

# **SAGES: SANAL GERÇEKLİK ORTAMINDA HLA UYUMLU VE STEREO GÖRÜNTÜ, FİZİK VE ÇEVRESEL SES DESTEKLİ SAVAŞMA YETENEĞİ EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ**

**Selim TEMİZER<sup>(a)</sup>, Haluk ELİŞ<sup>(b)</sup>, Namık Kemal TEMİZER<sup>(c)</sup>**

<sup>(a)</sup> Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, temizer@alum.mit.edu

<sup>(b)</sup> Genelkurmay BİLKARDEM Başkanlığı, Ankara, halukelis@gmail.com

<sup>(c)</sup> North Carolina State University, Raleigh, NC, nktemize@ncsu.edu

## **ÖZ**

Bu bildirimizde, geliştirmiş olduğumuz Sanal Gerçeklik Ortamında Savaşma Yeteneği Eğitim Simülatörü (SAGES) hakkında bilgi verip, SAGES sisteminin atıcılık, nişancılık, silah ve çatışma eğitimi simülasyonları alanında tamamen yeni olan özelliklerini ortaya koyacağız. SAGES sistemi iki temel bileşenden oluşmaktadır: Bunlardan ilki, Modelleme ve Simülasyon Sistemleri (M&S) alanındaki askeri gereksinimler ve standartların, sanal gerçeklik ve çoklu ortam teknolojilerinin ve ihtiyaç duyulan donanım bileşenlerinin çok kapsamlı bir eğitim simülatörü oluşturmak amacıyla bir araya getirilmesi, öğrenim amaçlı teknoloji testlerinin yapılarak gerekli bilgi birikiminin sağlanması ve bu doğrultuda bir yazılım ve donanım altyapısı oluşturulmasıdır. İkinci temel bileşen ise, oluşturulmuş bu altyapı üzerinde, kazanmış olduğumuz bilgi ve yeteneklerin ortaya konulması ve demonstrasyonu amacıyla, prototip olarak hazırlanmış olan ve bir sanal gerçeklik ortamı oluşturarak bu ortamda G-3 piyade tüfeği ile atış eğitimi sunan bir simülasyon sistemidir. Bu bildirimizde SAGES sisteminde kullanmış olduğumuz teknolojilere ek olarak gelecekte SAGES'e eklemeyi planladığımız yetenekleri, SAGES'in mevcut sistemlere göre üstünlüklerini, sağlayabileceği farklı kullanım alanlarını ve böyle bir simülasyon sistemi ile eğitim gören kullanıcıların elde edeceği avantajları da sunacağız.

**Anahtar Kelimeler:** Atış Eğitimi, Çatışma Simülasyonu, Eğitim Simülasyonu, HLA, Keskin Nişancı Eğitimi, Nişancı Eğitimi, Personel Seçimi, Sanal Gerçeklik.

## **SAGES: HLA-COMPLIANT COMBAT CAPABILITY TRAINING SIMULATOR IN VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT WITH STEREO VISION, RIGID BODY DYNAMICS AND ENVIRONMENTAL AUDIO SUPPORT**

### **ABSTRACT**

In this document, we present a simulation system, The Combat Capability Training Simulator In Virtual Reality Environment (SAGES), that we have developed, and we

discuss its unique features in the domain of shooting, marksmanship, gun and combat training simulations. The SAGES System is comprised of two major components: The first component entails gathering together Modeling and Simulation (M&S) related military requirements and standards, virtual reality and multimedia technologies, and required hardware components in order to create a comprehensive training simulator, developing know-how and a knowledge base through technology tests and forming a software and hardware infrastructure. The second component is a virtual reality G-3 assault rifle shooter training simulator that is developed as a prototype to serve as a proof-of-concept and to demonstrate the knowledge and skills acquired. We also present the future add-ons and capabilities planned for the SAGES system, superior qualities of the SAGES over existing simulators, new usage areas that SAGES can serve, and the advantages that SAGES offers to its trainees.

**Keywords:** Combat/Skirmish Simulation, HLA, Marksman Training, Personnel Selection, Sharp Shooter Training, Shooting Training, Training Simulation, Virtual Reality.

## 1. GİRİŞ

Değişen tehdit algılamaları ve ülkemizin içinde bulunduğu coğrafya dikkate alındığında askeri bakımından her zamankinden daha güçlü ve caydırıcı olmamız gerekmektedir. Kaynakların kısıtlı olması, makro ekonomik göstergeler ve politikalar gereği savunma harcamalarına ayrılan bütçede kısıtlamalara gidilmesi, tüm kamu kurumlarını olduğu gibi silahlı kuvvetlerimizi de kaynaklarını daha verimli kullanmaya itmektedir.

Ülke güvenliğinde görev alan personelimizin sahip oldukları silah sistemlerini daha iyi kullanması, örneğin temel silahlarımızdan olan G-3 piyade tüfeği nişancılığında daha iyi yetişmesi, personelde kendine güven duygusunun artmasına ve sonuç olarak daha etkin vuruş gücüne sahip birliklerin oluşmasına katkıda bulunur.

Bir erin alması gereken atış ve muharebe eğitimi, askerliği süresince belirli bir sayıda mermi atmasını öngörmektedir. Mermi sayısının artırılması kuşkusuz askerimizin eğitimine olumlu yönde katkıda bulunacaktır. Ancak, artan mermi sayısının eğitim maliyetini büyük ölçüde artıracığı da bir gerçektir. Bir G-3 piyade tüfeği mermisinin maliyetinin 2004 yılı itibarı ile 0,71 Amerikan Doları (yaklaşık 1 YTL, kaynak: Makine Kimya Enstitüsü) olduğu düşünüldüğünde ve bir er için 10 mermilik bir artırıma gidileceği varsayılırsa, bu durum 10.000 eri olan bir askeri birlik için 100.000 YTL'lik ek bir maliyet getirecektir. 10 mermi düşük bir sayı olmasına rağmen 100.000 YTL'nin alternatif maliyeti daha farklı bir silah sistemine yatırım olarak kullanılabilir.

Bu bildiride, güvenlikten sorumlu personelin eğitimine katkıda bulunmak ve daha az maliyetle daha iyi eğitilmiş personel yetiştirebilmek amacıyla geliştirdiğimiz *Sanal Gerçeklik Ortamında HLA Uyumlu ve Stereo Görüntü, Fizik ve Çevresel Ses Destekli Savaşma Yeteneği Eğitim Simülatörü (SAGES)* sisteminin ve sistemin yeteneklerini sergilemek amacıyla bir prototip olarak sistem üstüne inşa ettiğimiz G-3 piyade tüfeği atış simülatörünün eğitim simülatörleri alanında tamamen yeni olan özelliklerini ortaya koyup, başta Türk Silahlı Kuvvetleri olmak üzere Emniyet Teşkilatı ve diğer güvenlik kurumları için kullanım alanlarını ve avantajlarını belirteceğiz.

SAGES'in ilk testlerinden olumlu sonuçlar alınmış olup, müteakiben **güvenilirlik** ve **geçerlilik** testlerine tâbi tutulması düşünülmektedir [1]. Güvenilirlik, SAGES'i kullanarak atış yapan bir personelin atış becerisinde herhangi bir değişiklik olmadan farklı zamanlarda yapacağı atışlardan yakın sonuçlar alması, geçerlilik ise SAGES ile iyi atış yapan bir personelin gerçek hava ve arazi şartlarında gerçek silah sistemiyle yapacağı atışlarda da simülatörde gösterdiğiye başarıya yakın başarı göstermesidir.

Simülatörlerin kullanım amacı, simülatörlerde eğitilen kişilerin çalışma ortamlarında karşılaştıkları gerçek şart ve durumların bilgisayar ve elektronik ortama gerçeğe yakın seviyede aktarılmasıdır [2]. Sanal gerçeklik destekli bir simülatör olan SAGES ise her türlü durumu sanal ortamda yaratabilmektedir. SAGES'te eğitim gören personel riskli bir hareket tarzını zarar görmeden deneme şansına sahip olacaktır.

Yazılım, donanım ve sistem mühendisliği alanlarında çok geniş bir bilgi birikimi ve tecrübenin sonucu olarak ortaya çıkmış olan SAGES sisteminin yeteneklerini somut biçimde ortaya koymak amacıyla hazırladığımız prototip simülatör, G-3 piyade tüfeğinin yatarak destekli 25, 50, 100 ve 200 metre atışlarını simüle etmek için tasarlanmıştır. Ancak SAGES ile çok çeşitli silah sistemlerini ihtiyaç duyulan mesafelerde ve istenilen şekillerde (ayakta, yatarak, vs.) kullanmak mümkündür. Ayrıca SAGES, sanal ortamda her türlü çatışma ve savaş durumunu yaratabilmektedir. Bu sebeple SAGES sistemini sadece bir atıcılık simülasyonu, nişancılık simülasyonu, çatışma simülasyonu veya bir silah eğitim simülasyonu olarak nitelemek yerine **savaşma yeteneği eğitim simülatörü** olarak isimlendirmekteyiz.

## 2. MEVCUT ÇATIŞMA SİMÜLATÖRLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Günümüzde gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde yaygın olarak kullanılan askeri amaçlı geniş çaplı çatışma simülatörleri temel olarak göze zarar vermeyen lazerli atış yapma ve yapılan atışı algılama prensibine dayanan sistemler kullanılmaktadırlar. Bu sistemlerin en yaygın olanlarından birisi Çoklu Entegre Lazer Nişan Alma Sistemi (Multiple Integrated Laser Engagement System, MILES) adı verilen sistemdir [3]. MILES Sistemi kullanılarak icra edilen bir çatışma simülasyonunda gerçek silahlar, gerçek araçlar ve gerçek personel kullanılır. Çatışma öncesi her silahın üzerine birer lazer gönderici takılarak sıfırlaması yapılır. Ayrıca bütün personel ve araçların da üzerlerine lazer algılayıcılar bağlanır. Daha sonra çatışma eğitimi, seçilen gerçek bir arazi parçası üzerinde canlı olarak icra edilir, fakat gerçek mermiler yerine MILES sisteminin sağladığı **lazer mermiler** kullanılır. Lazer algılayıcılar, üzerlerine herhangi bir silahtan atılan lazer mermiler isabet etmişse çeşitli sesler çıkarmak suretiyle hedefin vurulduğunu rapor ederler.

Zaman içinde MILES sistemi, artan ihtiyaçlara cevap verememeye başlayınca, ABD ordusu tarafından MILES 2000 adlı daha modern bir sistem geliştirilmiştir [4]. MILES 2000 sistemindeki yeni özellikler arasında Eğitim Sonrası Değerlendirme (After Action Review) yapabilmek ve eğitilen personele detaylı geribildirim sunabilmek amacıyla çatışma verilerini kaydedebilme ve raporlama yeteneği de bulunmaktadır.

Çatışma simülasyonlarında olduğu gibi tabanca/tüfek atışı ve keskin nişancılık eğitimi için kullanılan simülasyon sistemlerinde de tercih edilen temel unsur, güvenilir ve kolay bir çözüm sunması sebebiyle lazer gönderici ve algılayıcı teknolojisidir.

Mermilerin doğrusal bir yol takip etmediği (havan topu benzeri) silah sistemlerinin çok sınırlı bir kısmı simülasyonlarda yer alabilmektedir. Örneğin düşük enerjili radyo frekans (radio frequency, RF) sinyalleri yayan cihazlar, el bombası ve kara mayını tarzı mühimmatın patlama yarıçapını gerçeğe yakın bir şekilde simüle edebilmektedir.

### 3. MEVCUT MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNOLOJİLERİ

Modelleme ve Simülasyon (M&S) Sistemlerinin günümüzde ulaştığı nokta ve gelecekte M&S alanında kullanılması muhtemel olan teknolojiler hakkında çok kapsamlı bir araştırmanın sonuçlarını yakın bir geçmişte yayınlamış bulunuyoruz [5]. Bu bölümde bir atış/çatışma eğitim simülatörü oluşturmak amacıyla kullanılacak yazılım ve donanım teknolojilerinden ve gerek ticari gerekse ücretsiz (açık kaynak, open source) yazılım paketlerinden kısaca bahsedeceğiz.

**İşletim sistemi:** Eğer geliştirilecek olan simülasyon sisteminde çok özel gerçek-zamanlı performans gereksinimleri bulunuyorsa, INTEGRITY® (Green Hills® Software), VxWorks (Wind River) veya Real-Time Linux gibi bir Gerçek-Zamanlı İşletim Sistemi (Real-Time Operating System, RTOS) kullanılabilir.

**Yazılım altyapısı:** Matematiksel hesaplamalar için Template Numerical Toolkit (TNT), grafik motorunun sunduğu görüntüleri gerçek zaman ile senkronize etmek için Open Producer ve paylaşılan kaynaklara ulaşımı düzenlemek ve multi-thread desteği sağlamak için Open Threads benzeri kütüphaneler kullanılabilir.

**Grafik, animasyon ve ses:** Grafik kütüphanesi olarak OpenGL, DirectX, Irrlicht, OpenSceneGraph veya CrystalSpace, animasyon kütüphanesi olarak CAL3D veya Pixar RenderMan® yazılımı, animasyon destekli model formatları olarak OpenFlight veya ReplicantBody ve ses kütüphanesi olarak DirectSound veya OpenAL benzeri kütüphaneler kullanılabilir.

**Fiziksel hesaplamalar:** Katı-cisim dinamiği (rigid-body dynamics) ve çarpışma hesaplamaları için Havok Physics™, Open Dynamics Engine (ODE), OPCODE, ColDet kütüphaneleri ve/veya bir donanım (PCI kartı) olarak geliştirilmiş olan AGEIA PhysX™ işlemcisi kullanılabilir.

**Ağ üzerinden bilgi paylaşımı:** Askeri yazılımlarda özellikle aranılan İleri Seviye Mimari (High Level Architecture, HLA) uyumluluğu veya bunun dışındaki Game Networking Engine, HawkNL, Adaptive Communication Environment (ACE) ve BSD soketleri gibi yazılımlar kullanılabilir.

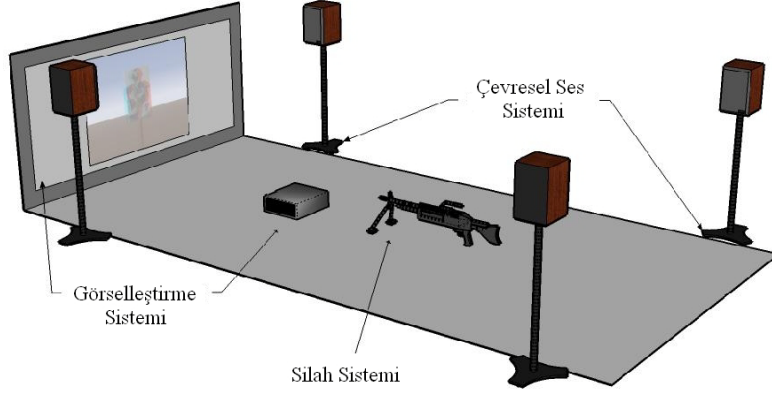
**Donanım:** Gerçek mermilerin yerine MILES™ benzeri bir lazer sistemleri ve SAGES simülatöründe olduğu gibi silah sistemlerinin pozisyon ve yönelim bilgilerini tespit edip sayısal ortama aktarabilmek için aç ve hız kodlayıcıları (rotary encoder) kullanılabilir.

### 4. SAGES SİSTEMİ

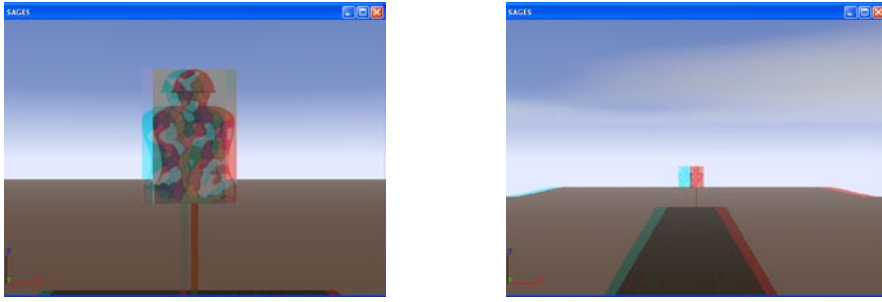
Bu bölümde geliştirdiğimiz prototip simülatör sisteminin nasıl çalıştığı hakkında bilgi verip SAGES sisteminin yazılım ve donanım bileşenlerini hem oluşturduğumuz bilgi birikimi açısından hem de geliştirdiğimiz prototipin özellikleri açısından inceleyeceğiz.

SAGES eğitim simülatörünü kullanan her bir personelin kendi platformu bulunmaktadır ve örnek bir platform Şekil 1’de görülmektedir. Her platformda bir görselleştirme ve ses

sistemi ve bir de silah sistemi yer almaktadır. Şekil 2’de ise SAGES simülatorünü kullanan bir personelin karşısına çıkacak olan stereo görüntülerden (anaglyph) örnekler yer almaktadır. Bu resimlere (renkli bir baskıda) kırmızı-mavi anaglyph gözlüklerle bakıldığında sahnenin derinliği algılanabilmektedir.



Şekil 1. Tek Bir Personelin Kullanacağı SAGES Platformu



Şekil 2. Anaglyph Sahne Örnekleri

SAGES’te görselleştirme sistemi olarak bir bilgisayar monitörü, projektörle duvara veya perdeye yansıtılmalı bir sistem veya başa takılan (ve 3 boyutlu stereo görüntü sunan) bir görselleştirme sistemi (head-mounted display, HMD) kullanılabilir. Ses sistemi bir kulaklık veya 3 boyutlu çevresel ses sağlayan hoparlör gruplarından oluşabilir. Görüntüleme ve ses sistemi eğitilen personele 3 boyutlu bir sanal gerçeklik ortamı sağlar. Başa takılan görselleştirme sistemlerinde sanal gerçeklik ortamı otomatik olarak oluşur. Diğer sistemlerde ise eğitim gören personel kırmızı-mavi (anaglyph) , polarize (polarizing glass) veya LCD shutter glass gözlükler takarak sanal gerçeklik ortamındaki görsel unsurları (derinlik, mesafe ve cisimlerin boyutlarını) algılar.

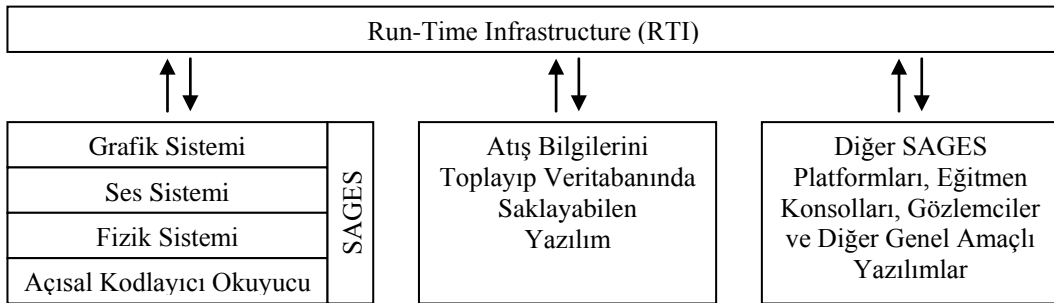
Silah sistemi ise personelin kullanacağı silahı ve silahın ağırlığı, geri tepmesi, vb. özelliklerini temsil eden fiziksel bir model ve silahın pozisyonunu, yönelim bilgilerini ve (silahı ateşlemeye hazır hale getirme, tetiğe basma, vb.) kullanım bilgilerini tespit edip sayısal ortama aktarabilen bir mekanizmadan oluşur.

Eğitim gören personel kendi platformunu bireysel bir çatışma veya nişan alma eğitimi görmek amacıyla kullanabilmektedir. Ayrıca yan yana veya farklı fiziksel mekanlarda bulunan platformlar, *ağ bağlantısı (RTI)* yardımıyla, eğitim gören birden fazla personeli ve denetleyici eğitmenleri aynı sanal gerçeklik ortamında da buluşturabilmektedir.

#### 4.1. Yazılım

SAGES sisteminde sanal gerçeklik ortamı oluşturabilmek için 3 boyutlu stereo görüntü sunan grafik yazılımı, fiziksel olayların simülasyon ortamında canlandırılabilmesi için fizik yazılımı ve çatışma ortamındaki sesleri gerçekçi biçimde kullanıcıya sunabilmek için de 3 boyutlu çevresel ses yazılımı mevcuttur. Grafik yazılımı, oluşturduğu stereo görüntüleri çeşitli görselleştirme cihazlarına uygun formatlarda sunabilmektedir: Örneğin başa takılan ve her göz için ayrı ekrana sahip olan sistemlere sağ ve sol göz görüntüsü olarak ayrı ayrı iletebilmekte, monitör veya projektörlü bir sistem için sağ ve sol göz görüntülerini (daha sonradan shutter glass veya anaglyph gözlükler kullanılarak çözülmek üzere) üst üste bindirebilmekte veya ayna benzeri bir düzenek sayesinde (ya da gözleri çaprazlama yoluyla) sağ ve sol göze ayrı ayrı iletilmesi gereken resim çiftleri olarak oluşturabilmektedir. Fizik yazılımı, katı cisim dinamiklerini temsili ortamda hesaplayarak yerçekimi kuvvetini, mermi ağırlığını, ve sanal ortamdaki diğer cisimlerin kütlelerini, eylemsizlik momentlerini ve üzerlerine etkiyen kuvvetleri simüle edebilmektedir. Ses yazılımı ise sanal ortamdaki ses kaynaklarından çıkan sesleri sanal ortamdaki pozisyonlarına, yönelimlerine ve hızlarına uygun olarak eğitim gören personele sunabilmektedir. Böylece sanal ortam birebir gerçekmiş gibi algılanmaktadır. Birçok modülden oluşan yazılımın mimarisi için Temizer Sistemi [6] kullanılmaktadır.

Sanal gerçeklik ortamını oluşturmaya yarayan bu temel yazılım kütüphanelerinin yanısıra sistem HLA uyumlu olup ağ üzerinden sanal gerçeklik ortamıyla ilgili verileri diğer yazılımlarla paylaşabilmektedir. Oluşturduğumuz prototip simülatörümüz bu özellikten faydalanarak her atış sonrası sanal gerçeklik ortamında merminin isabet ettiği noktanın koordinatlarını Run-Time Infrastructure (RTI) vasıtasıyla bu bilgiyle ilgilenen diğer yazılımlara göndermektedir. Yine prototip sistem için hazırladığımız bir başka HLA uyumlu program ise bu bilgileri toplayıp, isteğe göre bir veritabanında biriktirebilmektedir. SAGES sisteminin federasyon yapısı Şekil 3'te görülmektedir.



**Şekil 3.** SAGES Sistemi Federasyon Yapısı

#### 4.2. Donanım

SAGES simülatörünün merkezi olan açısız kodlayıcı mekanizmasını kurmak için günümüzde kablolu ve kablosuz olmak üzere birçok teknoloji mevcuttur: Örnek olarak özel kızılötesi kameralar aracılığıyla üzerlerine çeşitli yansıtıcı parçalar takılmış cisimlerin konumları bilgisayarlar tarafından takip edilebilmekte (infrared tracking systems) ve optoelektronik gönderici ve alıcı sistemler sayesinde yine benzer şekilde gerçek ortamdaki cisimlerin konum ve yönelim bilgileri sayısal ortama aktarılabilir. Kablosuz teknolojilerin yanısıra bir eksen etrafında dönebilen açı ve

hız kodlayıcı donanımlar (rotary encoder) da bir eksene bağlı bulundurulmuş bir silah sistemi hakkında yönelim bilgilerini tespit edebilmektedir.

Geliştirdiğimiz SAGES prototip simülörde kullandığımız donanım, kablolu bir sistem olup açısal kodlayıcı (rotary encoder) kullanılarak çalışmaktadır. Piyasada fiyatları 2 ile 250 Amerikan Doları arasında değişen ve devir başına 3 ile 10.000 arasında sinyal (pulses per revolution, ppr) gönderebilen kapasitesine sahip çeşitli açısal kodlayıcılar mevcuttur. Hatta fotoğrafçılık gibi özel kullanım alanları için 100.000 ve daha yüksek ppr hassasiyetine sahip açısal kodlayıcılar da bulunmaktadır. Geliştirmiş olduğumuz prototipte maliyeti 5 Amerikan Dolarının altında olan analog bir PC Joystick içinde bulunan 2 adet potansiyometreyi (200K $\Omega$ ) ve diğer devre elemanlarını, geliştirdiğimiz bir yazılım ile birlikte çalıştırmak suretiyle 10.000 ile 50.000 ppr arasındaki hassasiyetlerde kullanabilmekteyiz. Bu hassaslığı elde edebilmek için potansiyometrelerden gelen sinyal üzerinde çoklu örnekleme ve gürültü azaltma (noise reduction) teknikleri kullanılmıştır. Çizelge 1’de, çeşitli ppr değerlerine sahip açısal kodlayıcıların derece cinsinden hassasiyetleri ve bu hassasiyetteki bir ölçüm cihazı kullanılarak yönelimi hesaplanmış bir silahın sırası ile 10, 25, 50 ve 100 metre uzaklıktaki hedeflere atışları sırasında oluşacak sapma (hata) miktarları görülmektedir.

**Çizelge 1.** Açısal Kodlayıcıların Hassasiyet Değerleri ve Atışlardaki Sapma Miktarları

PPR	Hassaslık	10 metre	25 metre	50 metre	100 metre
100	3,6 °	62,91 cm	157,29 cm	314,57 cm	629,15 cm
360	1 °	17,46 cm	43,64 cm	87,28 cm	174,55 cm
1000	0,36 °	6,28 cm	15,71 cm	31,42 cm	62,83 cm
5000	0,072 °	1,26 cm	3,14 cm	6,28 cm	12,57 cm
10.000	0,036 °	0,63 cm	1,57 cm	3,14 cm	6,28 cm
50.000	0,0072 °	0,13 cm	0,31 cm	0,63 cm	1,26 cm
100.000	0,0036 °	0,06 cm	0,16 cm	0,31 cm	0,63 cm

## 5. SAGES SİSTEMİNE EKLENMESİ PLANLANAN YETENEKLER

SAGES sistemi eksiksiz bir sanal gerçeklik ortamı oluşturacak yeteneklerle donatılmıştır. Ayrıca eğitim gören personelin sadece atışlar sırasında değil tüm eğitim boyunca silahını nasıl kullandığı (örneğin nişan alma sırasında tüfeği sabit tutmayı başarıp başaramadığı) da dahil olmak üzere çok detaylı veri toplayabilme kapasitesine sahiptir. SAGES bu verileri gereğince işleyip maksimum düzeyde faydalı bilgi üretebilecek modüllere henüz sahip değildir. Kısa bir zamanda, sistemimize eğitim sonrası değerlendirme amacıyla toplanan verileri analiz edebilme ve sonuçları detaylı olarak raporlayabilme özelliklerinin katılmasını planlamaktayız.

Donanım olarak mevcut açısal kodlayıcı hassasiyetimizi daha da artırmak için yüksek çözünürlüklü açısal kodlayıcılar üzerinde araştırmalarımıza devam edip, bu kodlayıcıları yazılım desteği ile çok daha hassas hale getirmeyi planlamaktayız.

Daha ileri safhalarda silah sisteminin pozisyon ve yönelim bilgilerini tamamen kablosuz bir şekilde optoelektronik veya kızılötesi takip sistemleri aracılığıyla sayısal ortama aktarmayı planlamaktayız. Silah sisteminin özgürce hareket edebilmesi sistemimize çok daha heyecan verici açılımlar kazandıracaktır. Örneğin kablosuz bir silah sistemi ve görselleştirme için de HMD kullanıldığı takdirde eğitim gören personel fiziksel olarak tamamen boş ve geniş bir odada veya açık bir alanda yürüyor veya koşuyor olmasına rağmen gözlüklerine ve kulaklıklarına gönderilen sanal gerçeklik bilgileri sayesinde kendisini bilgisayar ortamında yaratılmış herhangi bir mekanda hissedebilecek ve bu sanal gerçeklik ortamında eğitim görebilecektir. SAGES sistemine hava şartları ve sanal ortamda yapılan çatışmada alınacak darbelerin personel tarafından hissedilebilmesi amacıyla klima ve sanal gerçeklik yelekleri de entegre edilebilecektir.

## 6. SAGES SİSTEMİNİN MEVCUT ÇATIŞMA SİMÜLATÖRLERİ İLE MUKAYESESİ

Yerli ve özgün bir sistem olan SAGES'i, incelediğimiz diğer atış ve/veya çatışma simülatörlerinden ayıran ve onlara üstün kılan birkaç temel özelliği bulunmaktadır:

Bu özelliklerden ilki, silah sistemi tarafından fırlatılan mermi veya roketin diğer simülatörlerde ancak bir sensör veya algılayıcı tarafından tespit edildikten sonra sayısal sisteme girmesine karşılık SAGES simülatöründe silah sisteminin konumu ve mermiler tamamen sayısal sistemin bir parçasıdır. Yani eğitim gören personel tetiği çektiği anda sanal ortamda oluşturulan mermi yine sanal ortamdaki hedeflerine doğru ilerlemeye başlamaktadır. Özetle SAGES, diğer simülatörlerden farklı olarak **silah sistemini ve mermileri de sayısal ortam içine dahil etmektedir**. Bu özellik SAGES'e çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Örnek olarak MILES benzeri lazerli atış simülatörlerinde 25 metreden nişan alma eğitimi yapmak isteyen bir personelin, lazer algılayıcı mekanizmayı fiziksel olarak kendisinden 25 metre uzağa koymasına ve karşısına geçip üzerine lazer gönderici takılı tüfeği ile ateş etmesi gerekmektedir. Oysa SAGES simülatöründe silahın konumu ve mermiler sanal gerçeklik ortamının bir parçası olduğu için personel kendisinden fiziksel olarak 50 cm uzaklıkta bulunan bir bilgisayar monitöründe nişan alma eğitimini gerçekleştirebilmektedir. Monitör aracılığı ile kullanıcıya sunulan sanal gerçeklik ortamında hedefler rahatlıkla personele 25 metre (veya istenilen herhangi bir mesafe) uzaklıktaymış gibi gösterilebilmektedir. Tüfek ve mermiler de bu sanal gerçeklik ortamının birer parçası oldukları için atıcı tamamen gerçekçi, geçerli ve güvenilir bir eğitim almış olmaktadır. Bu özelliğin sağladığı avantajlara başka örnekler de verebiliriz: SAGES'te eğitimler kaydedilebilir ve sonradan analiz ve geribildirim sunmak amacıyla tekrar oynatılırken SAGES nişan alma sırasında oluşan nişan hattını bir çizgiyle işaretleyebilir (ve personelin nişan alırken titretme yapıp yapmadığı yavaş çekimlerde rahatlıkla gözlemlenebilir).

SAGES'i diğer simülatörlerden ayıran bir başka özellik ise yukarıda bahsettiğimiz özelliğin bir açılımıdır. Diğer simülatörlerde silah, mermi ve hedefi temsil eden algılayıcılar fiziksel dünyada bulunmak zorunda oldukları için çatışma eğitimlerinde can ve mal güvenliğini tehdit etmeksizin gerçekçi patlamalar, kara araçlarının üzerlerine ateş açılarak devrilmeleri veya havaya uçurulmaları, helikopter ve uçak gibi araçlara ateş açılarak yere düşürülmeleri, vb. senaryolar oluşturmak ve icra etmek mümkün değildir. Buna karşılık SAGES, sanal gerçeklik ortamını genişleterek silah ve mermileri



de sayısal ortama dahil ettiği için her türlü patlayabilen/deforme olabilen cansız hedefleri, araçları, binaları ve vurulduğunda etkisiz hale gelebilen bilgisayar kontrollü sanal düşman kuvvetlerini de eğitim amacıyla personelin karşısına çıkartabilmektedir. Örneğin kullanıcı, karşısındaki monitördeki sanal gerçeklik ortamında kendisine doğru yaklaşmakta olan bir helikopter gördüğü zaman silahı ile ateş açarak bu helikoptere hasar verebilmekte ve eğer yeterli seviyede hasar vermeyi başarabilirse helikopteri düşürebilmektedir. Oysa lazerli simülasyonlar ile içinde insanlara, araçlara veya binalara hasar vermeyi barındıran herhangi bir eğitim senaryosunu uygulamak mümkün değildir.

Ayrıca lazerli atış sistemleri, havan topu ve top gibi eğik atış yapmak zorunda olan silahları ve atıldıktan sonra kendi itme kuvveti ve hedefe yönelme sistemleri sayesinde çizgisel olarak ilerlemek zorunda olmayan roketleri (örneğin güdümlü silahları) simüle etmek için kullanılmamaktadırlar. Buna karşılık SAGES simülasyonunda bir havan topundan atılan mermiye sanal gerçeklik ortamında yerçekimi uygulanabilmekte ve düşmesi gereken yere düşürülebilmektedir. Veya bir güdümlü roketin hedefe yönelme sistemi, programlama yoluyla sanal gerçeklik ortamında temsil edilebilmektedir. Yine lazerli sistemlerde, aslında isabet ettiğinde geniş bir alanda tahribat/etki yaratması gereken roketler ve top mermileri sadece noktasal olarak algılanabilmektedir. Oysa sanal gerçeklik ortamında fırlatılan bir roket, isabet ettiği yerde yaratması gereken alan tahribatı etkisini rahatlıkla yaratabilmektedir.

Lazer göndericiler silahlara her takıldıklarında, nişan alma sisteminin kullanıcıya göre sıfırlanmasının yapılması gerekmektedir. Bu da lazerli eğitim teçhizatının eğitime hazırlanma süresini uzatmaktadır. Oysa SAGES sisteminde bilgisayar tarafından otomatik olarak sıfırlama yapılabilmektedir. Ayrıca lazer ışığı eğitim alanındaki çalılar ve ağaçların yapraklarından etkilendiği için bu tür engellerin arkasındaki hedeflere nişan alınması durumunda sağlıklı sonuçlar alınamamaktadır. Sanal gerçeklik ortamında ise bu tür problemler çeşitli programlama teknikleri kullanılarak aşılabilmektedir.

## 7. SONUÇ

Diğer simülasyonlardan farklı olarak gece, gündüz, alacakaranlık, güneşin konumu, mevsimler, yağmur, bulut miktarı, sis, rüzgar, vb. her türlü durumu görselleştirebilme ve 3 boyutlu çevresel ses destekli **gelişmiş bir sanal gerçeklik ortamı** sunması ve **silah sistemini ve mermileri** de **sanal gerçeklik ortamının bir parçası** olarak işlemesi dolayısıyla SAGES, başta Türk Silahlı Kuvvetleri ve Emniyet Teşkilatı mensupları olmak üzere tüm güvenlik personeline atış, çatışma ve konsantrasyon yeteneklerini muhafaza etme ve geliştirebilme imkanı sunacak şekilde tasarlanmıştır. SAGES sistemi, planlanan bir operasyon öncesi güvenlik personelini her türlü ihtimale ve yüksek stres koşullarına hazırlayabilmek için bölgenin 3 boyutlu haritasının SAGES'e yüklenerek çeşitli taarruz ve savunma senaryoları üzerinde eğitim verilmesi, eğitim sonrası performansın analiz edilebilmesi, vb. faaliyetler için de destek sağlamaktadır.

SAGES'in alternatif kullanım alanları içinde **güvenlik personeli seçimi** ve **performans değerlendirilmesi** de bulunmaktadır. Mevcut sistemde personel seçim kriteri sayısal, sözel ve zihinsel yeteneklerinin sıranması şeklindedir. SAGES ile personelin stres altında performansı ve dayanma kapasitesi de ölçülebilecek ve işe daha uygun personelin istihdam edilmesi sağlanabilecektir.

## **KAYNAKÇA**

- [1] Muchinsky, P. M., (1997), "Psychology Applied to Work", Brooks/Cole Publishing Company, 5. Baskı, sf. 92-94.
- [2] Blanchard, P. N., Thacker, J. W., (1999), "Effective Training: Systems, Strategies and Practices", Prentice Hall, sf. 293.
- [3] MILES Sistemi hakkında daha detaylı bilgi için kaynak:  
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/miles.htm>
- [4] MILES 2000 Sistemi hakkında daha detaylı bilgi için kaynak:  
<http://www.peostri.army.mil/PRODUCTS/MILES>
- [5] Temizer, S., (Ocak 2007), "The State of the Art and The Future of Modeling and Simulation Systems", Journal of Aeronautics and Space Technologies (Hava Harp Okulu – Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi), Cilt 3, Sayı 1, sf. 41-50.
- [6] Temizer, S., (Eylül 2005), "Yazılım Yapılandırma Teknikleri: Temizer Sistemi", II. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu, UYMS'05, sf. 305-313.