilebilir.

Çalışanlar ile yapılan görüşmeler neticesinde ortaya çıkan bulgulardan biri de SG tabanlı eğitim ile bilgilerin daha kalıcı olacağı yönündeki bulgudur. Ancak bu durumun ölçülmesi yapılmamıştır. Bilgilerin kalıcılığını ölçebilmek adına araştırmada uygulanan testler belirli bir zaman aralığından sonra aynı gruplara yeniden uygulanabilir. Böylece bilgilerin kalıcılığıyla ilgili nicel bulgulara ulaşılabilir.

Araştırmada İş Güvenliği Uzmanları ile yapılan görüşmelerde elde edilen bulgulardan biri de SG tabanlı uygulamalar ile eğitimlerin daha hızlı verilebileceği öngörüsüdür. Araştırmanın odak noktası bu durum olmadığından, araştırmada böyle bir ölçümleme yapılmamıştır. Ancak SG tabanlı uygulamaların eğitimlerdeki öğrenme hızına etkilerini inceleyen bir araştırma tasarımı geliştirilebilir.

Araştırmadaki paydaşlardan biri de işverendir. Araştırmada işveren ile yapılan görüşmeler neticesinde SG tabanlı uygulamaların eğitim maliyetlerini azaltacağı bulgusu

ortaya çıkmıştır. Zira sanal ortamlar sayesinde, İSG eğitimleri için gerçek makine, cihaz ve ekipman kullanımına ihtiyaç kalmamakta ve bu durum da maliyetlerin azalmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte çalışanlara verilecek eğitim sürelerindeki azalma da eğitim maliyetlerini azaltacaktır. Bu doğrultuda yapılacak araştırmalar ile SG tabanlı eğitimlerin, maliyetlere etkisi incelenerek, fayda maliyet analizleri yapılabilir.

Bu alanda yapılacak araştırmalardan biri de SG tabanlı eğitimlerden elde edilecek kullanıcı verilerine ilişkin yapay zekâ kullanımı olabilir. Buradaki kullanıcı davranışlarının incelenmesi neticesinde elde edilen bulgular, daha güvenli çalışma ortamlarının oluşmasına, daha güvenli makine ve ekipmanların geliştirilmesine, çalışma güvenliği adına yeni kanun ve kuralların oluşmasına katkı sunabilir.



KAYNAKLAR

- 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012, 30 Haziran, *Resmî Gazete*, (Sayı: 28339), Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630.htm> [Erişim Tarihi: 19/02/2021].
- Aktay, N., 2014, İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin İş Güvenliği Kültürüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Amponsah-Tawiah, K., Dartey-Baah, K., 2011, Occupational Health and Safety: Key Issues and Concerns in Ghana, *International Journal Of Business and Social Science*, 2, 119-126.
- Andaç, F., 2003, İş Hukuku, *Yargı Yayınları*, Ankara, 21.
- Anthes, C., Hernández, R.J.G., Wiedemann M., Kranzlmüller D., 2016, State of the Art of Virtual Reality Technology, *2016 IEEE Aerospace Conference*, 1-19.
- Arabacıoğlu, T., Bülbül, H. İ., Filiz, A., 2007, Bilgisayar Öğretiminde Temel Bir Yaklaşım, *Akademik Bilişim '07- IX. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*.
- Arai, K., 1997, Cooperation, Job Security and Wages in a Dual Labor Market Equilibrium, *The Journal of Socio-Economics*, 26 (1), 39-57.
- Aytekin, A., Çakır, F., Yücel, Y. B., Kulaöz, İ., 2018, Algoritmaların Hayatımızdaki Yeri ve Önemi, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5 (7), 151-162.
- Ballı, Ö., 2021, Dijitalleşen Sanat Bağlamında Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Sanatsal Üretim Sürecinde Kullanımı, *İdil*, 77, 63-78.
- Bogdan, R.C., Biklen, S. K., 1992, Qualitative research for education: An introduction to theory and methods, *Allyn and Bacon*, Boston.
- Brookfield, S. ,1992, Ethnographic Research Methods Course Notes, Teachers Collage, *Columbia University*.
- Burdea, G. C.,2004, Teaching Virtual Reality Why and How? *Presence*, 13 (4), 463-483.
- Büyüköztürk, Ş., 1998, Kovaryans Analizi (Varyans Analizi ile Karşılaştırmalı Bir İnceleme), *Ankara Üniversitesi Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 31 (1).
- Caputo, F., Greco A., D'Amato, E., Notaro, I., Spada, S., 2017, On the use of Virtual Reality for a human-centered workplace design, *Procedia Structural Integrity*, 8, 297-308.
- Cevahir, E., 2020, SPSS ile Nicel Veri Analizi Rehberi, (Birinci Baskı), *Kibele Yayınları*, İstanbul

- Costello, P. J., 1997, Health and Safety Issues associated with Virtual Reality- A Review of Current Literature, *Loughborough: Computing services, Loughborough University, Leicestershire.*
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, 15 Mayıs, *Resmî Gazete*, (Sayı: 28648), Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/05/20130515-1.htm>
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2018, 24 Mayıs, *Resmî Gazete*, (Sayı: 30430), Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/05/20180524-1-1.pdf>
- Çavaş, B., Çavaş, P., Taşkın, B., 2004, Eğitimde Sanal Gerçeklik, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (4), 110-116.
- Çelen, S., 2017, Sanayi 4.0 ve Simülasyon, *International Journal Of 3D Printing Techlogies And Digital Industry*, 1 (1), 9-26.
- Dikyol, Ç. D., İşbilen, E. Ş., 2020, Tarih Öğretiminde Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanımı: Çatalhöyük Örneği. *Journal of History School*, 45, 677- 712.
- Şardan, S., 2007, İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyetleri, *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 146 (3), 12-13.
- Demir, K., 2015, İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi ve Bazı Ülkelerden Uygulama Örnekleri. Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Eskişehir.
- Demirbilek, T., 2005, İş Güvenliği Kültürü, *Dokuz Eylül Yayınları*, İzmir.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S., Yağcı, E., 2002, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, *Pegem Yayıncılık*, Ankara.
- Dizdar, E. N., 2006, İş Güvenliği, *ABP Yayıncılık*, İstanbul.
- Durmaz, C., Bulut, Y., Tankuş, E., 2018, Sanal Gerçekliğin Turizme Entegrasyonu: Samsun'daki 5 Yıldızlı Otellerde Uygulama, *TJM*, 3 (1), 32-49.
- Durmuşoğlu, P. Ö., 2008, Türkiye ve Avrupa Birliğinin İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Elsler, D., Takala J., Remes, J., 2017, An International Comparison Of The Cost Of Work-Related Accidents And Illnesse., *European Agency For Safety and Health at Work. XXI World Congress on Safety and Health at Work in Singapore*, Singapore.
- Eryılmaz, G., Aydın, R., 2020, Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Turizm Uygulamaları ve Pazarlamadaki Yeri, *Uluslararası Kırsal Turizm ve Kalkınma Dergisi*, 4 (2), 10-25.

- Freina, L., Ott, M., 2015, A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. *eLearning & Software for Education*, Bucharest.
- Fugas, C. S., Silva, A., S., Melia, J. L., 2012, Another Look at Safety Climate and Safety Behavior: Deepening The Cognitive and Social Mediator Mechanisms, *Accident Analysis and Prevention*, 45, 468-477.
- Gandhi, R. D., Patel, D.S., 2018, Virtual Reality- Opportunities and Challenges, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5 (1).
- Garner, T. A., 2018, Echoes of Other Worlds: Sound in Virtual Reality, *Palgrave Macmillan*. Cham, 181-212.
- Gobbetti, E., Scaneti, R. 1998, Virtual Reality: Past, Present and Future, *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, 58.
- Gökoğlu S., 2019, Sanal Gerçeklik Temelli Öğrenme Ortamının Yangın Güvenliğine Yönelik Davranışsal Becerilerin Gelişimine Etkisi, Doktora Tezi, *Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Trabzon.
- Güngör, E., 2008, İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramının Toplam Kalite Yönetimi Açısından İrdelenmesi ve Talaşlı Üretim Sanayisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Gürcan, H., 2018, Sanal Sağlık İletişimi: Sanal Gerçeklik ve Sağlık İletişiminde Sanal Uygulamalar, *Sanal Sağlık İletişimi*, Antalya.
- Güven, R. N. H., Sakallı, M., Çelik, İ., Özmen, M., Acar, İ., Şentürk, A., (2016). *Döküm Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği*. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Genel Yayını, 22, Ankara.
- Hatipoğlu, T., 2021, Unity 3D ile Oyun Programlama, (9. Basım), *Kodlab*, 1-5.
- Hedberg, J. G., 1993, Eight Keywords For Interactive Multimedia, *Audio Visual International*, 1 (5), 28-29.
- Hussein, M., Nätterdal, C., 2015, The Benefits of Virtual Reality in Education: A Comparison Study, Virtual Reality The Next Step to Future of Education, Chalmers University Of Technology University of Gotheburg, Göteborg, Sweden, Erişim Adresi: https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/39977/1/gupea_2077_39977_1.pdf [Erişim Tarihi: 10/10/2021].
- Jerdan, S. W., Grindle, M., Woerden, H. C., Boulos, M. N. K., 2018, Head-Mounted Virtual Reality and Mental Health: Critical Review of Current Research, *JMIR Serious Games*, 6 (3).
- Johnson K. A., Ruppe J. A., 2002, A job Safety Program For Construction Workers Designed to Reduce The Potential For Occupational Injury Using Tool Box Training Session and Computer Assisted Biofeedback Stress Management

- Techniques, *International Journal of Occupational Safets and Ergonomics*, 8 (3), 328.
- Kabakçı M., 2009, Avrupa Birliği İş Hukukunda İşverenin İSG ile İlgili Temel Yükümlülükleri ve Türk Mevzuatına Uyumu, *Beta Yayınları*, İstanbul.
- Karaçivi, G., 2004, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri İş Yerlerine Getirdiği Yeni Yükümlülükler, *İşveren Dergisi*, 42 (7), 27.
- Karagözler, Ç., (2021). Unity 3D ile Temel Seviye VR Oyun Geliştirme, (1. Basım), *Kodlab*, 11-25.
- Karamık, S., 2014, İş Güvenliği ve İş Kazalarının Önlenmesinin Üretim Stratejileri Üzerine Etkisi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Karasar, N., 2012, Bilimsel Araştırma Yöntemi, *Nobel Yayın*, Ankara, 87-99.
- Kayabaşı, Y., 2005, Sanal Gerçeklik ve Eğitim Amaçlı Kullanılması, *The Turkish Online Journal Of Educational Tecnology*, 4 (3), 151-158.
- Kılıkış, İ., & Demir, S., 2012, İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi Verme Yükümlülüğü Üzerine Bir İnceleme. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 3 (1), 23-47.
- Kizil, M. S., Kerridge, A.P., Hancock, M.G., 2003, Use Of Visrtual Reality In Mining Education And Training, *CRCMining Conference*, Noosa Head, Queensland.
- Kolb, D. A., 1984, Experiential learning: experiencies as the source of learning and development, *Englewood Cliffs: Prentice-Hall*.
- Kot, T., Novák, P., 2018, Application of Virtual Reality in Teleoperation of The Military Mobile Robotic System Taros, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 15 (1), 1-6.
- Kowalski, K.M., Vaught, C., 2002, Principles Of Adult Learning: Application For Mine Trainers, Erişim Adresi: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/8972> [Erişim Tarihi: 11.01.2022].
- Köse, N., Yengin, D., 2018, Dijital Pazarlamadan Fijital Pazarlamaya Geçiş Örneği Olarak Arttırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Pazarlama üzerindeki Katkılarının İncelenmesi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 10 (1), 77-111.
- Kuzu, A., Akbulut, Y., Kuzu, B. E., Çankaya, S., Dönmez, O., Erişti, S. D., Çuhadar, C., Dursun, Ö.Ö., Tanyeri, T., Kıyıcı, M., Şahin, Y. L., Çoklar, A. N., Gündüz, Ş., 2017, Çoklu Ortam Tasarımı, *Pegem Akademi*, Ankara.
- Lacko, J., 2020, Health Safety Training for Industry in Virtual Reality, *Cybernetics & Informatics (K&I) 2020*, Velké Karlovice, 1-5.

- Liu, X., Zhang, J., Hou, G., Wang, Z., 2018, Virtual Reality and Its Application in Military, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 170 (3).
- Mayer, R. E., 2009, Multimedia Learning. (2. Basım), New York: Cambridge University Press, New York.
- Mihelj, M., Novak, D., Beguš, S., 2014, Virtual Reality Technology and Applications, *Springer*, Dordrecht.
- Navarro, J., Bigné, E., Guixeres, J., Alcañiz, M., 2019, The influence of virtual reality in e-commerce, *Journal of Business Research*, 100, 475-482.
- Novak, S., 2009, Virtual Environment Pedestrian Training Programs For Children: A Review of The Titerature, *SURG Journal*, 2 (2), 28-33.
- Oh, H., Yoon, S., Shyu, C., 2008, How Can Virtual Reality Reshape Furniture Retailing, *Clothing & Textiles Research Journal*, 26 (2), 143-163.
- Özkılıç, Ö., 2005, İş Sağlığı ve İş güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, *TISK Yayın*, 24, Ankara.
- Öztürk, E., Sondaş, A., 2020, Sanal Sağlık: Sağlıkta Sanal Gerçekliğe Genel Bakış, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 164-169.
- Papadopoulou, P., 2007, Applying virtual reality for trust-building e-commerce environments, *Virtual Reality*, 11 (2), 107-127.
- Patton, M. Q., 1987, How To Use Qualitative Methods In Evaluation, *Newbury Park*, Sage.
- Pedram, S., Perez, P., Dowsett, B., 2013, Assessing The Impact Of Virtual Reality Based Training On Health And Safety Issues In The Mining Industry, *International Symposium for Next Generation Infrastructure*, October 1-4, 2013, Wollongong.
- Pimentel, K., Teixeira, K., 1993, Virtual Reality: Through The New Looking Glass, *Intel/McGraw-Hill Press*, New York.
- Schank, R. C., Berman, T. R., Macpherson K.A., 1999, Learning by Doing. Reigeluth, Instructional-Design Theories And Model, Volume II A New Paradigm of Instructional Theory, *NJ: Lawrence Erlbaum Associates*, Mahwah, 161-183.
- SGK İstatistikleri, 2012-2019, SGK İstatistik Yıllıkları, *Sosyal Güvenlik Kurumu*, Erişim Adresi:
http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari
 [Erişim Tarihi: 22.02.2021].
- Sherman, W. R., & Craig, A. B., 2003, Understanding Virtual Reality: Interface Application and Design, Brian A. Barsky, *Morgan Kaufmann*, San Francisco.

- Shin, Y. K., 2003, Virtual Experiment Environments Design for Science Education, *Roceedings Of The 2003 International Conference on Cyberworlds (CW'03)*, South Korea, 388-395.
- Simard M., 1998, "Safety Culture and Management", *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, Geneva, II, 59.
- Siu, Ka-C., Best, B. J., Kim, J.W., Oleynikov, D., Ritter, F.E., 2016, Adaptive Virtual Reality Training to Optimize Military Medical Skills Acquisition and Retention, *Military Medicine*, 181, 214-220.
- Soylu, A., 2018, Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57.
- Steuer, J., 1992, Defining virtual reality: Dimensions Determining Telepresence, *Journal of Communication*, 42 (4), 73-93.
- Suh, K., Young, E., 2005, The Effects of Virtual Reality on Consumer Learning: An Empirical Investigation, *MIS Quarterly*, 29 (4), 673-697.
- Sünbül, A. U., 2015, Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Sürücü, O., Başar, M. E., 2016, Kültürel Mirası Korumada Bir Farkındalık Aracı Olarak Sanal Gerçeklik, *Artium*, 4 (1), 13-26.
- Şahin, G., 2019, Unreal Engine 4, (5. Basım), *Kodlab*, 1-9.
- Şekerci, C., 2017, Sanal Gerçekliğin İç Mekân Tasarımında Kullanımı, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (51).
- Şen, G. E., 2021, Ar/Vr Destekli Bim Teknolojileri ile Tesis Yönetimi, *Yapı Bilgi Modelleme*, 03 (1), 12-22.
- Şen, M., Dursun, S., Güven M. 2018, Türkiye'de İş Kazaları: Avrupa Birliği Ülkeleri Bağlamında Bir Değerlendirme, *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi-International Journal of Society Researches*, 9, 1167-1190.
- Tepe, T., 2019, Başa Takılan Görüntüleyiciler İçin Geliştirilmiş Sanal Gerçeklik Ortamlarının Öğrenme ve Buradalık Algısı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Tomas, J.M., A. Oliver ve A. Cheyne, 2010, Explaining Safe Behaviour Across Different Work Groups, *Safety Science Monitor*, 14, 1-9.
- Topçuoğlu, H., Özdemir, Ş., 2007, İş Sağlığı ve Güvenliğinde Davranış Değişikliği, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 48 (567), 10-14.
- Tüik, 2020, Yıllık Gayrisafi Yurtiçi Hasıla, 2019, *Türkiye İstatistik Kurumu*, (Sayı: 33671, Ağustos 2020), Erişim Adresi:

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2019-33671> [Erişim Tarihi: 17/02/2021].

- Türkoğlu, F., 2006, İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Türkiye Ekonomisine Maliyeti ve Konuyla İlgili Eğitimin Önemi (1960-2000 Dönemi), Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 118-119.
- Uğuz, S., Zehir, B., 2020, İmalata Mühendisliği İçin Sanal Gerçeklik Sistemi Tasarımı ve Geliştirilmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, Part C, 8 (4), 845-857.
- Uluslararası Çalışma Örgütü, 2019, Çalışma Yaşamının Geleceğinin Merkezinde Sağlık ve Güvenlik, ILO Türkiye Ofisi, Ankara, 1.
- Ulusoy, M. E., 2013, İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşyerinde Örgütlenme Yükümlülüğü, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Konya.
- Unity Documentation, 2018 March 19, Controlling a GameObject, *Unity Technologies*, Erişim Adresi: <https://docs.unity3d.com/Manual/CreatingAndUsingScripts.html> [Ziyaret Tarihi: 15/11/2021].
- Unity Documentation, 2018 May 15, C# Job System Overview, *Unity Technologies*, Erişim Adresi: <https://docs.unity3d.com/Manual/JobSystemOverview.html> [Ziyaret Tarihi: 17/11/2021].
- White, J., 2002, Virtual Reality and The Built Environment, *Architectural Press*, London.
- Wickens, C. D., 1992, Virtual Reality And Education, *Aviation Research Laboratory*, 1, 842-847.
- Wikipedia, 2022, Metaverse, *Vikipedi Özgür Ansiklopedi*, Erişim Adresi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Metaverse> [Erişim Tarihi 01/03/2022].
- Xu, Z., Zheng, N., 2021, Incorporating Virtual Reality Technology in Safety Training Solution for Construction Site of Urban Cities, *Sustainability*, 13, 243.
- Yamamoto G., Zümrüt N., Altun D., 2018, İş Kazalarının Önlenmesinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Deneysel Öğrenme, *Uluslararası İşletme ve Pazarlama Kongresi*, İstanbul.
- Yaz, Ş., Yılmaz, H., 2021, Pediatrik Hastalara Yönelik Tıbbi İşlemlerde Sanal Gerçeklik Kullanımının Etkileri: Literatür İncelemesi, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10 (1), 138-143.
- Yenigün, İ., Yenigün, K., Erdoğan, S., 2020, Sanal Gerçekliğe Ticari Uygulama Yaklaşımları; İnşaat Sektörü Örneği, *Gsi Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 3 (1), 22-31.

Yıldırım, A., Şimşek, H., 2018, Karma Yöntem Araştırma Desenleri, *Seçkin | Sosyal Bilimler*, Ankara.

Yılmaz, F., 2009, Ab ve Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği: Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Kurallarının Etkinlik Düzeyinin Ölçülmesi, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

Yılmaz, S., 2012, Duygusal Yetenek ile Temel Yetenekler Arasındaki İlişkiler ve İşletme Performansına Etkileri, Doktora Tezi, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

Zhao, D., Lucas, J., 2015, Virtual Reality Simulation For Construction Safety Promotion, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 22 (1), 57-67.



EK-1: KİŞİSEL BİLGİ EDİNME FORMU

1. Yaşınız kaç?	
2. Mesleğiniz nedir?	
3. Mesleğinizde kaç yıldır çalışıyorsunuz?	
4. Çalışma hayatınızda geçirdiğiniz toplam süre kaç yıl?	
5. Daha önce iş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldınız mı?	
6. Daha önce iş kazası yaşadınız mı? Kaç defa?	
7. Daha önce sanal gerçeklik deneyimi yaşadınız mı?	
8. Notlar	

EK-2: İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİMİ
ÖN TEST-SON TEST

1. **Aşağıdakilerden hangisinde yangın söndürücü kullanımında yanlış bir davranıştır? (10 Puan)**
 - A) Diğer çalışanların haber vermesi beklenilmelidir
 - C) Yangında öncelikle alarm verilir
 - D) Yangın türüne göre uygun yangın söndürücü kullanılmalıdır
 - E) Yangın sönmediyse Acil Çağrı Merkezinden itfaiye çağrılmalıdır

2. **Aşağıdakilerden hangisi Acil Çağrı Merkezi telefon numarasıdır? (10 Puan)**
 - A) 110
 - B) 112
 - B) 155
 - D) 156

3. **Aşağıdakilerden hangisi yangın türünü söndürmek için kullanılan yangın söndürme yöntemi yanlıştır? (10 Puan)**
 - A) Kâğıt, odun, kumaş yangınlarına su, ABC tozlu ve köpüklü söndürücü kullanılır
 - B) Boya, Tiner, Yağ, Akaryakıt vb. yangınlarını söndürmek için ABC ve BC tozlu, halon gazlı, CO2 ve köpüklü söndürücü kullanılır
 - C) Elektrik yangınlarını söndürmek için su kullanılır
 - D) Magnezyum, Alüminyum, Sodyum vb. metal yangınlarını söndürmek için D tozlu söndürücü kullanılır

4. **Yüksek bir yerden düşen cisme karşı başın korunmasını sağlayan KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) hangisidir? (10 Puan)**
 - A) Gözlük
 - B) Baret
 - C) Çelik uçlu ayakkabı
 - D) Emniyet kemeri

5. **İş yerinde yüksek sesli ortamlarda çalışırken kullanılması gereken KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) hangisidir? (10 Puan)**
 - A) Emniyet kemeri
 - B) Baret
 - C) Kulak tıkaçları
 - D) Yüz siperliği

6. **Aşağıdakilerden hangisi makinelerde tehlike oluşturan parçalardan değildir? (10 Puan)**
 - A) Döner miller
 - C) Koruyucu kapaklar
 - B) Açıkta dönen aksam
 - D) Çıkıntılar

7. **Aşağıdakilerden hangisi pres makinesinin güvenlik önlemlerinden biri değildir? (10 Puan)**
 - A) Malzeme koyarken maşa kullanılır
 - C) Çift el kumanda düzeneği kullanılır
 - B) Parça fırlamasına karşı tedbir alınır
 - D) Kalıp bağlanırken motor çalışabilir

8. Aşağıdakilerden hangisinde sağlık ve güvenlik işaretlerinde kullanılan renklerin anlamı yanlış verilmiştir? (10 Puan)

- A) Kırmızı – Yasak işareti
B) Sarı – Uyarı işareti
C) Yeşil – Acil kaçış, ilk yardım
D) Mor – Kullanım talimatları

9. Aşağıdakilerden hangisi makine kullanımında doğru davranıştır? (10 Puan)

- A) Koruyucusuz ve bakımı yapılmamış ekipmanla çalışma
B) Çalışma sırasında kolye, künye, yüzük, saat vb. kişisel aksesuar kullanımı
C) Uyarı ve kullanım talimatlarına dikkat etmeme
D) Çalışma sırasında işin gerektirdiği kişisel koruyucu kullanımı

10. Elektrik akımına kapılan kişi akımdan nasıl kurtarılır? (10 Puan)

- A) Elektrik akımı kesilerek (sigorta kapatma, elektrik düğmesini kapatma vb.)
B) Kişi tutularak akımdan uzaklaştırılır
C) Bölüm amirine bilgi verilir
D) Kişinin kendisini kurtarması beklenir

EK-3: ÇALIŞAN GÖRÜŞME FORMU

1.	İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını nasıl buldunuz?
2.	Bu teknolojinin iş sağlığı ve güvenliği eğitiminde etkili ve verimli olacağını düşünüyor musunuz?
3.	Eğitimin akılda kalıcılık ve doğru davranış kazandırılmasında bu teknolojinin kullanılmasının faydası nedir?
4.	Sanal gerçeklik kullanımı sırasında sizi zorlayan bir durum oldu mu?
5.	Başta iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri olmak üzere benzer uygulamalı eğitimleri sanal gerçeklik uygulaması ile almak ister misiniz?
6.	Bu teknolojinin kullanılmasının olumlu ya da olumsuz yönleri nedir?
7.	Bu teknoloji ile çalışanların iş kazalarına karşı güvenli davranış kazandırabileceğini düşünüyor musunuz?
8.	Bu teknolojinin kullanılması ile daha kolay öğrendiğinizi düşünüyor musunuz?
9.	Notlar:

**EK-4: İŞ GÜVENLİĞİ GÖZLEM FORMU
(Deney Grubu)**

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı	Puan
Talimatlara uygun kişisel koruyucu donanımı kullanıyor mu?	
Kişisel koruyucu donanımını iyi muhafaza ediyor mu? (İşe uygun kkd kullanımını, temizlik ve bakımını sağlama, eski ya da kullanım dışı kalan kkd yerine yenisinin talebi)	

Genel İş Sağlığı Kurallarına Uyum	Puan
Her türlü yasak, zorunluluk ve ikaz işaretlerine uyuyor mu?	
Çalışma sırasında giydiği elbiselerin iş güvenliğine uygun olmasına dikkat ediyor mu?	
Çalışma alanının temizlik ve güvenliğine dikkat ediyor mu?	
İşyeri sahası içinde güvensiz davranışlardan kaçınıyor mu?	

Makine Çalışmalarında İş Güvenliği	Puan
Makine kullanım talimatlarına uygun çalışıyor mu?	
Makine kullanırken emniyet tedbirlerine uygun hareket ediyor mu?	

Yangından Korunma	Puan
Yangına söndürücülerin nasıl kullanılacağını biliyor mu?	
Yangın söndürücülerin yerini biliyor mu?	
Hangi tür yangına nasıl bir söndürücü kullanacağını biliyor mu?	

Yorum

--

EK-5: İŞ GÜVENLİĞİ GÖZLEM FORMU
(Kontrol Grubu)

Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı	Puan
Talimatlara uygun kişisel koruyucu donanımı kullanıyor mu?	
Kişisel koruyucu donanımını iyi muhafaza ediyor mu? (İşe uygun kkd kullanımı, temizlik ve bakımını sağlama, eski ya da kullanım dışı kalan kkd yerine yenisinin talebi)	

Genel İş Sağlığı Kurallarına Uyum	Puan
Her türlü yasak, zorunluluk ve ikaz işaretlerine uyuyor mu?	
Çalışma sırasında giydiği elbiselerin iş güvenliğine uygun olmasına dikkat ediyor mu?	
Çalışma alanının temizlik ve güvenliğine dikkat ediyor mu?	
İşyeri sahası içinde güvensiz davranışlardan kaçınıyor mu?	

Makine Çalışmalarında İş Güvenliği	Puan
Makine kullanım talimatlarına uygun çalışıyor mu?	
Makine kullanırken emniyet tedbirlerine uygun hareket ediyor mu?	

Yangından Korunma	Puan
Yangına söndürücülerin nasıl kullanılacağını biliyor mu?	
Yangın söndürücülerin yerini biliyor mu?	
Hangi tür yangına nasıl bir söndürücü kullanacağını biliyor mu?	

Yorum

--

EK-6: İŞ GÜVENLİĞİ UZMANI GÖRÜŞME FORMU

1.	İş sağlığı ve güvenliği eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı hakkında düşünceniz nedir?
2.	Eğitimlerde bu teknolojinin kullanılmasının çalışanların güvenli davranış kazandırılmasındaki etkisinin ne ölçüde olacağını tahmin ediyorsunuz?
3.	İş sağlığı ve güvenliği danışmanlık firmaları bu teknolojinin kullanılmasını ne ölçüde destekler?
4.	İşyerleri çalışanlarına eğitimlerin bu teknoloji ile verilmesini nasıl değerlendirirler?
5.	Eğitimler sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı sayesinde ülkemizdeki iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılmasında bir katkı sağlayabilir mi?
6.	Bu teknolojinin en etkili ve acil kullanım alanları neler olmalıdır?
7.	Geleneksel iş sağlığı güvenliği eğitimlerine göre bu teknolojinin kullanımının olumlu ve olumsuz yönleri neler olabilir?
8.	Gözlemlediğiniz kadarıyla bu teknoloji iş sağlığı güvenliği eğitimlerini daha etkin ve verimli hale getirebilmesi için görüş ve önerileriniz nelerdir?
9.	Notlar

EK-7: İŞVEREN GÖRÜŞME FORMU

1.	İş sağlığı ve güvenliği eğitimin sanal gerçeklik teknolojisi ile verilmesi hakkındaki düşünceniz nedir?
2.	Bu teknolojinin kullanılması ile işyerinde yaşanacak iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenebileceğini düşünüyor musunuz?
3.	İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinde bu teknolojinin kullanılması ile oluşabilecek maliyetler hakkındaki düşünceniz nedir?
4.	İş yerinizde buna benzer tehlikeli ve riskli işlerin iş başı eğitimlerinde de bu teknolojinin kullanılmasını düşünür müsünüz?
5.	Eğitimlerde bu teknolojinin kullanılmasının olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?