



## Hasta Güvenliği ve Teknoloji ile Zenginleştirilmiş Cerrah Eğitim Programları Patient Safety and Technology Enhanced Surgical Education Programs

Mustafa BERKER<sup>1</sup>, Nergiz Ercil ÇAĞILTAY<sup>2</sup>, İlkay IŞIKAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı  
Hacettepe Üniversitesi  
{mberker, iisikay}@hacettepe.edu.tr

<sup>2</sup> Yazılım Mühendisliği Bölümü  
Atılım Üniversitesi  
nergiz.cagiltay@atilim.edu.tr

### Özetçe

Günümüzde dünyada ve ülkemizde cerrah eğitim süreçleri temel olarak ameliyathanede ve hasta başında gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bu durum hasta güvenliği ve eğitim programının kalitesi ve maliyetleri açısından ciddi problemlerin yaşanmasına neden olabilmektedir. Özellikle hasta güvenliği ve etik sakıncaları nedeniyle bu eğitim programları ciddi eleştirilere maruz kalmaktadır. Günümüzde bu problemlerin aşılması amacıyla ülkemizde ve dünyada gelişmiş teknolojiler ile desteklenmiş çeşitli çözümler üzerinde çalışılmaktadır. Ancak halen bu problemlerin giderilmesi konusunda yaygın ve etkin çözümler söz konusu değildir. Bu çalışmada öncelikle hasta güvenliği açısından mevcut cerrah eğitim programları üzerinde bir değerlendirme yapılmaktadır. Daha sonra bu eğitim süreçlerinde yaşanan problemlerin aşılması amacıyla geliştirilen teknolojiler değerlendirilmektedir. Son olarak ülkemizde cerrahi eğitim süreçlerini desteklemek amacıyla geliştirilmiş olan ECE projesinin çalışmaları ve sonuçları sunulmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen sistemin teknik ve eğitsel özellikleri sunulmaktadır. Bu çalışma ile dünyada ve ülkemizde cerrahi eğitim programlarının iyileştirilmesine katkı verilmesi ve bu alanda gerçekleştirilen çalışmalara öncülük edilerek bu süreçlerde yaşanan hasta güvenliği ve etik problemlerin aşılması konusunda katkı vermesi hedeflenmektedir.

### Abstract

Today in the world and in our country surgical training programs basically takes place at the operating room. Thus, this method of training programs face with various problems, in terms of patient safety and the quality of and cost of these education programs. This training program, especially because of patient safety and ethical drawbacks came under serious criticism. Today in order to overcome these problems and enhance them with advanced technologies in the world and in our country people are working on variety of solutions. However still, widespread and effective solutions to eliminate these problems are not

available. This work is primarily carried out to summarize the methods and procedures being used in the current surgical training programs by considering the patient safety. Then the technologies developed to overcome these problems are summarized. Finally, an assessment is done by presenting the results of the ECE project work which is developed to support surgical training processes in our country. Technical and educational quality of the systems developed in this context is presented. This study aims to contribute the studies performed to improve surgical education programs to overcome patient safety and ethical problems experienced in these training processes.

### 1. Giriş

Genel olarak, tıp eğitimi programları ciddi sorunlar ile karşı karşıyadır. Örneğin, bir çalışmada tıp fakültesi öğrencilerinin dokuz farklı cerrahi işlemler ile ilgili mevcut ve beklenen becerilerinin yeterli seviyelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Öğrenciler bu konularda genellikle kendilerini yönlendiren bir asistan olmadan bu işlemleri tekbaşlarına yapamayacaklarını belirtmişlerdir. Bunun da ötesinde katılımcıların bu konulardaki yeterlilik seviyelerinde önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu durum mezun öğrencilerin yeterlilik seviyelerinin acil olarak iyileştirilmesini gösteren önemli bir bulgudur [1]. Cerrahların bu yetenekleri ilk ameliyatlarından önce en iyi şekilde kazanmalarının son derece önemli olması nedeniyle bu durum cerrahi eğitim süreçlerinde değerlendirildiğinde özellikle hasta güvenliği açısından çok daha kritik bir hal almaktadır [2]. Bu bağlamda, DaRosa ve ark. (2011) etkili öğretimin önündeki engeller konusunda bir araştırma yapmışlardır ve mevcut eğitim-öğretim müfredatında yeni eğitsel yaklaşımların uygulanması konusunda en önemli bariyerin, öğrencilerin ve öğretim üyelerinin bu konudaki tutumlarının olduğunu belirtmişlerdir [3]. Bunun yanısıra, endonöroşürji eğitim alanı diğer cerrahi alanlara oranla ek bazı zorluklara sahiptir. Bu ameliyatlarda cerrahlar endoskop adı verilen özel bir kamerayı diğer ameliyat aletleri ile birlikte kullanarak ve kısıtlı bir bölgede hareket ederek bu ameliyatları gerçekleştirirler.

## Tıbbi Cihaz Tasarımı 1

1. Gün / 15 Ekim 2015, Perşembe

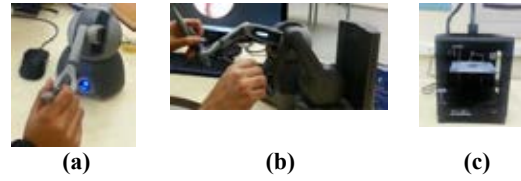
Diğer bir deyişle, endonöroşirürji, endoskop yardımı ile gerçekleştirilen beyin ameliyatlarını kapsamaktadır. Bu ameliyatlarda, geleneksel cerrahi operasyonlardan farklı olarak vücuttaki doğal boşluklar kullanılarak hareket edilir ve hastaya en az seviyede hasar verilerek ameliyatın gerçekleştirilmesi hedeflenir. Bu işlemler, cerrahların operasyon alanını monitörde iki boyutlu olarak takip etmesi ve bu görüntüleri esas alarak operasyonu gerçekleştirmesine yöneliktir ve minimal invaziv ameliyatlar (veya MIS) olarak sınıflandırılırlar. Günümüzde, minimal invaziv teknikler hızla birçok cerrahi işlem için standart cerrahi tekniği haline gelmektedir [5]. Dolayısıyla bu alanda çalışmak isteyen cerrahların bu ek yetenekleri de kazanması gerekmektedir. Öte yandan, cerrahlar bu yeteneklerini yeterli seviyede geliştiremediklerinde geri dönüşü imkansız olan ve ölümcül hatalar söz konusu olabilmektedir [6]. Bu riskli durum eğitim sürecinin daha karmaşık bir hale gelmesine ve daha uzun bir zamanda tamamlanmasına neden olur. Cerrahi eğitim çok önemli bilgi ve becerilerin birarada geliştirilmesini gerektirdiğinden, bugün, cerrahi eğitim programları ciddi sorunlarla karşı karşıyadır.

Geleneksel cerrah eğitimi genellikle "yaparak öğrenme" metoduna dayalı olarak gerçekleştirilir [7]. Diğer bir deyişle, geleneksel cerrahi eğitimi, İngilizce olarak "one see- one do- one teach" olarak bilinen bizde usta-çırak eğitim metodu olarak nitelendirilebilecek yöntem ile, deneyimli ve uzman bir cerrah gözetiminde ameliyathanede verilmektedir [8]. Bu yöntem, deneme-yanılma türü bir öğrenme ortamına izin vermez ve hatayı kesinlikle tolere etmez. Bu sorunları gidermek amacıyla, insan ve hayvan kadavra modellerinin kullanılması ve eğitim kutuları olarak isimlendirilen düzeneklerin kullanılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır [9]. Bu yöntemlerin yanı sıra, cerrahi eğitim için simülasyon ortamları kullanarak cerrahi beceri ve tecrübenin iyileştirilmesi ve hataya dayalı öğrenme ortamlarının hazırlanması yönünde de çalışmalar yürütülmektedir. Gerçek anatomik modeller, organlar, operasyonel araçlar ve yumuşak vücut dokularının kendilerine ait özellikleri ve birbirleri ile olan etkileşimleri sonucunda meydana gelen değişiklikleri bu simülasyon ortamlarında taklit etmek mümkündür. Dolayısıyla günümüzde sanal gerçeklik simülasyonu, bu eğitim programlarını geliştirmek ve desteklemek için önemli teknolojilerden biri olarak kabul edilmektedir [4]. Bu eğitim teknolojisinin, özellikle MIS'de kullanılan yöntem ve yaklaşımlar için uygun olduğu kabul edilmektedir [5]. Bu ortamlarda cerrahi operasyonlar için gerekli becerileri geliştirmek için eğitim alternatiflerinin hazırlanması mümkün olabilmektedir [5]. Böylelikle etik kaygılardan uzak, hataya dayalı öğrenme ortamlarının zengin bir vaka çeşitliliği ile sunulması sağlanır. Ayrıca bu ortamlarda kullanıcıların gelişimleri ile ilgili detaylı verilerin tutulması ve eğitimsel gelişimlerinin takip edilmesi, yönlendirilmesi ve değerlendirilmesi mümkün olur. Simülasyon tabanlı eğitim teknolojisinde dokunsal cihazlar (haptic device) aracılığıyla etki-tepki geri bildirimleri kullanıcıya sağlanır. Böylelikle cerrahlar gerçek ameliyatlardakine benzer bir şekilde, dokunma ve operasyonel bölgedeki dokunsal hisleri ve etkileşimleri deneme şansını elde ederek pratik yapabilmektedir. Bu çalışmada, endoskopik hipofiz cerrahisine yönelik olarak ülkemizde ECE projesi kapsamında geliştirilmiş olan simülasyon ortamı sunulmaktadır. Çalışmada geliştirilen sistemin özellikleri sunmakta ve geleneksel eğitim programlarını desteklemek amacıyla ECE sisteminin kullanımı konusunda eğitimcilerin

deneyimlerinden elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarının, cerrahi eğitim programlarını hazırlayan kişilerin hasta güvenliğininin daha yüksek seviyelerde olduğu ve daha verimli eğitim programları hazırlamalarına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## 2. ECE Simülasyon Sistemi

ECE simülasyon sistemi hipofiz beyin cerrahisi amacıyla özel olarak geliştirilmiş olan teorik ve uygulamalı eğitim senaryolarını içermektedir. Sistem simülasyon ortamında, Şekil 1-a ve b'de görülen etki-tepki hissi geribildirimini sunan özel duyuşal cihazlar kullanılarak geliştirilmiştir.

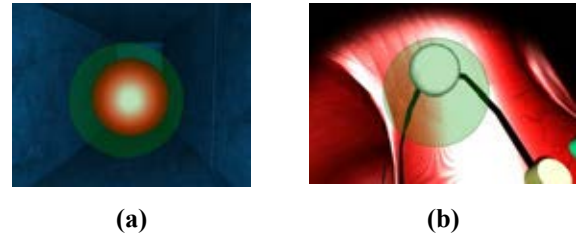


Şekil 1: ECE Projesinde Kullanılan Teknolojiler

Ayrıca, ECE sisteminde kullanılan ameliyat aletleri ve hasta anatomik modellerinin 3B yazıcıdan (Şekil 1.c) bastırılarak öğretim materyeli olarak kullanılması sağlanmıştır. Bu ortamda, cerrahi eğitim sürecinde öğrencilerin sol-sol el koordinasyonu, derinlik algısı, el-göz koordinasyonu gibi becerilerinin geliştirilmesine yönelik özel senaryolar hazırlanmıştır. Ayrıca ECE sisteminde, ameliyata ait işlemlere özgü bir eğitim modülü ve öğrencilerin performansına yönelik bir ölçme ve değerlendirme modülü geliştirilmiştir. Bu modüllerin ayrıntıları aşağıda verilmektedir.

### 2.1. ECE Sistemi-Beceri Eğitim Modülü

ECE sisteminin beceri eğitimi modülü başlangıç seviyesindeki cerrahlar için gerekli becerileri geliştirmek amacıyla hazırlanmış olan özel senaryoları içermektedir. Bu senaryolarda bir dokunsal cihazın endoskop olarak kullanılması ve uygun açı ve kullanım biçimi ile verilen görevlerin yerine getirilmesi sağlanır (Şekil 2).



Şekil 2: ECE Beceri Eğitim Senaryoları

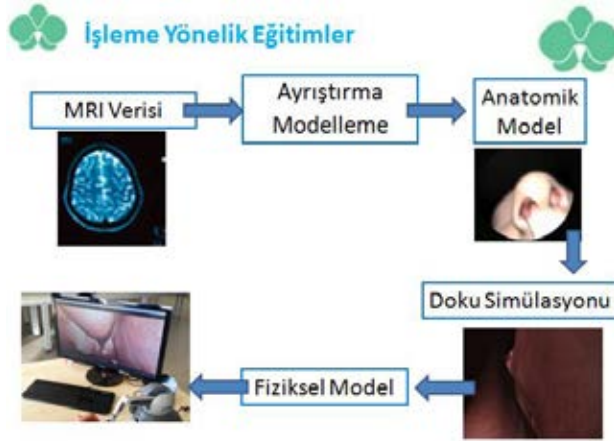
## Tıbbi Cihaz Tasarımı 1

1. Gün / 15 Ekim 2015, Perşembe

Bütün bu senaryolar tek dokunsal cihaz ile bir aletin kullanımını ile ilgili pratik yapılmasına yönelik ve çift dokunsal cihaz ile endoskop ile bir ameliyat aletinin birlikte kullanımına yönelik becerilerin geliştirilmesine yönelik olarak farklı zorluk derecelerinde hazırlanmıştır. Senaryolar ile öğrencilerin başarı durumları ve performansları detaylı olarak kaydedilerek takip edilebilmektedir.

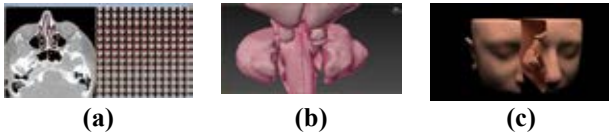
### 2.2. ECE Sistemi Ameliyat İşlemi Eğitim Modülü

Beceri eğitimi modüllerinde kullanılan tüm modeller senaryo ihtiyaçlarına göre geliştirilmiştir. Dolayısıyla bu modeller gerçek hasta verilerin esas alınarak geliştirilmemiştir. ECE sisteminin ameliyat işlemlerine yönelik olarak geliştirilen senaryolarda ise, gerçek hastalara ait MRG verileri kullanılmıştır. Bu veriler üzerinde bazı bölütleme teknikleri ve algoritmaları uygulanarak 3B modellerin hazırlanması sağlanmıştır. Bu amaçla Şekil 3'de gösterilen yaklaşım kullanılarak gerçekçi bir görünüm elde edilmiştir.



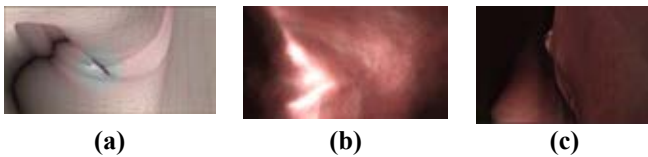
Şekil 3: İşleme Yönelik Model Aşamaları

Dolayısıyla 3B hasta modelinin hazırlanması amacıyla Şekil 4'de de görüldüğü gibi hasta MRG verileri esas alınarak bir çalışma gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4: 3B Hasta Modeli

3B hasta modeli (ameliyat bölgesine ait) hazırlandıktan sonra, Şekil 5'deki gibi, model üzerinde bir doku simülasyonu hazırlanmıştır.

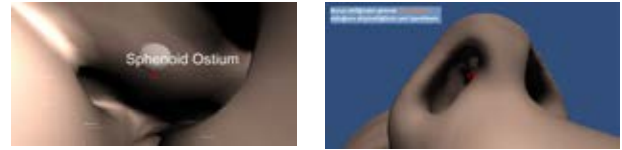


Şekil 5: Doku Simülasyonu

Teorik ve pratik eğitim bu model üzerinde hazırlanmıştır. ECE teorik ve pratik eğitim modüllerinin ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

### Teorik Eğitim

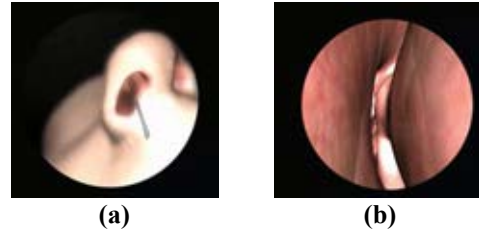
Teorik eğitim senaryoları ise, ameliyata özgü prosedür için bilinmesi gereken teorik bilgiler ile ilgisi pratik yapabilmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu senaryolarda Şekil 6'da da görüldüğü gibi, hastaya ait anatomik model üzerinde önceden işaretletmiş olan önemli anatomik işaretlerin (land-mark) öğrenci tarafından bulunmasına ve doğru bir şekilde tanımlanmasına yönelik pratik senaryoları hazırlanmıştır.



(a) (b)  
Şekil 6: Teorik Bilgi senaryoları

### Uygulamalı Eğitim

Uygulamalı eğitim senaryoları ise, Şekil 7'den de görüldüğü gibi, ameliyata yönelik tüm aşamaların uygulamalı olarak kullanıcı tarafından gerçekleştirilmesine yönelik olarak hazırlanmış olan senaryoları kapsamaktadır. Hipofiz cerrahisi için geliştirilmiş olan bu uygulamalı eğitim senaryolarında kullanıcı endoskop ve bir ameliyat aleti ile sanal hasta modeli üzerinde ilerleyebilmekte ve ameliyat adımlarını izleyebilmektedir.



(a) (b)  
Şekil 7: Uygulamalı Eğitim senaryoları

## Tıbbi Cihaz Tasarımı 1

1. Gün / 15 Ekim 2015, Perşembe

Tüm bu senaryolar, endoskopik hipofiz cerrahisi gereksinimleri esas alınarak hazırlanmıştır.

### 2.3. ECE Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Modülü

ECE sistemi kapsamında geliştirilen tüm senaryoların kullanımı ile ilgili detaylı veriler sistem tarafında kaydedilmektedir. Bu verilerin kişinin bu süreçteki başarısını değerlendirmek amacıyla sunması için Şekil 8'den de görüldüğü gibi ayrı bir modül geliştirilmiştir. Böylece öğrencilerin ve öğretim üyelerinin eğitim ve öğretim sürecini daha iyi takip etmeleri ve iyileştirmeleri mümkün olabilecektir.



Şekil 8: Ölçme ve Değerlendirme

## 3. Sonuçlar

Bu çalışmada, sanal eğitim ve öğretim teknolojileri ile cerrahi eğitim süreçlerini destekleyerek endoskopik beyin cerrahisi süreçlerinde hasta güvenliğinin artırılması konusunda yapılan çalışmalar sunulmuştur. Çalışmada sanal eğitim simülasyon ortamlarının nasıl geliştirilebileceği ve mevcut eğitim ve öğretim ortamlarını nasıl destekleyebileceği konusunda endoskopi beyin cerrahisine yönelik olarak geliştirilen örnekler detaylı olarak sunulmuştur. Çalışmanın sonuçlarının cerrahi eğitim ve öğretim süreçlerinin iyileştirilerek ameliyathanede hasta güvenliğinin artırılması konusunda yapılacak sonraki çalışmalara bir örnek olacağı değerlendirilmektedir. Dolayısı ile çalışma sonuçlarını cerrah eğitim programlarını hazırlayan uzmanlar açısından yol gösterici olduğuna inanılmaktadır.

### Teşekkür

Bu çalışma endonöroşirürji Cerrah Eğitim (TÜBİTAK 1001 Proje No: 112K287 ECE) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmayı gerçekleştirme konusunda sağladığı bu destek nedeniyle TÜBİTAK 1001 programına teşekkür ederiz.

## 4. Kaynakça

- [1] Dehmer, J. J., Amos, K. D., Farrell, T. M., Meyer, A. A., Newton, W. P., & Meyers, M. O. (2013). Competence and confidence with basic procedural skills: The experience and opinions of fourth-year medical students at a single institution. *Academic Medicine*, 88(5), 682-687.

- [2] Grober, E. D., Hamstra, S. J., Wanzel, K. R., Reznick, R. K., Matsumoto, E. D., Sidhu, R. S., & Jarvi, K. A. (2004). The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically relevant outcome measures. *Annals of surgery*, 240(2), 374-381.
- [3] DaRosa, D. A., Skeff, K., Friedland, J. A., Coburn, M., Cox, S., Pollart, S., ... & Smith, S. (2011). Barriers to effective teaching. *Academic Medicine*, 86(4), 453-459.
- [4] Karaliotas, C. (2011). When simulation in surgical training meets virtual reality. *Hellenic Journal of Surgery*, 83(6), 303-316.
- [5] Schreuder, H. W., Oei, S. G., Maas, M., Borleffs, J. C., & Schijven, M. P. (2011). Implementation of simulation for training minimally invasive surgery\*. *Tijdschrift voor Medisch Onderwijs*, 30(5), 206-220.
- [6] Gordon, J. A., Wilkerson, W. M., Shaffer, D. W., & Armstrong, E. G. (2001). "Practicing" medicine without risk: students' and educators' responses to high-fidelity patient simulation. *Academic Medicine*, 76(5), 469-472.
- [7] Karaliotas, C. (2011). When simulation in surgical training meets virtual reality. *Hellenic Journal of Surgery*, 83(6), 303-316.
- [8] Silvenoinen, M., Mecklin, J. P., Saarioluoma, P., & Antikainen, T. (2009). Expertise and skill in minimally invasive surgery. *Scandinavian Journal of Surgery* 98: 209-213.
- [9] Andersen, D. K. (2012). How Can Educators Use Simulation Applications to Teach and Assess Surgical Judgment. *Academic Medicine*, 87(7), 934-941.