



## 1940 nm diyot lazer ile cerrahi kesilerin yapıştırılması: Çekme testi analizi 1940 nm diode laser skin welding of surgical incision: Tensile test analysis

Haşim Özgür Tabakoglu<sup>1</sup>, Fatma Sarı<sup>1</sup>, Ayşen Gürkan Özer<sup>2</sup>, Temel Bilici<sup>3</sup>, Adnan Kurt<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Biyo-Medikal Mühendisliği Enstitüsü  
Fatih Üniversitesi  
tabakoglu@fatih.edu.tr  
fatma.sari089@gmail.com

<sup>2</sup> Biyo-Medikal Mühendisliği  
Yeditepe Üniversitesi  
aysengurkan@gmail.com

<sup>3</sup> Omnibil Teknoloji Ltd.Şti  
bilicite@gmail.com

<sup>4</sup> Teknofil Teknoloji Tasarımı Ltd. Şti  
adnan.kurt@teknofil.com.tr

### Özetçe

Medikal uygulamalar için lazer kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle lazerle derinin yapıştırılması lazerle doku kapamada önemli rol oynamaktadır. Mekanik parametrelerden biri olan gerilme bir malzemenin mekanik davranışlarını gösterir. Bu çalışmada 6 wistar albino sıçan sırtında oluşturulan cerrahi kesiler 1940 nm diyot lazer kullanılarak deri dokusunun kapatılması sağlanmıştır. Belirlenen kontrol günlerinde (4,7.günlerde) yapıştırılan deri dokuları çıkarılarak çekme testine tabi tutulmuştur. 4-7 günlerde mekanik olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,88, p=0,41$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Deri, 1940 nm diode lazer, mekanik, çekme testi

### Abstract

Using Laser applications in medical has become more and more popular. Especially, Laser tissue welding has the significant role for laser skin closure. Mechanical behaviour of the material can be determined by applying tension to the material itself. In this study, surgical incisions which were made on the dorsal skin tissue of 6 wistar albino rats, were welded with 1940 nm diode laser. Tensile tests are designated the determined days (4,7) by excision of the welded skin tissue. There is no significant

mechanical difference between 4 and 7 days ( $p=0,88, p=0,41$ ).

**Keywords:** Skin, 1940 nm diode laser, Mechanical, Tensile test

### 1.Giriş

Lazerle doku kapama alternatif bir yöntem olarak cerrahi uygulamalarda önemli role sahiptir [1]. 1964'ten beri klinik modellerde ve hayvan deneylerinde doku kapama lazer ışınının (fotonik enerjiyi ısı enerjisine çevirmesi) dokuların birbirine birleştirilmesi veya bağlanması sağlanır [2]. Geleneksel doku kapama yöntemleri (Dikiş, zımbalama, doku kimyasalları v.b) güvenilir [3] olmasına rağmen lazer yöntemi ile karşılaştırıldığında, lazerle yara iyileşmesinin iltihap oluşumunda azalma (yara bölgesinde şişme ve kızarma) [4], kanamayı durdurma, yabancı cisim reaksiyonlarını, operasyon zamanını azaltmada, yara iyileşme süresinin kısalmasında [5] ve aynı zamanda kozmetik görünümde [6] hastaların daha iyi hissetmelerini sağlamada etkili olduğu gözlemlenmektedir. Yara iyileşme işleminde en önemli etken biyolojik dokularda bulunan proteinlerdir. Işıl-ısı yöntemi kullanılarak dokular arasındaki kolajen bağ kırılır ve kolajenlerde büzüşme gözlemlenir.

Yara iyileşme sürecinde yeni dokuların oluşumu ve proteinlerin etkileşimi gözlemlenebilir [7].

## Fotoelektronik

3. Gün / 17 Ekim 2015, Cumartesi

Aynı zamanda ısı dağılımı ve lazer ışınına maruz kalma süresi önemlidir. Bu çalışmanın amacı daha önce deri yapıştırmada denenmemiş 1940 nm Diode lazer kullanarak sıçan derisi üzerinde açılan kesilerin kapatılmasıdır. Özellikle yara iyileşme sürecinin ilk haftasındaki biyomekanik değişim çekme testi analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 1940 nm lazer sistemi

Bu çalışmada medikal uygulamalar için tasarlanmış ve üretilen 1940 nm diyod lazer kullanılmıştır. Lazer parametreleri (Güç, her bir atım süresi, akım miktarı) kullanıcı arayüzünde kullanılabilir.

### 2.2 Denek Hazırlama

Çalışma BOĞAZIÇI Üniversitesi Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi DENEYSEL HAYVAN ÜRETİM ve BAKIM BİRİMİ (VİVARİUM)'da rastgele seçilen 6 dişi wistar albino sıçan (5-6 aylık, 170-200 gr) üzerinde yapıldı. Denekler her biri 3 denek olmak üzere toplam 2 gruba ayrıldı. Sıçanların her biri plastik kafes içerisinde 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık ortamda ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ), yeterli besin ve su ile beslendi. Anestezi sıçanların ağırlığına göre ortalama 1,5 CC Ketamin (Alfamine %10, 1 ml 100 mg ketamin HCL) + 2 CC Ksilazin (Alfazyme %2) ile karın boşluğuna enjekte edilerek anestezi altına alındı.

### 2.3 Ameliyat ve Ameliyat sonrası

Deneklerin sırt bölgesindeki (Kesi yapılacak alan kadar) tüyler temizlendi. Her bir sıçanın üzerine 1 cm uzunluğunda aralarında 1 cm boşluk olmak üzere omuriliğe paralel 4'er kesi yapıldı. Açılan yaralar (600 mW, spot çapı: 2,5 mm, her bir kesi için 3 saniye 4'er sürekli atış) 1940 nm diode lazer kullanılarak kapatıldı (Şekil 1). Her bir kesi ve lazer işlemi sırasında sıçanların kuyruğuna ılık su torbası konuldu. Toplam 6 denek için 7 gün iyileşme süresi belirlendi (4,7). İyileşme süresi boyunca belirlenen her bir gün yaranın iyileşme, tüy oluşumu, enfeksiyon durumu günlük olarak değerlendirildi ve fotoğraflandı. Denekler belirlenen periyotlarda CO<sub>2</sub> kullanılarak mekanik test için kurban edildi.

Çekme testi Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Enstitüsü Biyofotonik Laboratuvarında yapıldı.

Her bir kesi merkezde bırakılarak dikdörtgen deri eksizyonları yapıldı. Alınan her bir numune serum fizyolojik içerisine konuldu. Deriler alınması ile test zamanı arasında maksimum 2 saat bekleme oldu. Her denek grubu belirlenen günlerinde mekanik test çekme testi yapıldı (LFPlus, Lloyd, instrument, Leicester, UK). Mekanik test parametreleri: (0,02 mm/s hız ile) kuvvet (N) ve zaman (t), kırılma noktaları. Gerçek zamanlı sonuçlar Nexygen Plus yazılımı tarafından kaydedildi.



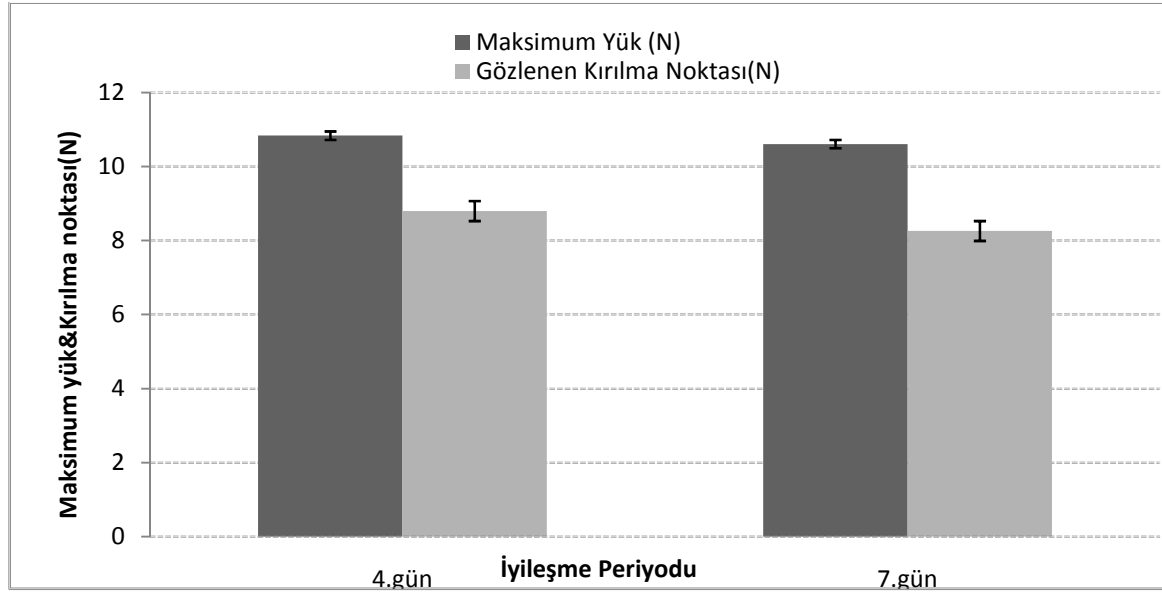
Şekil 1: Sıçan derisi üzerine açılan yaraların 1940 nm diode lazer uygulaması sonrası

## 3. Araştırma Bulguları

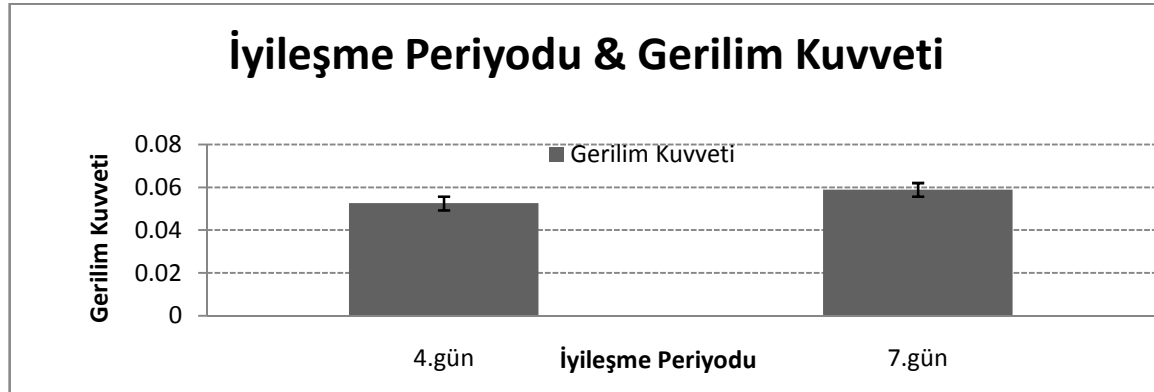
7 günlük kontrollü iyileşme sürecinde toplamda 6 sıçanın her birinin sırt bölgesine 4'er adet açılan kesilerde mekanik test uygulanmıştır. Belirlenen günlerde kapanma süreçleri yapılan çekme testleri sonuçları ve student t-test ile elde edilen istatistiksel karşılaştırmalar Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 2'de cihazın dokulara uyguladığı en yüksek yük-kırılma noktasının iyileşme günlerindeki grafiği görülmektedir. 4. ve 7. gün arasındaki istatistiksel (student t-test) farka bakıldığında maksimum yük için  $p=0,88 > 0,05$  ve kırılma noktası  $p=0,72 > 0,05$  bulunmuştur. Buna göre her iki belirlenen kontrol günleri arasında açılan cerrahi kesilerde kapanmanın zayıf olduğu saptanmıştır.

Şekil 3'te gerilim kuvvetinin iyileşme periyotlarındaki grafiği gösterilmiştir. İstatistiksel olarak  $p=0,41 > 0,05$  bulunmuştur. Sonuç olarak hem grafiğe hem de student t-test'e göre 4. ve 7. gün arasında anlamlı bir fark görülemedi. Bundan dolayı 4. ve 7. günde dokuların mekanik olarak çekme testine dayanımı arasında bariz fark olmadığı için, yara iyileşmesinin tam olarak gerçekleşmediği gözlemlenmiştir. Lazer uygulama işlemi sırasında 4. ve 7. günde açılan kesilerin bir kısmında karbonizasyon gözlemlenmiştir. Bunun çekme testi analizleri etkisi olduğu önceden yapılmış çalışmalarda da bulunmaktadır [13,14].



Şekil 2:Uygulanan yükteki en yüksek yük ve kırılma noktası & İyileşme Süreci



Şekil 3:Gerilme Kuvveti & iyileşme periyodu

#### 4.Tartışma

Lazerin doku etkilişimindeki avantajlarından dolayı lazerler klinik alanda epey kullanılmaktadır.Bu çalışma derinin mekanik özelliklerinin incelenmesi bakımından önemli bir modeldir.

Lazerle doku kapamada ısıl zararı azaltmak ve iyileşme etkisini arttırmak önemlidir.Yaraların lazerle yapıştırılmasından sonraki iyileşme periyodu çok önemlidir.Yara iyileşmesi sürecini iltihaplanma,proliferasyon(hücrelerin çoğalması) ve hücrelerin olgunlaşması takip eder [12].Kolajen lazerle doku kapamada önemli rol oynar.Lazerle meydana gelen ısı kesilerin birbiriyle kaynaşmasını sağlar [7,15].Lazer işlemi sırasında kolajen yapıları arasındaki ısıya

dayanıksız bağların kırılmasıyla büzüşme gözlenir.Dokuya verilen ısıl zarar dokuda morfolojik ve ısıl değişimlere neden olur(kolajen lineerliği,koagülasyon).

Bu bariz değişiklikler deri dokusunun mekanik özelliklerini değiştirir.Bundan dolayı deriye açılan kesilerin dayanıklılığı çekme testi analizleriyle test edilir [13].

Sonuç olarak bu çalışmada, Kullanılan 1940 nm diyod lazerin uygulama anında yüzeydeki su molekülleri tarafından rahatlıkla soğrulduğu gözlenmiştir.Yumuşak dokular için dokuya verilen hasarın lazerle kapatıldıktan sonraki günlerde yapışan derinin kırılma yükünün çekme



testinde hesaplanması iyileşmeyi göstermek için önemlidir. Açılan kesilerin yapıştırılmasından sonra başlayan 7 günlük iyileşme sürecinde yaraların kapanması sağlanmıştır. Kontrol günlerinde lazerle kapatılan kesilerin gerilim kuvveti az da olsa artmaktadır. Nispeten yara iyileşme sürecinin ilk haftasına bakıldığında kapanma direncinin az da olsa artması veya azalması normaldir [10]. Belirlenen kontrol günlerinde kesilerde herhangi bir enfeksiyon görülmemiştir. 4. ve 7. günde deri dokusunda yapılan mekanik çekme testinden elde edilen parametrelerde şekil 2 ve 3'te görüldüğü üzere anlamlı bir fark bulunamamıştır. Dokuya verilmiş aşırı ısı, deride sıcaklık artışına sebep olur. Bunun sonucunda yapılan mekanik ölçümler etkilenir. Gelecek çalışmalarda, modüle edilmiş 1940 nm diyod lazer dağılımı, lazerin fiber-optik aktarılma ile ısıl hasarın azaltılmasını sağlanabilir. Kapanma kalitesini arttırmak için lazerin termomekanik özelliklerinin yanısıra sıkıştırma, gerginlik, gibi farklı parametrelerdeki etkisi araştırılabilir. İyileşme periyodu daha uzun tutularak belirlenen günlerdeki değişim daha kapsamlı incelenebilir.

**Teşekkür:** Boğaziçi Üniversitesi Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi Deneysel hayvan Üretim ve Bakım Birimi (VIVARIUM) çalışanları başta veteriner Hekim Arzu temizyürek ve Ersin Eruz ve çalışma arkadaşlarına ayrıca Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Enstitüsü Biyofotonik Laboratuvarı çalışanlarından başta Ayşe Sena Sarp ve çalışma arkadaşlarına deneylerdeki gerekli destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

## 5. Kaynaklar

- [1] Mia Talmor, MD; Clifford B. Bleustein, MD; Dix P. Poppas, MD, "Laser Tissue Welding: A Biotechnological Advance for the Future", 2001  
[2] Karen M. McNally, Heintzelman, Ashley J. Welch, Tuan Vo-Dinh, *The Biomedical photonic handbook*, Chapter 39, 2003  
[3] David Simhon, Tamar Brosh, Marisa Halpern,

Avi Ravid, Tamar Vasilyev, Naam Kariv, Abraham Katzir, Zvi Nevo, "Closure of Skin Incisions in Rabbits by Laser Soldering: I: Wound Healing Pattern", 2003

[4] Karen M. McNally, Brian S. Sorg, MS, Eric K. Chan, Ashley J. Welch, PhD, Judith M. Dawes, and Earl R. Owen, "Optimal Parameters for Laser Tissue Soldering. Part I: Tensile Strength and Scanning Electron Microscopy Analysis", 1999

[5] Dix Poppas, Scott d. Kloeze, Robert g. Uzzo, Steven M. Schlossberg, "Laser Tissue Welding in Genitourinary Reconstructive Surgery: Assessment of Optimal Suture Materials", 1995

[6] Thesis Sean D. Pearson, "Mechanical Strength Studies of Steady-State Thermal and Pulsed Laser Tissue Welding", 1996

[7] David Simhon, Tamar Brosh, Marisa Halpern, Avi Ravid, Tamar Vasilyev, Naam Kariv, Abraham Katzir, Zvi Nevo, "Closure of Skin Incisions in Rabbits by Laser Soldering: II: Tensile Strength", 2004

[8] Feng Xu, Tianjian Lu, "Introduction to Skin Biothermomechanics and Thermal Pain", chapter 8, page 209-212, 2011

[9] Francesca Rossi, Roberto Pini, Luca Menabuoni, "Experimental and model analysis on the temperature dynamics during diode laser welding of the cornea", 2007

[10] Nathaniel M. Fried, Joseph T. Walsh, Jr, "Laser Skin Welding: In Vivo Tensile Strength and Wound Healing Results", 2000

[11] HUANG Zhen, ZHOU Dai, REN Qiu-shi, "Biomechanical Properties and Modeling of Skin with Laser Influence", 2011

[12] Zivcak, J., R. Hudak, T. Toth, "Rat skin wounds tensile strength measurements in the process of healing", 2012 [13] Haşim Özgür Tabakoğlu, Murat Gülsoy, "In vivo comparison of near infrared lasers for skin welding", 2009

[14] F. Xu, T. Wen, K. A. Seffen, and T. J. Lu, "Characterization of Thermomechanical Behaviour of Skin Tissue I. Tensile and Compressive Behaviours", 2007

[15] Bilici, T., Tabakoğlu, HO, Topaloğlu, N, Kalaycıoğlu, H, Kurt, A, Sennaroglu, A, Gülsoy, M, "Modulated and continuous-wave operations of low-power power thulium (Tm:YAP) laser in tissue welding", 2010