

**TEKNOFEST**  
**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ**  
**EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI**  
**PROJE DETAY RAPORU**



**PROJE ADI:** Simülasyon Tabanlı Sağlık Eğitimleri İçin Sanal Hasta Monitörü ve Stetoskopu

**TAKIM ADI:** R.I.S.E

**TAKIM ID:** T3-18754-160

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

**DANIŞMAN ADI:** Mehmet Kenan Kanburoğlu

## İçindekiler

### 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Tıp, Hemşirelik, Paramedik, Perfüzyonist gibi sağlık alanında çalışmakta olan ve/veya çalışacak insanların yetiştirilmesinde gerçek zamanlı hasta başı eğitimler önemli bir yer tutmaktadır. Ancak gerçek hastaların üzerinde yapılabilecek olan eğitimler oldukça sınırlı olup hasta güvenliği açısından büyük riskler taşımaktadır. Bu yüzden sağlık alanında eğitim veren kurumlarda daha geniş olanaklar sunabilen ve risk taşımayan **simülasyon tabanlı eğitimler** tercih edilmektedir.

Simülasyon tabanlı eğitimler, temel olarak maket olarak isimlendirilen dışarıdan insan (veya insan uzuvları) görünümlü çeşitli mekanik fonksiyonlar içeren bir sisteme dayanmaktadır. Gerçekçiliği arttırmak için hakkında eğitim verilmek istenilen hastalığa/vakaya göre nabız, solunum sayısı gibi yaşamsal veriler (vitaller) bilgisayar üzerinden girilerek maketlerdeki mekanizmaların o değerlerde çalışması sağlanır. Böylece eğitilecek kişilerin risk taşımayan bir sistem üzerinde rahatlıkla çalışmalarını sağlanarak en etkin öğrenme sağlanır. Bu eğitim metodu sayesinde hem mezuniyet öncesi hem de mezuniyet sonrası dönemde sağlık çalışanlarının gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri vakalar senaryolar eşliğinde maketler kullanılarak hayata geçirilmektedir.

Simülasyonda uygulanan senaryolarda uygun klinik durumun oluşturulmasına olanak veren ana öğeler monitör ve stetoskoptur. Kişi maketin vital değerlerini monitörden takip edebilmekte ve stetoskop aracılığı ile maketin çeşitli bölgelerindeki sesleri duyarak; simüle edilen hastalığı analiz edip uyguladığı tedavinin yanıtını değerlendirmektedir. Günümüzde simülasyon uygulamalarında kullanılan monitörler ve stetoskoplar çoğunlukla sadece beraberinde satılan maketlerle uyumlu olup ilgili sistemin maliyetini oldukça arttırmaktadır. Bunun yanında bu sistemler bir bütün olarak sunulması yıllık bakım ve yıpranma durumlarında tamir ve yedek parça maliyetlerinin oldukça artmasına yol açmaktadır. Bu yüzden üstünlüğü bilinen simülasyon tabanlı eğitimler yüksek maliyetinden dolayı ülkemizde sadece birkaç üniversitede uygulanabilmektedir.

Önermiş olduğumuz bu iş fikrinin temel amacı, herhangi bir maket ile uyumlu simülasyon tabanlı eğitime olanak sağlayacak bir **sanal hasta monitörü** ve **sanal hasta stetoskopu** yapmaktır. Böylece oyuncak bir bebek bile kullanarak simülasyon tabanlı eğitimi yapmak mümkün olabilecektir.

İş fikrimizin sanal hasta monitörü kısmında; “Kontrol Paneli” adını verdiğimiz bir bilgisayar üzerinden kablosuz olarak veri alan bir monitör düzeneği kuracağız. Bu monitör üzerinde incelenmek istenen hastalığın/vakanın vital değerlerini (kalp tepe atımı, solunum sayısı, nabız oksimetre verileri, ECG bulguları, NIRS değerleri, EEG verileri vs) kontrol paneli üzerinden ileterek kullanılan maketin hastalığa sahip bir birey gibi simüle edilmesini sağlayacağız. Fikrimizin sanal hasta stetoskopu kısmında ise, 3-boyutlu yazıcı ile kablosuz kulaklık tabanlı bir stetoskop üretilecektir. Bu stetoskop maket üzerine tutulduğunda kontrol paneli üzerinden otomatik olarak iletilen ilgili sesleri (akciğer sesi, kalp sesi vs) kullanan kişi duyabilecektir. Sanal hasta monitörüne, sanal hasta stetoskopu eklenmesi ile hasta ile ilgili vital bulguları ve

akciğer sesi, kalp sesi gibi öğelerin sanki maketten geliyormuş gibi algılanmasını sağlayarak daha gerçekçi bir eğitim olanağı sunacağız.

Yapacağımız bu sistem Çekirdek Eğitim Programları'nda (ÇEP) hakkında eğitim verilmesi zorunlu tutulan hastalıklara uygun senaryoların programlanması oldukça kolay olacaktır. Ayrıca bu vakaları otomatik olarak simüle edebilen bir program ekleyerek bu sistemi ilgili fakülte ve yüksekokullara opsiyonel olarak sunacağız. Bu senaryoları uygulayan öğrencileri değerlendirmek için yine ÇEP'te istenilen öğrenim seviyesine uygun olarak hazırlayacağımız değerlendirme formlarını (Kontrol Listeleri) yapacağımız programın kontrol modülünden eş zamanlı olarak eğitim veren kişilerin doldurabilmelerine olanak sağlayacağız.

Simülasyon tabanlı sistemlerde, günümüzde sıklıkla kullanılan maketler içerisinde bulunan gelişmiş mekanik ve dijital sistemlerin birleşimi düşünüldüğünde, üreteceğimiz sistem oldukça modüler ve ekonomik olacaktır. Ayrıca var olan sistemlerin karmaşıklığı sebebiyle sıklıkla arıza yapması ve özellikle eğitimler sırasında kolaylıkla yıpranmaları göz önüne alındığında üreteceğimiz bu sistemin piyasadaki muadillerine göre daha çok tercih edileceği açıktır. Ayrıca üreteceğimiz bu sistem ülkemiz açısından bir ilk olacak ve sağlık eğitimi alanındaki dışa bağımlılığı büyük ölçüde azaltacaktır.

## 2. Problem/Sorun ve

### 3. Çözüm

- **Sorun:** Piyasada yerli ürün bulunmamaktadır ve mevcut ürünler çok pahalıdır. **Çözüm:** Çoğu firma sadece kendi ürettiği mankenler ile çalışan monitörler sunmakta ve akciğer-kalp seslerini mankenlerin içine yerleştirilmiş küçük hoparlörler aracılığı ile sağlamaktadır. Bu durum maliyetin artmasına ve verilecek ses kalitesinde (mekanik aksam seslerinden dolayı) bozulmalara neden olmaktadır. Bu ürünler son derece pahalıdır (örneğin RSIM de bizim kullandığımız Apollo (erişkin erken maket): 110.000 Dolar (yüz on bin dolar) Lucina (erişkin bayan maket, doğum simülatörü): 165.000 Dolar
- **Sorun:** Maketler sadece kendi pahalı sistemleri ile çalışmaktadırlar. **Çözüm:** Ürünümüzle oyuncak bir bebek bile simülasyon eğitiminde kullanılacak akıllı bir simülatöre dönüştürülebilecektir.
- **Sorun:** Şu anki çözümlerde eğitim içeriği kontrol edilememektedir, ÇEP ile uyumlu değildir. **Çözüm:** Piyasadaki ürünlerin hiçbiri bizim yapmayı düşündüğümüz çekirdek eğitim programına (ÇEP) uygunluk ve kontrol listelerini barındırmamaktadır. İlgili ürünler kısıtlı senaryo seçeneklerine sahip olup senaryo ekleme seçenekleri içermemektedir.
- **Sorun:** Piyasadaki ürünler çoğunlukla sadece nabız oksimetre, nabız, tansiyon ve kalp tepe atımını vermektedir. **Çözüm:** Biz geliştireceğimiz özgün programımızda etCO<sub>2</sub>, NIRS gibi hayati bulguların da senaryoda değiştirebilmesine ve bu vitallerden hangilerinin istenirse onların hasta monitöründe görünmesini sağlayacağız.
- **Sorun:** Piyasadaki ürünler çok sık arızalanmaktadır ve en pahalı ürünlerde bile problem çıkabilmektedir. Bu durumda üretici yurtdışında olduğundan maketli simülatörün onarım süreci yılın yarısını bulabilmektedir (bu duruma RSIM'da kullandığımız 75.000 dolarlık bebek simülatörü Paul'de şahit olduk). **Çözüm:** Biz vital bulguları maket üzerinden değil

yazılımla simüle edeceğimizden problem çıkma ihtimali düşüktür. Ayrıca sistemin tüm yazılımını ve donanımının belirli bir kısmını kendimiz üreteceğimiz için bir sorun olması durumunda bu sorunu en kısa sürede çözebileceğiz.

- **Sorun:** Mankenler ile stetoskop ve monitörler arasındaki bağlantı sıkıntısıdır. Eğitim sırasında bağlantı sıklıkla kopmakta ve eğitim süreci aksamaktadır. **Çözüm:** Biz bu sorunu sistemimiz de hem RF (radyo frekansı) hem de bluetooth kullanarak çözeceğiz.
- **Sorun:** Ulusal ve uluslararası resusitasyon ve tedavi kılavuzları ile uyumluluk ve kontrol listeleri piyasadaki hiçbir üründe bulunmamaktadır. Bu kılavuzlar yaklaşık 3-5 yılda bir yenilenmekte, aynı zamanda yeni çıkan ilaçlar ve değişen tedavi seçenekleri ile uygulamayı sürekli güncellemek gerekmektedir. **Çözüm:** Tüm bu durumlar ücretli güncelleme olarak alıcıya sunulacaktır.
- **Sorun:** Piyasada bulunan simülasyon tabanlı eğitim setlerinde sunulan monitör ve stetoskoplar çoğunlukla sadece set dahilinde satılan maketlerle uyumludur. Bu durum ise sistem maliyetini oldukça artırmaktadır. Ek olarak maketin yıllık bakımı ve bozulması durumundaki onarım masrafları söz konusu setleri oldukça külfetli bir hale getirmektedir. Bu yüzden üstünlüğü bilinen simülasyon tabanlı eğitimler yüksek maliyetinden dolayı ülkemizde ve dünyada sadece yüksek bütçeye sahip üniversitelerde uygulanabilmektedir.

#### 4. Yöntem

Yapmayı düşündüğümüz sistem genel olarak 3 kısımdan oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1)

1. Kontrol modülü (paneli)
2. Sanal hasta monitörü
3. Sanal hasta steteskopu

İlk kısım olan kontrol paneli “Python” programlama dili alt yapısına dayanan bir ara yüzdür. Eğitimden tarafından hayati değerler (kalp tepe atımı, solunum sayısı, nabız oksimetre verileri, ECG bulguları, NIRS değerleri vb.) ve kalp, akciğer sesi gibi sesler bu ara yüzden hassas bir şekilde kontrol edilmektedir. Eğitim verilmek istenen durum için bu değerler eğitimden tarafından değiştirilebilecek şekilde tasarlanacaktır. Ayrıca bu ara yüzde (daha önceden tanımlanmış belirli eğitim senaryoları için) seçilen bir eğitim senaryosuna göre eğitimden tarafından karşısına, eğitim alan kişinin yapması gerekenlerin olduğu bir değerlendirme listesi çıkacaktır. Bu ara yüz sanal hasta monitörüne ilgili hayati değerleri ve sanal hasta stetoskopuna ilgili sesleri kablosuz olarak RF (radyo frakans) haberleşmesiyle gönderecektir.

Sistemin ikinci kısmı olan sanal hasta monitörü, “Raspberry Pi” ana kartına bağlı bir ekrandan oluşmaktadır. Bilgisayardan RF vericisi yardımıyla gönderilen hayati veriler, Raspberry Pi’nin üstüne yerleştirilen bir RF alıcı modülü ile alınarak ekrana aktarılır. Böylece eğitim alan kişiler sanki gerçek bir hastanın hayati verilerini alıyorlarmış gibi tedavi sürecine başlarlar. Bu süreçte uygulanan tedaviye göre eğitimden tarafından hastanın hayati değerlerini uygun bir şekilde değiştirir. Buna göre eğitim alan kişiler tedavinin doğru olup olmadığına karar verirler. Kullanacağımız bu sistemde kontrol paneli ile monitör arasında RF ile haberleşme sağlandıği

için, eğitmenin kontrol panelindeki komutları kesintisiz ve son derece hızlı olarak monitöre aktarılacağından oldukça gerçekçi bir eğitim verilmiş olacaktır.

Tedavi sürecinin daha gerçekçi olması için eğitim alan kişilerin kalp ve akciğer seslerini de duymaları önem taşımaktadır. Bu nedenle tedavi sürecinin gerçekliğini artırmak için sistemimizin üçüncü kısmı olan sanal hasta stetoskopu üretilecektir. Sanal hasta stetoskopunun içinde bluetooth alıcısına sahip bir çift kulaklık bulunacaktır. Böylece, bluetooth haberleşme protokolü kullanılarak kontrol panelindeki ara yüzden istenilen ses bilgisi eğitim alan kişinin sanal hasta stetoskopuna gönderebilecektir. Üreteceğimiz sanal hasta stetoskopu genel olarak kulaklık, iletici boru ve gövde (hastayla temas halinde olan kısım) kısımlarından oluşmaktadır. Bluetooth alıcısı gövde kısmına yerleştirip, alıcının şarj girişi gövdenin yanında rahatça erişilebilir bir noktada konumlandırılacaktır. Alıcının çıkışına kulaklık kabloları bağlanıp bu kablolar iletici borudan stetoskopun kulaklarına kadar uzatılacaktır. Stetoskop içine kuracağımız LDR (ışığa bağlı direnç) devresi yardımıyla stetoskop hastaya temas ettirilince sesin eğitim alan kişi tarafından duyulması; aksi takdirde sesin kesilmesi sağlanacaktır. En son olarak sanal hasta stetoskopu üç boyutlu yazıcılarda katlanabilir (flexible) filamentler kullanarak gerçek bir stetoskop görünümde üretilecektir.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Tüm maketlerle uyumlu çalışabilecek olması. Kullanılacak yazılımın ileride online simülasyonlarda da kullanmaya uyarlanabilecek olması. Hazır vakalarla ve ileride yapay zeka eklemeleriyle moderatör aracılığı olmadan simülasyon bazlı eğitime uygulanabilecek olması.

## 6. Uygulanabilirlik

Sağlık sektörü Türkiye’de yüksek kalitede, yüksek yoğunlukta ve rekabeti yüksek olarak hizmet veren sektörlerden biridir. Aynı zamanda sağlık turizmi ile yurtdışına da hizmet vermektedir. Türkiye’de 100 kadar tıp fakültesi ve yine en az o kadar hemşirelik fakültesi, hemşirelik yüksek okulu, anestezi teknikerliği, sağlık teknikerliği ve sağlık meslek liseleri eklendiğinde 1000’den fazla kuruluş yer almaktadır. Fakülteler ve yüksek okullar en kaliteli öğrencileri kendilerine seçmek için birçok yöntem kullanmaktadırlar, bunlardan biri de üniversitelerin içerisinde simülasyon merkezi olup olmamasıdır. Sağlık hizmeti veren kuruluşlar için hasta güvenliği, uygulamalardaki hataları azaltma, kriz yönetimi ve acil durumlarda hızlı ve doğru karar verme süreçleri için simülasyon uygulamalarından faydalanırlar. Tüm bu kurumlarda eğitimlerde sadece maketler kullanılmaktadır. Sayıları altıya yaklaşan merkezde ise daha akıllı maketler kullanılmaktadır (Acıbadem CASE, Bursa Uludağ Üniversitesi, İstanbul Okan Üniversitesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi RSİM, Demiroğlu Bilim Üniversitesi, İstanbul Medtronic Simülasyon Merkezi) Her kurumun büyük yada küçük beceri laboratuvarı bulunmaktadır. Aynı zamanda tüm illerde ve hatta bazı ilçelerde Sağlık Müdürlüklerinde verilen eğitimlerde kullanılmak üzere eğitim maketleri bulunmakta (yaklaşık 80-100 müdürlük). Bu kurumlarda da en azından bir adet bebek, bir adet çocuk ve bir adet de erişkin maketi bulunmaktadır; ama çoğu kurumda 3-4 adet maket bulunmaktadır. Bu maketlerin neredeyse %99’u akıllı olmayan, simülasyona uygun olmayan maketlerdir. Bu nedenle senaryolarda kullanılmak yerine beceri geliştirme amacıyla kullanılabilir. Akıllı maketlerin olduğu simülasyon merkezlerinin oluşturulması temel beceri laboratuvarlarına göre 20-30 kat daha fazla

bir yatırım gerektirmektedir. Örneğin Rize Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesinde kurulan RSİM için yaklaşık 2 milyon dolarlık yatırım yapılması gerekmiştir (maketler, bilgisayarlar, learning space programı). Yukarıda saydığım kuruluşların çok az bir kısmı bu kadar yüksek bütçeli yatırım yapabilir. Geri kalan merkezlerde ise üretmeyi düşündüğümüz ürün ile çok ama çok daha uygun fiyatla simülasyon uygulamalarına geçiş sağlanabilecektir.

Halihazırda üniversitelerde, il sağlık müdürlüklerinde, 112 de verilmesi zorunlu olan ve bizim ürünümüz kullanıldığında kalitesi ve öğrenme üzerine olumlu etkisi olacak eğitimlerden bazıları şunlardır, liste çok uzun olduğundan sadece en önemlileri belirttik:

Yenidoğan resusitasyon programı (3 günlük sertifikasyon programı, yılda yaklaşık 150 kurs düzenlenmekte, yaklaşık 4000 kişi eğitim almaktadır), Travma Resusitasyon Eğitimi, Temel Yaşam Eğitimi, İleri Yaşam Desteği Eğitimi, Çocuklarda İleri Yaşam Desteği Eğitimi, Yoğun bakım hemşireliği sertifikasyon programı, Yenidoğan yoğun bakım hemşireliği sertifikasyon programı, Anestezi teknikeri eğitimi, Hasta transport eğitimi

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

### TAHMİNİ SATIŞ PLANLAMASI TABLOSU

Tahmini	1.Yıl (Ar-Ge Yılı)	2.Yıl	3. Yıl	4. Yıl
Müşteri Sayısı	5 Kurum	20 kurum	30 yeni kurum 20 eski müşteri	40 yeni kurum 30 garantisi devam eden kurum 20 garantisi bitmiş ve yıllık bakım anlaşması yaptığımız kurum
Ürün Miktarı	10 (Sadece Sanal Hasta Monitörü + Kontrol Paneli)	40	60 yeni ürün 40 eski ürün (garanti devam)	80 yeni ürün 60 eski ürün (garanti devam) 40 eski ürün (garanti bitmiş)
Ort.Ürün Fiyatı	15.000	20.000	30.000	35.000 TL Yıllık bakım anlaşması: 4000
<b>Ciro</b>	<b>150.000 TL</b>	<b>800.000</b>	<b>1.800.000 TL</b>	<b>2.960.000 TL</b>

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Sağlık sektöründeki tüm eğitim veren kuruluşlar bizim potansiyel müşterimizdir. Tıp Fakültesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Yüksek Okulu, anestezi teknikerleri, ameliyathane teknikerleri, 112 personelleri (İl Sağlık Müdürlükleri), Neonatal resusitasyon programları, ÇİLYAD sertifikasyon programları, temel yaşam desteği, ileri yaşam desteği programları gibi tüm sağlık eğitimi veren kuruluş ve organizasyonlar bunlara örnek verilebilir. Aynı zamanda tıbbi malzeme üreten firmalar da simülasyon eğitimlerine destek olmaktadır (Medtronic, Vygon, vb).

Öncelikli olarak iç Pazar, daha sonrasında ise gelişmekte olan ülkeleri hedef alacağız. Sektörde simülasyonla eğitimlerin verilmesi özellikle Türkiye’de şu an çok popüler ve birçok üniversitenin kurmayı planladığı bir dönemdeyiz. Fakat fiyatlar çok yüksek, birçok üniversite fiyatlar nedeniyle ya simülasyon merkezi kuramıyor ya da sadece birkaç ürün alabiliyor. Simülasyonla yapılan eğitimlerin üstünlüğü, kalıcılığı ve öğrenciler tarafından

daha çok sevildiği biliniyor. Ayrıca fakülteler simülasyon merkezine sahip olmanın öğrencileri kendilerine çekmek için bir araç olduğunun da farkında.

## 9. Riskler

Covid-19 pandemisi nedeniyle hasta başı eğitimler olduğu gibi maketlerle olan simüle eğitimler de aksamaktadır. Bu da ürünümüzü bu yıl ve belki Gelecek yıl pazara sokmamızı zor hali getirmektedir. Fakat bu ürünü yaparken geliştireceğimiz teknolojiyi sanal hasta yazılımı yapmak için ileriki dönemde kullanabilir böylece insan hayatı değerlerini sanal ortamda simüle edip bilgisayar oyunlarındaki gibi karakterler (avatarlar) aracılığı ile simüle eğitimler verilmesine geçiş yapabiliriz.

## 10. Proje Ekibi

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Tecrübe
Mehmet Kenan Kanburoğlu	Proje fikir sahibi, Vitallerin dijitalleştirilmesi, Proje Koordinasyonu	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ) Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.B.D. Başkanı	RTEÜ Simülasyon Merkezi yöneticisi ve eğitici.
Ersen Beyatlı	Kontrol paneli ile sanal hasta monitörü modülünün iletişiminin sağlanması	RTEÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği, Elektromanyetik Alanlar ve Mikrodalga Tekniği A.B.D Başkanı	Benzer projelerde çalışma ve ödüller alma
Yiğit Mahmutoğlu	Kontrol paneli ile sanal hasta monitörü modülünün iletişiminin sağlanması	RTEÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği, Devreler ve Sistemler Anabilim Dalı Başkanı	Benzer projelerde çalışma ve ödüller alma
Çiğdem Kanburoğlu	Tıp Eğitimi Danışmanlık, ÇEP Uyumluluk süreci	RTEÜ Tıp Eğitimi A.B.D. Başkanı, Anestezi Uzmanı	Tıp Eğitimi ve simülasyon eğitimlerinde deneyimli
Ömer Ergin	Vitallerin dijitalleştirilmesi, Monitör arayüz grafik tasarımı	RTEÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi	Benzer projelerde çalışma ve ödüller alma
Muhammet Sergen Yılmaz	Vitallerin dijitalleştirilmesi, Kontrol paneli tasarımı	RTEÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi	Benzer projelerde çalışma ve ödüller alma
Adnan Kocatürk	Kontrol paneli ile sanal hasta monitörü modülünün iletişiminin sağlanması	RTEÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf Öğrencisi	Benzer projelerde çalışma ve ödüller alma
Çağlar Çıtak	Sanal hasta stetoskopunun 3 boyutlu olarak tasarımı	RTEÜ RSIM Simülasyon Teknikeri,	3 boyut yazılımlarda ve simülasyonda deneyim

## 11. Kaynaklar

- Yasuharu Okuda et al. The Utility of Simulation in Medical Education: What Is the Evidence? Mt Sinai J Med. 2009 Aug;76(4):330-43. doi: 10.1002/msj.20127.
- <https://caehealthcare.com/patient-simulation/>
- <https://www.gaumard.com/>
- <https://www.laerdal.com/us/>
- <https://www.trucorp.com/MedicalSimulationManikin/Training>

