

KANAL TEDAVİLERİNDE UYGULANABİLEN ÜÇ FARKLI LASER SİSTEMLERİNİN İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMALI ARAŞTIRILMASI

COMPARISONS OF THE EFFECT OF 3 DIFFERENT LASERS OF ROOT CANAL PREPARATION

Banu ÖNAL (*)

Anahtar sözcükler: Endodonti, Laser, in vitro, Nd: YAG-Laser, CO₂-Laser, Excimer-Laser, Kanal Tedavisi, Temperatur Ölçümleri, S.E.M.

Laserin diş dokularına etkisi birçok araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Nd: YAG ve CO₂-laserleri dental piyasada satışa çıkarılmış, Excimer-Laser ise henüz sadece tıp dallarında rutin olarak kullanılmaktadır. Bu üç farklı laser tipinin diş dokularındaki etkileri farklıdır. Nd: YAG ve CO₂-laserleri dokuyu buharlaştırarak yok edebilirler. Excimer-Laser dokuda fotoblastasyon etkisiyle madde kaybına yol açar ki, bu olay diğerlerinin tersine termik bir reaksiyon değildir.

Excimer-Laser bir gaz laseri olup ışınları kuvars fiberler (lifler) ile yönlendirilebilir. Işınlar sulu ortamda absorbe edilebildiğinden, bu tip laserle sulu ortamda çalışılabilir.

Bu çalışmada Nd: YAG-CO₂ ve Excimer-Laser ile yapılan kanal genişletmelerinde meydana gelen temperatur ölçüldü ve değerlendirildi.

Nd: YAG ve CO₂-Laserlerinin ışınları yüksek temperatürlere neden olurken, Excimer-Laserin ışınlarının meydana getirdiği ısının önemsenmeyecek kadar az olduğu saptandı. Temperatur diferans ortalamaları; Nd: YAG-Laserde 11,66°C; CO₂-Laserde 5,68°C ve Excimer-Laserde 0,3°C'dir. Her üç grubun aralarındaki farklar anlamlıdır (p<0.05; Mann Whitney-U-Test).

Scanning elektronmikroskopik incelemelerde sadece Excimer-Laser ile gerçekleştirilen kanal genişletmelerinde pulpa dokusunun tüm olarak ortadan kaldırıldığı, dentin kanallarının açık olduğu, smear tabakasının görülmediği ve termik iritasyonların meydana gelmediği izlendi.

Key words: Endodontics - Laser - Nd: YAG - Laser - in vitro - Root Canal Preparation - Temperature Measurement - S.E.M.

The effect of lasers on tooth structure have been studied by different authors. Nd: YAG and CO₂-Lasers are already well established in dentistry and oral surgery, the Excimer-Laser entered only the medical field.

The effect of Nd: YAG and CO₂-Lasers on tissue is described as vaporisation, but the effect of Excimer-Laser based on photoablation. The Excimer-Laser is a gas laser and the laserlight is guidable through an optical quartz fiber and has a sufficient transmission through water.

In this in vitro investigation the temperature rises during laser irradiation in root canals were measured. It was observed high temperature rises by the radiation with infrared lasers (Nd: YAG and CO₂-Laser). Radiation from an Excimer-Laser caused only slight temperature differences. The averages of the temperature increases are: Nd: YAG-Laser, 11,66°C, CO₂ Laser 5,68 °C and Excimer-Laser 0,3°C. According to the Mann - Whitney - U - Test the differences are significant (p<0.05).

The scanning electron microscopic study demonstrated that it was possible to prepare root canals with Excimer-Laser. Only by the specimens of Excimer-Laser group were the root canal walls free of smear layer or any other soiling. The dentin tubuli were open and free of clogging.

G ünümüzde laser birçok tıp dallarında vazgeçilemeyecek bir ayardır. 1962 yılından beri çeşitli araştırmacılar farklı laser tiplerini diş hekimliğinde de denemişlerdir (1, 5, 6, 25, 32, 38, 41). Son yıllarda laser diş hekimliği piyasasına girmiş, dental firmalar ve basın tarafından mucizeler

yaratılan bir ayardır olarak tanıtılmıştır (14, 27, 30, 31, 32). 1989 yılında, Stuttgart Dental-Fuar'ında Myers şunları söylemiştir: "5-6 yıl sonra diş hekimliğinde türbin ile yapılan işlerin % 99'u laser ile yapılabilecektir" (30). Bu tip ifadeler bilhassa batı ülkelerinde hastalar üzerinde büyük etkiler yaratmış ve hastaların lasersiz

(*) Dr. E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Diş Host. ve Ted. ABD Araştırma Görevlisi Bornova-İZMİR

diş hekimini adeta iikel çalışan bir hekim olarak görmelerine yol açmıştır (9,11). Bu durum bir kaç sene-den beri araştırmacılar üzerinde büyük bir baskı yaratmaktadır ve "diş hekimliğinde laser" konusu şu anda batı dünyasında en çok araştırılan ve tartışılan konulardan biridir (2,11,37).

Günümüzde 600'den fazla laser sistemleri mevcuttur ve bunların kullanım alanları basit ışık oyunlarından, körfez krizi dolayısıyla popüler olan uzak menzilli hedef bulma sistemlerine kadar uzanır (2). Tüm laserlerin çalışma prensibi aynıdır. Bu da 1916 yılında Albert Einstein'ın bulduğu, uyarılmış emisyon ile ışığın güçlendirilmesi yani Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER) prensibidir (2,9,17,29).

Bir atomun elektronları herhangi bir enerji ile uyarılabilir ve bu enerjiyi alabilir (absorbsiyon). Uyarılan elektron bir üst seviyeye çıkar ve kısa bir süre sonra başlangıçtaki seviyeye dönerken enerjisini elektromanyetik ışın, bir foton olarak yayınlar (emisyon). Eğer bir atom yüksek enerjili bir foton tarafından uyarılırsa, hem uyarıcı foton hem de meydana gelen yeni foton yayınlanabilir (uyarılmış emisyon). Bu iki fotonun enerjileri eşit olup, zaman ve yön fazları aynıdır. Işının güçlendirilmesi için çok sayıda atomların uyarılmış duruma gelmeleri gerekir (2,17).

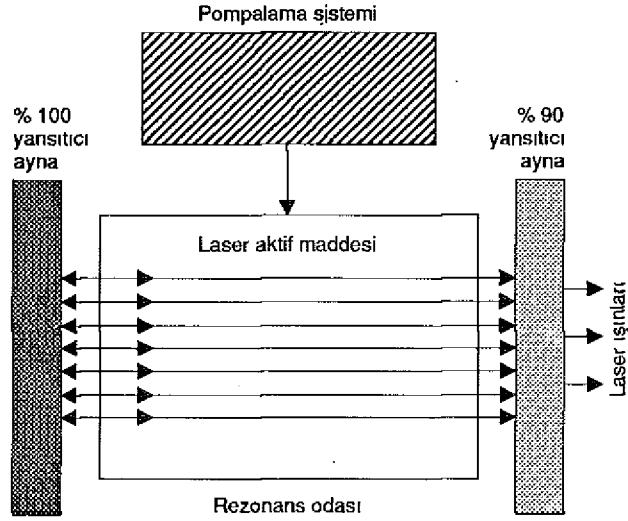
Bu şekilde meydana gelen laser ışınlarının özellikleri şunlardır:

- Koerent: Dalga boylarının fazları zaman ve yön açısından aynı.
- Monokromatik: Tek renkli, aynı frekans ve enerjide.
- Kollimar: Paralel ışınlı.

Ayrıca bu ışınlar son derece güçlü ve yoğun olup bir mercekle odaklandıklarında çok küçük bir alanda çok yüksek enerji yaratabilirler.

Bu laser aпараты pompalama sistemi, rezonans odası ve aktif laser maddesinden oluşur (Şekil 1). Rezonans odasının iki tarafında iki ayna bulunur. Bunlardan birisi % 100 yansıtıcı, diğeri % 90 yansıtıcıdır. Rezonans odasında bulunan laser aktif maddesinin atomları, pompalama sisteminden gelen enerji ile uyarılır. Uyarılan atomların elektronları bir üst seviyeye çıkabilirler ve normal hale dönerlerken fotonlar yayınlarlar. Fotonlar aynalardan yansıyarak diğeri atomları da etkilerler ve % 90 yansıtıcı aynadan geçerek rezonans odasını terk ederler. Devamlı bir ışın için rezonans odasının ardarda uyarılması (pompalanması) gerekir (2).

Şekil 1: Bir laser aпаратыnın çalışma prensibi



Laser ışınlarının uygulamasını temaslı veya temaslı olmayan yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Temaslı olmayan yöntemde laser ışınları direkt olarak dokuya tutulur. Temaslı yöntemde ise ışınlar cam, kuvars, sirkon veya silberhalogenit fiber'ler (lifler) ile dokuya temas ederler. Bu liflerin özelliği ışın geçirgen olmalarıdır. Laser ışınlarının uygulamasında hangi yöntemi kullanacağını ışınların frekans ve enerji gücüne bağlıdır.

Laser sistemleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir (2,9):

I. Laser aktif maddesine göre sınıflandırma:

- 1) Katı maddeler (Granat, Rubin, Alexandrit-Laser)
- 2) Gazlar (CO₂, CO, Argon-Laser)
- 3) Uyarılmış asalgaz halogenit (Excimer-Laser)
- 4) Boya taneciği-Laseri (Dye-Laser)
- 5) Yarı iletken çubuğu-Laser

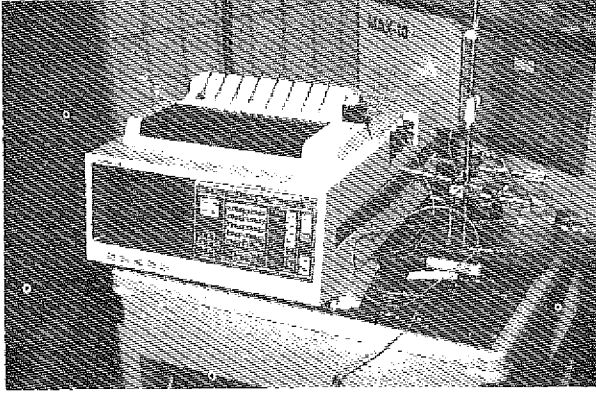
II. Laser ışınlarının hareketine göre sınıflandırma:

- 1) Devamlı ışın verenler (cw=continuous wave)
- 2) Nabız şeklinde ışın verenler
- 3) Dalgalı akım olarak ışın verenler (Q-switching)

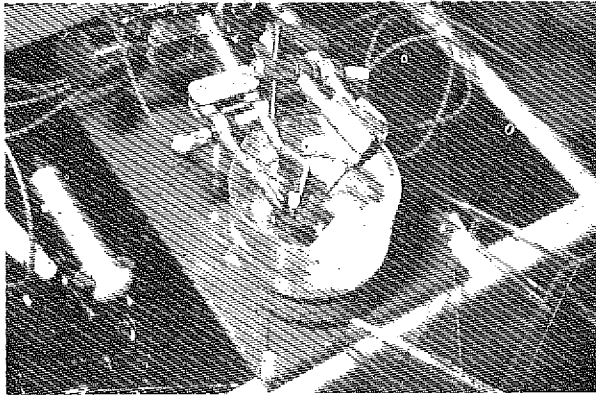
III. Dalga boyuna göre sınıflandırma

- 1) Ultraviyole-Laser (Excimer-Laser)
- 2) Infrared-Laser (CO₂, Nd: YAG-Laser)

Resim 1: Temperatur ölçümlerinde kullanılan Analyzing Recorder sayacı (Yokogawa, Model 3655E)



Resim 2: Ölçü aпаратыnın mandalina sıkıştırılmış bir premolar diş ve NiCrNi termollementi.



3) Görünen ışık spektrumundaki Laserler (Argon, HeNe-Laser)

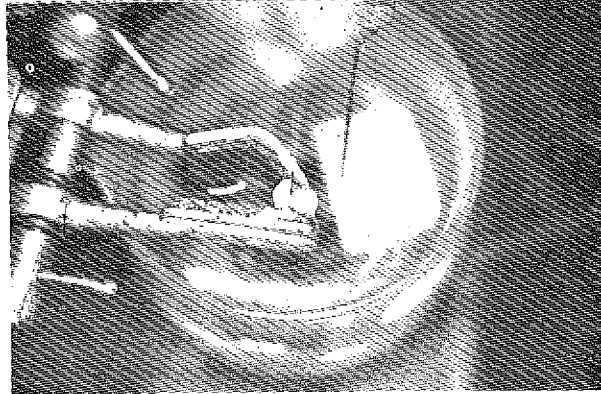
IV. Işıkların enerjisine göre sınıflandırma:

- 1) Softlaser (HeNe-Laser)
- 2) Midlaser (Dioden-Laser)
- 3) Hardlaser (Argon-Laser)

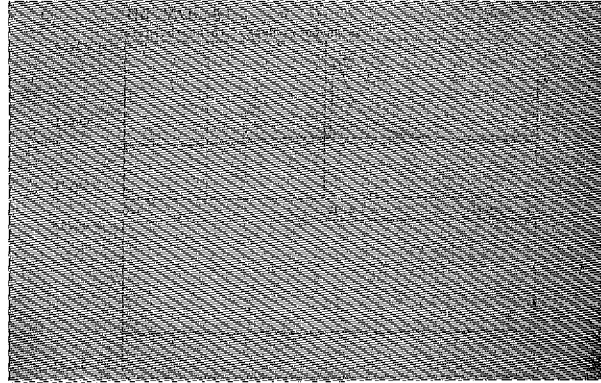
Laser ışını dokuyla temas ettiğinde ışınlar dokuyu hiç etkilemeden yansiyabilir (remisyon), doku tarafından absorbe edilebilir (absorbsiyon) ve/veya daha derin dokulara ulaşabilir (transmisyon). Laser ışınının dokuya etkisinde 2 önemli faktör rol oynar:

Birincisi laser ışınının kalitesi (dalga boyu, enerji yoğunluğu, ışınlama zamanı), ikincisi ise dokunun ve biyolojik maddenin kendi karakteridir (absorbe gücü, yoğunluğu kan dolaşımı, su ve mineral oranları). Laser ışınlarının fotonları ile doku molekülleri arasında biyolojik reaksiyonlar meydana gelir (2). Bu reaksi-

Resim 3: Loser fiberi ile ışınlanan bir premolar



Resim 4: Aşağıda görülen eğri (kırmızı oda temperaturünü (24 °C) gösteriyor. Yukarıdaki eğri ise dikey çizgiye kadar başlangıç temperaturünü belirliyor. Dikey çizginin sağ tarafındaki eğri Laser ışınlarının diş temperaturünü nasıl etkilediğini gösteriyor. Nd: YAG Laser ile ışınlanan bu dişin temperaturü 52 °C'a kadar yükselmiştir.



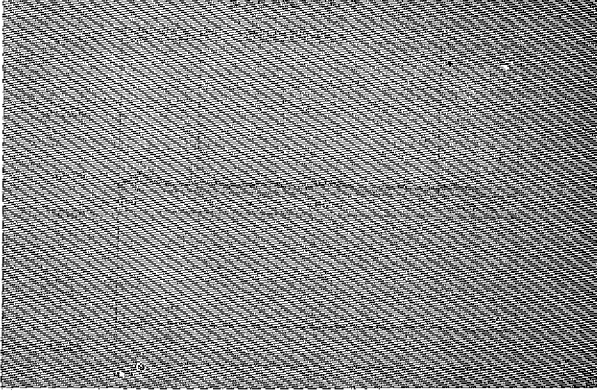
yonlar fotokimyasal olaylar (biyostimüasyon ve fotodinamik reaksiyon) termik aksiyonlar ve tek düzen olmayan olaylardır. Tek düzen olmayan olaylar fotoablasyon (madde kaybı), vaporisasyon (buharlaştırma), koagülasyon, fotodistrupsiyon, optikal breakdown (soğuk kesme) ve mikro eksplozyon (mikro patlamalar) gibi mekanizmalardır (2).

Bugüne kadar diş hekimliğinde laser kullanımı aşağıdaki işlemlerde denenmiştir (3, 4, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 42, 43, 45).

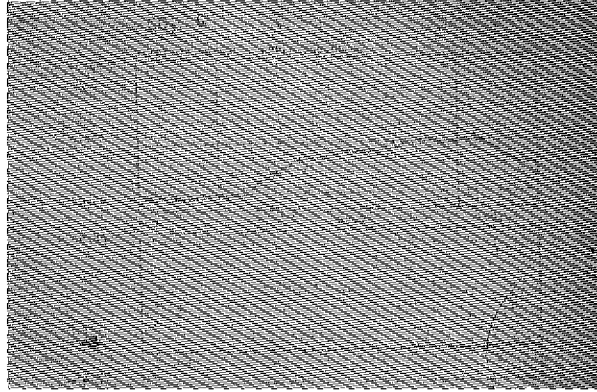
I. Diağnoz

- 1) Vitalite testi (HeNe-Laser)
- 2) Karies Diağnozunda Spektroskopisi (Argon-Laser)

Resim 5: Kanalı Excimer Laser ile ışınlanan bir dişin sıcaklığı sadece 0,2 °C yükselmiştir.



Resim 6: Kanalı CO₂-Laser ile genişletilen bu dişin ışınlama sonunda erişilen sıcaklığı ile başlangıç sıcaklığının arasındaki farkı 5 °C dir.



- 3) Holografi (HeNe-Laser)
- II. Cerrahi
- 1) İnsizyon (CO₂, Erbium:YAG-Laser)
 - 2) Extirpasyon (CO₂-Laser)
 - 3) Koagülasyon (Nd: YAG, Argon-Laser)
 - 4) Litotrüpsi (Argon-Laser)
 - 5) Biyostimulasyon: Yara iyileştirmesini çabuklaştırma, apse tedavisi, analgesi (Softlaser).
- III. Periodontoloji
- 1) Gingivektomi (CO₂, Nd: YAG-Laser)
 - 2) Küretaj (Excimer laser)
- IV. Maddeler Bilgisi
- 1) Laser ile kaynaklama (Nd: YAG, CO₂-Laser)
 - 2) Polimerizasyon: Akril ve Kompozit (Argonion, Boya tanecığı laseri)
- V. Konservatif diş tedavisi
- 1) Diş minesini sertleştirme (Nd:YAG, CO₂-Laser)
 - 2) Fissürleri profilaktik olarak kapatma (CO₂, Excimer, Nd: YAG-Laser)
 - 3) Çürükleri ortadan kaldırma (Er: YAG, Excimer Laser)
 - 4) Kavite yüzeyi sterilizasyonu (CO₂-Laser)
 - 5) Mine yüzeyindeki adheziv teknik uygulama (Excimer Laser)
 - 6) Preparasyon (Excimer Laser)
- VI. Endodonti

- 1) Kök kanallarını sterilizasyonu (Nd: YAG, CO₂, Excimer Laser)
- 2) Pulpa extirpasyonu (Excimer Laser)
- 3) Kanal doldurma/Gutaperka kondenzasyonu (Argon Laser)
- 4) Kanal genişletme (Nd: YAG, CO₂, Excimer Laser)

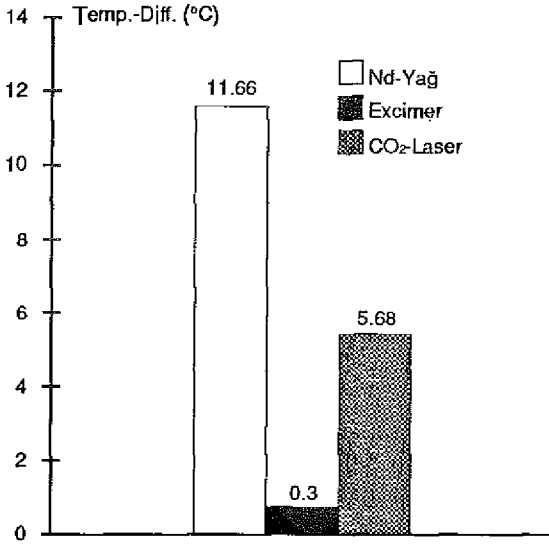
Yapılan çalışmalarda, laser ile steril ve kansız bir çalışma ortamı sağlanması ve yapılan işlemlerin travmatik bir şekilde uygulanabilmesi laserin en önemli avantajları olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada, son günlerde Endodontide çok aktif olan Nd: YAG (Nd³⁺- Y₃ Al₅ O₁₂ = Neodym - Yttrium Aluminium Granat) Laser, CO₂, Laser (Karbon dioksit-Laser) ve Xenon-Klor Excimer Laser in vitro olarak

Tablo 1: Nd: YAG-, Excimer - ve CO₂ - Laserleri ile genişletilen kanalların sıcaklık diferansiyasyonu: Her üç grup, birbirleriyle karşılaştırıldıklarında aralarındaki farkın anlamlı olduğu (p < 0.05) Mann - Whitney - U - Testi ile belirlenmiştir.

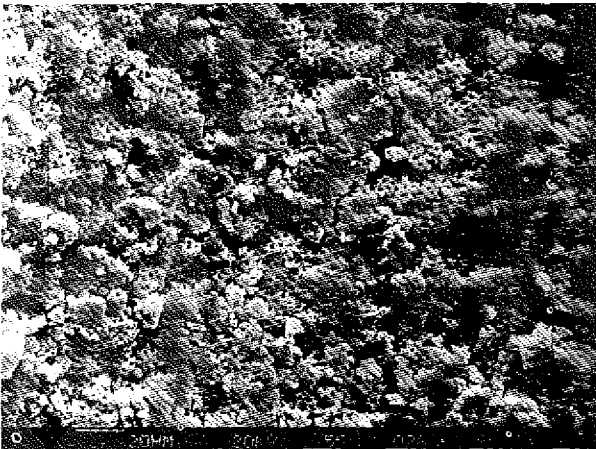
	Nd:YAG-Laser (n=10)	Excimer-Laser (n=10)	CO ₂ -Laser (n=10)
1	16,1 °C	0,5 °C	2,7 °C
2	5,4 °C	0,3 °C	2,3 °C
3	8,6 °C	0,3 °C	3,7 °C
4	5,4 °C	0,1 °C	1,9 °C
5	26,0 °C	0,1 °C	2,2 °C
6	22,0 °C	0,4 °C	5,2 °C
7	8,9 °C	0,5 °C	9,6 °C
8	6,4 °C	0,4 °C	11,5 °C
9	8,5 °C	0,2 °C	15,4 °C
10	8,8 °C	0,2 °C	2,3 °C

Şekil 2: Nd: YAG-, Excimer - ve CO₂ - Laser ile genişletilen kallarm temperatür diferanslarının ortalamaları

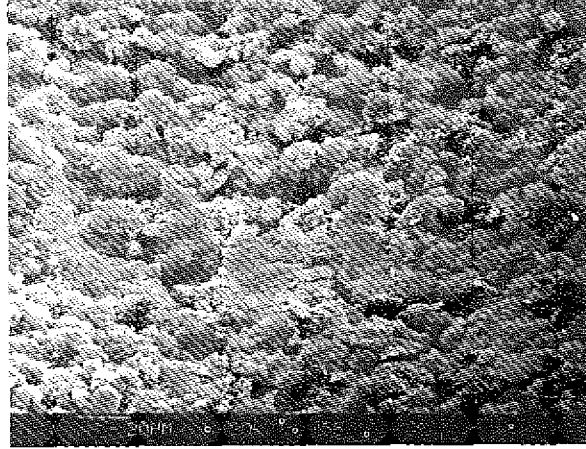


karşılaştırıldı. Nd: YAG Laser dental piyasada American Dental Laser (ADL) adı altında, Sunrise Technologies firması tarafından CO₂-Laser ise Dento-Lase 20 olarak Sharplan firması tarafından satışa çıkarılmıştır. Excimer Laser ise tıp dallarında (Oftalmoloji ve Anjioplastide) rutine girmiştir, dental piyasada henüz mevcut değildir, fakat araştırmacılar tarafından dental alanlarda in vitro ve in vivo olarak denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (12,19,20,21,22,35).

Resim 7: Nd: YAG Loser ile ışınlanmış kök kanakının koronal bölgesinin SEM görüntüsü (550xbüyütme)



Resim 8: Nd: YAG Laser ile ışınlanmış kanalın koronal bölgesinin SEM ile 630 kez büyütülmüş görüntüsü



GEREÇ VE YÖNTEM

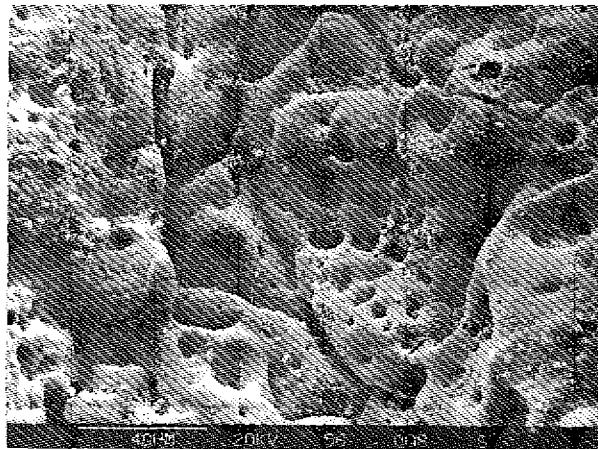
Çalışma iki kısımdan oluşmaktadır:

Nd: YAG, CO₂ ve Excimer Laser ile yapılan kanal genişletmelerinde temperatür ölçümleri.

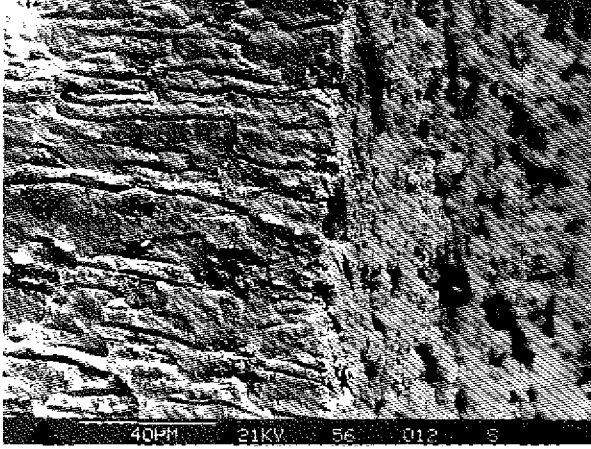
Bu şekilde genişletilmiş kanalların scanning elektronmikroskopik görüntüleri.

Çalışmanın birinci kısmı Laser-Medizin-Zentrum (Tıbbi Laser- Araştırma Merkezi) Berlin, ikinci kısmı ise Abteilung für Mikromorphologie und Klinisch - Theoretische ZMK - Heilkunde der Freien Universität Berlin'de (Mikromorfoloji ve klinik Teorik Diş Hekimliği ABD, Berlin Hür Üniversitesi) gerçekleştirilebilirdi. Ortodontik nedenlerden dolayı yeni çekilmiş ve serum fizyolojikde saklanan tek köklü 30 premolar diş rando-

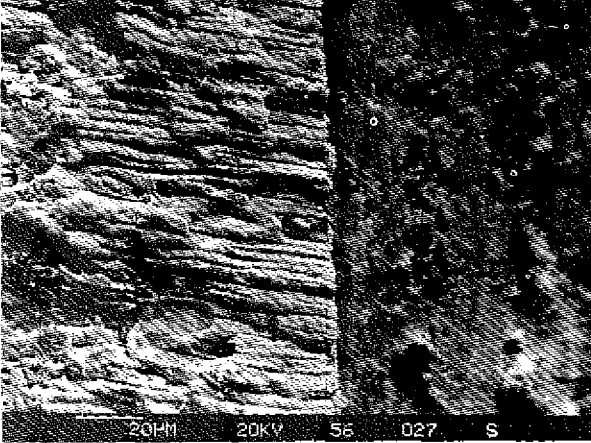
Resim 9: Nd: YAG Laser ile ışınlanmış bir kanalın apikal bölgesinin görüntüsü (SEM 710xbüyütme)



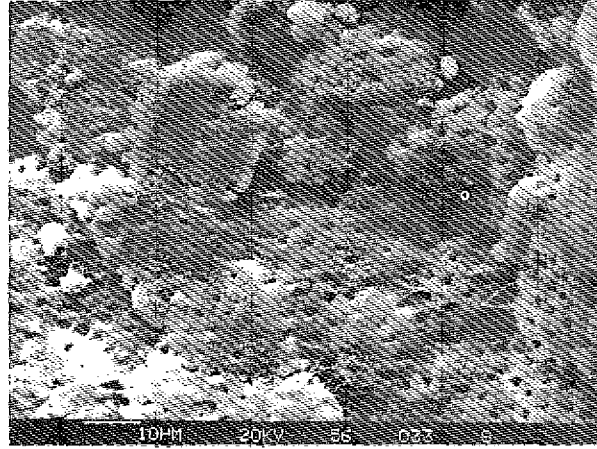
Resim 10: Nd: YaG Laser ile ışınlanmış bir kök kanalının koronal kırık hattının görüntüsü (SEM 750xbüyütme)



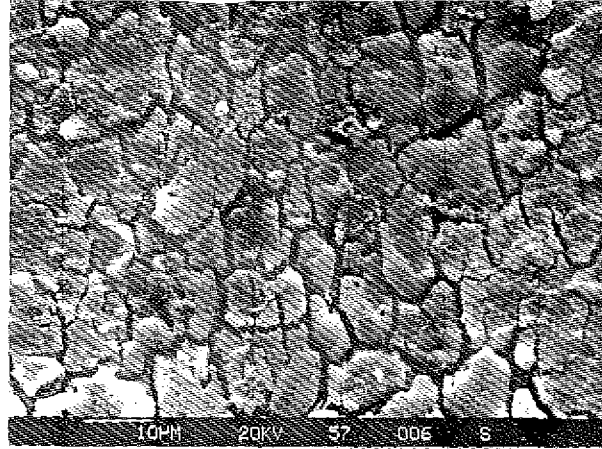
Resim 11: CO₂-Laser ile genişletilmiş bir premolar kanalın koronal kırık hattının SEM görüntüsü (730x)



Resim 12: CO₂-Laser ile ışınlanmış kök kanalına koronal bölgesinden bir görüntü (SEM, 1200x)



Resim 13: CO₂ Laser ile ışınlanmış bir kanalın duvarının SEM görüntüsü (1500xbüyütme)



mize olarak 3 eşit gruba ayrıldı. Birinci grup dişlerin kanallarının genişletilmesinde Nd: YAG - Laser (Quanta-Ray DCR 3, Spectra Physics), ikinci grup için Excimer-Laser (Max 10, Technolas), üçüncü grupta ise CO₂-Laser (Pulsed Syst.Inc) apeareleri kullanıldı. Kanal genişletme işlemleri her üç laser tipinde kontak metoduyla, yani laser tipine özgü fiberler (lif) ile gerçekleştirildi.

Kullanılan apearelerin fiziksel özellikleri şunlardır:

1) Nd: YAG- Laser:

- Katı maddeler grubuna dahil olan bu laser Neodym (Nd³⁺) iyonları ve Yttrium - Aluminium - Granat (Y₃Al₅O₁₂) kristallerinden oluşmuştur.

- Işınlarını nabız şeklinde verir ve bu ışınlar infrared spektruma dahildir.

- Kullanılan laserin dalga boyu 1060 nm olup ışınlama enerjisi 100 mJ, enerji yoğunluğu 300 J/cm², nabız tekrarlama ortalaması 20 Hz, nabız süresi ise 100 µs'dir.

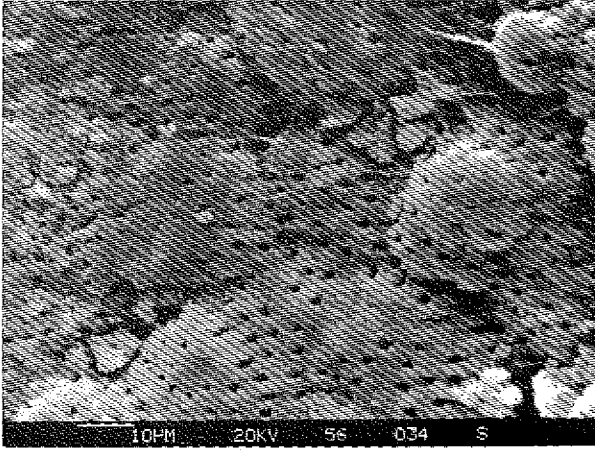
- Işınların uygulasyonu kuvars - fiberler ile gerçekleştirilir. Bu kuvars-liflerin çapı 200 µm'dir.

- Işınlar sulu ortamda absorbe edilemediğinden dolayı bu tip laser ile çalışma ancak kuru ortamda gerçekleştirilir.

2) Excimer-Laser:

- Asalgazhalogenid Laser (Asalgaz = Xenon, Halojen = Klor)

Resim 14: CO₂-Laser ile ışınlanmış kanalın apikal bölgesinden bir görüntü (SEM, 1200x)



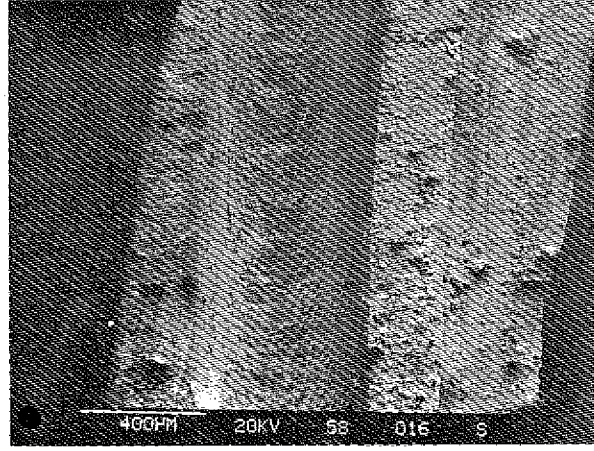
- Nabız şeklinde ışınlama
- Işın spektrumu - Ultraviyole
- Dalga boyu - 308 nm
- Enerji yoğunluğu - 5-9 J/cm²
- Nabız tekrarlama ortalaması - 20 Hz
- Nabız süresi 60 µs
- Işın uygulaması: Çapları farklı (50,100, 150, 200, 300,400 µm) kuvars fiberler
- Işınlar sulu ortamda absorbe edilebildiğinden sulu ortamda çalışılabilir.

3) CO₂-Laser

- Gazlaser (Gazlar: CO₂, He,N)
- Nabız şeklinde ışınlama
- Işın Spektrumu = infrared
- Dalga Boyu = 9600 nm
- Enerji Yoğunluğu = 12 J/cm²
- Nabız tekrarlama ortalaması - 10 Hz
- Nabız süresi = 135 µs
- Işın uygulaması - 900 µm çapında Silverhalogenid (AgCl) fiberler
- Sulu ortamda çalışılabilir.

Her 3 laserin fiberleri bir tirnef ve/veya bir eğe gibi kanal genişletmede kullanılabilir. Ancak yapılan ön çalışmalarda Nd: YAG ve CO₂-Laserlerin fiberlerinin trepane edilmiş dişlerin kanallarına giremediği izlen-

Resim 15: Excimer Laser ile genişletilmiş bir pre-molar kanalın apikal bölgesi (SEM, 70x büyütme)

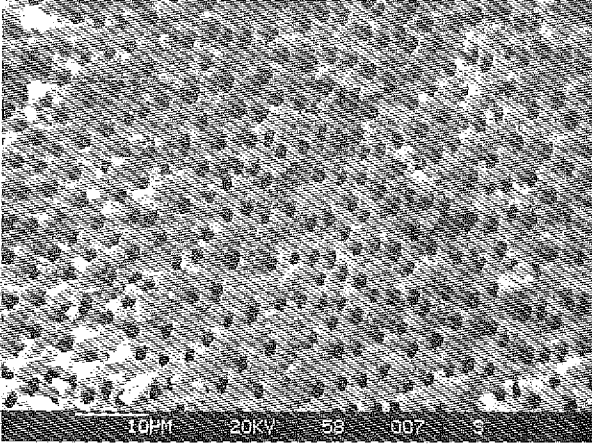


di. Nd: YAG fiberlerin çapı 200 µm, CO₂-fibeherin ise 900 µm olduğundan bu tip fiberler ile ancak extirpe edilmiş kanallara girmek mümkündür. Excimer-Laser'in fiberleri ise çeşitli çaplarda olduğundan (50, 100, 200, 300, 400 µm) extirpasyon ve genişletme işlemleri rahatça gerçekleştirilebilir. Bu yüzden Nd: YAG ve CO₂ gruplarındaki dişler önceden konvensiyonel metodia extirpe edildi. Excimer grubu ise sadece trepane edildi.

Temparatür ölçümleri Analyzing Recorder sayacı, Yokogawa, Model 3655 E (Resim 1) ve 0,25 mm çapında NiCrNi termoelementi ile gerçekleştirildi. Dişler ölçü aпаратыnın mandalına sıkıştırıldı (Resim 2) ve cervical alana kadar, ağız temparatürüne eşit olan 34°C suya batırıldı. Çalışma esnasındaki oda temparatürü 24°C idi. Tüm dişlerin kanalları fiberler aracılığı ile 60 saniye ışınlandı (Resim 3). Excimer-Laser'de çapları farklı olan 6 çeşit fiber kullanıldığından, ışınlama her fiber tipi için 10 s. sürdü. CO₂ ve Excimer-Laser ile yapılan çalışmalarda, ışınlar sudan etkilenmediğinden dolayı, su spreyi kullandı. Nd: YAG Laserde ise kanallar kuru idi.

Ölçümler Analyzing Recorder sayacının ekranında izlenebildi ve her dişin preparasyonundan sonra oda temparatürü, su temparatürü ve ışınlama sürecinde meydana gelen temparatür eğrisi, her diş için ayrı olarak cihazın printerinden otomatikman yazılı olarak alındı (Resim 4, 5, 6). Her 3 grubun temparatür diferansları (Işınlama sonucunda erişilen temp.-Başlangıç Temp.) istatistiksel olarak Mann-Whitney-U-Testi yardımıyla karşılaştırıldı (Tablo 1). Ayrıca her grupta temparatür yükselme ortalamaları hesaplandı (Şekil 2).

Resim 16: Excimer Laser ile ışınlanmış bir premolar kök kanalının koronal görüntüsü (SEM, 1600x)



Çalışmanın elektromikroskopik bölümünde, kırılarak ortadan ayrılan kök kanalları altın ile kaplanıp (kalınlık-25 nm) Scanning Elektron Mikroskop Cambridge Stereoscan 150 MK2 ile incelendi.

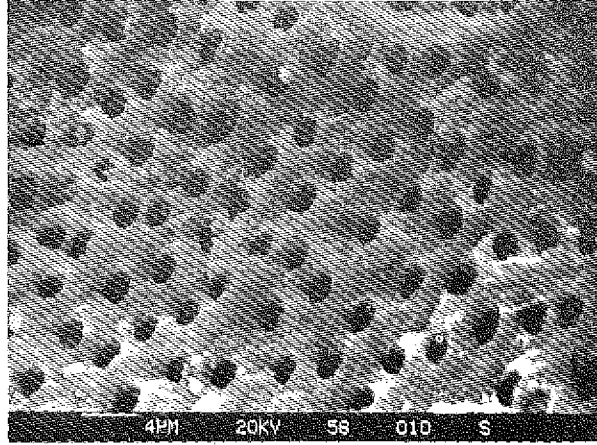
BULGULAR

Kanalları Nd: YAG, Excimer ve CO₂-Laser ile genişletilen dişlerin sıcaklıkları ölçüldüğünde anlamlı farklar ($p < 0.05$) saptandı (Tablo 1). Nd: YAG Laser ve CO₂-Laser ile çalışırken sıcaklığın yükseldiği (Resim 4, Resim 6), Excimer-Laser'de ise çok az bir sıcaklık farkı olduğu (Resim 5) izlendi.

Sıcaklık diferans ortalamaları karşılaştırıldığında en yüksek sıcaklığın Nd: YAG (11,66 °C), ikinci olarak CO₂-Laser ışınlarına (5,68°C) ait olduğu görülmektedir (Şekil 2). Excimer-Laser'in ortalaması ise 0,3°C'dir ki, bu fark önemsenmeyecek kadar azdır (44). Her 3 laser tipine özgü sıcaklık eğrileri karşılaştırıldığında Nd: YAG Laser ışınlarının doku sıcaklığını birdenbire yükselttiği, CO₂-Laser ışınlarının ise daha uzun bir süre içinde ve daha yavaş yükselttiği saptanmıştır (Resim 4, Resim 6). Excimer-Laser ışınlarının sıcaklık eğrisi homojen olup hemen hemen hiç yükselmektedir.

Scanning elektronmikroskopik incelemelerde Nd: YAG-Laser ile ışınlanan kök kanallarında bazı dentin kanallarının açık olmasına rağmen (Resim 7, Resim 10) çoğunun kapalı olduğu (Resim 8) ayrıca kanal duvarlarında da termik irritasyonlar olduğu görülmektedir (Resim 9). CO₂-Laser ile ışınlanan dişlerin kanalları tüm olarak organik dokudan arındırılmamış (Resim 12, Resim 14), bazı dentin kanallarının açık (Resim 11), fakat çoğunun kapalı olduğu (Resim 12) izlenebi-

Resim 17: Excimer Laser ile ışınlanmış bir kök kanalının apikal bölgeden bir görüntüsü (SEM, 3000x)



li. Bu laser tipi ile genişletilmiş kök kanallarının duvarlarında yine termik irritasyonlara rastlanılmaktadır (Resim 13).

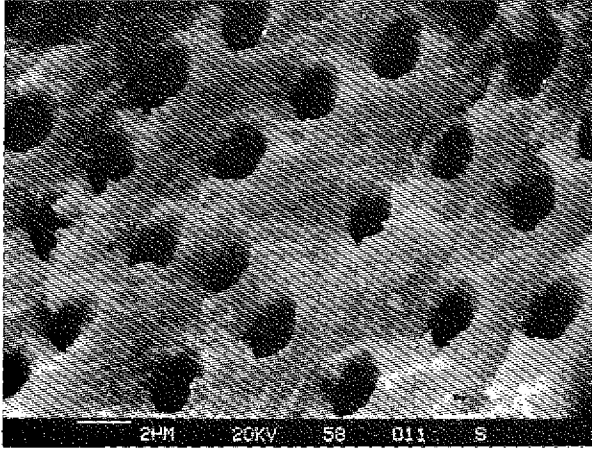
Excimer-Laser ile yapılan kanal genişletmelerinde ise pulpa dokusu tüm olarak yok edilmiş (Resim 15), dentin kanalları açık olup (Resim 16, Resim 17) smear tabakası görülmemektedir (Resim 18).

TARTIŞMA

Nd: YAG, CO₂ ve Excimer-Laser sistemleri karşılaştırıldığında pulpa extirpasyonunun sadece Excimer-Laser ile yapılabileceği açıktır. Buna neden Excimer-Laser fiberlerinin daha küçük çaplarda da olabilmesi ve bu laser tipinin organik doku ve dentindeki ablasyon ortalamasının yüksek olmasıdır. Frenzen, Liesenhoff, Bende, Lenz, Seiler, Pini gibi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda çeşitli laser tiplerinin mine, dentin ve pulpa dokularındaki ablasyon ortalamalarını incelemişler ve bu sonucu elde etmişlerdir (12, 22, 29, 35).

Excimer laserin laser aktif maddesini teşkil eden asaigaz ve halojen molekülleri arasında kimyasal instabil olan bir bağ oluşur ve Halojenürler meydana gelir. Bunların ömürleri çok kısa olup birbirlerinden ayrılırken exojen reaksiyonlar ortaya çıkar. Bu şekilde elde edilen ışınlar odaklandıkları noktada bir kısım maddeyi yakmadan ana kitleden ayrılabilirler. Bu etkiye fotoablasyon adı verilir (2,11,19). Nd: YAG ve CO₂-Laserler ise laser güçlerini dokuda meydana getirdikleri buharlaşmaya borçludurlar ki, bu olay da doğal olarak termik bir reaksiyondur. Nd: YAG ve CO₂-Laserlerin meydana getirdiği yüksek sıcaklıklar ve dolayısıyla termik irritasyonlar Excimer-Laserde rast-

Resim 18: Excimer Laser ile ışınlanmış kök kanalından 6000 kez büyütülmüş bir SEM görüntüsü



lanılmaz. Nd:YAG ve CO₂-Laserlerinin ışınları infrared spektruma dahildir, oysa Excimer Laser ışınları ultraviyole spektrumdadır. Infrared spektrumdaki ışınlar, ultraviyole spektrumun tersine termik ışınlar-
dır, yani çevrelerine ısı verirler.

Ayrıca Excimer-Laserin ışınları (2,12,17) sulu ortamda da doku tarafından absorbe edilebilirler. Bu yüzden sulu ortamda çalışmak mümkündür ve meydana gelen ısı daha da azaltılmış olur (19, 20, 21, 22).

Melcer, Myers gibi araştırmacılar Nd: YAG ve CO₂-Laserin hiçbir dezavantajı olmadığı kanısındadırlar (25,26,27,30,31,32). Bu tip laserlerin fiziksel özellikleri gözönünde bulundurulursa bu fikirlere katılmak güçleşmektedir.

Her üç laser tipi ile yapılan in vivo klinik çalışmaların hasta takipleri ancak 1-2 seneye dayanmakla beraber her geçen gün artmaktadır (2, 14, 20, 25, 26, 30, 31).

Genel bilgilerde de bahsedildiği gibi diş hekimliğinde laser konusunda araştırmalar halen yoğun bir şekilde sürmektedir. Bu konuda kesin bir sonuca varıp birtakım apareyleri dental piyasada satışa çıkarmanın sorumsuzca bir davranış olduğu, bu konuda çalışan araştırmacıların ortak fikridir (2, 6, 8, 9, 10, 11, 18, 19, 23, 25, 29, 35, 36).

KAYNAKLAR

1. Adrian, J.C.: Pulp Effect Neodymium Laser Preliminary Report. Oral Surg. Oral Med. Oral Path.
2. Berlien, H.P., Müller, G.: Angewandte Lasermedizin Ecomed Landsberg- Münschen-Zürich, 1989.
3. Blankenau, R.J., Taylor, M.H., et al: Microleakage of Dental Sealants cured with an Argon Laser J.Dent.Res. 69: 959, 1990.
4. Bolanos, O.R., Jensen, R.R.: Scanning electron microscope comparisons of the effect of various methods of root canal preparation. J.Endod. 6,11: 815-822, 1980.
5. Cengiz, T., Önal, B.: Endodontide Laser Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, Yayında, 1991.
6. Dederich, D.N., Zekariasen, K.L.: Scanning electron mikroskopik Analysis of Canal Wall Dentin following Nd: YAG Laser Irradiation J.Endod. 10, 9: 428-430, 1984.
7. El tagouri, H. et al : The effectiveness of canal finder system. J.Endod.14: 194, 1988.
8. Featherstone, J.D.B., Nelson, D.G.A.: Laser effects on Dental Hard Tissues. Adv.Dent.Res. 1: 21, 1987.
9. Franetzki, M.: Laser in der Zahnmedizin. Zahnheilkunde 3: 9-14, 1991.
10. Frentzen, M.: Präparation von Zahnhartgeweben mit Lasern. Eine Alternative zu konventionellen Methoden? Med.Habil.Schr.Bonn, 1991 (Doçentlik Tezi)
11. Frentzen, M., Koort, H.J.: Lasertechnik in der Zahnheilkunde. Dtsch. Zahnärztl. Z. 46, 7: 443-454, 1991.
12. Frentzen, M., Koort, H.J., Dardenne, M. : Bearbeitung von Zahnhartgeweben mit einem Excimer-Laser Dtsch. Zahnärztl. Z. 44, 6: 431-435, 1989.
13. Frentzen, M., Koort, H.J., Kramer, B. : Thermische Effekte bei der Präparation von Zahnhartgeweben mit versch. Lasersystemen Dtsch. Zahnärztl. Z. 45,4: 240-242, 1990.
14. Goldman, L., Gray, J., et al: Effect of Laser beam impacts on teeth. J.Am.Dent.Ass. 70: 601, 1965.
15. Gutierrez, J.H., Garcia, J.: Microscopic and Macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. Oral Surgery 25: 108, 1968.
16. Haikel, Y., Alieman, C. : Effectiveness of 4 methods for preparing root canals. J. Endod. 14, 7: 340-345, 1988.
17. Hellenthal, W.: Physik für Pharmazeuten und Mediziner Thieme Verlag Stuttgart-New York. 3: 287-289, 1984.
18. Keller, U., Hipst, R.: Zur ablativen Wirkung des Er: YAG Lasers auf Schmelz u. Dentin. Dtsch. Zahnärztl. Z. 44,8: 600-602, 1989.

19. Liesenhoff, T., Bende, T., Lenz, H., Seiler, T.: *Grundlagen zur Anwendung des Excimer-Lasers in der Zahnheilk.* Dtsch. Zahnärztl. Z. 45, 1: 14-16, 1990.
20. Liesenhoff, T., Bende, T., Lenz, H., Seiler, T.: *Abtragen von Zahnharts ubstanz mit Excimer-Laserstrahlen* Dtsch. Zahnärztl. Z. 44,6: 426-430, 1989.
21. Liesenhoff, T., Lenz, H., Seiler, T.: *Root canal preparation with 308 nm Excimer-Laser under simultaneous control by spectral tissue identify.* innov.Tech.Biol. Med. 11,1: 87, 1990.
22. Liesenhoff, T., Lenz, H., Seiler, T.: *Wurzelkanalaufbereitung mit Excimer-Laserstrahlen.* Zahnärztl. Welt (ZWR) 98, 12: 1034-1039, 1989.
23. Lisanti, V.F., Zander, H.A.: *Thermal injury to teeth. in vitro measurements of pulp temperature increases and their effect on the pulp tissue.* J.Dent.Res. 31: 548, 1952.
24. Lui, J.L.: *CO₂-Laser Modification of Enamel Surfaces: Comparison with Acid-etching* J.Dent.Res. 68: 737, 1989.
25. Melcer, J.: *Latest treatment in dentistry by means of CO₂-Laser beam.* Laser in Surg. and Med. 6: 396, 1986.
26. Melcer, J., et al: *Treatment of dental decay by CO₂-Laser beam.* Laser in Surg. and Med. 4: 311, 1984.
27. Melcer, J., et al: *Preliminary Report on the Effect of the CO₂-Laser Beam on the Dental Pulp of the Macaca Mulatta Primate and the Beagle Dog.* J.Endod. 11,1: 1-5, 1985.
28. Miserendino, L.J.: *The Laser Apicoectomy. Endodontic Applikation of the CO₂-Laser for periapical surgery.* Oral Surg. 66 615, 1988.
29. Müller, G., Scholz, C., Ertl, T., et al: *Biophysics of Laser Tissue Ablation in Bone and Dental Treatment* Innov. Tech. Biol.Med. 11,1: 1, 1990.
30. Myers, T.D.: *What Lasers can do for Dentistry.* Dental Management. 29, 4: 26-30, 1989.
31. Myers, T., Myers, W.: *In Vivo Caries Removal Utilizing the YAG: Laser.* J.Michigan Dent. Ass. 67, 66: 1985.
32. Myers, T., Myers, W.: *Use of laser for desridement of incipient caries.* J.Prosth. Dent. 53: 776, 1985.
33. Nelson, D.G.A. et al: *Morphology, Histology and Crystallography of Human Dental Enamel Treated with Laser.* Caries Res. 21: 411, 1987.
34. Oho, T., Morioko, T.: *A Possible Mechanism of Acquired Acid Resistance of Human Dental Enamel by laser irradiation.* Caries Res. 24: 86-92, 1990.
35. Piri, R., et al: *Laser Dentistry: A new Application of Excimer-Laser in Root Canal Therapy-Laser in Surg. and Med.* 9: 352-357, 1989.
36. Scheinin, A., Kantola, S.: *Laser-induced effects of tooth structure.* Acta Odont.Scand. 27: 173, 1969.
37. Seekamp, K.: *Kongress bericht der 69th General Session IADR (Int.Association for Dental Research) und 20th Annual Session of AADR (Amer.Ass. of Dental Research) Kongress bericht-Acapulco LMZ. 1-15, 1991.*
38. Shoji, S., et al.: *Histopathological changes in dental pulps, irradiated by CO₂-Laser.* J.Endod. 11, 9: 379-383, 1985.
39. Stern, R.H., et al.: *Laser beam effects on dental hard tissues.* J.Dental Res. 43: 873, 1964.
40. Tani, Y, Kawada, H.: *Effects of Laser Irradiation on Dentin. Effect on Smear Layer* Dent.Mater J. 6: 127, 1987.
41. Taylor, R., et al.: *The effect of laser radiation on teeth, dental pulp and oral mucosa of experimental animals.* Oral Surg.Oral Med., Oral Path. 19: 786, 1965.
42. Tenland, T.: *On laser Doppler Flowmetry. Methods and Microvascular Applications Linköping Studies in Science and Technology Dissertations No: 83 Linköping University, 1982 (Doktora Tezi).*
43. Weichmann, J.A., Johnson, F.M.: *Laser use in endodontics, a preliminary investigation* Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol. 31: 416, 1971.
44. Zach, L, Cohen, G.: *Pulp response to externally applied heat.* Oral Surg. 19: 515-530, 1965.
45. Zakariasen, K.L., et al: *Bactericidal action of CO₂ Laser radiation in experimental dental root canals.* Can.J.Microbiol. 32: 942-946, 1986.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için kürsülerinde çalışmama, izin veren;

Hocam Prof. Dr. Sayın G. K. Siebert'e,

Prof. Dr. Sayın J. Viohl'e,

Prof. Dr. Sayın G. Müller'e,

Prof. Dr. Sayın H. Lenz'e,

aynca Bayan A. D. Kähler'e ve Bay T. Ertl'e teşekkürü bir borç bilirim.