

# Oral Ve Maksillofasiyal Cerrahi Pratiğinde Kullanılan Sert Lazer Sistemleri

## Hard Laser Systems Used In Oral and Maxillofacial Sural Practice

### ÖZ

Işık yüzyıllardır iyileştirici bir ajan olarak kullanılmaktadır. Antik Yunanda güneş ışınları helioterapi amaçlı kullanılmış ve sağlığı bozulan insanlar güneş ışığına maruz bırakılmışlardır. Işığın bu iyileştirici etkisi günümüze değin gelmiş ve lazerler ile güneşten bağımsız tanı ve tedavi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır.

1960'lı yıllardan beri oral ve maksillofasiyal cerrahi pratiğinde kullanılan lazerler artık rutin hale gelmiştir. Uyku apnesi, temporomandibular eklem bozuklukları, dental implantlar, premalign lezyonlar, posttravmatik skarların tedavisi, sert doku osteotomisi, yumuşak doku cerrahisi lazer cerrahisinin ortaya çıkmasıyla birlikte oldukça gelişmiştir.

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 derlemede ağız diş ve çene cerrahisinde kullanılan argon, diyet, nd yağ, ho yağ, er yağ, karbondioksit (co2), gibi sert lazer çeşitleri, kullanım alanları, etkinlikleri, lazer uygulamasının avantaj ve dezavantajları geniş bir derleme ile sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Lazer, Cerrahi, Oral, Maksillofasiyal.

### ABSTRACT

For centuries light has been considered as a healing agent. In ancient Greece, sunlight had been used as heliotherapy method, and health-impaired individuals had been exposed to sunlight. Therapeutical effects of light have reached nowadays, and laser has found a place in modern medical practice with diagnosis and therapeutic modalities.

Lasers have been used in the oral and maxillofacial field since the 1960s and from now on are being used routinely. Laser-assisted surgical techniques are widely applied in diseases like; obstructive sleep apnea, temporomandibular joint disorders, dental implants, premalign lesions, therapy of posttraumatic scars, hard tissue osteotomy, soft tissue surgery.

Rather than conventional techniques, laser implementation has pros like efficiently directing the laser beam and being able to focus the high energy on relatively small sites. In this review we aim to present pros and cons of laser implementation, indications, efficiency and types of laser systems like argon, diode, nd yag, ho yag, er yag, carbon dioxide systems.

**Key words:** Laser, Surgery, Oral, Maxillofacial.

Serkan YILDIZ<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0002-5588-9367

Mehmet Kemal TÜMER<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0002-6250-0954

1 Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve  
Çene Cerrahisi Anabilim Dalı  
Merkez/TOKAT



Geliş tarihi / Received: 07.03.2019

Kabul tarihi / Accepted: 13.05.2019

DOI:

**İletişim Adresi/Corresponding Adress:**

Serkan YILDIZ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş  
Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene  
Cerrahisi Anabilim Dalı Merkez/TOKAT

E-posta/e-mail:

serkanyildiz354@hotmail.com

## GİRİŞ

İlk lazer yakut kristali kullanılarak yapılmıştır. 1960'lı yıllardan beri oral ve maksillofasiyal cerrahi pratiğinde kullanılan lazerler artık rutin hale gelmiştir(1). LASER; radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamına gelen, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir sözcüktür(2,3). Ağız içinde kullanılan ilk lazer otolaringolojik amaçla çalışan CO2 lazer olmuştur(4).

Myers tarafından özellikle genel diş hekimliği için dizayn edilmiş ilk lazer olarak bilinen ağız içi yumuşak doku cerrahisinde kullanılan bir nd-yag lazer olan d lase 300 kullanılmaya başlanmıştır(4).

Lazer ışınının doku ile etkileşimi dokunun optik özelliklerine göre 4 farklı şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki ve en çok arzu edilen dokunun lazer ışınına absorbe etmesidir. Doku tarafından absorbe edilen enerji miktarını pigmentasyon, su içeriği gibi doku karakteristiği, lazer dalga boyu ve emisyon modu belirlemektedir. Lazerin herhangi bir dokudaki penetrasyon derinliği ile absorpsiyon oranı arasında ters orantının olduğu bildirilmektedir(5).

Lazer enerjisinin doku ile ikinci etkileşimi ışının hedef dokuya hiç etki etmeden daha derin dokulara iletilmesidir. Bu özellik dalga boyu ile doğrudan ilişkilidir. Üçüncü etkileşim yansıma olup, hedef dokuda herhangi bir etki meydana getirmeden gönderilen ışının geri dönmesidir. Dördüncü etkileşim ise yüzeysel yayılımdır ve yayılım ile birlikte enerjinin azalmasıyla istenen biyolojik etki elde edilememektedir. Ayrıca komşu dokulara ısı transferi artmakta ve istenmeyen doku hasarları görülebilmektedir(6).

### Lazerle Yapılan Oral ve Maksillofasiyal Cerrahi Uygulamaları

Lazer cerrahisinin avantajları doku kesisi sırasında cerrahi alanın sterilizasyonu, küçük damarlarda anında hemostaz ve kanamada azalma sağlayarak kuru bir cerrahi alan, dokunmadan yapılan teknik azalmış postoperatif ağrı, az ödem ve az skardır (7).

**1.1 – Lokal Hemostaz:** Yumuşak dokuda 4 mm den fazla penetrasyon derinliğine sahip olduğu için nd-yag lazer ışınının bu alanda çok etkili olduğu gösterilmiştir (8,9).

**1.2 – Lazer Osteotomisi:** Ağız cerrahisinde çoğu hasta için döner aletler ve el aletleri rahatsız edicidir. Çoğu yazar kemik için kritik olan sıcaklığı tanımlamıştır ve 44-47 dereceye yükselen sıcaklıkların osteonekroza yol açabileceğini belirtmişlerdir.(8)CO2 ve er- yag lazer ışını suda iyi absorbe olur.

Yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda atımlı CO2 lazerler

kemikte 1,88 derecelik bir artışa sebep olmuştur (kritik artış 7 derece). Bu yüzden dokuyu koruma kapasitesi yüksek olduğu için güvenle kullanılabilirdiği ve osteotomi süresi açısından da kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır (8,9).

**1.3 – Diagnoz:** Laser induced fluorescence spectroscopy (LIF) kullanılarak floresan elde etme tekniği dokuları tanımlamada kullanılan, kanser diagnostığında önemli bir araç olabilecek non-invaziv bir tekniktir. Floresans spektrumu spektrografla ve bir bilgisayar sistemiyle ölçülür. Çalışmalar benign lezyonun maligne dönüşümünü ayırt etmenin %80 hassasiyetle mümkün olduğunu göstermektedir (8,9).

**1.4 – İmplant:** Lazerler implant öncesinde mukogingival cerrahi gerekiyorsa kullanılabilir. Diğer bir endikasyonu ise sağlıklı, enfekte implantların rehabilite edilmesinde açığa çıkmış implant yüzeylerini sterilize etmektir. Bu işlem için CO2, er-yag, diyot lazerler açığa çıkmış implantların dekontaminasyonu için güvenliydi (8,9).

**1.5 – Kanser Cerrahisi:** Malign baş ve boyun tümörlerinin rekürrens oranı kombinasyon terapileri uygulansa bile %7-30 arasındadır. Bu yüzden termal lazer enerjisi kanser cerrahisinde önem kazanmıştır. Çünkü termal lazer enerjisinin arter, ven ve lenfatik damarları örttüğü belirtilmektedir (8,9).

**1.6 – Estetik ve Plastik Endikasyonları:** Yüzeysel vasküler ve pigmente lezyonlar en çok argon lazerlerle tedavi edilirler. Nd-yag lazerler ise derin vasküler lezyonlarda ve tümörlerde kullanılırlar. CO2 lazerler egzofitik lezyonların vaporizasyonunda kullanılırlar. Keloidlerin lazerle tedavisi başarılı değildir, yeni çalışmalara ihtiyaç vardır (8,9).

**1.7 – Damar ve Sinir Cerrahisi:** Nd-yag lazer yardımıyla damarların konvansiyonel suturlara göre daha az zarar gördüğü tespit edilmiştir ve CO2 lazerlerle anastomoz yapılan damarların birleşmesinde daha iyi sonuçlar alınmıştır. Yapılan deneysel çalışmada dalga boyu 480 nm ve 514 nm argon lazerle selektif koagülasyon sağlandığında sinirlerin birbiriyle adaptasyonu başarılı olmuştur. Bu çalışma konvansiyonel mikro cerrahi suturlarıyla benzer sonuçlar göstermiştir (8,9).

**1.8 – Çocuklarda Lazer:** Kraniomaksillofasiyal cerrahide lazer terapisi hemanjiom ya da tek yumurta ikizlerinde görülen konjenital spinal arteriovenöz malformasyonlarda endikedir. Bunun için argon, nd-yag ve dye lazerler kullanılmaktadır. Ayrıca CO2 lazerler bebeklerde dudak damak yarıklarında kullanılmaktadır (8,9).

**1.9 – Yumuşak Doku Cerrahisi:** Kistler ve gingival hiperplaziler gibi benign oluşumların eksizyonu gerekiyorsa kullanılır. Bunun için CO2 ve er-yag lazerler konvansiyonel cerrahi tekniklere alternatif olarak geniş

kullanım alanı bulmuştur (8,9). Diyet lazerler vestibüloplastisi, oral hemanjiomlar, gingival hiperplazilerde de kullanılmak üzere geliştirilmişlerdir.(3,10). CO2 lazer oral yumuşak doku cerrahisinde bisturiye alternatif olarak kullanılmaktadır. Premalign lezyonların cerrahi tedavisinde de CO2 lazer gibi diyet lazer ve nd-yag lazer de uzun süredir kullanılmaktadır.

**1.10 – Ağız ve Dil Cerrahisi:** Dil lezyonlarında lazer cerrahisi kullanılmasının faydası doku iyileşmesi sırasında kontraksiyon olmadığı için fonksiyon bozukluğunu minimuma indirmesidir. CO2, nd-yag ve argon lazerler oral vasküler lezyonların eksizyonunda da etkilidir. Nd-yag lazer dilin lateralinde mevcut pleomorfik adenom tedavisi amacıyla parsiyel glossektomide kullanmıştır(10). Minör aftöz ülseri tedavi etmek için kontaktsiz bir modda Nd-yag lazer kullanılmış ve önemli şifa ve iyi hasta uyumu göstermiştir(11).

CO2 ve Nd-yag lazerleri esas olarak oral lökoplakiyi iki farklı yöntemle tedavi etmek için kullanılır: Buharlaştırma postoperatif sınırlı rahatsızlığa neden olur ve özellikle geniş lezyon veya çok lezyonlu hastalarda farklı evrelerde uygulanabilir(12).

Buharlaştırma tekniğinin eksizyona ilişkin temel dezavantajı, tüm lezyonun histolojik olarak incelenmesinin imkânsızlığıdır. Bununla birlikte, CO2 lazer eksizyonu, tekrarlama açısından, herhangi bir derecede displazi ve homojen olmayan tipteki oral lökoplakilerin(OL) tedavisi için daha iyi bir seçenek gibi gözükmemektedir. Ayrıca displazi olmaksızın OL'lerin buharlaşması için homojen ve geniş anatomik bölgelerde eksizyonun yapabileceği Nd-yag lazerinin kullanımı önerilmektedir(13).

**1.11 – Apikal Rezeksiyon:** Apikektomide lazer kullanımı tartışmalıdır. Şu anda lazer destekli apikektomi konvansiyonel prosedürlerden daha iyi sonuç vermemiştir(8,9).

**1.12 – TME Cerrahisi:** Holmium yag lazer temporamandibular eklem cerrahisinde kullanılır(10).

**1.13 – Sert Doku Cerrahisi:** Konvansiyonel osteotomi teknikleriyle karşılaştırıldığı zaman er-yag lazerle iyileşmede gecikme minimal düzeyde görülmektedir.

Er-yag lazeri takiben ho-yag lazer osteotomisinden sonra, iyileşme daha fazla gecikmektedir. CO2 osteotomisinden sonra şiddetli termal etki görüldüğünden gecikme de daha fazladır(9). Excimer lazerlerin minimal ablyasyon hızlarından dolayı kemik cerrahisinde yeri yoktur(9,14). Erbium yag lazer sert doku cerrahisinde birincil cerrahi araçtır(10). Lazer cerrahisinin postoperatif ağrının az olması daha az ödem gibi avantajları sayesinde kemik kesisinde lazer ilgi alanı içindedir. Lazer ışınının kemiği kesme yeteneği, oral ve

maksillofasiyal cerrahide minimal invaziv bir teknik olduğu için oldukça yararlıdır(15).

## 2 – Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazerler

Lazerler aktif ortamlarına, dalga boylarına, iletim sistemlerine, emisyon şekillerine, doku emilimlerine ve klinik uygulama usullerine göre isimlendirilirler. En kısa dalga boylu olanından başlamak üzere diş hekimliği pratiğinde en çok kullanılan lazerler şunlardır:

**2.1 – Argon Lazer:** Kesintisiz ya da atımlı emisyon şekilleri olan, fiber optik iletim sistemli, spektrumun görünür ışın bölümünden olan tek cerrahi lazerdir. Diş hekimliğinde 2 ayrı dalga boyunda kullanılır. Birincisi 488 nm mavi renkli diğeri 514 nm ve mavi-yeşil renklidir. 514 nm dalga boylu olan türü hemoglobinin, hemosiderinin ve melanin içeren dokularda maksimum emilim gösterir. Bu nedenle çok güçlü hemostatik etkisi vardır (16).

**2.2 – Diyet Lazer:** Diyet lazer 940 nm dalga boyunda, 1,5 mm gibi daha derin bir penetrasyon gücüne ulaşmaktadır(17).

LLLT ile iyileşme, lazerle ATP üretiminin artmasıyla oluşur ve bu da, onarım sürecinde daha fazla doku rejenerasyonuna neden olan mitokondrinin protein sentezinde artışa neden olur. Mikrosirkülasyon olur ve damarlanma artar (18).

Diyet lazerleri katı hal lazerlere kıyasla avantajları sayesinde diş hekimliği alanında çok büyük bir difüzyona sahip olmuşlardır, bu şekilde boyut ve fiyat azaltılmış, optik fiber dağıtım sistemi ve çok sayıda yumuşak doku cerrahisi, ortodonti, endodonti, periodontoloji, ağartma gibi diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır (19).

Diyet lazerler mükemmel yumuşak doku cerrahisi sunarlar. Ayrıca diyet lazerle yapılan cerrahi eksizyon CO2 ve nd-yag lazerlere göre daha düzgün olur. En büyük avantajları küçük, pozitif ve en ucuz lazer üniteleri olmalarıdır (3,10). Özel cam fiberler diyet lazerlerle uyumludur.980 nm dalga boyunda diyet lazerin optik fiber kanalıyla uygulanması cerraha dokunma duyusu sağlar. Ayrıca diyet lazerlerin bakterisidal etkileri vardır (10).

D'arcangelo ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada oral mukozada bisturiye ve diyet lazerle yapılan insizyon yaralarının iyileşmeleri karşılaştırılmıştır. Ratların sert damak mukozalarında yapılan bu çalışmada lazerin kanamasız ve çok düzgün bir kesi sağlamasının yanı sıra bisturi yarası iyileşmesi lazere göre eşit ya da daha iyi bulunmuştur. Histolojik analizler lazerle yapılan insizyon yarasının iyileşmesinin parametrelere ve ışın karakteristikleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Diyet lazer konvansiyonel bisturi yarasına göre termal

hasardan dolayı daha fazla inflamatuvar reaksiyon ve doku organizasyonunun ilk basamağında gecikmeyle birlikte daha fazla değişiklik yaratır. Özellikle yüksek güçte lazer uygulandığında ilk 7 gün doku organizasyonunu geciktirir. Lazer kullanımının çoğu araştırmacı tarafından az doku kaybı ve hemoraji kontrolü açısından avantajlı olduğu düşünülmektedir, bu yüzden hemoraji riski yüksek hastalarda ilk tercih olarak önerilmektedir. Ayrıca oral mukozanın iyileşmesinde düşük seviyeli diyet lazerin klinik kullanımı daha fazla araştırılmalıdır (20).

Capodifero ve arkadaşları dilde görülen kondroid lipoma olgusunda diyet lazerle lezyonu eksize etmişler ve histolojik değerlendirme yapmışlardır. Diyet lazerin hem klinik uygulama kolaylığı sebebiyle hem de alınan örneğin histolojik olarak incelenmesi sırasında morfolojik ve yapısal bir değişime uğramadığını gözlemledikleri için oldukça avantajlı olduğu kanısına varmışlardır. 18 ay sonra yaptıkları kontrolde rekürrens tespit etmemişlerdir. Preoperatif biyopsi yapılmıyorsa oral mukozada görülen nodüler lezyonların tümünün lezyondan uzak lateral ve derin marjinleriyle birlikte eksize edilmesi gerektiğini bu işlemin potansiyel malignansı gösterebilecek durumlarda gelişebilecek komplikasyonlarında önleyebileceğini belirtmişlerdir (11).

**2.3 – Nd Yag Lazer:** Kızılötesi ışın yayar ve dalga boyu 1064 nm dir.CO2 lazerde olduğu gibi spektrumun gözle görülmeyen yerinde yer aldığı için rehber bir lazerle birlikte kullanılırlar. Nd-yag lazer genellikle devamlı modda ışın yayar ve bükülebilir fiber optik kablolar ile taşınabilir. Dalga boyunun kısa olmasından dolayı CO2 lazerden daha fazla enerji içeren bir ışındır (12,21).

Aynı ölçülerde bir CO2 lazere göre doku destrüksiyonu 40-50 defa daha fazladır.

Klinik olarak lazerin görünen etkisinden daha fazla doku destrüksiyonu meydana gelir. Bundan dolayı doku üzerindeki etkisinin kontrolü zordur.

Rai ve arkadaşlarının yaptığı prospektif çalışmada nd yag lazer uygulanan ve 5 yıl takip edilen biyopsiyle premalign veya stage 1 malign olduğu teşhis edilmiş oral kavite lezyonu olan 50 hastada lokal rekürrense ek olarak ağrı, çiğneme, salivasyon, parestezi ve konuşma zorluğu açısından mukozanın lazere olan tepkisi kaydedilmiştir. 27 hastada lökoplaki,3 hastada eritroplaki,6 hastada karsinoma in situ ve 14 hastada da stage 1 squamoz hücreli karsinoma olan hasta topluluğunda 4 hastada rezidüel, rekürrent lezyonla lazere cevap alınmış ve 15 hasta takip edilememiştir. Rekürrens olmadan sağkalım süresi premalign lezyonlarda %97,2 ve stage 1 SCC'lerde %78,6 olarak tespit edilmiştir.7. günün sonunda minimal inatçı ödem 6 hastada görülmüş (%12) geri kalan hastalar tedaviyi iyi

tolere etmiştir. Bu çalışma nd-yag lazerin oral kavitenin premalign ve malign lezyonlarında etkili ve güvenli bir cerrahi tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

Oral kanserin lazer rezeksiyonuna uygun evrede olup olmadığı önemli bir konudur. Literatüre göre premalign ve malign lezyonlar lazerle transoral yaklaşımla lokal olarak rezeke edilebilir. Kemik tutulumu lazer rezeksiyonu için kesin kontrendikasyondur. Geleneksel yaklaşımlarla karşılaştırıldığında, lazerin görüş alanını kolaylaştırması, hemostaz sağlaması, postoperatif ağrıyı ve ödemi azaltma gibi avantajları vardır. Lazer oral mukozadan mutajenik klonları uzaklaştırma yeteneğine sahiptir. Böylece bu klonların büyümesini engelleyip in situ lezyonlar oluşmasını da önler. Nd yag lazer rekürrent SCC vakalarında da kullanılmaktadır. Landhaler ve arkadaşları 17 kalıcı vakada diğer tedavi yaklaşımlarına göre %58 daha fazla gerileme oranı rapor etmişlerdir. Penetrasyon gücü ısı koagülasyonu ile sinir hasarına yol açabilir, oral kavitede uzun süre kullanımı temporomandibular ekleme zarar verilebilir ve tükürük bezinde stenoz yapma riski büyüktür (22).

Nd-yag lazer ile tedavi edilen hastalarda sütür gerekmediği ve transoperatif kanama olmadığı ve cerrahi sürenin azaldığı gösterilmiştir (17).

**2.4– Ho Yag Lazer:** Uygulama alanının geniş olmasından dolayı lazerlerin 'swiss army knife' ı olarak adlandırılmaktadır. Kullanabilen cerrahların daha hızlı çalışmasını ve daha düzgün bir kesi yapmasını sağlayan yüksek enerjili ho:yag lazer üniteleri ,hala nispeten pahalıdır(23).

Kaneyama ve arkadaşları ho-yag lazer veya elektrokoter yardımıyla TME internal düzensizliği olan hastalarda artroskopik anterolateral kapsüller serbestleştirme işleminin etkinliğinin klinik sonuçlarını değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada 106'sında internal düzensizlik 46'sında osteoartrit olan 129 hasta üzerinde çalışmışlardır. Hastaların hepsinde orta dereceden şiddetliye kadar değişen artralji mevcuttur, ortalama ağız açıklığı ise 31 mm dir.84 ekleme ho:yag ve 68 ekleme elektrokoter yardımıyla cerrahi işlem yapılmıştır. Sonuçta %92.8 oranında ho-yag lazerle,%95.6 oranında da elektrokoterle başarı sağlanmıştır(18).

Kurita ve arkadaşları TME internal düzensizlik ya da osteoartriti olan hastalara konservatif tedavi olarak artrosentez denemiş ve başarısız olmuş hastalarda ho: yag lazerle artroskopik lizis ve lavajın etkinliğini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Cerrahi işlem unilateral disk deplasmanı veya osteoartriti olan 40 hastaya uygulanmıştır. Tüm hastalarda intrakapsüler fibroz adezyonlar artroskopik yaklaşımla bulunup ho yag lazerle kesilmiştir. Ortalama ağız açıklığı 30 mm den 40 mm ye çıkmıştır.2 ay içinde ağrılarda anlamlı azalma olmuş,3 ay sonra yapılan takiplerde %95 başarı

gözlemlenmiştir. Bir sene içinde de hiçbir komplikasyon ve nöks gözlemlenmemiştir (24).

**2.5 – Er-Cr YSGG ve Er-Yag Lazer:** Kemik dokusunda minimal termal hasar, hassas kesim ve hızlı kemik iyileşmesi sunar. Su ve hidroksiapatitin hidroksil iyonlarında Er-yag dalga boyunun (2940 nm) yüksek absorpsiyon katsayısı nedeniyle, kemik veya diş dokuları, verilen hemen hemen tüm enerjii absorbe eder, bu da lokal sıcaklığın ani yükselmesine neden olur (25). Yara iyileşmesinde, driller veya testerele yapılan osteotomilerle karşılaştırılabilir veya daha hızlıdır (26). Er-yag lazer ablasyonunun, kemik dokusunda herhangi bir kimyasal veya kristalografik değişikliğe neden olmadığı gösterilmiştir (27). Dril ile karşılaştırıldığında, Er-yag lazeri, iyi tanımlanmış hazırlık kenarları oluşturur ve kortikal kemikte smear tabakası oluşturmaz (28).

Ivanenko ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmaya göre kemikte nispeten hızlı ve düzgün doku kaldırılması 100-500 mikro saniye atımlı 2940 nm dalga boyunda er-yag lazerle mümkündür. Er-yag lazer insizyonu sonrası kortikal kemikteki termal nekroz alanı küçüktür; bu yüzden bazı hayvan çalışmalarında mekanik keskinler aynı olduğu gözlemlenmiştir (29).

Er-yag lazerle yarı gömülü 3. Molar diş çekiminde klasik dönel aletlerle yapılan çekime göre ağız açıklığında daha fazla kısıtlanma bildiren çalışmalar vardır. Bu çalışmalara göre postoperatif ağrı ise dönel aletlerle daha fazla olmuştur (15).

Papadaki ve arkadaşlarının 2 domuz mandibulası, 1 domuz kafatası, 1 insan mandibulası kullanılarak yaptıkları bir çalışmada 0,5 - 1 - 1,5 ve 2 j'luk enerji seviyesinde 2940 nm dalga boyunda, 300 mikro m süreyle, saniyede 10 atım, 1 mm çapında spot büyüklüğüne sahip Er-yag lazerle vertikal ramus osteotomisi başarıyla yapılmıştır. Fakat zaman açısından değerlendirildiğinde enerji arttıkça süre 28 dakika dan 5.33 dakikaya düşmüştür Tüm vakalarda kemik kesileri oldukça düzgün, kemikte karbonizasyon olmadan gerçekleştirilmiştir. 8 cm uzunluğunda 6 mm derinliğinde vertikal ramus osteotomisi Er-yag lazerle, kemiğe minimal karbonizasyon ve plazma formasyonu ile mümkündür. Osteotominin uzun zaman alması pratik açıdan lazerle kemik kesimini sınırlayan bir faktördür. Daha az termal doku hasarı için daha düşük total enerji arzu edilir (15).

Stübinger ve arkadaşları 6 adet formalinde bekletilmiş insan kafası ve 6 taze koyun kafası kullanılarak yapılan sinüs yükseltme operasyonunda maksiler sinüse lateral yaklaşım için variable square pulse erbiyum-doped yitrium alüminyum gar net (vsp er-yag) lazeri bilateral sinüs lateral duvarı osteotomisinde kullanmışlardır. Karbonizasyon ve termal hasar olmadan osteotomi

yapmanın er-yag lazerle mümkün olduğu görülmüştür. İnsan kadavrasında osteotomi için gereken ortalama süre 39 saniyedir. Posmortem fiksasyon sebebiyle membran perforasyonları değerlendirilememiştir fakat taze koyun kafalarında %100 oranında major bozulmalar ve perforasyonlar (8 mm den küçük) saptanmıştır. Vsp er-yag lazer ısıl zarar vermeden etkili bir kemik kesisi sağlasa da klinik olarak sinüs lift operasyonları için uygulanabilecek bir yöntem gibi görünmemektedir. Derinlik kontrolünün zor olmasından dolayı alttaki membrana zarar verme olasılığı çok yüksektir (30).

Bir çalışmada Er Cr YSGG lazer ile hazırlanan deliklerin ortalama hacmi 0.302 cm<sup>3</sup> iken, geleneksel trefan frez grubunun ise 0.519 cm<sup>3</sup>'lük daha yüksek bir hacim gösterdi. İşlemi geleneksel yöntemle tamamlamak için gereken süre, Er Cr YSGG lazer yöntemi ile gerekli zamandan daha kısaydı. Trefan frez grubunda implantın çevresindeki kemiği mekanik olarak kesip bir blok örneği olarak kaldırdığı için, daha büyük miktarda kemik kaybıyla sonuçlanır. Er Cr YSGG lazer ablasyon yapılan dokularda herhangi bir termal hasar belirtisi olmaksızın kesin, düzenli sınırlar göstermiştir(31).

Titanyum yüzeylerin ışınlanması için sadece CO2 lazeri, diyet lazeri ve Er-yag lazeri uygun olabilir, çünkü uygulama sırasında implant vücut sıcaklığı önemli derecede artmamaktadır. Ancak ne CO2 ne de diyet lazerleri, plak biyofilmleri titanyum implantlardan uzaklaştırmada etkili değildir. Farklı çalışmalar, Er-yag lazerinin plak ve taşları hem pürüzsüz hem de pürüzlü implant yüzeylerinden yaranmadan etkili bir şekilde çıkarabildiğini göstermiştir. Önceki çalışmalara dayanarak, implant yüzeylerinin detoksifikasyonu için bir standart olarak 100 mJ / darbe ve 10 Hz'de 1 dakika boyunca 21 lazer ışınlanması önerilmektedir(26).

Yapılan bir çalışmada tüm hastalar, lazer tedavisine başlamadan önce horlamadan muzdaripti. İlk Er-yag lazer tedavisinin ardından, hastaların% 25,2'si artık horlamadı. Sonuçta, üçüncü tedaviden sonra, hastaların% 65'i memnundu, uyanık, odaklanmış ve daha da nefes alıyorlardı (25).

Yapılan bir çalışmada sinüs yan duvarı kemiği 2 mm'den az olduğunda, Er Cr YSGG lazerle osteotomi yapılmıştır. Tam osteotominin uygulanması 2-7 dakika idi. Kemik kalınlığı 3 mm ve 4 mm olduğunda son aşamada piezo cerrahi eklendi. Er Cr YSGG lazer hidrokinetik sistemi, sert dokuları kesme yeteneğine sahiptir. Lazer ışığı yalnızca sınırlı bir bölgeye yaklaşabilir ve lazerin ışığı sert dokudan 1 mm'den uzak olduğunda sert dokuyu kesmek için verimliliği kaybeder. Kemik üzerindeki Er Cr YSGG lazerinin bu çalışmasında, kemikli dokunun maksimum kesme gücü elde etmek için lazer ucundan 0,5-1 mm uzakta konumlandırılması gerektiği düşünülmektedir (27).

Er-yag lazer piezo yüksek hızlı tur ve düşük hızlı tur kullanılarak 9 gruba ayrılmış ve 45 domuz mandibulasında kesi yapılmıştır. Kesileri karşılaştırırken kesinin düzgünlüğüne derinliğine periferdeki karbonizasyona ve kemik parçalarının varlığına bakılmıştır. Er-yag la yapılan kesilerde az miktarda karbonizasyon bulunmuştur ve kesinin kenarları her zaman düzgün şekilde ve düzenlidir. Erime gözlenmemiştir. Piezo da ise termal hasar vermeden yüzeysel kesiler yapılabilmektedir. Fakat kesi kenarları düzensiz bulunmuştur. Turlarla yapılan kesilerde özellikle düşük hızlarda karbonizasyon az bulunmuştur. Kullanılan sistemlerin hepsinin arasında parametreler yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Er-yag lazer düşük perifer karbonizasyon gösterdiğinden oral bölge kemik biyopsilerinde etkili bir yöntem olarak değerlendirilmiştir ve net, kolay değerlendirilebilir doku örnekleri elde edilebilmiştir (28).

Yapılan bir çalışmada kontaklı Er-yag lazer grubu, elde edilen ortalama değerin hemen hemen eşit olduğu, tam iyileşmeyi gösteren en küçük osteotomi hacmini gösterdi. Elektro cerrahi ile karşılaştırıldığında 2 lazer modunu kullandıktan sonra hastalar daha iyi şifa bulmuşlardır. Bu çalışmanın sınırlamaları içinde, dijital kontrollü kontaklı modda Er-yag lazer tarafından yapılan osteotomiler en hızlı iyileşmiştir (32).

Domuz mandibulasında yapılan bir çalışmada Piezocerrahi grubunda Er-yag lazer ve testere grubuna göre ısı artışı fazladır. Sırasıyla 200 MJ ve 400 MJ güçte bir alveolar split gerçekleştirmek için gereken süre, testere ile karşılaştırıldığında sırasıyla 3 ve 2 kat daha uzundu. Araştırmalarının sonuçları, her iki ultrasonik cihazın kullanıldığı implant yeri hazırlığı için gerekli ısı üretimi ve zamanı konvansiyonel teknikten daha yüksek olduğunu gösterdi. Er-yag lazeri drilden anlamlı derecede daha kısa sürede çok daha fazla kemik dokusunu çıkardı. Çalışmaları, kanama, ağrı ve şişme gibi klinik parametrelerin, lazer grubunda, frez grubuna göre anlamlı olarak düşük olduğunu bulmuşlardır. Lazer osteotomisinin zaman yoğunluk ve derinlik kontrolü yapılmadığını vurguladılar ve bu nedenle intraoral kemik grefti teknikleri için sadece hafif avantajlar sergilediler (33).

**2.6 –CO2 Lazer:** CO2 lazeri, 30 yılı aşkın süredir OL eksizyonu veya buharlaştırılması için kullanılmıştır. Minimal komplikasyonlar ve iyi hastalık kontrolü ile ilişkili çok hassas bir araç olduğu göz önüne alındığında, dünya çapında OL tedavisi için ortak bir prosedür haline gelmiştir. Farklı CO2 lazer yöntemleri kullanılmasına rağmen klasik defocuslu sürekli dalga tekniği rekürrens riskini en aza indirmek açısından en etkili gibi görünmektedir. Muhtemelen derine nüfuz eder ve displastik hücreleri yok eder (34).

Papadaki ve arkadaşları 1-2 mikro saniyelik atım süreli CO2 lazerle yaptıkları çalışmalarda ufak termal hasarlar oluşmuştur. İlave hava su spreyi kullanılmasıyla lazer uzun süreli uygulandıysa bile kollateral termal hasar ufak çapta kalmaktadır (15).

Serel ve ark. CO2, Er-yag ve CO2 + Er-yag lazer uygulamasından sonra perifer sinirlerdeki morfolojik, histopatolojik ve elektrofizyolojik değişiklikleri araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Rastgele 3 gruba ayırdıkları 30 adet wistar albino ratlarda 1.gruba CO2, 2. Gruba Er-yag, 3.gruba CO2 + Er-yag lazer uygulamışlar ve kontralateral tedavi edilemeyen siyatik sinirleri kontrol grubu olarak ele almışlardır. Lazer uygulandıktan 6 hafta sonra perifer sinirlerdeki etki, morfolojik histopatolojik elektrofizyolojik olarak değerlendirmişler, tedavi edilen ve edilemeyen sinirler arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu bulgular CO2, Er-yag, CO2 + Er-yag lazerlerin güvenli olarak sinir dokuda kullanabileceğini göstermiştir (35).

Glade ve ark. Arkansas çocuk hastanesinde intraoral lenfatik malformasyonların CO2 lazerle tedavisini yaptıkları 10 yıllık bir çalışmada tüm genel anestezi altında yapılan işlemlerde yüzeysel vezikülleri elimine etmek CO2 lazer uygulamışlardır. Debris ve karbonize dokular nemli spançla manuel olarak uzaklaştırılmıştır. Tedavi etkilenmiş dilin kas dokusunun altında uzanan epitelyal ve superepitelyal tabaka seviyesine kadar uygulanmıştır. Yara bölgesi sekonder iyileşmeye bırakılmıştır. Hastalarda semptom tekrar başlarsa tekrarlayan tedavi yapılmıştır. Bu çalışma CO2 lazerle yeniden yüzey oluşturmanın intraoral lenfatik malformasyon semptomlarında hem güvenli hem de etkili olduğunu göstermektedir. Rekürrent semptomlar için periyodik tedaviler düşünülebilir (36).

Küttenberg ve ark. CO2 lazerle koyun tibialarında yaptıkları histolojik bir çalışmada kısa atımlı bir CO2 lazerle 20 mm derinliğinde karbonizasyon olmadan osteotomi yapabilmeyen mümkün olduğu sonucuna varmışlardır. Lazerle osteotomi sırasında kortekste bıçak sırtı şeklinde bir kesi hattı yaratmak uzun süre gerektirir. 4 hafta içinde normal kesilerle yapılan ve lazerle yapılan osteotomiler arasında bir fark görülmemiş, her 2 grupta da bağ dokusu oluşmuştur. 12 hafta sonra her 2 grupta da yeni kemik oluşmuştur. Hücresel düzeyde kemik iyileşmesinin erken ya da geç dönemde bir fark saptanmamıştır. Lazer osteotomi operasyon süresini kısaltmak ve kalın kemiklerde bıçak sırtı şeklinde kesi hattı oluşturmak gerektiği için CO2 lazeri geliştirmek amacıyla daha fazla araştırma gereklidir (37).

Sonuç olarak, lazerler Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Etkin, doğru

tedavilerin yapılabilmesi ve doğru endikasyonda kullanılması için lazerler hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.

## KAYNAKLAR

1. Strauss RA and Fallon SD. Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery, *Dent. Clin. North Am.* 2004; 48: 861–888.
2. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry, *Dent. Clin. North Am.* 2000; 44: 753–765.
3. Coluzzi DJ and Convissar RA. *Atlas of laser applications in dentistry.* Quintessence Publishing Company, 2007.
4. Sulewski JG. Historical survey of laser dentistry. *Dent. Clin. North Am.* 2000; 44: 717–752.
5. Convissar RA. The biologic rationale for the use of lasers in dentistry. *Dent. Clin. North Am.*, vol. 48, no. 4, pp. 771–794, 2004.
6. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent. Clin. North Am.* 2004; 48: 751–770.
7. Murray A, Mitchell DC, Wood RFM. Lasers in surgery. *Br. J. Surg.* 1992; 79: 21–26.
8. Horch HH, Deppe H. New aspects of lasers in oral and craniomaxillofacial surgery. *Med. Laser Appl.*, 2005; 20: 7–11.
9. Deppe H, Horch HH. Current status of laser applications in oral and cranio-maxillofacial surgery. *Med. Laser Appl.* 2007; 22: 39–42.
10. Saleh HM, Saafan AM. Excision biopsy of tongue lesions by diode laser. *Photomed. Laser Ther.*, 2007; 25: 45–49.
11. Capodiferro S. Diode laser excision of chondroid lipoma of the tongue with microscopic (conventional and confocal laser scanning) analysis. *Photomed. Laser Surg.* 2009; 27: 683–687.
12. Clayman L, Kuo P. *Lasers in maxillofacial surgery and dentistry.* Thieme Medical Publishers. 1997.
13. Del Corso G. Laser evaporation versus laser excision of oral leukoplakia: A retrospective study with long-term follow-up. *J. Cranio-Maxillofacial Surg.*, vol. 43, no. 6, pp. 763–768, 2015.
14. Miserendino L, Pick RM. *Lasers in dentistry.* Quintessence Pub Co. 1995.
15. Papadaki M, Doukas A, Farinelli WA, Kaban L, Troulis M. Vertical ramus osteotomy with Er: YAG laser: a feasibility study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007; 36: 1193–1197.
16. R. L. Finkbeiner, "The results of 1328 periodontal pockets treated with the argon laser: Selective pocket thermolysis," *J. Clin. Laser Med. Surg.*, vol. 13, no. 4, pp. 273–281, 1995.
17. Medeiros Júnior R, Icino Gueiros LA, Enrique Silva IH, de Albuquerque Carvalho A, Arneiro Leão JC. Labial frenectomy with Nd:YAG laser and conventional surgery: a comparative study. *Lasers Med. Sci.* 2015; 30: 851–856.
18. Kaneyama K, Segami N, Sato J, Murakami KI, Iizuka T. Outcomes of 152 temporomandibular joints following arthroscopic anterolateral capsular release by holmium: YAG laser or electrocautery, *Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontology* 2004; 97: 546–551.
19. Fornaini C, Merigo E, Sella S, Cucinotta A. Blue diode laser: A new approach in oral surgery? *Prog. Biomed. Opt. Imaging - Proc. SPIE* 2016; 9692: 1–9.
20. D'Arcangelo C, Di Maio FDN, Prospero GD, Conte E, Baldi M, Caputi S. A preliminary study of healing of diode laser versus scalpel incisions in rat oral tissue: a comparison of clinical, histological, and immunohistochemical results. *Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontology.* 2007; 103: 764–773.
21. Tanyeri H. *Diş Hekimliği Pratiğinde Yumuşak Dokuda Lazer Uygulamaları.* 2017.
22. Tewari M., Rai P, Singh GB, Kumar M, Shukla HS. Long-term follow-up results of Nd: YAG laser treatment of premalignant and malignant (Stage I) squamous cell carcinoma of the oral cavity. *J. Surg. Oncol.* 2007; 95: 281–285.
23. Ishikawa I, Frame JW, Aoki A. *Lasers in Dentistry: Revolution of Dental Treatment in the New Millennium: Proceedings of the 8th International Congress on Lasers in Dentistry, Held in Yokohama, Japan, Between 31 July and 2 August 2002.* Elsevier Science Health Science Division. 2003; 1248.
24. Kurita K, Ogita M, Yajima T, Shimizu M, O. 664 TMJ single puncture arthroscopic surgery with a Ho-YAG laser. *J. Cranio-Maxillofacial Surg.* 2008; 36: 166.
25. Cetinkaya EA, Turker M, Kiraz K, Gulkesen HK. Er: Yag laser treatment of simple snorers in an outpatient setting. *Orl.* 2016; 78: 70–76
26. Scarano A, Nardi G, Murmura G, Rapani M, Mortellaro C. Evaluation of the removal bacteria on failed titanium implants after irradiation with erbium-doped yttrium aluminium garnet laser. *J. Craniofac. Surg.* 2016; 27: 1202–1204.
27. Sohn DS, Lee JS, An KM, Romanos GE. Erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser-assisted sinus graft procedure. *Lasers Med. Sci.* 2009; 24: 673–677.
28. Romeo U, Vecchio ADEL, Palaia G, Visca P, Maggiore C. Bone damage. 2009; 20: 162–168.
29. Ivanenko M. In vivo animal trials with a scanning CO2 laser osteotome. *Lasers Surg. Med.* 2005; 37:

144–148.

30. Stübinger S, Nuss K, Sebesteny T, Saldamli B, Sader R, von Rechenberg B. Erbium-doped yttrium aluminium garnet laser-assisted access osteotomy for maxillary sinus elevation: a human and animal cadaver study. *Photomed. Laser Surg.* 2010; 28: 39–44.
31. Hajji M. Removal of Dental Implants Using the Erbium,Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet Laser and the Conventional Trephine Bur: An *in Vitro* Comparative Study. *Photomed. Laser Surg.* 2016; 34: 61–67.
32. Panduric DG, Juric IB, Music S, Molčanov K, Sušic M, Anic I. Morphological and Ultrastructural Comparative Analysis of Bone Tissue After Er:YAG Laser and Surgical Drill Osteotomy. *Photomed. Laser Surg.* 2014; 32: 401–408.
33. Matys J, Flieger RB, Dominiak M. Assessment of Temperature Rise and Time of Alveolar Ridge Splitting by Means of Er : YAG Laser , Piezosurgery , and Surgical Saw : An Ex Vivo Study. *BioMed Research International.* 2016; 8.
34. Mogedas-vegara A, Hueto-madrid J, Chimenos-küstner E, Barcelona D, De P, Hebron VD. Oral leukoplakia treatment with the carbon dioxide laser : A systematic review of the literature *Coro Besc o.* 2016; 44: 1–6.
35. Serel S, Kaya B, Sara Y, Heper AO, Can Z. Histopathological and Electrophysiological Study of CO<sub>2</sub>, Er: YAG, and CO<sub>2</sub>+ Er: YAG Laser Effect on Peripheral Nerve. *Aesthetic Plast. Surg.* 2010; 34: 193–199.
36. Glade RS, Buckmiller LM. CO<sub>2</sub> laser resurfacing of intraoral lymphatic malformations: a 10-year experience. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2009; 73: 1358–1361.
37. Kuttenger JJ. Bone healing of the sheep tibia shaft after carbon dioxide laser osteotomy: histological results. *Lasers Med. Sci.* 2010; 25; 239–249, pp. 239–249, 201