



YEDİNCİ ULUSAL SAVUNMA UYGULAMALARI MODELLEME VE SİMÜLASYON KONFERANSI

21-23 Kasım 2017

ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

BİLDİRİ KİTABI

EDİTÖRLER

Yasemin Yardımcı Çetin

Halit Oğuztüzün

Pınar Karagöz

Aysu Betin Can

Esmâ İpekoğlu

Ceylan Dalgıç

ISBN: 978-975-429-371-5

©ODTÜ-TSK MODSİMMER (2017)

Bildirilerin içeriğinden yazarları sorumludur.

ÖNSÖZ

2005 yılından beri her iki yılda bir yapılagelen Ulusal Savunma Uygulamaları Modelleme ve Simülasyon (USMOS) Konferansının bu yıl 7.sini gerçekleştiriyoruz. Geçmiş yıllarda olduğu gibi Genelkurmay Başkanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Savunma Sanayii Müsteşarlığı, Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği (SASAD) ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) konferansı düzenlemekteler.

İlk USMOS'lara doğrudan savunmaya yönelik temalar damgasını vururken, son dönemde sivil alandaki gelişmelerin gitgide daha fazla motor görevi gördüğünü gözlemliyoruz. Bu yıl seçilen ana tema 'Yeni Nesil Simülasyon Teknolojileri: Artırılmış Gerçeklik ve Ciddi Oyunlar' da bu trendin devamı olarak görülebilir. Konferansa gönderilen 80'i aşkın özetçe içinden 48 tanesinin programda yer alması ve bu tebliğlerin yarısının ana tema ile örtüşmesi ülkemizde bu yeni nesil teknolojilerin yakından takip edildiğine ve firmalarımızın bu alana kaynak ayırdıklarına işaret etmektedir. Konferansımızın verimli bir tartışma ortamı yaratarak bu ivmeyi daha da artırması başta gelen dileğimizdir.

Katılımcı tebliğlerine ek olarak bu yılki USMOS'ta çok değerli dört bilim insanı katılımcılara hitap edecekler. Virginia Tech'ten Prof. Osman Balcı 17 yıldır ABD Savunma Bakanlığı ile yakın çalışmakta. Modelleme ve Simülasyon'un ABD Savunma Bakanlığındaki önemine ilişkin değerlendirmelerini bizimle açılışta paylaşacak. Konferansın son gününde ise modelleme ve simülasyonda kritik öneme sahip olan doğrulama, geçerleme ve onaylama konusunda geliştirdiği ve uluslararası çapta genel kabul gören yöntemini kısa kurs olarak anlatacak. NATO Bilimsel ve Araştırma Organizasyonu Modelleme ve Simülasyon (M&S) Koordinasyon Ofisi Başkanlığını görevini yürütmekte olan Yb. Federico Perez-Dueñas NATO MODSİM Grup faaliyetlerini bize tanıttak. Ülkemizin bu gibi ortamlara daha fazla katılım sağlamasının uluslararası işbirliklerini ve bilgi transferini hızlandıracağı ve görünürlüğüümüzü artıracığı kuşkusuzdur. Drexel Üniversitesi'nden Prof. Banu Onaral ve Doç. Dr. Kurtuluş İzzetoğlu bir süredir ülkemizi insan-makina ortaklığı ve kişiselleşmiş simülasyon konularında ön saflara taşımak için çabalamaktalar. Bu konferansta hem bir davetli konuşma, hem de bir özel oturum vasıtasıyla bu çabaları somutlaştırmak ve genişletmek istiyorlar. Bu noktada tüm düzenleyiciler olarak, davetli konuşmacılarımız yanında konferansımızın duyurulmasında ve gerçekleşmesinde en önemli aktörler olan bildiri yazarları, hakemleri, oturum başkanları, sponsor firmaları, organizatör firması, SASAD, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, ODTÜ Teknokent ve ODTÜ-TSK MODSİMMER personeline teşekkür ederiz.

Günümüzde bilgi kaynaklarının artması ve çeşitlenmesi model tabanlı sistemlerden veri tabanlı sistemlere geçişi hızlandırırken, bu denli hacimli ve değişken verinin modellenmesi yine model tabanlı sistemlere dönüşü kaçınılmaz kılmaktadır. Modelleme ve Simülasyon Ar-Ge, analiz ve tasarımda hep önde gelen araçlardan olagelmıştır. Bu çerçevede hemen her alanda yansımaları görülmekle birlikte USMOS'lar daha çok savunma alanı çalışanlarına hitap etmekteydi. Sivil alanlardaki zenginlikten daha fazla faydalanabilmek için daha katılımcı ve çeşitlikçi olmalıyız. Burada USMOS Konferanslarına ve ODTÜ-TSK MODSİMMER'e önemli görevler düşmektedir.

İleriki yıllarda camiamızı daha da genişletip çeşitlendirmek dileğiyle...

USMOS 2017 Düzenleme Kurulu Adına,

Prof. Dr. Yasemin Yardımcı Çetin
Konferans Başkanı

DÜZENLEYEN KURULUŞLAR



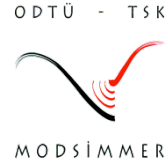
Genelkurmay Başkanlığı



ODTÜ



Milli Savunma Bakanlığı



ODTÜ-TSK MODSİMMER



Savunma Sanayii Müsteşarlığı



SaSaD

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR

-- Ana Sponsorlar --

BOXX

HAVELSAN®

STM

-- Oturum Sponsorları --

aselsan

CEY SAVUNMA & SIMÜLASYON

HEXAGON
studio

SDT
UZAY & SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ

roketsan

simsoft
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

TAI

-- Basın Sponsoru --

DEFENCE
TURKEY

DÜZENLEME KURULU

Aysu BETİN CAN (ODTÜ)

Ceylan DALGIÇ (ODTÜ-TSK MODSİMMER)

Elif SÜRER (ODTÜ)

Esmâ İPEKOĞLU (ODTÜ-TSK MODSİMMER)

Levent ERİKAN (Genelkurmay Başkanlığı)

Mustafa DİNÇ (ODTÜ)

Müge AKKAR ERCAN (ODTÜ)

Ömür ÇAKATAY (Genelkurmay Başkanlığı)

Pınar KARAGÖZ (ODTÜ)
(Kurul Eş Başkanı)

Vedat KARAARSLAN (ODTÜ-TSK MODSİMMER)

Yasemin YARDIMCI ÇETİN (ODTÜ)
(Kurul Başkanı)

AKADEMİK KURUL

Altan ÖZKİL (Atılım Ü.)

Halit OĞUZTÜZÜN (ODTÜ)
(Kurul Başkanı)

Hakan TÜZÜN (Hacettepe Ü.)

Murat Paşa UYSAL (Ufuk Ü.)

BİLİM KURULU

Prof. Dr. A.Ziya AKTAŞ (Başkent Ü.)

Prof. Dr. Bilgin KAFTANOĞLU (Atılım Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Ahmet PAKFİLİZ (Atılım Ü.)

Dr. Bülent Mehmet ADAK (ASELSAN)

Prof. Dr. Ali DOĞRU (ODTÜ)

Doç. Dr. Canan SEPİL (ODTÜ)

Prof. Dr. Ali YAZICI (Atılım Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Cengiz ACARTÜRK (ODTÜ)

Dr. Alpay KARAGÖZ (PROVEN)

Dr. Cevat ŞENER (ODTÜ)

Doç. Dr. Alptekin TEMİZEL (ODTÜ)

Doç. Dr. Dilek Funda KURTULUŞ (ODTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Altan ÖZKİL (Atılım Ü.)

Doç. Dr. Ece GÜRAN SCHMIDT (ODTÜ)

Dr. Aydın OKUTANOĞLU (SİMSOFT)

Dr. Elif SÜRER (ODTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Aydın ÖZTOPRAK (TOBB Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Emre KIYAK (Anadolu Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Aysu Betin CAN (ODTÜ)

Prof. Dr. Ercan ÖZTEMEL (Marmara Ü.)

Prof. Dr. Berna DENGİZ (Başkent Ü.)

Dr. Erdal YILMAZ (ARGEDOR)

Doç. Dr. Erol ŞAHİN (ODTÜ)

Doç. Dr. İbrahim AKGÜN (Abdullah Gül Ü.)

Doç. Dr. Ertan ONUR (ODTÜ)

Prof. Dr. İnci BATMAZ (ODTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Esmâ ERGÜNER ÖZKOÇ (Başkent Ü.)

Prof. Dr. İsmail Hakkı TOROSLU (ODTÜ)

Dr. Fatih NAR (ARGEDOR)

Prof. Dr. İsmail Hakkı TUNCER (ODTÜ)

Prof. Dr. Filiz ERSÖZ (Karabük Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Kadir SARIKAYA (Gaziosmanpaşa Ü.)

Dr. Gökmen MAHMUTYAZICIOĞLU (ROKETSAN)

Prof. Dr. Kasım Murat KARAKAYA (Atılım Ü.)

Doç. Dr. H.Hakan MARAŞ (Çankaya Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Kayhan İMRE (Hacettepe Ü.)

Doç. Dr. Hakan TÜZÜN (Hacettepe Ü.)

Prof. Dr. Kemal ÖZGÖREN (ODTÜ)

Prof.Dr. Halit OĞUZTÜZÜN (ODTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Kivanç AZGIN (ODTÜ)

Doç.Dr. Harun ARTUNER (Hacettepe Ü.)

Prof Dr. M. Kemal LEBLEBİCİOĞLU (ODTÜ)

Dr. Hürkan Orkun ZORBA (CEY Savunma)

Prof Dr. Mehmet Ali AKÇAYOL (Gazi Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih HOCAOĞLU
(İstanbul Medeniyet Ü.)

Prof. Dr. Orhan YILDIRIM (ODTÜ (Emekli))

Doç. Dr. Mehmet KABAK (Gazi Ü.)

Prof. Dr. Ömer KIRCA (ODTÜ)

Prof. Dr. Murat Caner TESTİK (Hacettepe Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZPEYNİRCİ (İzmir Ekonomi Ü.)

Doç. Dr. Murat DEMİRAL (Çankaya Ü.)

Doç. Dr. Pınar KARAGÖZ (ODTÜ)

Doç. Dr. Murat Paşa UYSAL (Ufuk Ü.)

Doç. Dr. Selim Saffet BALCISOY (Sabancı Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Murat Perit ÇAKIR (ODTÜ)

Prof. Dr. Semih BİLGİN (Okan Ü.)

Yrd. Doç. Dr. Murat YILMAZ (Çankaya Ü.)

Doç. Dr. Serhat BURMAOĞLU (İzmir Katip Çelebi Ü.)

Dr. Mustafa DİNÇ (ODTÜ)

Prof. Dr. Serkan ÖZGEN (ODTÜ)

Dr. Nedim ALPDEMİR (TÜBİTAK)

Doç. Dr. Sinan KALKAN (ODTÜ)

Doç. Dr. Nergiz ÇAĞILTAY (Atılım Ü.)

Prof. Dr. Şebnem DÜZGÜN (ODTÜ)

Doç. Dr. Okan TOPÇU (ODTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Tansel DÖKEROĞLU (ODTÜ)

Dr. Turgay ÇELİK (OpsGenie)

Yrd. Doç. Dr. Yakup ÖZKAZANÇ (Hacettepe Ü.)

Doç. Dr. Ufuk TÜREN (KKK)

Dr. Yakup YILDIRIM (ODTÜ)

Prof. Dr. Uğur GÜDÜKBAY (Bilkent Ü.)

Prof. Dr. Yasemin YARDIMCI ÇETİN (ODTÜ)

Dr. Uğur ZENGİN (TAI)

Dr. Zafer YILMAZ (McGill Ü.)

Dr. Umut DURAK (DLR)

Prof. Dr. Zuhale AKYÜREK (ODTÜ)

İÇİNDEKİLER

Bildiriler.....	1
Otomatik Konuşma Tanımanın Tam Uçuş Simülatörlerinde Kullanım Alanları ve Bir Uygulama: Sanal Oyuncu Sesli Etkileşimi (SOSE). Mustafa Zafer Bolat ve Ufuk Biçen.....	2
Artırılmış Gerçeklik Teknolojisine Sahip Eğitim Amaçlı Basit Seviyede Bir Görev Simülatör Arabirimi Tasarımı. Tarık İçten, Uğur Asan ve Güngör Bal.....	13
Şüpheli Davranışların Modellenmesi ve Tespiti için Bir Kavramsal Model Çalışması. İbrahim Genç ve David Pynadath.....	25
Sel Simülasyon Sistemi. Mehmet Emre Aydın ve Nurullah Hatipoğlu.....	37
Mikroservis Mimarisinin Avantajları: Bir Harp Oyunu Simülasyonu Projesinden Deneyimler. Hürkan Orkun Zorba, Abdülkadir Can, Serkan Özkaymak, Ziya Övünç Babadağı ve Caner Kavakoğlu.....	48
DDS-HLA Birlikte Çalışabilirlik Modelleri Üzerine Bir Literatür Araştırması. Muhammed Çağrı Kaya, Erkin Çilden, Haluk Canberi ve Halit Oğuztüzün.....	60
Modelleme ve Benzetim Proje Yönetim Döngüsü İçinde Doğrulama, Geçerleme Onaylama Süreci. Ceylan Dalgıç, Yakup Yıldırım, Ali Hikmet Doğru ve S. Engin Çalışan.....	72
Tümleşik Oyuncu Takip Sistemi. Başar Kasım, Tekin Aydın, Engin Kavak ve Gürhan Çoğumlu.....	83
Coğrafi Durum Sergilemede Çoklu Dokunmatik Ekran Kullanımı. İsmail Kılınç ve Ziya Ulusoy.....	94
Görüş Hattı Analizi Algoritmalarının Paralel Programlama ile Hızlandırılması. Gökhan Yılmaz, Elif Sürer ve Alptekin Temizel.....	104
Grafik İşlemci Birimi Tabanlı Kızılötesi Sahne Üretici Yazılımında Atmosferik Etkilerin Bellek Verimli Modellenmesi. Ufuk Uyan, Çağlar Kavak ve Muhammed Yeşilkaya.....	117
Muharebe Etkinlik Değerlendirme Modeli. Gökçe Özkan, Mustafa Kemal Tural, Emre Gültekin ve Haluk Canberi.....	129

Haberleşme Sistemi Simülasyonu. Ömer Kırca, Zeynep Pelin Bayındır, Seçil Savaşaneril Tüfekçi, Emrah Günsel, Özgün Törezen Öztürk, Selin Akifoğlu, Cansu Alakuş ve Ömer Doğan.....	141
İş Süreçlerinin Optimizasyonunda Bulut Kaynaklar Üzerinde Çoklu Simülasyon Yönteminin Kullanımı. Ahmet Özkök, Cevat Şener, Hilal Akgül, Serdar Bakır, Umut Kazan ve Veysi İşler.....	148
Benzetim Eniyilemesinde Lognormal Ordinary Kriging Meta-Modeli. Muzaffer Balaban ve Berna Dengiz.....	158
Simülasyon Araçlarının Hava Trafik Kontrol Alanında Kullanımı. Mustafa Özdemir ve Öznur Usanmaz.....	169
Uçuş Simülatörlerindeki Dış Dünya Görsel Veritabanı Çözünürlüğünün Alçak Uçuşta Yükseklik ve Hız Algısına Etkisi. Şafak Tulumoğlu ve Hasan Umut Akın.....	181
Simülasyon Tabanlı Pazarlama. Kağan Aktürk ve Mustafa Dinç.....	193
İş Süreçleri Modellemesinde Ajan (Etmen) Tabanlı Simülasyon Yaklaşımının Kullanılması. Gökçe Dilek Kılı ve Mustafa Dinç.....	203
Çok Disiplinli Yaklaşımla Katı Yakıtlı Roket Motoru Yapısal Dayanım ve İç Balistik Performans Optimizasyonu. Ceyhun Tola ve Melike Nikbay.....	215
Bir Geminin İzinde Helikopter Uçuş Benzetimi ve Pilot Performansı. Erkan Abdulhamitbilal ve Önder Erdoğan.....	227
HAVELSAN Sürü Sistemleri Simülatörü Dizayn Konsepti. Barış Yalçın, Aycan Okan, Serhat Turhan, Ertuğrul Kartal Tabak, Mehmet Kozan ve Hakan Karapınar.....	239
Ciddi Oyunların Tanımlanması & Ciddi Oyunları Simülasyon ve Diğer Oyun Uygulamalarından Ayıran Temel Özellikler. Levent Berke Çaplı, Ali Emrah Yıldız ve Altan Özkil.....	240
İlk Yardım Tekniklerini Öğretme Amaçlı Tasarlanmış Oyun Tabanlı Mobil Platform. Hüseyin Erdoğan, Yahya Ayhan Acar, Orhan Çınar, Elif Sürer ve Pınar Karagöz.....	260

Tıp Eğitiminde Ciddi Oyunun Eğitim Yöntemi Olarak Didaktik Eğitimle Karşılaştırılması. Mehmet Erhan Sayalı, Dilek Kitapçioğlu, Mehmet Emin Aksoy ve Feray Güven.....	269
Ciddi Oyunlarda Gerçek Zamanlı Yangın Simülasyonu. Mustafa Ertuğrul Erdoğan ve Merve Tuncel.....	277
Sargus: Sentetik Açıklıklı Radar Gözetleme Uydusu Faydalı Yük Simülasyonu. Bilgehan Çakmak, Erkin Çilden ve Ahmet Sezer.....	285
Emniyet Analiz Yöntemlerinin Genel Bir Füze Sistemine Uygulanması. Firdevs Işık, Murat Caner Testik ve Adem Metin Çalı.....	296
Genel Amaçlı Bileşen Tabanlı Uçuş Modeli. Ertan Ataman, İlyas Kandemir ve Mehmet Fatih Hocaoglu.....	308
Deniz Konvoy Harekatında Hava Savunma Harbinin Kesikli Olay Benzetimi ile Modellenmesi ve Kavramsal Model Tasarım Uygulamaları. Ali Ercüment Opçin ve Mustafa Murat Günal.....	321
Hiperspektral Görüntülemede Su Etkisinin Modellenmesi. İsa Cem Eken ve Yasemin Yardımcı Çetin.....	333
Donanım Döngüde Uydu Simülatörü. Ali Telli, Başar Kasım ve Aycan Okan.....	345
Hiperspektral Görüntülemede Gaz Yayılımı Tespiti ve Tanımlanması. Yusuf Gür, Fatih Ömrüuzun, Didem Özışık ve Yasemin Yardımcı Çetin.....	357
Patlama Simülasyonları için Kabuk-Katı Bağlantı Metotlarının Araştırılması. Said Bedir ve Atıl Erdik.....	370
Coğrafi Durum Sergilemede Hololens Kullanımı. İsmail Kılınç.....	380
Sanal Gerçeklik Çatışma Simülatörü. Ali Tekin, Güvenç Şahin ve Başar Kasım.....	388
Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Korku ve Heyecan ile Başetmede Kullanımı: Literatür İncelemesi. Özlem Albayrak ve Duygu Albayrak.....	398
Arkeolojik Kazı Alanları ve Müzelerde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımına Yönelik Bir Model Önerisi. S. Vedat Karaarslan.....	410
Deniz Platformu Simülasyonlarında Artırılmış Gerçeklik Kullanımı. Aylin Kalebek ve Nevra Yıldız.....	420

Arttırılmış Gerçeklik ile Elektrik Devre Deneylerinin Simülasyonu. Nihat Daldal ve Berat Uzun.....	428
Hava Hedeflerinin Gelecek Zamandaki Durum Tahmini Çalışması. Fırat Yılmaz Cevher ve M. Kemal Leblebicioğlu.....	437
Arttırılmış Çok Maksatlı Kullanım için Çok-Modlu Bir İnsansız Hava Aracı. Ferit Çakıcı ve M. Kemal Leblebicioğlu.....	440
Helikopter Platformları için Mühendislik Simülatörü Geliştirilmesi. Volkan Çoşgun, Mehmet Murat Aygün ve Kıvanç Kürten.....	461
İnsansız Sualtı Aracının ROS Kullanılarak Gazebo Simülatöründe Kontrolü. Seyit Yiğit Sızlayan, Mustafa Mert Ankaralı ve Emre Ege.....	473
Koşut ve Dağıtık Monte Carlo Koşturucusu. Özlem Demirtaş ve Bilge Kaan Görür.....	484
Kokpit Tasarımında Gösterge ve Kontrollerin Akış Kontrolü Bazlı Yerleşimi. Kıvanç Kürten ve Engin Demir.....	496
Elektromekanik Sistemlerin Nedensel Olmayan Modelleme Teknikleri ile Modellenmesi. Kürşad Kılınç ve Reşat Hakan Avcı.....	508
Modern Topçunun Mevzi Değiştirme Algoritmasının ve Beka Sisteminin İncelenmesi: Topçu Beka Modeli. Yusuf Ziya Temiz.....	518
Yazar Dizini.....	529

BİLDİRİLER

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNE SAHİP EĞİTİM AMAÇLI BASİT SEVİYEDE BİR GÖREV SİMÜLATÖR ARABİRİMİ TASARIMI

Tarık İçten ^(a), Uğur Asan ^(b), Güngör Bal ^(c)

^(a) Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Sistemleri,
Ankara, ictentarik@gmail.com

^(b) Kocaeli Üniversitesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
Kocaeli, ugurasan@gmail.com

^(c) Gazi Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Teknikokullar Ankara, gungorbal@gmail.com

ÖZ

Bu çalışmanın amacı F-16 savaş pilotlarının yüksek teknolojiye sahip mühimmatlar kullanarak gerçekleştirdiği silah taktik eğitim çalışmasına benzer, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisini içinde barındıran, eğitim amaçlı basit seviyede bir görev simülasyonu arabirimi tasarlamaktır. Gerçek F-16 kokpit içinde belirli bir düzende bulunan cihazlar üstün kabiliyetli, yüksek maliyetli ve hassas yapıdadırlar. Gerçek bir F-16 deneyiminin kazanılması; uçmadan önce donanım ve personelin ön hazırlığı, uçağın havada kalma süresi gibi farklı uygulamalar ve maliyetler doğurmaktadır. Bu maliyetlerin ve işlem zorluklarının birçoğuyla sivil havacılık deneyiminde de karşılaşılmaktadır. Bu alanda ülkemizde ve dünyada sanal havacılığa gönül vermiş çeşitli simülasyonlar kullanarak uçuş ihtiyaçlarını gideren sanal havacılık grupları bulunmaktadır. Bunlardan Falcon simülasyonu F-16 gibi birkaç savaş uçağının uçuşuna imkân verir. Bu simülasyon ile uçaklardaki fonksiyonlar büyük oranda gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada tasarlanan arabirim ilk durumda Falcon simülasyonundan veri alabilen ve bu veriyi bilgi olarak AG cihazında görüntüleyebilen, uygun simülasyon ile farklı simülasyonlara dönüştürülebilen bir yapıda olacaktır. Ayrıca çalışmada uçuş deneyimi kazanmak isteyen kullanıcıya, artırılmış gerçeklik birimi ile yapması gereken işlem adımları ve anlık uçuş verilerinin AG teknolojisi ile gösterilmesi amaçlanmaktadır. Bu imkân doğrultusunda kullanıcının gerçek bir uçuş deneyimi kazanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış gerçeklik, F-16, kokpit, simülasyon ara birimi

A MISSION SIMULATOR INTERFACE DESIGN ON SIMPLE LEVEL FOR EDUCATIONAL PURPOSES WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

ABSTRACT

The aim of this work is to design a mission simulator interface on a simple level for educational purposes, incorporating augmented reality (AR) technology similar to the weapon tactical training that F-16 fighter pilots use with high-tech ammunition. The devices located in a specific location within the real F-16 cockpit are superior talented, over costing and delicate structured. During a real F-16 experience different applications such as preparation of equipment and personnel before the flight and the time of the flight raise costs. These costs and difficulties are also encountered in civil aviation experience. In this field, there are virtual aviation groups in our country and in the World that solve their flight needs by using various simulators that are committed to virtual aviation. One of these simulators known as Falcon simulation allows flying a few warplanes like the F-16. With this simulator, functions in the aircraft can be put in practice substantially. In this study, the designed interface firstly receives the data from the Falcon simulation and then displays it on an AG device and provides data transfer between different simulators. Also in this study, it is aimed to show the steps to be done with the augmented reality unit and the real time flight data with AR technology to the user who wants to gain flight experience, thus, the user is expected to gain a real flight experience.

Keywords: Augmented reality, cockpit, F-16, simulator interface

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok farklı alanda farklı Artırılmış Gerçeklik (AG) uygulamaları geliştirilmektedir. Şirketler uygulamalarının etkili, öğretici, bilgilendirici ve ilgi çekici olması için AG teknolojisini uygulamalarına eklemektedir. Bu uygulamalar sağlık, güvenlik, savunma, iletişim, reklam, havacılık vb. gibi alanlarda etkin olarak kullanıldığı görülmektedir. AG teknolojisinin örnekleri verilen alanlardaki başarısı bu teknolojin eğitim alanında da önemli bir araç olarak kullanılmasını sağlamış, faydaları bilimsel çalışmalarla açıklanmıştır.

AG uygulamaları genelde ileri teknoloji merkezlerinde yapılmakta olup henüz eğitim alanında uygulamalarının yeni yeni başladığı görülmektedir [1]. Bu teknolojinin eğitim alanındaki kazanımlarıyla ilgili alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin; ilgilerini arttırdığı [2], daha az çaba ile etkili bir öğrenme, verimli bir eğitim ortamının sağlandığı [3], problemi çözme becerisini geliştirdiği [4] belirlenmiştir.

Bunlara ek olarak; sanal ve AG teknolojisine sahip çalışmalar havacılık alanında pilotlara, pilot adaylarına, eğitim ve öğretim faaliyetleri içindeki öğrencilere veya uçuş deneyimi yaşamak isteyen kişilere simülatör merkezlerinde gerçek uçaklarla aynı özellikteki maketlerinde, gerçek uçuşta karşılaşılabileceği durumları yaşatmak, bu durumlar karşısındaki deneyimlerini artırmak, uçuş başarı oranlarını yükseltmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemler gerçek uçuş deneyimindeki maliyetleri azaltmakta, kaza risklerini ortadan kaldırmakta, eğitim ihtiyaçlarını karşılamakta etkili ve alternatif bir yöntem olarak da kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde kullanıcılar etkin, ekonomik ve emniyetli bir uçuş deneyimi kazanmış olmaktadır.

Günümüzde bu teknolojiye sahip çalışmaların ve araçların eğitim ve öğretim faaliyetlerinde kullanımının az olduğu görülmektedir. Bu durum, dünyada AG ve simülasyon teknolojileri üzerine çalışan şirket sayısının az, ürün fiyatlarının yüksek olmasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Bu açıklamalar doğrultusunda bu çalışmada verilen zorlu durumların üstesinden gelmek için eğitim ve öğretim faaliyetlerinde kullanılabilen, az maliyetli, bir Görev Simülatör Arabirimi (GSA) ve Artırılmış Gerçeklik Birimi (AGB) tasarımı yapılmıştır.

Bu çalışmada; çalışmanın yazılım kodlaması ve yazılım algoritması gibi kısımlarına yer verilmesi hususları bu makale dışında tutulmuştur.

Makalenin ikinci bölümde tanımlamalar ve bu alanda yapılmış çalışmalar incelenmekte, üçüncü bölümde gerçekleştirilen çalışmanın amacı, mimarisi, tasarımı ve yapısı hakkında bilgiler verilmektedir. Dördüncü bölümde ise çalışmada gerçekleştirilen birimler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Beşinci bölümde bulgular ve tartışma, son bölümde sonuç ve öneriler yer almaktadır.

2. TANIMLAMALAR VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde AG tanımlanmakta, görev simülatörleri açıklanmakta ve Heads-up Display (HUD) teknolojisinin kullanıcı üzerindeki deneyimlerine yönelik bilgiler yer almaktadır.

2.1. Tanımlamalar

Simülasyon, gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin davranışını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile geliştirilen model üzerinde denemeler yapmaktır [5]. Bu bağlamda simülasyon, tamamen bilgisayar tarafından oluşturulmuş bir ortamda sanal nesneler ile yapılan bir modelleme tekniğidir. Artırılmış gerçeklik(AG) ise gerçek dünyadaki çevrenin ve içindekilerin bilgisayar tarafından üretilen ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilmesi ile meydana getirilen canlı fiziksel görünümdür [6]. Bu kavram sanal nesnelerin (3D, metin, resim, grafik) anlık görüntü üzerinde kullanılmasını sağlayan bir teknolojiyi ifade etmektedir.

Uygulama alanının çeşitliliği ve bilimsel alandaki gelişmeler AG teknolojisi ile yapılmış AG ortamlarının oluşmasını sağlamaktadır. Bu ortam araçları insanların gereksinimlerini karşılayabilecek, gerçek ve sanal dünyayı bir arada gösterebilecek özellikte yazılımlardır. Bu yazılım teknolojisi ile yapılan çalışmalarının sayısı son yıllarda artmakta, bu alanda yapılan tanımlamalar bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmelere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Alanyazın incelendiğinde, İçten ve Bal’a (2017) [7] göre AG, gerçek dünya ile etkileşim bağlantısını devam ettiren, gerçek ve sanalın birlikte algılanmasını sağlayan bir ortamdır. Bu açıdan bakıldığında AG, gerçek ve sanal dünya arasında bir köprüdür ve bu iki ortam arasındaki yeni, etkileşimli bir arayüz oluşturur [8].

Son yıllarda AG teknolojisinde yaşanan gelişmeler ve bu gelişmelere bağlı olarak yapılan çalışmalar AG teknolojisini birçok alan için kullanılabilir kılmıştır. Bu kullanım alanlarına güvenlik [9] alanında araç çarpışma testleri [10], eğitim [11] alanında ColAR [12] 3D renk simülasyon uygulaması, sağlık [13] alanında kraniyofasiyal cerrahi simülasyon uygulaması [14], bakım ve montaj alanında [15] motor parçalarının tanıtımı ve kaporta işlem uygulaması, spor alanında oyun içinde kullanılan topun takibini yapan Hawk-Eye [16] teknolojisi, oyun ve eğlence alanında konum takibi ile AG hizmeti sunan Pokemon Go uygulaması [17] farklı alanlarda yapılmış örnek uygulamalardır.

2.2. Askeri Amaçlı Oyun ve Eğitim Çalışmaları

Tarama sırasında Head-up Display (HUD) teknolojisinin ilk kullanımlarının askeri alanda [18] yapıldığı, savaş pilotlarının uçuş anında görmesi gereken uçuş bilgilerini kasklarına takılmış göz hizası seviyesindeki ekranlara yansıtılması ile sağlandığı belirlenmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların “Askeri amaçlı oyun sistemleri” ve “Askeri amaçlı eğitim sistemleri” olarak ikiye ayrıldığı tespit edilmiştir. Bu iki sistem savunma ve askeri uygulamalarda [19] kullanılan genel çalışma alanlarıdır. Bu alanda Türkiye kaynaklı çalışmaya Aselsan tarafından IDEF 15’de tanıtımı yapılan, askeri alanda görev kritik operasyonlarda kullanılabilen, savaş alanındaki nesneler ve çevredeki unsurlar hakkında bilgilendirme yapabilen, içerisinde yer bulma, takip etme, haberleşme, komuta kontrol gibi özellikleri barındıran “CENKER Takım ve Tek-Er Komuta Kontrol Sistemi” [20] önemli bir örnek olarak verilebilir.

2.3. İlgili Çalışmalar

Bu kısımda simülatör ve HUD kullanımıyla ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Simülatör sistemler üç ayrı simülatör olarak [21] sınıflandırılabilir. Bunlar; yeni bir aracın özelliklerini değerlendiren, tasarım sürecinde kullanılan *Mühendislik Simülatörleri*, özellikle havacılık alanda kullanılan, kullanım esnasında kullanıcıya zorunlu prosedürleri (sürüş yönetimi) ve temel becerileri kazandırmayı amaçlayan, sabit temelli *Eğitim Simülatörleri* ve kullanıcı-arac etkileşimi ile kullanıcı duyu davranışlarını temel alan *Araştırma Simülatörleridir*. Mühendislik uygulamasına çoklu bir robot

simülatörü [15], eğitim uygulamasına yaşlı sürücü eğitim simülatörü [22], araştırma uygulamasına yeniden yapılandırılabilir uçuş simülatör yazılımı [23] örnek olarak verilebilir. Uygulama ve geliştirme kapsamında düşünüldüğünde araştırma simülatörleri, eğitim simülatörlerinin başlangıç ve geliştirme platformlarıdır [24]. Bu kapsamda, bu çalışmada eğitim amaçlı AG tabanlı basit seviyede bir eğitim simülatör arabirimi uygulaması tasarlanmıştır.

Literatürde HUD teknolojisinin kullanıldığı simülatör örnekleri ve kullanıcı üzerindeki etkilerinin dikkate alındığı Medenica ve ark. (2011) [25] tarafından yapılan çalışmada, geleneksel harita tabanlı GPS özelliğine sahip HUD kullanımının sürücü üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Yüksek doğrulukta bir sürüş simülatöründe yapılan ve sürüş performansı, görsel dikkat ve iş yükü endeksi gibi durumların karşılaştırıldığı çalışmada AR HUD cihazlarının diğer cihazlara kıyasla sürücü üzerinde olumlu etkileri belirtilmiştir. Bir diğer çalışma ise Hwang ve ark. (2016) [26] tarafından AR-HUD sisteminin sürücüler üzerindeki risk algısının ve psikolojik değişimlerinin incelendiği çalışmadır. Çalışmada 15'er kişilik AR-HUD kullanan ve kullanmayan iki deney grubu ile araç ve yayalara yönelik sürücü yanıt süreleri (direksiyon açısı, hız değişikliği, zaman tepkileri) toplanmış ve bunun sonucunda AR-HUD kullanım grubundaki sürücülerin görsel ve psikolojik sürüş davranışlarındaki olumlu sonuçlar belirtilmiştir. Konuyla ilgili bir diğer çalışma, Minnesota Üniversitesi Akıllı Ulaşım Sistemleri Enstitüsü tarafından otobüslerde kullanılabilen AG tabanlı optik görüntüleme cihaz uygulamasıdır. Bu cihaz, yakın araç tespiti yapma, çarpışma durumunu algılama, zorlu hava ve trafik koşullarında araç şerit takibi gibi durumları izlemeyi ve kullanıcıya bu durumları AG teknolojisi ile sunmayı amaçlamıştır [27]. Çalışma sonucunda elde edilen olumlu sonuçlar paylaşılmıştır. Örnekleri verilen HMD/HUDS gibi cihazlar kullanıcıya doğrudan nereye bakması gerektiğini belirtmesinin yanında, trafik işaretleri, sokak levhaları [28], araç hızı, araç konumu, uyarı sinyalleri ve yoldaki potansiyel tehlikelerin ve gerekli hatırlatmanın yapılmasını da sağlamaktadır.

Ancak bahsedilen simülasyon yaklaşımlarından farklı olarak bu çalışmada bahsedilen arabirim ilk durumda Falcon simülasyonundan veri alabilen ve bu veriyi bilgi olarak AG cihazında görüntüleyebilen, uygun simülasyon ile farklı simülatörlere dönüştürülebilir bir yapıda olacaktır. Farklı yazılım simülatörlerinde kullanılabilecek bu arabirim için etkinlik, verimlilik ve doğruluk gibi koşullar sağlanacaktır. Bu sayede birçok simülasyon ile kullanılmasına olanak sağlayan, AG özelliği ile simülasyon kullanımını bir üst etkinliğe taşıyan, farklı eğitim alanındaki kullanıcıların ihtiyaç duyduğu deneyim ve kabiliyetlerin kazanılmasına yönelik AG tabanlı görev simülatör arabirimi sağlanmış olacaktır.

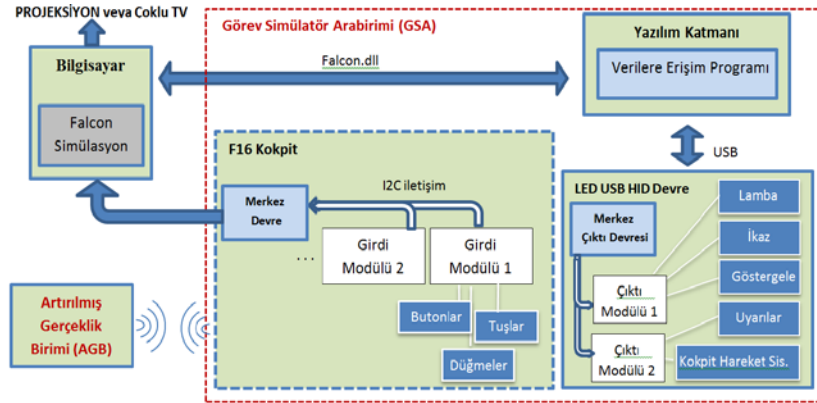
3. GÖREV SİMÜLATÖR ARABİRİMİ TASARIMI VE BİLEŞENLERİ

Bu çalışmada, uçuş deneyimi kazanmak isteyen kullanıcılar için Falcon simülasyonu ile veri alış verişini yapabilen eğitim amaçlı basit seviyede bir görev simülatör arabirimi (GSA) ile kullanıcıya bu arabirim tarafından alınan verilere göre yapılması gerekli işlemleri anlık gösterebilen, göz hizası seviyesinde kullanılan AG biriminin (AGB) tasarımı amaçlanmaktadır. Bu imkân doğrultusunda kullanıcının gerçek bir uçuş deneyimi kazanması beklenmektedir.

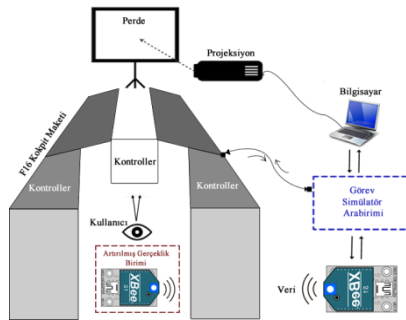
Çalışma iki ana birimden oluşmaktadır:

- Görev Simülatör Arabirimi (GSA):** Bilgisayar tarafından oynatılan Falcon simülasyon oyunu içerisindeki anlık verileri, verilere erişim programı ile AG ve F16 Kokpit birimine gönderen, kokpit içinde gerçekleşen fiziksel işlem sonuçlarını Falcon simülasyon programına anlık veri olarak ileten birimdir.
- Artırılmış Gerçeklik Birimi (AGB):** Çalışmanın AG arayüz yapısını ifade etmektedir. Bu yapı GSA tarafından gönderilen uçuş veri bilgisini almayı, alınan bilgiyi kullanıcıya AG teknolojisi ile sunmayı amaçlayan birimdir.

Sistemin mimarisi Şekil 1’de, tasarımı Şekil 2’de ve yapım aşamaları Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sistem mimarisi



Şekil 2. Sistem tasarımı



Şekil 3. Yapım aşaması

4. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada verilen iki ana birim ve bu birimlere ait alt bölümlerin amacı, yapısı ve yetenekleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

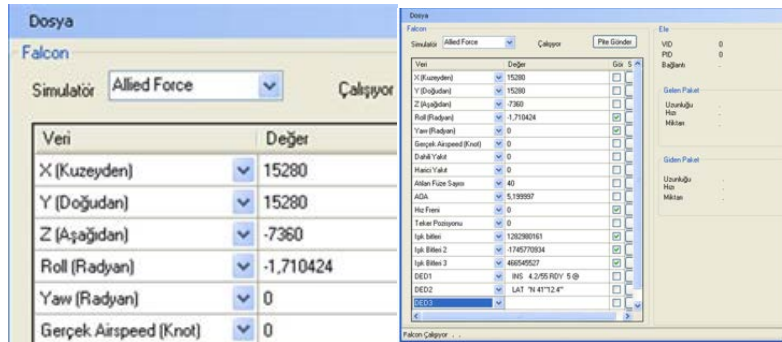
4.1. Görev Simülatör Arabirimi

GSA, simülasyon oyunundaki değişken değerlerinin alınması, bu değerlerin AGB' ye gönderilmesi, değerlere göre F-16 kokpit göstergelerin değişimi, uygulama esnasındaki kullanıcı kokpit girdilerinin bilgisayar oyun simülasyonuna aktarılması gibi işlemleri yerine getirmektedir.

Şekil 1'de görev simülatör arabirimin (GSA) alt bölümleri gösterilmektedir. GSA kendi içerisinde 4 alt bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, simülasyon programından uçuş verilerinin alınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu bölüme *yazılım katman bileşeni* denmektedir. İkinci bölümde, bilgisayar ile kokpit arasında veri alış verişi sağlayan devre ve ek bağlantı işlemleri yapılmaktadır. Bu bölüme *merkez devre bileşeni* denmektedir. Üçüncü ve dördüncü bileşen uyarı (lamba) veya fiziksel işlemlerin (buton) yapıldığı kısımdır. Bunlar *girdi modül bileşeni* ve *çıkırtı modül bileşeni* olarak adlandırılmaktadır.

Yazılım katmanı çalışmanın önemli bileşenlerinden birisidir. Bu katman Falcon F-16 Savaş uçağı simülasyonu üzerinden verileri aktif ve anlık olarak toplayıp arabirimin amacına uygun olarak gruplandırılmasını sağlamaktadır. Simülasyondan alınan verilerden istenilenler seçilerek USB portu üzerinden HID Device aracılığıyla gerçek zamanlı ikaz uyarı işaretlerine, göstergelere, hareket sistemine ve AG arabirimine aktarılmasını sağlamaktadır.

Yazılım katmanı veri erişim programından alınmış Şekil 4'teki görüntüye göre alınan verilerden istenilen göstergelerin seçimi yapılabilmektedir. Seçimi yapılmayan verilerin gönderimi yapılmayacağı için bu durumlardaki kokpit göstergelerin de arıza durumları simüle edilebilmektedir. Bu durum uygulamanın kullanımındaki kullanıcının (pilot/pilot adayı) zorlu durum anında ne gibi işlemler/davranışlar sergileyeceğini gösterecek, bilgi ve kabiliyet yeteneklerini ortaya çıkaracaktır.



Şekil 4. Yazılım katmanı veri erişim programı

GSA; içinde butonlar, tuşlar ve düğmeler gibi girdi modüllerini sırası ile kontrol edip kullanıcı tepkilerini toplayan, I2C protokolü kullanılarak Merkez devreye bağlanan ve toplanan bu veriler sırası ile Falcon Simülasyonuna aktaran arabirimdir.

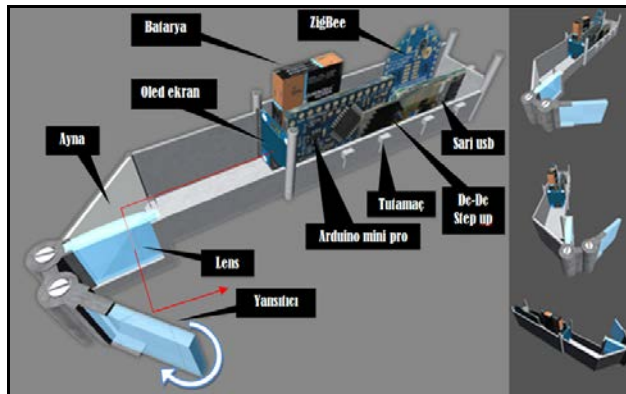
HID Device, Merkez devre bileşeninin bir kısmı olarak da düşünülebilir. Yazılım katmanından gelen verileri alan HID Device Devresi, USB portu aracılığıyla aldığı verileri ikaz uyarı ışıklarına ve göstergelere aktaran elektronik modüldür. İhtiyaç halinde yeni Çıktı modülleri eklenerek daha fazla gösterge aktif hale getirilebilmektedir.

Girdi modülleri; kullanıcının tepkilerini tamponda toplayacak, merkez devresi müsait olduğunda bu kısma aktarma işlemini gerçekleştirecektir. Girdi modülleri 33 bağlantı noktasının veri girişi olarak kullanılmasını mümkün kılar. Tüm buton, anahtar, düğme, kol ve kumandalar bu bağlantı noktalarına bağlıdır. Daha fazla bağlantı noktasına ihtiyaç duyulduğunda yeni Girdi modülü eklenerek 33 bağlantı noktalı girdi modülü aktif hale getirilebilir. Merkez devrenin 250 Girdi modül desteği bulunmaktadır.

Çıktı modülleri; ikaz uyarı ışıkları, gösterge ve hareket sistemlerini kontrol eden modüllerdir. Her bir çıktı modülü 33 bağlantı noktası bulunmaktadır. Her bir bağlantı noktasına istenilen çıktı bileşeni bağlanabilir. Çıktı modülleri I2C veri iletişim protokolünü aracılığıyla HID Device devresine bağlanarak Yazılım katmanından gelen verileri alır. Eş zamanlı olarak Yazılım katmanından gönderilen verilere göre ikaz uyarı ışıkları, gösterge ve hareket sistemlerini çalıştırabilir. HID Device devresine 250 Çıktı Modülü bağlanabilmektedir.

4.2. Artırılmış Gerçeklik Birimi

AG birimi (AGB); bilgisayardaki simülasyon oyunu sırasında kullanıcıya oyundaki önemli bilgileri, uyarıları veya uçuş öncesi yapması gerekli işlem adımlarını (checklist) göz hizası seviyesindeki yansıtıcı donanımı üzerinde anlık olarak gösterilmesini sağlamakta ve oyunun gerçeklik yapısını oluşturmaktadır.



Şekil 5. AG görüntüleme aracı



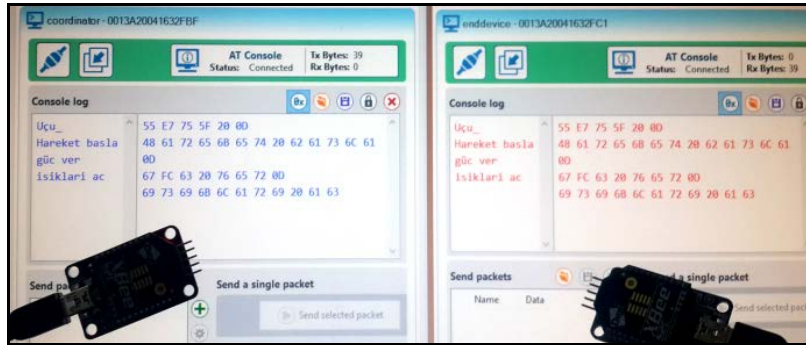
Şekil 6. AG kullanımı

Şekil 5'te AGB'nin oluşturulmasında kullanılan sistem bileşenleri görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere AG görüntüleme birimi; (i) AG haznesi, (ii) ZigBee, Şarj USB,

DC-DC Step up, Arduino Mini Pro, OLED ekran, batarya ve bu cihazları birbirleri ile iletişimini sağlayan bağlantı kabloları, (iii) ayna, (iv) lens ve (v) yansıtıcı olmak üzere 5 temel bileşenden oluşmaktadır. Şekil 6’da AG biriminin gözlük ile kullanımı görülmektedir.

AG biriminin çalışması şu şekildedir. İlk olarak kullanıcı sistem üzerindeki “AÇ” ve “KAPAT” fiziksel butonlarından “AÇ” ile sistemin çalışmasını sağlamalıdır. Sistemde kullanılan kablosuz erişim cihazı ZigBee görev simülatör arabiriminin (GSA) bilgisayardan aldığı verileri karşılamaya başlamakta, karşılanan veriler Arduino üzerinden OLED ekranda gösterilmektedir. OLED ekrandaki görüntü aynaya, aynadan yansıtıcı yüzey üzerine düşürülmekte, kullanıcı göz hizası seviyesindeki bu veriyi anlık olarak yansıtıcı yüzey üzerinde görebilmektedir. Sistem üzerindeki “KAPAT” butonuna basılması ile cihazın görev simülatör arabirimi ile olan bağlantısı kesilmekte ve kapanmaktadır.

GSB ile AGB arasındaki veri iletişimi etkinliği, uzun pil ömürlülüğü, güvenliği, düşük maliyeti, kullanım kolaylığı ve kablosuz yapısı gibi özellikleri sebebiyle ZigBee cihaz teknolojisi ile gerçekleştirilmiştir. Bu teknolojinin kullanılması iki birim arasında sürekli ve kablosuz bir iletişim ortamının oluşmasını sağlayacak, kullanıcının hareket kabiliyetinin arttıracaktır.



Şekil 7. AG görüntüleme biriminin gözlük ile kullanımı

Şekil 7’de görüleceği üzere GSA’da ve AGB’de kullanılan ZigBee alıcı-verici cihazlarının topolojiye göre yapılandırılma işlemleri XCT-U ile sağlanmıştır. XCT-U ücretsiz dağıtılan çoklu platform desteği olan bir uygulama yazılımıdır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada GSA yazılım katmanı içerisinde yer alan veri erişim programı, Visual Studio yazılım geliştirme aracı ile C# programlama dili kullanılarak Windows tabanlı geliştirilmiştir. Bu çalışmada aktif çalışma esnasında anlık olarak bilgisayar bellek alanında bulunan verileri elde etmek için Falcon.dll kütüphanesi kullanılmıştır. Çalışma esnasında üretilen veriler ilgili bellek alanlarında 0,1 saniye aralığında veri tipi uygun değişkenlerde saklanmıştır. Yazılım katmanının görüntü tazeleme oranından daha fazla

veri alması ve bu sayede kullanıcı tepkilerinin OLED ekran ve AGB birimi ile eş zamanlı gerçekleşmesi sağlanmıştır. Ayrıca yazılım katmanını aldığı verileri HID Device devresine ve AGB'ye iletmıştır.

Yazılım katmanını ile HID Device arası iletişim USB 1.1 protokolü arayüz vasıtasıyla gerçekleşmiştir. HID Device devresi ile Çıktı birimleri arasındaki veri RS-232 seri iletişim yöntemi kullanılarak aktarılması düşünülmüş ancak geri bildirim ve çoklu arabirim ihtiyacının giderilmesi için geliştirilen I2C üzerinde karar verilmiştir. HID Device devresi 20 MHz işlemci hızı ile gerekli işlemleri yaparak Çıktı Modüllerine verileri I2C protokolü veri iletişim yöntemi kullanarak aktarırken tamponda bulunan veri miktarına bağlı olarak verilerin aktarım hızında 0,15 saniyelik gecikmelere sebep olduğu belirlenmiştir. Ayrıca I2C hattında tepki gecikmelerine ve bağlantı kopmalarına karşın kullanılan PULL UP direnç değerlerinden en uygun değer denenerek devrelerde kullanılmıştır. Ancak daha hassas ayarlanabilir direnç kullanılarak bu sürenin azaltılabileceği düşünülmektedir.

GSA içerisinde bulunan giriş modülleri bilgileri doğrudan buton, anahtar ve diğer sensörlerden alıp FIFO tampon bellekte saklamaktadır. Giriş biriminden alınan veriler, saniyede 40 örnekleme sıklığı ile merkez devre girişlerinde toplanarak Falcon simülasyonun da işlenmiştir. Merkez devre ile giriş arabirimleri arasındaki veri akışı yine I2C protokolü veri iletişim yöntemi kullanılarak sağlanmakta, birimler arasında 0,15 saniyelik gecikme olmaktadır.

AGB ve GSA birimlerinin birlikteliği ZigBee teknolojisi, koordinasyon durumları verimlilik kontrolü 20 dakika süre ile optimize edilmiş RampStart Checklist uygulama eğitimi (Falcon BMS 4.33) ile yapılmıştır. AGB kullanıcıları 75 maddelik uçuş öncesi yapması gereken işlem adımlarını (örn.;1,close canopy; 2;set switch to main pwr; 3,set air source to norm) içeren checklist uygulama eğitimi sırasında, GSA-AGB arası veri aktarımında, OLED ekran yenileme hızında kayda değer bir gecikmeyle karşılaşmamıştır.

Uygulama eğitimi sayısal sonuçları incelendiğinde; AGB kullanıcılarının checklist listesinde hata yapmadığı, AGB kullanmayan deneyimli bir kullanıcının yaklaşık 14 dakikada tamamladığı checklist işlemini AGB kullanıcılarının yaklaşık 8 dakikada bitirdiği belirlenmiştir. AGB'nin kullanıcılar üzerindeki etkileri incelendiğinde; AGB kullanıcılarının kullanmayanlara göre daha fazla taxi süresinin kaldığı, bu sayede riskli sürüş davranışlarında azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca AGB kullanıcılarının "Taxi Ground Speed" kurallarında (keskin köşelerde 10 km/s, kalabalık trafikte 15 km/s, açık düzlüklerde 20 km/s) fiziksel tepkilerinin pozitif olduğu ve olumlu psikolojik sürüş davranışları sergilediği gözlemlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak havacılık alanının gerçek uçuş eğitimlerinde karşılaşılan temel problemler uçmadan önce donanım ve personelin ön hazırlığı, uçağın havada kalma süresi, uçuş esnasındaki yapılması zorunlu işlem adımlarının atlanması, kaza riskleri ve uçuş sürelerinin azlığıdır. Buna karşın GSA bağlantılı F16 Kokpit deneyimlerinde hazırlık, maliyet, uçuş süresi, deneme sayısı gibi olumsuz durumların ortadan kalktığı, AGB sayesinde uçuş verilerinin anlık ve gerçekçi verildiği, kullanıcının zorunlu işlem adımlarında hata yapmadığı görülmüştür. Bu durum daha başarılı ve eğlenceli bir uygulama eğitiminin oluşmasını sağlamıştır.

Çalışmada kullanılan projeksiyon ve perde uygulaması yerine F16 kokpit etrafını saran 3 boyutlu TV'lerin yerleştirilmesi çalışmayı daha gerçekçi ve güçlü kılacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma sivil/askeri alandaki pilot eğitimlere yönelik olmasının yanında farklı eğitim seviyelerindeki öğrenci gruplarının, bu alana gönül vermiş kişilerin kullanabilmesine de imkân verecektir.

7. KAYNAKÇA

- [1] Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013), Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. Tan ve ark., 2016
- [2] Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011), Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*,4(1)
- [3] Iordache, D. D., Pribeanu, C., & Balog, A. (2012), Influence of specific AR capabilities on the learning effectiveness and efficiency. *Studies in Informatics and Control*, 21(3), 233-240.
- [4] Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009), Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- [5] Halaç, O. 1982 İşletmede Simülasyon Teknikleri, İ.Ü. Yayınları, No: 2936, İstanbul.
- [6] İnternet: https://tr.wikipedia.org/wiki/Artırılmış_gerçeklik, 30.04.2017.
- [7] İçten T. ve Bal G., (2017), Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2).
- [8] Huang, Z., Hui, P., Peylo, C., & Chatzopoulos, D. (2013), Mobile augmented reality survey: a bottom-up approach. *arXiv preprint arXiv: 1309.4413*.
- [9] Roesner, F., Kohno, T., & Molnar, D. (2014), Security and privacy for augmented reality systems. *Communications of the ACM*, 57(4), 88-96.
- [10] Lorenz, L., Kerschbaum, P., & Schumann, J. (2014), Designing take over scenarios for automated driving: How does augmented reality support the driver to get back into the loop?. In *Proceedings of*

- the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 58, No. 1, pp. 1681-1685). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- [11] Billinghamurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001), The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and applications*, 21(3), 6-8.
- [12] İnternet: <http://www.quivervision.com/> , 17.03.2017.
- [13] Sielhorst, T., Obst, T., Burgkart, R., Riener, R., & Navab, N. (2004), An augmented reality delivery simulator for medical training. In *International Workshop on Augmented Environments for Medical Imaging-MICCAI Satellite Workshop* (Vol. 141, pp. 11-20).
- [14] Taylor, R. H., Funda, J., Joskowicz, L., Kalvin, A. D., Gomory, S. H., Gueziec, A. P., & Brown, L. M. G. (1996), An overview of computer-integrated surgery at the IBM Thomas J. Watson Research Center. *IBM journal of research and development*, 40(2), 163-183.
- [15] Friedrich, W., Jahn, D., & Schmidt, L. (2002), ARVIKA-Augmented Reality for Development, Production and Service. In *ISMAR* (Vol. 2002, pp. 3-4).
- [16] Owens, N., Harris, C., & Stennett, C. (2003), Hawk-eye tennis system. In *Visual Information Engineering, 2003. VIE 2003. International Conference on* (pp. 182-185). IET.
- [17] Serino, M., Cordrey, K., McLaughlin, L., & Milanaik, R. L. (2016), Pokémon Go and augmented virtual reality games: a cautionary commentary for parents and pediatricians. *Current opinion in pediatrics*, 28(5), 673-677.
- [18] Livingston, M. A., Rosenblum, L. J., Julier, S. J., Brown, D., Baillot, Y., Swan, I. I., ... & Hix, D. (2002), *An augmented reality system for military operations in urban terrain*. NAVAL RESEARCH LAB WASHINGTON DC ADVANCED INFORMATION TECHNOLOGY BRANCH.
- [19] Yeh, M., & Wickens, C. D. (2001), Display signaling in augmented reality: Effects of cue reliability and image realism on attention allocation and trust calibration. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 43(3), 355-365.
- [20] İnternet: http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Komuta-Kontrol-Haberlesme-ve-Bilgisayar-Sistemleri/CENKER_TR.pdf , 30.04.2017.
- [21] Gabbard, J. L., Fitch, G. M., & Kim, H. (2014), Behind the Glass: Driver challenges and opportunities for AR automotive applications. *Proceedings of the IEEE*, 102(2), 124-136.
- [22] State, A., Chen, D. T., Tector, C., Brandt, A., Chen, H., Ohbuchi, R., ... & Fuchs, H. (1994), Observing a volume rendered fetus within a pregnant patient. In *Visualization, 1994., Visualization'94, Proceedings., IEEE Conference on* (pp. 364-368). IEEE.
- [23] Urban, E. C., (1995), The information warrior, *IEEE Spectrum*, 32, 11, 1995, pp. 66-70.
- [24] Advani, S,K, (1998), The kinematic design of flight simulator motion-bases. PhD thesis, Delft University of Technology.
- [25] Medenica, Z., Kun, A. L., Paek, T. ve Palinko, O. (2011), “Augmented reality vs. street views: A driving simulator study comparing two emerging navigation aids,” *Proc. 13th Int. Conf. Human Comput. Interaction Mobile Devices Services*, pp. 265–274.
- [26] Hwang, Y., Park, B. J., & Kim, K. H. (2016), Effects of Augmented-Reality Head-up Display System Use on Risk Perception and Psychological Changes of Drivers. *ETRI Journal*, 38(4), 757-766.
- [27] Shankwitz, C. (2010), “Elbow room on the shoulder: DGPS-based lane-keeping enlists laser scanners for safety and efficiency,”, *GPS World*, vol. 27, pp. 30–37.
- [28] Ippolito, C.A. ve Pritchett, A.R. (2000), Software Architecture For A Reconfigurable Flight Simulator, *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference*, Denver, CO.