

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİTİM AMAÇLI SÜRÜCÜ SİMÜLATÖRÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail ÖZTEL

Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Cemil ÖZ

Ocak 2014

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


EĞİTİM AMAÇLI SÜRÜCÜ SİMÜLATÖRÜ

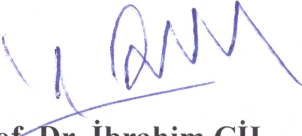
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail ÖZTEL

Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 03 / 01 /2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Cemil ÖZ
Jüri Başkanı


Prof. Dr. İbrahim ÇİL
Üye


Doç. Dr. Celal ÇEKEN
Üye

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca değerli vakitlerini bana ayırıp bilgi ve birikimini benimle paylaşan değerli danışman hocam Doç. Dr. Cemil Öz'e, akademik ideallerim doğrultusunda yürümem için bana hep destek olan ve umutsuzluğa düştüğüm durumlarda pozitif düşünmemi sağlayan Arş. Gör. Gözde Yolcu'ya, bu günlere gelmemde büyük fedakarlıklar gösteren ve en büyük pay sahibi olan aileme...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
TRAFİK KAZALARI ve SÜRÜCÜ EĞİTİMİ.....	4
2.1. Trafik Kazaları	4
2.2. Sürücü Eğitimi	6
BÖLÜM 3.	
SANAL GERÇEKLİK.....	11
3.1. Sanal Gerçeklik Yaşam Döngüsü.....	12
3.2. Sanal Gerçeklik İzleme Mekanizmaları.....	12
3.2.1. Mekanik algılayıcılar	13
3.2.2. Elektromanyetik algılayıcılar.....	13
3.2.3. Ultrasonik algılayıcılar	14
3.2.4. Optik algılayıcılar	15
3.3. Sanal Gerçeklik Etkileşim Cihazları.....	15
3.3.1. Başa takılan ekran (Head mounted display - HDM).....	15

3.3.2. Veri eldiveni	16
3.3.3. Vücut sensörleri	16
3.4. Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları	16
3.4.1. Eğitim alanında sanal gerçeklik	16
3.4.2. Tıp alanında sanal gerçeklik	17
3.4.3. İmalat alanında sanal gerçeklik	17
3.4.4. Eğlence Sektöründe sanal gerçeklik	17
3.4.5. Psikolojik tedavilerde sanal gerçeklik	18
3.4.6. Turistik faaliyetlerde sanal gerçeklik	18

BÖLÜM 4.

SİMÜLATÖRLER	19
4.1. Sürücü Simülatörleri	20
4.2. Simülatörü Oluşturan Yazılımlar	20
4.2.1. Grafik kütüphaneleri	21
4.2.1.1. OpenGL (Open Graphics Library).....	21
4.2.1.2. DirectX	22
4.2.2. Fizik kütüphaneleri	23
4.2.2.1. Havok Physics	23
4.2.2.2. Open Dynamics Engine (ODE)	25
4.2.2.3. Newton Game Dynamics.....	26
4.2.2.4. PhysX	26
4.2.3. Oyun motorları.....	28
4.2.3.1. Unity	28
4.2.3.2. Cry Engine	29

BÖLÜM 5.

SANAL SÜRÜCÜ SİMÜLATÖRÜ TASARIMI ve GERÇEKLENMESİ.....	31
5.1. Uygulamanın Genel Detayları	31
5.2. Modelleme	31
5.3. Oyun Motoru	36
5.4. Uygulama Mantığı	38
5.5. Sistem Yazılımı	39

5.6. Sistem Donanımı	41
BÖLÜM 6.	
SONUÇ.....	43
KAYNAKLAR.....	44
EKLER.....	48
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

FM	: Fizik motoru
GDI	: Grafik aracı arayüzü
HAL	: Donanım soyutlama katmanı
HEL	: Donanım emülasyon katmanı
JS	: Java Script
ODE	: Open Dynamics Engine
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development
OM	: Oyun motoru
SG	: Sanal gerçeklik
SMP	: Sketchup 3D Modeling Program
WHO	: World Health Organization

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. SG yaşam döngüsü	12
Şekil 3.2. Mekanik algılayıcı örnekleri	13
Şekil 3.3. Veri eldiveni üzerine yerleştirilmiş elektromanyetik algılayıcı	14
Şekil 3.4. Ultrasonik algılayıcı çalışma mantığı	14
Şekil 3.5. Başa takılan ekran	15
Şekil 3.6. SG yardımıyla diş hekimi eğitimi	17
Şekil 4.1. Simülatörlerin ilişkisel mekanizması	20
Şekil 4.2. Toyota sürücü simülatörü	21
Şekil 4.3. İlkel OpenGL nesneleri.....	22
Şekil 4.4. DirectX'in sistem üzerindeki yeri	23
Şekil 4.5. Havok FM ile simüle edilmiş bir akış	24
Şekil 4.6. ODE ile simüle edilmiş bir çarpışma örneği	25
Şekil 4.7. ODE kullanılarak geliştirilmiş bir robot prototipi	26
Şekil 4.8. Newton Game Dynamics kullanan bir animasyon görüntüsü	27
Şekil 4.9. PhysX kullanılarak yapılan bir sıvı dinamiği simülasyonu	27
Şekil 4.10. Unity ile geliştirilmiş Wasteland 2 oyunu	29
Şekil 4.11. Cry Engine ile tasarlanmış sanal bir ortam	30
Şekil 5.1. Bir yapının temel çizimi.....	32
Şekil 5.2. Temel yapının doku eklenmiş hali.....	32
Şekil 5.3. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, kampüs kafeterya fotoğrafı	33
Şekil 5.4. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, kampüs kafeterya modeli	33
Şekil 5.5. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, M5 binası fotoğrafı	34
Şekil 5.6. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, M5 binası modeli	34
Şekil 5.7. Kampüs yollarının modellenmesinden bir aşama	35
Şekil 5.8. Yola diğer modellerin eklenmesi	35
Şekil 5.9. Unity'nin başlangıç arayüzü	36
Şekil 5.10. Sanal ortamın son hali.....	37

Şekil 5.11. Unity’de sanal ortamdan bir görüntü	37
Şekil 5.12. Araç nesnesine script ekleme	40
Şekil 5.13. Test aşamasındaki ceza puanının anlık bir gösterimi	40
Şekil 5.14. Yanlış yön uyarısı	41
Şekil 5.15. Kırmızı ışık ihlali uyarısı	41
Şekil 5.16. Logitech G25 Direksiyon seti	42

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. 2007–2011 yılları arasında ölümlü ve yaralanmalı olarak meydana gelmiş kazalardaki kusur oranları	4
Tablo 2.2. 2007–2011 yılları arasındaki gerçekleşen trafik kazalarına ait sayısal veriler	5
Tablo 2.3. 2009 yılı için çeşitli ülkelerin trafik verilerinin karşılaştırılması	6
Tablo 2.4. Sürücü eğitiminin ders konuları ve süreleri	7
Tablo 2.5. Sürücü belge sınıfları ve bu sınıfların kullanabildiği araçlar	7
Tablo 2.6. Bir grup sürücü adayı üzerinde yapılan memnuniyet anketi sonuçları.....	10
Tablo 5.1. Simülâtörde kullanılan ceza puanları tablosu	39

ÖZET

Anahtar kelimeler: Sürücü Simülatörü, Sürücü Eğitimi, Oyun Programlama, Sanal Gerçeklik

Trafik kazaları analiz edildiğinde temel etkenin insan faktörü, özellikle de sürücüler olduğu görülmektedir. 2007-2011 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları incelendiğinde, sürücülerin trafik kazalarındaki kusur oranı yaklaşık %91’dir. WHO (Dünya Sağlık Örgütü - World Health Organization) verilerine göre her yıl dünyada 1.24 milyon insan hayatını trafik kazalarında kaybetmektedir. OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü - Organization for Economic Co-operation and Development) verilerine göre, örgüte üye ülkelerde meydana gelen trafik kazalarının %70’ine 15-24 yaş arası genç sürücüler neden olmaktadır. Yalnız bu veriler ışığında bile sürücü eğitiminin ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

Bu tezde düşük maliyetli bir sürücü eğitim simülatörü gerçekleştirilmiştir. Simülatör yazılım ve donanım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım; direksiyon, pedal sistemi, vites modülü, sürücü koltuğu, projeksiyon cihazı ve projeksiyon perdesinden oluşmaktadır. Yazılımda ise sanal ortam ve modellerin oluşturulmasında SMP (Sketchup 3 boyutlu modelleme programı) kullanılmıştır. OM (oyun motoru) olarak Unity kullanılmış olup kodlama JS’ler (Java Script) ile gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen sürücü eğitim simülatörü, sürücü eğitimi ve bilinçlendirilmesi için çeşitli senaryolarla desteklenmiş olup sürücü performansını değerlendirmek için geliştirilmiş bir yazılım modülüne sahiptir. Sürüş performansı, Türkiye’de geçerli trafik kuralları çerçevesinde her trafik kuralı ihlalinde ceza puanı ile cezalandırılır.

Sürücü simülatörü ile acemi sürücüler; gerçek hayattaki risklerden uzak olarak deneyim kazanırken trafik kurallarına uyum alışkanlığı kazanacak ve sistem trafik kazalarının azaltılmasına fayda sağlayacaktır.

DRIVING SIMULATOR FOR EDUCATIONAL PURPOSES

SUMMARY

Key Words: Driving Simulator, Driver Training, Game Programming, Virtual Reality

Analyzing traffic accidents, human behavior represents the most relevant problem; especially drivers' behavior. According to an analysis made by the "Republic of Turkey General Directorate of Highways", the rate of accidents that occur because of drivers is approximately 91 percent. 1.24 million people die each year on the world's roads, according to the World Health Organization. According to OECD, the reported rate of accidents caused by young drivers in between the ages of 15 to 24 is 70 percent. In this regard, driver education becomes essential.

A low cost virtual driving simulator was developed and established for the novice drivers' education. The simulator consisting of both software and hardware including, a steering wheel, a pedal system, a shift knob, a seat and a visual display. In software, Sketchup 3D Modeling Program was used for modeling of virtual environment. Unity was used as a game engine and code processes was carried out with JS.

The simulator supports with some scenarios in order to driver education and it has a module which allows to evaluate driver performance. Each user's error is penalized by the simulator's program according to the Turkish traffic rules. Owing to this simulator, prospective drivers will be able to acquire experience in a virtual environment without the risks of the real world and traffic accidents will be able to decrease.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünya nüfus yoğunluğu sürekli artmakta ve ekonomik büyümeye bağlı olarak araç sayısında hızlı bir çoğalma meydana gelmektedir. Bu duruma bağlı olarak, özellikle büyük şehirlerin en önemli problemi ulaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürücü yaşı ve tecrübesinin azalmasıyla da can ve mal kayıplarının yaşandığı trafik kazalarında artış gözlenmektedir.

Yapılan araştırmalara göre trafik kazaları, doğal afetlerden daha fazla sosyal ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır [1]. Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde 16 Ocak 2001 tarihinde Genel Kurul'da gündeme getirilen TBMM Trafik Güvenliği Araştırma Komisyonu'nun raporuna göre, trafikte meydana gelen trafik kazaları ile her yıl ülke ekonomisi 8-9 milyar dolar kayıp vermektedir [2].

Kazalarla ilgili veriler çeşitli kurum ve kuruluşlar aracılığı ile toplanmakta ve analiz edilmektedir. Bu analizler sonucunda en büyük kaza faktörünün insan olduğu görülmektedir. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı "Trafik Kazaları Özeti 2011" bildirisinde açıkça görülmektedir ki kaza sebeplerinin yaklaşık %91'i insan kaynaklıdır ve sürücüler ise bu oranın çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır [3]. WHO'nun 2013 yılı verilerine göre dünya üzerindeki yollarda meydana gelen trafik kazalarında her yıl 1.24 milyon insan hayatını kaybetmekte ve dünya genelindeki ölümcül trafik kazalarının yüzde 59'una 15 ve 44 yaş arası sürücüler neden olmaktadır [4]. OECD'nin 2006 yılındaki bildirimine göre, örgüte üye ülkelerde meydana gelen trafik kazalarının yüzde 70'ine 15 ile 24 yaş grubu gençler neden olmaktadır [5].

Bu istatistiki veriler ışığında, sürücü eğitiminin ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Geleneksel olarak yapılan sürücü eğitimleri sınıf ortamında teorik bilgilerin öğrenilmesi ile başlar. Pratik eğitim ise trafiğe kapalı bir alanda gerçek bir

araçla başlar ve kısa süre sonra da akan trafikte devam eder. Akan trafikteki eğitimin ise tehlikeli olabileceği açıktır. Bu bağlamda maliyeti düşük ve güvenli bir eğitim ortamı sunan sürücü simülatörleri efektif olarak kullanılabilirler.

Simülatörler 50 yılı aşkın süredir başta eğitim olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır [6]. Bu alanlardan biri de sürücü eğitimi simülatörleridir. Bu simülatörler; tır simülatörleri, tank simülatörleri, otomobil (sürücü) simülatörleri, uçak simülatörleri, tren simülatörleri [7] vb. olarak sıralanabilirler.

Sürücü simülatörleri; sürücüler, direksiyon, pedal ve vites sistemiyle aracın kontrolünü sağlarken ses, görüntü ve hatta yol durumuna göre titreşimli geri beslemeler üreterek gerçeklik hissi uyandırabilen sağlayan SG (sanal gerçeklik) araçlarıdır [8]. İlk sürücü simülatörleri 1970'li yıllarda ortaya çıkmış [9] ve gelişimleri teknolojiye paralel olarak artmaktadır [10].

Sürücü simülatörleri genel olarak düşük seviye (low-level), orta seviye (mid-level) ve yüksek seviye (high-level) olmak üzere üç grupta kategorize edilir [11,12]. Direksiyon, pedal sistemi ve bir bilgisayardan oluşan sistem, düşük seviye simülatörler grubunda iken orta seviye simülatörler tipik olarak bir hareket platformuna sahiptir ve sistemde birden fazla bilgisayar kullanılabilir, ileri düzey simülatörler ise hareket ve yönlendirmeyi destekleyen altı ayaklı hareket destek mekanizması (hexapod) yada Stewart sistemlere sahiptirler [13].

Hoe C. Lee ve arkadaşları 2003 yılında sundukları bir çalışmada yaşlı sürücülerin eğitim becerilerini ölçmek için düşük seviye bir sürücü simülatörü geliştirmişlerdir. Sistem sayesinde, kullanıcı dataları toplanıp analiz edilmiş ve analiz sonucunda sürücülerin yaşla orantılı olarak sürüş becerilerinin de arttığı sonucuna varmışlardır [14]. David B. Kaber ve arkadaşları ise benzer bir düşük seviye simülatör örneğiyle bilişsel, görsel ve anlık dikkat dağıtan faktörlerin sürüş esnasında gerek operasyonel (örneğin frenleme) gerekse taktiksel (örneğin manevra) kontroller üzerindeki etkisini incelemiş ve taktiksel kontrollerin operasyonel kontrollerden daha fazla dikkat gerektirdiği sonucuna varmışlardır [15].

Mikael Lebram ve arkadaşları 2006 yılında oyun ve trafik eğitimi amacıyla kullanılabilen bir simülatör gerçekleştirmişlerdir [16]. Moohyun Cha ve arkadaşları gerçek bir araca entegre ettikleri sistemle, araçtan hareket halinde iken veriler toplayıp özel bir veri yapısına bu verileri aktarmışlardır. Ardından geliştirdikleri orta seviye simülatörde, hareket mekanizmasının hareket taklidini gerçekçi kılmak için bu verileri kullanmışlardır [17].

Yi Thang ve ekibi ağır vasıtalar için yüksek seviye bir simülatör geliştirmişlerdir. Simülatör yazılımı sayesinde sistemden gaz, fren vb. veriler toplamışlar ve bu verileri simülatörün hareket mekanizmalarına aktarmışlardır. Bu işlemlerle birlikte, gerçek zamanlı, gerçek bir araç gibi davranan bir simülatör geliştirmişlerdir [18].

Bu çalışmada sürücü eğitimi için düşük maliyetli ve güvenli bir sürücü simülatörü geliştirilmiştir. Simülatör yazılım ve donanım olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Üç boyutlu sanal ortam olarak Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü modellenmiştir. Simülatör yazılımında SMP, Unity Game Engine ve Java yazılım teknolojisi kullanılmıştır. Sürücü eğitimi için çeşitli senaryolar oluşturulmuş, sürücünün gerçekleştirdiği görevler Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı'nın hazırladığı Trafik İdari Para Cezası Rehberi'ne göre değerlendirilmiştir [19].

Bu tez yedi bölümden oluşmaktadır ve birinci bölüm giriş bölümüdür. İkinci bölümde sürücü eğitimi, geleneksel eğitimde kullanılan metotlar, trafik ve trafik kuralları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölüm SG olgusuna karşılık temel bilgiler içerirken dördüncü bölüm sürücü simülatörleri, tarihçesi ve yapılan çalışmalarla ilgilidir. Beşinci bölümde grafik kütüphaneleri, OM'leri ve fizik motorlarından bahsetmektedir. Altıncı bölümde yapılan uygulama detayları ile açıklanıp yedinci bölümde sonuçlar üzerinde durulmuştur.

BÖLÜM 2. TRAFİK KAZALARI ve SÜRÜCÜ EĞİTİMİ

2.1. Trafik Kazaları

Trafik kazaları, ulaşımı etkileyen bir problem olmasının yanı sıra halk sağlığını da tehdit eden önemli bir sorundur. Trafik kazaları, her yıl binlerce insanın ölümüne, sakat kalmasına, yaralanmasına, psikolojilerinin bozulmasına sebep olurken sadece kazaya karışanları değil kazazede yakınlarını da olumsuz yönde etkilemektedir. Trafik kazası olgusuna bu perspektiften bakıldığında, sürücü eğitimleri yalnızca sürücünün güvenliği için değil, trafikte bulunan diğer sürücüler, yolcular, yayalar ve hayvanlar için de büyük önem arz etmektedir [20].

Tablo 2.1’de Karayolları Genel Müdürlüğüne, 2007 – 2011 yılları arasında meydana gelen ve kayıt altına alınan kazalar üzerinde yapılan analizler neticesinde ölümlü ve yaralanmalı kazalardaki kusur oranları gösterilmiştir.

Tablo 2.1. 2007–2011 yılları arasında ölümlü ve yaralanmalı olarak meydana gelmiş kazalardaki kusur oranları [3]

Yıllar	Sürücü	Yaya	Yolcu	İnsan faktörü	Araç	Yol
2007	98.03	1.64	0.09	99.76	0.14	0.11
2008	90.53	8.37	0.43	99.33	0.26	0.42
2009	89.60	9.09	0.41	99.10	0.29	0.61
2010	89.72	8.97	0.36	99.05	0.33	0.63
2011	90.20	8.51	0.39	99.10	0.30	0.60

Tablo 2.2’de gösterilen değerler ise 2007-2011 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının yerleşim alanı ve yerleşim alanı dışındaki sayısal değerlerini göstermektedir. Trafik kazaları çoğunlukla yerleşim bölgelerinde ve insanların kalabalık olduğu yerlerde olmaktadır. Bu kazalarda maddi kayıplar, ölümler ve yaralanmalar meydana gelmektedir.

Tablo 2.3’de, 2009’da bazı ülkelerde meydana gelen kaza sayıları, ölü sayıları, araç sayıları, ülke nüfusları ve bir takım istatistiki bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler göz önüne alındığında Türkiye’de kişi başına düşen araç sayısı diğer ülkelerdeki sayının yaklaşık olarak üçte biri olmasına rağmen; kaza ve ölü sayısı bakımından Türkiye birçok ülkenin önünde yer almaktadır.

Tablo 2.2. 2007–2011 yılları arasındaki gerçekleşen trafik kazalarına ait sayısal veriler [3]

Kaza ve kazazedeler			2007	2008	2009	2010	2011
Kaza	EGM	Yerleşim yeri	665.436	349.900	211.264	208.559	224.730
		Yerleşim yeri dışı	83.998	58.372	52.899	51.426	56.623
		Toplam	749.434	408.272	264.163	259.985	278.353
	Jandarma	Toplam	76.127	51.669	35.406	32.323	33.756
	Genel toplam		825.561	459.941	299.569	292.308	312.109
Ölü	EGM	Yerleşim yeri	1.222	1.021	1.128	1.091	1.063
		Yerleşim yeri dışı	2.240	1.927	1.865	1.647	1.519
		Toplam	3.462	2.948	2.993	2.738	2.582
	Jandarma	Toplam	1.545	1.288	1.331	1.307	1.253
	Genel toplam		5.007	4.236	4.324	4.045	3.835
Yaralı	EGM	Yerleşim yeri	96.764	95.560	107.908	118.672	137.715
		Yerleşim yeri dışı	53.050	49.603	53.811	52.803	56.434
		Toplam	149.814	145.163	161.719	171.475	194.149
	Jandarma	Toplam	39.243	39.305	39.661	40.021	43.925
	Genel toplam		189.057	184.468	201.380	211.496	238.074

Bu istatistiki bilgiler göz önüne alındığında trafikteki problemin ne derece büyük olduğu ve eğitimin özellikle de sürücü eğitiminin ne derece önem arz ettiği görülmektedir. Sürücü eğitiminin önemini ortaya koyan diğer bir örnek ise Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 1993 yılında yayımlanan Motorlu Taşıtlı Sürücüleri Kursu B Sınıfı Müfredat Programı’nın giriş kısmındaki “İnsanların yaşama hakkını elinden alan, geride yetim ve sakat insanlar bırakan, daha ziyade direksiyon başındaki sürücülerin trafik kurallarını bilmeyişinden veya bilip de uyma alışkanlığı kazanamayışlarından dolayı trafik kazalarının her geçen gün artması ve insan hayatını tehdit etmesi, sürücü adaylarının eğitilmesinin önemini ortaya çıkarmıştır.” ifadesidir [21]. Bu bağlamda mevcut trafik eğitim sisteminin de irdelenmesi gerekmektedir.

2.2. Sürücü Eğitimi

Türkiye'deki eğitim sisteminde trafik eğitimi ortaokullardan itibaren trafik ve ilk yardım eğitimi dersi olarak verilmeye başlanmaktadır. Dersin süresi ise 72 saattir [20].

Tablo 2.3. 2009 yılı için çeşitli ülkelerin trafik verilerinin karşılaştırılması [3]

Ülke	Kaza sayısı (ölümlü ve yaralanmalı)	Ölü sayısı	Araç sayısı (x1000)	Nüfus sayısı (x1000)	1.000 kişiye düşen araç sayısı	100.000 araca düşen ölü sayısı	100.000 nüfusa düşen ölü sayısı
Almanya	310.806	4.152	49.921	81.729	611	8	5.1
Avusturya	37.925	633	5.442	8.420	646	12	7.5
Fransa	72.315	4.273	40.967	65.822	622	10	6.5
Polonya	44.196	4.572	21.195	38.092	556	22	12.0
Çek Cumhuriyeti	21.706	901	5.960	10.542	565	15	8.5
Finlandiya	6.414	279	3.264	5.394	605	9	5.2
Hollanda	6.927	720	9.185	16.715	550	8	4.3
İspanya	88.251	2.714	32.348	46.162	701	8	5.9
İsveç	17.858	358	5.196	9.471	549	7	3.8
Portekiz	35.484	737	5.919	10.556	561	12	7.0
Norveç	6.922	212	3.162	4.977	635	7	4.3
İngiltere	164.000	2.222	33.653	62.300	540	7	3.6
Slovenya	8.589	171	1.245	2.055	606	14	8.3
Avrupa Birliği'ne üye olan 13 ülkenin ortalaması					596	11	6.3
Türkiye	131.845	3.835	16.089	74.724	215	24	5.1
İsviçre	20.506	349	4.999	7.870	635	7	4.4
Kore	231.990	5.838	19.146	48.219	397	30	12.1
Kanada	125.203	2.209	20.490	34.483	594	11	6.4
Japonya	736.688	5.772	78.693	127.720	616	7	4.5
Yeni Zelanda	11.125	358	3.198	4.419	724	12	8.7

Eğitimi biraz daha özele indirgeyip sürücülerin eğitimleri incelendiğinde; eğitim özel sürücü kurslarında gerçekleşmektedir. Bu eğitim, teorik ve direksiyon eğitimi olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu dersler haftanın her gününe dengeli bir şekilde dağıtılmaktadır [22]. Tablo 2.4'de sürücü sınıflarına göre alınması gereken dersler ve süreleri ile Tablo 2.5'de ne tür sürücü belgesi ile ne tür araçlar kullanılacağı verilmiştir.

A2 sınıfı sürücü belgesi ile A1, B sınıfı sürücü belgesi ile F, C sınıfı sürücü belgesi ile B ve F, D sınıfı sürücü belgesi ile C, B ve F, E sınıfı sürücü belgesi ile B, C ve F sınıfı sürücü belgeleriyle kullanılan araçlar kullanılabilir [20].

Tablo 2.4. Sürücü eğitiminin ders konuları ve süreleri [20]

Sınıf	Dersler ve süreleri			
	Trafik ve çevre bilgisi	İlk yardım	Motor ve araç tekniği bilgisi	Direksiyon eğitimi
A1, A2	20	12	5	10
B	35	12	16	20
C, D, E	35	12	20	45
F	20	12	10	10
G	20	12	-	-
H	35	12	-	16

Tablo 2.5. Sürücü belge sınıfları ve bu sınıfların kullanabildiği araçlar [23]

Belge sınıfı	Kullanılabilen araçlar
A1	Motorlu bisiklet
A2	Motosiklet
B	Otomobil, minibüs, kamyonet
C	Kamyon
D	Çekici
E	Otobüs
F	Lastik tekerlekli traktör
G	İş makinesi türünden motorlu araçlar
H	Hasta ve sakatlar için dizayn edilmiş araçlar

Kurslarda verilen teorik eğitimler haftanın günlerine dengeli olarak dağıtılmıştır. Hafta içi dersler en az 15 saat en fazla da 20 saat olarak verilmekte, hafta sonu ise en az 6 saat en fazla da 8 saat verilmektedir. Teorik derslerin bitirilmesinin ardından yetkili kurs sürücü adayına teorik derslerini tamamladığına dair belge verir ve pratik eğitime başlanır. Direksiyon eğitimi esnasında bu belge sürücü adayının yanında bulunmak zorundadır [20].

Türkiye’de sürücü belgesi almak isteyen adaylar; Trafik ve Çevre, İlk Yardım, Motor ve Araç Tekniği dersleri için belirlenmiş müfredat çerçevesinde hazırlanan sorularla

sınava tabi tutulurlar. Sınavda üç farklı ders için test usulü sorular sorulur ve sınav tek oturumda gerçekleşir [20].

Pratik eğitim de yine teorik eğitim gibi haftanın günlerine dengeli olarak dağıtılmıştır. Eğitim araç içerisinde yapılmaktadır. B sınıfı ehliyet için 20 saat pratik eğitim alma zorunluluğu mevcuttur. Eğitim günde en az 2 saat en fazla 4 saat olabilmektedir. Pratik eğitim, temel becerilerin uygulanabileceği çalışma alanlarında başlayıp yaklaşık 10 saat sürebilmekte iken arta kalan sürede sürücü adayı il ve ilçe trafik komisyonlarınınca belirlenen, akan trafiğin mevcut olduğu güzergahlarda yapılır. Eğitim araçları sıradan araçlardan farklı olarak, sürücünün sağında bulunan eğitmen tarafında da birer debriyaj ve fren pedalı olup eğitim aracı olduğunu belirten özel işaretlere sahiptirler [20].

Sürücü eğitimleri ülkeden ülkeye farklılıklar göstermekle birlikte genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. Ders saatleri ve uygulamalarda farklılıklar mevcuttur. Örneğin Japonya'da pratik eğitim başlangıcı bir eğitmen gözetiminde başlar ve iki saat sürer, bu aşamada bir eğitmen en fazla 5 öğrenci ile ilgilenebilir, bir sonraki aşamada ileri derece eğitim için simülatörler kullanılır. Belçika'da bir adayın pratik sınava girebilmesi için teorik sınavı geçmiş olması ve en az 3 ay, en fazla 12 ay olmak üzere direksiyon eğitimi alması gerekmektedir. İngiltere'de ise sürücü belgesi alabilmek için ders saati adına bir alt sınır bulunmamakla birlikte ortalama 5-10 saat teorik ve 30-35 saat de pratik eğitim alınmaktadır [20].

Direksiyon sınavında ise sınav görevlileri birtakım kriterler ışığında adayı değerlendirir. Bu kriterler sınav görevlilerinin ellerindeki bir formda sınav süresince bulunmakta ve değerlendirmeler bu konu başlıkları altında yapılmaktadır. Sınav formundaki bazı konu başlıkları [24]:

1. Aracın ayna ve koltuk ayarlarının yapılması, emniyet kemeri kullanılması
2. Aracı çalıştırma ve harekete geçirme kuralları
3. Karşı yönden gelen trafiğin geçişine kolaylık sağlama
4. Kontrolsüz ve sinyal vermeden çıkış

5. Şerit izleme ve değiştirme, hız, takip mesafesi, güvenli geçilme ve sollama kuralları
6. Kavřaklarda dönüş kuralları
7. Dönüş kurallarına ve işaretlerine uyma
8. Trafik ışık ve işaretlerine uyma
9. Trafikte güvenli araç kullanımı
10. Gaz, fren, debriyaj kullanımı
11. Vites geçişlerindeki durum
12. Direksiyon hakimiyeti
13. Araç kullanırken sahip olunan psikoloji
14. Araçların arasına park etme
15. Eğimli yolda aracı durdurma ve kaldırma becerisi
16. Geçiş üstünlüğü bulunan araçlara geçiş kolaylığı sağlama
17. Çevre duyarlılığı(korna-gürültü)

Türkiye’de sürücü adayı, teorik ve pratik eğitim alıp sınavları başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra tam sürücü belgesine sahip olur.

Alınan sürücü belgesi süresiz olmakla birlikte, bu belge sürücü hatalarından dolayı, süreli veya süresiz olarak geçersiz kılınabilir. Ülkemizde bütün sürücü belgesi sınıflarını kapsayan ve süre bakımından sınırlaması olmayan ceza puanı sistemi bulunmaktadır. Sisteme göre trafik suçunun işlendiği tarihten geriye doğru bir yıl içerisinde toplam 100 ceza puanına ulaşılmışsa sürücü belgesine 2 ay süre ile el konulur ve sürücü eğitime tabi tutulur. Eğer aynı yıl içinde ikinci kez 100 ceza puanına ulaşılırsa sürücü belgesi 4 ay süre ile geri alınır ve kişi psiko-teknik değerlendirmeye ve bir psikiyatri uzmanının muayenesine tabi tutulur, ardından belgesi iade edilir. Eğer bir yıl içinde üçüncü kez 100 puan sınırına ulaşılırsa sürücü belgesi iptal edilir [25].

Mevcut eğitim sistemi için trafik eğitimi almış adaylar üzerinde yapılan bir anket ile eğitim sisteminin yeterliliği irdelenmiş ve sonuçlarda genel olarak pratik eğitimin süre bakımından çok yeterli olmadığı adaylar tarafından dile getirilmiştir. Bu analiz sonuçlarının bir kısmı Tablo 2.6’da verilmiştir.

Tablo 2.6. Bir grup sürücü adayı üzerinde yapılan memnuniyet anketi sonuçları [25]

Eğitimin konusu	Alınan eğitimin ne derece yeterli görüldüğü				
	çok yetersiz	yetersiz	kısmen yeterli	yeterli	çok yeterli
Trafik ve çevre bilgisi (490 kişi)	0.4	6.7	14.1	62.9	15.9
Motor ve araç tekniği bilgisi (487 kişi)	1.4	12.9	18.1	48.9	18.7
İlkyardım bilgisi (486 kişi)	2.1	11.1	21.0	51.9	14.0
Direksiyon eğitimi (482 kişi)	8.5	22.6	14.3	41.7	12.9

Yine aynı analiz içinde yer alan ve dikkat çeken bir sonuç da şu şekildedir ki; 165 kişi içerisinde eğitimin daha iyi olabilmesi adına getirilen önerilerde, öneride bulunanların yüzde 47.3'lük bir bölümü direksiyon eğitiminin süresinin arttırılması yönünde fikir bildirmişlerdir [25].

BÖLÜM 3. SANAL GERÇEKLİK

Teknolojinin sürekli gelişmesiyle fiziksel dünyayı sanal ortama taşıma imkanı artmış ve SG terimi daha fazla duyulur hale gelmiştir [26]. SG, kullanıcılara karşılıklı etkileşim olanağı sağlayan, gerçekçilik hissi uyandıran bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu dinamik bir benzetim modelidir [27]. SG, gerçek dünyada duyularla algılanan olayları, sanal ortamda da gerçekçilik hissi uyandırarak kullanıcıya vermeyi amaçlar [26].

SG, ilk kez 1989 yılında Jaron Lanier tarafından dile getirilmiş bir deyim olup gerçek veya hayali ortamın bilgisayarda oluşturulması, birtakım cihazlar ve giyisiler ile kullanıcılara bu ortam içerisinde oldukları yanılgısını sağlayan benzetim ortamı olduğu şekliyle tanımlamıştır [28].

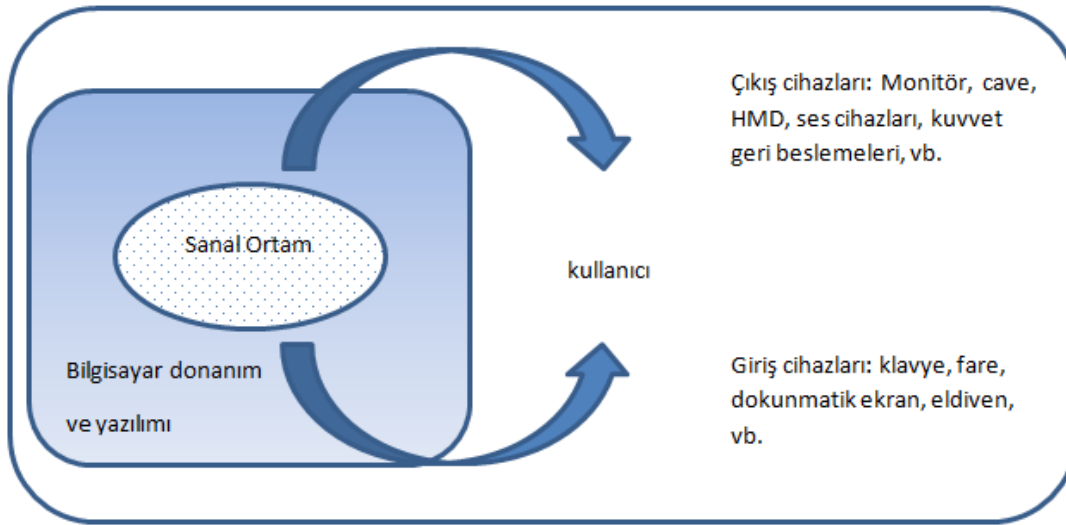
Sanal ve gerçek ortam arasındaki algısal farklılıkların araştırıldığı çalışmaların sonuçlarına göre sanal ortamın gerçek ortama yakınlık derecesi arttıkça kullanıcı tarafından verilen tepkiler de o derece gerçeğe yaklaşmaktadır [29].

Gerçekçilik hissinden taviz vermeme adına etkileşimin gerekliliklerini ve objelerde meydana gelen değişiklikler gerçek zamanlı ya da gerçeğe çok yakın bir hızla görüntülenmelidir. Bu ise SG sistemlerinin maliyetini arttıran bir unsurdur [27].

Etkileşimi sağlayan yazılım ile iletişim kurabilmek için çeşitli SG araçları kullanılır. Bu araçlar bazen sıradan bir fare ve klavye olabilirken bazen üzerinde sensörler bulunan bir veri eldiveni, bazen de kullanıcı ile hiç temas gerektirmeyen (ses tanıma, göz hareketlerini izleme, vb.) aygıtlar olabilmektedir [30].

3.1. Sanal Gerçeklik Yaşam Döngüsü

Bir SG sisteminde genel olarak sanal ortam modellenip monitör, başa takılan ekranlar, işitme ve kuvvet geri beslemeleri gibi çıkış birimleri aracılığı ile kullanıcının ortamı algılaması hedeflenir. Klavye, dokunmatik ekran, eldiven, özel kumandalar gibi giriş cihazları ile de kullanıcı verileri, sistemi yürüten yazılıma aktarılıp etkileşim sağlanır. Şekil 3.1.'de bu yaklaşım modellenmiştir.



Şekil 3.1. SG yaşam döngüsü [31]

3.2. Sanal Gerçeklik İzleme Mekanizmaları

SG izleme mekanizmaları, SG ortamında bulunan kişinin 3 boyutlu uzaydaki konumu ve hareketlerini izlemek amacıyla kullanılmaktadır. İzleme araçları, bir referans noktasına göre koordinat tespiti ve kullanıcı hareketlerini ölçmesi için sinyal veren bir kaynağa, bu sinyalleri alan bir algılayıcıya ve bu sinyallerin bilgisayara aktarımını sağlayan bir kontrol aygıtına ihtiyaç duyar [28].

İzleme cihazlarında; aygıt-kaynak arası mesafe, bu mesafe içine giren cisimler, monitörlerin yaydığı radyasyonlar, büyük metal nesnelere, çeşitli frekanstaki sesler performansı olumsuz yönde etkileyebilirler [28].

SG izleme mekanizmaları; mekanik algılayıcılar, elektromanyetik algılayıcılar, ultrasonik algılayıcılar, optik algılayıcılar, internal algılayıcılar gibi alt başlıklara ayrılmaktadır.

3.2.1. Mekanik algılayıcılar

Mekanik algılayıcılar hızlı ve güvenilirliği yüksek seviyedeki algılayıcılardır. Mekanik algılayıcılarda belirlenen referans noktası ile varılmak istenen hedef arasındaki konum ve yönelmeleri, genellikle kullanıcının başına monte edilen kontrol kutusuna bağlı mekanik bir kol algılar. Bu sistemde hareket uzayının kolla sınırlı olması bir dezavantaj teşkil etmektedir. Şekil 3.2’de sistem örnekleri verilmiştir.



Şekil 3.2. Mekanik algılayıcı örnekleri [28]

3.2.2. Elektromanyetik algılayıcılar

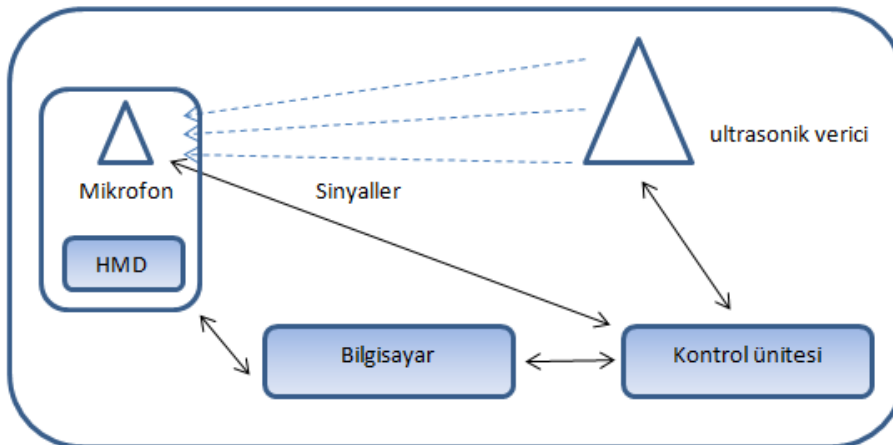
Elektromanyetik algılayıcılarda izlenilmek istenen bölgeye birbirine dik şekilde monte edilmiş üç adet tel bobin mekanizması yerleştirilir. Hareket halinde oluşan manyetik alanın ölçülmesi ile izleme işlemi gerçekleştirilir. Bu algılayıcıların elektromanyetik alandan etkilenmeleri, sahip oldukları bir dezavantajdır [28]. Şekil 3.3’de elektromanyetik algılayıcı örneği verilmiştir.



Şekil 3.3. Veri eldiveni üzerine yerleştirilmiş elektromanyetik algılayıcı [28]

3.2.3. Ultrasonik algılayıcılar

Ultrasonik algılayıcıların çalışma mantığında yüksek frekanslı ses dalgaları yer alır. Sistemde ses vericisi ve alıcısı arasındaki mesafe, yayılan sinyalin vericiden alıcıya ulaştığı süreye göre hesaplanır. Konum için ise üçgensel bir şema kurulması gerekmektedir (Bkz. Şekil 3.4). Ultrasonik algılayıcılarda; çevreden gelen seslerin yüksek frekanslı dalgaları saptırması, ses hızının; basınç, sıcaklık ve nemden etkilenmesi ölçümlerdeki hassasiyetleri olumsuz yönde etkilemektedir [28].



Şekil 3.4. Ultrasonik algılayıcı çalışma mantığı [28]

3.2.4. Optik algılayıcılar

Optik algılayıcılarda, optik verici ve alıcılar kişi takibini gerçeklemektedir. Optik alıcı olarak kamera yada fotosensörler çevreye yerleştirilebilirken vericiler ise kullanıcı üzerine yerleştirilebilir. Tam tersi senaryoda da izleyiciler çalışabilmektedir. Sistem oldukça hızlı olmasının yanı sıra sistemin maliyeti yüksek ve sistemde hareket alanı dardır [28].

3.3. Sanal Gerçeklik Etkileşim Cihazları

3.3.1. Başa takılan ekran (Head mounted display - HDM)

Kullanıcının kafasına takılan bir 3 boyutlu görüntüleme sistemidir. Üzerinde kullanıcının SG ortamında duyabileceği sesleri aktaran kulaklık ve ortamdaki görüntüleri görebileceği, her bir göz için bir monitör bulunmaktadır. Ayrıca kullanıcının baş hareketlerini algılayıp bağlı olduğu SG sistemine aktaran bir donanıma da sahiptir. Bu özelliği ile kullanıcı başını oynattıkça monitörlerdeki görüntüler de baş hareketine paralel olarak değişmektedir. Şekil 3.5'te başa takılan ekran örneği verilmiştir.



Şekil 3.5. Başa takılan ekran [32]

3.3.2. Veri eldiveni

Üzerinde pozisyon ve yönelmeyi algılayan izleyicileri bulunan bir SG giriş cihazıdır. Eldiven ele giyilir ve elin hareketleri izlenir. Aldığı verileri yorumlanmak üzere SG sistemini yürüten yazılıma gönderir ve veriler burada yorumlanır. Bazı eldivenler, üzerindeki donanımlar aracılığıyla dokunma hissini de verebilmektedir.

3.3.3. Vücut sensörleri

Günümüzde özellikle oyunlarda ve matematik modeli çıkarılamayan durumlarda kullanılan vücut sensörleri kullanıcının üzerine giydirilen özel kıyafet üzerinde konumlandırılmıştır. Bu sayede vücut hareketleri izlenebilmektedir [33].

3.4. Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları

SG uygulamaları başta eğitim olmak üzere eğlence sektörü, tıp, inşaat sektörü, turizm, imalat gibi çok çeşitli alanlarda kendine yer bulabilmektedir.

3.4.1. Eğitim alanında sanal gerçeklik

SG eğitim alanında oldukça yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu alanda kullanımdan doğan faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir [33].

1. Motivasyonu yükseltir ve öğrenme faaliyetinin kalıcılığını sağlar.
2. Gözle görülemeyecek ayrıntıların açıklanmasında kolaylık sağlar.
3. Tehlikeli deneylerin yapılmasını güvenli olarak gerçekleştirir.
4. Eğitimin tekrar imkanı oldukça fazla olup maliyet arttırmaz.

SG ile oluşturulmuş sürüş ortamları, askeri ve sivil alanlarda kullanıcıların güvenli bir biçimde eğitilmelerine olanak sağlamaktadır. Bu simülatörler uçak simülatörleri, tank simülatörleri, otomobil simülatörleri, motosiklet simülatörleri, tren simülatörleri, vb. simülatörlerdir.

3.4.2. Tıp alanında sanal gerçeklik

Doktor adaylarının mesleklerinde pratik kazanmaları adına sanal ameliyat ortamları oluşturularak doktor adayları simülasyonlar aracılığı ile sanal ameliyatlar gerçekleştirirler [31]. SG kullanılarak gerçek operasyonlar da başarılı bir şekilde gerçekleştirilmektedir [28]. Şekil 3.6'da sanal gerçekliğin tıp alanındaki bir uygulaması örneklendirilmiştir.



Şekil 3.6. SG yardımıyla diş hekimi eğitimi [34]

3.4.3. İmalat alanında sanal gerçeklik

Teknolojinin de desteğiyle üretim alanlarının büyük bir kısmında 3 boyutlu bilgisayar destekli tasarım kendine yer bulmaktadır. Örneğin üretilecek bir ürün seri üretime geçirilmeden önce tüm analizleri simülasyon ortamında gerçekleştirip iyileştirmeler yapıldıktan sonra imalat aşamasına geçilmekte ve bu şekilde zaman ve paradan tasarruf edilebilmektedir [28].

3.4.4. Eğlence Sektöründe sanal gerçeklik

SG teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı alanlardan biri de eğlence sektörüdür. Birçok oyun firması oyunlarında gerçeklik hissini en iyi şekilde yansıtmaya

çalışmakta ve bu durum da kademeli olarak donanımsal ilerlemeyi tetiklemektedir [28]. Örneğin bu tez çalışmasında geliştirilen simülatör, eğitimi gerçekleştirirken eğlenceyi de üst seviye kılma amacına hizmet etmektedir.

3.4.5. Psikolojik tedavilerde sanal gerçeklik

Sanal terapi olarak adlandırılan ve hastaların psikolojik rahatsızlıklarının tedavisinde önemli bir yeri olan terapide de SG kullanılmaktadır. Bu tedavi yönteminde, türlü fobilerin açığa vurularak korkunun üzerine gidilmesi temel unsurdur. Örneğin yapılan bir çalışma uçuş korkusu üzerinedir. Uçuş fobisi olan bir kişi uçak simülatörü ile sanal şehir turlarına çıkarılmıştır. Her seansın başında aşırı korkan hasta ilerleyen dakikalarda rahatlamıştır. Terapi sonunda gerçek bir helikopterle gezintiye çıkarılan hasta ilk etapta biraz korkmuş olsa da daha sonra simülatörde olduğu gibi hastada rahatlama gözlemlenmiştir [28].

3.4.6. Turistik faaliyetlerde sanal gerçeklik

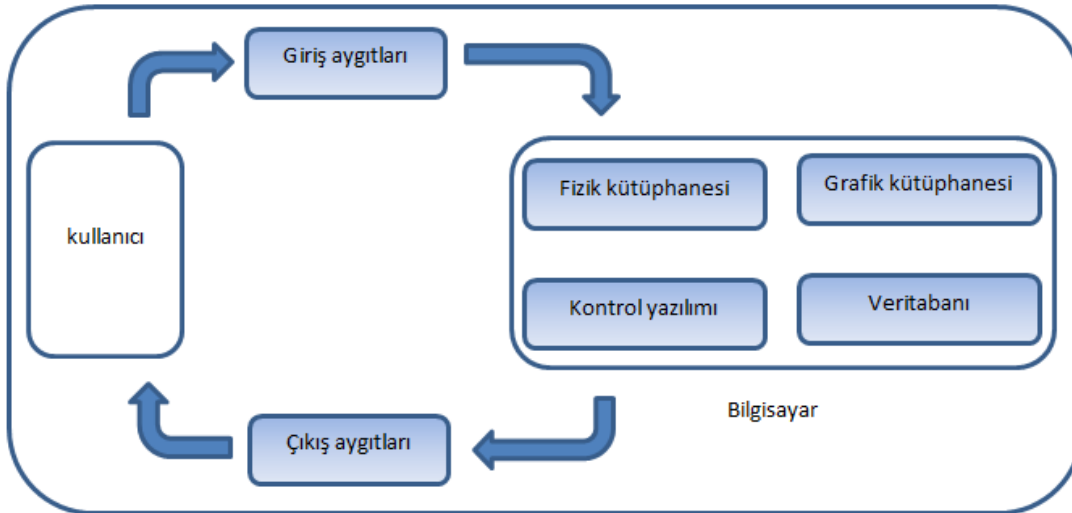
SG, teknolojinin gelişip yaygınlaşmasıyla birlikte kendine turizm alanında da yer bulmuştur. Örneğin Fransız devriminden sonra yok edilen “The abbey of Cluncy” manastırı arşiv kayıtlarından incelenip modellenmiştir. Modelleme ile birlikte, isteyen herkes yapının katlarında dolaşabilmekte ve binanın ayrıntılarını inceleyebilmektedir [27].

BÖLÜM 4. SIMÜLATÖRLER

Simülasyonlar, gerçek hayattaki olayların benzerlerinin bilgisayar ortamında sanal olarak oluşturulmasıyla, sistemin nasıl çalıştığı hakkında bilgi veren gerçeğin taklitleridir. Düşük maliyet, güvenlik ve hız simülasyon sistemlerinin popüler olmasının altında yatan temel nedenlerdir. Örneğin bir elektrik devresi tasarlarken, tasarımı oluşturma, deneme, hata bulma işlemlerini bir simülasyon aracılığıyla gerçekleştirmek, deneyi fiziki olarak gerçekleştirmekten daha ucuz ve kolaydır. Bu tür deneylerde; malzeme temini zaman alabilmekte, malzemelerin pahalı olması durumunda başlangıçta yapılan hesap hataları gibi hatalarda maliyet artmakta, güvenlik problemleri oluşmaktadır [33].

Örneğin UH-1H tipi bir helikopterin bir saatlik uçuş maliyeti yaklaşık 1500 TL iken helikopter simülatöründe 1 saat uçuş maliyeti yaklaşık 250 TL'dir. Bir uçağın yıllık ortalama uçuş süresi 500 saattir. Bir uçak simülatörü ise yıllık 4000 saat hizmet verebilmektedir. Bu da simülatörlerin diğer bir avantajıdır [35].

Simülatörler, benzetimi yapılan sistemler ile iletişim kurabilmek için giriş aygıtlarını kullanır ve simülasyon görüntüsünü varsa fiziksel geri beslemelerle sunarlar. Girişlerden gelen veriler, yazılım üzerinde yorumlanıp çıkışlar elde edilir. Yazılım da kendi içinde birden çok modül içerebilmektedir. Sistemle ilgili veriler veri tabanında tutulurken sistemdeki verilerin, gerçekçi bir şekilde, matematik ve fizik kurallarına uygun olarak dış ortama çıktı olarak iletilmesini fizik kütüphanesi sağlar. Çıktıların görselliği grafik kütüphanesi ile sağlanırken tüm bu işlemler kontrol yazılımı aracılığı ile bir arada yürütülür. Şekil 4.1'de simülatörlerin çalışma sistemi bloklar halinde verilmiştir.



Şekil 4.1. Simülörlerin ilişkisel mekanizması [33]

4.1. Sürücü Simülörleri

Otomotiv sektöründeki araştırmalar için geliştirilen sürücü simülörlerinde gerçekçiliği yakalamak için çok sayıda grafik işlemci kullanılabilirken gerçek zamanlı grafikler ve üç boyutlu sesler elde etmek için ise yüksek performanslı paralel çalışan bilgisayarlar yada sunucular kullanılır. Hareket mekanizması olarak da 6 serbestlik derecesine sahip Stewart platformlar tercih edilmektedir [36].

Sürücü simülörlerinin serbestlik derecesi arttıkça hareket kabiliyetleri de artmaktadır. İleri seviye simülörler altıdan fazla serbestlik derecesine sahiptirler [33]. Şekil 4.2’de Toyota tarafından otomotiv sektöründe araştırma amaçlı geliştirilmiş ileri seviye bir simülör verilmiştir.

4.2. Simülörü Oluşturan Yazılımlar

Simülörlerin karmaşık davranışlarını yönetebilmek için yazılımlardan yararlanır. Bu yazılımlar grafik işlemleri için grafik kütüphaneleri, fizik işlemleri için fizik kütüphaneleri ve bu kütüphaneleri içinde barındıran bir OM olabilmektedir.



Şekil 4.2. Toyota sürücü simülatörü [20]

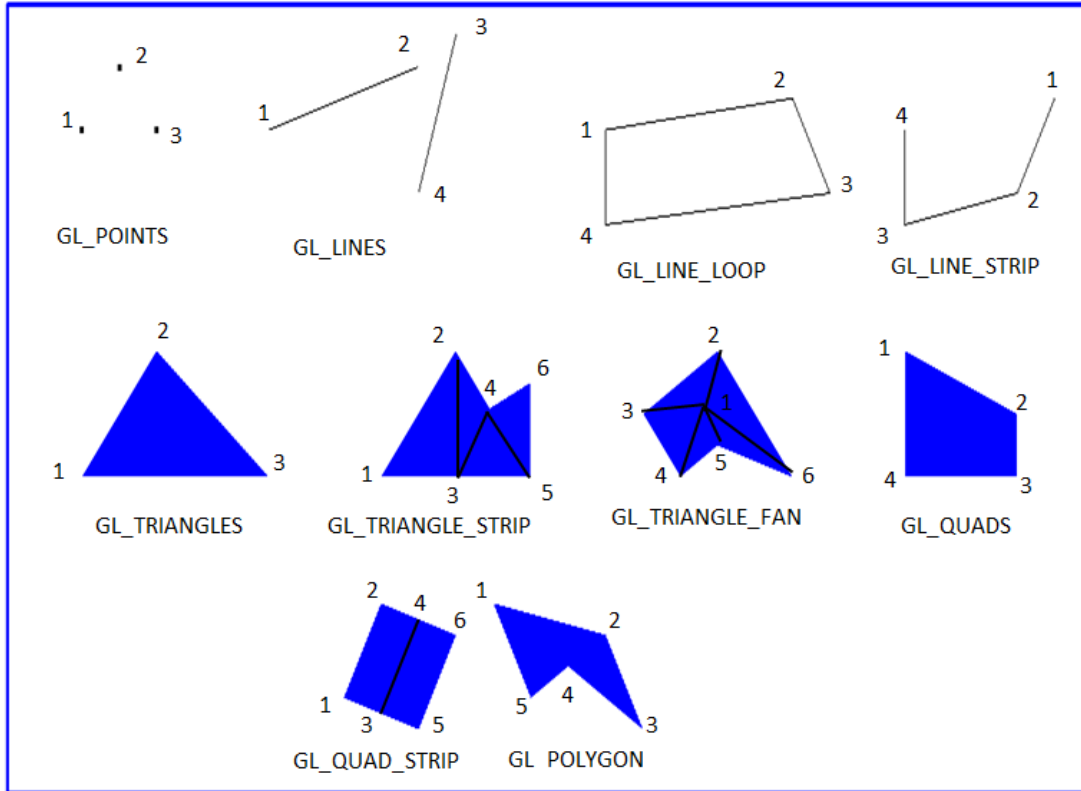
4.2.1. Grafik kütüphaneleri

Grafik kütüphaneleri arasında iki kütüphane dikkat çekmektedir. Bunlar OpenGL ve DirectX kütüphaneleridir.

4.2.1.1. OpenGL (Open Graphics Library)

Grafik donanımı için bir arayüz olan OpenGL, etkileşimli üç boyutlu uygulamalar sağlamak için geliştirilmiş bir grafik kütüphanesi olup yaklaşık 150 komut içermektedir. Birçok platforma entegre edilebilecek bir yapıya sahiptir. İşletim sistemlerinde pencere oluşturma ve donanımdan veri alma işlemleriyle ilgili komutlara sahip olmadığından dolayı donanım bağımsız bir arayüzdür. OpenGL ile nesne çizimleri ilkel nesnelere aracılığı ile sağlanır. Bu ilkel nesnelere noktalar, çizgiler ve poligonlardır. Şekil 4.3’de bu nesnelere verilmiştir [37].

OpenGL işletim sistemlerinden bağımsız olduğundan, çizim penceresi oluşturma ve veri alma ile ilgili komutlara sahip değildir. Pencere oluşturma ve veri alma işlemleri için OpenGL Utility Toolkit’i (GLUT, OpenGL Araç Kiti) kullanmaktadır.



Şekil 4.3. İlkel OpenGL nesneleri

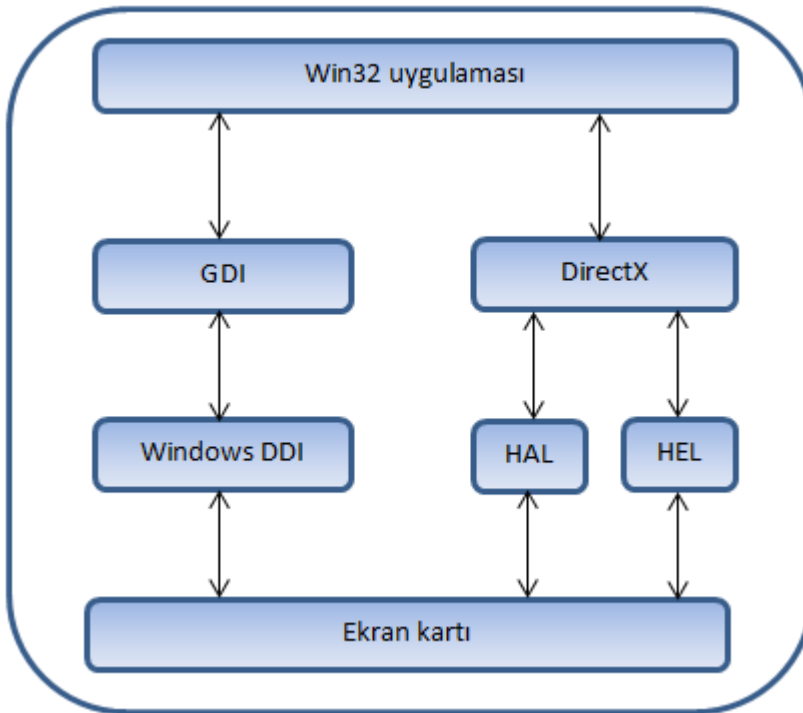
OpenGL'in platform (Windows, Linux, Mac) bağımsız olması, çeşitli sistemler (kişisel bilgisayarlar, gömülü sistemler vb.) üzerinde çalışabilmesi, birçok programlama dili tarafından kullanılabilmesi, kolay anlaşılabilir bir yapıya sahip olması, OpenGL'in avantajları olarak kendisini öne çıkarmaktadır.

4.2.1.2. DirectX

DirectX, Windows sistemler üzerinde gerçekleştirilen grafiksel uygulamalarda bir arayüz görevi görmektedir. OpenGL gibi grafik donanımı ile iletişimi sağlar, yazılan uygulama kodu ile donanımsal bileşenler arasında çalışır [38]. Şekil 4.4'de DirectX'in Windows sistem üzerindeki hiyerarşik konumu verilmiştir.

DirectX geliştirilmeden önce, Windows sistemler üzerinde ekran kartına grafik aracı arayüzü (GDI, Graphics Device Interface) ile erişim sağlanırdı. Bu arayüz uygulamaların gerçek zamanlı olması noktasında bir dezavantaj teşkil etmekteydi.

Bu sebeple de oyun programcılarını DOS işletim sistemi ile program geliştirmeye devam ettiler. Bu engelin önüne geçebilmek için DirectX geliştirildi [39].



Şekil 4.4. DirectX'in sistem üzerindeki yeri [39]

4.2.2. Fizik kütüphaneleri

Fizik kütüphaneleri, gerçek dünyanın fiziksel kurallarının, sanal dünyaya taşınmasından sorumludur. Bir simülasyonda nesnelerin hareketleri, varsa birbirleri ile olan etkileşimleri ve diğer fiziksel davranışlarının gerçekçi olması, simülasyonun da gerçekçi olmasını sağlayan temel unsurlardandır. Açık kaynak kodlu veya ticari amaçlı olmak üzere çok sayıda fizik kütüphanesi bulunmaktadır [33].

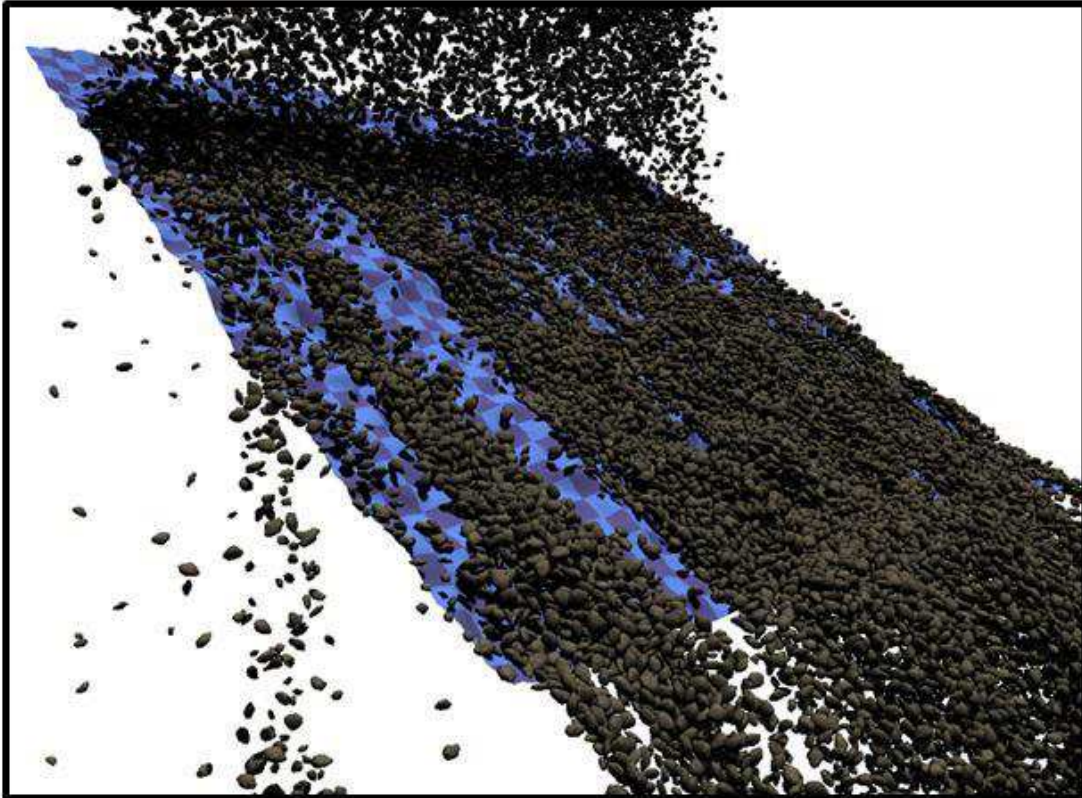
4.2.2.1. Havok Physics

Bir İrlanda firması olan Havok tarafından geliştirilmiş bir fizik kütüphanesidir. Dinamik simülasyon özelliği sayesinde kullanıcılarına, oyunlarda daha gerçekçi bir sanal dünya sunar. Üç boyutlu ortamda gerçek zamanlı çarpışma ve katı gövde dinamiği fiziksel olaylarını gerçeklemektedir [40].

Bazı kütüphaneleri yalnızca binary formatta olmasına rağmen FM (fizik motoru) özellikleri C/C++ kodlama ile değiştirilebilme esnekliğine sahiptir. Havok FM; Windows, Nintendo, Sony, Linux ve Mac platformlarda çalışabilmektedir [41]. Aşağıda Havok FM'nin kullanıldığı bazı oyunlar verilmiştir [42].

1. Age of Empires Online
2. Assassin's Creed serileri
3. Battlefield 3
4. Call of Duty: Black Ops II
5. Medal of Honor: Heroes
6. Tom Clancy's Ghost Recon 2
7. Tony Hawk's Proving Ground

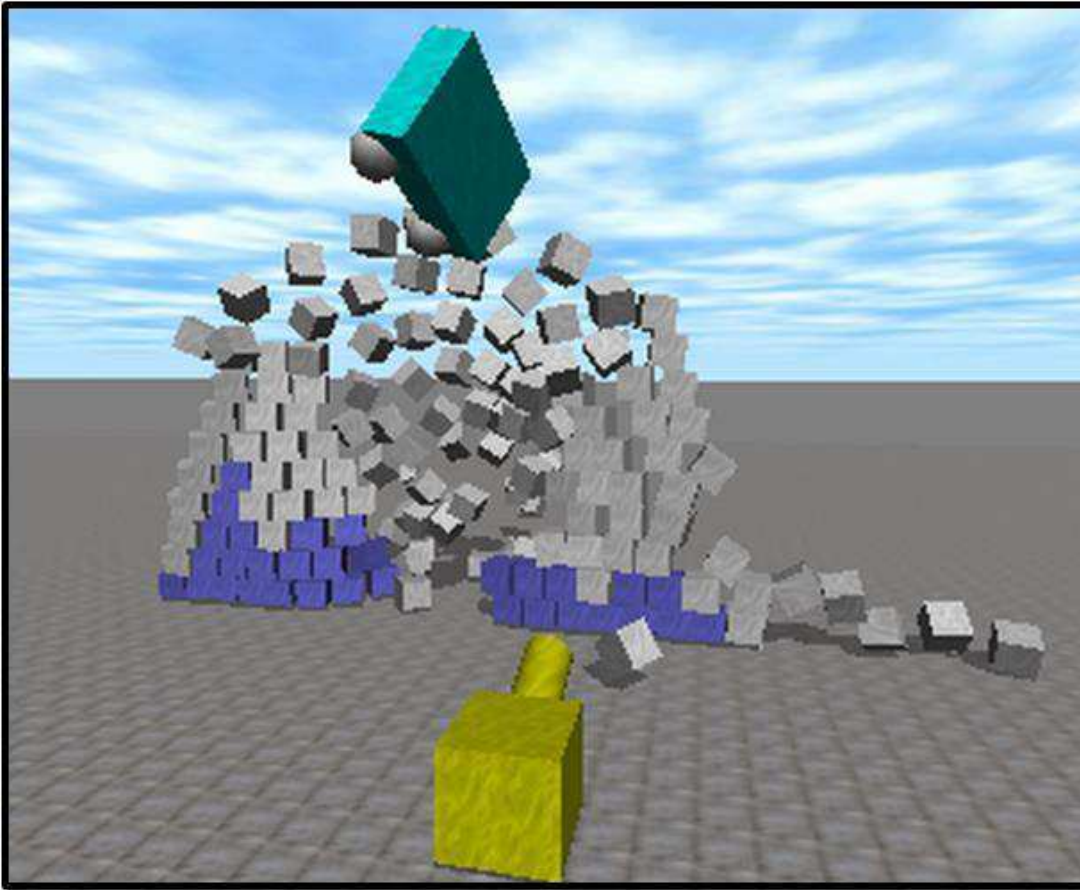
Şekil 4.5'de Havok FM ile simüle edilmiş taş akışı simülasyonu verilmiştir.



Şekil 4.5. Havok FM ile simüle edilmiş bir akış [43]

4.2.2.2. Open Dynamics Engine (ODE)

Russel Smith tarafından geliştirilen ODE, katı gövde dinamiği için yüksek performans sergileyebilen bir kütüphanedir. Platform bağımsız olan kütüphanenin, C/C++ programlama arayüzü sayesinde kullanımı da kolaydır. Araç simülasyonlarında ve sanal nesne simülasyonlarında kullanışlı olup 3 boyutlu yazılım araçları ve simülasyon araçları ile pek çok oyunda kullanılmaktadır [44]. Şekil 4.6'da ODE ile geliştirilmiş bir simülasyon örneği verilmiştir. Şekil 4.7'de ODE kullanan, eğitim ve araştırma amaçlı geliştirilen Webost isimli bir prototip verilmiştir.



Şekil 4.6. ODE ile simüle edilmiş bir çarpışma örneği [45]



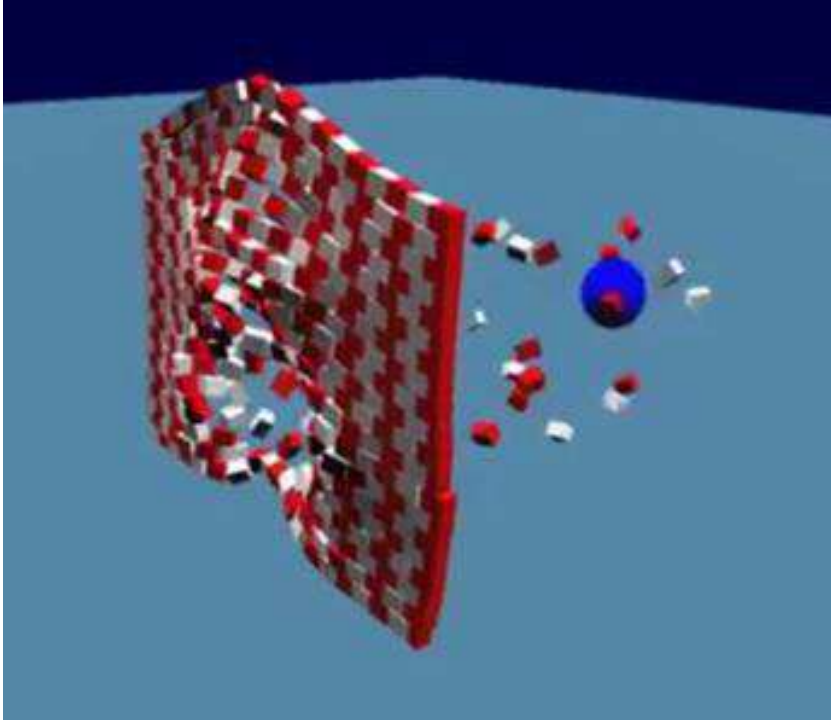
Şekil 4.7. ODE kullanılarak geliştirilmiş bir robot prototipi [46]

4.2.2.3. Newton Game Dynamics

Oyunlar ve gerçek zamanlı diğer uygulamalarda, katı gövde simülasyonlarını gerçekleştirmek için geliştirilen açık kaynak kodlu bir fizik kütüphanesidir. Deterministik bir yaklaşımla çalışır. Akademik ve ticari birçok uygulamada kullanılmaktadır. Mount & Blade ve City Bus Simulator, Newton Game Dynamics kullanılarak geliştirilmiş oyunlardandır [47]. Şekil 4.8’de Newton Game Dynamics kullanılarak hazırlanan bir animasyondan alınmış görüntü verilmiştir.

4.2.2.4. PhysX

PhysX, Ageia’ tarafından geliştirilmiş daha sonra Nvidia tarafından satın alınmıştır. PhysX gerçek zamanlı bir FM ‘dir [49].



Şekil 4.8. Newton Game Dynamics kullanan bir animasyon görüntüsü [48]

Akıllı telefonlardan yüksek kaliteli işlemci ve grafik işlem birimlerine sahip bilgisayarlara kadar geniş yelpazede ürünlere destek vermektedir. Gerçek zamanlı çarpışma yakalama ve katı gövde, bez ve sıvı parçacıkları simülasyonları için kullanılır. Batman Arkham City, Mafia 2 ve Batman Arkham Asylum; PhysX FM kullanılarak gerçekleştirilen oyunlardan bazılarıdır [50]. Şekil 4.9’da PhysX kullanılarak elde edilmiş sıvı dinamiğini simüle eden bir görüntü verilmiştir.



Şekil 4.9. PhysX kullanılarak yapılan bir sıvı dinamiği simülasyonu [51]

Bu tez kapsamında geliştirilen eğitim amaçlı sürücü simülatöründe kullanılan Unity, Nvidia PhysX FM kullanmaktadır. Bu motor sayesinde Unity’de rüzgar ile dalgalanan saç ve elbise efektleri, araç lastiklerinde meydana gelen aşınmalar, çöken duvar efektleri, cam kırılması vb. olayları gerçekçilik kazanır [52].

4.2.3. Oyun motorları

OM’ler; geliştirilen oyunun tüm yazılımsal ve donanımsal ilişkilerini düzenleyen, oyunların alt yapısını oluşturan görsel ve işitsel kabiliyetleri ile yapay zeka gibi arayüzleri bünyesinde barındıran, kullanıcılarına kişiselleştirme imkanlarını sağlayan yazılımlardır [53].

OM’ler, gerçek zamanlı olarak çok kullanıcıli etkileşimleri destekler, sanal ortama ileri seviye gerçeklik hissi katar, hareketlerin gerçekçi benzetimlerini mümkün kılar, standart bilgisayarlarda kullanılacak yaygınlığa ve hızlı çalışma mekanizmasına sahiptirler [53].

Popüler OM’lerden bazıları aşağıda verilmiştir [52,54]:

1. Unity
2. Cry Engine
3. C4 Engine
4. Game studio
5. Unreal Engine
6. Torque
7. 3Impact
8. Deep Creator
9. vb.

4.2.3.1. Unity

Bir oyun geliştirme platformu olan Unity’de geliştirilen oyunlar, Unity Web Player sayesinde hiçbir kurulum gerektirmeden web tarayıcısı üzerinden

oynatılabilmektedir. Bu yönü ile Unity oyunları düşük özelliklere sahip bilgisayarlarda rahatlıkla oynatılabilmektedir. Unity'nin dikkat çeken bir başka özelliği de hazırlanan bir oyunun herhangi bir altyapı değişikliğine gerek olmadan farklı platformlara entegre edilebilmesidir [55].

Unity Web player eklentisi Windows, Linux, Mac, Android ve iOS işletim sistemlerinde desteklenmekte ve kullanım açısından Adobe Flash Player, Adobe Shockwave ve Silverlight teknolojilerine benzemektedir [55]. Şekil 4.10'da Unity ile geliştirilmiş Wasteland 2 isimli oyundan bir ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.10. Unity ile geliştirilmiş Wasteland 2 oyunu [56]

4.2.3.2. Cry Engine

Farklı platformlarda çalışabilen OM, FarCry adlı oyun için Crytek firması tarafından geliştirilmiştir. Poligon indirgeme özelliğiyle detay seviyesi yüksek olan gerçek dünyaya ait nesnelere (su, çimen, vb.) modellenip hareketlendirilebilmektedir [53]. Şekil 4.11'de Cry Engine ile tasarlanmış bir sahne verilmiştir.



Şekil 4.11. Cry Engine ile tasarlanmış sanal bir ortam [57]

BÖLÜM 5. SANAL SÜRÜCÜ SİMÜLATÖRÜ TASARIMI ve GERÇEKLENMESİ

5.1. Uygulamanın Genel Detayları

Bu tez çalışmasında, sürücü adaylarını teorik ve pratik olarak eğitmek amacıyla, güvenli ve düşük maliyetli bir sürücü simülatörü geliştirilmiştir. Simülatörde sanal ortam olarak Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü modellenip kullanılmıştır. Sürücü eğitimini gerçekleştirmek için senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryolara bağlı olarak trafik tabelaları ve trafik ışık sistemleri sanal ortama eklenmiştir. Sanal ortamın oluşturulmasının ardından bu ortam ile etkileşim için Unity kullanılmıştır.

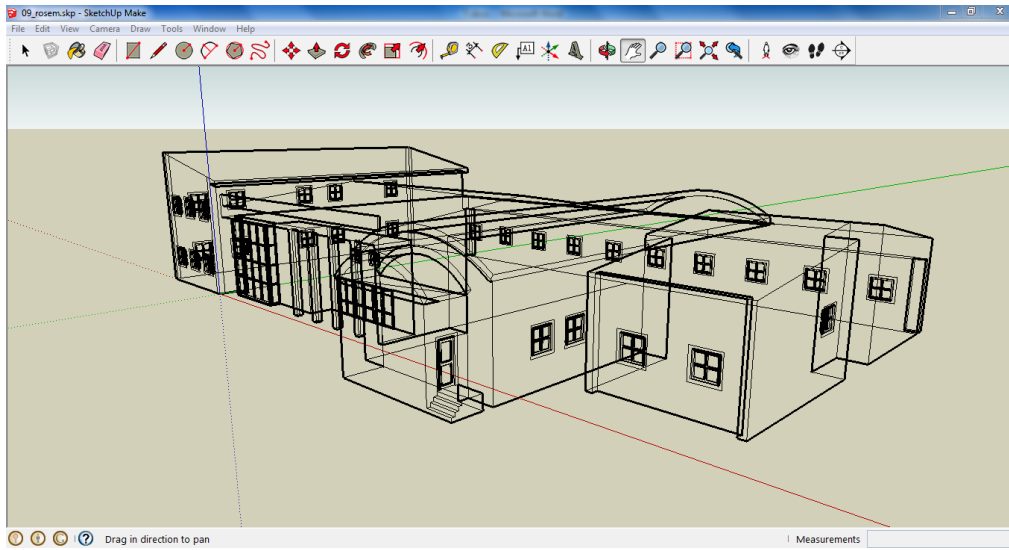
Geliştirilen sanal ortam araç sürüşü için yeterli olmakla birlikte sürücü eğitimi için yeterli değildir. Sürücü performansını değerlendirmek için bir ceza puanı sistemi tasarlanmış ve sisteme entegre edilmiştir.

Simülasyonun gerçekçilik hissini arttırmak için sistem, donanımsal bir platformla entegre edilmiştir. Bu platform bir adet sürücü koltuğu, sanal ortamı dışarı aktaran bir projeksiyon cihazı, projeksiyon perdesi ve direksiyon setinden oluşturulmuştur. Direksiyon setinde ise direksiyon, pedal sistemi ve vites modülü bulunmaktadır.

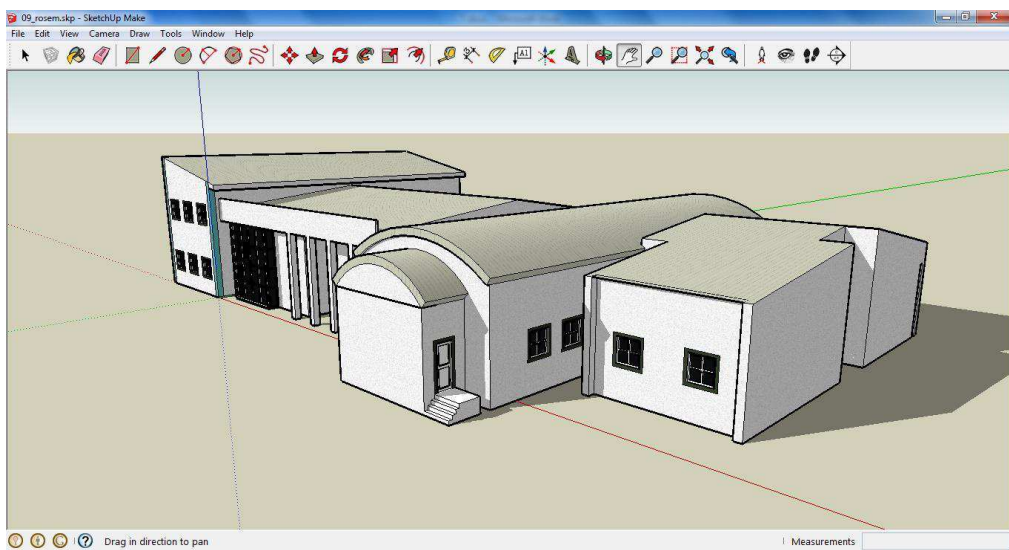
5.2. Modelleme

Sanal ortam olarak Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü modellenmiştir. Kampüs bünyesinde yer alan binalar tek tek yerinde incelenmiş, detayları fotoğraf makinesi ile dijital ortama aktarılmıştır. Bina krokileri de incelendikten sonra SMP ile binalar 3 boyutlu olarak modellenmiştir.

SMP 3 boyutlu modellemeye ihtiyaç duyulan her alanda kullanılabilir, sade bir arayüze sahip 3 boyutlu modelleme programıdır. 2001 yılında @Last Software firması tarafından üretilen program, 2006 yılında Google'ın bu firmayı satın almasıyla, SMP'nin de doğal olarak sahibi olmuştur. 2012 yılında yine el değiştiren SMP Trimble'nin ürünü haline gelmiştir. SMP'nin son sürümünde diğer sürümlerinden farklı olarak tüm 3 boyutlu çizim programlarının dosyasını açabilme gibi yeni ve işlevsel bir özellikle karşılaşılmaktadır [58]. Şekil 5.1'de kampüs içindeki bir binanın temel çizim hali ve Şekil 5.2'de doku giydirilmiş hali mevcuttur.



Şekil 5.1. Bir yapının temel çizimi



Şekil 5.2. Temel yapının doku eklenmiş hali

Şekil 5.3’de kampüs kafeteryanın resmi ve Şekil 5.4’de de modellenmiş hali bulunmaktadır. Şekil 5.5’de ise M5 binasının resmi ve Şekil 5.6’da modellenmiş hali yer almaktadır.



Şekil 5.3. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, kampüs kafeterya fotoğrafı

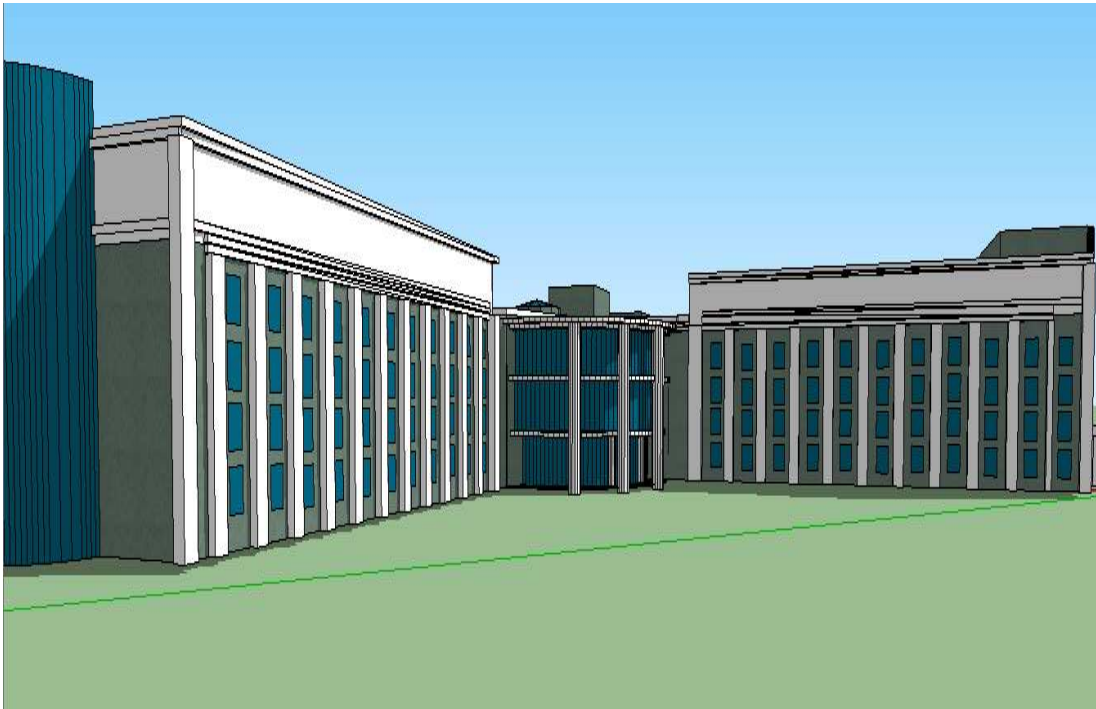


Şekil 5.4. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, kampüs kafeterya modeli

Binaların modellenmesinin ardından yolların, trafik levhalarının, aydınlatma direklerinin, trafik ışıklarının modellenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Esentepe Kampüsü’nün yollarının modellenmesi için yolların yapısını iki boyutlu düzleme aktarılma adına, Google Maps üzerinden (dünya görünümünde iken) Esentepe Kampüsü’nün ekran görüntüsü alınarak SMP’ye aktarılmıştır ve boş bir çalışma alanının zeminine yerleştirilmiştir. Böylelikle 3 boyutlu uzayda yolların konumu şekillenmiş ve bu ortamda yollar modellenmiştir. Şekil 5.7 yolların bu şekilde modellenme aşamasını göstermektedir.



Şekil 5.5. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, M5 binası fotoğrafı

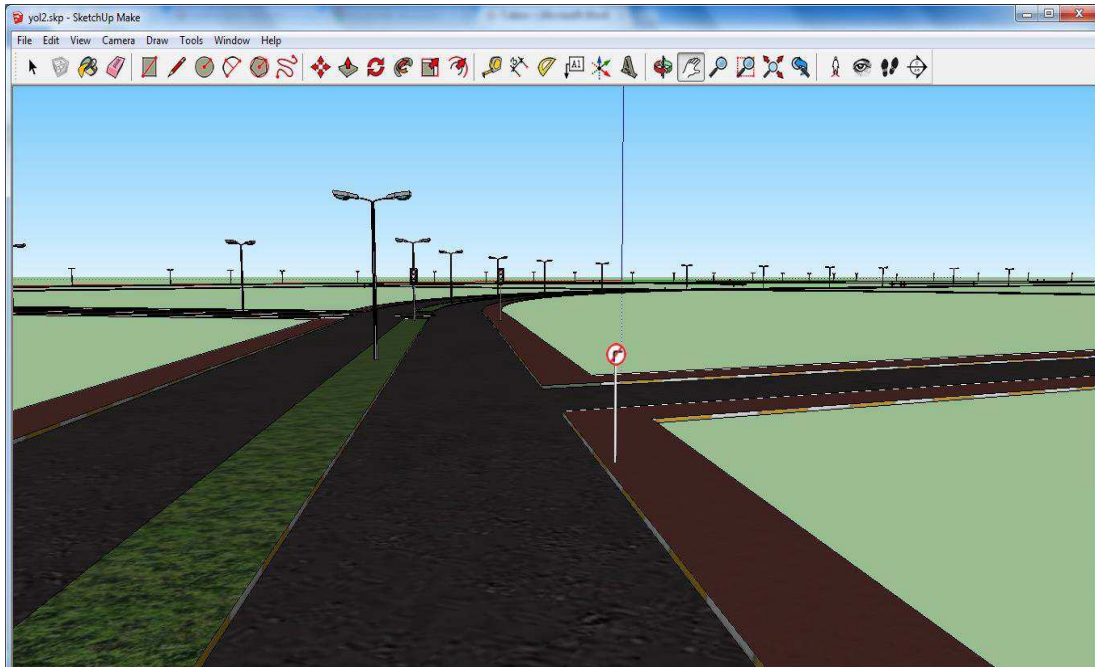


Şekil 5.6. Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, M5 binası modeli



Şekil 5.7. Kampüs yollarının modellenmesinden bir aşama

Şekil 5.8’de trafik ışık sistemi, trafik işaret levhaları ve aydınlatma ışıklarının oluşturulan yollara senaryolara uygun şekilde yerleştirilmiş hali mevcuttur.

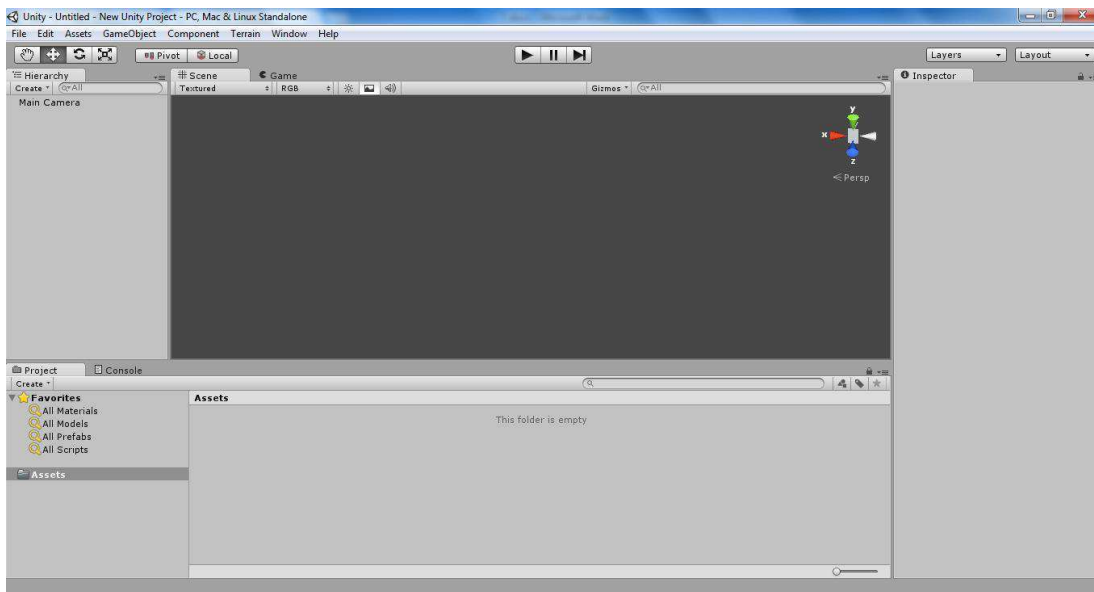


Şekil 5.8. Yola diğer modellerin eklenmesi

5.3. Oyun Motoru

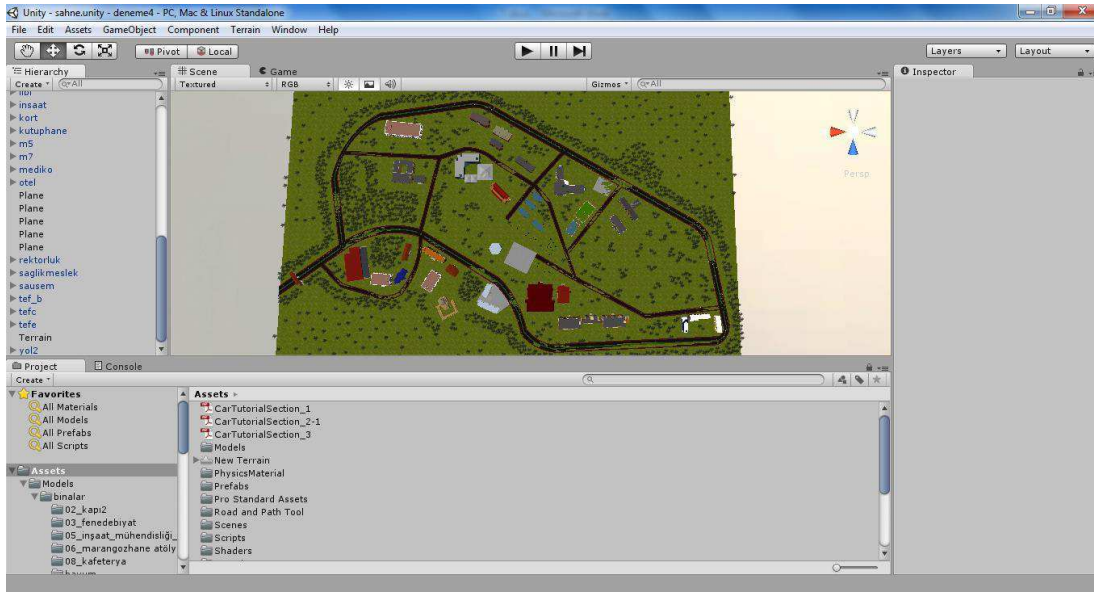
Sanal ortam bileşenleri oluşturulduktan sonra; bu bileşenleri adım adım bir araya getirmek, ortama araç eklemek, araç kontrollerini takip etmek ve bir geri besleme sistemi oluşturabilmek için Unity Game Engine kullanılmıştır.

Unity yaygın kullanıma sahip bir OM'dir. Unity'nin en belirgin özelliklerinden birisi; gelişmiş özellikleri barındıran üç boyutlu bir oyunun, bilgisayarlara kurulmadan oynanmasını sağlamasıdır. Unity'de hazırlanan oyunlar Unity Web Player eklentisi sayesinde web tarayıcı üzerinden çalışabilmektedir, bu yönüyle de oyun üreticileri oyunlarını kendi sunucuları üzerinden oynatarak korsan oyunların önüne geçmiş olmaktadır. Yine Unity sayesinde oyunlar bilgisayarlara fazla yüklenmediğinden kullanıcıları kapasitesi yüksek yeni bir bilgisayar alma derdinden de kurtarmaktadır. Unity'nin dikkat çeken diğer bir özelliği de hazırlanan bir oyunu istenilen platforma tek tuşla adapte edebilmesidir. Örneğin bir Windows sistem için düşünülen ve geliştirilen bir oyun istenildiği zaman rahatlıkla Android bir sistem için hazır hale getirilebilir. Unity'de oyunlar geliştirilirken aynı zamanda programlama imkanı da sunulmaktadır. Son sürümü; Java, C# ve Boo dillerini desteklemektedir [59]. Şekil 5.9'da Unity'nin başlangıç arayüzü görülmektedir.

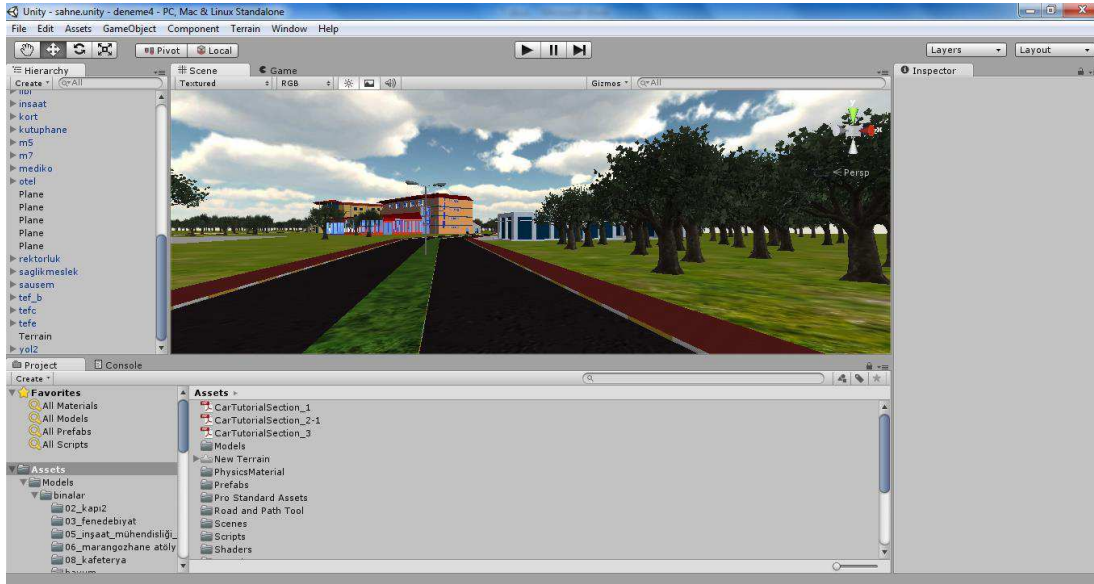


Şekil 5.9. Unity'nin başlangıç arayüzü

Modelleme işlemlerinin ardından; kampüsün kaydedilmiş ekran görüntüsü, Unity'nin çalışma ortamının zeminine eklenip tüm bileşenler resim üzerine tek tek yerleştirilmiştir (Bkz. Şekil 5.10). Unity özellikleri kullanılarak zemin üzerinde bitki örtüsü oluşturulmuştur. Bu aşamaya kadar olan Unity içindeki 3 boyutlu ortam görüntüsü Şekil 5.11'de gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Sanal ortamın son hali



Şekil 5.11. Unity'de sanal ortamdan bir görüntü

Unity'nin, 3 boyutlu oyun programlarının kullanabileceği sayısız kaynak içeren "asset store" isimli varlık kütüphanesi mevcuttur. Bu simülâtörde kullanılan araç, kullanılabilir halde varlık kütüphanesinden temin edilmiştir. "Car tutorial" isimli bu kaynağı Unity'e entegre edip asset modülünden aracı sahneye sürükleyip bırakmak, play tuşuna bastıktan sonra aracın klavye ile kontrolü için yeterlidir.

Unity üzerindeki hierarchy sekmesi altında uygulamada bulunan bütün nesnelere yer almaktadır. Burada bulunan kamera nesnesini seçip kameranın sahne üzerinde aracı takip edeceği pozisyonu ayarladıktan sonra kamera nesnesi, car (araba) nesnesinin hiyerarşik olarak alt dalına eklenmelidir. Bu işlem, araç hareket ettiğinde kameranın da araçla birlikte hareket etmesine olanak sağlayacaktır.

Bu aşamada sahneye eklenen araç ile sahnede sürüş sağlanabilmektedir. Ancak sürücü eğitimi ve performansını ölçmek için uygun senaryolar ve değerlendirme modülü eklenmesi gerekmektedir. Bu amaçla gereksinimler belirlenip Unity üzerinde programlaması gerçekleştirilmiştir.

5.4. Uygulama Mantığı

Simülâtör üzerinde sürücü verilen bir görevi yerine getirirken araç konum ve oryantasyon bilgileri de elde edilir. Yapılmış olunan trafik ihlali ve senaryo dışına çıkılma faaliyetleri puanlandırılır. Puanlama sistemi, Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı'nın hazırladığı Trafik İdari Para Cezası Rehberi'ne göre düzenlenmiştir [19]. Rehberdeki temel başlıklar; ihlalin konusu, kimlere uygulanacağı, ceza miktarı, ceza puanı, belgenin geri alınma süresi, belgenin iptali, trafikten men, araç kullanmaktan men ve diğer hususlardır. Bu çalışmada yapılan uygulamada göz önünde bulundurulmuş başlıklar ise trafik ihlalinin konusu ve ceza puanı başlıklarıdır. Tablo 5.1'de bazı ceza türleri ve karşılığındaki ceza puanları yer almaktadır.

Puanlama sistemine göre uygulama anında, örneğin araç kırmızı ışıkta geçerse 20 ceza puanı, simülâtör tarafından kullanıcıya verilir. Eğer sağa dönüşün yasak olduğu bir yerde sağa dönülürse bu kez de 20 ceza puanı verilir ve toplamda 40 ceza puanına

erişilmiş olur. Bu şekilde her ceza puanı skora eklenerek uygulama sonlanır. Uygulamadaki amaç, tahmin edileceği üzere sıfır ceza puanı ile görevi tamamlamaktır.

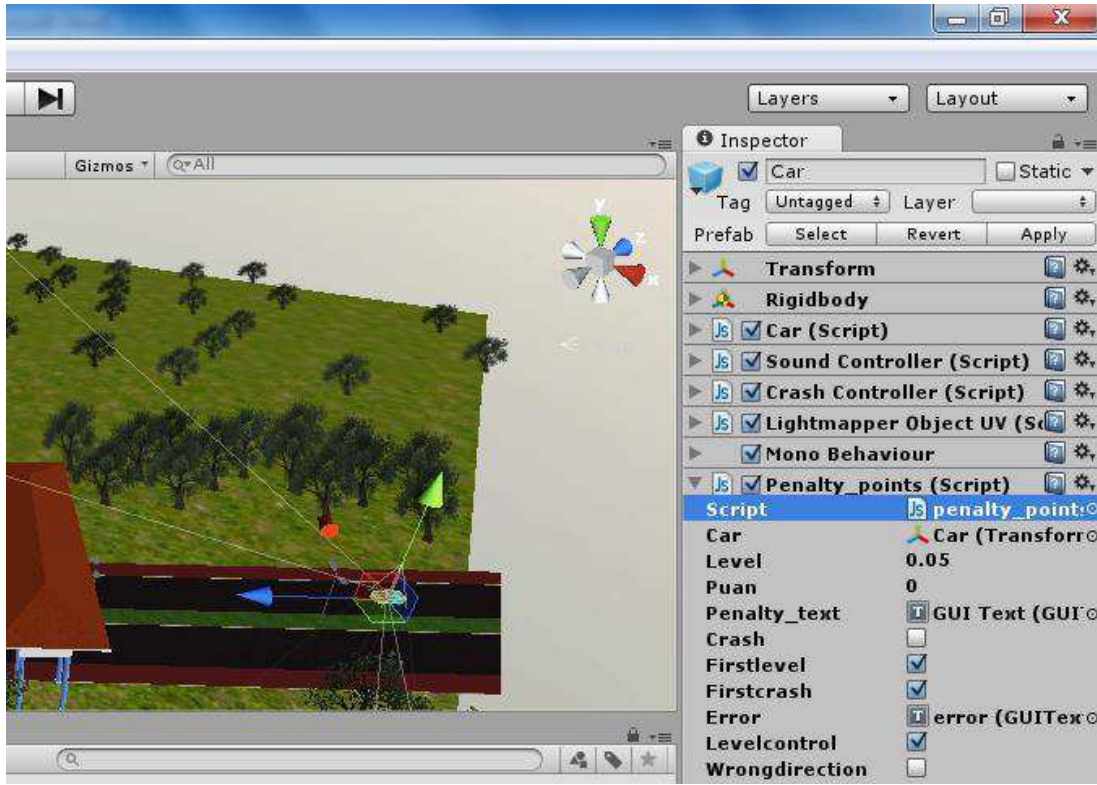
Tablo 5.1. Simülâtörde kullanılan ceza puanları tablosu

Ceza türleri	Ceza puanı
Kırmızı ışık kurallarına uymamak	20
Hız sınırını %10'dan %30'a kadar (%30 dahil) aşmak	10
Tehlikeli kullanım (simülâtörde yolun dışına çıkma olarak kullanıldı)	10
Trafik işaret levhaları, cihazları ve yer işaretlemeleri ile belirtilen veya gösterilen hususlara uymamak	20
Taşıt yolu üzerinde duraklamanın yasaklandığı yerlere park etmek	15
Hız sınırlarını % 30'dan fazla aşmak	15
Sağa veya sola dönüş kurallarına riayet etmemek	20

5.5. Sistem Yazılımı

Aracın kullanım esnasındaki hareketlerinin tespiti ve olası kural hataları için verilecek tepkiler JS'lerle sağlanmıştır. Unity uygulama geliştirme arayüzü olarak MonoDevelop kullanılmaktadır. Unity'de geliştirilecek uygulamalara kodlar bu arayüz üzerinden dahil edilmektedir. MonoDevelop üzerinde geliştirilen scriptler Unity arayüzünde sol tarafında bulunan hierarchy alt penceresinden ilgili nesne seçilerek, sağ tarafında bulunan ve nesneye dair özelliklerin bulunduğu inspector panelinde nesneye bağlanır. Örneğin bu uygulamada yazılmış olan “penalty_points” scripti car nesnesinin script bölümüne eklenmiştir. Şekil 5.12’de bu yapı görülmektedir.

Uygulama esnasında; ekranın sol üst köşesinde, ceza puanının takip edilebileceği GUI Text nesnesi eklenmiş olup her yeni hatada güncellenmektedir. Şekil 5.13’te test esnasında alınan ceza puanlarının anlık bir görüntüsü bulunmaktadır.



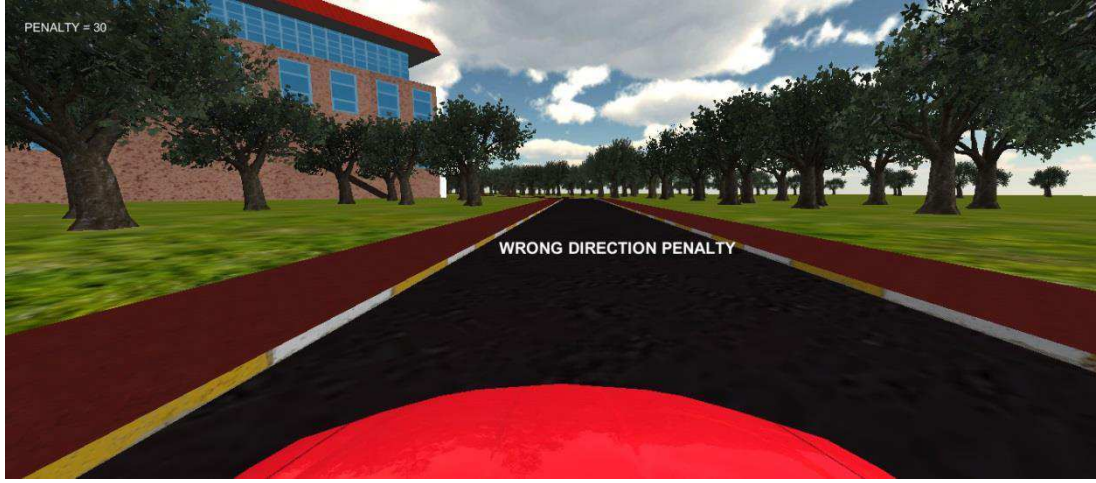
Şekil 5.12. Araç nesnesine script ekleme



Şekil 5.13. Test aşamasındaki ceza puanının anlık bir gösterimi

Uygulamada sürüş esnasında meydana gelen kural ihlalleri için ihlalin ne olduğunu bildiren bir uyarı yazısı ekranda belirir ve bu geri besleme ile sürüş yapan kişi hatasının farkına varır, bu uyarıdan sonra ilgili pozisyonlarda aynı uyarı sebebiyle ceza puanı almamak için bu pozisyonlarda kural gereği davranmaya özen göstermesi

sağlanır. Şekil 5.14’de sağa dönüşün yasak olduğu, Şekil 5.15’de ise kırmızı ışıkta geçilen bir durumdaki geri beslemelerin anlık ekran görüntüleri mevcuttur.



Şekil 5.14. Yanlış yön uyarısı



Şekil 5.15. Kırmızı ışık ihlali uyarısı

5.6. Sistem Donanımı

Sanal ortamın oluşturulması ve gerekli yazılımların gerçekleştirilmesinden sonra; sistemin, kullanıcıya gerçek araç içerisinde olduğunu hissettirecek bir donanım entegrasyonu sağlanmıştır. Sistem donanımı bir bilgisayar, projeksiyon cihazı, projeksiyon perdesi, sürücü koltuğu ve direksiyon setinden oluşmaktadır. Direksiyon seti Logitech G25 Racing Wheel, bir adet direksiyon, pedal mekanizması ve vites modülü içermektedir. Şekil 5.16 direksiyon setinin parçalarını göstermektedir.



Şekil 5.16. Logitech G25 Direksiyon seti

Direksiyon seti, sürücü koltuğuna gerçek bir otomobildekine benzer olarak entegre edilmiştir. Direksiyon setinin sistem yazılımına entegrasyonu için ilave bir yazılıma gerek duyulmamaktadır. Unity, Logitech G25 direksiyon setini giriş birimi olarak otomatik algılamaktadır. Bunun için Unity’de Edit menüsünden Input seçeneğine erişildiğinde giriş tipinin Joystick olarak seçilmesi yeterli olacaktır. Sistem bu adımla direksiyon seti ile kullanılabilir haldedir. Sahne görüntüsü, oyuncu gözü ile projeksiyondan projeksiyon perdesine yansıtılır. Ek bölümünde yer alan Şekil A.1 sistemin test edildiği bir anı göstermektedir.

BÖLÜM 6. SONUÇ

Bu çalışmada; düşük maliyetli ve güvenli kullanımı ile ön plana çıkan, acemi sürücü eğitimi için tasarlanmış bir sürücü simülatörü geliştirilmiştir. Simülatör yazılım ve donanım olmak üzere iki bileşenden oluşur. Donanım bileşenleri; sürücü koltuğu, direksiyon seti, projeksiyon cihazı, projeksiyon perdesinden oluşur. Yazılım olarak Java yazılım dili ve Unity OM kullanılmıştır. Sanal ortam modelleri SMP ile oluşturulmuştur.

Eğitim amacıyla hazırlanan sanal dünyada bu amaç için bir takım senaryolar geliştirilmiştir. Sürücü; senaryoya göre verilen görevi yerine getirirken, trafik kurallarına aykırı bir harekette bulunduğu anda, sistem yazılımı tarafından hata algılanıp hata raporlaması sağlanır. Her hata, Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı tarafından hazırlanan “2013 yılı trafik idari para ceza rehberi” ile belirtilmiş olan ceza puanları baz alınarak değerlendirilmiştir. Amaç, simülatörde verilen görevi sıfır ceza puanı ile tamamlamaktır.

Yapılan uygulamada, daha gerçekçi bir trafik ortamına yaklaşmak için sanal ortama kendi kendine hareket etme kabiliyetine sahip araçlar ve insanlar eklenerek trafik ortamındaki etkileşim artırılıp kullanıcının karar mekanizmasını geliştirmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] YILMAZ İ., ERDOĞAN S., BAYBURA T., GÜLLÜ M., UYSAL M., Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla trafik kazalarının analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2):135-150.
- [2] AKIN D., ERYILMAZ Y., Coğrafi bilgi sistemi destekli trafik kaza analizi, Coğrafi bilgi sistemleri bilişim günleri, 13 Kasım 2001.
- [3] TRAFİK GÜVENLİĞİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI TRAFİK GÜVENLİĞİ EĞİTİMİ VE PROJE ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ, Trafik kazaları özeti 2011, Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2012.
- [4] <http://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/en>, Erişim Tarihi: 18.11.2013.
- [5] <http://goo.gl/gHJkcK>, Erişim Tarihi: 18.11.2013.
- [6] GOODE N, SALMON P. M., LENNE M. G., Simulation-based driver and vehicle crew training: applications, efficacy and future directions, Applied Ergonomics, 44, 435-444, 2013.
- [7] ÖZTEL İ., ÖZ C., Developing a virtual driving simülâtör for educational purposes, First International Symposium on Engineering Artificial Intelligence and Applications(ISEAIA 2013), 8.11.2013.
- [8] ÖZ C., 3 boyutlu araç sürüş simülasyonu, Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, BAP 2007-01-10-002, 6, 2010.
- [9] RICHTER B., Driving simulator studies: the influence of vehicle parameters on safety in critical situations, Society of Automotive Engineers,91-99,1975.
- [10] PARK M. K, LEE M. C., YOO K. S., SON K., YOO W. S., HAN M. C., Development of the PNU vehicle driving simülâtör and its performance evaluation, International Conference on Robotics & Automation, 3, 2325-2330, 2001.
- [11] SIANG K. S., Design and development of a virtual reality fixed base driving simülâtör, yüksek lisans tezi, Department of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 2008.

- [12] JUSTICE J., BERGERUD M., GGARRISON J., CAFIERO D., CHURCHES L., Interactive 3D application development using EON professional for creating 3D visulation, CA, United States, 2010.
- [13] FOULADINEJAD N., FOULADINEJAD N., JALIL M. K. A., TAIB J. M., Modelling virtual driving environment for a driving simulator, 2011 IEEE International conference on control system, computing and engineering, 2011.
- [14] LEE H. C., LEE A. H., CAMERON D., LI-TSANG C., Using a driving simulator to identify older drivers at inflated risk of motor vehicle crashes, Journal of safety research, 34, 453-459, 2003.
- [15] KABER D. B., LIANG Y., ZHANG Y., ROGERS M. L., GANGAKHEDKAR S., Driver performance effects of simultaneous visual and cognitive distraction an adaptation behaviour, Transportation research, 15, 491-501, 2012.
- [16] LEBRAM M., ENGSTROM H., GUSTAVSSON H., A driving simulator based on video game technology, Linköping electronic conference proceedings, 39-43, 2006.
- [17] CHA M., YANG S., HAN S., An interactive data-driven driving simülätör using motion blending, computers in industry, 59, 520-531, 2008.
- [18] TANG Y., ZHANG X., LI-HUA L., research on driving simulation system for special heavy vehicle, audio language and image processing(ICALIP), 2008-213, 2010.
- [19] <http://goo.gl/CIGy8j>, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [20] TRAFİK ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ, Türkiye ve dünyada sürücü eğitimi, T.C. Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Ankara, 2001.
- [21] <http://ookgm.meb.gov.tr/programlar/1993/174.pdf>, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [22] http://mevzuat.meb.gov.tr/html/19361_00.html, Erişim Tarihi: 15.12.2013.
- [23] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/05/20130529-19.htm>, Erişim Tarihi: 15.12.2013.
- [24] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070518-8.htm>, Erişim Tarihi: 15.12.2013.

- [25] TRAFİK ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ, Sürücü eğitimi ve yeni sürücüler-1, T.C. Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Ankara, 2002.
- [26] AYTEKİN, S., Sanal ortamda cisimlerin haptic kol ile manipülasyonu ve deformasyonu, Y.Lisans, Dumlupınar Üniversitesi, Temmuz 2011.
- [27] BAYRAKTAR, E., KALELİ F., Sanal gerçeklik uygulama alanları, Akademik Bilişim 2007, pp. 1, 31.01.2007.
- [28] ZAFER, D. Z., Mimari tasarım sürecine sanal gerçeklik teknolojilerinin etkisi, Y.Lisans, Anadolu Üniversitesi, Haziran 2007.
- [29] KAYAPA, N., TONG, T., Sanal gerçeklik ortamında algı, Doktora tezinden üretilmiş yayınlar (Sigma 3), özel sayı, 348-354, 348-354, 30.12.2010.
- [30] ARABNIA, H., R., A computer input device for medically impaired users of computers, IEEE, 131-134, 1992.
- [31] HIZAL S., Histogram tabanlı algoritmalarla sanal giriş birimi tasarımı, Y.Lisans, Sakarya Üniversitesi, Haziran 2009.
- [32] <http://3dvision-blog.com/tag/3d-hmd/>, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [33] ATASOY F., Çoklu serbest hareket kabiliyetli simülasyon geliştirilmesi, Y.Lisans, Karabük Üniversitesi, Haziran 2010.
- [34] <http://goo.gl/CqKqa8>, Erişim Tarihi: 15.12.2013.
- [35] DAĞLI, M., Helikopter pilot eğitimi başlangıç safhasında simülasyon kullanımının incelenmesi, Y.Lisans, Gazi Üniversitesi, Ocak 2006.
- [16] NI, T., ZHAO, D., ZHANG, H., Realistic vehicle driving simülasyon with dynamic terrain deformation, International Conference on Mechatronics and Automation, 4795-4800, 09.08.2009.
- [37] WOO, M., NEIDER, J., DAVIS, T., OpenGL programming guide: The Official Guide to Learning Opengl, versions 1.1, Addison-Wesley Pub, pp.2, 1997.
- [38] JONES, V. Beginning DirectX 9, Premier Press, pp. 2, Boston, USA, 2004.
- [39] AYAR, K., DirectX tabanlı üç boyutlu oyun motoru tasarımı, Y.Lisans, Sakarya Üniversitesi, 08.01.2010.
- [40] [http://en.wikipedia.org/wiki/Havok_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Havok_(software)), Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [41] [http://en.wikipedia.org/wiki/Havok_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Havok_(software)), Erişim Tarihi: 14.12.2013.

- [42] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_games_using_Havok, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [43] <http://www.havok.com/physics-screenshots>, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [44] <http://www.ode.org/>, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [45] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/ODE_crash.png, Erişim Tarihi: 14.12.2013.
- [46] <http://goo.gl/YAT5Na>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [47] http://en.wikipedia.org/wiki/Newton_Game_Dynamics, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [48] <http://www.youtube.com/watch?v=vEDnTyZdt-g>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [49] <http://en.wikipedia.org/wiki/PhysX>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [50] <https://developer.nvidia.com/physx>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [51] <http://www.youtube.com/watch?v=62zPjIXXsqw>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [52] <http://unity3d.com/unity/quality/physics>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [53] AYANOĞLU, M., M., Mimarlık eğitiminde üç boyutlu bilgisayar oyunu motorlarının kullanımı, Y.Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ağustos 2006.
- [54] HANGÜL, E., Nesneye dayalı yaklaşımla mobil cihazlar üzerinde üç boyutlu oyun motoru tasarımı ve gerçekleştirimi, Y.Lisans, Ege Üniversitesi, 23.11.2007.
- [55] http://tr.wikipedia.org/wiki/Unity_3D, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [56] <http://goo.gl/5UhVFF>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [57] <http://www.crytek.com/cryengine/cryengine1/overview>, Erişim Tarihi: 19.12.2013.
- [58] <http://tr.wikipedia.org/wiki/SketchUp>, Erişim Tarihi: 20.12.2013.
- [59] http://tr.wikipedia.org/wiki/Unity_3D, Erişim Tarihi: 20.12.2013.

EKLER

EK A – SİSTEM TEST GÖRÜNTÜSÜ



Şekil A.1. Sistemin test aşamasından bir görüntü

ÖZGEÇMİŞ

İsmail Öztel, 25.02.1988 de Trabzon' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Samsun'da tamamladı. 2006 yılında Samsun 100. Yıl Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisansa başladı. Yine aynı yıl içerisinde Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı ve halen görevini sürdürmektedir.