



**SANAL GERÇEKLİK TABANLI
KULE VİNÇ OPERATÖRÜ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ**

KADİR YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS
BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2019

Kadir Yılmaz tarafından hazırlanan “SANAL GERÇEKLİK TABANLI KULE VİNÇ OPERATÖRÜ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ” adlı tez çalışması aşağıdaki Jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mahir DURSUN

Elektrik - Elektronik Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan:

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye:

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi:

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ
Bilişim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Kadir YILMAZ

.../.../...

SANAL GERÇEKLİK TABANLI
KULE VİNÇ OPERATÖRÜ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Kadir YILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2021

ÖZET

Kule vinç, çoğunlukla inşaat alanlarında kullanılan, hareketli veya sabit bir taşıma konsolu üzerinde yüklerin hem yatay hem de dikey yönde taşınması için faydalanılan, çelik gövdeli çok güçlü bir ağırlık kaldırma makinesidir. Ancak kullanımı oldukça tehlikeli, iş ve işçi sağlığı açısından ise çok tehlikeli iş grubundadır. Kule vinç ile ilgili iş kazaları da çok büyük oranda ölümle sonuçlanmaktadır. İş kazalarının ise çok büyük oranı operatör hataları ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Ancak tecrübe de iş başında kazanılabilmektedir. Bu çalışma ile insan hayatını tehlikeye atmadan vinç operatörlerine tecrübe kazandırmak ve gerçek ortamlarla uyumlu bir sanal gerçeklik eğitim simülatörü tasarlanması hedeflenmektedir. Bu bilgiler ışığında kule vinç operatörlerinin eğitiminde ölümlü bir kaza ile sonuçlanmadan ve riske girmeden bilgisayar ve güvenli bir odada bu eğitimin verilebilmesi sağlanacaktır.

Bilim Kodu : 11303

Anahtar Kelimeler : Sanal Gerçeklik, VR, Kule Vinç, Operatör, Eğitim Simülatör

Sayfa Adedi : 96

Danışman Prof. Dr. Mahir DURSUN

VIRTUAL REALITY BASED
TOWER CRANE OPERATOR TRAINING SIMULATION

(M. Sc. Thesis)

Kadir YILMAZ

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF INFORMATICS

June 2021

ABSTRACT

The tower crane is a very powerful steel-bodied weight-lifting machine, mostly used on construction sites, to move loads on a movable or fixed carrying console, both horizontally and vertically. However, it is very dangerous to use, and it is in the very dangerous work group in terms of work and worker health. Occupational accidents related to tower cranes also result in death to a great extent. The majority of work accidents are due to operator errors and lack of experience. However, Experience can be gained by working in the field related to that job. With this study, it is aimed to give experience to crane operators without endangering human life and to design a virtual reality training simulator compatible with real environments. In the light of this information, it will be ensured that this training can be given in a computer and safe room without risking a fatal accident in the training of tower crane operators.

Science Code : 11303

Key Words : Virtual, Reality, VR, Tower Crane, Operator Training, Simulation

Page Number : 96

Supervisor : Prof. Dr. Mahir DURSUN

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimde çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, her türlü desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Mahir DURSUN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KULE VİNÇ NEDİR?	5
2.1. Kule Vinç Parçaları.....	6
2.2. Kule Vinç Çalışma Prensibi	9
2.3. Tez Çalışması için Gerçekleştirilen Kule Vinç Deneyimi	10
2.4. Kule Vinç Çalışma Ekibi.....	14
2.4.1. Kule Vinç Operatörü.....	14
2.4.2. Sapancı.....	16
2.4.3. İşaretçi.....	16
2.5. Kule Vinç Kazalarının Nedenleri.....	18
2.6. Kule Vinç Operatörü Eğitim Programı.....	20
2.7. Sanal Gerçeklik Ortamında Uygulanacak Senaryo	21
3. SANAL GERÇEKLİK	23
3.1. Sanal Gerçeklik Tarihi	25
3.2. Tez Çalışması için Kullanılan Sanal Gözlüğün Özellikleri.....	32

3.3. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Eğitimde Kullanımı	34
4. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI GELİŞTİRME YÖNTEMİ ...	37
4.1. Unity 3D Oyun Motoru.....	37
4.1.1. Paket Yapısı	38
4.1.2. Proje Hiyerarşisi	40
4.1.3. Olay Odaklı Programlama.....	43
5. KULE VİNÇ OPERATÖRÜ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ GELİŞTİRİLMESİ	47
5.1. Sanal Gözlük Cihazı ile Oyun Motoru Entegrasyonu.....	47
5.2. Sahnenin Modellenmesi.....	50
5.3.Sahnenin Oyun Motorunda Yapılandırılması.....	55
5.4.Komut Dosyalarının Oluşturulması	59
5.4.1. İki Boyutlu Arayüz Bileşenlerinin Etkileşimi.....	59
5.4.2. Üç Boyutlu Arayüz Bileşenlerinin Etkileşimi	61
5.4.3. Kule Vinç Hareketi.....	63
5.4.4. Halat Hareketi	66
5.4.5. Çarpışma Kontrolü.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	81

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kule Vinç Parçaları	7
Çizelge 2.2. Kule Vinç Operatörü Kurs Program Süreleri	15
Çizelge 2.3. El İşaretleri.....	17
Çizelge 5.1. OnHoverEnter ve OnHoverExit Metodu	62
Çizelge 5.2. OnSelected Metodu.....	63
Çizelge 5.3. Güncelleme (Update) Metodu	64
Çizelge 5.4. TouchPad Veri Girişi	65
Çizelge 5.5. Vincin Hareketi.....	66
Çizelge 5.6. Başarılı Çarpışma Kontrolü	69
Çizelge 5.7. Başarısız Çarpışma Kontrolü	70

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kule Vinç Parçaları.....	6
Şekil 2.2. Vinç Kaynaklı Ölümle Sonuçlanan İş Kazası Analizi.....	19
Şekil 3.1. Sanal Dünyanın İçinden Geçen "Algı, Biliş, Eylem" Döngüsü.....	24
Şekil 3.2. Üç Boyutlu Görüntüleme Sistemi Parçaları	27
Şekil 3.3. Samsung Gear Vr Controller	33
Şekil 3.4. Cihaz Üzerinde Bulunan Entegre Kontrol Aracı	33
Şekil 4.1. Unity3D Oyun Projesi Hiyerarşisi.....	41
Şekil 4.2. Unity3D'deki Bileşen Modeli	41

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Kule Vinç Görünümü	5
Resim 2.2. Çeşitli Kule Vinç Kabinleri.....	8
Resim 2.3. Çalışmamızda Deneyimlediğimiz Kule Vinç Kabini Görüntüsü	8
Resim 2.4. Tez Çalışması İçin Çalıştığımız Kule Vinç Görünümü	10
Resim 2.5. Emniyet Kemerini	11
Resim 2.6. Kule Vinç Kedi Merdiveni.....	11
Resim 2.7. Tepe Noktası Platform 1	12
Resim 2.8. Tepe Noktası Platform 2	12
Resim 2.9 Sapanının Malzemeleri Kule Vincin Kancalarına Bağlaması.....	16
Resim 2.10. Kule Vinç Kazalarından Kareler.....	19
Resim 3.1. View-Master Görünüşü.....	25
Resim 3.2. Sensorama Makinası	26
Resim 3.3. Headsight.....	26
Resim 3.4. Damocles'in Kılıcı.....	27
Resim 3.5. NASA View	28
Resim 3.6 Sanal Gerçeklik Tabanlı Oyun Makinası.....	29
Resim 3.7. Sas- Küpü.....	29
Resim 3.8. Google Carboard.....	30
Resim 3.9. Oculus Rift	30
Resim 3.10. Virtuix Omni.....	31
Resim 3.11. Samsung Gear VR	32
Resim 4.1. Unity 3D Oculus Entegrasyon Ekranı	39
Resim 4.2. OVR Kamera Araçları	40

Resim 4.3. Unity 3d Arayüzü.....	42
Resim 4.4. Örnek Bir Sınıf.....	44
Resim 5.1. Build Ayarları Penceresi.....	48
Resim 5.2 Gear Vr Geliştirici Modu Aktifleştirme.....	49
Resim 5.3. 3dsMax Sahne Planı Perspektif Açısı.....	50
Resim 5.4. 3dsMax Sahne Görünüşü	51
Resim 5.5. 3dsMax İnşaat Alanı	51
Resim 5.6. . 3dsMax Kule Vinç Kabin Modeli.....	52
Resim 5.7. 3dsMax Kule Vinç Modeli	52
Resim 5.8. 3dsMax İnşaat Alanı Üstten Görünüş.....	53
Resim 5.9 3dsMax Bom, Şaryo ve Kanca Modeli.....	54
Resim 5.10. Unity 3d sahnesinin üstten görünüşü	55
Resim 5.11. Sahne Oyun Nesneleri Hiyerarşisi	56
Resim 5.12. Dağların Görünüşü.....	57
Resim 5.13. Terrain Özellik Penceresi.....	58
Resim 5.14. SkyBox Material Uygulanmış Ekran	58
Resim 5.15 İki Boyutlu Arayüz Etkileşimi Ekran Görüntüsü	59
Resim 5.16 Button Özellik Penceresi.....	60
Resim 5.17 UIIntegration Komut Satırı	61
Resim 5.18. Üç Boyutlu Arayüz Bileşenleri Etkileşimi	62
Resim 5.19. Kule Vinç Hareketi	64
Resim 5.20. Halat Hareketi	67
Resim 5.21. Çarpışma Kontrolü.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
EU-OSHA	European Agency for Occupational Safety and Health (Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NEA	National Engineering Academy (Ulusal Mühendislik Akademisi)
TS	Türk Standart
TTKB	Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı
VR	Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)

1. GİRİŞ

Günümüzde ilerleyen teknoloji, beraberinde yeni makinaların üretilmesine neden olmaktadır. Yeni geliştirilen birçok makinenin sağlıklı kullanılabilmesi için kişilerde belli yeterlilikler olması gerekmektedir. Bu yeterliliklerin kişilere kazandırılması eğitim programları ve kurslarla sağlanmaktadır. Eğitim programlarında makinaların kullanımına yönelik teorik ve pratik eğitimler verilmektedir. Her ne kadar teorik kısım önemli olsa da, makinanın kullanımını doğru bir şekilde öğrenme işi, pratik uygulamalarla sağlanmaktadır. Eğitim bilimlerinde Gösterip Yaptırma Tekniği en genel anlamda “Bir işlemin uygulanmasını, bir araç gerecin çalıştırılmasını önce gösterip açıklama sonra da öğrenciye alıştırmaya ve uygulama yaptırarak öğretme yoludur. Bu yöntem, bir konuya ilişkin bilgilerin açıklanması ve bu bilgilerin beceriye dönüştürülmesi için gerekli uygulamaların yapılması aşamasında kullanılır” şeklinde tanımlanır (Büyükkaragöz ve Çivi, 1996). Kursiyerler kazandırılmak istenen davranışları kendileri yaparak öğrenirler. Bu tekniğin hedefine ulaşabilmesi için her kursiyerin uygulamayı kendisinin gerçekleştirmesi önemlidir. Ayrıca her kursiyere kendi öğrenme hızına göre aynı miktarda deneme yapabilmeleri sağlanmalıdır. Bu yöntem ile sağlanan eğitimler, hem görsel hem de işitsel alana hitap ettiği için öğrenme daha rahat ve kalıcı olur. Lakin bu yöntemin kullanımında karşılaşılan zorluklar vardır. Gösterinin hazırlanması, eğitim düzeneğinin kurulması zaman alabilir, eğitim verilecek sınıf ortamı buna uygun olmayabilir ve bir etkinlik kullanıcının seviyesine uygun sayıda tekrar edilemeyebilir. Bunun neticesinde öğrenmenin gerçekleşmemesi durumu ile karşılaşılabilir. Ayrıca kalabalık eğitim gruplarında uygulamada sorunlar yaşanabilir. Gösterip yaptırma tekniği kişilere becerilerin kazandırılması noktasında çok etkili olmakla beraber, bazı makinaların yapıları itibarıyla, sınıf ortamında eğitimi sağlanamamaktadır. Ayrıca cihazların maliyetlerinin yüksek olması, cihazın üzerinde bir eğitim faaliyeti yürütülebilmesi için uygun olmaması, eğitim faaliyetinin gerçekleşmesi sırasında risklerin olması gibi nedenlerle eğitim programları arzu edilen seviyede olamamaktadır. Bu gibi durumlarda eğitimlerde kullanılmak üzere gerçeğe yakın modeller üzerinde eğitim faaliyetleri yürütülmektedir. Ancak bu ortamın sağlanması da yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu noktada geliştirilen sanal gerçeklik (VR Virtual Reality) ortamları, düşük maliyetli ve sınırsız deneme fırsatı sağlayan bir platform olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sanal Gerçeklik Ortamı, “Bir bilgisayar tarafından oluşturulan ve interaktif bir şekilde kişiye

sunulan üç boyutlu yapay bir ortamdır. Kişinin nesnelerle ve bilgisayar tarafından simülasyon edilmiş, insanlarla etkileşime girebileceği bir ortamı görüntüleyen bilgisayar simülasyonunu ifade eder. Sanal ortam üç boyutludur ve genellikle gerçek dünya görünüşü kopyalamaya çalışır. Kullanıcının yapay olarak oluşturulmuş bir dünyada fiziksel varlığını simüle eder ve etkileşime girmesine izin verir” şeklinde tanımlanmaktadır (Burdea ve Coiffet, 2003). Sanal gerçeklik destekli hazırlanacak bir uygulama ile eğitimi verilmek istenen makinayı gerçeğe yakın bir ortamda kullanıcının deneyimlemesi sağlanabilmektedir. Kişiye, sanal gerçeklik ortamında sınırsız sayıda deneme fırsatı sağlanarak, eğitimi verilmek istenen makinayı gerçek ortamda kullanmadan önce tüm yönlerini tanıma ve deneyimleme fırsatı sağlanmış olacaktır.

Sanayide kullanılan bir çok makina çok yüksek iş gücü sağlamakla birlikte, bir çok riski de beraberinde getirmektedir. İş kazalarının en yoğun olarak yaşandığı ülkemizde, iş güvenliği konusu oldukça önem kazanmaya başlamıştır. Artan sanayileşme, duruma bağlı olarak iş kazalarını en aza indirilmesi ve meslek hastalıklarının önüne geçilmesi adına, iş güvenliği kapsamında bir çok çalışma yapılmaktadır. Risklerin değerlendirilmesi ve personel eğitimi bunların başında gelmektedir. Sanayide kullanılan bir çok makine, doğru kullanılmadığı takdirde çok tehlikeli olabilmektedir. Bu teze konu olan Kule Vinç, çoğunlukla inşaat alanında kullanılan, hareketli veya sabit bir taşıma konsolu üzerinde yüklerin hem yatay hem de dikey yönde taşınması için faydalanılan, çelik gövdeli çok güçlü bir ağırlık kaldırma makinesidir. Ancak kullanımı oldukça tehlikeli, iş ve işçi sağlığı açısından ise çok tehlikeli iş grubundadır. Kule vinç ile ilgili iş kazaları da çok büyük oranda ölümle sonuçlanmaktadır. İş kazalarının ise çok büyük oranı operatör hataları ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Ancak tecrübe de iş başında kazanılabilmektedir. İnşaat projelerinde kule vinçlerin mekânsal ve zamansal planlaması hakkında yapılan çalışmada “Kule vinçler inşaat endüstrisindeki önemli ekipman parçalarıdır ve çok pahalı olmalarına rağmen kullanımları yaygındır” olarak ifade edilmiştir (Wu, Soto ve Zhang , 2020). Yine kule vinçler hakkında yapılan başka bir çalışmada “İnşaat projeleri büyüdükçe ve daha modüler hale geldikçe vinçler ve yük asansörleri gibi kaldırma ekipmanlarının kullanımının artması bekleniyor” şeklinde ifade edilmiştir (Hsu, Angeloudis ve Aurisicchio 2018). Bu bilgiler ışığında kullanımı gün geçtikçe artacağı düşünülen kule vinçlerin, operatör eğitimlerinde kullanılabilecek, bu eğitimlerde insan hayatını tehlikeye atmadan, düşük maliyetle ve kısa zamanda istenilen sayıda tekrar yapmalarına imkan tanıyan, gerçek ortamlarla uyumlu, bir sanal gerçeklik tabanlı eğitim simülatörü tasarlanması hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasında, kule vinç aracı hakkında genel bilgiler verilerek, iş güvenliği açısından dünya genelinde Kule Vinçlerde yaşanan kazalar ve nedenleri üzerinde durulacaktır.

Ardından, operatör eğitimi sürecinde, sanal gerçeklik uygulaması ile beceri kazandırılabilen bir bölüm tespit edilerek, uygulama içerisinde kişiye kazandırılmak istenen davranışlar belirlenip, eğitim senaryosu oluşturulacaktır.

Ardından, sanal gerçeklik genel hatlarıyla tanıtılarak, mevcut VR cihazlarının özellikleri hakkında bilgiler verilerek, avantaj ve dezavantajları üzerinde durulacaktır.

Ardından bir çok bileşenden oluşan sanal gerçeklik uygulamasının, geliştirme aşamaları üzerinde durularak, etkin bir şekilde uygulamayı geliştirebilmek için dikkat edilmesi gereken noktalar tespit edilecektir.

Ardından, önceki bölümlerde tespit edilen gereksinimleri karşılayacak bir sanal gerçeklik tabanlı kule vinç operatörü simülatörü geliştirilecektir.

Son olarak, ortaya konan prototipin güçlü yanlarıyla birlikte eksiklikleri ifade edilerek, bu eksikliklerin giderilebilmesi için tavsiyelerde bulunulacaktır. Ayrıca gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara rehberlik etmesi açısından, başka ne gibi fonksiyonların geliştirilebileceği konusunda fikir ve tavsiyeler öne sürülecektir.

2. KULE VİNÇ NEDİR?

Kule vinçler hakkında yapılan bir çalışmada vinç genel anlamda “Sandık ve balya gibi yükleri kaldırmaya yarayan araçlar olan vinçler, bir taşıma elemanına asılı olan yükü kaldırmaya ve çeşitli yönlerde hareket ettirmeye yarayan kaldırma ve taşıma makineleridir” şeklinde ifade edilmiştir (Urul, 2013). Ülkemizde hızlı gelişmelerin görüldü inşaat sektöründe, özellikle yüksek katlı yapılarda çok sık olarak karşılaştığımız kule vinçler, yapılan inşaatın hızlı ilerlemesinde önem arz etmektedir.

Al-Hussein, Niaz, Yu ve Kim’e (2006) göre “Kule vinçler, şantiyelerde en pahalı ve en sık kullanılan kaynaklardır” şeklinde ifade etmişlerdir. Sayer’ (2018) göre “Kule vinçler sayesinde, önceleri insan gücü ile, makaralı sistemler ile ya da calaskalar ile saatlerce yukarı taşınan malzemeler daha kısa sürede taşınmaktadır. Beton döküm işleri kolaylaşmıştır. Zaman ve işgücü olarak kule vinçler önemli bir kazanç sağlamaktadır” şeklinde ifade etmiştir.

Resim 2.1’de görüldüğü gibi Yaygın olarak kule vinçlerin çalışma sahaları özellikle yükün yüksek bir yere kaldırımını sağlayan yerlerdir. Kule vinçler ile ilgili yapılan bir çalışmada “yüksekliği fazla olan yerlerdir. Kule yükseklikleri 20-60 m arasındadır. Vinç kolu uzunlukları 6 m ile 30 m arasında olup, kaldırma kapasiteleri 0,3 ton ile 10 ton arasındadır” şeklinde ifade edilmiştir (Kökçü, 2015).

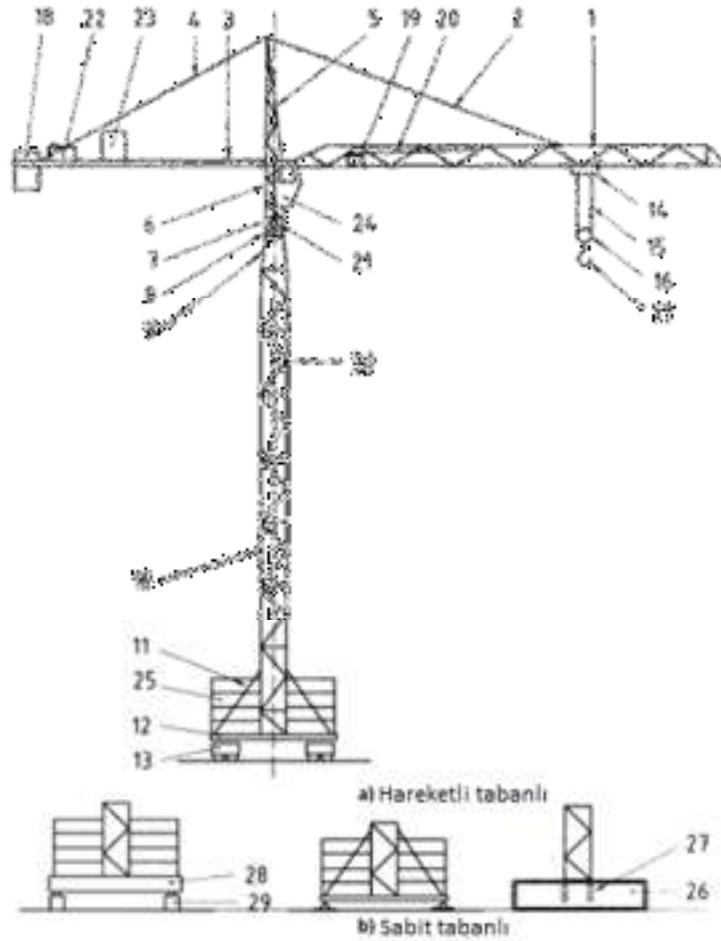


Resim 2.1: Kule vinç görünümü (Lightfoot, 2014)

Kullanıldıkları yerlere göre vinçlerin tipleri de değişmektedir. Türkiye Elektrikli vinç imalatçıları Birliği Derneği tarafından (2012) “Kule vinçler; gerek kule yapısı, gerek vinç kolları, gerekse üzerinde bulundukları zemin olsun, bu özelliklere göre çeşitli türlere ayrılır” olarak belirtilmektedir. Bu tez çalışmasında sanal gerçeklik uygulaması için, sektörde en yaygın kullanıma sahip olduğu düşünülen “sabit tabanlı, sabit gövdeli ve sabit vinç kollu kule vinçler” baz alınacaktır.

2.1 Kule Vinç Parçaları

Urul’a göre (2013) “Kule vinçler, ismini kule gibi yükselen gövdesinden almıştır”. Kule vinç bir çok parçanın bir araya gelmesinden oluşmaktadır. En genel şekliyle Şekil 2.1’de görünen kule vinç parçalarının isimleri Çizelge 2.1. ‘de verilmiştir.



Şekil 2.1 Kule Vinç Parçaları (Ağaoğulları, 2013)

Çizelge 2.1 Kule Vinç Parçaları (Ağaoğulları, 2013)

1 Kol (Bom)	11 Kule Destekleri	21 Döndürme Mekanizması
2 Kol Bağlantısı (Gergi Demiri)	12 Ana Şasi	22 Kaldırma Vinci
3 Karşı Kol (Kuyruk)	13 Tekerlek Grubu	23 Elektrik Kumanda Kabini
4 Karşı Kol Bağlantısı (Kuyruk Gergi Demiri)	14 Araba	24 Kabin
5 Gergi Direği (Kule Tepesi)	15 Kaldırma Halatı	25 Ana Ağırlık
6 Kabin Direği	16 Kanca Bloğu	26 Temel
7 Döner Platform	17 Kanca	27 Temel Bağlantısı
8 Çember Dişli	18 Karşı Ağırlık (Kuyruk Denge Ağırlığı)	28 Ana Şaşı
9 Çember Dişli Desteği	19 Araba yürütme mekanizması	29 Ayak Blokları
10 Kule (Gövde)	20 Araba Yürütme Halatı	30 Dönme Eksen

Kule vinçlerin üzerine kurulduğu, çelik yapıdan oluşan gövdeye mast denilmektedir. Mastın tepesinde yükün taşındığı kol (bom) bulunmaktadır. Kule vinçler gerek yapıları itibariyle gerekse taşıdıkları yükün ağırlığı sebebi ile ağır kuvvetlere maruz kalmaktadır. Bu kuvvetleri dengeleyebilmek için ayrıca ağırlıklar kullanılmaktadır. Sayer'in (2018) yapmış olduğu çalışmada "Yük kolundaki ağırlığı dengelemek ve mastın devrilmemesi için mast tepesinde karşı kol ve bu kol üzerinde denge taşları kullanılmaktadır" şeklinde ifade etmiştir.

Kule vinç kabinleri, operatörler tarafından kule vinci kullanmak için konumlandırılmıştır. Resim 2.2'de kule vinç kabin örnekleri gösterilmiştir. Kabini içerisi, operatörün oturabileceği bir koltuk, koltuğun sağ ve solunda bir kumanda ve aracı çalıştırmak için konumlandırılmış bir çalıştırma butonundan oluşmaktadır. Sağ taraftaki kol bomun sağ ve sola çark yapmasını sağlamaktadır. Yine aynı kontrol çubuğunda öne geri hareketler, şaryonun bom üzerinde ileri geri gitmesini sağlamaktadır. Sol tarafta bulunan kontrol çubuğu ise şaryoya bağlı bulunan kancanın yukarı aşağı hareket etmesini sağlamaktadır. Bu kontrol çubukları 3 aşamadan oluşmaktadır. Yavaş, orta ve hızlı kademeler, doğru kullanılmadığı takdirde, yükün ağırlığına bağlı olarak salınımın artmasına, bunun neticesinde büyük maddi kayıplara neden olabilecek kazaların oluşmasına sebep olmaktadır. Çalışmalar esnasında görüşme yapmış olduğumuz deneyimli kule vinç operatörlerinin bu nedenle yaşadıkları ufakta olsa bir kaza hikayelerinin olduğu ifade edilmiştir.



Resim 2.2. Çeşitli kule vinç kabinleri (Tower Crane, 2021)

Yaygın olarak kullanılan kule vinçlerde kontrol üniteleri vincin tepe noktasında vinci ve inşaat alanı görebilecek bir noktada konumlandırılmış kabin içerisinde bulunmaktadır. Operatörler gerekli kontrolleri ve güvenlik önlemlerini almalarından sonra vincin gövde kısmına monte edilen kedi merdivenlerine tırmanarak bu kabine geçiş sağlarlar. Bu işlem oldukça tehlikeli, dikkat gerektiren bir aşamadır. Burada yapılabilecek ufak bir hata ölümlle sonuçlanabilmektedir. Tezimizin konusu olan Operatör eğitimlerinde, bu kısımlarda karşılaşılan zorluklar da eğitim faaliyetinin kalitesini düşürmektedir. Ayrıca kule vinç kabini Resim 2.3.'de görüldüğü gibi sadece bir kişinin oturabileceği büyüklükte olması bu ortamda bir eğitim faaliyetini rahat bir şekilde yapılmasına engel oluşturmaktadır. Birden fazla kişinin kule üzerinde çıkarak bir eğitim faaliyetinin içerisinde bulunması zordur.



Resim2.3. Çalışmamızda Deneyimlediğimiz Kule Vinç Kabini Görüntüsü

Operatör eğitimlerinin kalitesini düşürecek en önemli etkenlerden birisi de hava muhalefetidir. Önceden planlanan kurs faaliyetinin sağlıklı yapılamaması yada hiç yapılmamasına sebep olmaktadır. Kule vinçler yüksekte olması sebebiyle rüzgar vb. hava şartları sebebiyle anlatılanların duyulmaması, ilk defa deneyimlenmesinden kaynaklanan heyecan gibi sebeplerle, eğitmenler tarafından anlatılan önemli mevzuların kaçırılması ve tam anlaşılmamasına sebep olmaktadır. Tezimizin konusu olan Sanal Gerçeklik Tabanlı Kule vinç operatörü eğitim simülatörü ile tüm bu risklerden sıyrılarak, verilmek istenilen konu üzerinde odaklanılması sağlanabilecektir. Bu uygulama tam anlamıyla bir yeterlilik kazandırmaktan çok, ön hazırlık olarak düşünülebilir. Bu eğitimlerin araç başında yapılması göz ardı edilemeyecek bir durumdur. Kule vinç eğitimi veren eğiticiler, bir çok kursiyerin kule vinç üzerine çıktıklarında, bu işten vazgeçtikleri ifade etmektedir. Yükseklik korkusu, tansiyon gibi sağlık sorunları gibi sonuçlara neden olabildiği, yerinde mutlaka eğitim verilmesi gerektiği açıktır. Bu hisleri sanal gerçeklik uygulaması ile vermek çok zordur. Buna rağmen hazırlık eğitimi kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerde, makinanın kullanımının ve yaşanmış kaza senaryolarının sanal gerçeklik cihazı ile anlatılması, kişinin hazır bulunuşluk düzeyini arttıracaktır.

2.2. Kule Vincin Çalışma Prensibi

Kafes yapıdan oluşan Mast vincin gövdesini oluşturmaktadır. Mastın uç noktasında ileri doğru yükün taşınmasını sağlayan kolun adı bomdur. Bom üzerinde yükün ileri geri gitmesini sağlayan yapının adı şaryodur. Şaryonun altında yükü bağlayamaya yarayan aşağı yukarı hareket yeteneği olan bir kanca mevcuttur. Bom üzerinde yapılan tüm hareketleri dengeleyebilmek için bom hizasının tam karşı istikametinde karşı kol bulunmaktadır. Karşı kol ucunda ağır yükleri taşıyabilmek ve vincin devrilmesini engellemek için kullanılan beton ağırlıklar vardır. 3 adet elektrik motoru ile çalışan kule vinçler, üç eksenle hareket sağlayarak vincin etki alanı içerisinde bir yükün bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlamaktadır. Bom üzerinde, gövdeden uzaklaştıkça taşınabilecek yük miktarı azalmakta, masta yaklaştıkça ise artmaktadır. Mast gövdesine en yakın yer ağırlığın kaldırılacağı en uygun bölgedir. Ağır yükler, masta yakın yerlerde taşınır, eğer gövdeden uzak bir konumda ağır yük taşınacaksa ilave destek bir yapı oluşturulur ve vinç bomu bu yapıdan destek alır. Sayer (2018) yapmış olduğu çalışmada “Rüzgarın fazla olduğu durumlarda devrilme riskine karşı çalışan kule vinç durdurulmalıdır. Rüzgar frenleri açılmalıdır. Operatör kabini terk

etmelidir” şeklinde ifade etmesi, o günkü hava Şartları hakkında operatörün bilgisinin olması gerektiğini göstermektedir.

Kule vinçler çok ağır yükler altında çalışması sebebiyle dengeyi bozacak en ufak bir hata ölümle sonuçlanabilecek büyük kazaların yaşanmasına sebep olabilmektedir. Bu dengeyi bozabilecek etkenlerden biriside rüzgardır. Sayer (2018) çalışmasında “TS 498 numaralı standarda göre rüzgar hızı 50 km/saati geçince kule vinçlerde çalışma durdurulmalıdır. Rüzgâr hızının 72 km/saati aştığında ise rüzgâr frenleri (kule dönüş motor frenleri) açılmalı, kule vinç serbest dönüşe bırakılmalıdır.” ifade etmiştir.

Kule vinçlerde operatör kabini, maksimum görüş açışına sahip tepe noktasına konumlandırılmaktadır. Operatör kabini bom hareketinin gerçekteşeği tüm alanı görebilir olmalıdır. Böylece; vinç operatörü çevresindeki tüm hareketleri görebilirken, olası kazaların önüne geçebilir.

Kule vincin devrilmesindeki başlıca yükler; yükün yanlış kaldırılması, müsaade edilenden fazla yük kaldırılması ve şiddetli rüzgar hızlarında vincin çalıştırılması olarak gösterilebilir.

2.3 Tez Çalışması İçin Gerçekteştirilen Kule Vinç Deneyimi

Tez için yapmış olduğumuz kule vinç deneyimimiz, Resim 2.4.’de görünen 35 metrelik bir kule vinç üzerinde olmuştur.



Resim 2.4. Tez Çalışması İçin Çalıştığımız Kule Vinç Görünümü

Araç başında geldiğimizde, bizde oluşan ilk izlenim kolay bir şekilde tırmanıp çalıştırabileceğimiz olmuştur. Lakin eğitmenimiz tarafından yapılan uyarılar ve Resim 2.5.'de görülen emniyet kemerini giymemizle işin ciddiyeti daha iyi anlaşılmıştır.



Resim 2.5. Emniyet kemeri

Gerekli güvenlik tedbirlerini aldıktan sonra, araç başında kedi merdivenine tırmanma sürecinin, görüldüğü gibi kolay olmamaktadır. Oldukça dar ve küçük merdivenden yorucu bir şekilde yukarı tırmanma işlemi gerçekleşmektedir. Ayrıca Resim 2.6.'da gösterilen iç merdivenden dış merdivene geçme işlemi oldukça tehlikeli bir aşamadır. Giyilen emniyet kemeri dışında tamamen kendi beceri ve dikkatinize bağlı olan bu süreci ilk defa yapıyor olmak, bunu yerden 35 metre yükseklikte ve altınızda sizi tutabilecek hiçbir şeyin olmamasından oluşan heyecan, oldukça fazladır.



Resim 2.6. Kule Vinç Kedi Merdiveni

Tırmanma işlemi sonunda üzerine çıktığımız platform Resim 2.7. ve 2.8.'de ancak görüntülenebilen, bir fotoğraf karesine bile sığamayacak kadar dar, bir kişinin ancak sığabileceği ve rüzgar sebebiyle platformun sallanması, eğitim ortamı açısından zorlayıcı şartlardır.



Resim 2.7. Tepe Noktası Platform 1



Resim 2.8. Tepe Noktası Platform 2

Kule vincin harekete geçirerek kullanmaya başlama süreci oldukça kısadır. Ama iş

ortamında ve yük altında karşılaşılabileceğimiz durumların araç başında yaşanması durumu gerçekleştirilemeyecek bir durumdur. Bütün bu test süreci boyunca yaşadıklarımızı yazmaktaki amacımız, muhtemelen böyle bir süreci ilk defa yaşayacak kursiyerin, araç başında eğitimler sırasında anlatılana odaklanması oldukça zor olduğunu ifade etmektir. Heyecanın yüksek olması sebebiyle anlatılanlara odaklanamamak, imkanlar sebebiyle yeterince senaryolaştırılamayan bir çok durumun öğrencileri kazandırılması oldukça güçtür.

Sanal gerçeklik uygulaması ile ne gibi kazanımların verilebileceği hususu, araç başında eğitimlerimizle yapmış olduğumuz görüşmede tespit etmeye çalıştık. Sanal gözlük ile oluşturulacak uygulama, bir üç boyutlu ortam olması sebebiyle, yükün bir yerden alınması ve bir yere naklinin, uygun bir senaryo olacağı görülmüştür. Tam olarak derinliğin hissedilmesi, hedefe giderken yol üzerinde karşılaşılabilecek engelleri aşması, aracın ataletinden dolayı yük asılı olan halattaki salınımın kursiyer tarafından görerek yaşayarak öğrenmesini sağlayacaktır. Kule vinç simülatörünün, sanal gerçeklik gözlüğünün yeterliliklerini maksimum derecede kullanabileceği bir uygulama olacağı tespit edilmiştir. Her ne kadar gerçek değerler ile yaşanmasa da, yapılan hareketin ne gibi sonuçlar doğuracağı gözlemlenebilir.

Senaryoda kursiyere kazandırılması gereken en önemli şeyin, kule vincin bomunun sağ ve sola çark hareketinde, kumandadan hareketin kesilmesine rağmen aracın ataletinden dolayı dönme hareketinin devam etmesi olduğu, bu yüzden hedefe yaklaşmadan önce hareketi sonlandırması gerektiği, olmadığı durumda frenlemeyi ters yöne kuvvet vererek yapması gerektiği olmuştur. Çok basit gibi görünmesine rağmen, bu durumun öngörülememesi neticesinde, bir çok kazanın inşaat alanındaki yada çevrede bulunan elektrik direkleri gibi çevre elemanlarına çarpması, ya da inşaat alanında bulunan işçilere zarar vererek yaşandığı belirtilmiştir.

Bir diğer husus, halata yük asılı iken dönme hareketine başlamadan önce halatın mümkün olduğu kadar yukarı çekilmesini sağlayarak, dönüş hareketinden oluşacak salınımın minimumda tutulması gerektiği olmuştur.

Aynı şekilde halatı yukarı çekme, şaryoyu hareket ettirme hem de bomun çark hareketinin aynı anda yapılması salınımı artıracaktır. Mümkün oldukça hareketlerin başlangıçta yavaş sonra orta ve hızlı kademesinde gerçekleştirilip, hedefe yaklaşırken de tersi şekilde kademeli

olarak düşürülmesi gerekmektedir

.

Yükün halat ucuna bağlanması sonrası, yavaş kademede yükü çok az kaldırıp beklemesi, test etmesi gerekir. Sonrasında bir problem olmadığı takdirde hareketine başlamalıdır.

Kule vinçlerin kullanımı oldukça basit gibi görünmesine rağmen çok tecrübe gerektiren bir iş koludur. Tez çalışması nedeniyle yapmış olduğumuz kule vinç deneyimimizde, vinci çalıştırıp kontrol etme süresi çok kısadır. Hatta küçük bir çocuğun bile kısa sürede hareket ettirebileceği bir cihaz olduğu görülmüş, fakat ağır yük ve çalışma alanında doğru kullanılmadığı takdirde, çok büyük can ve mal kaybına neden olabilecek, yüksek tecrübe gerektiren bir iş makinası olduğu, tecrübeli eğitici ve operatörler ile yapılan görüşmelerde ifade edilmiştir.

2.4. Kule Vinç Çalışma Ekibi

Kule Vinç üç kişilik bir ekiple çalışması sağlanmaktadır. Bunlar. Kule Vinç Operatörü, Sapanıcı ve İşaretçidir.

2.4.1. Kule Vinç Operatörü

Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından Resmi gazetede Kule vinç operatörü “İş sağlığı ve güvenliği ile çevre koruma önlemlerini uygulayarak, kalite sistemleri çerçevesinde, mesleği ile ilgili iş organizasyonu yapan, paletli, raylı ve sabit kule vinçleri kullanma talimatlarına uygun kullanarak çeşitli yüklerin (tünel, demir ve ahşap kalıplar ile her türlü diğer yük ve malzemeler) kaldırma, indirme ve iletme işlemlerini emniyetli bir şekilde yapan, vincin kontrollerini yapan ve mesleki gelişim faaliyetlerine katılan nitelikli kişidir” şeklinde tanımlanmıştır (MYK, 2015). Kule vincin kullanımında en önemli görev operatöre düşmektedir. Oldukça yüksek dikkat ve tecrübe gerektiren bu meslek, eğitimleri ne kadar kaliteli ve yüksek olması sağlanırsa, o seviyede risklerin azaltılması sağlanmış olacaktır.

Kule vinç operatörü, çalışmalarının büyük bir çoğunluğunu vinç kontrol kabini içerisinde geçirmektedir. 75-80 metrelere kadar yüksekliği çıkabilen kule vinçlerin kabinine ulaşmak oldukça meşakkatli ve zaman alan bir aşamadır. Kule vinç operatörü iş öncesi ve iş bitiminde

yöneticiler, diğer çalışanlar ve makine bakımcıları ile iletişim halindedir olmak zorundadır. Yüksek Çalışma ortamı sebebiyle değişken olan hava şartları, aşırı soğuk veya sıcak, tozlu, çamurlu, rüzgârlı, gürültülü ve nemli ortamlar olabilmektedir. Urul (2013) “Mesleğin icrası esnasında iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini gerektiren kaza ve yaralanma riskleri bulunmaktadır” şeklinde ifade etmiştir.

Vinç operatörü olarak çalışacak kişinin; 18 yaşını tamamlamış olması, ^[L]_{SEP} Operatör sertifikasının bulunması, Bedensel ve ruhsal yönden uygun olması, gerekmektedir. Operatör sertifikası ülkemizde sürücü kurslarının açmış olduğu Kule Vinç Operatör Eğitimleri ile sağlanmaktadır. TTKB tarafından hazırlanan bu kurs programının amacı “Sektörün ihtiyaç duyduğu nitelikli kule vinç operatörlerini yetiştirmek, bu alanda ülkemizde verilen eğitimlerin niteliğini ulusal meslek standardı doğrultusunda artırmak ve kule vinç operatörlüğü mesleğini icra etmek isteyen bireylerin mesleki gelişimlerine katkı sunmak amacıyla hazırlanmıştır” şeklinde ifade edilmiştir (TTKB, 2020).

Kursiyerlerin mesleki becerilerini geliştirmek amacıyla uygulamalı eğitimler araç başında ve araç üzerinde gerçekleştirilmektedir. Araç başı eğitimlerde kursiyerlere grup hâlinde aracın özellikleri ve yapılacak uygulamalar hakkında bilgi verilmekte. Araç üzerindeki uygulamalar öncelikle eğitici tarafından yapılarak ve kursiyerlerin dikkat etmesi gereken hususlar açıklanmaktadır. Eğitici tarafından yapılan uygulamaların kursiyerler tarafından gözlemlenmesi sağlanmaktadır. Ardından eğiticiyi model alan kursiyerlerin bireysel olarak aynı uygulamayı gerçekleştirmesi istenmektedir. Kursiyerlerin yaptığı uygulamalar sırasında eğitici tarafından tespit edilen hata ya da eksikliklere ilişkin gerekli düzeltmeler yapılmaktadır. Kurs boyunca gerçekleştirilecek ders saatleri Çizelge 2.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Kule Vinç Operatörü Kurs Program Süreleri (TTKB, 2020)

Teorik Eğitim Saati	36 ders saati
Grup Halinde Uygulamalı Eğitim Saati	18 ders saati
Bireysel Uygulamalı Eğitim Saati	6 ders saati
Toplam Saat	60 ders saati

Kullanımı çok riskli olan bir cihazın operatörlerine yönelik verilen bir kursun pratik

eğitimlerine verilen kısıtlı zaman, eğitimin istenilen sevide gerçekleşmesini engel olacağı aşıkardır. Tecrübe aktarımı zor ve zaman alan bir iştir. Tecrübelerin senaryolaştırıldı sanal gerçeklik ortamları hızlı ve pratik bir şekilde bunu sağlayacaktır.

2.4.2. Sapanıcı

Sapanıcı; yükün vince bağlanmasını veya yükün vinçten çıkarılmasını yapan kişidir. Serbest donanımları yüke ve kaldırma donanımlarına bağlamaktan sorumlu olan sapanıcılar, Sapanlama ve kaldırma donanımlarının hareketlerini yönlendirme konusunda eğitimli ve yetkin olmalıdır. Resim 2.9'da görüldüğü gibi sapanıcı yükleri değerlendirebilmeli ve dengeleyebilmelidir. [SEP]




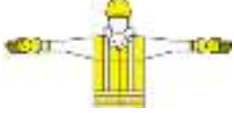








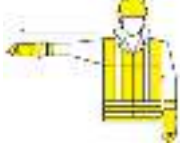

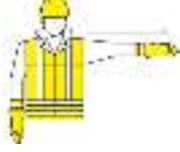

Resim 2.9. İşaretçinin Malzemeleri Kule Vincin Kancalarına Bağlaması (Barışık, 2017)

2.4.3. İşaretçi

Barışık (2017) işaretçiyi “Kule vinç operatörleri ile irtibata geçen kişilere işaretçi denir” olarak tanımlamıştır. İşaretçiler, kule vinç operatörlerini gerek el işaretleriyle gerekse telsiz yardımıyla yönlendirirler. Kule vinç ile taşınan yüklerin nereden nereye gideceği, yol üzerindeki durumları tespit edip, operatörü uyarmasını sağlar.

İşaretçi, sapanıcıdan gelen yönlendirmeleri Çizelge 2.3.'te gösterilen değişik el kol hareketleriyle operatöre ileten kişidir. Bir bakıma operatör ile sapanıcı arasındaki iletişimi sağlar.

Çizelge 2.3. El İşaretleri (Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği, 2013)

Anlamı	Tarifi	Şekil
BAŞLAT  Hazır ol Başlama komutu	Avuç içleri öne bakacak şekilde her iki kol yere paraleli	
DUR  Kesinti / ara Hareketi durdur	Avuç içi öne bakacak şekilde sağ kol yukarı kalkık	
TAMAM İşlemin sonu	Her iki kol göğüs hizasında eller kenetli	
KALDIR	Sağ kol avuç içi öne bakacak şekilde yukarı kalkırken yavaşça daire çizer	
İNDİR	Sağ kol avuç içi içeri bakacak şekilde yere doğru indirilmişken yavaşça daire çizer	
İLERİ	Her iki kol avuç içleri yukarı bakacak şekilde bel hizasında bükülürken kollar dirsekten kırılarak yukarı hareket eder	
GERİ	Her iki kol avuç içleri aşağı bakacak şekilde göğüs önünde bükülürken kollar dirsekten kırılarak yavaşça gövdeden uzaklaşır	
SAĞ  İşaretçinin sağ*	Sağ kol avuç içi yere bakacak şekilde yere paralel sağa uzatılmışken sağa doğru yavaşça küçük hareketler	
SOL  İşaretçinin solu*	Sol kol avuç içi yere bakacak şekilde yere paralel sola uzatılmışken sola doğru yavaşça küçük hareketler	
KES Acil dur.	Avuç içleri öne bakacak şekilde her iki kol yukarı kalkık	

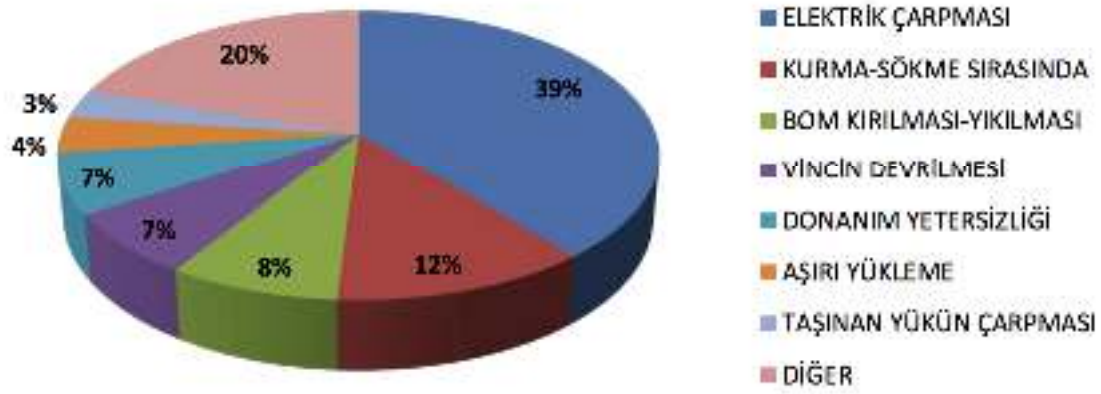
2.5 Kule Vinç Kazalarının Nedenleri?

Endüstrideki hızlı ilerleme ve yüksek katlı yapıların giderek artması, inşaat sahalarının belkemiği haline gelmiş kule vinçlere duyulan ihtiyacı arttırmış olup bu alanda çalışanların kule vinç kaynaklı iş sağlığı ve güvenliği risklerine daha fazla maruz kalması sonucunu doğurmuştur. 26.12.2012 tarih ve 28509 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde yer alan 41.20 numaralı “İkamet amaçlı olan veya ikamet amaçlı olmayan binaların inşaatı” ana faaliyet kolu altındaki tüm çalışmalarda kule vinçler kullanılmaktadır ve bu faaliyetler çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır” (Nazlıoğlu, Karakavak, Aydos ve Taş, 2018)

İnşaat ve yapı üretim alanlarında, dünya genelinde iş kazalarının en çok yaşandığı sektörlerden biridir. Kule vinçlerin sahip olduğu yükseklik ve vinçten bir şey düştüğündeki momentum göz önüne alındığında, kule vinç kazalarının ölümcül olma olasılığı yüksektir. Bir kule vincin gördüğünüzde, bunun hem operatör hem de çevredeki herkes için ne kadar tehlikeli olabileceği kolayca fark edilebilir. Kule vinçler inşaat alanında üst katları inşa etmek için gerekli olan demir ve malzemeleri kaldıracaktır. Bu malzemeler oldukça ağır malzemelerdir. Bu taşıma esnasında yaşanan kazalar ciddi yaralanmalara neden olurlar. Nazlıoğlu, Karakavak, Aydos ve Taş, (2018) yapmış oldukları çalışmada “2016 yılı SGK istatistiklerine göre iş kazası sonucu ölümlerin %35’i inşaat sektöründe gerçekleşmiştir.” ifade etmişlerdir. Kule vinçler, tüm çalışma alanının kaplamasından ve yüksekte çalışmayı gerektirmesinden dolayı en çok tehlike arz eden iş ekipmanlarının başında gelmektedir. Şantiyelerde yüklerin yatayda ve dikeyde bir yerden bir yere taşınmasını sağlayan kule vinçlerde olabilecek bir kazada olayın niteliğine bağlı olarak, taşınan yük, yapılan inşaat şantiye sahasında bulunan diğer ekipmanlar ve en önemlisi çalışanlar zarar görebilmektedir. Bu durum işyerinde motivasyon düşüklüğüne, işlerin aksamasına, zaman kaybına, maddi manevi kayıplara yol açmaktadır.

Şekil 2.1.’de görüldüğü gibi EU-OSHA (Avrupa Birliği İş Sağlığı ve Güvenliği ajansı) tarafından 2010 yılında yayınlanan ölümle sonuçlanan iş kazalarının büyük bir kısmının operatör hatasından kaynaklandığı görülmektedir. Bu sayıları düşürmenin en iyi yolu, kule vinçten öncelikli sorumlu olan kule vinç operatörünün daha iyi yetiştirilmesinden geçmektedir. Grafikte görülen en büyük payı alan elektrik çarpması kısmının bir kısmı, vinci doğru kullanamamaktan kaynaklanmaktadır. Yine %3 lük taşınan yükün çarpması ,

operatörün kule vinci kullanırken yükün yapmış olduğu salınımı doğru hesap edememesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.2. Vinç Kaynaklı Ölümle Sonuçlanan İş Kazası Analizi (OSHA,2011)

Towercranesupport.com (2021) sitesinin yayınladığı verilere göre, dünya genelinde 2000-2010 yılları arasında 1125 kaza meydana gelmiş ve bu kazaların 780 tanesi ölümle sonuçlanan kaza olarak kayda geçmiştir. Rapor edilmeyen kazaları da dikkate aldığımızda bu sayının yükseleceği aşikardır.



Resim 2.10 Kule Vinç Kazalarından Kareler (Towercranesupport, 2021)

Kule vinçlerde oluşan kazalara sebep olan faktörleri genel olarak;

- Çevresel,
- İnsan hataları, [SEP]
- Diğer faktörler [SEP]

olarak sıralayabilir.

Bu faktörler içerisinde en önemlisi insan hataları olarak gözükmektedir. İnsan hatalarını en aza indirebilmek için operatör eğitimlerinin önemini ön plana çıkarmaktadır. Kule vinç kullanımında kursiyerin tecrübe kazanabilmesi için çok deneme yapması gerekmektedir. Kısıtlı kurs saati içerisinde bu tecrübeyi sınırlı seviye kazanabilmektedir.

Kule vinç kullanımında bom hareketinin verilmesi, hedefe geldiğinde durdurulması, şaryo (arabanın) hedef hizasına getirilmesi ve kancanın indirilip kaldırılması aşamasında vincin ataletinde kaynaklanan salınım hareketi oluşmaktadır. Hedefe sorunsuz bir şekilde ulaşabilmek için hareket esnasında bunlarında göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunu gerçeğe yakın bir ortamda deneyimlemesi, bundan kaynaklanabilecek kazaların olma riskini düşürecektir. Hazırlamış olduğumuz sanal gerçeklik prototipi bunların kazandırılmasına yönelik özellikler içermektedir.

2.6. Kule Vinç Operatörü Eğitim Programı

Kule vinç operatörü eğitimi ülkemizde MEB'na (Milli Eğitim Bakanlığı) bağlı özel kurumlar tarafından verilmektedir. Bu kurslarda verilen eğitim programları Özel Eğitim Kurumları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan, Talim Terbiye Kurulu başkanlığı tarafından onaylanan Kaldırma-Yükseltme (Kule Vinç) Operatörü Yetiştirme Kursu Programı esas alınmaktadır. Bu kurs programı üzerinde yapmış olduğumuz incelemede, programın hangi bölümlerini uygulamamıza entegre edebileceğimiz tespit edilmiştir. Kule vinç operatörü programı 7 ünite başlığı altında verilmektedir. Sanal gerçeklik uygulamasında senaryolaştırılabilecek ilgili alanlar EK-1'de gösterilmiştir.

Bu bilgiler ışığında hazırlanacak senaryolar, Sanal Gerçeklik uygulamalarının gücünü kullanarak daha etkin bir şekilde verilebilecektir..

2.7. Sanal Gerçeklik Ortamında Uygulanacak Eğitim Senaryosu

Sanal gerçeklik ortamları, kursiyerlere makine üzerinde deneyimleme imkanı olmayan senaryoları yaşaması için çok uygun ortamlardır. Geliştirilen yazılım ile oluşturulan senaryo ortamında, görevleri tamamlaması istenen kursiyerin eğitim seviye yükseltilebilmektedir.

Öncelikle Sanal Gerçeklik Cihaz ile sanal ortamdaki vinci kontrol etmeye yönelik bir eğitim bölümü yapılması ihtiyacı vardır.

Senaryo 1: Kule vinç içerisinde kontrol donanımını kullanarak, cihazı çalıştırma ve vinci 3 eksen hareket ettirme aşaması. Bu bölümde eğitici tarafından, Kule vinç ile çalışma sahasında gözle kontrol yapması sağlanır. İnşaat sahasında tehlike arz edecek durumları gözlemleyip, kurt eğiticisine bildirmesi ile görev başarıyla tamamlanır.

Senaryo 2: Vincin çalıştırılması ve kontrollerin yapılması

1. Adım: Vinç Güvenlik butonuna basılması.
2. Adım: Vincin çalıştırılması.
3. Adım: Vincin her bir hareketini yüksüz olarak test eder.
4. Uygulama ekranında havada beliren kırmızı alanlara kancayı taşıyarak bu görev başarıyla tamamlanır.

Senaryo 3: Yükün Taşınması

1. Adım: Kancayı yükün ağırlık merkezine yaklaştırarak, sapanların bağlanabileceği yakınlığa indirerek yükün emniyetli olarak kancaya asılmasını bekler. Ekranda yük üzerinde belirlen kırmızı alana kanca indirmesi ile görev tamamlanır. Fazla indirmesi, yüke yandan yaklaşması yada çevrede bulunan engellere dokunması görevin başarısız olmasına sebep olur.
2. Adım: Çapraz çekme hareketi yapmadan yükü kaldırır.
3. Adım: Yüğü bulunduğu yerden az bir mesafe kaldırdıktan sonra hareketi sonlandırarak kontrollerin yapılmasından sonra işaretçinin yönlendirmelerine göre yükü kaldırır. Yüğü yerden kaldırması ve hareketi sonlandırması ile görev tamamlanır.
4. Adım: Kancayı yukarı çekerek yükün güvenli yüksekliğe çıkarılması. Hareketin hızının arttırılması ve azaltılması işlemi salınımın en az düzeyle olmasını sağlayacak şekilde yavaş yapar.

5. Adım: Şaryonun ileri geri hareketini hedefe ulaşabilecek doğrultuda, tehlike arz etmeyecek şekilde yapar.
6. Adım: Bomu, Vincin dönüş alanında bulunan yolun tespiti yaparak. Hız artırımını ve azaltmasını salınımı önleyecek şekilde hedefe doğru gerçekleştirir.
7. Yüğü ekranda beliren kırmızı alana dikkatli bir şekilde indirir. Tüm bu aşamalarda yükün ve vincin, çalışma alanında bulunan çevre elemanlarına dokunması görevin başarısız olmasına neden olur.

3. SANAL GERÇEKLİK?

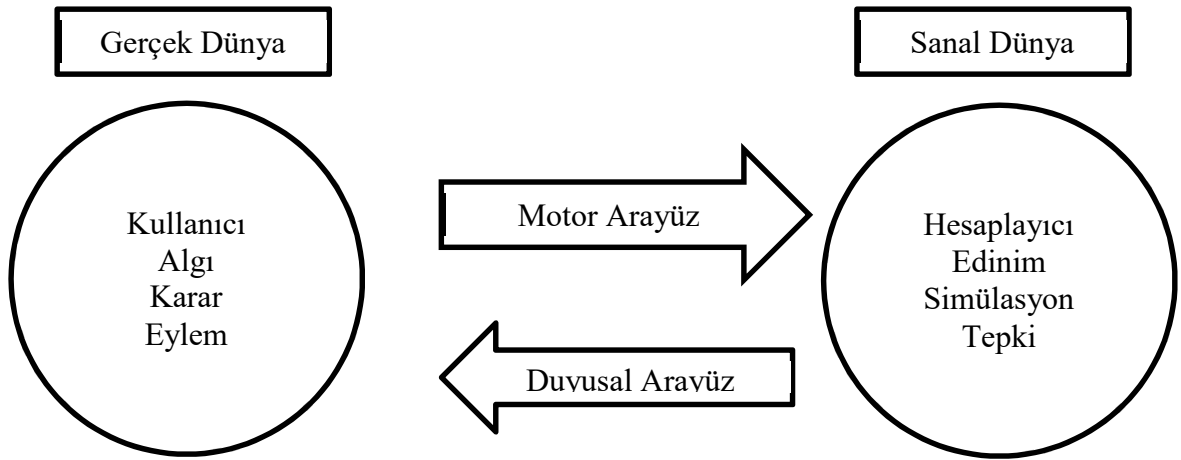
Bilgisayar teknolojilerindeki gelişim ile birlikte bilgisayarlar da kullanılan yazılım ve donanımlarda sürekli olarak güncellenmekte ve yeni donanım ve yazılımlar geliştirilmektedir. Ortaya çıkan bu yazılımlardan biri de Şekerci'nin (2017) ifade ettiği “var olmayanı ortaya koymak adına soyut tasarım olanağı sağlayan sanal gerçekliktir”. İngilizce olarak VR (Virtual Reality) kısaltmasıyla kullanılan Sanal gerçeklik, gerçek ile hayalin birleştirilmesi olarak ifade edilmektedir. Bir başka tanım olarak, Topçuoğlu (2018) “sanal gerçeklik etkileşimli bir donanım ve yazılım ile oluşturulan gerçekçi bir üç boyutlu yapay ortam” olarak ifade edilmiştir. Kullanılan teknolojik cihazlarla, insanın 5 duyu organına hitap eden sanal ortamlar, gerçeğe yaklaştıkları ölçüde başarılı olmaktadır. Bu teknoloji askeri, eğitim, sağlık, mimari, mühendislik, oyun, eğlence, satış pazarlama vb. birçok alanda kendine yer bulmaktadır. Sanal gerçeklik insanlara, sanal ortamı gerçek olandan ayırmanın zor olduğu hayali bir dünyanın kapılarını açmaktadır. Bu teknolojinin amacı kullanıcıyı sanal bir aldatmaca ile eğiten ve eğlendiren bir ortam oluşturmaktır. “Ulusal Mühendislik Akademisi (NEA), sanal gerçekliğin geliştirilmesi konusunu 21. yüzyılda çözüm bulunması gereken en önemli 14 konudan biri olarak ele almaktadır. Bilgisayar teknolojileri ve kullanılan donanımlar son zamanlarda kayda değer bir ilerleme kat etmiştir” (Hale, Stanney 2015).

Sanal gerçeklik cihazları gelişiminde genel manada 3 farklı model görülmektedir. (1) Tamamen farklı teknolojilerin kullanıldığı, bazıları deneysel bazda çalışılmış, kişileri rahat bir şekilde sahip olamayacakları maliyeti yüksek cihazlarla sağlanmış sanal gerçeklik. (2) “Gelişen bilgisayar teknolojisine bağlı olarak, onun sağlamış olduğu imkanlardan istifade ederek erişilebilen üç boyutlu sanal gerçeklik” (Bartlett, Lawrence ve Khanduja, 2018; Huang ve Liaw, 2018) ve (3) “Farklı firmalar tarafından üretilen, sanal gerçeklik gözlüklerinin kullanılması yoluyla bireylerin sanal ortamın içine daldırıldığı ve bu ortam içinde bulunma hissinin gerçek gibi algılanmasına yol açan sanal gerçekliktir.” (Freina ve Ott, 2015)

Sanal gerçeklik deneyiminin sağlanması için Sherman ve D. (2009) “sanal gerçekliğin dört temel bileşeni içermesi gerektiği belirtilmektedir: sanal çevre, sanal temsil, duyuusal geribildirim (kullanıcının hareketlerine karşı tepki) ve etkileşim” dir. Bu tez çalışmasında

sanal çevre olarak bir inşaat şantiye alanı modellenmiştir. Duyusal geri bildirim olarak, sanal gerçeklik cihazının kontrol donanımını kullanarak vinci hareket ettirilmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen görevler ve başarısızlıklar hakkında geri dönüş, ekranda beliren bildirim ekranı ile sağlanmıştır.

Herhangi bir sanal gerçeklik uygulamasında, kişi sanal bir çevreye dalmış ve onunla etkileşim içindedir. Teknik, fizyolojik ve bilişsel kısıtlamalar içinde başarılması gereken standart bir "algı, biliş, eylem" döngüsünde şematize edilmiş bir süreç olan çevreyi algılar, karar verir ve hareket eder. Sanal gerçekliğin üç temel sorunu bu şemadan çıkarılabilir. Bu döngü, Şekil 3.1.'de verilmiştir. Kullanıcı, gerçek dünyada içine daldırılmış olduğu ortamı algılar, bir karar verir, ve motor ara yüzü kullanarak sanal ortamda hareket eder. Hareketler sanal ortamı değiştirme talebi olarak yorumlanır ve sanal gerçeklik ortamında hesaplamalar gerçekleşir. Bunun neticesinde sanal ortam etkiye karşı tepki oluşturarak, duyusal ara yüzler vasıtasıyla kullanıcıya geri dönüş sağlanır.



Şekil 3.1 Sanal dünyanın içinden geçen "Algı, Biliş, Eylem" döngüsü (Fuchs, Moreau, Guitton, 2011)

Sanal gerçeklik, özellikleri ve sağladığı faydalar nedeniyle birçok alanda geniş uygulamalar bulmuştur. Sanal gerçeklik teknolojisinin giderek daha iyi ve daha ucuz hale gelmesiyle birlikte zaman içerisinde insan hayatına çok daha fazla gireceğini düşünülmektedir.

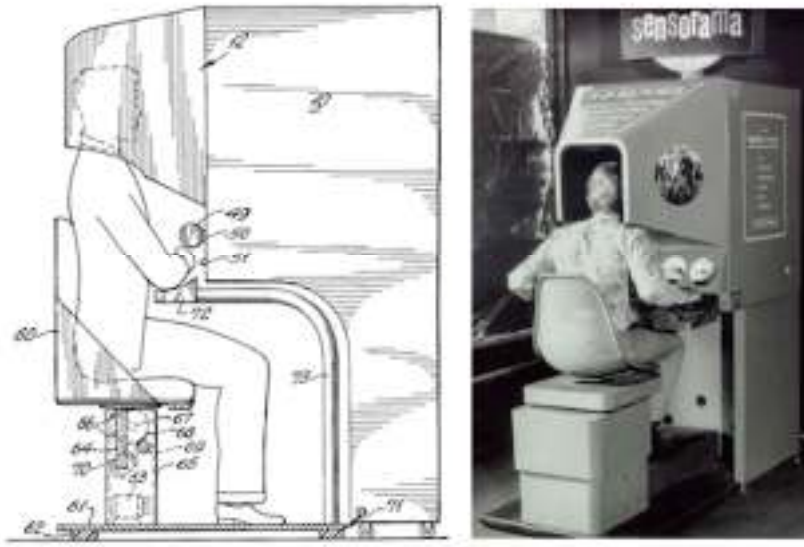
3.1 Sanal Gerçeklik Tarihi

Sanal gerçeklik fikrine ait ilk uygulamalar 1930’lu yıllara dayanır. O yıllarda sanal gerçeklik diye bir kavram olmaması sebebiyle sadece bir fotoğraf görüntüleme teknolojisi olarak ortaya çıkmıştır. Sanal gözlüklerinde temelini oluşturan stereoskopik görüntünün ilk örneklerindendir. İnsan gerçek hayatta derinlik algısını sahip olduğu iki göze borçludur. İki farklı açıla gözlerimize gelen görüntülerin üst üzere beynimiz tarafından bindirilmesi, kişinin derinliği hissedebilmesini sağlamaktadır. Bu mantıktan yola çıkarak geliştirilmiş ilk ürün 1939 yılında üretilen View-Master’dır. İçine yerleştirilen filmlerin ışık yardımıyla o ortamda gibi izlenebildiği bir görme simülatörüdür. Tamamen mekanik olmasına rağmen bir artırılmış sanal gerçeklik hissi uyandırmaktadır.



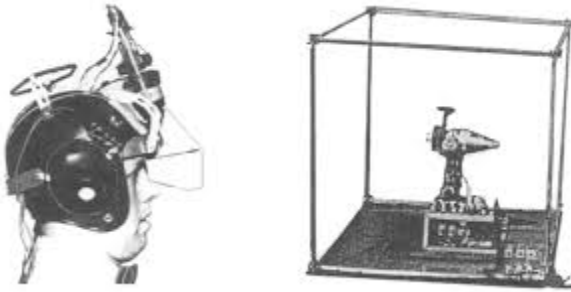
Resim 3.1 View-master Görünüşü (View-Master)

Sherman ve Craig’in çalışmasında “1956 yılında Morton Heilin tarafından farklı duyu organları ile etkileşim halinde olunabilen Sensorama geliştirilmiştir” olarak ifade etmiştir. Geliştirilen sistemle görüntüleme ile birlikte ses, koku, üzerinde bulunan koltuk platformunun titreşimleri ile kullanıcı ile duyuyla etkileşimde bulunulabilmektedir.



Resim 3.2 Sensorama Makinası (Sherman ve Craig, 2003)

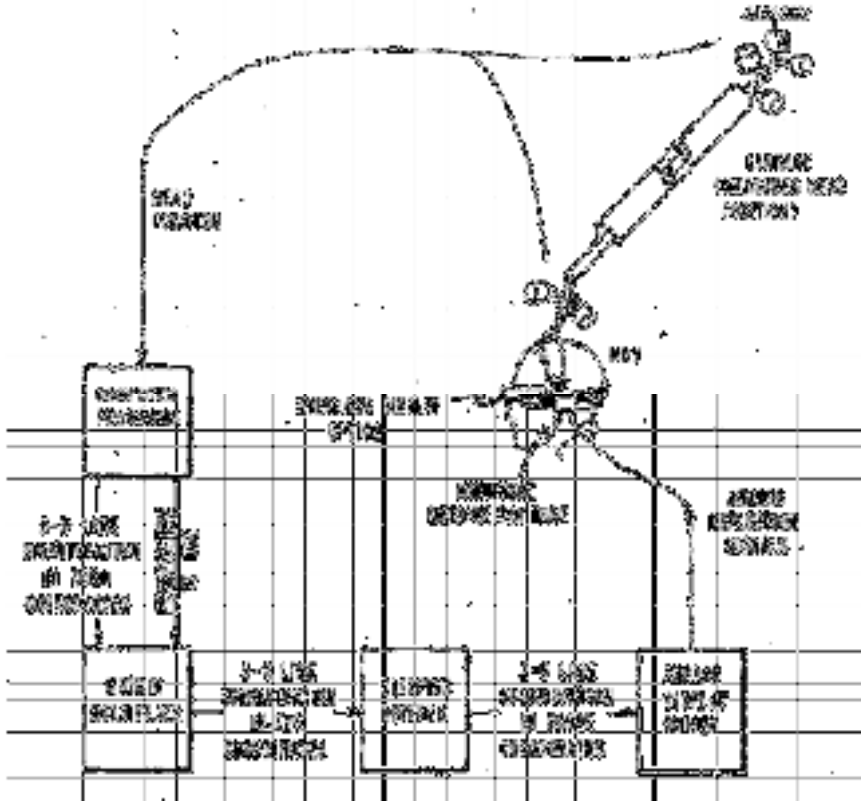
1961 yılında Comeau ve Bryan, Headsight adı verilen ilk başa takılan ekranı (HMD) üretti. Her göz için bir tane olmak üzere iki video ekranı ve bir manyetik izleme cihazı vardı.



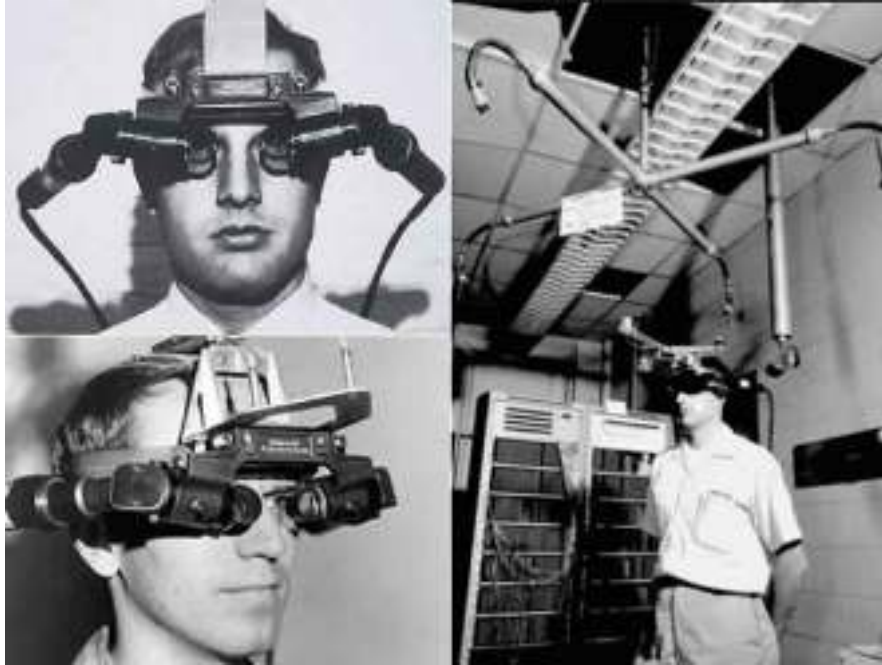
Resim 3.3. Headsight (Poetker ,2019)

1966 yılında Thomas A. Furness'in Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri için geliştirdiği uçuş simülatörü sanal gerçeklik sürecinde önemli bir adım olarak nitelenebilir. Simülatör, yeni pilotları eğitmek için kullanıldı. Hava Kuvvetleri için geliştirdiği ilk uçuş simülatörü VR teknolojisine ve eğitim amaçlı nasıl kullanılabileceğine büyük ilgi uyandırdı.

“Ivan Sutherland tarafından 1968 yılında geliştirilmiş olan Demokles'in Kılıcı lakaplı kask mekanizması tavana asıldı şekilde ve kullanıcının hareket etmesiyle değişen bakış açısı, bilgisayar tarafından oluşturulan grafikler üzerinde görüntülendi” (Sutherland 1968). Üç boyutlu görüntüleme sistemini oluşturan parçalar Şekil 3.1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.2 : Üç boyutlu görüntüleme sistemi parçaları (Sutherland 1968)



Resim 3.4. Damocles'in Kılıcı (Sutherland 1968)

1970 ve 1980 yılları arasında sanal gerçeklik üzerine çalışmalar yükselişe geçti ve VR donanımında büyük gelişmeler kaydedildi. Sağlamtimur'un çalışmasında (2010) "Sanal

Gerçeklik (virtual reality) terimi ise ilk defa 1989’da bir bilim adamı olan Jaron Lanier tarafından kullanılmıştır” ifade etmiştir.

“1980’lerin sonlarına doğru NASA tarafından VIEW Sanal Arabirim Ortamı İş İstasyonu geliştirildi.” . (NASA 1990). Ekranında bilgisayar tarafından oluşturulan sanal bir ortam yada bir video kameradan kaydedilen gerçek bir ortam oluşabilecek şekilde tasarlanan, başa takılan stereoskopik görüntüleme sistemidir. Kullanıcı bu ortam içinde onunla etkileşim kurabilir. Ele giyilen DataGlove cihazı kullanıcının parmaklarını hareketini algılayan ve bilgiyi bilgisayara ileten kablo ve sensöre sahiptir. Elin bilgisayar tarafından oluşturulan bir görüntüsü tam olarak kullanıcı elini hareket ettirdiğinde hareket edecek şekilde tasarlanmıştır. Uygun bir yazılımla kullanıcı eliyle sanal dünyada bir nesneyi kavrayarak bilgisayarla etkileşime girebilir.



Resim 3.5. NASA View (NASA ,1990)

Barnard’ın çalışmasında “1991 yılında Virtuality Group, sanal gerçekliği insanlarında kullanabileceği bir dizi oyun ve atari makinesi yayınladı.” Resim 3.6.’da görülen “Oyuncular sanal gerçeklik gözlüğü takarak, gerçek zamanlı olarak sürükleyici oyunlar oynayabildiler” yazmıştır.



Resim 3.6. Sanal Gerçeklik Tabanlı Oyun Makinası (Barnard 2019)

Sanal gerçeklik teknolojileri ile ilgili Hosgel'in çalışmasında "90 yıllarda bir çok sanal gerçeklik tabanlı ticari ürün üretildi. 1997 yılında Georgia Tech ve Emory Üniversitesi ilk defa Vietnam gazilerini terapi seanslarında kullanmak üzere sanal Vietnam oluşturmak üzere bir araya geldi." İfade etmiştir. Sanal Vietnam, savaşla ilgili psikolojik rahatsızlıkları tedavisi amacıyla kullanılmıştır.

2001 yılında Sas küpü ilk bilgisayar tabanlı kübik oda olarak tanıtıldı. Kullanıcının 4 tarafındaki duvarlara görüntü yansıtılarak, sanal bir ortamda olduğunun hissi verildi.



Resim 3.7. Sas Küpü

2000’li yıllarda mobil cihazların kullanımının yaygınlaşması, VR teknolojilerinin çok kişiye ulaşmasına katkı sağlamıştır. VR teknolojilerinin maliyetlerinin yüksekliği, taşınabilirliğinin düşük olması sebebiyle proje bazlı yapılan çalışmalardan ileriye gidemeyen sanal gerçeklik uygulamaları, mobil cihazların yaygınlaşması ile toplumun her kesimine hitap edebilecek sanal gerçeklik cihazları ve uygulamalarının üretilmesini imkan sağladı. Wangi, Hampel, Gladysz’ın çalışmasında (2006) “Gyroscope özelliği taşıyan akıllı telefonlarda mobil uygulamalar aracılığı ile sanal gerçeklik deneyimi, kendi entegre lenslerine sahip olan sanal gerçeklik gözlükleri” süreçteki önemli adımlardandır. 2007 yılında StreetView uygulaması ile Google 360 derece gerçek görüntüleriyle ortam algılanmasını sağladı. Dünyanın hemen hemen her yerinde kullanıcıların konumlanarak etrafını izleyebilme imkanı sundu. Yine 2014 yılında sunmuş oldukları cardboard hizmeti ile kişilerin sahip oldukları telefonları bir sanal gerçeklik cihazı haline getirdi.



Resim 3.8 Google Carboard

Günümüzde bir çok firmanın üretmiş olduğu VR gözlükler ile sanal gerçeklik uygulamalarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Oculus firmasının geliştirdiği Resim 3.9’da gördüğümüz sanal gözlük cihazı, bu alanda önemli bir konum elde etmiştir.



Resim 3.9 Oculus Rift

Samsung Gear VR, Samsung Electronics şirketinin ilk nesil Sanal gerçeklik kulaklığıdır. Kontrol aparatına sahip ilk Gear VR, sanal gerçeklik deneyimlerini daha kolay ve eğlenceli hale getiren bir ürün olarak 2014 yılında üretti. Tezimizin konusu olan sanal gerçeklik tabanlı kule vinç operatörü simülatörü çalışmamız bu cihaz üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki bölümde özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

Sanal gözlükler yanında bir çok sanal gerçeklik teknolojisi hızla geliştirilmektedir. Bu sistemler diğerlerine göre çok daha yüksek maliyetli olmaktadır. Virtuix Omni sanal ortamda özgürce dolaşmanızı sağlayan sanal gerçeklik aparatıdır. Koşu bandı benzeri yapısıyla sanal ortamda hareket ederek 360 derece ile yönlendirmede bulunmanızı sağlar.



Resim 3.10 Virtuix Omni

Sanal gerçeklik teknolojileri son yıllarda önemli bir büyüme göstermektedir. Bu teknoloji hayatlarımızı, sosyalleşme ve çalışma şeklimizi değiştirme potansiyeline sahiptir. Ayrıca önde gelen teknoloji şirketlerini bu alanda araştırma ve geliştirmeye yaptığı yatırımların artmasıyla birlikte, pazarın önümüzdeki yıllarda daha da rekabetçi hale geleceğini göstermektedir. Yapay zeka teknolojilerindeki ilerlemenin VR teknoloji ile tamamlanması ile birlikte büyük değişimin yaşanacağı öngörülmekte. Gelecekte sanal gerçeklik, günlük yaşamlarımız üzerinde muazzam bir etkisi olacağını şimdiden görebiliyoruz.

3.2. Tez Çalışması için Kullanılan Sanal Gözlüğün Özellikleri

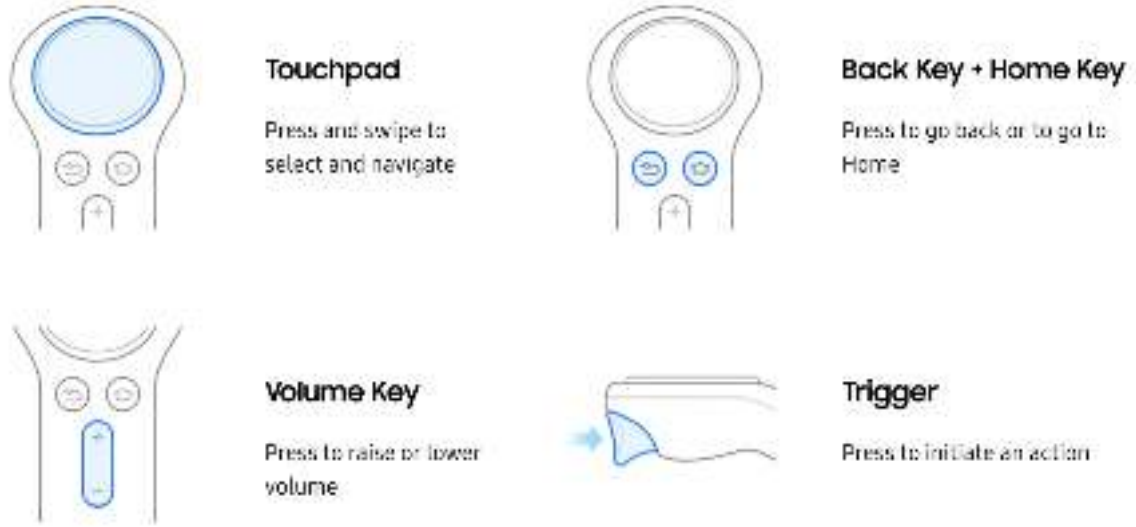
Kule Vinç Operatörü Eğitim Simülatörünü geliştirebilmek için ihtiyacımız olan Sanal Gözlük tercihimizi Samsung Gear VR cihazı olarak belirledik. Bunu seçmemizdeki en büyük etken, maliyet performans olarak baktığımızda rakiplerine nazaran daha uygun olmasıdır. Geliştirmiş olduğumuz uygulamanın piyasada en çok bulunan VR cihazı ile yapmamız, bunun rahat bir şekilde kullanılabilmesini sağlayacaktır. Samsung firmasının 2017 yılı itibariyle 782 bin VR gözlük sattığını açıkladı. Bu satış rakamları ile pazarda zirveye yerleşen Güney Koreli teknoloji devini, 375.000'lik satış rakamıyla PlayStation VR takip etti. Geçen bu süre içerisinde bu cihazların çok rahat bir şekilde temin edilebileceği düşünülmektedir.



Resim 3.11 Samsung Gear VR

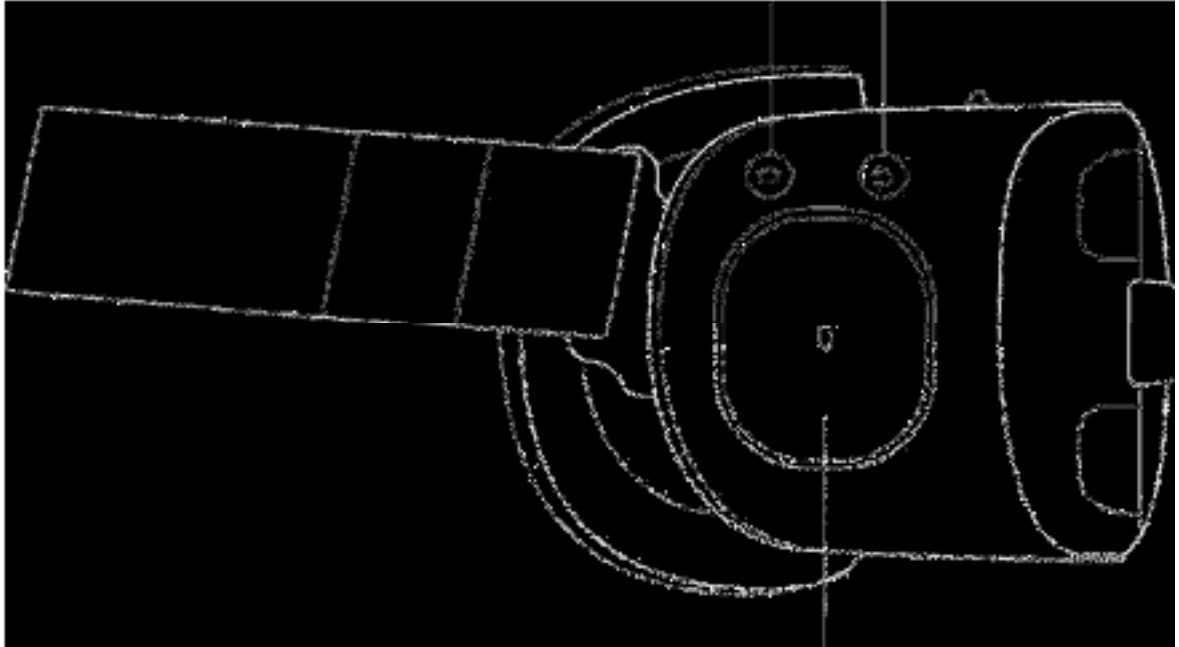
Samsung Gear VR Cihazı, mobil telefonlar ile birlikte kullanılabilen bir sanal gözlüktür. 345 gram ağırlığı ile oldukça hafif bir cihazdır. Kullanmış olduğu lenslerle ve geniş mercek aralığıyla 101 derecelik bir görüş alanı sağlamaktadır. Yerleşik gyro sensör ve ivmeölçer (accelerometer) aracılığıyla dengeli ve hassas kafa takibi, sorunsuz bakış sağlar. Sanal gerçeklik içinde kolaylıkla gezinmek ve etkileşime girmek için cihaz ile birlikte gelen bir kontrol aracı bulunmaktadır. Kontrol tek el ile doğal olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 3.3.'de görüldüğü gibi üzerinde programlanabilir fonksiyonlar bulunmaktadır. Seçmek ve gezinmek için bir touchpad, etkileşime girmek için bir tetik, geri ve anasayfaya dönmeyi sağlayan iki buton bulunmaktadır. Ayrıca Ses seviyesini artırıp azalmak için ayrıca bir ses

butonu bulunmaktadır. Tüm bu tuş kombinasyonu cihaza ait geliştirici kılavuzundaki yönergeye uyarak programlanabilmektedir.



Şekil 3.3. Samsung Gear VR Controller

Şekil 3.4.'de görüldüğü gibi cihazın üzerine entegre edilmiş bir kontrol alanı ayrıca bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Cihaz üzerinde bulunan entegre kontrol aracı.

3.3. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Eğitimde Kullanımı

Sanal gerçekliğin teknolojileri ile kullanıcıyı sanal dünyanın içine daldırma aynı zamanda doğru kullanıldığı takdirde iyi bir eğitim aracı olarak kullanılmasına fırsat vermektedir. Lin ve Lan (2015) çalışmasında “Sanal Gerçeklik kavramı eğitimde birden fazla alanda kullanılmaktadır” olarak ifade etmiştir. Bir başka çalışmada Freina ve Ott (2015) “Sanal gerçeklik sağladığı görüntüleme, uzakta var olma hissi ve sanal ortamla etkileşim olanaklarıyla, gerçekte var olmayan, ulaşılmaması olanaksız olaylar ve nesnelerle etkileşime geçmeyi sağlamaktadır” diyerek sanal gerçeklik ortamlarında, gerçek hayatta deneyimlemesi zor durumları kullanıcıya yaşatılabileceğini ifade etmiştir. Bu bakımdan Kule vinç operatörü eğitim simülatörü fikri, sanal gerçekliğin bu özelliklerini etkili bir şekilde kullanabilecek bir çalışma olacaktır. Sanal gerçeklik eğitimde ayrıca oyunlaştırma olanağını da sağlamaktadır. Oyunlaştırmanın eğitim üzerinde etkisi ile ilgili Freina ve Ott (2015) “Sanal ortamda oyunlaştırmanın kullanımı farklı öğrenme biçimlerini de destekleyerek öğrencilerin derse daha yoğun katılımını”, Bastiaens, Wood ve Reiners (2014) “işsel motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır” şeklinde ifade etmişlerdir. Sanal gerçeklik uygulamalarında kullanıcının ortam içindeki tepkilerini aynı anda değerlendirip geri dönüşler verilebilmektedir. Sanal ortam içinde kurgulanmış görevler ve bu görevleri basamaklayarak kullanıcının sanki bir oyun içerisindeymiş gibi, verilmek istenen kazanımı eğlenceli bir şekilde kazandırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca Lateef’in yaptığı çalışmada (2010) “simülasyonlar, gerçek deneyimleri tamamen etkileşimli bir şekilde gerçek dünyada olma hissini uyandıran rehberli ve sürükleyici deneyimlerle ikame eden ve zenginleştiren tekniklerdir” şeklinde açıklamıştır.

Freina ve Ott sanal gerçekliğin kullanım alanları ile ilgili yapmış oldukları çalışmada (2015) “Sanal gerçeklik ile ilgili çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların genellikle tıp, sağlık, mühendislik, bilgisayar bilimi, fizik, astronomi, kimya, psikoloji gibi alanlarda olduğu görülmektedir” ifade etmişlerdir. Sanal gerçekliğin eğitimde kullanılmasındaki sorunlar ise; Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche ve Plimmer’in çalışmasında (2017) “maliyet, donanımlara ulaşılabilirlik, dönüt eksikliği, sistemsel hatalar, gerçekliğin yetersizliği, yazılım kullanılabilirliği, hareket hassaslığı, etkisizlik ve motivasyon eksikliği olarak” belirtilmektedir. Bu bakımdan uygulamalı verilecek eğitimin, gerçekleşme maliyetinin yüksek olduğu durumlarda yaygın olarak sanal gerçeklik uygulamaları kullanılmaktadır.

Örneğin Pilot eğitimi gibi yüksek maliyetli eğitim programları öncesi, sanal gerçeklik ortamları sıklıkla kullanılmaktadır. Gerçekliğin arttığı ölçüde maliyetlerde artmaktadır. Ancak günümüz teknolojileriyle geliştirilen bir çok cihazla düşük maliyetlerle, bir çok eğitim kolaylıkla verilebilmektedir.

4. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASI GELİŞTİRME YÖNTEMİ

Bir sanal gerçeklik ortamını tasarlarken, kilit faktör, kullanıcının kendini içine dalmış hissetmesi için gerçek bir üç boyutlu simülasyon ortamı sağlamaktır. Sanal gerçeklik gözlüklerine yönelik uygulama geliştirebilmek için yaygın olarak kullanılan platformlar oyun motorlarıdır. Liu (2018) yapmış olduğu çalışmada “VR teknolojisinin daldırma, etkileşim ve diğer özellikleri, oyun tasarımının gereksinimlerini mükemmel bir şekilde karşılar” şeklinde ifade etmiştir. Bu özelliklerden maksimum derecede istifade edebilmek önemlidir. Lu’nun (2012) çalışmasında “VR teknolojisi uygulamalarında, görüntü kalitesi, renk, sahne, model ve diğer önemli oyun nesnelerinin kalitesi büyük rol oynar” olarak ifade etmiştir. Oyun motorlarının geliştirilme amacı sanal gerçeklik uygulamaları değildir. Sanal gerçek gözlüklerinin yaygınlaşması ile birlikte bu oyun motorlarının içerisine entegre edilen kütüphaneler kullanılarak, sanal gerçeklik uygulamaları geliştirilmeye başlamıştır. Bir oyun motoru, oyunları kontrol etmenin özü olan bir ana çerçeve ve ortak fonksiyonlar sağlar. Sağladığı bu imkanları beraberinde kullanarak hızlı bir şekilde sanal gerçeklik ortamı modellenmektedir. Sanal gerçeklik uygulaması geliştirmek ile ilgili Aslam’ın (2020) çalışmasında “Bunu gerçekleştirebilmek için mevcut birçok araç vardır, en yaygın kullanılanları Unity ve Unreal oyun motorudur” olarak tanımlamıştır. Bu oyun motorları sahne üzerindeki nesneleri kontrol etmemizi sağlayacak fonksiyonları oluşturabilmek için uygun bir platformdur. Ayrıca içerisinde gerçek bir sanal ortam üretmek için bir çok bileşen hazır bir şekilde bulunmaktadır. Bu oyun platformlarında geliştireceğimiz uygulamaları rahat bir şekilde sanal gözlüklerde çalışabilecek hale dönüştürebiliriz.

Oyun motorları içerisinde gelişmiş bir üç boyutlu modelleme aracı barındırmamaktadır. Bunun için ayrıca bir program kullanarak modelleri oluşturmamız yada hazır oluşturulmuş 3 boyutlu modelleri projemize dahil etmemiz gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan üç boyutlu modelleme ve animasyon programları olarak 3dsmax, blender, maya, cinema4d sayabiliriz. Bu tez çalışmasında geliştirme platformu olarak Unity3d, modelleme ve animasyon programı olarak 3dsMAX kullanılmıştır.

4.1. Unity 3D Oyun Motoru

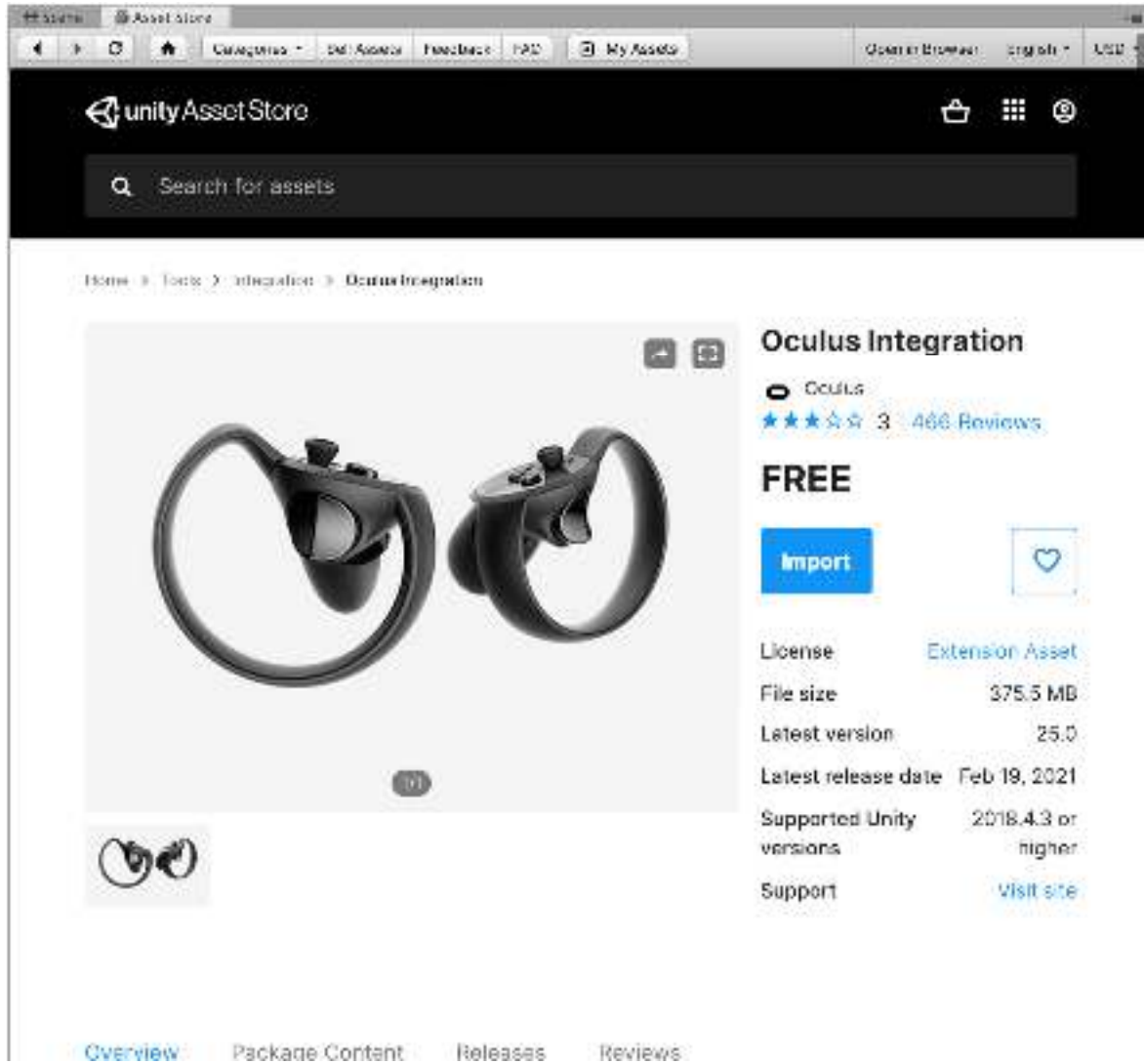
Oyun motorlarının kullanımında teknik farklılıklar bulunmasıyla beraber, hepsinin genel

amacı daha hızlı ve pratik bir şekilde oyun geliştirmeye imkan tanımasıdır. Unity3D, son yıllarda özellikle oyun geliştiricileri ve küçük ekipler için uygun olan popüler bir 3D oyun motorudur. Unity 3d bilgisayarlar , oyun konsolları ve mobil cihazlar için oyun ve simülasyon geliştirmek için kullanılan Unity Technologies firması tarafından geliştirilen bir oyun motorudur. İlk sürümü 2005 yılında çıkan Unity 3d, 27 platforma uygulama geliştirme imkanı sunmaktadır. Liu (2019), “Unity3D, çok pratik ve kullanımı kolay bir oyun geliştirme motorudur. Kullanımı kolay birçok eklentiye kullanmaya imkan tanır. Platformun malzeme kitaplığı zengin malzemelere sahiptir. Unity3D geliştirmeyi kullanarak sistemde hata ayıklamak ve optimize etmek kolaydır.” şeklinde ifade etmiştir. Unity oyun motoru; mimari, mühendislik ve inşaat gibi video oyunları dışındaki farklı endüstriler tarafından da benimsenmiş ve kullanılmaktadır.

4.1.1. Paket Yapısı

Unity3D'nin bir diğer özelliği de oyun kaynaklarının ve nesnelerinin bir paket halinde içe veya dışa aktarılabilmesidir, bu da farklı oyun projelerinin geliştirme çalışmalarını kolayca paylaşmasını sağlayabilir. Bu nedenle, paket kullanmak, oyun geliştirmede verimliliği büyük ölçüde artırmaktadır. Kaynak malzeme dosyalarına ek olarak, yapay zeka, ağ çalışması, karakter kontrolü vb. belirli işlevler de paketlenmektedir.

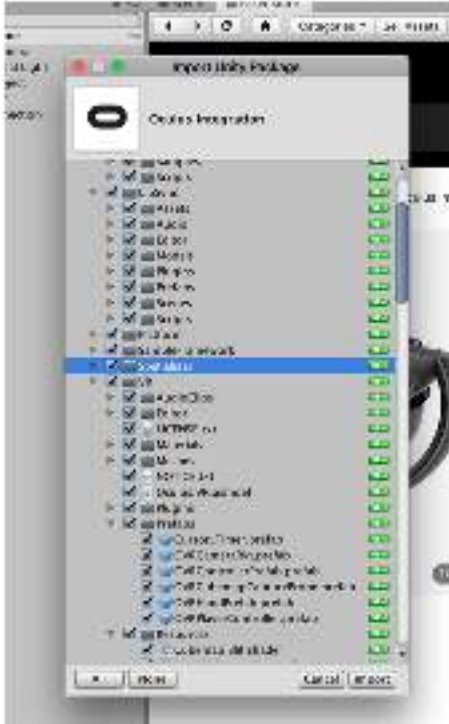
Unity 3d içerisinde güncel sanal gözlükleri kullanabilmemiz için ihtiyaç duyduğumuz temel bileşenleri barındıran eklentiler mevcuttur. Bu eklentileri projemize dahil ederek sanal gözlük uygulamasını rahat bir şekilde geliştirebilir. Resim 4.1.'de Ekran görüntüsü Unity3d içerisinde bu eklentilere ulaşabileceğimiz ara yüzü göstermektedir. Bu arayüzde Samsung Gear VR cihazımızda kullanabileceğimiz hazır bileşenleri ekleyebileceğimiz Oculus Entegration varlığı görünmektedir.



Resim 4.1 Unity 3d Oculus entegrasyon ekranı

Unity, yüksek üç boyutlu sanal gerçeklik için (gölge oluşturma, harita bazlı nokta aydınlatma, Skybox ile gökyüzü oluşturma, Hdr alan ışıkları vb.) kullanımı kolay, hızlı prototip oluşturma ortamı sunar. Bununla birlikte, Kateros'un (2015) yapmış olduğu çalışmada "Bazı sonuçlar tutarlı, düşük gerçekçi bir üç boyutlu bir ortamın katılımcıları daha yüksek bir deneyimi yaşamalarına götürebileceğini göstermektedir. Görsel olarak gerçekçi bir ortam hedeflenirse, mevcudiyette kesintilerin meydana gelmesi daha olasıdır" olarak ifade etmiştir. Bunun nedeni, insan beyninin mevcut donanımın teknik olarak başaramadığı birçok şeyi bekleyecek olmasıdır. Fizik, ses, kuvvet geri bildirimi yetersizlikleri, kullanıcının elinin bir nesneye nüfuz etmesini beklemesi gibi nedenler başarıyı düşürecektir. Daha düşük gerçekçi bir atmosfer oluşturmak, kullanıcıların tüm dünyanın mükemmel bir şekilde modellenmesi gerektiğine yönelik algılarını azaltır ve daha tutarlı bir güven duygusu ile sonuçlanır.

VR uyumluluğu ile ilgili olarak, tüm Oculus VR kamera araçları (OVR), Oculus ekibi tarafından Unity3d oyun motoru için özel olarak geliştirilmiştir. Gerekli olan, ilgili dosyaları Oculus'un destek sitesinden indirmek ve bunları projenin varlıklar dizinine eklemektir. Şekilde proje dahil etme ekranı görüntülenmektedir. Kameranın iki hazır yapısı vardır. Birincisi statiktir ve geliştiricinin kamerayı manipüle etmek için komut dosyalarını yazmasına izin verir. İkinci kamera türü de PlayerController'dır. Kamera, dönme ve hareket açısından kullanıcının kontrol ettiği bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.

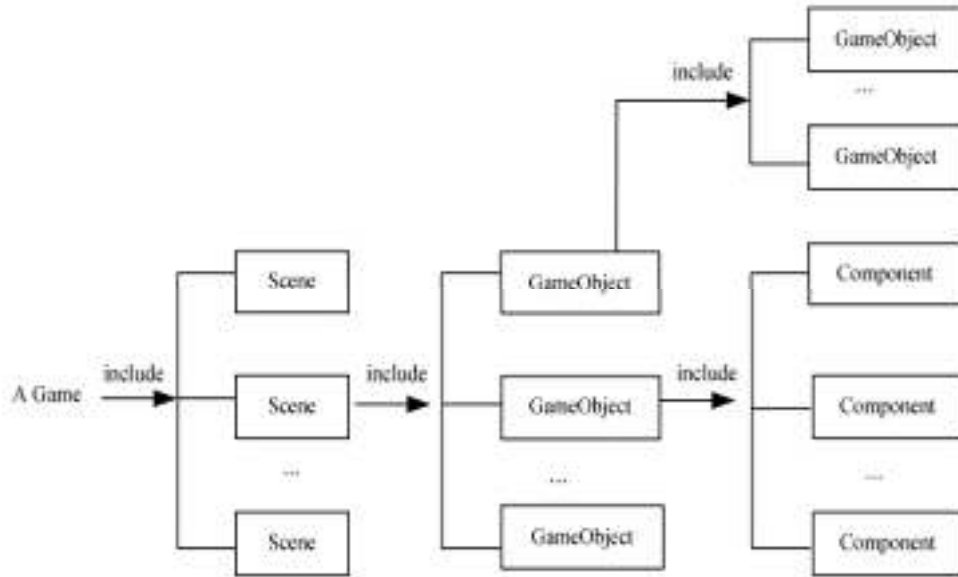


Resim 4.2 OVR Kamera Araçları

4.1.2. Projesi Hiyerarşisi

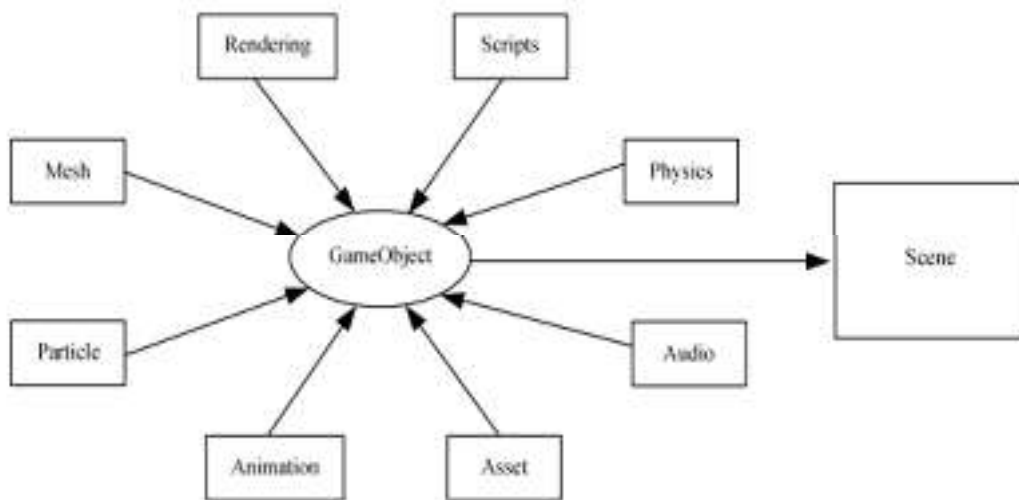
Unity3d içerisinde geliştirilmesinde kullanılacak yapılar belli bir hiyerarşi içerisinde çalışırlar. Şekil 4.1.'de Ünity3d uygulamasının oyun hiyerarşisi gösterilmektedir. Her oyunun içinde birden fazla sahne, sahnelerin içerisinde oyun nesneleri ve oyun nesnelerinin içerisinde bileşenler bulunmaktadır. Oyun sahneleri, cihazından donanım özelliklerini maksimum düzeyde kullanmamızı sağlayan, geliştiricilerin verimliliğini artıran bir nesnedir. Oyun bölümlere ayrılarak sahneler oluşturulur. Sahnemizde kullandığımızı her nesne bir GameObject olarak ifade edilir. Bu nesneler, sahnenin başlangıcında oluşturulabildiği gibi,

oyun esnasında da programatik bir şekilde oluşturulup, yok edilebilmektedir.



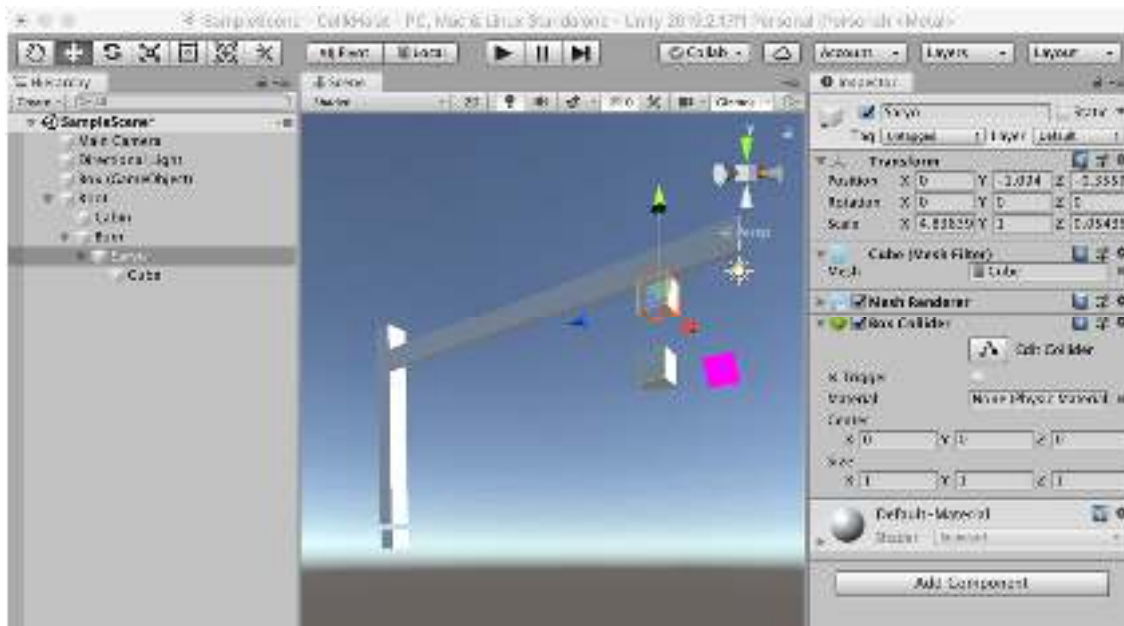
Şekil 4.1. Unity3D Oyun Projesi Hiyerarşisi (Xie ,2012)

Unity 3d içerisinde programlama dili olarak C# dilini kullanmaktadır. Ölçeklenebilir bir programlama mimarisi olan bileşen modelini desteklemektedir. Oyun içinde kullanılmak üzere yazılmış fonksiyonlar bu bileşen modelinde rahatlıkla bir daha kullanılabilir. Ayrıca Xie'nin çalışmasında (2012) "Unity3D'nin önceden tanımlanmış birçok bileşeni vardır" şeklinde ifade etmiştir. Şekil 4.2.'de Unity3D'deki bileşen modeli gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Unity3D'deki bileşen modeli (Xie 2012)

Bir oyun sahnesinde her varlık bir oyun nesnesi (GameObject) olarak adlandırılır. Programcılar, özellikli bir GameObject oluşturmak için birden fazla oyun nesnesini birleştirebilirler. Resim 4.3’de Unity3d arayüzü görüntülenmektedir. Kule Vinç Uygulaması için deneysel çalışmalar yaptığımız bu sahnede sol tarafta bulunan kısım sahnemizde bulunan oyun nesnelerini göstermektedir. Bu oyun nesneleri hiyerarşik olarak iç içe konulabilmektedir. Gördüğünüz sahnede vinç için root isimli bir oyun nesnesinin içinde Cabin ve Bom olmak üzere iki oyun nesnesi oluşturulmuştur. Bom nesnesinin altında da şaryo oyun nesnesi oluşturulmuştur. Bir oyun nesnesinin altında bulunan oyun nesneleri, üstünde bulunduğu oyun nesnelerin pozisyon, rotasyon ve büyüklük değerlerinden etkilenmektedir. Bir oyun nesnesi seçildiğinde ekranın sağ tarafında “İnspector” penceresinde özellikleri gösterilmektedir. Her oyun nesnesinin içine sürükleyip bırak yöntemiyle, mevcut bileşenler yada önceden kendimizin hazırladığı bileşenleri atabiliyoruz. Örnekte “Box Collider” nesnesi hazır bulunan çarpışmaların kontrolünün yapılabilirdiği bir oyun bileşenidir. Yazmış olduğumu scriptleri de nesnelere bir bileşen olarak atayabilmekteyiz. Örnek bir oyun nesnesini kendi x ekseninde ilerlemesini sağlayan bir kod bloğunu bileşen olarak kaydettiğimizde, bunu ekranda birden fazla nesneye ekleyebiliriz. Sahne çalıştırıldığında, eklemiş olduğumuz tüm nesneler sahnede hareket etmeye başlayacaktır. Bunu bir çarpışma kontrolü olarak yazdığımız taktirde, bu nesneler bir çarpışmaya girdiğinde patlama yada kullanıcı puanını arttırma yada azaltma gibi işlevleri gerçekleştirebiliriz. İhtiyaca göre bir oyun nesnesine birden fazla bileşen eklenebilir.



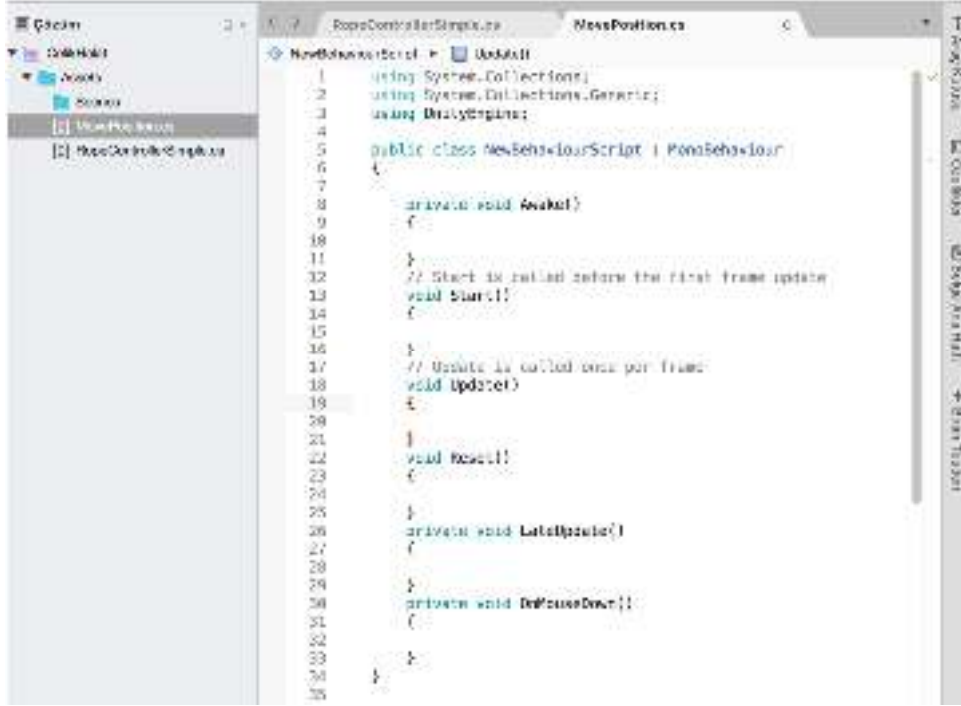
Resim 4.3. Unity 3d Arayüzü

Oyun geliştirmede, Unity3D'de önceden tanımlanmış oyun nesnelerini doğrudan kullanılmasının yanı sıra, bir nesnenin konumu, dönüşü ve ölçeği hakkındaki bilgilerle boş bir oyun nesnesi oluşturabilir ve ardından ona komut dosyaları veya başka bileşenler eklenebilmektedir. Aynı tür oyun nesnesi yönetimini kolaylaştırmak için Unity3D, bir nevi şablon görevi gören prefab özelliği barındırmaktadır. Bir prefab, bir komut satırı, hem de üç boyutlu modeller gibi oyun kaynaklarını içerebilir. Aynı tür oyun nesnelerinin oluşturulması gerektiğinde, bu durumda bir prefab kullanılabilir. Mesela sahnede bulunan ağaçları yada düşman askerlerini bir prefab nesnesinden türetebiliriz. Prefab değiştirildiğinde aynı anda tüm oyun nesneleri güncellenecektir. Yukarıdaki prefab mekanizması, bir oyunun bakım verimliliğini büyük ölçüde artırabilir.

Bir nesnenin durumunun bir oyun üzerindeki etkisini gözlemlemek için, programcılar oyun çalışırken bir bileşenin yapılandırma parametrelerini dinamik olarak değiştirebilirler. Oyun durdurulduktan sonra, tüm başlangıç parametreleri sıfırlanacaktır.

4.1.3. Olay Odaklı Programlama

Bir oyun projesinde birden fazla komut dosyası bulunabilmektedir. Komut dosyası, bir oyunun nesnelerin davranışını kontrol eden aynı zamanda MonoBehaviour adlı bir temel sınıfı miras alması gereken bir sınıftır. Resim 4.4.'de MonoBehaviour sınıfından türetilmiş bir sınıf görüntülenmektedir. Bu sınıfın farklı görevlere sahip bir çok metodu içinde barındırmaktadır. En temel metodlar hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Bunun dışında oyun içerisinde ihtiyaç duyulan metodlar yazılarak, uygulama içerisinde çağırılabilir.



Resim 4.4 Örnek Bir Sınıf

4.1.3.1 Canlanma (Awake) Metodu

Awake komut dosyası yüklenirken çağrılır. Unity 3D dokümantasyonu içerisinde (Unity3d Docs) kullanım amacı “Sahne yüklendiğinde komut dosyasını içeren etkin bir GameObject başlatıldığında ya da daha önce etkin olmayan bir GameObject etkin olarak ayarlandığında ya da Object.Instantiate ile oluşturulan bir GameObject başlatıldıktan sonra çağrılır.” şeklinde ifade edilmiştir. Uygulama başlamadan önce değişkenleri veya durumları başlatmak için Awake kullanılır.

4.1.3.2 Başlat (Start) Metodu

Herhangi bir Güncelleme yöntemi ilk kez çağrılmadan hemen önce bir komut dosyası etkinleştirildiğinde start metodu çağrılır. Awake metodundan farkı nesnenin etkileştirilmesi gerekliliğidir. (Unity3d Docs)

4.1.3.3 Güncelleme Metodu

Update metodu her ekran yenilendiğinde çağrılan bir metoddur. Örnek bir nesnenin hareket etmesi için her karede 1 birim hareket ettirecek script bu metodun içerisine yazmamız durumunda oyun nesnesi hareket etmeye başlayacaktır.

MonoBehaviour sınıfı yukarı bahsettiğimiz ana metodların dışında farklı özelliklere sahip birçok metodu içinde barındırmaktadır. Örneğin OnMouseDown fareye tıklandığında çalışacak metod, OnDestroy oyun nesnesi kaldırıldığında çalışacak metod vb. Programcı bu metodları kullanarak büyük ölçüde bir oyunu inşa edebilecektir.

5. KULE VİNÇ OPERATÖRÜ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

Ülkemizde mevcut operatör yetiştirme süreci göz önünde bulundurulduğunda, hazırlayacak olduğumuz kule vinç operatörü eğitim simülasyonunun uygulama maliyeti makul değerlerde olması gerekmektedir. Çok gerçekçi, tam bir simülasyon, uygulama maliyetini çok yükselteceği için uygulanabilirliği olmayacaktır. Uygun fiyatlarla temin edilebilecek bir Sanal Gerçeklik gözlüğü ve uyumlu telefon ile eğitim programı sürecinde teorik eğitimlerin verilmesi aşamasında bu cihazı bir eğitim aracı olarak kullanmak, eğitimin başarısını ciddi yönde etkileyecektir. Bu nedenlerle seçmiş olduğumuz Samsung Gear Vr uygun bir eğitim aracı olarak düşünülebilir.

Simülasyonu geliştirme aşamaları testleri yapacağımız sanal gözlüğün entegrasyonunu uygun bir şekilde yapabileceğimiz oyun motorunu seçmemizle başladı. Sanal gerçeklik uygulamaları cihaz bağımsız geliştirilmemektedir. Cihaza uygun kütüphaneler oyun motorunda kullanılarak geliştirilmektedir. Bu durum uygulanabilirliği düşürmekle beraber, mevcut mobil cihazların doğası gereği böyle olmak zorundadır. Mobil cihazlar için geliştirilen normal uygulamalarda bile donanım ve kullandığı işletim sistemine göre projenin derleme ihtiyacı bulunmaktadır. Aynı şekilde Sanal Gerçeklik Uygulamalarının geliştirilmesi aşamasında bu göz önünde bulundurulmalıdır. Unity 3d bu zorlu süreci kolaylaştırmaktadır. Cihaza göre projeyi paketleyerek uygulamanın cihazda çalışması sağlanabilmektedir.

5.1 Sanal Gözlük Cihazı ile Oyun Motoru Entegrasyonu

Kullanacak olduğumuz sanal gözlüğün, Unity 3d Oyun motoru ile entegrasyonunu Oculus Entegration ile sağlanabilmektedir. Ancak GearVr cihazının üretim tarihi sebebiyle entegrasyonunu doğru bir şekilde yapabilmek için hem oyun motoru tarafında hem de Oculus Entegration tarafında sürüm bilgilerine dikkat etmeliyiz.

Unity3d oyun motorunda GearVr cihazını sorunsuz kullanabilmemiz için Unity3d 2018.4.28f1 sürümü kullanılmak zorundadır. Unity 3d oyun motorunda Gear VR gözlüğünü entegre edebilmemiz için gerekli araçları Oculus Utilities 1.26.0 sürümü sağlamaktadır. Bu

paketi developer.oculus.com adresinde arşiv bölümünden indirerek projemize import etmeliyiz. İmport işlemi ile birlikte OVR araçları proje dizinimizde görüntülenecektir.

GearVr cihazımıza sanal gerçeklik uygulaması geliştirebilmemiz için bazı adımları yapmamız gerekir.

1. Adım: Unity Hub içerisinde Android çıktısı alabilmemiz için Android Build Support modülünün projemize eklenmesi gerekmektedir.
2. Adım: Unity ile android uygulaması geliştireceğimiz için projenin build ayarlarını android olarak değiştirilmelidir. Bunu Dosya menüsünde bulunan build settings seçeneği ile karşımıza gelen ekrandan android seçimi yapıp, switch platforma tıklayarak yapılmaktadır. Resim 5.1.'de görüldüğü gibi.



Resim 5.1. Build Ayarları Penceresi

3. Adım: Bir önceki ekranda bulunan player settings seçeneği ile girdiğimiz pencerede Other Setting bölümünde Virtual Reality Support seneği seçilerek hemen altında bulunan artı simgesi ile Oculus seçeneğini eklememiz gerekmektedir.
4. Adım: Aynı ekranda minumum Api level kısmından telefonumuz ile uyumlu apinin seçilmesi gerekmektedir.
5. Adım: Oculus Utilies için indirdiğimiz paket dosyasını Assets menüsünde bulunan import package seçeneği ile projemize eklemeliyiz.
6. Adım: Oculus imzası oluşturma işlemi için <https://dashboard.oculus.com/tools/osig-generator/> adresinde telefonumuzun device id sini kullanarak kod ürettirmeliyiz. Bu kodu içinde barındırdığı dosyayı indirip, proje dizinimizde bulunan Assets/Plugins/Android/assets dizinine kopyalamalıyız.
7. Adım: Bilgisayarımızı Android Sdk araçlarını <https://developer.android.com/studio/index.html> adresinden indirmeliyiz.
8. Adım: Java SE Dev Kit'i bilgisayara kurmalıyız.

Bütün bu işlem sonrası projemizi build aldığımızda telefonumuzda sanal gerçeklik uygulamamız çalışacaktır.

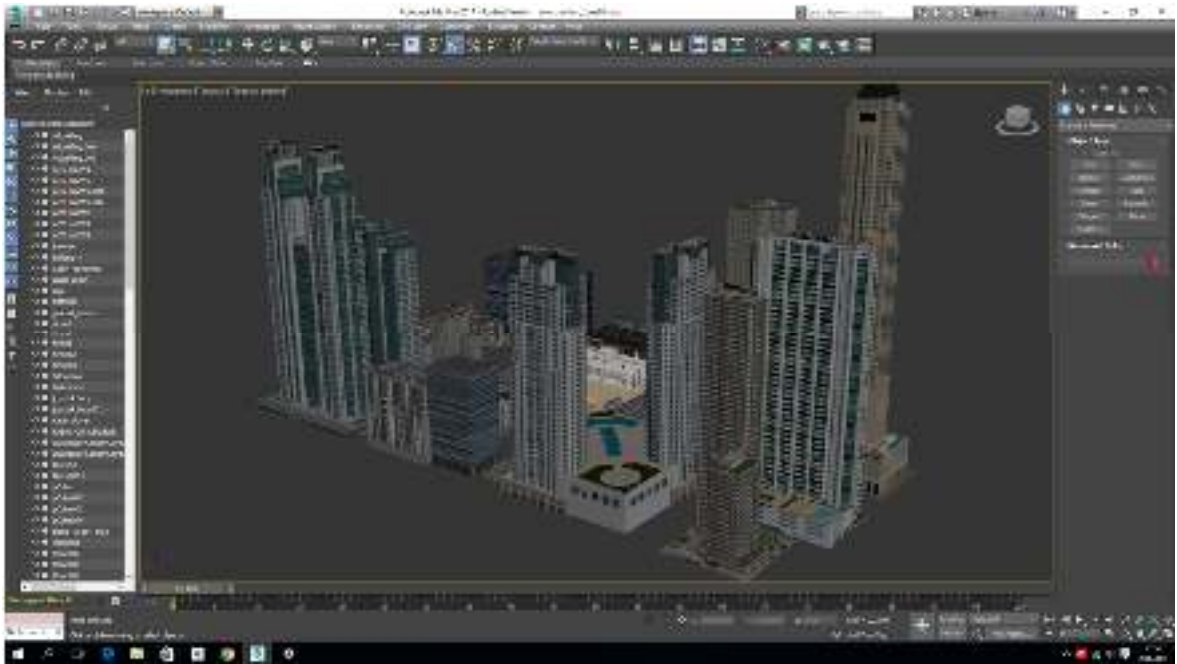
Geliştirmelerin daha rahat bir şekilde yapılabilmesi için Sanal Gözlüğü telefona bağlamamız sonrası yüklenmesini istediği Oculus uygulaması ile beraber gelen GearVr Service uygulamasından , Resim 5.2.'de görüldüğü gibi daha fazla seçeneği seçilerek geliştirici modunu açabiliriz. Bu bize, uygulamamızı build aldığımızda gözlüğe takılması şartını kaldıracaktır. Bu sayede daha hızlı geliştirme yapabiliriz.



Resim 5.2 Gear VR Geliştirici Modu Aktifleştirme

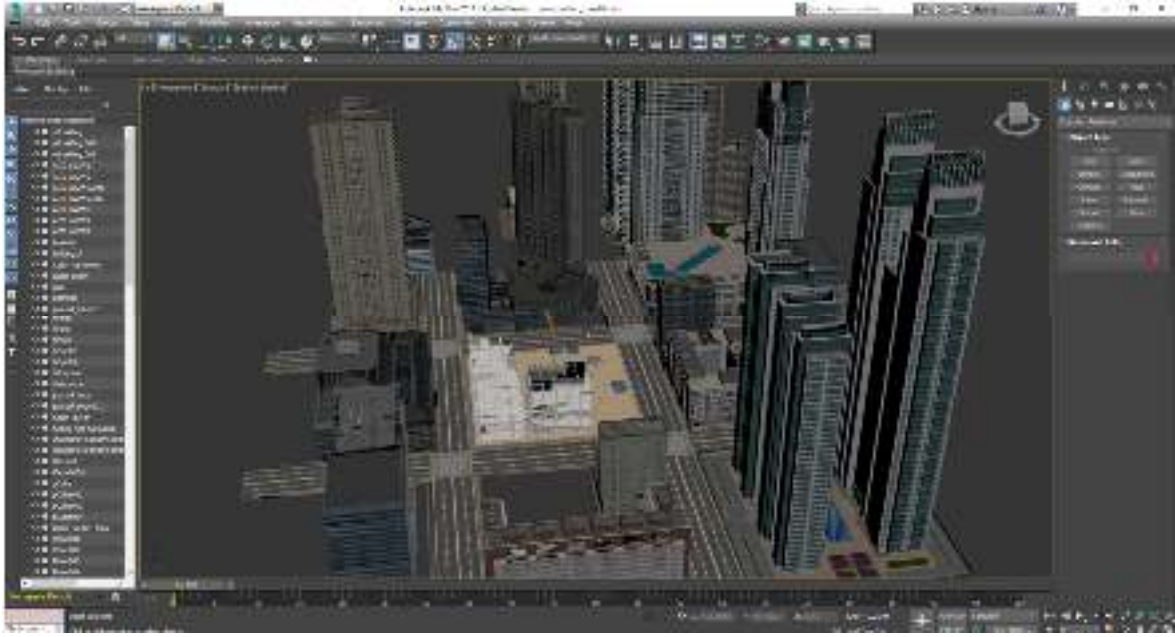
5.2 Sahnemizin Modellenmesi

Üç boyutlu sahnemizin inşası için gerekli modeller, 3DSMax programı ile hazırlanmıştır. İhtiyacımıza uygun temin ettiğimiz modellerin üzerinde manipülasyon yapmak yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Sahnemizde bir kule vinç, inşaat alanı, inşaat binası, ve çevre elemanları bulunması gerekiyordu. Resim 5.3.'te perspektiften görüldüğü gibi bir sahneyi 3dsmax programı ile inşa ettik. Modellemeleri kullanıcının beklentilerine göre ufuk çizgisini görmeyecek şekilde konumlandırmaya gayret ettik.



Resim 5.3. 3dsmax Sahne Planı Perspektif Açısı

Unity 3d oyun motoru, bir modelleme aracı özelliği barındırmamaktadır. Bu sebeple oyun sahnemizde bulunan tüm modellerimizi üç boyutlu modelleme programlarından birisi seçilerek burada modellenmesi gerekmektedir. Resim 5.4'te gördüğümüz tüm nesneler, oyun sahnemizde bulunan sabit modellerdir. Sanal ortamın içerisine kullanıcı daldırabilmek için bu modeller hazırlanmıştır.



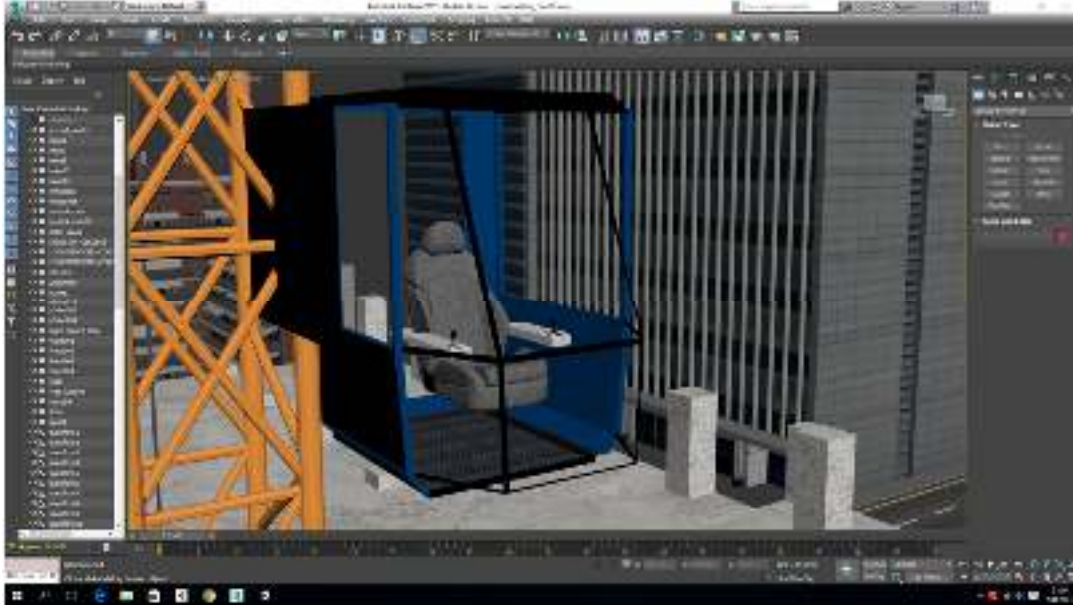
Resim 5.4 3dsmax sahne görünüşü

İnşaat alanı içerisinde bulunan çevre elemanlarının ayrı bir şekilde modellenmesi, unity3d ortamında ayrı metodlar atamamıza imkan sağlamaktadır. Çarpışmaları kontrol etmek için, kule vincin etki alanı içerisindeki bulunan bina modelleri Resim 5.5.'te görüntülenmektedir.



Resim 5.5. 3dsmax İnşaat Alanı

OVR Kameramızı konumlandıracağımı, operatör kabini Resim 5.6.'da görüntülenmektedir.



Resim 5.6. 3dsMax Kule Vinç Kabin Modeli

Kule vinç modeli Sanal gözlük kontrol elemanı ile hareket ettirebilmek için, hareketli parçaları birbirinden bağımsız olarak modellenmiştir. Bu nesnelerin her biri, Unity3d ortamında ayrı bir oyun nesnesi olarak sahnemize eklenmiştir. Böylelikle üzerine eklediğimiz C# dilinde yazılmış scriptler, sanal ortamda hareket sağlayacaktır. Resim 5.7'de kule vinç görüntülenmektedir.



Resim 5.7 3dsMax kule vinç modeli

Resim 5.8’te 3dsMax ortamında sahnemizin tepeden görüntülenmektedir. Sahnemizi oluştururken dikkat etmemiz gereken nokta, kameramızın görmediği alanlardaki nesneleri oluşturmamaktadır. Buna dikkat etmemiz durumunda, hem geliştirme aşamasında, hem de uygulamamızın çalışma aşamasında zorlanmasına sebep olacaktır. Ayrıca kameramıza uzak olan sahne elemanlarındaki model detaylarının düşük olması gerekmektedir.



Resim 5.8 3dsMax İnşaat alanı üstten görünüş

Resim 5.9'ta yük taşıyan halatın, öne ve geriye hareketini sağlayacağımız şaryo nesnesi ve kanca görünmektedir. Bu nesneleri de kontrol edebilmemiz için ayrıca modellememiz gerekmektedir. Tüm modelleme aşamasında gereksin yoğunlukta modellerin kullanılması, uygulamaların çalışmasında takılmalara sebep olacaktır. Genel olarak yakın nesneleri yüksek poligonlu, uzak nesneleri düşük poligonlu oluşturmak gerekmektedir.

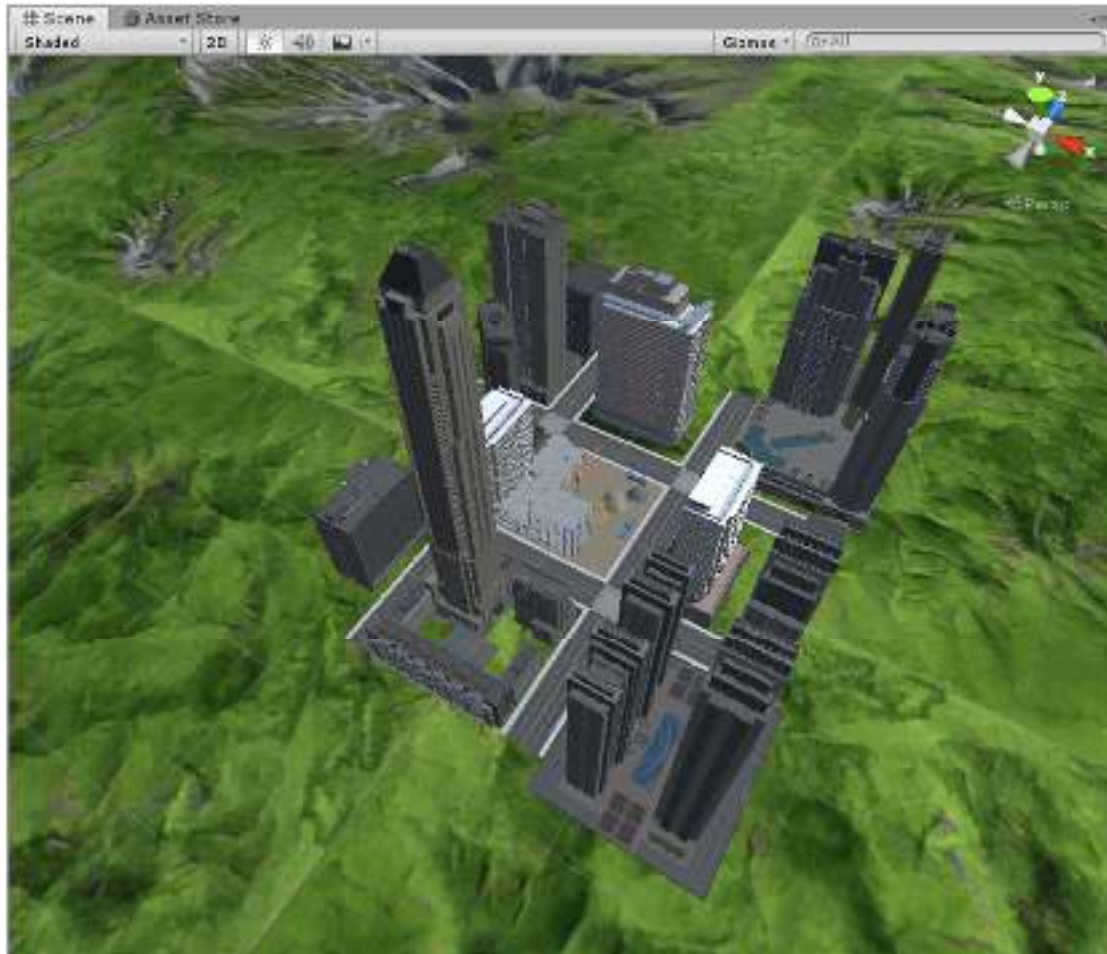


Resim 5.9 3dsMax Bom, Şaryo ve Kanca Modeli

Modeller oyun motorunda kullanılabilmesi için export alınmalıdır. Burada çevre elemanları görselliği arttırmak için kullanılıp her hangi bir fonksiyonu olmaması sebebiyle tek parça olarak çıktı alınmıştır. Kule vinç ise, sabit kısım, gövde, kabin, şaryo ve kanca ayrı ayrı çıktı alınmıştır. Bu işlem oyun motorunda, geliştirme sürecinde güncelleme yapılması gerektiğinde kolaylık sağlar. Export işleminde fbx dosyası tercih edilmiştir. Fbx dosyası kullanılan materyal ve animasyon bilgilerini de içinde barınması sebebiyle, oyun motoru tarafında büyük kolaylık sağlar. Ayrıca oyun motoru tarafında materyal kaplama yapılmasına gerek kalmayacaktır.

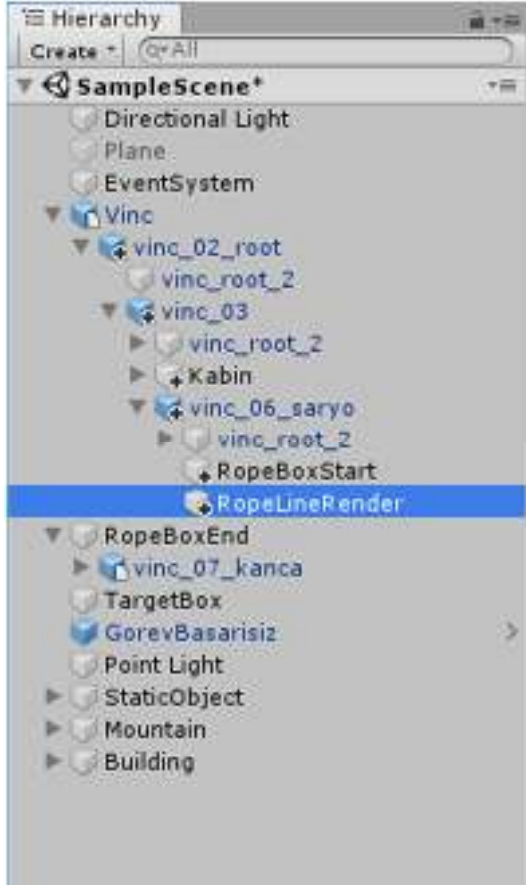
5.3 Oyun Motorunda Sahne Yapılandırılması

3dsmax uygulamasında hazırlamış olduğumuz fbx dosyalarını projemizin bulunduğu dizine kopyalayarak, sahnemize kolay bir şekilde import edebiliriz. Resim 5.10'da Unity sahnesinin ekran görüntüsü gösterilmektedir.



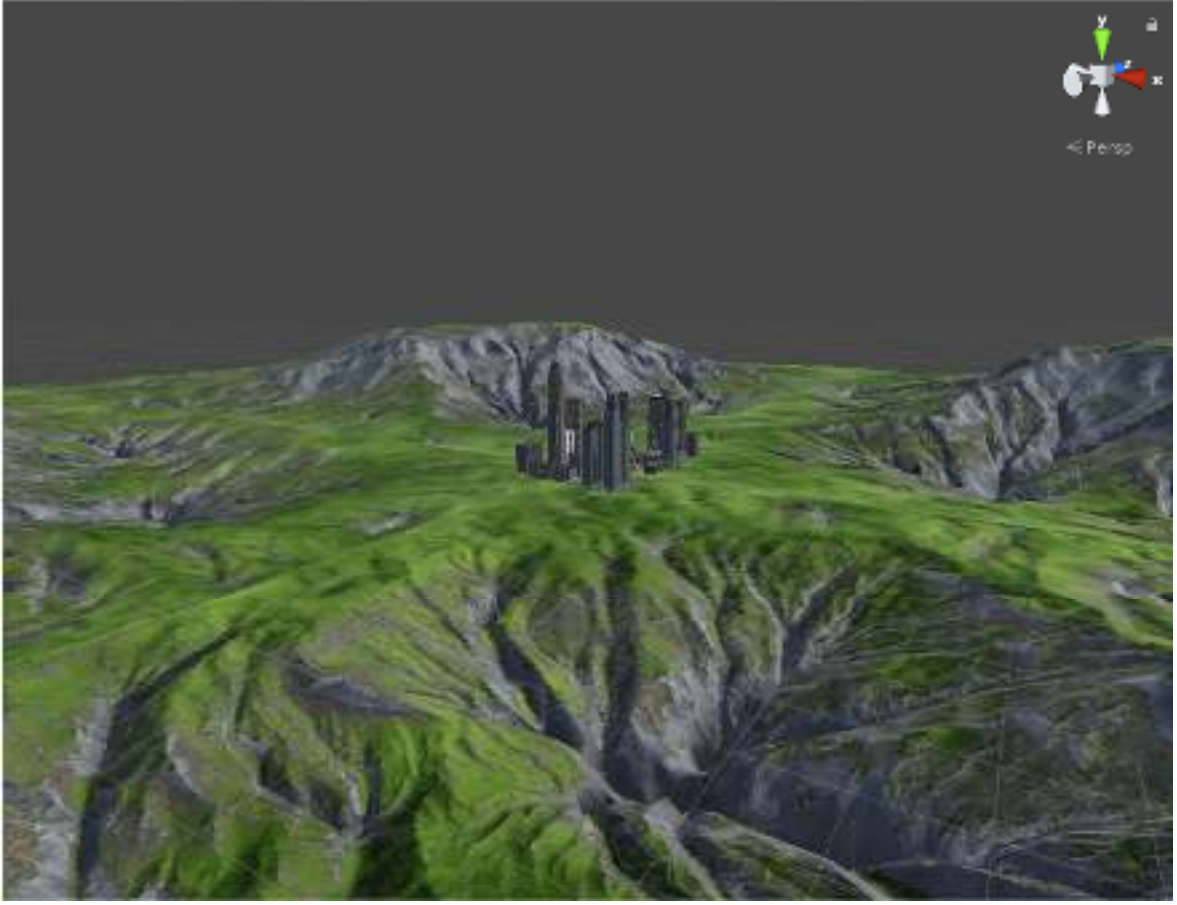
Resim 5.10. Unity 3d sahnesinin üstten görünüşü.

Resim 5.11’de Unity3d sahnemizde bulunan oyun nesnelerinin hiyerarşisi görünmekte. Sahnemizde dış mekan aydınlatması için Directional Light kullanıldı. Gölgelemin tüm nesnelere aynı doğrultuda düşmesini sağlamaktadır. GearVr kontrolü sağlamak için event sistem sahnemize eklendi. Uygulama içinde kendine özgü hareketler yapabilmesi için vinç oyun nesnesini ayrıca ekledik. Vinç oyun nesnesinin altında, gövdenin hareketine göre hareket edebilmesi için kabin ve bom. Bom’un hareketine göre hareket edebilmesi için şaryo onun altında oluşturduk. Ayrıca Vr Görüntüsünü oluşturabilmek için kabin içerisine OVRCameraRig Oyun nesnesi ekledik. Sanal gözlüğün bakış açısına göre kameranın yönünü değiştirmesini sağladık.



Resim 5.11 Sahne oyun nesneleri hiyerarşisi

Sanal gerçeklik uygulamalarında gerçek hayatta olduğu gibi kullanıcının ufuk çizgisini görmesi istenilmeyen bir durumdur. Bunu Resim 5.12’de görüldüğü gibi dağ modelleri ile sağladık. Dağ modellerini modelleyebilmek için Unity 3d içerisinde GameObject > 3d Object > Terrain oyun nesnesi kullanılmıştır.



Resim 5.12 Dağların görünüşü

Resim 5.13'te görünen özellik penceresi ile bitki örtüsü yapılabilmektedir. Bu araç yüksek poligonlu bir plane nesnesi üzerinde kalem aracını kullanarak yükselterek çukurlar oluşturmasını imkan vermekte. Aynı zamanda kaplamada yapılabilmektedir. Ağaç ve bitki örtüsü gibi bileşenlerde yapılabilmektedir. Bizim uygulamamızda bu nesnelerin görünmesi zor olması sebebiyle ve uygulamaya gereksiz yük bindirmemesi için yapmadık.



Resim 5.13: Terrain özellik penceresi

Resim 5.14'te gördüğümüz gökyüzü için Lighting ayarları içinde SkyBox Materyal olarak HDR 360 derece çekilmiş bir gökyüzü kaplaması kullanıldı. Bu sayede kamera dönüşü ile kullanıcı üç boyutlu bir ortamda bulunduğu hissi artırılmıştır.



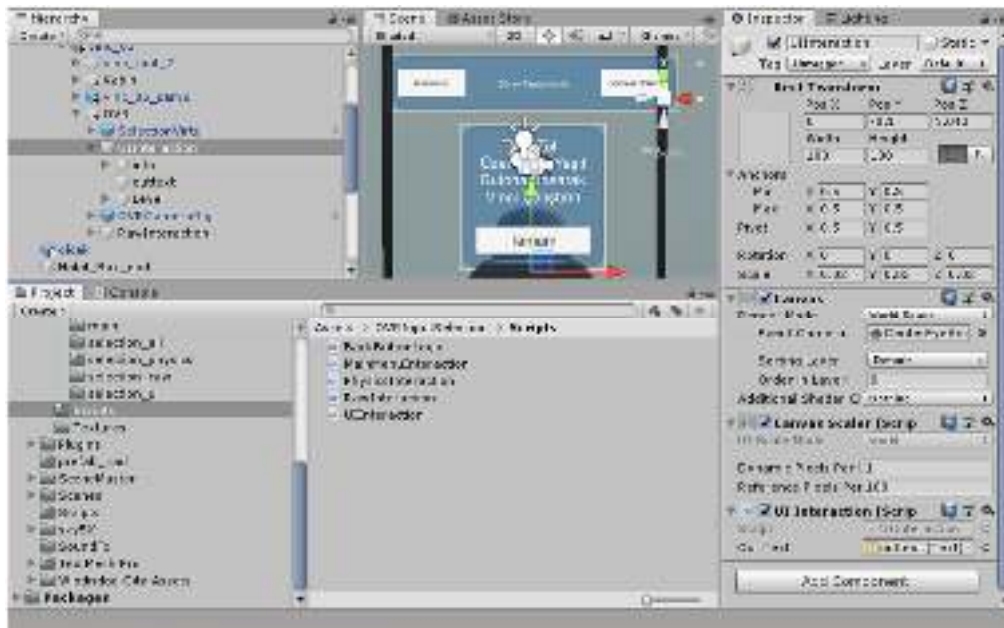
Resim 5.14 SkyBox Material Uygulanmış Ekran Görüntüsü.

5.4 Komut Dosyalarının Oluşturulması

Sanal gözlük uygulamalarında, kullanıcının kontrol donanım ile sanal dünya ile etkileşime girebilmesi için komut dosyaları ile giriş cihazından alınan bilgilerin sahneye uyarlanması gerekmektedir. Ayrıca giriş verisinin etkisiyle sahnede gerçekleşecek değişimin gerçekleştirilmesi işlemi unity3d sahnemizde oyun nesnelere atadığımız scripplerle sağlanır. Simülasyon ekranında etkileşim, ekranda ara yüzlerde beliren pencerelerde bulunan butonlara Vr kontrol donanımının tetik denilen butonu ile seçilerek gerçekleşmektedir. Ayrıca kabin içerisinde bulunan 3 nesne ile cihazın çalıştırılması sağlanmaktadır. Kontrol, bu kısımlar üzerine getirilerek seçim sağlanmaktadır. Seçimin sağlanması ile kontrol üzerindeki trackPad denilen veri giriş yöntemi ile x ve y ekseninde veri girişi yakalanmaktadır.

5.4.1 İki Boyutlu Ara yüz Bileşenlerinin Etkileşimi

Unity 3d iki boyutlu arayüz bileşenlerini hazır olarak bulundurmaktadır. Sahnemizi bunları ekleyebilmek için Resim 5.15’de görüldüğü gibi bir UIInteraction isimli bir boş bir oyun nesnesi ekledik. Bunun üzerine Canvas bileşeni ekleyerek, ekran üzerinde belli adımlarda görünmesini istediğimiz uyarı pencereleri ve butonları Unity3d Menüsünde bulunan GameObject > UI > altındaki bileşenleri kullanarak tasarladık.



Resim 5.15 İki boyutlu arayüz etkileşimi ekran görüntüsü

Canvas nesnesi altında etkileşime girecek butonları hiyerarşide, UIIntegration nesnesinin altına ekledik. Resim 5.16’da görüldüğü gibi.



Resim 5.16 Buton özellik penceresi

Butonun OnClick Event’ına etkileşimi sağlayacağımız UI Integration Scriptini eklendi. Resim 5.17’de UI Integration Scripti görüntülenmektedir. Bu dosyada başlangıçta ekran üzerindeki nesnelere müdahale edebilmek için public ve private olarak değişkenler tanımlayarak sahnemiz yüklenmesi ile birlikte çalışan start metodunda sahne bulunan oyun nesnelerini Find komutu ile arattırarak, değişkenlerimizi atadık. Örnekte OnHidePanel Metodu ekranda beliren bir text alanının görünürlüğüne pasife çekmeyi göstermektedir. Diğer nesnelerde, görünür yapma, içeriğinin değiştirilmesi gibi ihtiyaçlara göre aynı yöntemle düzenlenmiştir.

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine.UI;

public class UIInteraction : MonoBehaviour {
    public UnityEngine.UI.Text outText;

    private GameObject infoPanel;
    private UnityEngine.UI.Text PanelText;
    int counter;
    private GameObject controller;

    public void Start()
    {
        controller = GameObject.Find("Controller");
        infoPanel = GameObject.Find("info");
        PanelText = GameObject.Find("PanelText").GetComponent<Text>();
    }

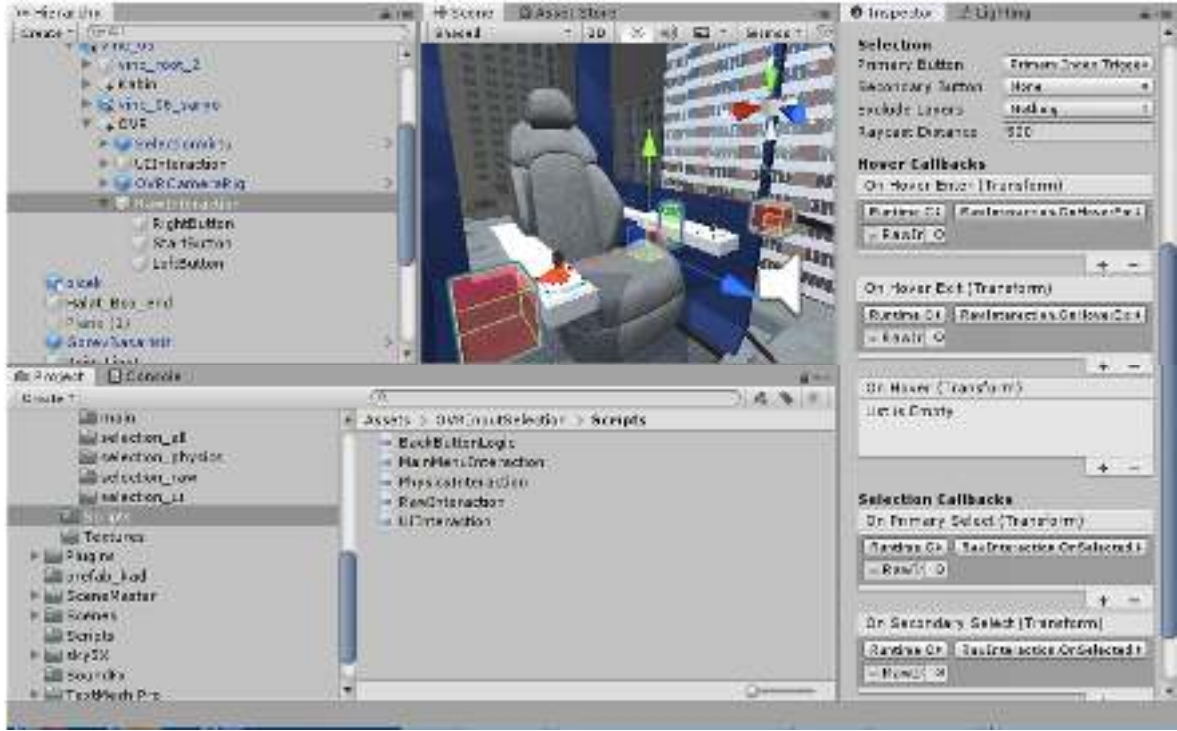
    public void OnHidePanel()
    {
        infoPanel.gameObject.SetActive(false);
    }
}

```

Resim 5.17 UIIntegration komut satırı

5.4.2. Üç Boyutlu Ara yüz Bileşenlerinin Etkileşimi

Sahnemizde vincin çalıştırılması ve kontrolü için gerçek hayatta bulunan düğme kontrol çubuklarının konumlarına Resim 5.18’de görünen yeşim ve kırmızı kutu ve silindir modellerini Unity 3d ortamında bulunan GameObject > 3D Object altından ekleyerek konumlandırmıştır. Bu nesneleri Raw Interaction isimli boş bir oyun nesnesi altında toplayarak bu nesneye atanan komut satırından etkilenmesi sağlanmıştır. OVR Entegration ile birlikte gelen OVR Raw Raycaster altında, sanal ortamda görüntülenen kontrol nesnesinin üzerine gelmesi durumu, ayrılması durumu ve seçim durumuna, Raw Integration komut satırıımızdaki metotları bağladık.



Resim 5.18 Üç boyutlu arayüz bileşenleri etkileşimi

Raw Integration Komut Satında bulunan Çizelge 5.1’de gösterilen OnHoverEnter ve OnHoverExit metodları, Etkileşimin görünebilirliğini artırmak için, üzerine gelindiğinde üç boyutlu nesnelerin materyalini değiştirmeyi ve üzerinden ayrıldığında eski materyali atamayı sağlamaktadır.

Çizelge 5.1 OnHoverEnter ve OnHoverExit Metodu

```
public void OnHoverEnter(Transform t) {
    if (t.gameObject.name == "StartButton" || t.gameObject.name == "LeftButton" ||
    t.gameObject.name == "RightButton")
    {
        oldHoverMat = t.gameObject.GetComponent<Renderer>().material;
        t.gameObject.GetComponent<Renderer>().material = yellowMat;
        enter.Play();
    }
}

public void OnHoverExit(Transform t) {
    if (t.gameObject.name == "StartButton" || t.gameObject.name == "LeftButton" ||
    t.gameObject.name == "RightButton")
    {
        t.gameObject.GetComponent<Renderer>().material = oldHoverMat;
    }
}
```

Raw Integration Komut Satında bulunan Çizelge 5.2’de gösterilen OnSelected metodu; üzerine gelinen üç boyutlu modelin adına göre etkileşimi seçmektedir. Bu kısımda vincin

çalıştırılmasını sağlayan, sağ kumandayı aktif eden ve sol kumandayı aktif eden 3 etkileşim mevcuttur.

Çizelge 5.2 OnSelected Metodu

```
public void OnSelected(Transform t)
{
    if (t.gameObject.name == "StartButton")
    {
        click.Play();
        if (rope.startButton==false)
        {
            outText.text = "Vinç Çalıştırma Step:";
            rope.startButton = true;
        }
        else
        {
            infoPanel.gameObject.SetActive(true);
            rope.startButton = false;
            outText.text = "Vinç Durduruldu";
            PanelText.text = "Vinç durduruldu. Sol kol üzerindeki yeşil butona basarak tekrar çalışır.";
            rope.leftButton = false;
            rope.rightButton = false;
        }
    }

    if (rope.startButton == true)
    {
        if (t.gameObject.name == "LeftButton")
        {
            outText.text = "Sol Kumanda Aktif";
            rope.leftButton = true;
            rope.rightButton = false;
            click.Play();
        }
        if (t.gameObject.name == "RightButton")
        {
            outText.text = "Sağ Kumanda Aktif";
            rope.leftButton = false;
            rope.rightButton = true;
            click.Play();
        }
    }
}
```

5.4.3. Kule Vinçin Hareketi

Kule vinç üç eksenle hareket etmektedir. Bunlar 1.si Bomun sağa sola çark etme hareketi. 2.'si Şaryonun öne geri hareketi. 3.'sü ise kancanın aşağı yukarı yapmış olduğu harekettir. 5.4.2.'inci bölümde tanımlanan seçime göre, sanal gözlük kontrol donanımından track pad ile alınan x ve y değerlerine göre kule vincin dönme, ileri-geri ve halatın aşağı yukarı

hareketi sağlanmaktadır. Bu hareketleri kontrol edebilmek için, sahnemize controllers isimli boş bir gameObject ekleyerek. Bunun içerisine sesler için AudioSource, ve diğer scriptleri atadık. Bu kısımda RopeControllerSimple komut satırı vincin hareketini sağlan ana bileşendir.



Resim 5.19 Kule Vinç Hareketi

Role Control komut satırı içerisinde ekranda kontrol etmek istediğimiz tüm nesneleri bir değişken olarak tanımlayıp, sahnemiz yüklenmesi ile birlikte arama yapıp bulduğumuz nesneleri değişkenlerimize atadık. Bu komut satırımızın update metoduna Çizelge 5.3'te görüldüğü şekilde vincin kendisinin ve halatın durumu güncelleyen iki metod oluşturulmuştur. Update metodu her karede bir kez çalışan bir metottur.

Çizelge 5.3 Güncelleme Update Metodu

```
void Update()
{
    UpdateWinch();
    DisplayRope();
}
```

UpdateWinch metodu içerisinde seçim yapılan butona göre, kontrol donanımı üzerindeki touchPadten alınan x, y değerleri Çizelge 5.4'te görüldüğü gibi, ilgili değişkene atanmaktadır.

Çizelge 5.4. TouchPad Veri Girişi

```

private void UpdateWinch()
{
    bool hasChangedRope = false;
    if (startButton)
    {
        input = OVRInput.Get(OVRInput.Axis2D.PrimaryTouchpad);
        if (leftButton == true)
        {
            moveKanca = input.y;
            moveSaryo = 0;
            rotateBom = 0;
        }
        if (rightButton == true)
        {
            moveKanca = 0;
            moveSaryo = (input.y > 0.3f || input.y < -0.3f) ? input.y : 0;
            rotateBom = (input.x > 0.3f || input.x < -0.3f) ? input.x : 0;
        }
    }
    else
    {
        moveKanca = 0;
        moveSaryo = 0;
        rotateBom = 0;
    }
}
.....
.....

```

TouchPad'ten alınan x ve y değerlerine göre Çizelge 5.5'de gösterilen komutlar ile halatın uzaması, şaryonun ileri geri hareketi ve bomun sağa sola çark yapması sağlanmaktadır. Bomun sağa sola çark yapmasında, hareketin sonlandırılması sonrası bomSpeed değişkeni yavaş yavaş düşürülerek durması sağlanmıştır. Bu vinçlerin kullanımı ile ilgili önemli bir özellik olduğu belirtilmiştir. Kazaların bir çoğunun zamanında yavaşlamama neticesinde, yükün çevredeki nesnelere çarpmasıyla gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Vincin Hareketi

```

//KANCA AŞAĞI YUKARI HAREKETİ
if (moveKanca > 0.5 && ropeLength < maxRopeLength)
{
    ropeLength += winchSpeed * Time.deltaTime;
    hasChangedRope = true;
}
if (moveKanca < -0.5 && ropeLength > minRopeLength)
{
    ropeLength -= winchSpeed * Time.deltaTime;
    hasChangedRope = true;
}

//BOM HAREKETİ
if (rotateBom > BOM_SPEED)
{
    BOM_SPEED += BOM_SPEED < rotateBom ? 0.005f : 0;
} else if (rotateBom < BOM_SPEED)
{
    BOM_SPEED -= BOM_SPEED > rotateBom ? 0.005f : 0;
}

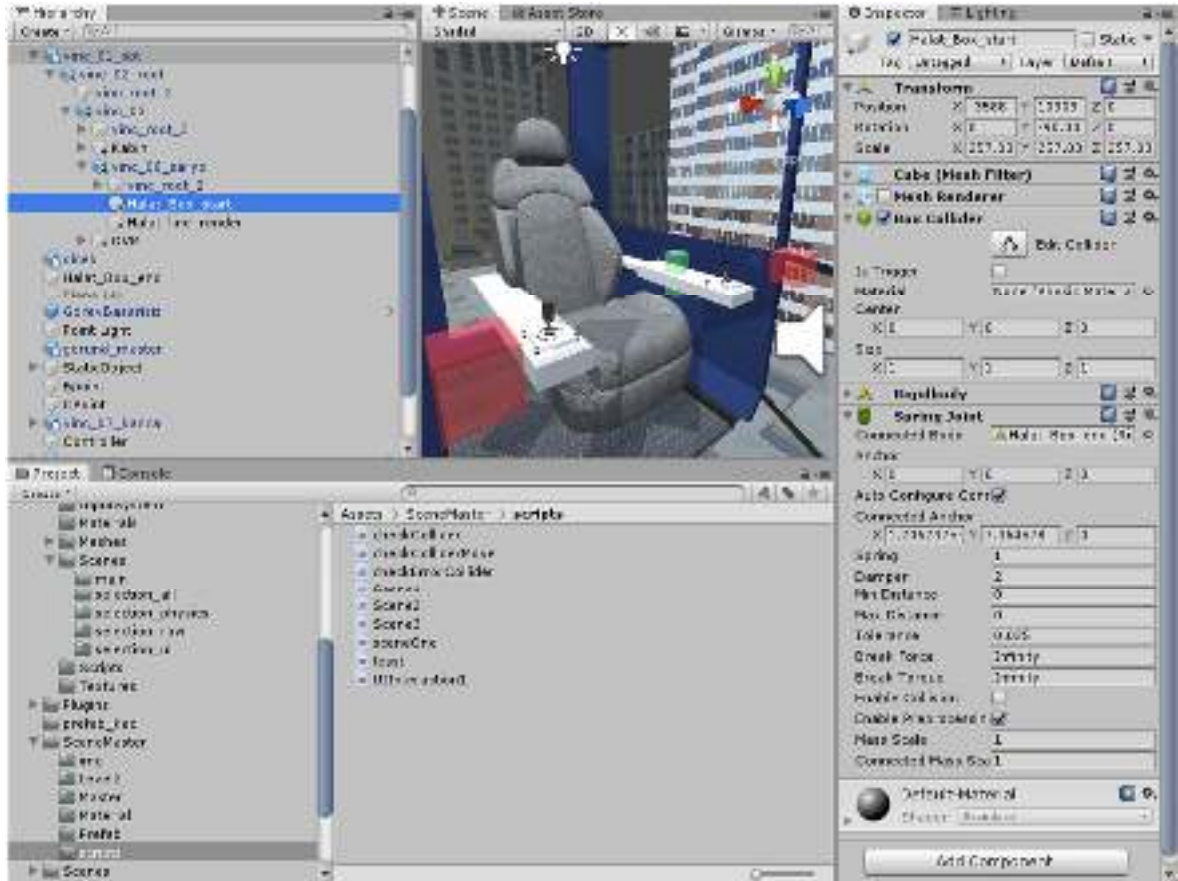
currentEulerAngles += new Vector3(0, BOM_SPEED/4, 0);
Bom.transform.localEulerAngles = currentEulerAngles;

//SARYO HAREKETİ
if (limit >= 750 || limit <= -750)
{
    limit = 749;
    moveSaryo = 0;
}
else
{
    limit += moveSaryo;
}
saryo.transform.Translate(Vector3.right * Time.deltaTime * moveSaryo * SARYO_SPEED);

```

5.4.4. Halat Hareketi

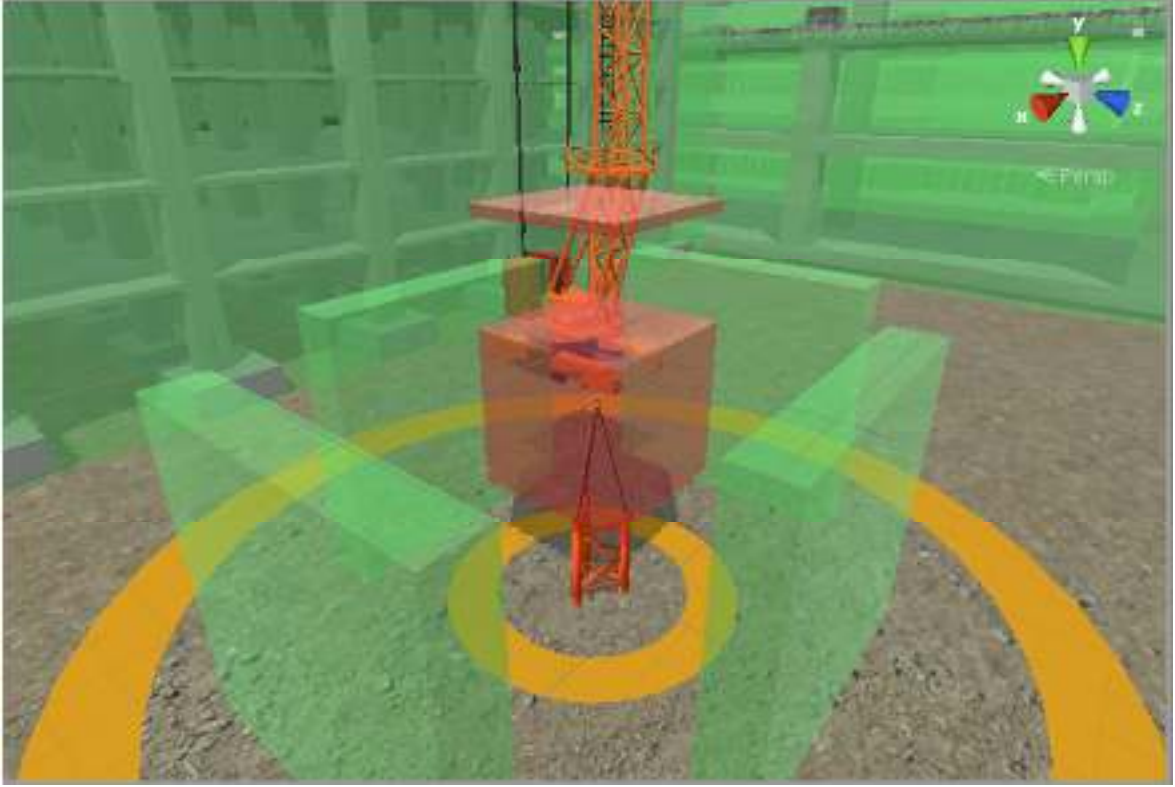
Halatın dönüş sebebiyle salınımı için Resim 5.20’de görüntülenen Unity yay eklemi (Spring Joint) kullanılmıştır. Yay eklemi hem salınım yaparken hem de aşağı yukarı hareket edebilmektedir. Bu kısımda Yayın başlangıç noktası Halat_Box_Start isimli bir boş gameobject ile bitiş noktası olarak Halat_Box_End oluşturulmuştur. Her iki nokta arasında LineRender Bileşeni ile çizgi çizdirilerek. Bu çizginin dalgalanmasını Approximate algoritması ile bezier curve yay çizmesi sağlanmıştır.



Resim 5.20 Halat Hareketi

5.4.5. Çarpışma Kontrolü

Kule vinç üç eksenle hareket etmesi esnasında hedefe ulaşılması durumunda çarpışmayı kontrol etmek için Resim 5.21’de gösterilen kırmızı oyun nesneleri oluşturulmuştur. Bu nesnelerde çarpışmayı kontrol edebilmek için Box collider ve Rigidbody bileşenlerini eklemek gerekmektedir.



Resim 5.21 Çarpışma Kontrolü

Çarpışma Kontrolü Çizelge 5.6.'da bir parçası gösterilen checkColliderMove dosyasındaki komut satırları ile kontrol edilmektedir. Bu dosyada öncelikle hedef objelerin değişken tanımlamaları yapılarak, start metodunda sahnedeki nesneler bulunup be değişkenlere atanması sağlanmıştır. Sonrasında OnTriggerEnter Metodu ile çarpışma yapan nesnelerin isimlerine göre sonraki adıma geçmesi, son adıma gelindiği taktirde, görevi başarı ile tamamladığının bilgisinin ekran ara yüzünde görüntülenmesi sağlanmaktadır.

Çizelge 5.6. Başarılı Çarpışma Kontrolü

```

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.gameObject.name == "step1" && controller.GetComponent<Scene3>().step==1)
    {
        //1. Adım Başarılı
        infoPanel.gameObject.SetActive(true);
        PanelText.text = "Başarılı." +
        "Yükü Hafif Yukarı Kaldırıp Bekleyin.";
        controller.GetComponent<Scene3>().step += 1;
        success.Play();
        step2.gameObject.SetActive(true);
        step1.gameObject.SetActive(false);
        load.transform.SetParent(halatBoxEnd.transform);
        load.transform.position = halatBoxEnd.transform.position;
    }
    else if (other.gameObject.name == "step2" && controller.GetComponent<Scene3>().step == 2)
    {
        //2. Adım Başarılı
        infoPanel.gameObject.SetActive(true);
        PanelText.text = "Başarılı." +
        "Yükü Hedefe Taşıyın.";
        controller.GetComponent<Scene3>().step += 1;
        success.Play();
        step3.gameObject.SetActive(true);
        step2.gameObject.SetActive(false);
        circle1.gameObject.SetActive(false);
        circle2.gameObject.SetActive(true);
    }
    else if (other.gameObject.name == "step3" && controller.GetComponent<Scene3>().step == 3)
    {
        //3. Adım Başarılı
        infoPanel.gameObject.SetActive(true);
        PanelText.text = "Başarılı." +
        "Görev Başarıyla Tamamlandı";
        lastPanel.gameObject.SetActive(true);
        step3.gameObject.SetActive(false);
        circle2.gameObject.SetActive(false);
        controller.GetComponent<Scene3>().step += 1;
        success.Play();
        Vector3 lastposition=halatBoxEnd.transform.position;
        load.transform.SetParent(null);
        load.transform.position = lastposition;
    }
}

```

Resim 5.21’de gösterilen yeşil kutular ise, kule vinç kullanırken halatın bu nesnelere çarpması ile görevin başarısız olmasına neden olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu checkErrorCollider.cs dosyası içerisindeki Çizelge 5.7.’de gösterilen OnTriggerEnter metodu ile kontrol edilmiştir.

Çizelge 5.7. Başarısız Çarpışma Kontrolü

```
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.gameObject.name == "Halat_Box_end" || other.gameObject.name == "load")
    {
        infoPanel.gameObject.SetActive(true);
        PanelText.text = "Görev Başarısız.Tekrar Başlayın";
        controller.GetComponent<Scene3>().step = -1;
        error.Play();
    }
}
```

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, inşaat sektöründe yoğun bir şekilde kullanılan Kule Vinçlerin, kullanıcı hatasından kaynaklanan iş kazalarının oranlarının azaltılması için operatör eğitimlerinde kullanılabilecek, pratik eğitimleri öncesi daha çok makinayı tanıma ve kullanımına yönelik denemeler yapmalarını sağlayacak bir sanal gerçeklik tabanlı kule vinç operatörü eğitim simülatörü geliştirilmiştir. Pratik eğitimler öncesi kullanıcı sanal gerçeklik gözlükleri ile cihazın nasıl kullanılacağı ile ilgili sınırsız sayıda denemeyi, risk oluşmadan yapabilecektir.

Geliştirdiğimiz eğitim simülatörünü önemli yapan husus, kule vincin yapısı itibariyle üzerinde bir eğitim faaliyeti yapılmasının riskli ve zor olması sebebiyle, eğitimde oluşabilecek eksiklikleri, sanki bir kule vinç üzerindeymiş gibi, sınıf ortamında kazandırılmasının sağlanabilecek olmasıdır. Bu çalışma bir gerçek ortamda eğitimin verilmesinin yerine geçmesinden çok, bu faaliyet öncesi gerçekleştirilecek bir basamak olarak düşünülmektedir. Eğitimci sanal gözlük üzerinde kursiyerlerin dikkat etmeleri gerektiği noktaları örneklerle, yaşayarak öğretebilecektir. Gerçek ortamda, vinç üzerinde karşılaşılabilecek riskli durumlar kursiyerlere gösterilememektedir. Bu tarz senaryolarında kolay bir şekilde gösterilebileceği bir sanal gerçeklik ortamı, kursiyerlerin daha iyi yetiştirilmesini sağlayacaktır. Bunun neticesinde kullanıcıdan kaynaklı hataların yapılmasını engelleyici bir eğitim faaliyeti olarak sanal gerçeklik tabanlı kule vinç operatörü eğitim simülatörü kullanılabilecektir.

Ortaya konan Sanal Gerçeklik Uygulaması, mevcutta en fazla kullanılan kule vinç tipi seçilerek yapılmıştır. Bu makinalarının eğitimlerini veren kişiler ile yapılmış olan görüşmeler neticesinde, kule vincin kontrolü esnasında makinanın verdiği tepkiler hakkında bilgiler elde edilerek, simülasyonun buna uygun olarak geliştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca eğitim ortamlarında kullanılan kule vinçlerin kurulu olduğu alanların riskleri en aza düşürmek anlamında düz bir alana, kurulduğu gözlenmiştir. Gerçek iş hayatında ise, kule vinçlerin yakınında bir çok bina vb. engellerin olması muhtemeldir. Operatör eğitimlerinde kursiyerler, bu ve bunun gibi bir çok durumu, gerçek ortamlarda deneyimlemekten mahrumdur.

Bu çalışmada bir eğitim simülatörünün sahip olması temel özellikler tespit edilerek, bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen uygulama android cihazlar üzerinde çalışabilecek bir modeldir. Aynı proje dosyaları küçük entegrasyonlar ile farklı cihazlarda da çalıştırılabilecekleri bir alt yapı kullanmaktadır. Geliştirilen her yeni teknoloji beraberinde yeni bağımlılıklar birlikte gelmesi, geliştirilen yazılımların daha sürdürülebilir olmasını engelleyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada çizilen tasarım esas alınarak internet tabanlı, kursiyerlerin uzaktan da erişim sağlayabilecekleri, kursiyerin uygulama içerisinde yaptıkları çalışmaları kayıt altına alındığı, başarılı ve başarısız oldukları durumların tespitinin sağlanabildiği büyük daha güçlü, daha gerçekçi, simülasyon yazılımları geliştirilebilir.

Biz bu çalışmada en düşük maliyetle yüksek verim alabileceğimiz bir cihazı seçerek, uygulamanın eğitim kurumları tarafında kolay bir şekilde kursiyerlere temin edebileceği bir cihazı temel aldık. Kursiyerin eğitim kurumu dışında rahat bir şekilde temin edebilecek olması, yazılımın kullanılabilirliğini artırmaktadır. Yoksa çok daha iyi sonuçlar alınabilecek cihazlar mevcut teknoloji dünyasında mevcuttur. İstenildiği durumlarda aynı altyapı kullanılarak bunlarda çalışabilir hale getirilebilecektir.

Sanal gözlüklerin sağlık açısından kişiye göre değişen etkilerinin olması, bu projede karşılaşılabilecek en büyük sınırlılıklardan birisidir. Sanal gözlük ile gerçekleştirilecek senaryolar belli bir süreyi aşmayacak şekilde yapılması ve eğitim sırasında bu tarz etkileri en aza düşürme noktasında kurs eğitmenine büyük iş düşmektedir. Yine bu çalışmanın hazırlandığı dönem itibariyle, mevcut Covid salgını açısından, sanal gözlüğün göz ve burun kısmına yakın temas sağlaması, her kullanım sonrası uygun hijyen koşullarının sağlanmasını gerektirmektedir.

Sonuç olarak, Sanal Gerçeklik Ortamları, bir çok iş makinasının eğitiminde kullanılabilecek, çok güçlü bir araçtır. Oldukça tehlikeli olan iş makinalarının operatör eğitimlerinde kullanılacak sanal gerçeklik tabanlı yazılımlar, can ve mal kaybını en aza düşürmekte etkili bir yöntem olacaktır.

KAYNAKLAR

- A View-Master Model G, introduced in 1962, URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/View-Master> Son Erişim Tarihi: 26.05.2021
- Ağaoğulları M.S. (2013). Türkiye'de ve AVRupa'da Kaldırma Makinelerinin Periyodik Kontrolleri, Ankara.
- Al-Hussein, M. Niaz, M.A. Yu, H. Kim, H. (2006). Integrating 3D visualization and simulation for tower crane operations on construction sites. *Automation in Construction* 15 554 – 562.
- Aslam, M.N. (2020). Design And Development Of 2-Dof Motion Simulator For Paramotor Trike, Yüksek Lisans Tezi Malaya Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi.
- Barışık, T. (2017). Kule Vinçlerde İş Kazaları Ve Önlemleri. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Programı. İstanbul
- Barnard, D. (2019). History of VR - Timeline of Events and Tech Development. URL: <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr> 2019 Son Erişim Tarihi: 25.05.2021
- Bartlett, J. D., Lawrence, J. E., Khanduja, V. (2018). Virtual reality hip arthroscopy simulator demonstrates sufficient face validity. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
- Bastiaens, T. Wood, L. Reiners, T. (2014). New landscapes and new eyes: The role of virtual world design for supply chain education. *Ubiquitous Learning*, 6(1), 37–49.
- Burdea, G. C. and Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Büyükkaragöz, S. ve Çivi, C. (1996), *Genel Öğretim Metotları*. İstanbul: Öz Eğitim Yayınları.
- Freina, L. Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. Paper presented at the eLearning and Software for Education Conference, Bucharest.
- Fuchs, P. Moreau, G. Guitton, P. (2011). *Virtual Reality: Concepts and Technologies*. CRC Press, 9-10
- Hale, K.S.Stannley, K.M. (2015). *Handbook of Virtual Environments:Design, Implementation, and Applications*.
- Hodges, L. F. Rothbaum, B.O. Alarcon, R. Ready, D. (1998). Virtual Vietnam: A virtual Environment for the Treatment of Vietnam War Veterans with Post-traumatic Stress Disorder, ICAT98

- Hsu, P. Angeloudis, P. Aurisicchio, M (2018). Optimal logistics planning for modular construction using two-stage stochastic programming. *Automation in Construction* 94 47–61.
- Huang, H.-M. Liaw, S.-S. (2018). An Analysis of Learners' Intentions Toward Virtual Reality Learning Based on Constructivist and Technology Acceptance Approaches. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1).
- Juan, L. (2011). Classification of virtual reality systems. *Enterprise Herald*. 04: 277.
- Kateros, S., Georgiou, S., Papaefthymiou, M., Papagiannakis, G., & Tsioumas, M. (2015). A Comparison of Gamified, Immersive VR Curation Methods for Enhanced Presence and Human-computer Interaction in Digital Humanities. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 221-233.
- Kavanagh, S. Luxton-Reilly, A. Wuensche, B. Plimmer, B. (2017). A Systematic Review of Virtual Reality in Education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Kökçü. İ. (2015). Kule Vinç Tasarımı Ve Analizi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Balıkesir
- Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: just like the real thing, *Journal of Emergencies Trauma and Shock* 3:4
- Lightfoot, C. (2014). Kule Vinç Görünümü. Dijital Göresel. URL: <https://pixabay.com/tr/photos/vin%C3%A7-makask%C3%B6pr%C3%BCs%C3%BC-in%C5%9Faad-tersane-423521/> Son Erişim Tarihi: 24.05.2021
- Lin, T.J., Lan, Y. J. (2015). Language learning in virtual reality environments: Past, present, and future. *Educational Technology and Society*, 18(4), 486-497.
- Liu, G. Wu, J. (2019). Design and Implementation of Virtual Campus Roaming System Based on Unity3d. 2019 International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence, 147-150
- Lizhen, H. Mingliang, X. Zhigeng, P. (2012). Virtual Network Marathon-Exploring the design and implementation of fitness games. *Digital Communications*, 39 (04): 3-7.
- MYK (2015), Ulusal Meslek Standardı Kule Vinç Operatörü Seviye 3. Resmi Gazete Sayı:29529 TBMM Matbaası, Ankara)
- NASA , (1990). The Virtual Interface Environment Workstation (VIEW), URL: https://www.nasa.gov/ames/spinoff/new_continent_of_ideas/ , Son Erişim Tarihi: 25.05.2021
- Nazlıoğlu, A. Karakavak, A. Aydos, M.R. Taş, N. (2018). Kule Vinçlerin Güvenli Kullanımına İlişkin Uygulama Rehberi. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Ankara.

- OSHA (2011), Occupational Safe and Health Branch Labour Department, Code of Practice For Safe Use of Tower Cranes.
- Poetker, B (2019). The Very Real History of Virtual Reality (+A Look Ahead). <https://learn.g2.com/history-of-virtual-reality> Son Erişim Tarihi: 25.05.2021
- Sağlamtimur, Ö. Z. (2010). Dijital Sanat. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 10/3. s.213-238.
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği (2013). Resmi Gazete: (Sayı: 2876211 TBMM Matbaası, Ankara.)
- Sayer, S.İ. (2018). Kule Vinçlerin Hesaplarının Ve Tasarımlarının Standartlar Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Antalya.
- Sherman, W.R. Craig A.B. (2003). Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. Morgan Kaufmann Publication.
- Sherman, W.R. Craig A.B. Will, J.D. (2009). Developing Virtual Reality Application, Foundation of Effective Design. China: Morgan Kaufmann Publication.
- Sutherland, I.E. (1968). A head-mounted three dimensional display. The University of Utah
- Şekerci, C. (2017). Sanal Gerçeklik Kavramının Tarihçesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi Cilt:10 Sayı 54.
- TEVİD (2012). Elektrikli Vinç Kitabı Pratik Bilgiler, <http://www.tevid.org>
- Topçuoğlu, O. (2018). Exploring The Potentials Of Virtual Reality Technology For User Evaluation Of A Shunter Locomotive Driver Cabin. Yüksek Lisans Tezi Ortadoğu Teknik Üniversitesi Doğal Ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Tower Crane Operator's Cab, URL: http://www.towercrane.com/K-10000_tower_crane_07_00.htm Son Erişim Tarihi:25.05.2021
- TTKB (2020). Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Greyder, Ekskavatör, Kazıcı Yükleyici, Dozer, Kule Vinç, Mobil Vinç Operatörü Kurs Programları
- Unity3d Docs, URL: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.html> Son Erişim Tarihi: 25.05.2021
- Urul, H. (2013). Yapı İşlerinde Kullanılan Vinçlerle Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri, ÇSGB El Kitabı, İstanbul.
- Wang L, Hampel F, Gladysz JA. (2006). Gyroskop- Giganten: dipolare Cl-Rh-CO-Rotatoren. umgeben von Statoren aus drei Speichen 25- bis 27-gliedriger Makrocyclen. Angewandte Chemie. 118 4479-4482.

- Wu,K. Soto, B.G. Zhang,F. (2020). Spatio-temporal planning for tower cranes in construction projects with simulated annealing. *Automation in Construction* 111 103060.
- Xie, J. (2012). Research on Key Technologies Base Unity3D Game Engine, The 7th International Conference on Computer Science & Education ICCSE 2012.
- Zihan, L. (2018). Sports fitness game based on VR technology. *Electronic World*, 2018 (14): 130-131.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Kadir
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 25.09.1980, Aydın
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 296 94 49
 Faks : 0 (312) 296 94 00
 e-mail : kadiryilmaza@gmail.com

Eğitim

Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Bilgisayar Eğitimi	2021
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Bilgisayar Öğretmenliği	2001
Lise	Aydın Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006- Devam Ediyor	MEB Yeğitek	Yazılım Geliştirici
2005 – 2006	MEB İsmet Sezgin ÇPL / AYDIN	Öğretmen
2001 - 2005	MEB İncirliova ÇPL / AYDIN	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce,

GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR.

