

# Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazı

*Hilal Şenuysal<sup>1</sup>, Meltem Elitaş<sup>1</sup>, Tuğrul Tansuğ<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Mekatronik Mühendisliği Bölümü  
Sabancı Üniversitesi, İstanbul  
hsenuysal@sabanciuniv.edu

<sup>1</sup>Mekatronik Mühendisliği Bölümü  
Sabancı Üniversitesi, İstanbul  
melitas@sabanciuniv.edu

<sup>2</sup>Genel Cerrahi Uzmanı  
Tansuğ Genel Cerrahi Kliniği, İstanbul  
tansug@yahoo.com

## Özetçe

Çalışmamızın amacı, minimal invaziv ameliyatlarda kolaylık sağlayacak yeni bir yaklaşım geliştirerek, ameliyat esnasında zımbalama işlemini sürekli hale dönüştürebilecek sürekli cerrahi zımbalama aleti tasarlamak ve cerrahi kullanıma kazandırmaktır. Minimal invaziv ameliyatlara örnek olarak, laparoskopik girişimler, bazı açık girişimler ve robotik cerrahi girişimler sayılabilir. Geliştirdiğimiz laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazı sahip olduğu sürekli zımbalama mekanizması ile operasyon sırasında zımba kartuşu değiştirme işlemini ortadan kaldırmaktadır. Bu yenilik, operasyon esnasında zımbalama aletinin hastanın içine birçok kez girip çıkmasına gerek kalmadan, cerrahın ameliyatı daha kısa sürede, daha kararlı bir ortamda gerçekleştirmesini sağlayacaktır. Ameliyat süresinin kısılması komplikasyon olasılığını azaltır, hastanın daha kısa sürede iyileşmesini sağlar. Alet ayrıca medikal atık miktarının azalması ve robotik cerrahide kullanılabilirlik faydaları sağlamaktadır.

## Abstract

Our work aims to design a continuous surgical stapler that will make the stapling process continuous during the minimal invasive operations. Minimal invasive operations include; laparoscopic operations, some kinds of open surgeries and robotic surgeries. The laparoscopic continuous surgical stapler device will avoid the staple cartilage replacement process during the surgery thanks to its continuous stapling mechanism. This innovation ensures the stapler not be placed and removed from the patient multiple times during the operation. The surgeon will perform the surgery in a

stable operation environment in a short time. Reduction of the operation time reduces the possibility of complications and allows the patient to heal more quickly. Besides, the proposed device will reduce the amount of medical waste. Last but not least, the continuous stapler will be easily adapted for the robotic surgery.

## 1. Giriş

Teknolojik gelişmelerin üretim sistemlerine yansması, üretim sistemlerinin hassas cihazları tekrarlanabilir hassasiyette üretebilecek kontrol ve denetim sistemlerine sahip olmaları günümüzde medikal cihazların üretimine de yansımaktadır. Gerek 3 boyutlu yazıcıların hızlı ve ucuz prototipler üretilmesine olanak sağlaması gerekse bilgisayar ortamında yapılan simülasyonlar biyomedikal cihazların üretilebilirliği, çalışabilirliği ve kullanım esnasında güvenliği hakkında hızlı fikirler elde etmemizi sağlamaktadır. Diğer uygulama alanlarıyla karşılaştırıldığında, her ne kadar cerrahi cihaz ve yöntemlerdeki gelişmelerle mühendislik uygulamalarının etkileşimi yavaş da olsa günümüzde laparoskopik ve robotik cerrahi yaygın olarak kullanılan minimal invaziv ameliyat türleri arasında yer almaktadır.

Laparoskopik ve robotik cerrahide kullanılan cihaz ve yöntemlerdeki gelişmeler de aslında cerrahi gelişimin temelini oluşturan açık ameliyatlarda kullanılan cihaz ve yöntemlere dayanmaktadır [1]. Açık ameliyatlarda operasyonun yapılacağı bölgeye ulaşmak için gerekli büyüklükte bir kesi yapılır. Deri, derialtı,

kas ve zarlar ekartörler yardımıyla açılır ve bölgenin uygun açıklıkta görünümü sağlandıktan sonra cerrahi işlem yapılır. Ameliyat bitiminde kesilen karın katları ve cilt cerrah tarafından sırayla dikilir. Ancak, açık operasyondan sonra hastanın nekahat dönemi çok zorlu geçebilmektedir. Gerek kesinin ve ekartörlerin vücutta yaptığı hasar gerekse karın katlarına ve cilde atılan gergin dikişler hastalara zor ve acılı bir iyileşme süreci yaşatmaktadır [2].

Açık ameliyatlara ilgili yaşanan bu problemler laparoskopik cerrahinin geliştirilmesi için zemini oluşturmuştur. Laparoskopik ameliyatlarda karın boşluğu karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı verilerek şişirilmektedir. Şişirilen karına 0,5 – 1 cm boyunda kesiler yapılarak, içinden laparoskopik aletlerin karın boşluğuna sokulacağı portlar (trokar) yerleştirilir. Portlarda karın boşluğuna basılan gazın kaçışını engellemek amaçlı valfler bulunur. Portların birinden karın içini görmek için gönderilen optik sistemle alınan görüntü monitöre aktarılır. Cerrah ameliyatı monitöre aktarılan görüntülere bakarak gerçekleştirir. Laparoskopik yaklaşım günümüzde cerrahi girişimlerin çok büyük bir kısmında kullanılabilir. Laparoskopik obezite ameliyatları, apandisit ameliyatları, safra yolları, karaciğer, pankreas, mide, dalak, kalınbarsak gibi organların iyi ve kötü huylu hastalıklarında uygulanan ameliyatlara ve fitik ameliyatları laparoskopik yöntemlerin yaygın olarak kullanıldığı ameliyatlara bazı örneklerdir. Laparoskopik cerrahinin kullanıma girmesinden sonra hastalarda açık ameliyatlardakinden daha hızlı ve ağrısız iyileşmenin sağlanması ile estetik anlamda daha küçük yara izlerinin kalması avantaj olarak sayılabilir [1,2]. Ek olarak, optik sistemle alınan görüntü kalitesi ve yakınlaştırma ile açık ameliyatlarda görülemeyen detaylar, ince damarlar ve sinirler görüntülenebilmektedir. Ancak, laparoskopik cerrahide cerrahın elle dikiş atması laparoskopik aletlerin hareket kısıtlılığı nedeniyle açık ameliyatlardaki kadar kolay değildir. Bu nedenle açık ameliyatlarda döneminde dokuların daha hızlı, daha kolay ve daha güvenli birleştirilmesi için geliştirilmiş olan zımbalama aletleri laparoskopik cerrahide de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Robotik cerrahi temelde laparoskopik cerrahi yöntemlerine dayalı bir uygulamadır [3]. Ancak, robotik manipulatörlerin artmış serbestlik dereceleri sayesinde cerraha laparoskopik cerrahiye göre daha fazla hareket kabiliyeti kazandırmıştır. Bu ameliyatlarda cerrah operasyonu ameliyathanede bulunan konsoldan gerçekleştirir. Robotik manipulatörlere yerleştirilebilen laparoskopik ameliyat aletleri cerrahın verdiği talimatlara ve monitöre gelen görüntü geri bildirimine dayanarak hareket ettirilir. Robotik cerrahide dokunsal geri bildirim olmaması en büyük dezavantajdır. Fakat

bu ameliyatlarda cerrahın tecrübesine bağlı olarak daha hızlı ve cerrahi fiziksel olarak daha az yoran operasyonlar arasında yer almaktadır.

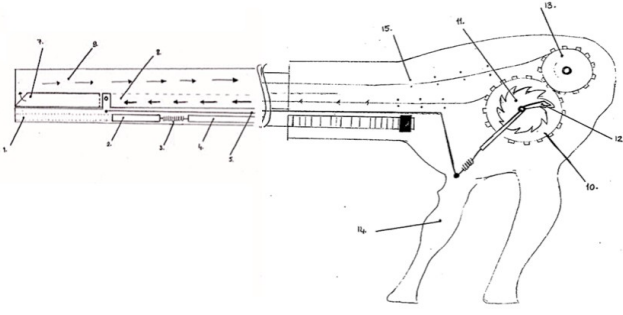
Cerrahi uygulamalardaki modernleşme yapılan işlemlere ve bu işlemlerde kullanılan cerrahi aletlerin değişimine neden olmuştur. Örneğin, açık ameliyatlarda daha sık kullanılan dikiş atma işlemi kapalı ameliyatlarda yerini büyük ölçüde zımbalama işlemine bırakmıştır. Yukarıda değinildiği gibi, cerrahın çok küçük bir alanda dikiş atma işlemini gerçekleştirmesi zımbalama işlemi kadar kolay ve hızlı olmamaktadır. Günümüzde zımbalama işlemi gerçekleştirmek için kullanılan çeşitli cerrahi zımbalama aletleri bulunmaktadır. Bu cihazların mekanizmaları kullanıldığı organ ve vücutta kullanım yerine göre farklılık göstermektedir. Ortak olan özellikleri ise zımbaları taşıyan kartuşlu bir mekanizmaya sahip olmalarıdır. Zimba kartuşları değişik uzunluklarda hazırlanmakta olup en sık kullanılanları 3, 4.5 veya 6 cm'dir. Zimba kartuşları tek kullanımlıdır. Operasyon esnasında organdaki açıklık kapatılana kadar veya ayrılacak organ bölümü zımbalanıp kesilip ayrılana kadar boşalan kartuş dolu olan yenisi ile değiştirilmektedir. Her defasında da cerrahın zimba aletini kameranın görüntü kontrolü altında operasyon bölgesine güvenli bir şekilde ulaştırması gerekmektedir. Bu işlemin operasyon sırasında birden fazla tekrarlanması ameliyat süresini uzatabilmektedir.

Aynı zamanda, tek kullanımlık kartuşlar medikal atık miktarını arttırmaktadır.

Tasarlamış olduğumuz Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazı ile operasyon sırasında kartuş değişimi sorununu ortadan kaldırmayı, laparoskopik ameliyatın daha güvenli ve hızlı tamamlanması hedeflenmektedir. Sürekli cerrahi zımbalama cihazının kolay kullanılabilir olması da az deneyimli cerrahlar için laparoskopik ameliyatlarda büyük kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca, kartuş değiştirmenin gerekmemesi kullanılmakta olan cerrahi zımbalara göre daha ekonomik ve çevre dostu bir yaklaşım sunmaktadır. Kartuş değiştirmenin gerekmemesi zımbalama aletinin robotik cerrahide kullanımını da kolaylaştıracaktır.

## 2. Malzeme ve metodlar

Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazının tasarımı SolidWorks (2015) yazılımı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1: Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazı ve parçaları.

Tablo 1: Laparoskopik ameliyatta klasik ve Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazının (LSCZC) kullanımının karşılaştırılması

Laparoskopik ameliyatta zımbalama prosedürü	Klasik	LSCZC
Cerrah, cerrahi zımbalama aletini talep eder.	✓	✓
Hemşire aleti cerraha verir. Bu sırada çenelerin kapalı olmasına dikkat edilir.	✓	✓
Cerrah 40-50 cm uzunluğunda olan aleti alır, aleti portun içine doğru sokar. Bu sırada hemşire, hareketleri kısıtlamak için portu sabit tutar.	✓	✓
Cerrah aletin hareketini monitörden izlerken, aleti hedef organa doğru itmeye devam eder.	✓	✓
Kamera asistanı, cihazın karın boşluğunda ilerlediği yolun net görülmesini sağlamalı ve hedefe yaklaştıkça görüntüyü takip etmelidir.	✓	✓
Cerrah zımbalama işlemini gerçekleştirir.	✓	✓
Zımba katışı operasyon esnasında cerrah tarafından kullanıldıktan sonra, cerrah porttan cerrahi zımba cihazını çıkartır. Bu sırada hemşire portu sabit tutar.	✓	✓
Cerrah, yeni cihaz talep eder.	✓	–
Hemşire kullanılmış kartuşu çıkarır ve yeni, dolu bir kartuş takar.	✓	–
İkinci adımdan başlayarak işlemler zımbalama işlemi bitinceye kadar tekrar edilir.	✓	–

Cihazın kartuş değişimi sorununu ortadan kaldırılan sürekli zımbalama mekanizması ve parçaları Şekil 1’de işaretlenmiştir; 1- Alt çene, 2- Bıçak, 3- Yay, 4- Bıçak itici, 5- Alt çeneyi kontrol eden çubuk, 7- Üst çene, 8- Zımba bandı kanalı, 9-Boş bant kanalı, 10- Zımba bandı dişlisi, 11- Durdurucu dişli, 12- Durdurucu, 13- Boş bant dişlisi, 14- Tetik, 15- Bant için tutucu pim. Laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazında kartuşların yerini zımbaların yerleştirildiği dolu zımba bandını ve zımbalar kullanıldıktan sonra boş bantı saran dişliler sağlamaktadır. Zımba bandı 6 sıra zımbanın uzayda serbest hareketini engelleyecek ve zımbalama işlemi için gerekli konfigürasyonda olmalarını sağlayacak yarı katı bir malzemeden üretilmektedir. Gerekli görüldüğü takdirde biyobozunur polimerler zımba bandı üretimi için kullanılabilir.

Tablo 1’de gösterildiği üzere, laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazının operasyonda tekrarlanması gereken kartuş doldurma işlemini ortadan kaldırıp, operasyonun hızını ve güvenliğini artırmaktadır. Aynı zamanda, operasyon esnasında kanama komplikasyonlarını azaltmakta ve zımbalama cihazının porttan hasta vücuduna tek sefer giriş - çıkışının olmasıyla vücut boşluğundan gaz kaçışını en az seviyeye indirmektedir.

Cerrahi zımbanın biyomekanik özellikleri göz önüne alındığında zımbanın, sıkışma kuvveti ve sıkışma süresi uygulanacak dokunun kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Doğru cerrahi zımba boyutu, dokunun ya da organın özelliklerine, aynı zamanda doku patolojisine bağlıdır [3]. Kullanılacak dokuya ya da organa göre değişiklik gösteren zımba boyları, operasyon türüne göre tasarlanmış Laparoskopik Sürekli Cerrahi Zımbalama Cihazı sayesinde ayarlanacaktır.

### 3. Cihazın çalışma prensibi

Laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazının tasarım aşamasında, aynı amaca hizmet eden literatürdeki diğer çalışmalar araştırılıp yeni bir mekanizma ortaya koymaya çalışılmıştır.

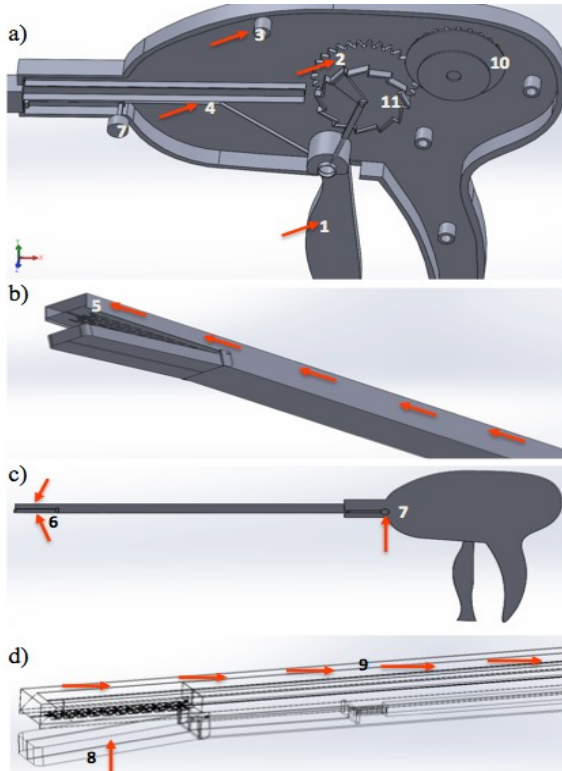
US7000819 sayılı Birleşik Devletler patent dokümanında, cerrahi operasyonlarda kullanılmak için geliştirilen bir zımba ateşleme mekanizmasından bahsedilmektedir [5]. Bu buluş dişli çark sistemi bakımından, şekil olarak, benzerlik göstermekte ancak bir esnek bir şerit üzerindeki zımba tellerinin bu çarklardan birine sarılmasından bahsedilmemektedir.

Bir diğer örnek olarak US3650453 sayılı Birleşik Devletler patent dokümanında, söz konusu kartuş sisteminde zımbalar kayış boyunca hareket etmektedir.

Söz konusu zımba kartuşu zımbalama aletine yerleştirildiğinde sürekli zımbalama işleminin gerçekleşeceğinden bahsedilmektedir [6].

Laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazı, içinde bulunan zımba bandı ve dişililer vasıtası ile sürekli zımbalama özelliğini kazanmıştır. Yukarıda bahsedilen çalışmalardan ayrı olarak laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazı, kartuş değiştirilmeden devamlı olarak zımbanın basılmasını sağlayan makaralı bir yapıya ve boş kartuşun sarımını gerçekleştiren diğer bir makaraya sahiptir.

Şekil 2’deki sistemde görüldüğü üzere, tetiğin (1,a) hareketi zımba bandının sarılı olduğu makarayı (2,a) döndürmektedir. Dolu olan zımba bandı (2,a), tutucu pimler (3,a) eşliğinde zımba kanalında (4,a) kontrollü olarak ilerler ve üst çeneye gelir (5,b). Alt çenenin açılması ve araya zımbalanacak dokunun alınması ile alt çene kapanır (6,c). Uygulanan kuvvet ile alt çenedeki zımba oyuklarına oturan zımbalar ‘B’ şeklinde kapanır [4]. Bıçak iticinin cerrah tarafından manuel olarak itilmesi ile (7,c) zımbalanmış olan doku her iki tarafta üçlü zımba sırası olacak şekilde ikiye ayrılır. Alt çene açılır (8,d), boşalan zımba bandı üst çenenin üst kısmındaki zımba bandı kanalı (9,d) boyunca hareket ederek boş bant makarasına (10,a) sarılır. Sürekli zımbalama işlemi bu prosedürün tekrarlanması ile devam eder. Dolu zımba bandının sarılı olduğu makara üzerine yerleştirilen helisel dişli (11,a) tetiğin bırakılması halinde dişlilerin geri hareket etmesini engelleme amaçlı kullanılmıştır.



Şekil 2: Laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazının çalışma prensibi

## 4. Sonuçlar

Tasarladığımız laparoskopik sürekli cerrahi zımbalama cihazı sunduğu sürekli zımbalama tekniğiyle ameliyatlarda kartuş değiştirme işlemini ortadan kaldırarak operasyonun güvenli ve hızlı olmasını sağlamayı hedeflemektedir. Özellikle eğitimdeki cerrahlar için laparoskopik zımbalama prosedüründe işlem sayısını azaltması, kartuş yenileyip cihazı hastanın içine yerleştirme işlemlerinden sonra operasyon bölgesine erişim problemlerini ortadan kaldırması aletin sunduğu faydalardandır.

Hasta için de operasyon süresinin kısalması, komplikasyon olasılığının azalması, daha az anestezi alması ve daha hızlı iyileşme sağlanması gibi yararları söz konusudur.

Tasarladığımız cihazın en büyük faydalarından biri, zımbalama işlemlerinin robotik cerrahide de kolaylıkla yapılabilmesine imkan vermesidir. Robot koluna takılan zımbalama cihazı kartuş değişimi gerektirmediğinden konsolda bulunan cerrah tarafından kolaylıkla kullanılabilir [7].

Günümüzde yapılan laparoskopik ameliyatlarda, tek kullanımlık zımba kartuşlarının kullanılması ve her kullanımdan sonra değiştirilmesi, medikal atık miktarını önemli derecede arttırmaktadır. Tasarladığımız aletin teknoloji ve işlem hızı açısından sunduğu avantajlara ek olarak çevre dostu olması önemli bir özelliğidir.

Çalışmamızın bundan sonraki adımları cihazımızın prototipini üretmek, hassasiyeti, tekrarlanabilirliği ve operasyon esnasında sağladığı kolaylıkları test etmektir. Elde edeceğimiz deneysel sonuçlara göre sürekli cerrahi zımba cihazının iyileştirilmesi yapılacaktır ve laparoskopik ameliyatlarda kullanılacaktır.

## Kaynakça

- [1] P. Hunter, *The cutting edge, A synergy of modern surgical techniques and science improves patient survival and recovery*. *EMBO Reports*, Cilt: 8, No: 11, S: 999–1002, 2007.
- [2] E. Chekan, R.L. Whelan, *“Surgical stapling device- tissue interactions: What surgeons need to know to improve patients outcomes”*, *Dove Press Journal, Medical Devices: Evidence and Research*, Cilt: 7, S: 305-317, 2014.

- [3] Davincisurgery.com. (2017). *da Vinci Surgery, Robotic-Assisted Surgery*. [online] Available at: <http://www.davincisurgery.com/> [Accessed 12 July. 2017].
- [4] S. Demertzis, O. Bessac, D. Mettler, D. Zalokar, T. Spangler, B. Hausen, L. Swanstrom, "Beyond the "B": A new concept of surgical staple enabling miniature staplers" *Surg Endosc.*, Cilt: 29, No: 12, S: 3674-3684, 2015.
- [5] J.S. Swayze, F.E. Shelton, "Surgical stapling instrument having multistroke firing incorporating a traction-biased ratcheting mechanism," U.S. Patent 7,000,819 B2, Feb. 21, 2006.
- [6] F. P. Smith, "Staple Cartridge with drive belt," U.S Patent 3,650,453, Mar. 21, 1972.
- [7] A. Buia, F. Stockhausen, E. Hanisch, "Laparoscopic surgery: Aqualified systematic review", *World J Methodol.*, Cilt: 5, No: 3, S: 238- 254, 2015.