



## DİŞ HEKİMLİĞİNDE LAZER: BİR LİTERATÜR DERLEMESİ

### LASER IN DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

Arş. Gör. Dt. Dilek UYSAL\*

Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÜLER\*

**Makale Kodu/Article code:** 621  
**Makale Gönderilme tarihi:** 26.07.2011  
**Kabul Tarihi:** 18.10.2011

#### ÖZET

Son yıllarda teknolojik gelişmeleri takiben lazer uygulamaları oldukça popüler hale gelmiştir. Diğer geleneksel yöntemlere göre lazer uygulaması, lazer ışınının kolaylıkla yönlendirilebilmesi ve yüksek miktarda enerjinin küçük noktalara odaklanabilmesi nedeniyle oldukça ileri bir tedavi yöntemidir. Lazer teknolojisinin sağladığı yararların yanı sıra birtakım zararları da bulunmaktadır. Bu yazıda diş hekimliğinde kullanılan lazer çeşitleri, kullanım alanları, lazer uygulamasının avantaj ve dezavantajları ve oluşabilecek zararlara karşı alınması gereken önlemler geniş bir literatür derlemesi ile sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Lazer, Diş Hekimliği

#### ABSTRACT

Following the technological developments in recent years, laser treatments have become quite popular. Laser according to other conventional methods, because of the laser beam can be easily redirected and focus on little detail of the high amount of energy is quite an advanced treatment method. There are also some adverse effects as well as the benefits of laser technology. In this paper, types of lasers use dentistry, indications, advantages, and disadvantages of laser application, and a precaution to be taken against any damages that may occur with a wide review of the literature is presented.

**Keywords:** Laser, Dentistry

#### GİRİŞ

'Light Amplification by Stimulated Emission of Radition' açılımına sahip olan lazerin temeli 1900'lü yıllarda Einstein'ın geliştirdiği fiziksel prensibe dayanmaktadır. Diş hekimliğinde kullanımı 1960'larda yakut (ruby) lazerin kullanımı ile başlamıştır.<sup>1</sup> Lazer teknolojisi özellikle son 25 yıldır medikal alandaki ilerlemelere bağlı olarak gelişme göstermekte olup, günümüzde son derece popülerdir.<sup>1</sup>

Lazerler diş hekimliğinde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Lazerin diş hekimliğinde kullanım alanları şu şekilde özetlenebilir:<sup>1-3</sup>

1. diş çürüklerinin temizlenmesi ve kavite preparasyonu
2. estetik diş tedavileri,
3. periodontal cerrahi,
4. kök yüzeyi düzleştirilmesi,

5. gingivitis, periodontitis, oral mukoza rahatsızlıkları,
6. dişetin şekillendirilmesi,
7. koyu renkli dişetlerinin renginin açılması,
8. hassas dişlerin hassasiyetinin giderilmesi,
9. aft ve uçuk tedavileri,
10. kemik dokusunda yapılan cerrahi girişimler,
11. çekim sonrası yara iyileşmesi,
12. çene eklemi rahatsızlıkları,
13. implant ve periimplantitis tedavisi
14. kök/implant yüzey dekontaminasyonu,
15. pulpa kanallarının sterilizasyonu,

Lazerlerin kullanım alanına bağlı olarak çeşitli tipte lazer sistemleri geliştirilmiştir. Diş hekimliğinde kullanılan lazer tipleri carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), Neodymium:Yttrium-Aluminum:Garnet (Nd:YAG), Erbium YAG (Er:YAG), Erbium,chromium: Yttrium: Scandium-Gallium- Garnet (Er,Cr:YSGG) gibi lazer tipleridir.<sup>1-3</sup>

\*Mareşal Çakmak Asker Hastanesi Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi



## 1. LAZERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Albert Einstein lazerin babası sayılabilir. Einstein 80 yıl önce fotoelektrik etki ile ilgili yaptığı araştırmalar sonucunda fotonlar ve uyarılmış emisyon postulatlarından bahsetmiş ve bu konu ile ilgili Nobel ödülüne layık görülmüştür. Buna rağmen, 1940'lı yılların sonuna kadar, bu konuyla ilgili ciddi bir pratik çalışma yapılmamıştır. 1950'lerin başlarında Kolumbia Üniversitesi'nden Charlers Townes, Maryland Üniversitesi'nden Joseph Weber ve Lebedev Laboratuvarlarından Alexander Prokhorov ve Nikolai G Basov, uyarılmış emisyon yoluyla enerji üretimi alanında ciddi çalışmalara başlamışlardır.<sup>4</sup>

1950 yıllarında mühendisler genel olarak MASER (Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) çalışmalarına ağırlık vermişlerdir. Işık yerine mikrodalga güçlendirilmesi üzerine olan bu çalışmalar, daha sonra telekomünikasyon teknolojisinde kullanılmaya başlanmıştır. Prokhorov ve Townes'in öncülük ettiği çalışmalara rağmen, ilk lazer 1960 yılında Theodore M. Maiman tarafından yoğunlaştırılmış ışık üretmek için yakut kullanmasıyla bulunmuştur. 1964 yılında ise, Prokhorov ve Townes Nobel ödülüne layık görülmüştür.<sup>4</sup>

İlk başlarda amaçsız bir teknoloji ürünü olarak görülen lazer, kısa zamanda farklı amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Maiman ve arkadaşları, silahlar için lazer görüntü sistemlerini geliştirmişlerdir. Ayrıca, cerrahide kullanılmak üzere veya noktasal ısı kaynağı olarak lazerlerin kullanımı gündeme gelmiştir.<sup>5</sup>

Diş hekimliği alanında ilk lazer uygulamaları 1964 yılında diş sert dokularında yakut lazerin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. 1985 yılında Nd:YAG lazerler in vivo olarak diş çürüklerinin temizlenmesinde kullanılmıştır. İlerleyen yıllarda Nd:YAG lazerin yumuşak doku cerrahisinde kullanımı da yapılmıştır. Sert doku lazerleri ise 1997'de diş hekimliği alanında kullanıma başlanmıştır.<sup>6</sup>

## 2. LAZER DOKU İLİŞKİSİ

### 2.1. Lazer ve Oral Yumuşak Dokular

Lazer ışınının dokularda absorpsiyonu, ışının dalga boyuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yumuşak dokuların majör bileşenlerinden olan su, 2µ veya daha üzerinde dalga boyundaki lazer ışını kuvvetlice absorbe eder. Böylece yumuşak dokudaki ışın penetrasyonu azalır.<sup>1,6,7,8</sup> Yüksek absorpsiyon düşük penetrasyon özelliği, Er:YAG ve CO<sub>2</sub> lazer gibi lazerlerin doku hasarı yaratmaksızın yumuşak doku

kesisinde kullanılabilmesini sağlar.<sup>9</sup> Nd:YAG lazer gibi diğer lazerler ise, su tarafından daha az absorbe edilir ve daha derin dokulara penetre olabilir.<sup>9</sup> Bu tip lazerlerin melanin ve hemoglobin gibi pigment maddeler tarafından absorpsiyon özelliklerinin kuvvetli olduğu ve CO<sub>2</sub> lazere göre küçük kan damarlarını koagüle etmekte daha başarılı oldukları rapor edilmiştir.<sup>2,6,7</sup>

Yiğit ve Gürsel<sup>6</sup> yaptıkları derleme çalışmasında yumuşak dokuların insizyonu sırasında kullanılan lazerlerin bistüri ya da elektrocerrahiye göre avantajlarını şu şekilde belirtmişlerdir:

- I. Dokuya temas etmeden uygulanan bir teknik olduğu için, insizyon sırasında dokuda eğilip bükülme, biçimin bozulması gibi durumlar minimumdur.
- II. İnsizyon lazer sayesinde kendiliğinden sterildir.
- III. Lazer her zaman keskindir.
- IV. Operasyon sonrası skar dokusu minimumdur.

Lazer tedavisinde yara bölgesindeki cerrahi skar dokusu diğer tekniklere göre minimumdur. Bununla birlikte, lazer cerrahisinde hızlı iyileşme ya da cerrahi sonrası ağrının tamamen elimine edilmesi gibi avantajların olmadığı da belirtilmiştir.<sup>6,10</sup>

### 2.2. Lazer ve Oral Sert Dokular

Lazerin ilk olarak dental sert dokular üzerindeki etkisi 1960'lı yıllarda araştırılmıştır.<sup>5</sup> Birçok araştırmacı çeşitli avantajlarını göz önünde bulundurarak, lazerlerin dental frezler yerine kullanımını desteklemiştir.<sup>1</sup> Bu avantajlar:<sup>6,11</sup>

- I. Sert dokuya temas etmeden kullanıldığı için, konvansiyonel frezlere göre daha az vibrasyon yaparlar.
- II. Mikrofraktür oluşumunu engeller.
- III. Hastanın yüksek devirli aletlerin kullanımı sırasında oluşacak olan baskı ve sestten duyacağı rahatsızlığın önüne geçerler.
- IV. Dentin tübüllerinin kapatılmasıyla olası postoperatif hassasiyeti engellerler.

Bununla birlikte, lazerlerin dental sert dokular üzerinde istenmeyen yan etkileri de vardır. Bu yan etkiler:<sup>1,6,12</sup>

- I. İşlem sırasında aşırı derecede ısı oluşur. Termal etkiler sonucunda tedavi uygulanan bölgeye komşu pulpa, periodontal ligament ve kemikte irreversible değişiklikler meydana gelebilir.



- II. Özellikle minede mikroskobik ve makro seviyede çatlaklar oluşabilir. Bu çatlaklar mineyle sınırlı kalabildiği gibi, dentin içine doğru da penetre olabilir.
- III. Dentin dokusunda aşırı ısıya bağlı olarak şiddetli karbonizasyon oluşur.

Lazer uygulama sırasında istenmeyen etkilerin elimine edilmesi için, lazer tedavisinin kısa süreli ama yüksek enerjili periyotlar şeklinde uygulanması gerektiği belirtilmiştir.<sup>12</sup>

### 3. DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN LAZERLER

#### 3.1. Argon Lazerleri

Argon lazerlerinin iki dalga boyu vardır: 488 nm (mavi) ve 514 nm (mavi-yeşil). Argon lazerin 488 nm dalga boyulu olanı yaygın olarak kompozit rezin uygulamalarında, diş beyazlatma ve çürük koruma çalışmalarında kullanılmaktadır. FDA, 1991 yılında oral yumuşak doku ve kompozit uygulamalarında, 1995 yılında diş beyazlatmada kullanımını kabul etmiştir.<sup>1</sup>

#### 3.2. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)Lazerleri

Dalga boyu 10600 nm'dir. Dalga tipi olarak atımlı ve devamlı dalganın her ikisi de kullanılır.<sup>7</sup> 1970 yılından beri yumuşak doku cerrahisinde kullanılmaktadır. Güçlü hemostatik ve bakterisidal etkili olduğu ve minimal skar dokusu oluşturduğu belirtilmiştir.<sup>1,6</sup> CO<sub>2</sub> lazer sert dokunun mineral komponentleri, özellikle fosfat iyonları tarafından absorbe edilir.<sup>7</sup> İnorganik komponentlerde ısı akümüasyonu yapar ve organik komponentlerde karbonizasyon oluşturur.<sup>1,6</sup> CO<sub>2</sub> lazerin koagülasyon yaptığı tabaka 100-300 mikron kalınlıktadır. Doku penetrasyonu güce bağlı olarak 0,5 mm derinliktedir.<sup>13</sup>

#### 3.3. Diyet Lazerler

Dalga boyu 800-980 nm arasındadır. Sert, yarı iletken lazerdir. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürmek için galyum, arsenid, alüminyum, indiyum gibi elementlerin kombinasyonu kullanılır.<sup>6,7</sup> Yüksek oranda hemoglobin ve diğer pigmentler tarafından absorbe edilir. Yumuşak doku cerrahisinde kullanımı tercih edilir.<sup>1,6</sup>

#### 3.4. Er:YAG Lazer(Erbium-doped:Yttrium, Aluminum ve Garnet)

Dalga boyu 2940 nm'dir. İlk olarak 1974 yılında Zharikov tarafından bulunmuştur. Suda en iyi absorbe olan lazerdir.<sup>6,7</sup> FDA, 1997 yılında sert doku tedavilerinde, 1999 yılında yumuşak doku cerrahisinde ve

2004 yılında kemik cerrahisinde kullanımını kabul etmiştir.<sup>1</sup>

Er:YAG lazerle doku ablyasyon mekanizması şöyledir:<sup>1,6,14</sup> Er:YAG lazer enerjisi su molekülü ve hidroz organik komponentler tarafından absorbe edilir, ısı etkisinden dolayı bu komponentlerde buharlaşmaya neden olur. Buna fototermal buharlaşma denir. Ancak sert doku prosedürlerinde, su buharı yapımı doku içine internal basıncı artırır ve mikroeksplozyon denilen patlayıcı genişleme ile sonuçlanır. Bu dinamik etkiler mekanik doku kollapsına neden olur ve termomekanik ya da fotomekanik ablyasyon ile sonuçlanır. Bu fenomene su aracılığı ile patlayıcı ablyasyon da denir.

#### 3.5. Nd:YAG Lazer(Neodymium-doped: Yttrium-Aluminum ve Garnet)

Dalga boyu 1064 nm'dir.<sup>6,7</sup> Bu dalga boyu elektromanyetik spektrumun kızıl ötesi ve iyonize olmayan bölümündedir. İyonize olmaması nedeniyle dokularda karsinojenik ve mutojenik bir etki göstermez.<sup>7</sup>

Başlangıçta Nd:YAG lazerler büyük patolojik olguların eksizyonunda kullanılmış olmasına karşın direkt kontaklı iletim sistemi olan fiber optik kabloların geliştirilmesiyle yalnızca kesme değil, aynı zamanda steril etme ve örtme işlemleri de çok düşük güçlerde yapılabilir hale gelmiştir.<sup>1,7</sup>

#### 3.6. Er,Cr: YSGG Lazer (Erbium, Chromium-doped:Yttrium, Scandium, Gallium ve Garnet)

Dalga boyu 2780 nm olan ve sadece sert dokuda kullanılan lazer tipidir.<sup>6</sup>

Tablo I. Diş hekimliğinde sık kullanılan lazerlerin tiplerinin, dalga boylarının, absorpsiyon-yansıma-transmisyon oranlarının dağılımı<sup>6</sup>

Lazer Tip	Dalga Boyu	Absorpsiyon Oranı	Yansıma Oranı	Transmisyon Oranı
CO <sub>2</sub> Lazer	10600 nm	minede % 96, dentinde %95, çürükte % 95, yumuşak doku/kanda % 98	minede % 2, dentinde % 2, çürükte % 2, yumuşak doku/kanda % 1	minede % 2, dentin %3 çürükte %3, yumuşak doku/kanda % 1
Diyot Lazer	800-980 nm	minede % 5, dentinde % 30, çürükte % 35, yumuşak doku/kanda % 60	minede % 15, dentinde % 20, çürükte % 3, yumuşak doku/kanda % 20	minede % 85, dentinde % 50, çürükte % 2, yumuşak doku/kanda % 20
Er:YAG Lazer	2940 nm	minede % 95, dentinde % 96, çürükte % 98, yumuşak doku/kanda % 95	minede % 4, dentinde % 3, çürükte % 1, yumuşak doku/kanda % 3	minede % 1, dentinde % 2 çürükte % 2, yumuşak doku/kanda % 3
Nd:YAG Lazer	1064 nm	minede % 5, dentinde % 30, çürükte % 35, yumuşak doku/kanda % 60	minede % 15, dentinde % 10, çürükte % 3, yumuşak doku/kanda % 20	minede % 85, dentinde % 50, çürükte % 2, yumuşak doku/kanda % 20



## 4. DIŞ HEKİMLİĞİNDE LAZER KULLANIM ALANLARI

### 4.1. Çürük Teşhisinde Lazer Kullanımı

Çürüğün klinik teşhisinde, uzun yıllardır dental ayna ve ışık ile yapılan gözle muayene, sond ve bite-wing radyografiler kullanılmaktadır. Gözle muayene yönteminin en önemli eksikliği ara yüzelerde ya da oklüzal yüzeyde kavitasyon oluşturmadan ilerlemiş lezyonların teşhisinde yetersiz kalmasıdır.<sup>15</sup> Ayrıca, son yıllarda çürük teşhisinde sond kullanımı tartışmalı bir uygulama olarak değerlendirilmektedir. Başlangıç lezyonlarda bulunan çürük bakterilerinin sond kullanımıyla daha derin dokulara ilerletilebildiği görüşü günümüzde kabul edilmiştir. Bite-wing radyografilerin kullanımı ara yüz çürüğünün teşhisinde avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, erken mine çürüğünün teşhisinde tüberküllerdeki sağlam minenin süperpoze olması sonucu çürük teşhisinde bite-wing radyografilerin yetersiz kalabileceği bildirilmiştir.<sup>16</sup>

1990'lı yıllarda yapılan çalışmalar kırmızı ışığın yakın infrared alanda bir floresans meydana getirdiği tespit edilmiştir.<sup>17</sup> Hibst ve Gall<sup>18</sup> yaptıkları bir çalışmada 665 nm dalga boyunda lazer ışığını uyarıcı olarak kullanmış ve 680 nm'de filtreler kullanıldığında daha yüksek dalga boylarında sinyaller elde edilebildiğini belirtmişlerdir. Bu verilere dayanılarak KaVo firması çürük teşhisinde kullanılmak üzere Diagnodent isimli bir cihaz geliştirmiştir.

Diagnodent cihazının geleneksel yöntemlerle karşılaştırılarak hassasiyetinin değerlendirildiği çalışmalar yapılmıştır.<sup>18-20</sup> Bafleren ve Gokalp<sup>19</sup> Diagnodent cihazının yüzeyin rengi, ıslaklığı gibi birçok faktörden etkilendiğini ve yüksek oranda yanlış pozitif sonuçlar verdiğini bulunmuşlardır. Onlar<sup>19</sup> ayrıca, cihazın çürük teşhisi için tek başına yeterli olmadığını ve diğer klinik teşhis yöntemleri ile birlikte çürük teşhisi için yardımcı olarak kullanılabileceğini de belirtmişlerdir.

### 4.2. Çürüğün Önlenmesi ve Uzaklaştırılmasında Lazer Kullanımı

Lazerle yapılan ilk çalışmalar lazer uygulaması ile diş minesinin asite karşı direncinin artırılabilceğini göstermiştir.<sup>21</sup> Yamamoto ve arkadaşları<sup>20</sup> Nd:YAG lazer kullanılarak minenin asit direncinin artırılabilceğini, ancak bunun için çok yüksek güç (1GW/cm<sup>2</sup>) kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Fried ve arkadaşları<sup>22</sup> lazerlerin diş sert dokuları üzerindeki etkilerini incelemişler ve bu çalışmalarında mine ve dentinde çürük oluşumunun önlenmesi, çürüğün

uzaklaştırılması ve tedavisi için lazer uygulamalarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Castellan ve arkadaşları<sup>23</sup> lazer uygulamalarının ve florür uygulamalarıyla birlikte lazer kullanılması minenin asit direncini arttırdığını bildirmişlerdir.

Lazer uygulamalarıyla çürük oluşumunun engellenmesi iki basamaklı olarak gerçekleşebilir:<sup>22</sup>

1. Diş sert dokularında yeterli ve etkin bir şekilde kullanılabilecek özel lazer dalga boyları ve güç ayarlarının kullanımı,
2. Lazer ışını sert dokular tarafından emildiğinde, ışığın yeterli oranda ısıya dönüşümüyle diş minerallerinin asit direncinin artırılması.

FDA 1997 yılında 1700 diş üzerinde gerçekleştirilen ve klinik, histolojik, radyografik ve boya sızıntı deneylerini kapsayan geniş bir araştırma sonucunda, Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma ve kavite hazırlanması için kullanılabiliğine onay vermiştir.<sup>24</sup> Bu çalışmanın sonucunda pulpa canlılığında azalma meydana gelmediği, lazer uygulanan gruplar ve kontrol grubu arasında diş yapılarının farklılık göstermediği, uygulama alanı dışında yüzey morfolojisinde değişiklik oluşmadığı, lazerin çürüğü tamamen ve etkin olarak uzaklaştırabildiği, kavite hazırlanmasında etkin olarak kullanılabildiği bildirilmiştir. FDA onayından sonra da Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma etkinliği ile ilgili pek çok çalışma yapılmış ve bu yöntemin etkin ve güvenli bir yöntem olduğu bildirilmiştir.<sup>24-27</sup>

Çürük uzaklaştırma işleminde Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin kullanılması, temassız kullanımdan dolayı vibrasyonun olumsuz etkilerini ortadan kaldırır ve daha az ağrı oluşumuna neden olmaktadır. Lazer uygulanan yüzeylerde smear tabakasının olmadığı ve çürük uzaklaştırma işlemi esnasında lazer uygulanmasıyla restoratif yüzeylerin aynı zamanda steril edilebildiği de belirtilmiştir.<sup>24-27</sup>

### 4.3. Dentin Hassasiyetinin Giderilmesinde Lazer Kullanımı

Yanlış diş fırçalama, diş eti çekilmeleri, uygun olmayan diyet gibi faktörlerden dolayı dentinin aşırı duyarlılığı ortaya çıkabilir. Hastaların % 3-57'sinde çeşitli derecelerde hassasiyet olduğu ve bu durumu gidermek için çeşitli tedavi yöntemlerine başvurulduğu bildirilmiştir.<sup>28</sup> Grossman<sup>29</sup> dentin hassasiyetinin tedavisinde uygulanan yöntemin pulpayı irrite edici olmaması, boyama etkisi olmaması, uygulama sırasında ağrısız olması, kolay uygulanması, hızlı etki gösterme-



si, uzun süre etkinliğini koruması gerektiğini bildirmiştir. Bu kriterlerin tamamını sağlayabilen bir yöntem yoktur.

Diş hassasiyeti tedavisinde kullanılan lazerler iki ana grupta toplanabilir:

1. Düşük enerji çıkışlı He-Ne (Helyum-Neon) ve Ga-Al-As (Galyum-Aliminyum-Arsenid) lazerler
2. Orta enerji çıkışlı Nd:YAG, CO<sub>2</sub>, Er:YAG ve Er, Cr:YSGG lazerler.

Lazer kullanımının dentin aşırı duyarlılığının giderilmesindeki tedavi etkinliği, kullanılan dalga boyuna ve güç ayarlarına bağlı olarak % 5-100 arasında değiştiği bildirilmiştir.<sup>30</sup>

Matsumoto ve arkadaşları<sup>31</sup> dentin aşırı duyarlılığının giderilmesinde 0,5-3 dakika süreyle 30 mW Ga-Al-As uygulamasının % 85-100 oranında başarılı sonuçlar verdiğini bildirmiş ve bu sonucun C-fibril uzantılarının polarizasyonunun bloke edilmesine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Renton-Harper ve Midda<sup>32</sup> 30 hasta üzerinde 0,5-2,5 saniye boyunca 10 W Nd:YAG lazer uyguladıkları çalışmalarında tedavi etkinliğini % 90 olarak bildirmişlerdir.

Aşırı duyarlılıkta azalmaya neden olan mekanizma tam olarak bilinmemektedir. Ancak her lazer için mekanizmanın farklı olduğu düşünülmektedir. Düşük güçteki lazerlerde (He-Ne ve Ga-Al-As), lazer enerjisinin küçük bir bölümü mine ve dentinden iletilerek pulpa dokusuna ulaşmaktadır. He-Ne lazer uygulamasının elektrik aktivitesini (aksiyon potansiyelini) etkilediği ve periferik Ad veya C fibrilleri reseptörlerini etkilemediği düşünülmektedir.<sup>33</sup> Ga-Al-As lazer emisyonunun 904 nm'de kedilerin dilinde analjezik etki gösterdiği bildirilmesine rağmen mekanizması açık değildir.<sup>34</sup> 1064 nm'deki Nd:YAG lazer enerjisinin dentine iletildiği, termal olarak etki gösterdiği ve pulpal analjezi oluşturduğu belirtilmiştir.<sup>35</sup> CO<sub>2</sub> lazerin orta seviyelerdeki güçlerde kullanımıyla termal olarak dentin tübüllerinin tıkanığı ve permeabilitenin azaldığı rapor edilmiştir.<sup>36</sup> CO<sub>2</sub> lazer uygulaması dentinal tıkanma sağlayarak dentin hassasiyetine geçici bir klinik çözüm oluşturduğu ifade edilmiştir.<sup>37</sup>

#### **4.4. Pulpa Kaplaması ve Amputasyonda Lazer Kullanımı**

Pulpa kaplaması, travma ya da çürük sonucu açılmış pulpa dokusunun biyoyumlu bir materyal ile kapatılmasıdır. Direkt pulpa kaplamasında lazer kullanımı, lazerin doku buharlaştırması ve küçük kan

damarlarını koagüle edip tıkamasıyla kansız bir alan elde edilmesini ve tedavi edilen yara yüzeyinin sterilizasyonunu sağlamaktadır.

Lazerle ilk pulpa kaplaması 1985 yılında Shoji tarafından köpeklerde CO<sub>2</sub> lazer ile gerçekleştirilmiştir.<sup>38</sup> Dang ve arkadaşları<sup>39</sup> CO<sub>2</sub> lazerin köpeklerde pulpadaki direkt etkileri incelenmiş ve lazer uygulanan dokunun altındaki dokularda hiçbir lazer hasarı olmadığını, tersiyer dentin oluşumunu ve düzgün bir odontoblast tabakası olduğunu bildirmiştir.

Moritz ve arkadaşları<sup>40</sup> açılmış pulpa dokusu üzerine 0.1 saniye 1W güç çıkışı ile CO<sub>2</sub> lazer uygulayıp yara yüzeyini kalsiyum hidroksit ile kapattıkları çalışmalarında 1 yıllık takip süreci sonunda yalnızca kalsiyum hidroksitin kullanıldığı kontrol grubunun % 69'unda, lazer kullanılan deney grubunun ise % 89'unda hiçbir semptom olmadığını ve vitalite testlerine normal cevap verdiklerini bildirmişlerdir. Santucci<sup>41</sup> ise 83 hastanın direkt pulpa kaplaması gerektiren 93 dişinden 29'una Dycal, 64'üne Nd:YAG lazer ve Vitrebond uygulamış, 54 aylık gözlem sonucunda başarı oranının kontrol grubunda % 43,6 ve deney grubunda % 90,3 olduğunu bildirmiştir.

Hasheminia ve arkadaşları<sup>42</sup> kedilerin kanin dişlerine pulpa kaplaması yaptıkları çalışmalarında 200 mJ, 3 Hz, 15 saniye Er:YAG lazer uygulayıp Mineral Trioksit Agregat (MTA) ile kapattıkları pulpalardaki sert doku oluşumunun yalnızca MTA ya da yalnızca kalsiyum hidroksit ile kapatılan pulpalara oranla daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Wilder-Smith ve arkadaşları<sup>43</sup> ve Dang ve arkadaşları<sup>44</sup> CO<sub>2</sub> lazer pulpatomisinin (amputasyon) birkaç gün boyunca bakteri kontaminasyonuna uğramış geniş perforasyonlu dişlerde bile çok başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.5. Kök Kanal Sisteminin Temizlenmesinde Lazer Kullanımı**

Dişin vitalitesinin kaybı ve periapikal lezyonların en önemli sebebinin bakteriyel kontaminasyon olduğu kabul edilmektedir. Başarılı bir endodontik tedavi bu mikroorganizmaların biyomekanik preparasyon ve irrigasyon ile kök kanal sisteminden uzaklaştırılması esasına dayanır.

Günümüzde kök kanallarının sterilizasyonunda farklı dalga boylarında lazerler sıklıkla kullanılmaktadır. Bergmans ve arkadaşları<sup>45</sup> endodontik uygulamalarda, biyomekanik enstrümantasyondan sonra bakterisit etkileri nedeniyle kök kanallarının sterilizasyonunda



lazerlerin kullanılmasının daha iyi sonuçlar elde edilmesine yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Nd:YAG, diydod ve Er:YAG lazerlerin özellikle standart endodontik işlemler ile birlikte kullanıldıklarında kök kanallarının sterilizasyonunda etkin araçlar oldukları bildirilmiştir.<sup>46</sup>

Berkiten ve arkadaşları<sup>47</sup> Streptococcus sangius ve Prevotella intermedia ile enfekte ettikleri kök kanallarında Nd:YAG lazer uygulamasının etkisini incelemişler ve 2,4 W lazer uygulamasının Prevotella intermedia üzerinde % 100 etkili olduğunu, Streptococcus sangius suşlarında ise % 98,5 düzeyinde başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Kök kanallarında lazer kullanılmasının kanalların sterilizasyonu yanında kök kanallarının preparasyonu sırasında kök kanal duvarlarında oluşan debris ve smear tabakanın uzaklaştırılmasında etkili olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.<sup>48-50</sup> Yamazaki ve arkadaşları<sup>48</sup> Er,Cr:YSGG lazerin su soğutması ile birlikte kullanıldığında smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılmasında etkin bir cihaz olduğunu bildirmişlerdir. Faria ve arkadaşları<sup>49</sup> ise Nd:YAG lazer kullanılmasıyla smear tabakanın uzaklaştırıldığını ve dentin tübüllerinin bir kısmının tıklandığını bildirmişlerdir. Gurbuz ve arkadaşları<sup>50</sup> yaptıkları bir çalışmada kök kanal dentininde debris ve smear tabakası oluşumunda en düşük sonuçları EDTA ve Nd:YAG lazer gruplarında elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Ancak lazerlerin kök kanallarında kullanımına dair bazı kısıtlamalar söz konusudur. Bunlardan en önemlisi kök kanalları içerisinde meydana gelebilecek ısı artışının çevre dokularda meydana getirebileceği potansiyel hasardır. Kök kanalı içerisinde etkin lazer ayarları seçilirken, kök kanalı içerisinde meydana gelebilecek ısı artışları mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

#### **4.6. Periodontoljide Lazer Kullanımı**

Son yıllarda lazerlerin kullanım alanlarında meydana gelen ilerleme ile periodontoloji alanında da kullanımı gündeme gelmiştir. Lazer periodontolojide cerrahi ve cerrahi olmayan periodontal tedavilerde kullanılabilir. CO2 ve Nd:YAG lazerler periodontolojide yumuşak doku tedavilerinde, Er:YAG lazerler ise hem yumuşak hem de sert dokularda kullanılabilirler.

Lazerle tedavi sırasında smear tabakası oluşmadığı ve geleneksel mekanik tedavi ile ulaşamayan bölgelere bile ulaşılabilirdiği bildirilmiştir.<sup>6</sup> Bununla

birlikte, diş taşı temizliğinde lazerlerin mekanik tedavi kadar etkili olmadığı da belirtilmiştir.<sup>1</sup>

Lazelerin güçlü ablyasyon, hemostatik ve bakterisidal etkilerinden yararlanılarak cerrahi olmayan periodontal tedaviler için kullanılabilir en iyi yöntemlerden biri olduğu bildirilmiştir.<sup>6</sup> Kalıcı ceplerin tedavisinde lazerlerin başarılı sonuçlar sağladığı rapor edilmiştir.<sup>51</sup>

Lazerler cerrahi periodontal tedavide yönlendirilmiş doku rejenerasyonu, flep operasyonları, deepitelizasyon, depigmentasyon, frenektomi, prekanseröz ve malign lezyonların tedavisinde, idame tedavide, periimplantitis tedavisinde, osteotomi ve/veya osteotomide kullanılabilir.<sup>6</sup>

#### **4.7. Cerrahide Lazer Kullanımı**

Kemik dokusunda yapılan her türlü cerrahi girişimde, çekim sonrası yara iyileşmesinde, implant uygulamasında lazerlerden yararlanılabilir.

### **5. DENTAL LAZER TEDAVİLERİNİN AVANTAJLARI**

Dental lazer tedavilerinin avantajları şu şekilde özetlenebilir:<sup>2,6,7</sup>

1. Ağrı ve ses oluşumu daha az olduğu için hastalar tarafından tedavi daha kolay kabul edilir,
2. Minimum miktarda ya da hiç anestezi gerektirmez,
3. Operasyon süresi kısadır,
4. Kanamayı azaltarak, cerrahi girişim için uygun bir görüş alanı oluşturur,
5. Lazer ışını lokalize uygulandığı için çevre dokulara minimum zarar verir,
6. Mekanik olarak temas etmediği için, işlem sırasında lezyonu çevre dokulara yayma riski yoktur,
7. Uygulanan doku üzerinde, oluşan ısı etkisi ile sterilizasyon sağlar,
8. Yara kontraksiyonu az olur, skar dokusu az gelişir,
9. Diğer cerrahi işlemlere göre cerrahi sonrası ağrı ve şişlik çok azdır.

### **6. DENTAL LAZER TEDAVİLERİNİN DEZAVANTAJLARI**

Dental lazer tedavilerinin dezavantajları şu şekilde özetlenebilir:<sup>2,6,7</sup>

1. Cihazın maliyeti yüksek olduğu için pahalı bir tedavi yöntemidir,



2. Kullanımı için deneyimli ve bilgili personel gerektirir,
3. İyileşme bistiiri yarası ile kıyaslandığında daha uzun süre gereklidir,
4. Mukoza ve periostun uzaklaştırılması gereken operasyonlarda kemiğe zarar verme riski taşır,
5. Dokunma hissi olmadığı için hekim penetrasyon derinliğini anlayamaz,
6. Saçılma gösteren ışınlar, komşu dokulara ve yardımcı personele zarar verebilir.<sup>2,7</sup>

## **7. DİŞ HEKİMLİĞİNDE LAZER KULLANIMI SIRASINDA OLUŞABİLECEK ZARARLAR**

Günümüz teknolojisinde lazer uygulamaları oldukça popüler hale gelmiştir. Ancak lazerler dikkatli kullanılmadığı zaman hasta, hekim ve sağlık ekibi açısından ciddi sorunlar oluşturabilecek cihazlardır. Bu nedenle lazer uygulaması ile ilgili uygun prosedürün iyi bilinmesi gerekir. Böylece hasta, hekim ve sağlık ekibinde oluşabilecek zararlar minimuma indirilebilir.<sup>3,52-54</sup>

Gözler ve deri, lazer ışınlarına en sık maruz kalan organlardır.<sup>3</sup> Lazerin zararları sıklıkla görme yeteneğinde hasar ve cilt yanmaları olmasına rağmen, mekanik, elektriksel ve kimyasal zararların da oluşabileceği bildirilmiştir.<sup>1,3,52-56</sup>

Güngörmüş ve Ömezli<sup>3</sup> yaptıkları bir çalışmada lazerlerin oluşturabileceği zararların iki başlıkta incelenebileceğini belirtmişlerdir. Bunlar:

1. Primer zararlar
2. Sekonder zararlar

### **7.1. Primer Zararlar**

Direkt lazerden kaynaklanan gözü ve deriyi etkileyen zararlardır.

#### **7.1.1. Göze Etkileri**

Göz ışığa karşı son derece hassas bir organdır. Özellikle retina, kornea ve lens en fazla etkilenen bölümlerdir.<sup>1-3,52-56</sup>

180-315 nm' lik dalga boyuna sahip tüm ultraviyole ışınların kornea tarafından, 315-400 nm dalga boyuna sahip lazer ışınlarının ise lens tarafından absorbe edildiği ve retinal hasarın 400-700 nm görünür ışık ve 780-1400 nm'lik yakın infrared ışık ile oluştuğu bildirilmiştir.<sup>3,52,53,55</sup> Lazer ışınına direk maruz kalan gözde meydana gelen erken bulgular, aşırı sulanma ve ani görüntü dalgalanmalarıdır.<sup>3</sup> Minör kornea yanıklarında ise gözde yabancı cisim hissi

oluştugu belirtilmiştir.<sup>56</sup> Ayrıca lazer gözde kortikal katarakta da neden olabilir.<sup>3,52,53,55</sup>

#### **7.1.2. Deriye Etkileri**

Lazerin deri üzerindeki en önemli etkisi termal etkidir. Termal etkiye bağlı olarak ülserasyon, kabarcık oluşumu ya da eritem gibi durumlar ortaya çıkabilir.<sup>3,52,53,55</sup>

#### **7.2. Sekonder Zararlar**

Elektriksel, kimyasal ve çevresel olmak üzere 3 başlık altında toplanabilir.<sup>3</sup>

##### **7.2.1. Elektriksel Zararlar**

Lazerin kullanımı sırasında gerekli gücü sağlamak için yüksek voltaj sistemleri kullanılırsa elektrik şoku riski ortaya çıkabilir.<sup>3,52,53,55</sup>

##### **7.2.2. Kimyasal Zararlar**

Bazı lazer tipleri (örneğin excimer lazer) toksik gazlar içerirler ve herhangi bir sızıntı meydana gelirse, gazlar havayolu aracılığıyla hasar meydana getirirler.<sup>3,52,53,55</sup>

##### **7.2.3. Çevresel Zararlar**

Lazerin başlıca çevresel zararı yangın ve tutuşma riskidir.<sup>3</sup>

## **8. LAZERLERİN GÜVENLİ KULLANILMASI İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER**

Lazer kullanımı sırasında hasta, hekim ve sağlık ekibinde oluşabilecek zararları minimuma indirilebilmek için alınması gereken önlemler şu şekilde özetlenebilir:<sup>3,52-55</sup>

1. Sağlık personeli lazerin kullanımı ile ilgili gerekli eğitimi almış olmalıdır.
2. Lazer uygulama odasında bulunan sağlık personeli ve hasta direk veya yansıyan ışınların sebep olduğu göz yaralanmalarından korunmak için lazerin çeşidine uygun olan (Nd: YAG lazer için yeşil, Argon lazer için amber, CO<sub>2</sub> lazer için açık renkli) gözlüğü takmalıdır.
3. Önceden zarar görmüş gözlükler kesinlikle kullanılmamalıdır.
4. Hastada termal hasar meydana gelmesini önlemek için tüm cilt kurutulmalıdır.
5. Uygulama için tavsiye edilen en küçük güç birimleri kullanılmalıdır.
6. Ortamda lazer ışını yansıtacak tüm yüzeyler elimine edilmelidir.
7. Lazerlerle çalışırken en az 13 cm' lik bakış uzaklığı ve 10 sn' lik çalışma periyodu uygulanmalıdır.



8. Lazer cihazını aktive eden ayak pedalı sadece cerrahın ulaşabileceği yerde bulunmalıdır.
9. Cildin zarar görmemesi için lazer ışığının önünden geçilmemelidir.
10. Lazer uygulamaları yapılan ortamın havalanması çok iyi olmalıdır.
11. Lazer uygulama odasının kapisına uyarıcı levhalar asılmalıdır.

Sonuç olarak, lazerler diş hekimliğinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Etkin ve doğru tedavilerin yapılabilmesi için lazerler hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Ayrıca lazer kullanımı sırasında oluşabilecek zararların önüne geçebilmek için dikkatli olunmalı ve güvenli kullanım için alınması gereken önlemlere uygun çalışılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2004;36(1):59-97.
2. Kuru B, Yılmaz S. Lazer ve periodontoloji. *TDBD* 2005;89:68-79.
3. Güngörmüş M, Ömezli MM. Diş hekimliğinde lazer kullanımı sırasında oluşabilecek zararlar ve alınacak önlemler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2007;17(1):31-3.
4. Hecht J. *The Laser Guidebook*. 2 ed. USA; McGraw-Hill Professional:1999: p.8-10.
5. Absten GT. *Lasers in Medicine*. 2 ed. USA; Chapman&Hall:1988: p.80
6. Yiğit ŞB, Gürsel M. Periodontolojide lazer. *SÜ Dişhek Fak Derg* 2007;16(1):67-73.
7. Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology. Lasers in periodontics. *J Periodontol* 2002;73(10):1231-9.
8. No authors listed. Lasers in periodontics. *J Periodontol* 1996;67(8):826-30.
9. Crespi R, Barone A, Covani U, Ciaglia RN, Romanos GE. Effects of CO2 laser treatment on fibroblast attachment to root surfaces. A scanning electron microscopy analysis. *J Periodontol* 2002;73(11): 1308-12.
10. Stock K, Hibst R, Keller U. Comparison of Er: YAG and Er:YSGG laser ablation of dental hard tissues. *SPIE Proc* 1997;3192(1): 88-94.
11. Tokita Y, Sunakawa M, Suda H. Pulsed Nd:YAG laser irradiation of the tooth pulp in the cat: I. Effect of spot lasing. *Laser Surg Med* 2000;26(4):398-404.
12. Mehl A, Kremers L, Salzmänn K, Hickel R. 3D Volume ablation rate and thermal side effects with the Er:YAG and Nd: YAG laser. *Dent Mater* 1997;13(4):246-51.
13. Rossmann JA, Gottlieb S, Koudelko BM, Mc Quqde MJ. Effects of CO2 laser irradiation on gingiva. *J Periodontol* 1987;58(6):423-5.
14. Watanabe H, Ishikawa I, Suzuki M, Hasegawa K. Clinical assesments of the Erbium:YAG laser for soft tissue surgery and scaling. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14(2):67-75.
15. Lussi A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res* 1993;27 (5):409-16.
16. Verdonshot EH, Bronkhorst EM, Burgersdijk RCW, König KG, Schaeken MJM, Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res* 1992; 26 (5-6):59-64.
17. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. *J Am Dent Assoc* 1993;124(1):37-47.
18. Hibst R, Gall R. Development of a diode laser-based fluorescence caries dedector. *Caries Res* 1998;32 (4):294.
19. Bafleren NM, Gokalp S. Validity of a laser fluorescence system (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in vitro study. *J Oral Rehabil* 2003;30 (12):1190-4.
20. Alencar CJ, Braga MM, de Oliveira E, Nicolau J, Mendes FM. Dye-enhanced laser fluorescence detection of caries lesions around brackets. *Lasers Med Sci* 2009;24(6):865-70.
21. Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J Dent Res* 1980; 59(2): 137.
22. Fried D, Glena RE, Featherstone JD, Seka W. Permanent and transient changes in the reflectance of CO2 laser-irradiated dental hard tissues at lambda = 9.3, 9.6, 10.3, and 10.6 microns and at fluences of 1-20 J/cm2. *Lasers Surg Med* 1997; 20(1): 22-31.
23. Castellan CS, Luiz AC, Bezinelli LM, Lopes RM, Mendes FM, De P Eduardo C, De Freitas PM. In vitro evaluation of enamel demineralization after Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation on primary teeth. *Photomed Laser Surg* 2007; 25 (4):85-90.





24. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dent Clin North Am* 2000;44(4):931-53.
25. Matsumoto K, Wang X, Zhang C, Kinoshita J. Effect of a novel Er:YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation. *Photomed Laser Surg* 2007;25 (4):8-13.
26. Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vivo. *Clin Oral Investig* 2008;12 (3):209-15.
27. Dommisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, Jepsen S, Eberhard J. Fluorescence-controlled Er:YAG laser for caries removal in permanent teeth: a randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci* 2008;116 (2):170-6.
28. Dababneh R, Khouri A, Addy M. Dentine hypersensitivity—an enigma? A review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J* 1999; 187 (Dec.11): 606-11.
29. Grossman LI. A systematic method for the treatment of hypersensitive dentin. *J Am Dent Assoc* 1935;22(1):592-8.
30. Kantorowitz Z, Featherstone JD, Fried D. Caries prevention by CO2 laser treatment: dependency on the number of pulses used. *J Am Dent Assoc* 1998;129 (5):585-91.
31. Matsumoto K, Funai H, Wakabayashi H, Oyama T. Study on the treatment of hypersensitive dentin by GaAlAr laser diode. *Japanese J Conserv Dent* 1987;28:776-81.
32. Renton-Harper P, Midda M. Nd:YAG laser treatment of dentinal hypersensitivity. *Br Dent J* 1992;172 (1):13-6.
33. Rochkind S, Nissan M, Barr-Nea L, Razon N, Shwartz M, Bartal A. Response of peripheral nerve to He-Ne laser: experimental studies. *Laser Surg Med* 1987;7(5):441-3.
34. Mezawa S, Iwata K, Naito K, Kamogawa H. The possible analgesic effect of soft-laser irradiation on heat nociceptors in the cat tongue. *Arch Oral Biol* 1988;33 (9):693-4.
35. Whitters CJ, Hall A, Creanor SL. A clinical study of pulsed Nd:YAG laser induced pulpal analgesia. *J Dent* 1995;23(3):145-50.
36. Bonin P, Boivin R, Poulard J. Dentinal permeability of the dog canine after exposure of a cervical cavity to the beam of a CO2 laser. *J Endod* 1991;17 (3):116-8.
37. Fayad MI, Carter JM, Liebow C. Transient effects of low- energy CO2 laser irradiation on dentinal impedance: implications for treatment of hypersensitive teeth. *J Endod* 1996;22 (10):526-31.
38. Shoji S, Nakamura M, Horiuchi H. Histopathological changes in dental pulp irradiated by CO2 laser: a preliminary report on laser pulpotomy. *J Endod* 1985;11 (9):379-84.
39. Dang J, Wilder-Smith P, Peavy GM. Clinical preconditions and treatment modality: effects on pulp surgery outcome. *Laser Surg Med* 1998;22(1):25-9.
40. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K. The CO2 laser as an aid in direct pulp capping. *J Endod* 1998;24 (4):248-51.
41. Santucci PJ. Dycal versus Nd:YAG laser and Vitrebond for direct pulp capping in permanent teeth. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17(2):69-75.
42. Hasheminia SM, Feizi G, Razavi SM, Feizianfard M, Gutknecht N, Mir M. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in canine teeth of cats: a histologic evaluation. *Lasers Med Sci* 2010;25(1):9-15.
43. Wilder-Smith P, Peavy GM, Nielsen D, Arrastia-Jitosh AM. CO2 laser treatment of pulpal exposures in dogs. *Lasers Surg Med* 1997; 21(5): 432-7.
44. Dang J, Wilder-Smith P, Peavy GM. Clinical preconditions and treatment modality: effects on pulp surgery outcome. *Laser Surg Med* 1998; 22(1): 25-9.
45. Bergmans L, Moisiadis P, Huybrechts B, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. *Int Endod J* 2008; 41(3): 227-39.
46. Folwaczyn M, Mehl A, Jordan C, Hickel R. Antibacterial effects of pulsed Nd:YAG laser radiation at different energy settings in root canals. *J Endod* 2002; 28 (1):24-9.
47. Berkiten M, Berkiten R, Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod* 2000;26(5): 268-70.



48. Yamazaki R, Goya C, Yu DG, Kimura Y, Matsumoto K. Effect of erbium, chromium: YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermographic study. J Endod 2001; 27 (1): 9-12.
49. Faria MI, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Silva- Sousa YT. Ultrastructural evaluation of radicular dentin after Nd:YAG laser irradiation combined with different chemical substances. Gen Dent 2008;56 (7): 641-6.
50. Gurbuz T, Ozdemir Y, Kara N, Zehir C, Kurudirek M. Evaluation of root canal dentin after Nd:YAG laser irradiation and treatment with five different irrigation solutions: a preliminary study. J Endod 2008;34 (3): 318-21.
51. Tal H, Oegiesser D, Tal M. Gingival depigmentation by Erbium:YAG laser. Clinical observations and patient responses. J Periodontol 2003;74 (11): 1660-7.
52. Yenen Z, Görücü J. Lazerler ne kadar güvenli? TDBD 2005;95(1):55-59.
53. Szymańska J. Work-related vision hazards in the dental office. Ann Agric Environ Med 2000;7(1):1-4.
54. Takac S, Stojanovic S. Classification of laser irradiation and safety measures. Med Pregl 1998;51(9-10):415-8.
55. Yenen Z, Görücü J. Dental kliniklerde lazer kullanımını sırasında karşılaşılabilecek risk faktörleri. TDBD 2005;62 (1): 240-2.
56. Andersen K. Laser technology- a surgical tool of the past, present, and future. AORN J 2003;78(5):794-802, 805-7.

#### **Yazışma Adresi**

Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÜLER  
İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Pedodonti Anabilim Dalı  
44280 Malatya  
Telefon: 422 3410106-6202

