



ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN KAVİTE DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

CAVITY DISINFECTION METHODS USED IN PEDIATRIC DENTISTRY

Dr. Öğr. Üyesi İpek ARSLAN*

Doç.Dr.Özgül BAYGIN**

Makale Kodu/Article code: 3058
Makale Gönderilme tarihi: 10.10.2016
Kabul Tarihi: 15.12.2016

ÖZ

Son dönemde estetik kaygıların artması neticesinde rezin esaslı materyallerin kullanımının yaygınlaşmasıyla diş dokularının korunmasına yönelik koruyucu kavite preparasyonu teknikleri gündeme gelmiştir. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine bakılarak çürüğün uzaklaştırılmasına karar verilen koruyucu yöntemler görsel ve dokunma duyularına dayanması nedeniyle subjektif veriler sunmakta ve diş dokularının içinde yer alan bakterileri uzaklaştırmakta yetersiz kalmaktadır. Dentinin içinde yer alan bu rezidüel bakteriler; enzimatik aktivetelerini sürdürerek sayılarını artırmakta, postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyona sebep olabilmektedirler. Günümüzde bu problemleri önlemek amacıyla kavite dezenfeksiyon yöntemleri önerilmektedir. Bununla birlikte kullanılan kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özelliklerine ilaveten; restoratif materyallerin diş sert dokularına bağlanma dayanımına ve mikrosızıntıya etkilerinin de bilinmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çürük, bakteri, kavite dezenfeksiyonu

ABSTRACT

Recently, preventive cavity preparation has gained popularity due to widespread resin based materials for esthetic reasons. Preventive methods which examine tooth color and structure provide subjective data and they are insufficient to eliminate bacteria in dental tissues. These residual bacteria in dentin continue to enzymatic activities and increase the numbers so cause postoperative sensitivity, secondary caries and pulpal inflammation. Today, cavity disinfection methods are recommended to avoid these problem. In addition to their antibacterial properties it is also important to know their effects on the bond strength of restorative materials to dental hard tissues and effects on microleakage.

Key words: Dental caries, bacteria, cavity disinfection

GİRİŞ

Kavite preparasyonu tamamlandıktan sonra enfekte dentin varlığının tayini klinik ortamda genellikle ayna ve sond yardımıyla görsel ve dokunma duyularına dayanarak yapılmaktadır. Bu yöntem; klinik deneyim gerektirmekte, objektif veriler sunmamakta ve bakteriyel durumu yansıtmakta oldukça yetersiz kalmaktadır. Araştırmacılar bu nedenlere dayanarak çürük indikatörlerini önermişlerdir¹.

Enfekte dentin teşhisinde objektif veriler sunan çürük indikatörleri kullanılarak hazırlanan kavitelerin dahi %15-40'ında bakteri varlığı tespit edilmiştir. Mikroorganizmalar boyanan dentinin kaldırılmasını

takiben pulpa yönüne doğru 0.1-2.4 mm uzaklıkta bile görülebilmektedir¹⁻⁴. Dentinin içinde yer alan bu rezidüel bakteriler; enzimatik aktivetelerini sürdürerek sayılarını bir ayda iki katına kadar artırabilmektedirler. Mikroorganizmaların neden olduğu postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyonu önlemek amacıyla kavite dezenfeksiyonu önerilmektedir¹⁻⁹. Günümüzde kavite dezenfeksiyonunda;

- Klorheksidin glukonat (CHX)
- Sodyum hipoklorit (NaOCl)
- Hidrojen peroksit (H₂O₂)
- Benzalkolyum klorür
- İyodin solüsyonları

* Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Rize, Türkiye

** Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Trabzon, Türkiye



- Fosforik asit
- Fluorid
- Propolis
- Aloe vera
- Ozon
- Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemleri (Photo-Activated Disinfection-PAD)
- Lazer gibi madde ve yöntemler kullanılmaktadır.

Klorheksidin Glukonat (CHX)

Klorheksidin; santral heksametilen halkası ile birleştirilmiş iki 4-korofenil halkası ve iki biguaniz grubundan oluşan katyonik simetrik bir moleküldür. Kimyasal adı 1,1 Hexamethylenebis [5-(4-chlorophenyl) biguanide]'dir. Stabil bir yapıya sahiptir. Piyasada en çok dihidroklorit, diasetat ve diglukonat tuzları şeklinde bulunurlar. Klorheksidin'in etki mekanizması; kuvvetli katyonik özelliğine dayanır. Pozitif yüklü olması nedeniyle negatif yüklü bakteri hücre duvarına, bakteriyel ekstraselüler polisakkaritlere ve hidroksiapatitlerdeki fosfat gruplarına afinite gösterir. Etkinliği pH 5.5-7 arasında en fazla, 5.2'nin altında ise oldukça düşüktür^{4,5,7-10}.

Yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal, düşük konsantrasyonlarda bakteriostatik etki sergiler. Düşük konsantrasyonlarda (200µg/ml) pozitif yüklü klorheksidin molekülleri Gram-pozitif bakterilerde fosfat gruplarına, Gram-negatif bakterilerde yüzeydeki lipopolisakkaritlere bağlanarak bakteri hücre membranının bütünlüğünü bozar ve bakteri hücre membranının geçirgenliğini artırır. Böylelikle bakterilerin hücre fonksiyonları bozularak çoğalmaları engellenir. Düşük konsantrasyonlarda etkiler geri dönüşümlüdür, ortamdan klorheksidin'in uzaklaşması durumunda hücre eski haline geri dönebilir. Yüksek konsantrasyonlarda ise klorheksidin bakteri hücresinin içine girerek çapraz protein bağlanması ile stoplazmanın aglutinasyonuna neden olur. Glikoziltransferaz enzimi ve fosfoenolpiruvat fosfotransferaz enzimlerini inhibe ederek geri dönüşümsüz hücre hasarına neden olur^{2,4,5,7-11}.

Klorheksidin geniş spektrumlu antibakteriyeldir. Pek çok çalışmada pozitif kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Özellikle Gram-pozitif bakteriler üzerinde etkilidir, Gram-negatif bakterilerde de etkinliği mevcuttur. Anaerob, aerob ve fakültatif aeroblarda yüksek etkinlik gösterir. Aktinomyceslere, mantarlara, *Enterococcus faecalis*e karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Pek çok sporlu bakteri, mikobakteriumlar ve virüsler ise klorheksidine karşı dirençlidir. Tıpta ve diş hekimliğinin pek çok alanında klorheksidin'in antibak-

teriyel etkinliğinden yararlanılmaktadır. Kavite dezenfeksiyonu da bu alanlar içinde yer alır. Çürük dokuların uzaklaştırılmasından sonra kavitede kalan rezidüel mikroorganizmaların azaltılmasında ya da eliminasyonunda başarılı olduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur^{2,4,10-12}.

Klorheksidin içerikli kavite dezenfeksiyon materyallerinin; restorasyon dolgu materyalleri yerleştirilmeden veya çeşitli sabit apearelerin (yer tutucular, ortodontik apeareler vb.) ve sabit protetik restorasyonların yapıştırılma işlemlerinin öncesinde uygulanması önerilmektedir⁸⁻¹². Piyasada bulunan mevcut klorheksidin dezenfektanları arasında Klorhex (%0.2 klorheksidin glukonat, Drogsan, Türkiye), Cavity Cleanser (%2 Klorheksidin diglukonat, Bisco, Schaumberg), Cervitec (%0.2 Klorheksidin diglukonat, Vivadent, Liechtenstein), Cervitec Plus (%1 Klorheksidin diasetat, Vivadent, Liechtenstein), Consepsis Scrub (%2 Klorheksidin glukonat, Ultradent, SJ) ve Corsodyl (%1 Klorheksidin diglukonat, GlaxoSmithKline, ABD) örnek verilebilir^{5,6,7,10-12}.

Farklı konsantrasyonlarda klorheksidin jellerin (%0.12, %0.2, %1 ve %2) *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinliklerinin karşılaştırıldığı Lessa ve ark.'nın çalışmasında¹³ klorheksidin'in antibakteriyel etkinliğinin, dozun artmasıyla istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı rapor edilmiştir. Lessa ve ark.'nın¹⁴ farklı konsantrasyonlardaki klorheksidin jellerin sitotoksik etkilerini değerlendirdikleri bir başka çalışmada ise %2'lik klorheksidin jelin en fazla sitotoksik etki gösterdiği saptanmıştır. Bu nedenle klorheksidin güçlü bir dezenfektan olmasına rağmen epitelyal hücreler ve makrofajlar için sitotoksik olması ve dişlerde renklenmeye neden olması gibi yan etkilerinin bulunduğu unutulmamalıdır.

Klorheksidin'in fiziksel ve antibakteriyel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla farklı maddelerle kombine edilmesi gündeme gelmiştir. Cervitec plus %1'lik klorheksidin'in diasetatın timol ile birleşiminden, Cervitec jel ise %0.2'lik klorheksidin diglukonatın sodyum florür ile birleşiminden oluşur. Cervitec Plus'un içeriğinde bulunan timol fenolden 20 kat daha etkili polifenol bileşimidir. Hücre zarının geçirgenliğini değiştirerek bakterinin pH ve inorganik iyon dengesini bozmasıyla antibakteriyel özelliğini gösterir. Antibakteriyel ve antifungaldır¹⁰. Fluoridler ise bakterilerin karbonhidrat metabolizmalarına etki ederek antibakteriyel etki göstermekte ve günümüzde dentin hassasiyetinin giderilmesi, mikrobiyal biofilmlerin kontrol altına alınması, ortodontik tedavi sonrası oluşan beyaz lezyon-



ların önlenmesi gibi diş hekimliğinin pek çok dalında kullanılmaktadır⁹⁻¹⁵. Bu ajanların (Klorheksidin+Fluor) kombine uygulanmasının *S. mutans* ve *laktobasiller* üzerinde daha etkili olduğu çeşitli araştırmalar sonucunda saptanmıştır^{10,12,15}.

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit kök kanal tedavilerinde en sık kullanılan antibakteriyel ajandır. Düşük konsantrasyonlarda bile bakterisid etki gösterir. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, funguslara ve virüslere karşı etkili olduğu bilinmektedir. Sodyum hipoklorit antibakteriyel etkisini direk temas ve buharlaşma yoluyla sağlamaktadır. Doku proteinlerine temas ettiğinde, peptid bağlarını kırarak proteinleri çökeltir. Ayrıca amino gruplarındaki hidrojen klor ile reaksiyona girerek antimikrobiyal etkinlikte rol oynayan kloramini oluşturur. Güçlü bir antibakteriyel ajan olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda oldukça fazla toksik reaksiyon gösterir. Endotel hücre hasarı, fibroblastlara ve lenfositlere karşı toksik reaksiyonlar, submukozal hemorajiler, kollojende bazofilik dejenerasyonlar %5.25'lik NaOCl'nin toksik etkileri arasında yer alır^{5,7,16,17}.

Arisu ve ark.¹⁸ post boşluğuna uygulanan sodyum hipoklorid, sodyum hipoklorid ve EDTA'nın birlikte kullanımı ve diyet lazerin push-out bağlanma dayanımına etkilerinin değerlendirdikleri çalışmalarında en yüksek değerleri sodyum hipoklorid ve EDTA'nın birlikte kullanıldığı grupta, en düşük değerleri ise sodyum hipokloridin kullanıldığı grupta olduğunu kaydetmişlerdir. Diyet lazer ile sodyum hipoklorid grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamamışlardır.

Sodyum hipokloritin kavite dezenfeksiyonunda kullanımı ise dentindeki kollojeni uzaklaştırdığı ve adeziv sistemlerle oluşturulan hibridizasyonu önlediği gerekçesiyle tartışmalı bir konudur¹⁹.

Arslan ve ark.²⁰ farklı kavite dezenfektanlarının siloran bazlı rezin kompozitlerin makaslama bağlanma dayanımına etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; klorheksidin, sodyum hipoklorid, propolis, ozon ve Er,Cr:YSGG lazer kullanmışlar ve sonuç olarak kontrol grubu ile kavite dezenfeksiyonu uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptamamışlardır.

Ancak unutulmaması gereken bir diğer konuda NaOCl parçalanarak sodyum klorür ve oksijen oluşturmasıdır. Oksijen ise rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe etmektedir. Bu durumda NaOCl' nin dezavantajları arasında yer almaktadır¹⁹.

Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Bakteriler, mantarlar, sporlu mikroorganizmalar üzerine güçlü antibakteriyel özellik sergileyen H₂O₂'nin etkinliği oksidasyon ve köpürme özelliklerine dayanmaktadır. Oksijen ve suya kadar parçalanabilir. Özellikle katalaz aktivitesi olmayan bakteriler peroksidi çözemediği için H₂O₂'ye hassastır. Yapılan bazı çalışmalarda H₂O₂'in *S. mutans* üzerine antibakteriyel etkisinin yanı sıra; H₂O₂'nin özellikle çukur agar metodunda *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine klorheksidin glukonattan daha fazla antibakteriyel etkinlik sergilediği de görülmüştür^{5,7,21-24}.

Kavite dezenfeksiyonunda %2-3'lük H₂O₂'in pamuk pelet aracılığıyla kaviteye uygulanımı tercih edilir.²³ Oksijenin rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe etmesi ve H₂O₂'in oksijen açığa çıkarması bağlantı açısından dezavantajdır²¹.

Benzalkonyum Klorür

Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarlarında yer alan fosfat gruplarına, Gram-negatif bakterilerin membran polisakaritlerine bağlanarak ve stoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozarak bakterisidal etki gösteren bir kuaterner amonyum bileşiğidir. *Mycobacterium tuberculosis*, spor oluşturan mikroorganizmalar ve virüslere karşı zayıf etki gösterir veya hiç etki göstermez. Oral mikroflora bakterilerinden *S. mutans*, *S. salivarius*, *Actinomyces viscosus*, *L. acidophilus*, ve *S. aureus* gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu bilinen benzalkonyum klorürün kavite dezenfeksiyonunda %0.4-1.6'lık konsantrasyonları kullanılmaktadır. Olası yan etkisi hipersensitivite reaksiyonlarıdır^{5,7,21}. Piyasada Tubulicid Blue ve Tubulicid Red (Suredental, Canada) adlı preparatlar bulunmaktadır²¹.

Say ve ark.²⁵ %2'lik klorheksidin ve %1'lik benzalkonyum klorür içeren dezenfektanların total etch sistemler olan One-Step ve Optibond Solo ile birlikte asitleme sonrası kullanımında, daimi diş kompozit restorasyonlarının makaslama ve gerilme dayanımına olumsuz etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

İyodün Solüsyonları

Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler üzerinde etkilidir. Funguslar, virüsler ve sporlu bakterilere oldukça zayıf etki gösterirler. Etkinliği pH, ısı, uygulama süresi ve konsantrasyona göre değişiklik gösterir. Hücre duvarına etki ederek, oksidatif yolla bakterilerin elektron transportunu bozmasıyla antibakteriyel etkisi



medyana gelir. Moleküler iyodin antibakteriyel etkiden sorumludur, sulu çözeltileri ise stabil değildir. Bu amaçla iyodin taşıyıcı ya da iyodin salan ajanlar (iyodofor) geliştirilmiştir. En çok kullanılanlar povidon iyodin ve poloksamer iyodindir. İyodoforlar iyodin ve aktif serbest iyodin rezervuarı olarak rol oynayan taşıyıcı ya da çözücü ajan karışımından oluşurlar^{5,7,21,26}. İyodinin de *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerine antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir²¹. Piyasada bakır sülfat ve iyodin içerikli ORA-5 (Canker Sore Medicine) adlı preparat bulunmaktadır⁵.

Fosforik Asit

Çürük lezyonlarının uzaklaştırılması sırasında dentinde oluşan smear tabakası mikroorganizmaların barınması için uygun bir ortamdır. Bazı araştırmacılar smear tabakasının kaldırılmasında asit kullanımının kavite dezenfeksiyonu açısından önemli olduğunu savunmaktadır²⁷.

Fluorid

Çürük profilaksisinde en sık kullanılan ajan floriddir. Fluorid farklı şekillerde etkinlik gösterir. Tükürük ve plakta bulunan florid minenin demineralize olmasını önlerken, demineralize olan minenin yapısına fosfat ve kalsiyum ile birlikte floridin alınması remineralizasyonu sağlar. Ayrıca bakterilerin metabolizmalarını inhibe ederek asit üretimini azalttıkları da gösterilmiştir. Fluorid bakterilerin enerji metabolizmasını etkileyerek bakterinin üremesini engeller. Ayrıca hücre zarı yapısını değişikliğe uğratarak potasyum ve fosfor dengesini bozar ve bakteri eliminasyonu sağlanabilir. Remineralizasyon ve bakterisidal etkileri göz önüne alındığında uygun yapıdaki floridlerin kavite dezenfektanı olarak kullanılabileceği gündeme gelmiştir^{8,10,12}.

Steinberg ve ark.²⁸ amin florür ve amin florür ile birlikte kalay florürün birlikte kullanıldığı iki farklı fluorid verniğinin antibakteriyel özelliklerini değerlendirmişler ve her iki verniğinde güçlü antibakteriyel özellikleri bulunduğunu bildirmişlerdir.

Propolis

Günümüzde doğal ürünlere olan ilginin giderek artması sağlık sektöründe de bu ürünlerin araştırılmasına neden olmaktadır. Diş hekimliğinde de araştırmalara konu olan propolis; antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, rejeneratif, antihepatotoksik, immunomodulatör, antioksidan, antitumör ve karsinostatik özelliklere sahiptir. Propolisi işçi arılar kovanlarının içini

dezenfekte etmek için bitkilerin filiz ve tomurcuklarından topladıkları reçinemi madde ile oluştururlar. İçeriğinde vitaminler, mineral tuzlar, flavonoidler, yağ asitleri, aromatik asitler, esterler ve henüz tanımlanamamış maddeler yer alır. *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *Candida Albicans* (*C. albicans*) gibi çürük oluşumunda etkili olan mikroorganizmalar üzerinde güçlü antimikrobiyal etkinlik gösterir²⁹.

Arslan ve ark.²⁰ yaptıkları çalışmada farklı kavite dezenfektanlarının siloran bazlı rezin kompozitlerin makaslama bağlanma dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Propolisin kavite dezenfeksiyonu olarak uygulandığı grup ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Arslan ve ark.⁶ yaptıkları bir diğer çalışmada da; Er,Cr:YSGG lazer, klorheksidin, propolis ve ozonun kavite dezenfeksiyonu amacıyla uygulanımında etch-and-rinse sistem ile yapılan kompozit restorasyonların mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadıklarını bildirmişlerdir.

Aloe Vera

Aloe vera, kuru sıcak iklimlerde yetişen *Liliaceae* ailesine mensup kaktüs benzeri bir bitkidir. Yapraklarının merkezinde bulunan muköz doku aleosin, aloin, metilkromon, flavonoidler, steroidler, vitaminler, aminoasitler gibi 75 farklı aktif maddeyi içerir. Antienflamatuvar, antibakteriyel, antioksidan etkinliği gösterilmiştir. Çürük ile ilişkili bakterilere karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Restorasyonların fiziksel özelliklerine olan etkilerini araştıran az miktarda yayın bulunmaktadır³⁰.

Fosforik asit, Corsodyl ve Cervitec jel ile aloe vera içerikli Forever Bright ve Gengigel'in *S. mutans'a* karşı antibakteriyel etkinliğinin disk difüzyon yöntemi ile değerlendirildiği Tüzüner ve ark.¹² çalışmalarında tüm jeller *S. mutans'a* karşı antibakteriyel etkinlik göstermiştir.

Ozon

Ozon, oksijen atomunun farklı bir formudur. Doğada güneşten gelen mor ötesi ışınların (UV) atmosferdeki oksijeni parçalamasıyla oluşur. Kliniklerde kullanılan sistemlerde ise parçalama işlemi için ozon jeneratörü kullanılır. Güçlü antibakteriyel, antifungal ve antiviral etki gösterir. Ozon hücre duvarlarında yıkıma neden olur. Ayrıca glikoproteinler, glikolipidler ve aminoasitleri etkileyerek enzimatik sistemleri bloke eder. Böylelikle membran geçirgenliği artar. Ozon molekülleri hızlıca hücreye girerek mikroorganizmaların ölümüne neden olur. Diş çürüğü oluşumunda etkili



olan *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *Laktobasil* sayılarında 10 veya 20 sn ozon uygulanması ile %99 azalma gözlenmiştir.³¹ Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda tükürük varlığında 10 ve 30 sn ozon uygulamasının *S. mutans* ve *L. Casei* sayılarını azaltmadığı, ancak uygulama süresi 60 sn' ye kadar çıkarıldığında tükürük proteinlerinin değişime uğratarak mikroorganizmaların azaltılmasında etkili olduğu da gösterilmiştir.^{32,33}

Ozon gazının dezenfeksiyon sonrasında herhangi bir artık veya kalıntı bırakmaması avantajları arasındadır.^{31,34} Schmidlin ve ark³⁵ 60 sn ve Cadenaro ve ark³⁶ 80 sn ozon uygulamasının self etch adeziv sistemlerin mine ve dentine olan bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir. Magni ve ark³⁷ 120 sn' lik ozon uygulamasının test ettikleri adezivlerin mekanik özelliklerini etkilemediğini rapor etmiş ve ozonun, kavite dezenfektanı olarak kullanılabileceğini ileri sürmüştür.

Piyasada en sık kullanılan ozon sistemleri HealOzone (Kavo, Germany) ve OzonyTron (Mymed, Germany)' tir. HealOzone sisteminde bulunan steril edilebilen el aleti ve bağlantı tüpü ile ağız ortamına kolayca erişim sağlanmaktadır. El aletinin ucuna yerleştirilen dişi tamamen kavrayabilecek sızdırmaz silikon başlık ile ozon gazı dişe uygulanır. Herhangi bir sızdırma durumunda sistem çalışmaz. Uygulama sonunda silikon başlıktaki ozon tekrar toplanarak oksijene dönüştürülür. OzonyTron sisteminde ise farklı boyutlarda cam probalar bulunur. Kullanılan ozon konsantrasyonu 10-100 µg/ml arasında değişebilmektedir.³¹

Işıkla Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri [Light-Activated -Disinfection (PAD)]

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemi; fotodinamik terapi ya da fotodinamik antimikrobiyal terapi olarak da adlandırılır. Işığa duyarlı bir maddenin uygun bir ışık kaynağı ile aktive edilmesi prensibine dayalı bir sistemdir. Etki mekanizması; ışığa duyarlı ajanda bulunan ışığa hassas moleküller bakteri duvarına bağlanır. Bu moleküllerin absorbe edebileceği dalga boyunda ışık uygulanır. Işıktan absorbe ettiği enerji ile oksijeni; oksijen iyonları ve radikalleri gibi reaktif oksijen artıklarına dönüştürür. Reaktif oksijen artıkları hızlı ve güçlü bir şekilde bakteri membranını ve DNA'sını parçalayarak hücre ölümüne neden olur. Etkinliği sadece bakterilerle sınırlı olmayıp virüsler, protozoalar ve mantarlar gibi pek çok mikroorganizma üzerinde de etkilidir. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminin antimikrobiyal ajanlara dirençli olan mikroorganizmalara karşı alternatif bir tedavi seçeneği

olabileceği de düşünülmektedir. Ayrıca mikroorganizmaların LAD ile oluşan reaktif oksijen artıklarına karşı direnç geliştirmeleri olası gözükmemektedir. Bu nedenle tekrarlanan uygulamalarla dirençli suşların gelişmesi mümkün değildir.^{38,39}

Fotodinamik terapi özellikle kanser tedavileri olmak üzere tıbbın çeşitli dallarında kullanılmaktadır. Dişhekimliğinde kullanımı ise; oral kanserlerin ve ağız içi bakteriyel ve fungal enfeksiyonların tedavisinde, endodontik tedavilerde ve kavite dezenfeksiyonunda görülmektedir. Fotodinamik reaksiyonun gerçekleşmesi için ışığa duyarlı ajana, ışık kaynağına ve oksijene ihtiyaç duyulur. Işığa duyarlı ajanın sadece lokal toksisite göstermesi gerekir. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminde kullanılan ajanlar;

- Fenotiazin türevi boyalar [Metilen mavisi (MB) ve Toluidin mavisi O (TBO; tolonium chloride)]
- Fitalosiyanimler [aluminum disulphonated phthalocyanine ve katyonik Zn(II)-phthalocyanine]
- Klorinler [chlorin e6, Sn (IV) chlorin e6, chlorin e6-2.5 Nmethyl-d-glucamine (BLC1010)]
- Porfirinler (hematoporphyrin HCl, Photofrin®, ve ALA)
- Xanthene (erythrosin)
- Monoterpene (azulene)'dir.³⁸

Nötral veya anyonik yapıdaki ışığa duyarlı ajanlar Gram-pozitif bakterilere etkin bir şekilde bağlanabilirken, Gram-negatif bakterilere etkin olarak bağlanamazlar. Gram-negatif bakterilerde etkinliğin sağlanması için bu ajanlara katyonik bir molekülün eklenmesi gerekir.³⁹

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemlerinde özel dalga boyunda, düşük kuvvette ve görülebilir ışık üreten kaynak gereklidir. Bu amaçla kullanılan ilk ışık kaynakları argon, KTP ve Nd:YAG lazerlerdir. Bu kaynakların kompleks ve pahalı olması yeni arayışlara neden olmuştur. Günümüzde ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemlerinin büyük bir çoğunluğunda uzun dalga boyu ve derin ışık penetrasyonu sağlayan 630-700 nm dalga boyunda kırmızı ışıklar kullanılmaktadır.³⁸⁻⁴⁰

Zanin ve ark.⁴¹ çalışmalarında dana dişlerinden elde edilen mine diskleri üzerinde oluşturulan *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *S. sangius* biofilmelerinde LED ve toluidin mavisinin etkinliği araştırılmıştır. *S. mutans* ve *S. sobrinus* biofilmelerindeki canlı hücre sayısında yaklaşık olarak %95 azalma gözlenirken, *S. sangius* biofilmelerinde %99.9'dan daha fazla azalma gözlenmiştir. Aynı araştırmacının toluidin mavisinin LED ve Helyum/ Neon lazer ile aktive edilmesiyle *S. mutans* biofilmeleri üzerinde oluşan antimikrobiyal etkinliğini değerlendiri-



diği çalışmasında %99.9'a varan canlı hücre sayısında azalma gözlenirken iki ışık kaynağı arasında anlamlı fark görülmemiştir.

Longo ve ark.⁴² çürük dokunun fotodinamik terapi ile dezenfeksiyonunun in vitro ve in vivo koşullarda değerlendirmişlerdir. Çalışmada ışığa duyarlı ajan olarak Alüminyum-klorit-pitalosiyonin ışık kaynağı olarak da 660 nm dalga boyunda kırmızı lazer ışığı kullanılmıştır. Çalışmanın in vivo kısmında sınıf I çürük lezyonları bulunan yetişkin ve çocuk 10 hastada fotodinamik terapinin etkinliği değerlendirilmiştir. Hastaların çürük dentinleri ART yöntemiyle sert dentine gelene kadar uzaklaştırılmıştır. Kavitelelerin mezial kısmından dentin örneği alınmıştır. Daha sonra fotodinamik terapi uygulanmış ve distal kısmından dentin örneği alınmıştır. Örnekler BHI içeren besi yerlerine ekilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre fotodinamik terapinin sitotoksik etkisi bulunmazken, bakteri sayısında %82 oranında azalma gözlenmiştir.

Lazer

LASER 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' kelimelerinin baş harflerinden oluşmakta ve 'Radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi' anlamına gelmektedir. Daha açık bir ifadeyle 'hızlandırılmış ve yoğunlaştırılmış yüksek enerji taşıyan ışık demeti' anlamını taşımaktadır. Türkçe telafuzuna uyumu sebebiyle 'Lazer' kelimesi kullanılmaktadır⁴³.

Lazer ışını teorisinin temeli 1916'da Albert Einstein tarafından sunulan 'Kuantum Teorisine' dayanır. Einstein maddelerin durgun bir yapısının olmadığını, elementer parçacıklarının sürekli hareket halinde olduğunu ve uygun boyuttaki bir foton uyarılmış bir moleküle çarparsa başka bir foton yayabileceğini öne sürmüştür. Bu teoriden yola çıkarak 1951 yılında Charles Hard Townes uyarılmış salınım prensibiyle çalışan 'MASER' i (Microwave Amplification of Stimulated Emission of Radiation) keşfetmiştir. İlk lazer cihazı 1960 yılında yakut lazer 'Ruby' adıyla Theodore Maiman tarafından tanıtılmıştır^{6,43,44}.

Yakut lazer dişhekimliğinde araştırmalara konu olmuş fakat çevre dokularda mekanik ve termal hasarlara yol açmıştır. Neodymiyum: Yitriyum Alüminyum Garnet (Nd:YAG) ve Karbondioksit (CO₂) lazerler Food and Drug Administration (FDA) tarafından ağız içi uygulamaya onay verilen ilk lazerlerdir. Oldukça yüksek güçte çalışan bu lazerler yumuşak dokuda kesme ve koagülasyonda başarılı olmasına rağmen sert dokular üzerinde etkinliğinin düşük olması ve olumsuz termal etkileri nedeniyle sert dokularda kullanımları

kısıtlanmıştır. Erbiyum grubu lazerlerin Zharikov tarafından keşfi ile düşük enerjide diş sert dokularında çevre dokularda hasar oluşturmadan preperasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bakterisit etkileri, anestezi ihtiyacını azaltmaları gibi avantajları bulunan erbiyum grubu lazerler 1997 yılında FDA tarafından onaylanmıştır. Günümüzde diş hekimliğinin her dalında çeşitli lazer tipleri kullanılmakta ve araştırmalara devam edilmektedir⁴⁴⁻⁴⁶.

Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan lazerler Argon, Diyet, CO₂, Nd:YAG, Erbiyum Kromiyum: Yttrium Alüminyum Garnet (Er:YAG), Erbiyum Kromiyum: Yitriyum Skandiyum Galyum Garnet (Er,Cr:YSGG) lazerlerdir⁴⁴⁻⁴⁹.

Er,Cr:YSGG lazerler ile hazırlanan kavite preperasyonlarında geleneksel aeratör kullanımına göre daha az basınç ve titreşim meydana gelir. Ayrıca ısı ve mekanik etkinin oluşmaması anesteziye ihtiyaç duyulmaksızın tedavinin tamamlanmasına olanak sağlar. Bu nedenle korku ve endişenin kontrol edilebilmesi en önemli avantajları arasında yer alır. Ayrıca erbiyum grubu lazerlerin dalga boyları bakteri hücrelerinin su içeriği tarafından da absorbe edilerek bakterisidal etki gösterir. Kavite dezenfeksiyonunda ve kök kanal tedavisinde bu bakterisidal etkiden faydalanılır. Sistemin diğer avantajları arasında ise uygulandığı bölgede pürüzlendirme sağlaması, diş yüzeyinde Ca ve P miktarını artırarak asit ataklarına karşı daha dirençli doku oluşturması yer alır. Yapılan çalışmalarda Er,Cr:YSGG lazerin özellikle *S.mutans* üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Kimyasal dezenfektanlar en fazla 130 µm derinliğe penetre olabılırken, lazer irradiasyonları ile 500-1000 µm derinliğe kadar penetrasyon sağlanması lazer sistemleri ile kavite dezenfeksiyonunun en önemli avantajları arasındadır. Ayrıca kimyasal dezenfektan kullanımında karşılaşılan mikrosızıntı ve bağlanma sorunları lazer irradiasyonu dezenfeksiyonunda gerçekleşmediği bildirilmiştir⁴⁴⁻⁴⁸.

Yumuşak lazerler arasında yer alan diyet lazerler; sert lazerler gibi yüksek güce sahip olmamasına rağmen, yüksek elektrik ve optik etkinliği ve düşük maliyetleri nedeniyle diş hekimliğinde tercih edilen lazerler arasında yer alır. Diyet lazer cihazından yayılan ışının bir miktarı en uç kısımda ısıya dönüşerek 'hot tip' sıcak uç denilen durumu oluşturur. Bu özelliği ile uygulandığı dokuda koagülasyon ve buharlaşma meydana getirir. Dişhekimliğinde diyet lazer yaygın olarak diş beyazlatma, yumuşak doku cerrahisi, melanin pigmentasyonunun giderilmesi ve düşük seviyeli lazer terapisinde kullanılır. Son dönemde anti-mikrobiyal etkinliği nedeniyle endodontik tedavilerde



ve kavite dezenfeksiyonunda sıkça kullanılmaya başlanmıştır⁴⁹.

Yüksek güçlü lazer ışığı çürüğe etki eden mikroorganizmalara ve inflamatuvar dental hastalıklarda etkili olduğu bilinen bakterisidal özelliğe sahiptir. Farklı mikroorganizmalara karşı değişik lazer tiplerinin antibakteriyel etkinliğinin değerlendirildiği araştırmalar literatürde mevcuttur⁴⁹⁻⁵¹.

Mehrvarzfar ve ark.⁵² %2.5 sodyum hipoklorit, %2 klorheksidin ve MTAD'ın ayrıca bu iriganların 2W diod lazerin 5 sn uygulama 15 sn bekleme şeklinde beş sefer uygulanımı ile birlikte kullanımının *Enterococcus Faecalis* (*E. faecalis*)'e karşı antibakteriyel etkinliğini inceledikleri çalışmalarında MTAD (doksisisiklin, sitrik asit ve deterjan) ile diod lazerin birlikte kullanıldığı grupta tüm bakteriler elimine edilmiştir.

Basso ve ark.⁵³ düşük seviyeli lazer terapisinin tipik oral mikrobiyal filmlere etkisini in vitro koşullarda incelemişlerdir. Çalışmada sadece *S. mutans*'dan oluşan biofilm, sadece *C. Albicans*'dan oluşan biofilm ve iki mikroorganizmanın oluşturduğu biofilme 5, 10 ve 20 J/cm² diod lazer uygulanmıştır. İrradiasyondan sonra biofilmin canlılığı MTT analizi ile, biofilmin gelişimi cfu/ml cinsinden, hücre morfolojileri ise SEM cihazı ile incelenmiştir. Sadece *S.mutans*'ın bulunduğu biofilm tüm lazer dozlarına benzer cevap vermiştir. *C. albicans* ile *S. mutans*'ın birlikte oluşturduğu biofilimde ise doz arttıkça canlı mikroorganizma sayısı azalmıştır. Çalışmanın sonucunda düşük dozlu lazer terapisinin mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkisinin bulunduğu fakat bu etkinin farklı mikrobiyal örneklerin birbirleri ile ilişkisiyle farklılıklar gösterebileceği belirtilmiştir.

Türkün ve ark.⁵⁴ çalışmalarında 0.75 W ve 1 W Er,Cr:YSGG lazer ve %2 klorheksidin içerikli Corsodyl'in kavite dezenfeksiyonunda *S. mutans*'a karşı etkinliğini dana dişi modeli ile değerlendirmişlerdir. Lazer irradiasyonu 5 sn uygulama 15 sn dinlenme şeklinde 5 period halinde uygulanmıştır. Tüm gruplar *S. mutans*'a karşı anlamlı olarak etkin bulunmuştur. Gruplar arasında en etkin 1W Er,Cr:YSGG grubu olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Farklı dentin kalınlıklarına (500, 1000 ve 2000 µm) uygulanan 0.5, 1, 3, 5 ve 7 W gücündeki diyet lazerin *S. mutans*' a karşı antibakteriyel etkinliğinin değerlendirildiği Lee ve ark.⁵⁵ çalışmasında 500 µm kalınlıktaki dentinde 0.5, 1, 3, 5 ve 7 W gücündeki diod lazerin *S. mutans* eliminasyonu sırasıyla %19.4, 32.5, 56.8, 90.8 ve 97.7 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak 0.5 ile 1W ve 5 ile 7W arasında fark bulunmamıştır. Diod lazerin 1000 ve 2000 µm kalınlığındaki dentine 7W gücünde uygulandığında eliminasyonu sırasıyla %50.9 ve %20.1 bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı görülmemiştir.

tiksel olarak 0.5 ile 1W ve 5 ile 7W arasında fark bulunmamıştır. Diod lazerin 1000 ve 2000 µm kalınlığındaki dentine 7W gücünde uygulandığında eliminasyonu sırasıyla %50.9 ve %20.1 bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı görülmemiştir.

İpek Arslan: ORCID ID: 0000-0002-8648-3554

Özgül Baygın: ORCID ID: 0000-0003-0836-7619

KAYNAKLAR

1. Maupome G, Hernandez-Guerrero JC, Garcia-Luna M, Trejo-Alvarado A, Hernandez-Perez M, Diez-de-Bonilla J. In vivo diagnostic assessment of dental caries utilizing acid red and povidone-iodine dyes. Oper Dent 1995;20:119-22.
2. Ersin NK, Candan U, Aykut A, Eronat C, Belli S. No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. J Dent Child (Chic) 2009;76:20-7.
3. Boston DW, Graver HT. Histobacteriological analysis of acid red dye-stainable dentin found beneath intact amalgam restorations. Oper Dent 1994;19:65-9.
4. van Strijp AJ, van Steenberghe TJ, ten Cate JM. Effects of chlorhexidine on the bacterial colonization and degradation of dentin and completely demineralized dentin in situ. Eur J Oral Sci 1997;105:27-35.
5. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. Clin Microbiol Rev 1999;12:147-79.
6. Arslan S, Yazici AR, Gorucu J, Pala K, Antonson DE, Antonson SA. Comparison of the effects of Er,Cr:YSGG laser and different cavity disinfection agents on microleakage of current adhesives. Lasers Med Sci 2012;27:805-11.
7. Bin-Shuwaish MS. Effects and effectiveness of cavity disinfectants in operative dentistry: A literature review. J Contemp Dent Pract 2016;17: 867-79.
8. Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. J Dent Res 1990;69:660-7.
9. Mohan PV, Uloopi KS, Vinay C, Rao RC. In vivo comparison of cavity disinfection efficacy with APF gel, Propolis, Diode Laser, and 2% chlorhexidine in primary teeth. Contemp Clin Dent 2016; 7: 45-50.
10. Erdem AP, Sepet E, Kulekci G, Trosola SC, Guven Y. Effects of two fluoride varnishes and one fluoride/chlorhexidine varnish on streptococcus mutans and streptococcus sobrinus biofilm formation in vitro. Inter J of Medil Sci 2012;9: 129-36.



11. Subramaniam P, Naidu P. Effect of tooth mousse plus and cervitec gel on *S. mutans*. *J Minim Interv Dent* 2009;2:164-169
12. Tuzuner T, Ulusoy AT, Baygin O, Yahyaoglu G, Yalcin I, Buruk K. Direct and transdental (indirect) antibacterial activity of commercially available dental gel formulations against streptococcus mutans. *Med Princ Pract* 2013;3:1-5.
13. Lessa FC, Nogueira I, Vargas Fda S, Spolidorio DM, Hebling J, Garcia-Godoy F. Direct and transdental antibacterial activity of chlorhexidine. *Am J Dent* 2010;23:255-9.
14. Lessa FC, Nogueira I, Huck C, Hebling J, Costa CA. Transdental cytotoxic effects of different concentrations of chlorhexidine gel applied on acid-conditioned dentin substrate. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92:40-7.
15. Baygin O, Tuzuner T, Ozel MB, Bostanoglu O. Comparison of combined application treatment with one-visit varnish treatments in an orthodontic population. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013;18:362-70.
16. Peker DÖB. Sodyum hipokloritin fikse ve fikse olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi. *HÜ Dis Hek Fak Derg* 1993;21:21-3.
17. Pioch T, Kobaslija S, Schagen B, Gotz H. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. *J Adhes Dent* 1999;1:135-42.
18. Arisu HD, Kivanc BH, Saglam BC, Simsek E, Gorgul G. Effect of post-space treatments on the push-out bond strength and failure modes of glass fibre posts. *Aust Endod J* 2013;39:19-24.
19. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int Endod J* 2006;39:10-7.
20. Arslan S, Yazici AR, Gorucu J, Ertan A, Pala K, Ustun Y. Effects of different cavity disinfectants on shear bond strength of a silorane-based resin composite. *J Contemp Dent Pract* 2011;12:279-86.
21. Turkun M, Turkun LS, Ergucu Z, Ates M. Is an antibacterial adhesive system more effective than cavity disinfectants? *Am J Dent* 2006;19:166-70.
22. Özel E, Yurdağüven H, Say EC, Kocagöz S. Fosforik asit ve dezenfektan solüsyonların streptococcus mutans'a karşı antibakteriyel etkisinin saptanması. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2005;29:8-14.
23. Türkün M, Türkün LS, Ateş M. Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balk J Stom* 2004;8:214-9.
24. Ohara P, Torabinejad M, Kettering JD. Antibacterial effects of various endodontic medicaments on selected anaerobic bacteria. *J Endod* 1993;19:498-500.
25. Say EC KF, Tarım B, Soyman M, Gülmez T. In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int* 2004;35:56-60.
26. Gultz J, Do L, Boylan R, Kaim J, Scherer W. Antimicrobial activity of cavity disinfectants. *Gen Dent* 1999;47:187-90.
27. Ersöz EÖP. The effect of various acids in different concentrations on the dentin surface, a SEM study. *Türkiye Klin Diş Hek Bil Derg* 1999;5:55-9.
28. Steinberg D, Rozen R, Klausner EA, Zachs B, Friedman M. Formulation, development and characterization of sustained release varnishes containing amine and stannous fluorides. *Caries Res* 2002;36:411-6.
29. Özan Ü Hİ, Sümer Z. Sodyum hipoklorit, klorheksidin ve propolis içerikli solüsyonların Potasyum Titanyum Fosfat Lazer ile birlikte kullanımlarının *Candida Albicans* üzerine etkilerinin incelenmesi. *Cumhuriyet Üniv Dişhek Fak Derg* 2009;12:33-8.
30. Ndhala AR, Amoo SO, Stafford GI, Finnie JF, Van Staden J. Antimicrobial, anti-inflammatory and mutagenic investigation of the South African tree aloe (*Aloe barberae*). *J Ethnopharmacol* 2009;124:404-8.
31. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent* 2008;36:104-16.
32. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS. The inability of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* to form a biofilm in vitro on dentine pretreated with ozone. *Aust Dent J* 2008;53:349-53.
33. Johansson E, Claesson R, van Dijken JW. Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species. *J Dent* 2009;37:449-53.
34. Dinç G. Kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özellikleri, bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerine etkileri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2012;6:66-75.
35. Schmidlin PR, Zimmermann J, Bindl A. Effect of ozone on enamel and dentin bond strength. *J Adhes Dent* 2005;7:29-32.



36. Cadenaro M, Delise C, Antoniollo F, Navarra OC, Di Lenarda R, Breschi L. Enamel and dentin bond strength following gaseous ozone application. *J Adhes Dent* 2009;11:287-92.
37. Magni E, Ferrari M, Hickel R, Huth KC, Ilie N. Effect of ozone gas application on the mechanical properties of dental adhesives bonded to dentin. *Dent Mater* 2008;24:1428-34.
38. Konopka K, Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res* 2007;86:694-707.
39. Komerik N, MacRobert AJ. Photodynamic therapy as an alternative antimicrobial modality for oral infections. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 2006; 25:487-504.
40. Kubler A, Niziol C, Sidhu M, Dunne A, Werner JA. Analysis of cost effectiveness of photodynamic therapy with Foscan (Foscan-PDT) in comparison with palliative chemotherapy in patients with advanced head-neck tumors in Germany. *Laryngo-Rhino-Otologie* 2005;84:725-32.
41. Zanin IC, Lobo MM, Rodrigues LK, Pimenta LA, Hofling JF, Goncalves RB. Photosensitization of in vitro biofilms by toluidine blue O combined with a light-emitting diode. *Eur J Oral Sci* 2006;114:64-9.
42. Longo JP, Leal SC, Simioni AR, de Fatima Menezes Almeida-Santos M, Tedesco AC, Azevedo RB. Photodynamic therapy disinfection of carious tissue mediated by aluminum-chloride-phthalocyanine entrapped in cationic liposomes: an in vitro and clinical study. *Lasers Med Sci* 2012;27:575-84.
43. Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effect of Laser Beam Impacts on Teeth. *J Am Dent Assoc* 1965;70:601-6.
44. Uysal D, Güler Ç. Diş hekimliğinde lazer: bir literatür derlemesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2012;6:44-53.
45. Bader C, Krejci I. Indications and limitations of Er:YAG laser applications in dentistry. *Am J Dent* 2006;9:178-86.
46. Whitters CJ, Strang R. Preliminary investigation of a novel carbon dioxide laser for applications in dentistry. *Lasers Surg Med* 2000;26:262-9.
47. Usumez A, Aykent F. Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er,Cr:YSGG laser etching. *J Prosthet Dent* 2003;90:24-30.
48. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 753-65.
49. Milliard MJ ML, Aronoff BL, Hults D. Soft tissue studies with 805 nm Diode laser radiation: Thermal effects with contact tips and comparison with 1064 nm Nd:YAG laser radiation. *Lasers Surg Med* 1993; 13: 528-36.
50. Prabhakar AR, Karuna YM, Yavagal C, Deepak BM. Cavity disinfection in minimally invasive dentistry - comparative evaluation of Aloe vera and propolis: A randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent* 2015;6:S24-31.
51. Sulieman M. An overview of the use of lasers in general dental practice: 1. Laser physics and tissue interactions. *Dent Update* 2005;32:228-330.
52. Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Asatourian A, Fekrazad R, Karamifar K, Eslami G. Additive effect of a diode laser on the antibacterial activity of 2.5% NaOCl, 2% CHX and MTAD against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals: an in vitro study. *J Oral Sci* 2011;53:355-60.
53. Basso FG, Oliveira CF, Fontana A, Kurachi C, Bagnato VS, Spolidorio DM. In Vitro effect of low-level laser therapy on typical oral microbial biofilms. *Braz Dent J* 2011;22:502-10.
54. Turkun M, Turkun LS, Celik EU, Ates M. Bactericidal effect of Er,Cr:YSGG laser on *Streptococcus mutans*. *Dent Mater J* 2006;25:81-6.
55. Lee BS, Lin YW, Chia JS, Hsieh TT, Chen MH, Lin CP. Bactericidal effects of diode laser on *Streptococcus mutans* after irradiation through different thickness of dentin. *Lasers Surg Med* 2006;38:62-9.

Yazışma Adresi

Doç.Dr.Özgül BAYGIN
Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği
fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı,
61080, Trabzon / Türkiye
GSM: 0532 7607660
E-mail: dtozgul@gmail.com

