

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**BAŞARISIZ KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE DEZENFEKSİYON AMACIYLA
KULLANILAN ÜÇ FARKLI YÖNTEMİN MİKROBİYOLOJİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Burak SADIK

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

ANKARA
Temmuz 2010

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**BAŞARISIZ KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE DEZENFEKSİYON AMACIYLA
KULLANILAN ÜÇ FARKLI YÖNTEMİN MİKROBİYOLOJİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Burak SADIK

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 02/2007-02 proje numarası ile desteklenmiştir.

ANKARA
Temmuz 2010



TEZ SAVUNMA TUTANAĞI

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda PROF.DR. TAYFUN ALAÇAM danışmanlığında BURAK SADIK tarafından hazırlanan " BAŞARISIZ KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE DEZENFEKSİYON AMACIYLA KULLANILAN ÜÇ FARKLI YÖNTEMİN MİKROBİYOLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ " konulu tez savunmasını yapmak üzere 22/07/2024 tarihinde saat 10.00'da Anabilim Dalı Başkanlığında toplanan jüri yapılan tez savunma sınavı sonucunda Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinin 27(2-d) maddesi gereğince, tezin,

☒ Oybirliği ☐ Oyçokluğu ile,
☒ Başarılı olduğuna, ☐ Düzeltilmesine, ☐ Reddine, karar vermiştir.

Gereğini Saygılarımızla arz ederiz.

Tez hakkında Düzeltme veya Red kararının gerekçeleri

Başkan
PROF.DR. TAYFUN ALAÇAM

Üye
PROF.DR. FERİDUN ŞAKLAR

Üye
PROF.DR. EMİN TÜRKÖZ

Üye
PROF.DR. GÜLİZ GÖRGÜL

Üye
ÖĞR.GÖR.DR. GÜLÇİN AKÇA

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
İçindekiler	ii
Şekiller, Çizelge, Semboller, Kısaltmalar	iii
Önsöz	v
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Endodontik Enfeksiyonlar	3
2.1.1 Kök Kanal Tedavisinin Başarısızlığı ve Nedenleri	3
2.1.2 Başarısız Kök Kanal Tedavilerinde, Kök Kanalından İzole Edilen Mikroorganizmalar	5
2.2 Kanal İçi İlaçlar	7
2.3 Diş Hekimliğinde Lazer Uygulamaları	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
4. BULGULAR	22
4.1 Ön Çalışma	22
4.2 Klinik ve Mikrobiyolojik Çalışma	23
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇ	48
7. ÖZET	50
8. SUMMARY	52
9. KAYNAKLAR	54
10. ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER

Şekil 1: Lazer uygulamasındaki kök yüzeyindeki sıcaklık değişimleri

Şekil 2: Uygulanan lazer dezenfeksiyon döngüsünün vücut sıcaklığının artış ortalaması

Şekil 3: En sık belirlenen ilk 8 mikroorganizmanın vakalara göre görülme sıklığı

Şekil 4: 1. Grup S_2, S_3 ve S_4 $\log_{10}$ değerleri

Şekil 5: 2. Grup S_2, S_3 ve S_4 $\log_{10}$ değerleri

Şekil 6: 3. Grup S_2, S_3 ve S_4 $\log_{10}$ değerleri

Şekil 7: Grupların $\log_{10}$ ortalaması ve standart sapmaları

ÇİZELGELER

Çizelge 1: 46 olguda kültür edilebilen mikroorganizmalar

Çizelge 2: En sık görülen 8 mikroorganizmanın örneklerdeki bulunma değerleri

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

Nd:YAG: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet

Er:YAG: Erbium-doped yttrium aluminium garnet

Nd:YAP: Neodymium-doped yttrium aluminium perovskite

Er:Cr:YSGG: Erbium, Chromium doped Yttrium Scandium Gallium Garnet

EDTA: Ethylenediaminetetraacetic acid

NaOCl: Sodyum hipoklorit

DNA: Deoksiribonükleik asit

SEM: Scanning Electron Microscope

°C: Santigrat derece

W: Watt

mJ: Mili Joule

Hz: Hertz

µm: Mikrometre

ÖNSÖZ

Günümüzde yapılan kök kanal tedavilerin başarısızlığının en büyük etkeni primer veya ikincil enfeksiyonlardır. İkincil enfeksiyonları oluşturan mikroorganizmaların tanımlanması ve ortadan kaldırılması tekrarlayan tedavilerin başarısını etkileyen temel etmen olacaktır. Kök kanallarında bulunan inatçı mikroorganizmaların yok edilmesinde uygulanan geleneksel dezenfeksiyon yöntemlerinin yetersizliği yeni arayışlara gidilmesine neden olmuş, kullanım alanı gittikçe yayılan lazer sistemlerinin endodontide de uygulama alanı bulması ile ikincil enfeksiyonlara karşı yürütülen savaşta daha yeni bir seçenek ortaya konmuştur.

Bu nedenle bu tez çalışmasında kök kanalı içerisindeki ikincil enfeksiyona sebep olan inatçı mikroorganizmaları tanımlamak, endodontide geniş kullanım alanı olan Nd:YAG lazerin etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesindeki destek, yardım ve doktora eğitimim boyunca büyük bir sabırla hiç esirgemediği ilgi ve anlayışı nedeniyle danışmanım Sayın Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM'a, katkı ve yardımlarından dolayı Dr. Gülçin AKCA'ya ve Dr. Dt. Güven KAYAOĞLU'na, emeği geçen tüm hocalarıma, bölüm arkadaşlarıma ve bölüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Yoğun destek, ilgi, özveri ve sevgilerini asla esirgememiş olan eşime ve aileme de sonsuz sevgilerimi sunarım.

Burak SADIK

1. GİRİŞ

Endodontik başarısızlıklar; yetersiz aseptik kontrol, uygun olmayan giriş kavitesi, temizleme, şekillendirme, tıkama yetersizlikleri, gözden kaçan kanallar veya iyatrojenik yanlışlıklar sonucunda ortadan kaldırılamayan enfeksiyon veya kök kanal tedavisi sonrası koronal dolgunun kaybı ile oluşan kök kanal sisteminin tekrar enfeksiyonu sonucunda oluşabilir.

Periapikal lezyonlu ve geleneksel kök kanal tedavili dişlerden alınan histolojik kesitler, kök kanal dolgulu dişlerdeki başarısızlıkların en çok görülen nedeninin özellikle apikal bölgede canlı kalarak faaliyetlerini devam ettiren mikroorganizmalar olduğunu göstermiştir¹. Radyografilerde iyi doldurulmuş görünen dişlerde bile kök kanal sisteminin bütünü tedavi edilmiş olduğu garanti edilememekte, apikalde ve kök kanalının diğer bölümlerinde mikroorganizmalar kalabilmektedir. Çalışmalar kök kanal boşluğunun bir bölümünün uygulanan teknik ve enstrümanlardan bağımsız olarak dokunulmadan kalabildiğini göstermiştir^{2,3}. Dokunulmamış alanlar bakteri ve nekrotik doku artıkları içerir. Doldurulmuş bir kanalda mikroorganizmaların yaşayabilmesi için kanal içi dezenfeksiyon işlemlerine direnç göstermeleri ve az miktarda besinin bulunduğu çevreye adapte olabilmeleri gerekmektedir.

Kanal dolgusu kısa kalmış veya yetersiz genişleterek doldurulmuş dişlerde mikrobiota daha fazla sayıda bakteriyel tür içerir; baskın olarak anaeroblar bulunur ve mikrobiyal flora primer enfeksiyona benzer. Bu durum başlangıç enfeksiyonunun yetersiz olarak tedavi edildiğini gösterir. Kök kanal duvarları, kök kanal dolgusu arasındaki ve apikalde doldurulmadan kalan bölümler mikroorganizmaların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için yeterli bir alan sağlayabilmektedir. Kök kanallarında endodontik tedavi sonrası mikroorganizmaların inaktivasyonu ilk tedavi sırasındaki temizleme ve tıkamanın başarısına bağlıdır. Zayıf olarak doldurulmuş kanallarda mikrobiyal faaliyet yıllarca devam edebilmektedir.

Başarısız olmuş kök kanal tedavisi sonucunda kanal içindeki mikroflora çoğunlukla fakültatif anaerobik gram pozitif bakterilerden

oluşmaktadır⁴⁻⁶. Kök kanalı içindeki bakterilerin sayısını azaltmak için mekanik preparasyon, kanal içi antimikrobiyal irrigasyon ve diğer fiziksel ve kimyasal yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Lazer enerjisinin endodontinin değişik uygulamalarında kullanılışı yanında kök kanal dezenfeksiyonu için de uygulanması ilgi konusu olmuştur. Özellikle Nd:YAG lazerin kök kanal dezenfeksiyonunda olumlu etkilerinden bahsedilmektedir^{7,8}. Bu nedenle geleneksel dezenfeksiyon işlemlerine direnç gösterebilen mikroorganizmaların ortadan kaldırılmaları amacıyla yeni yöntemlerin arandığı günümüzde, lazerin bu amaçla denenmesi akılcı görülmektedir.

Bu araştırmanın birincil amacı başarısız olmuş apikal periodontitisli dişlerin tekrarlayan tedavilerinde *in vivo* ortamda (klinik olarak) Nd:YAG lazer, EDTA + sodyum hipoklorit ve Nd:YAG lazer + EDTA + sodyum hipoklorit irrigasyonlarını kullanarak antibakteriyal etkinliklerinin mikrobiyolojik olarak incelenmesidir. İkincil amaç deney için seçilen dişlerde (tedaviye rağmen iyileşmemiş periapikal lezyonlu dişlerde) mikrobiyal floranın tanımlanmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1- Endodontik enfeksiyonlar

2.1.1- Kök Kanal Tedavisinin Başarısızlığı ve Nedenleri

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan gereçler ve yöntemlerdeki gelişmelerin yanında, pulpa ve kök kanal sistemi anatomisi hakkında geçmiş yıllara göre daha ayrıntılı bilgilere sahibiz. Buna karşın, endodontik tedavilerde başarısızlıklar ve tedavinin tekrarlanma gereksinimi ile karşılaşmaktadır. Yapılan kök kanal tedavilerin başarı oranları en yüksek % 98,7⁹ ile en düşük % 45¹⁰ düzeyindedir. Kök kanal tedavisinden sonra tamamen iyileşme olabilirken, bazen de gecikmiş apikal iyileşme veya süregelen enflamasyon gözlenebilmektedir^{11,12}. Bunun en büyük nedeni tedavi süresince enfeksiyonun yok edilememesidir¹³⁻¹⁶.

Tekrarlayan tedavilerin büyük bir bölümünün önüne geçilmesi mümkündür. Bunun sağlanması ilk tedavide başarı koşullarının olabildiğince yerine getirilmesi ve temel kurallara sıkıca bağlı kalınmasına dayalıdır.

Yapılmış olan kök kanal tedavisinin başarı ve başarısızlık değerlendirmesi, histolojik, klinik ve radyografik bulgularla ortaya konulması gereken bir konudur.

Histolojik başarı, periapikal dokularda iltihabi hücre yokluğu ile tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, tedavi öncesi ve sonrası histolojik inceleme genellikle olanaklı olmadığından dolayı bu başarı kanıtı, konservatif olarak tedavi edilen ve değerlendirilen olgularda ortaya konamamaktadır.

Radyolojik olarak başarı, kök ucunda tedaviden sonra herhangi bir radyolüsent alanın olmaması veya tedaviden önce oluşmuş radyolüsent alanın kaybolması ile tanımlanır¹⁷.

Klinik olarak başarı ise, tedavi sonrasında ilgili dişte palpasyonda ve perküsyonda ağrı, spontan ağrı olmaması, varsa şişliğin

geçmesi veya fistül ağzının kapanmış olması ve fonksiyonda kayıp gözlenmemesi şeklinde değerlendirilir.

Yapılan kök kanal tedavisinin başarısızlığında, dişin çekimi yerine başarısız olmuş kanal dolgusunun çıkarılması ve kanal boşluğunun yeniden şekillendirilerek, yeterli dezenfeksiyonun sağlanması ile sorunlu diş ağızda tutulabilir.

Başarısız kök kanal tedavisinin en sık görülen nedeni enfeksiyondur. Mikroorganizmalar başarısız tedavilerde kök kanal sisteminden ve apikal kök yüzeyinden izole edilmişlerdir¹⁸. Kök kanal sisteminin apikal bölümünde kemomekanik preparasyona karşın bakteri ve nekrotik doku artıkları kalabilmektedir. Bu da periradiküler alanda reaksiyonel bir iltihabi cevaba neden olmakta ve iyileşmeyen periapikal lezyonlar olarak radyograflarda karşımıza çıkmaktadır.

Zayıf aseptik teknik, yetersiz irrigan kullanımı, hatalı çalışma boyu belirlemesi, gözden kaçan kanallar, uygulanan izleğe ait yanlışlıklar, zayıf kanal dolgusu ve koronal restorasyon, mikro sızıntı, dirençli bakterilerin bulunması gibi teknik, biyolojik ve anatomik faktörler endodontik ve periradiküler hastalığın devam etmesine neden olabilir.

Kökte oluşan çatlakların da eğer ağız boşluğu ile bağlantılı ise, yüksek olasılıkla bakteriler için giriş yolu oluşturabileceği düşünülmelidir. Bu yüzden tedavi öncesi özenli bir değerlendirme tedavi başarısını etkilemektedir. Operasyon mikroskobu veya büyüteçlerin ve indikatör boyaların kullanımının değerlendirme ve tedavi evresinde yararı olabilir.

Mikrobik olmayan nedenlerle de başarısızlık görülebilir. Kistik yapılar, kolesterin kristalleri, yabancı cisim reaksiyonu gibi etmenler de kök kanal tedavisinin başarısızlığında etken olabilir.

Yüksek kalitede kök kanal tedavisi yapılması bilgi, beceri ve zaman isteyen bir işlemdir. Tedavi işleminin hızlı ve özensiz bir şekilde yapılması, işlem sırasında dikkat gerektirecek koşulların

sağlanamamasına ve böylece ileriki süreçte tedavinin başarısız olmasına neden olabilecektir.

Endodontik tedavi öncesinde dişin anatomik yapısı, pulpasının ve periapikal dokuların patolojik durumu, hastanın genel sağlık durumu, randevulara ve önerilere özen gösterilmemesi de tedavinin başarısındaki etkenlerdir. Bunun yanı sıra endodontik tedavi esnasında kanal enstrümantasyonunun yapılamadığı, dişin apeksine ulaşmanın olanaklı olmadığı ileri düzeyde kalsifikasyon varlığında, kanalların tam olarak boşaltılıp doldurulmasının olanaklı olmadığı aşırı eğri kanalların, dallanmalarının varlığında, bazı derin kök çürüklerinde, oklüzal travma ve bruksizmde kök kanal tedavisinin başarı oranı düşebilir.

2.1.2- Başarısız Kök Kanal Tedavilerinde, Kök Kanalından İzole Edilen Mikroorganizmalar

Kök kanal tedavisinden sonra kök kanallarında kalan bakterilerin direnci, yapılan tedavinin başarısında ve apikal periodontitisin iyileşmesinde ana etken olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar kanal dolgusu sırasında kök kanallarında bakteri varlığının endodontik tedavi sonucunu etkilediğini ortaya çıkarmıştır¹⁹⁻²³.

Endodontik tedavinin başarısızlığında rol oynayan bakterilerin, tedavi sırasında uygulanan dezenfeksiyon işlemlerine direnç gösterebildiği ve değişen ortama uyum sağlayabildiği görülmektedir. Bu bakteriler kök kanal duvarlarında biyofilm şeklinde topluluklar oluşturmakta, çoğalmakta ve böylece antimikrobiyal uygulamalara direnç gösterebilmektedir²⁴. Kanal dallanmalarında, isthmuslarda ve diğer düzensizliklerde yerleşmiş olan bakteriler, kullanılan kemomekanik izlek sırasında enstrümanlardan ve irriganların etkisinden kaçabilmektedir²⁵. Bazı bakterilerin dentin kanallarına penetre olabilme yetenekleri, onların dezenfeksiyon etkilerinden kaçabilmelerini sağlayabilmektedir^{26,27}. Bunların yanı sıra bakterinin kollajen gibi bir dentin komponentine bağlanmasının da bakteriye çoğu dezenfektana karşı direnç kazandırdığı gösterilmiştir²⁸. Yeni bakteri dentin kanalcıklarına penetre olurken hem

fiziksel olarak dezenfektanlardan korunmakta hem de gösterdiği adhezyon fenotipi ile bir direnç kazanmaktadır.

Kök ucunda oluşan periodontitis kök kanal sistemine yerleşmiş mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyöz bir hastalıktır²⁹⁻³². Apikal periodontitis ile ilişkili kök kanal tedavisi yapılmış veya enfekte olmuş nekrotik pulpalı dişlerde intraradiküler enfeksiyon belirlenmiş ve neticede endodontik tedavi prensibi yalnızca kök kanal sistemi içerisindeki yeni mikroorganizma girişinin önlenmesine değil, yerleşmiş olanların da yok edilmesine odaklanmıştır^{33,34}.

Apikal periodontitis polimikrobiyal etiyolojiye sahiptir ve bakteri topluluğu olgudan olguya değişiklikler gösterebilmektedir^{35,36}. Bu yüzden endodontik enfeksiyonlar, ideal olarak geniş spektrumlu spesifik olmayan, endodontik bakteri topluluğunun tüm elemanlarına etkili olan antimikrobiyal strateji kullanılarak tedavi edilmelidir.

Çoğu endodontik bakteri standart tedavi yöntemlerine karşı duyarlıdırlar. Bununla birlikte bazı bakteriler tedaviye direnç gösterebilmektedir. Kök kanalının doldurulması sırasında, örnekleme sonrasında kültüre edilebilen dirençli bakterilerin varlığı, post-operatif apikal periodontitis gelişimi için bir risk faktörü oluşturmaktadır³⁷⁻⁴². Bir çalışmaya göre doldurma sırasında örneklerden pozitif kültür elde edilen dişler negatif kültür belirlenenlere göre belirgin olarak daha az iyileşme göstermişlerdir³⁹.

Besinlerin miktar olarak azalmış olması, rezidüel bakterilerin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için stratejiler geliştirmek zorunda olduğunu göstermektedir. Çevresel uyaranlar bakterilerde gen ekspresyonunu düzenleyebilir ve böylece bakteriler değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilir⁴³.

Bakterilerin değişen çevre koşullarıyla mücadele etmelerinin başka bir yolu da stres proteinlerinin üretimidir. Çevresel gerilimler etkisinde kalmak, bakteri yaşamını etkileyebilir ve hasar görmüş ya da denatüre olmuş proteinlerin birikimini artırabilir. Strese cevap olarak

bakteriler, yüksek derecede korunmuş proteinler ailesinden olan ve ana görevi mikroorganizmaların olumsuz koşullarda yaşamasına olanak veren ısı şok proteinleri gibi, stres proteinleri olarak bilinen spesifik proteinlerin sentezini artırabilir ya da hızlandırabilirler⁴⁴. Zira, olumsuz koşullarda çoğalmış bakterinin optimum şartlarda çoğalmış bakteriye oranla endodontik dezenfeksiyona daha dirençli olduğu gösterilmiştir⁴⁵.

2.2- Kanal İçinde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Kanal içi yıkama işlemi kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından biridir. Kanal genişletilmesi sırasında ve sonrasında kök kanal boşluğunun yıkanması dentin talaşlarının, doku artıklarının, bakterilerin, toksik artıkların ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkilidir. Bazı kanal yıkayıcıları mikropları öldürme etkisine sahiptir. Bununla beraber tüm antimikrobik maddeler sitotoksik özelliğe sahiptir ve kök ucundan taşırıldığında ağrıya neden olabilmektedir. Kök kanal yıkayıcıların bir başka yararı kanal genişletmesi sırasında kullanılan aletlerin çalışmasını ve kesme etkinliğinin artmasını sağlamaktır^{56,57}.

İdeal bir yıkayıcı, doku ve artıkları eritebilme, düşük toksisite, düşük yüzey gerilimi, kayganlaştırma, dezenfeksiyon, smear tabakasını kaldırabilme özelliklerine sahip olmalı, düşük maliyetli ve raf ömrü uzun olmalı ve kullanıcıya zarar vermemelidir.

Kök kanalının şekillendirilmesi ile birlikte kanal yıkayıcılarının kullanımı debris, artık pulpa ve bakterilerin düzensiz dentin duvarlarına tutunma yeteneğini azaltarak, kök kanalının içerisinden kolaylıkla uzaklaştırabilmelerini sağlar.

Sodyum hipoklorit kök kanal yıkayıcıların içinde en sık tercih edilen solüsyondur. Sodyum hipoklorit suyun içinde sodyum (Na^+) ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrışır ve hipokloröz asit ile denge oluşturur. Hipokloröz asit antibakteriyel etkinlikten sorumludur. Bu etki bakteri hücreesindeki önemli enzimlerinden sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona neden olarak ve hücrenin metabolik işlevlerinin bozulmasını

sağlayarak gerçekleşir⁵⁸⁻⁶⁰. Sodyum hipoklorit genellikle % 0,5 ve % 6 konsantrasyonları arasında kullanılır. Genellikle tedavi amacıyla kullanılan ticari sunumlarının pH'ı 10-12 civarındadır. Bakterileri öldürebilmesi için temas süresi ve doğrudan temas etmesi önemlidir. Ayrıca etkili olarak pulpa artıklarını ve dentinin ana organik maddesi olan kollajeni de çözebilmektedir. Hipoklorit genel kullanımda nekrotik ve vital organik dokuların her ikisini birden çözebilen tek kök kanal yıkayıcısıdır. Bakterileri öldürme sırasındaki organik madde varlığı sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliğinde önemli yer tutar. Organik madde varlığı sodyum hipokloritin etkinliğini azaltan bir faktördür. Düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilir.

Sodyum hipokloritin zayıf yönleri; kötü tadı, toksisitesi ve smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması olarak sayılabilir. Günümüz çalışmaları yüksek konsantrasyondaki sodyum hipokloritin dentin yüzeyine uzun süreli temasının, dentin esnekliğini ve bükülme direncini kötü yönde etkilediğini göstermiştir¹¹¹.

Bununla birlikte yapılan çalışmalar, % 40 veya % 60'ında bakteri varlığının pozitif olduğu kök kanallarında, bakterilerin temizlenmesinde değişik konsantrasyonlarda kullanılan sodyum hipoklorit ile yapılan kemomekanik preparasyonun etkili olmadığını ortaya çıkarmıştır^{21-23,39,46,61}.

Sodyum hipoklorit kemomekanik preparasyon sırasında kök dışına çıkabilmekte ve doku hasarına neden olabilmektedir. Kök ucundan dışarıya taşan hipoklorit, dişi çevreleyen vital dokularda oksidasyon etkisi ile komplikasyon yaratabilir. Etkilenen dokudaki yanıt iritanın hacmine ve konsantrasyonuna bağlıdır^{62,63}.

EDTA, kök kanal tedavisi sırasında kullanımı önerilen en önemli şelasyon maddesidir. EDTA, ilk olarak disodyum tuzu (17 gr), distile su (100 ml) ve 5 M sodyum hidroksit (9.25 ml) içeriğinde % 15'lik konsantrasyonda üretilmiştir⁶⁴.

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde sınırlı bir değere sahiptir. EDTA solüsyonunun genellikle % 17'lik konsantrasyonda kullanımı önerilmektedir. Yüksek konsantrasyonda kullanımı 50 µm kalınlığında dentin duvarını etkileyebilmektedir. Kanal dentin yüzeyine sıvı şekli uygulandığında 1 dakikadan kısa sürede smear tabakası uzaklaştırılmaktadır.

Sodyum hipokloritle birlikte kullanıldığında şelasyon özelliğinin kaybolduğu, fakat dezenfeksiyon özelliğinin arttığı ileri sürülmüştür⁶⁵.

Kalsiyum hidroksit 1920'den bu yana dişhekimliğinde kullanılmaktadır. Geniş spektrumlu antimikrobik etkinliğe ve uzun etki süresine sahiptir. Kök kanalı içerisindeki antibakteriyal etkinliği çok sayıda çalışmayla kanıtlanmıştır^{23,66}. Kullanımı oldukça güvenli ve kolaydır. Sodyum hipoklorit ile birlikte kullanıldığında artık organik maddeleri çözmeye yardımcıdır⁶⁷. Antibakteriyal etkisi yapısından ayrılan hidroksil iyonları ve buna bağlı olarak meydana gelen alkalin ortam yoluyla olmaktadır (pH 12-12,5). Bu yüksek pH değeri ile bakteri hücre duvarı ve protein yapılarına etki göstererek dentin kanalcıkları içerisindeki mikroorganizmaları yok eder^{2,68}.

Souza ve arkadaşları⁶⁹ kalsiyum hidroksitin yararlı etkisini; iltihabi eksudanın absorpsiyonunu oluşturan nem çekici etkisi, endotelial hücrelerin intersellüler içeriklerindeki proteinler ile Ca^{+2} iyonlarının kombinasyonları sonucu oluşan kalsiyum proteinat köprülerinin şekillenmesi, prostaglandin salımı ve hücresel lizisin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan fosfolipaz inhibisyonu şeklinde üç farklı mekanizma ile açıklamıştır.

Kök kanal tedavisi sırasında kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesi tek başlarına bakterileri yok etmeye yeterli olamamaktadır^{70,71}. Bu nedenle kanal şekillendirilmesinden sonra kök kanallarına antibakteriyal ilaç uygulanması mantığı ortaya çıkmıştır. Fakat kalsiyum hidroksitin bakterilerin sayısının azaltılmasındaki etkinliği sorgulanmaktadır.

Yapılan alışmalar kalsiyum hidroksitin bakteri sayısının azaltılmasında uygun olmadığı ve hatta alınan kùltürlerin kalsiyum hidroksit pansumanından sonra negatiften pozitifge geçtiği göstermiştir^{40,49,72}. Bununla birlikte yapılan *ex vivo* alışmalarda dentinin kalsiyum hidroksitin antibakteriyal etkinliğini azalttığı gösterilmiştir^{73,74}. Bir çalışmada ise bakteri sayısı kalsiyum hidroksit pansumanından sonra artmıřtır⁴⁹. Bununla beraber kalsiyum hidroksit enterokokları yok etmede her zaman başarılı olamamaktadır. Bu bakteriler pH 11.5 seviyesinde öldürülebilmektedir. Fakat kanal içerisinde alkali enliği bu düzeye getirebilmek çok zordur⁷³. *Enterococcus faecalis*'in hücre içi pH'ını kontrol etmek için proton pompası kullanması yüksek pH'da hayatta kalabilmesini sađlamaktadır⁷⁵. Bazı *Candida* türleri de kalsiyum hidroksite direnç gösterebilir⁷⁶. Kalsiyum hidroksit su içerisinde çok az çözünen ve bu nedenle yavaş etki gösteren bir antibakteriyal maddedir. Etkili olabilmesi için kök kanalında yeterli miktarda bulunması ve en az 1 haftalık süreyle uygulanması gereklidir²¹.

2.3- Diş Hekimliğinde Lazer Uygulamaları

“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (Radyasyonun uyarılmış yayılımı ile ışık şiddetinin artırılması) aılımlına sahip olan lazerin temeli 1900'lü yıllarda Einstein'in geliştirdiği fiziksel ilkelere dayanmaktadır.

Lazer doğru malzeme seçilerek istenilen dalga boyunda üretilir. Enerjisini sürekli veya atımlı şekilde açığa çıkarabilir. Oluşturulan kısa atımlarla çok büyük enerji elde edilebilir.

Lazer parametreleri iki grupta toplanabilir:

a- Lazer sisteminin kendinde var olan özellikleri; dalga boyu, ışın modu, ışın tipi ve güç menzildir.

b- Kullanıcı kontrolündeki özellikler; çıkış gücü, ışıma süresi ve ışınlama bölgesinin büyüklüğüdür. Lazerlerin temel farklılaştırıcı özelliği

dalga boyudur ve bu lazer ortamı ve ışın moduna bağlı olarak değişim gösterir.

Lazer dokuya uygulandığında 4 temel olay meydana gelmektedir. İlki ışının dokudan yansıması, böylece enerji dokudan uzaklaşır. İkincisi hedef doku içerisine absorbe edilip dokuda ısı artışına neden olur. Üçüncü olarak enerji dokuya hiçbir şey yapmadan altındaki dokulara kadar iletilir. Dördüncü ise hedef dokudan saçılır ve komşu dokulara etki eder⁷⁷.

Lazer enerjisi endodontide çürüğün ve diş vitalitesinin belirlenmesi (laser doppler flowmetry), kavite preparasyonu, çürüğün uzaklaştırılması, anestezi oluşturulması, restoratif materyallerin uzaklaştırılması, dentin duyarlılığının giderilmesi, mine ve dentinin pürüzlendirilmesi, amputasyon, pulpanın çıkarılması, kök kanal preparasyonu, kök kanal dezenfeksiyonu, apeksin kapatılması, kök kanal dolgusu ve tekrarlayan endodontik tedavilerde kök kanallarının boşaltılması, kompozit rezin polimerizasyonu, dişlerin ağartılması ve biyolojik cevabın stimüle edilmesi (biyostimulasyon) gibi çok sayıda ve farklı amaçlarla kullanılmıştır.

Kök kanal tedavisi sırasındaki dezenfeksiyon maddelerinin yetersiz kalması endodontide lazer kullanımını akla getirmiştir. Lazer enerjisi kök kanalında fiber uçlar aracılığıyla iletilmektedir. Fiber uç kök kanalın apikal kısmına yerleştirildikten sonra lazer çalıştırılır ve dairesel hareketle koronal yönde kanalda geri çekilir⁷⁸⁻⁸¹.

Lazer sistemi; lazer ortamı, bir tarafından % 100, diğer tarafından % 90 yansıtıcı ayna bulunan optik rezonans odası ve içinde lazer aktif maddesinin bulunduğu rezonans odasına enerji yollayan pompa sistemi olmak üzere üç ana bölümden oluşur. Lazer ortamı lazer enerjisinin kaynağıdır ve içindeki lazer aktif maddesine göre lazerin ismini belirler. Örneğin, Nd:YAG lazerde, lazer ortamında neodymium gazı bulunmaktadır.

Neodymium:yttrium-aluminyum-garnet (Nd:YAG) lazer dişhekimliğinde ilk kez 1985 yılında Dr. Terry Myers tarafından çürük üzerinde, oklüzal fissürlerde ve periodontal operasyonlarında kullanılmıştır. Nd:YAG lazer 1064 nm dalga boyunda kristal bir lazerdir.

Nd:YAG lazer kök kanalı içerisinde şekillendirme ve sterilizasyon amaçlarıyla kullanılmıştır^{78,81-85}. Ayrıca Nd:YAG lazer kanal duvarlarındaki smear tabakasını kaldırmada da etkilidir⁷⁹.

Nd:YAG lazer suda ve hidroksiapatitte iyi absorbe olamamaktadır. Bu nedenle ışın diş sert dokuları tarafından absorbe edilememekte ve uygulanan dokudan daha derin tabakalara penetre olmaktadır. Böylece lazer enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu da hedef dokuyu ısıtmaktadır. Penetrasyon derinliği doku tipine göre değişmesiyle birlikte genellikle organik dokularda daha fazla absorbe edilmektedir⁷⁷. Nd:YAG lazer oral yumuşak dokularda 4 mm'ye kadar penetre olabilmektedir^{78,82,85-87}.

Nd:YAG lazer pigmente bakterilerin DNA'larını bozarak bakterisit etki gösterir. Lazerin kök kanalındaki dezenfeksiyon etkisi, mikroorganizmaları doğrudan buharlaştırmasına ve lokalize ısınma sağlamasına bağlanmaktadır. Dentinin derin tabakalarında ve dentin kanalcıkları içerisinde yayılan indirekt lazer ışınları sayesinde bakterisit etki elde edilebilmektedir^{78,81-84}.

Nd:YAG lazerin kanal içinde kullanımında, duvar yüzeyinde erimiş bir tabakanın meydana geldiği ve dentin kanalcıklarının tıkanığı, smear tabakası veya herhangi bir doku artığı görülmediği bildirilmiştir^{79,88-90}.

Nd:YAG lazer dokuyu fotoablasyon ile eriterek uzaklaştırmaktadır. Nd:YAG lazerin ablasyon yeteneği sınırlıdır (100-200 µm;⁹¹). Bununla beraber Nd:YAG lazer doku derinliğinde bilinen en iyi absorbsiyon yeteneği olan lazerdir. Işının % 25'inin 3 mm. derinliğe kadar etkili olduğu göz önüne alındığında dentin derinliğinde antimikrobiyal etkisi ortaya çıkmaktadır. Termal enerji hedef dokuya transfer edilmekte, doku

ısınmakta ve buharlaşmaktadır. Nd:YAG lazerden gelen radyasyon fiber optik bir uç aracılığıyla apikale doğru hareket ettirilerek kök kanalının ucuna yönlendirilmekte ve bu esnada doku buharlaşmakta ve kök kanalı şekillendirilmektedir. Sterilizasyon etkisi mikropların doğrudan buharlaşması veya lokalize ısınma ile sağlanmaktadır. Uygulanan enerjinin % 50 si de 75 µm lik bir derinliğe kadar iletilebilir. Işın uygulandığında hedef dokuda plazma reaksiyonu görülür ve doku hacimsel olarak genişir. Miserendino ve Pick'e⁹¹ göre bu genişme sırasında oluşan ani ve kısa aralıklı şok dalgaları doku bütünlüğünde moleküller ve atomlar arasındaki bağlantıyı bozar. Bununla beraber bu etki kontrollü bir şekilde dokuya iletilmediği zaman doku yüzeyinde çatlaklar oluşur.

Maden⁹² dentin bloklarını bir yüzünden *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* ile enfekte ettikten sonra diğer yüzeyden Nd:YAG lazeri 1.5 W, 15 pps, 100 mj veya 1.8 W, 15pps, 120 mj veya 2 W, 15pps, 130 mj değerlerde 10 saniyelik uygulama ve 15 saniyelik bekleme aralıkları ile dört kere uygulamıştır. Mikrobiyolojik incelemede birinci güç seviyesi ile ikinci seviye arasında bir fark bulamazken, ikinci ve üçüncü seviyeler arasında belirgin bir fark saptamıştır. Üçüncü seviyede test mikroorganizmalarının % 99,4 ü inhibe olmuştur. *Candida albicans* en dirençli suş olarak görülmüş ve 2 W lazer uygulaması yapılan tüm gruplar içerisinde yalnızca *Candida albicans* grubu pozitif kültür sonuçları vermiştir. SEM incelemesinde tüm bakteriler hücre deformasyonları göstermiştir. Düşük lazer güç seviyelerinde hasar membran erozyonu, yüzey değişimleri ve yapısal plastik deformasyon olarak gerçekleşmiştir. Yüksek lazer güç seviyelerinde oluşan hasar da tamamen parçalanmış hücreler ve etrafa saçılmış hücre artıkları şeklinde gözlemlenmiştir. Yüksek veya düşük lazer güç seviyelerine karşı *Candida albicans* hücre kontraksiyonu şeklinde cevap verirken, yüksek lazer güç seviyelerinde koagüle olmuş amorf hacimlerin görüldüğü ve birbiri ile kaynaşmış maya hücreleri gözlemlenmiştir. Hücre şekilleri tamamen birbirinin içine kaynaşarak geçmiş bir görüntü sergilemiştir. Yine SEM

incelemesinde 1.5 W lazer güç seviyesi dentin derinliğindeki yapıda bir değişiklik meydana getirmemiştir. Lazer güç seviyesi 1.8 W a çıkarıldığında ışıma sonucunda semental yüzeyde dentin kanalcık açılımlarının yanı başında küçük çatlaklar oluşmuştur. Ancak lazer güç seviyesi 2 W'ta uygulandığında bu çatlak hattının uzadığı ve dentin tübüllerinin tıkanmış bir görüntü sergilediği gözlemlenmiştir⁸⁹.

Meire ve arkadaşları⁹³ antimikrobiyal fotodinamik sistemleri *Enterococcus faecalis* ile enfekte dentin diskleri üzerine uygulayarak koloni sayımları yaptıkları çalışmalarında sodyum hipoklorit ve Er:YAG lazeri yüksek düzeyde etkili bulurken, Nd:YAG lazeri en az tesirli uygulama olarak bildirmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma başarısız endodontik tedavili dişlerde olası rezidüel enfeksiyonla mücadele etmek amacıyla geleneksel mekanik ve kimyasal tedaviye bir alternatif olarak veya eşlik edilerek Nd:YAG lazerin kullanılması amacıyla yapıldı.

Hasta üzerindeki uygulamadan önce ön çalışma olarak olası ısı yükselmelerinin diş çevre dokularında oluşturabileceği hasarlar düşünülerek çekilmiş dişler üzerinde sıcaklık değişimi testi yapıldı. On beş çekilmiş, tek köklü insan dişine endodontik giriş kaviteleri açıldı, kök kanallarına girildi ve kanallar 50 numaraya kadar genişletildi. Dişler elastomerik ölçü maddesi içerisine kron açıkta kalacak şekilde gömüldü ve sabit sıcaklıkta (37°C) su banyosuna alındı. Bir sıcaklık ölçer algılayıcısı kök yüzeyi ve ölçü maddesi arasından geçirilerek kökün orta üçlüsü seviyesinde sabitlendi. Kanal içerisine yerleştirilen Ø 0.30 mm optik fiber aracılığıyla 15 Hz frekansta, 100, 120 ve 140 mJ enerji seviyelerinde (sırasıyla 1.5, 1.8 ve 2.1 W güçlerine denk) Nd:YAG lazer uygulandı. Optik uç spiral süpürme ile apikalden koronale hareket ettirildi. Beş saniye lazerleme ve 55 saniye yıkama/soğutma işlemi şeklinde ardı ardına 5 döngü gerçekleştirildi. Sıcaklık değişimleri sıcaklık ölçerin göstergesi üzerinde takip edildi. Isı yükselmeleri göz önüne alınarak *in vivo* ortamda en az hasar verecek güç seviyesi rehber olarak alındı.

Ardından Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nin 2007 Etik Kurul onayı ile Nd:YAG lazerin yalnız başına veya sodyum hipoklorit ve EDTA irrigasyonu ile beraber kullanımının geleneksel sodyum hipoklorit + EDTA uygulamasına göre antimikrobiyal etkilerinin karşılaştırılması amacıyla 48 hastanın 48 dişinde klinik çalışma yapıldı.

Dişler, Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD'na başvuran hastalardan seçildi. Çalışmaya dahil edilme ölçütlerinde;

A: Genel sağlık durumu;

- Herhangi bir spesifik ve non-spesifik hastalığın bulunmaması
- 3 ay içerisinde herhangi bir antibiyotik kullanmamış olması göz önüne alındı.

B: Dişlerin seçilme ölçütleri;

- Radyografik olarak görülebilir periapikal lezyon bulunması,
- Kanal dolgusu en fazla 4 mm kısa olması,
- Kök kanal tedavisi en az 4 yıl önce yapılmış olması,
- Dişin asemptomatik durumda bulunması,
- Kök kanalının doğrudan ağız ortamıyla ilişkisinin bulunmaması,
- Lastik örtü uygulanabilinir olması değerlendirildi.
- Uygulamanın zorluğu nedeniyle tek köklü dişler seçildi.

Hastalara 'Hasta Gönüllü Formu' okutturulup, işlem hakkında detaylı açıklama yapıldı. Tedaviyi kabul eden hastalara bu form imzalatılarak tedaviye başlandı.

Endodontik Ön İşlemler:

Diş öncelikle bir pat ve döner fırça yardımıyla dental plaktan ve eklentilerinden temizlendi. Lastik örtü yalıtımı sağlandı. Lastik örtünün ve klempin dişle birleşme noktaları tükürük sızıntısını önlemek için ışıqla polimerize olan bir rezin bariyer (Topdam, FGM) ile kaplandı. Bunun polimerizasyonu için 20 saniye ışıqla uygulandı. Diş, lastik örtü, klemp ve bariyerin dekontaminasyonunu sağlamak için bölge % 30'luk hidrojen peroksit ile merkezden dışarıya doğru silindi. Sonra % 3'lük sodyum hipoklorit tekrar merkezden dışa doğru 1 dakika boyunca uygulandı. Giriş kavitesi kanal dolgusu görülebilene kadar, fissür frez takılı hızlı dönen bir aerotor yardımıyla, su soğutması kullanılmayarak, steril saline solüsyonu

yıkaması altında açıldı. Giriş kavitesinin açılmasından sonra, sırasıyla kavite, diş, klemp, lastik örtü merkezden dışa doğru % 3'lük sodyum hipoklorit ile silindi. Sodyum hipokloritin inaktivasyonunu sağlamak için % 5'lik steril sodyum thiosülfat kullanıldı. Giriş kavitesinden steril kağıt koni ile kavite duvarlarının mikrobiyolojik durumunu (kontaminasyonu) kontrol etmek amacıyla kültür örneği alındı. Kağıt koni kültür yapılması için taşıyıcı besiyerlerine konuldu. Bu örnekleme S₀ olarak kayıtlara geçildi.

Tekrarlayan tedavi ve örnekleme izlekleri:

Önceki kanal dolgusunu uzaklaştırmak için Gates-Glidden 1-4 numaralı frezler, H-tipi ve K-tipi kanal eğeleri kullanıldı. Gates-Glidden frezleri kanal içerisinde direnç hissedilene kadar uygulandı. Hiçbir kimyasal çözücü uygulanmadı. Kanal yıkamasında yalnızca steril serum fizyolojik kullanıldı. Kanal dolgusu kanaldan kontamine edilmeden bütün şekilde çıkarıldığı koşullarda doğrudan taşıyıcı besiyerine konuldu. Daha sonra çalışma boyutu elektronik apeks bulucu veya radyografi yardımıyla belirlendi. Kök kanalı kök ucundan 1 mm kısa olarak K-tipi eğelerle balanslı kuvvet tekniği ile şekillendirildi. Balanslı kuvvet yönteminde eğe ilk olarak apeks yönünde hafif baskıyla çeyrek tur saat yönünde ilerletildi. Ardından saat yönü-tersi apikal yönde baskıyla iki tam tur uygulandı. Bahsedilen saat yönünde ve tersindeki uygulamalar eğe kanal içerisinde rahat çalışana kadar tekrarlandı. En son olarak kanal içerisindeki debris dışarı almak için saat yönünde turlar uygulandı ve eğe kanaldan çıkartıldı⁹⁴. Her kanal eğesi değişiminde 2 ml steril serum fizyolojik ile kanal yıkandı. 35 numaralı kanal eğesi ile şekillendirme yapıldıktan sonra, kök kanalı steril serum fizyolojik ile yıkandı ve 25 numaralı kanal eğesi ile kanal duvarı 10 saniye boyunca çevresel olarak kazındı. 5 adet steril kağıt koni kanal içerisine sırayla 10'ar saniye bekletilmek üzere yerleştirildi. Kağıt koniler sırayla taşıyıcı besiyerinin içine konuldu. Bu S₁ olarak kaydedildi. Kanal 50 numaralı eğeye kadar şekillendirildi. Her eğe değişiminde tekrar steril serum fizyolojikle yıkandı. 50 numaralı eğe ile şekillendirmeden sonra kanal tekrar steril serum fizyolojikle yıkandı ve 25 numaralı eğe ile 10 sn boyunca kanal duvarları kazındı. 5 kağıt koni

kullanılarak yukarıda anlatıldığı gibi tekrar sırayla örnek alınıp taşıyıcı besiyerine yerleştirildi. Bu örnek S₂ olarak tanımlandı. S₂, test edilen dezenfeksiyon yöntemleri için pre-operatif kantitatif örnek olarak kabul edildi. Bu noktadan sonra ayrı ayrı üç izlek grubundan biri uygulandı.

Örneklerin alınması:

Steril kağıt konlar 5'er tane kullanarak alınan örnekler aerop mikroorganizmalar için 1 mL Tryptik soy sıvı (TYC) (Merck, Almanya), mikroaerofilik ve zorunlu anaerob mikroorganizmalar için önceden indirgenmiş 5 mL indikatörsüz thiyoglikolatlı sıvı besiyeri (Merck, Almanya) içeren vidalı kapaklı tüplere alındı.

1. Grup: Sodyum hipoklorit + EDTA grubu:

Kök kanalları % 17'lik steril EDTA ile 1 dakika boyunca yıkandı. Daha sonra 2 ml % 1'lik sodyum hipoklorit ve her seferinde 1 dakika bekletilerek 5 defa yıkandı.

2. Grup: Lazer grubu:

Dalga boyu 1064 nm Nd:YAG lazer (PulseMaster 600IQ, American Dental Technologies) cihazı çalışmada kullanıldı. Ön çalışmada elde edilen değerler ve Moritz'in⁷ önerdiği enerji seviyesi dikkate alınarak, atım frekansı 15 Hz, atım enerjisi 100 mJ ve dolayısıyla çıkış enerjisi de 1,5 W'a ayarlandı. Lazer enerjisini kanala ulaştırmak için 0.30 mm'lik fiber optik uç kullanıldı.

Kök kanalına 5 saniye boyunca 5 defa ışın uygulandı. Lazer cihazının fiber optik ucu kanalın apikalinden koronaline doğru dentin duvarlarına temas ettirilerek spiral şekilde hareket ettirildi. Her 5 saniye ışınlama arasında kök kanalları 55 saniye 2 ml steril serum fizyolojik ile kanal yıkandı. Lazerin bu deneyde kullanımı sıcaklık değişimi incelemesi için yapılan ön çalışmadakine benzer şekilde gerçekleştirildi.

3. Grup: Lazer ve sodyum hipoklorit + EDTA irrigasyonu grubu:

Kanal % 17'lik steril EDTA ile, daha sonra 2 ml % 1'lik sodyum hipoklorit ile 1 dk boyunca yıkandı. Lazer, ikinci gruptakine benzer şekilde uygulandı. Ancak 2 ml steril serum fizyolojik yerine 2 ml % 1'lik sodyum hipoklorit kullanıldı.

Sodyum hipoklorit kullanılan kanallar (1. ve 3. Gruplar), 2 ml % 5'lik sodyum thiosülfat ile sodyum hipokloritin etkisizleştirilmesi için yıkandı. Sonra 2 ml steril serum fizyolojik kanallara uygulandı ve kanal duvarları kazındı. Daha önce anlatıldığı gibi kültür örneği kağıt konlarla alındı. Dezenfeksiyon uygulamaları sonunda alınan bu örnekler S₃ olarak kayıt altına alındı.

Kanallar kalsiyum hidroksit patı ile dolduruldu. Geçici bir dolgu maddesi ile giriş kavitesi kapatıldı. 7 gün sonraya hastaya randevu verildi.

7 gün sonra aseptik koşullar sağlanarak geçici dolgu kaldırıldı. Kalsiyum hidroksit, şekillendirmeden kaçınılarak K-tipi kanal eğeleri ve steril serum fizyolojik kullanılarak kanaldan uzaklaştırıldı. Kök kanalları 2 ml steril serum fizyolojik ile yıkandı ve daha önce anlatıldığı gibi örnek alındı. Kalsiyum hidroksit pansumanı sonrası alınan örnekler S₄ olarak kayıt edildi.

Alınan bütün örnekler mikrobiyolojik olarak değerlendirildi. Üreyen mikroorganizmaların tiplendirilmeleri yapıldı, koloni sayıları belirlendi ve bulunma yüzdeleri incelendi.

Mikrobiyolojik kültür ve tanımlama:

Bekletilmeden Mikrobiyoloji laboratuvarına getirilen örnekler 1 dakika süreyle vorteks ile karıştırıldı ve mikroorganizma sayımının daha kolay yapılabilmesi için 1/10 olacak şekilde seri sulandırılmaları yapıldı. Hem ilk tüplerden hem de sulandırım tüpünden 100'er µl uygun besiyerlerine ekildi. Aerop mikroorganizmalar için, TYC sıvı besiyeri içeren

tüplerden 100 µl alınarak % 10 koyun kanlı agara (Orbak, Türkiye) ekilerek 24-48 saat, 37°C'de etüv içinde inkübasyona bırakıldı. Mikroaerofil ve anaerob mikroorganizmalar için aynı miktarda örnek thiyoglikolat besiyeri içeren tüplerden alınarak mikroaerofiller için % 10 koyun kanlı agar ve %5 koyun kanı, Vit K1(1µg/ml) ve hemin (5µg/mL) ilave edilmiş Colombia agar (Merck, Almanya) ve Tryptic soy agar (40g/L), maya özütü (1g/L), basitrasin (75µg/mL), vankomisin (5 µg/mL) ve % 10 at serumu içeren triptik soy serum/ basitrasin/ vankomisin agar (TSBV) besiyerlerine ekilerek 37°C'de 4-5 gün %5 CO₂ içeren etüvde (HealForce®, Çin) inkübasyona bırakıldı. Anaerobik mikroorganizmalar anaerob kabin (Electrotek, İngiltere) içinde %10 H₂, %10 CO₂ ve %80 N₂ içeren atmosfer ortamında thiyoglikolat sıvı besiyeri içeren tüpler içinden 100 µl alınarak önceden hazırlanmış %5 koyun kanı, Vit K1(1µg/ml) ve hemin (5µg/ml) eklenmiş Schaedler agar (Merck, Almanya) besiyerine ekildi ve 37°C'de 7-10 gün inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süreleri bitiminde üreyen koloniler sayıldı ve tek/saf koloni ekimi için tekrar anaerob kabin içinde Schaedler agar besiyerine tür düzeyinde tanımlamaları için pasaj ekimleri yapıldı. Üreyen kolonilerin aerotolerans testi için çikolata agar besiyeri kullanıldı. Anaerop oldukları kesinleştirilen bakteriler koloni yapıları, kanlı agarda hemoliz özellikleri, gram boyanma özellikleri, kolonilerin pigment özellikleri ve uzun dalga ultraviyole ışığı altında floresans oluşturup oluşturmamaları, katalaz testi (% 15'lik hidrojen peroksit) ve koagülaz testleri, spot indol testi [dimetilaminosinamaldehyd (DMACA), (Becton Dickenson®ABD)], serolojik ve biyokimyasal özellikleri ve özel potensli antibiyotik disklerine [5 µg vankomisin, 1000 µg kanamisin ve 10 µg kolistin (Bioanalyse, Türkiye)] duyarlılık sonuçlarına göre Klinik Laboratuar Standartları Enstitüsü (CLSI) kriterlerine uyularak tiplendirilme yapıldı^{95,96}.

Koagülaz testi (tüp içinde):

Özellikle Stafilokok türleri içinde *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) türünün diğer Stafilokok türlerinden ayırt etmek için

bakterinin besiyeri ortamına salgıladığı bağımsız koagülaz enzimini araştırma için koagülaz testi uygulandı.

Spot indol testi:

Anaerob bakterilerin gruplanması ve tanımlanmasında için indol testi uygulandı. Bu çalışmada, DMACA indol (Becton Dickinson, Stains&Reagents, kat.no: 261187) ayırıcı kullanıldı. Bir parça filtre kağıdı üzerine bir damla indol ayırıcı damlatılarak 48 saatlik saf kültürden alınan birkaç koloni, filtre kağıdının indol ayırıcı damlatılan kısmına sürüldü. Otuz saniye içerisinde mavi veya yeşil renk oluşumu indol pozitif, renk değişikliği olmaması veya pembemsi renk oluşumu indol negatif olarak değerlendirildi. Siyah pigmentli anaerob bakterilerin oluşturdukları yeşilimsi renk değerlendirildi. Pigment, renk oluşumunu maskeleyebileceğinden gereken durumlarda test tekrarlandı. Testin uygulanması sırasında pozitif kontrol olarak *Escherichia coli* ATCC 25922 suşu, negatif kontrol olarak ise *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 suşu kullanıldı.

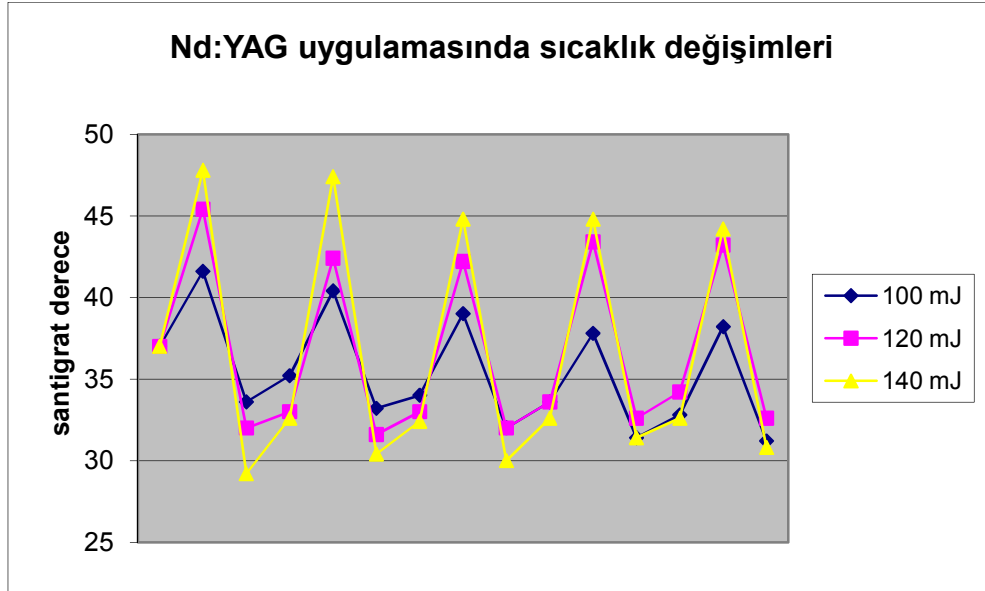
Geleneksel mikrobiyolojik yöntemler ile tanımlanması yapılan aerob ve anaerob bakterilerin tür düzeyinde tanımlamalarının yapılması amacı ile, “Becton Dickinson, BBL Crystal Identification Systems ID Kit” (Amerika) bakteri tanımlama hazır ticari kiti üretici firmanın kullanma kılavuzuna bağlı olarak uygulandı. Sonuçlar BBL Crystal anaerob veri tabanında yer alan birçok bakterinin biyokimyasal ve enzimatik reaksiyon paterni esas alınarak bir bilgisayar yazılımı (BD Crystal Mind Software) kullanılarak reaksiyon paternlerinin veri tabanı ile karşılıklı analizi sonucu elde edilen veriler ile değerlendirildi. Bilgisayar ortamında tür düzeyinde tiplendirme yapıldı.

Kanal dolgusunun uzaklaştırılmasından sonra, mekanik preparasyondan sonra, dezenfeksiyon uygulamasından sonra ve kalsiyum hidroksit pansumanından sonra kültüre edilip tiplendirmeleri yapılan mikroorganizmaların farklı aşamalardaki eradikasyonları ayrıca kaydedildi.

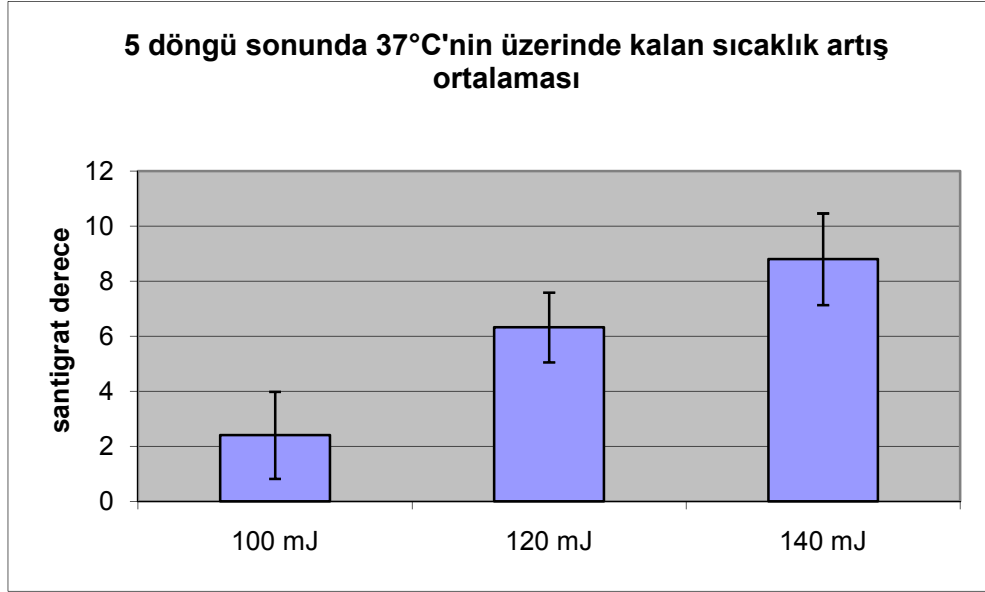
4. BULGULAR

4.1 Sıcaklık Değişimi Ön Çalışması

Hiçbir grupta birikimli (kümülatif) sıcaklık artışı görülmedi. 37°C'nin üzerindeki ortalama sıcaklık artışı 1.5, 1.8 ve 2.1 W grupları için sırasıyla: 2.4, 6.3 ve 8.8°C bulundu (Şekil 1,2). Bütün gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulundu (t -test; $p < 0.05$).



Şekil 1: Lazer uygulamasındaki kök yüzeyindeki sıcaklık değişimleri. 5 saniye uygulaması ile yükselen sıcaklık, ardından 55 saniye irrigasyonla soğutmanın sağlanması ve tekrar lazer uygulamaya geçene kadar ki sürede sıcaklığın hafif bir şekilde yükselmesi şeklinde seyir gösteren 5 döngü görülmektedir.



Şekil 2: Uygulanan lazer dezenfeksiyon döngüsünün vücut sıcaklığının üzerinde kalan artış ortalaması

4.2 Klinik ve Mikrobiyolojik Çalışma Bulguları

İkincil kök kanal enfeksiyonunun mikroorganizmalarının tanımlanması ve tedavi sırasında kullanılan üç farklı dezenfeksiyon yönteminin etkinliğinin araştırıldığı 48 dişten Grup 1’de iki olgu S_0 örneği pozitif kültür gösterdiğinden çalışma dışı bırakıldı. Geri kalan 46 dişin kök kanallarından alınan örneklerin kültür yöntemi ile değerlendirilmesinde koronal kontaminasyonu incelemek amacıyla alınan S_0 örneklerinde herhangi bir üreme olmadığı belirlendi.

İlk randevudaki S_1 , S_2 ve S_3 örneklerinden elde edilen aerob, anaerob ve mikroaerofil mikroorganizmalar kanal sistemi mikrobiyal florası olarak kabul edildi. Bu mikroorganizmaların bulundukları olgu sayısı ve toplam diş sayısına göre bulunma yüzdeleri Çizelge 1’de verildi.

ÇİZELGE 1: 46 olguda kültüre edilebilen mikroorganizmalar

MİKROORGANİZMALARIN İSMİ	OLGU SAYISI (toplam 43)	YÜZDESİ
<i>Corynebacterium spp</i>	25	58,1
<i>Bacillus spp</i>	17	39,5
<i>Enterococcus faecalis</i>	11	25,5
<i>Streptococcus mutans</i>	11	25,5

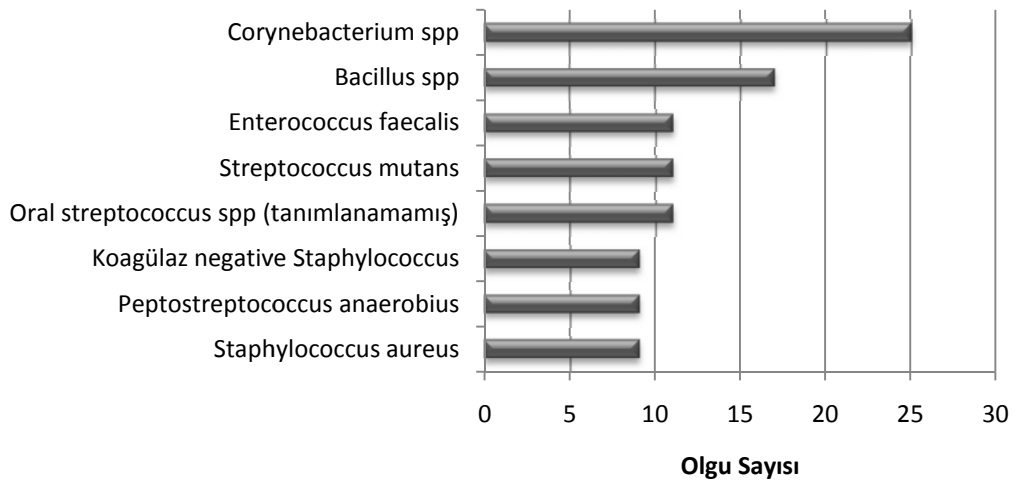
<i>Oral streptococcus spp</i> (tanımlanamamış)	11	25,5
<i>Koagülaz negative Staphylococcus</i>	9	20,9
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	9	20,9
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	20,9
<i>Staphylococcus saccharolyticus</i>	8	18,6
<i>Micrococcus luteus</i>	7	16,3
<i>Peptostreptococcus micros</i>	7	16,3
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	7	16,3
<i>Veillonella spp</i>	6	13,9
<i>Lactobacillus casei</i>	5	11,6
<i>Lactococcus lactis</i>	5	11,6
<i>Porphyromonas endodontalis</i>	5	11,6
<i>Actinobacillus actinomycetemcomitans</i>	4	9,3
<i>Actinomyces israelii</i>	4	9,3
<i>Actinomyces naeslundii</i>	4	9,3
<i>Actinomyces odontolyticus</i>	4	9,3
<i>Actinomyces viscosus</i>	4	9,3
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	4	9,3
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	4	9,3
<i>Bacteroides vulgatus</i>	3	6,9
<i>Peptostreptococcus asaccharalyticus</i>	3	6,9
<i>Pneumococcus spp</i>	3	6,9
<i>Prevotella intermedia</i>	3	6,9
<i>Actinomyces meyeri</i>	2	4,6
<i>Actinomyces pyogenes</i>	2	4,6
<i>Bacteroides fragilis</i>	2	4,6
<i>Bacteroides spp</i>	2	4,6
<i>Bacteroides stercoris</i>	2	4,6
<i>Bifidobacterium dentium</i>	2	4,6
<i>Candida nonalbicans</i>	2	4,6
<i>Fusobacterium spp</i>	2	4,6
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	4,6
<i>Staphylococcus intermedius</i>	2	4,6
<i>Streptococcus sobrinus</i>	2	4,6
<i>Aerococcus viridans</i>	1	2,3
<i>Bacteriodes uniformis</i>	1	2,3
<i>Bacteroides fragilis</i>	1	2,3
<i>Bacteroides stercoris</i>	1	2,3

<i>Bifidobacterim dentium</i>	1	2,3
<i>Bulkholderia cepacia</i>	1	2,3
<i>Candida albicans</i>	1	2,3
<i>Clostridium spp</i>	1	2,3
<i>Enterobacter alcaligenes</i>	1	2,3
<i>Enterococcus faecium</i>	1	2,3
<i>Eubacterium aerofaciens</i>	1	2,3
<i>Eubacterium lentum</i>	1	2,3
<i>Eubacterium limosum</i>	1	2,3
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	1	2,3
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	1	2,3
<i>Fusobacterium russii</i>	1	2,3
<i>Fusobacterium varium</i>	1	2,3
<i>Gemella morbiliform</i>	1	2,3
<i>Gr (+)Pneumococcus spp</i>	1	2,3
<i>Hemophylus spp</i>	1	2,3
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1	2,3
<i>Lactobacillus acidophylus</i>	1	2,3
<i>Lactobacillus jensenii</i>	1	2,3
<i>Lactobacillus lactis</i>	1	2,3
<i>Micrococcus lactis</i>	1	2,3
<i>Micrococcus lylea</i>	1	2,3
<i>Micrococcus roseus</i>	1	2,3
<i>Micrococcus sedentarius</i>	1	2,3
<i>Peptostreptococcus assaccharolyticus</i>	1	2,3
<i>Peptostreptococcus indolicus</i>	1	2,3
<i>Peptostreptococcus magnus</i>	1	2,3
<i>Peptostreptococcus prevotii</i>	1	2,3
<i>Pleomorfik (tanımlanamamış)</i>	1	2,3
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	1	2,3
<i>Prevotella buccae</i>	1	2,3
<i>Prevotella denticola</i>	1	2,3
<i>Prevotella melaninogenica</i>	1	2,3
<i>Prevotella oralis</i>	1	2,3
<i>Prevotella spp</i>	1	2,3
<i>Propionebacterium propinonicum</i>	1	2,3
<i>Siyah-pigmentli (tanımlanamamış)</i>	1	2,3
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	2,3

<i>Streptococcus constellatus</i>	1	2,3
<i>Streptococcus micros</i>	1	2,3
<i>Streptococcus pyogenes</i>	1	2,3

Buna göre toplam 46 olguda % 93,5 oranında (43 olgu) pozitif kültür elde edildi. Bu pozitif kültürden 83 mikroorganizma tiplendirilmesi yapıldı. Kök kanallarından en sık izole edilen (olguların % 20'sinden fazlasında) 8 mikroorganizma Şekil 3'te sunuldu.

Görülme Sıklığı

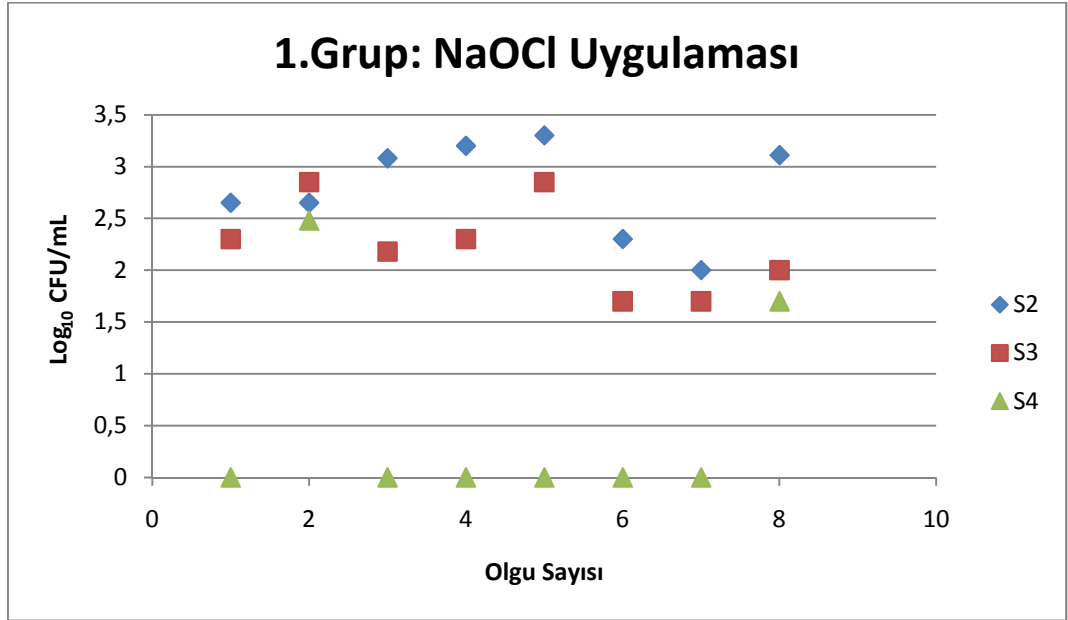


Şekil 3: En sık belirlenen ilk 8 mikroorganizmanın olgulara göre görülme sıklığı

Kök kanalının standart bir değere kadar genişletilmesinin ardından alınan S_2 örneği ve uygulanan dezenfeksiyon yöntemini takiben alınan S_3 örneğine ait kültüre edilebilen bakteri sayılarının $\log_{10}$ ortalamaları; 1.grupta (EDTA ve sodyum hipoklorit yıkaması sonrasında) S_2 : 2,79 iken, S_3 : 2,23 olarak bulundu (Şekil 4); 2. grupta (Nd:YAG lazer grubu) S_2 : 3,45; S_3 : 2,52 (Şekil 5); 3. grupta (lazer ve sodyum hipoklorit + EDTA grubu) S_2 : 3,20, S_3 : 2,01 olarak hesaplandı (Şekil 6). Tüm gruplar içinde $S_2 - S_3$ değerleri arasında anlamlı fark bulundu (t-test; $p < 0,05$). Yani, uygulanan tüm dezenfeksiyon yöntemleri başlangıç bakteri sayısını belirgin olarak azalttı.

İkinci randevuda dentin yüzeyi kazınarak alınan S_4 kültür örnekleri ile standart S_2 kültür örneklerinin logaritmik ortalamaları gruplara göre sırayla, 1. grup S_2 : 2,79/ S_4 : 0,52 (Şekil 4); 2. grup S_2 : 3,45/ S_4 : 1,99 (Şekil 5); 3. grup S_2 : 3,20/ S_4 : 1,90 (Şekil 6) olarak hesaplandı. Tüm gruplarda $S_2 - S_4$ değerleri arasında yine anlamlı fark bulundu (t-test $p<0,05$).

Sterilizasyon etkinliğinin değerlendirilmesinde, standart olarak belirlenen S_2 örnekleri göz önüne alındığında, birinci grupta 4 olgu, ikinci grupta 2 olgu, üçüncü grupta 2 olgu üreme olmadığından dolayı değerlendirme dışı bırakıldı.



Şekil 4: Şekilde sodyum hipoklorit + EDTA uygulanan grupta başlangıç bakteri sayısı (S_2), uygulama sonrası bakteri sayısı (S_3) ve bir haftalık kalsiyum hidroksit pansuman sonrası bakteri sayısı (S_4) her olgu için gösterilmektedir.

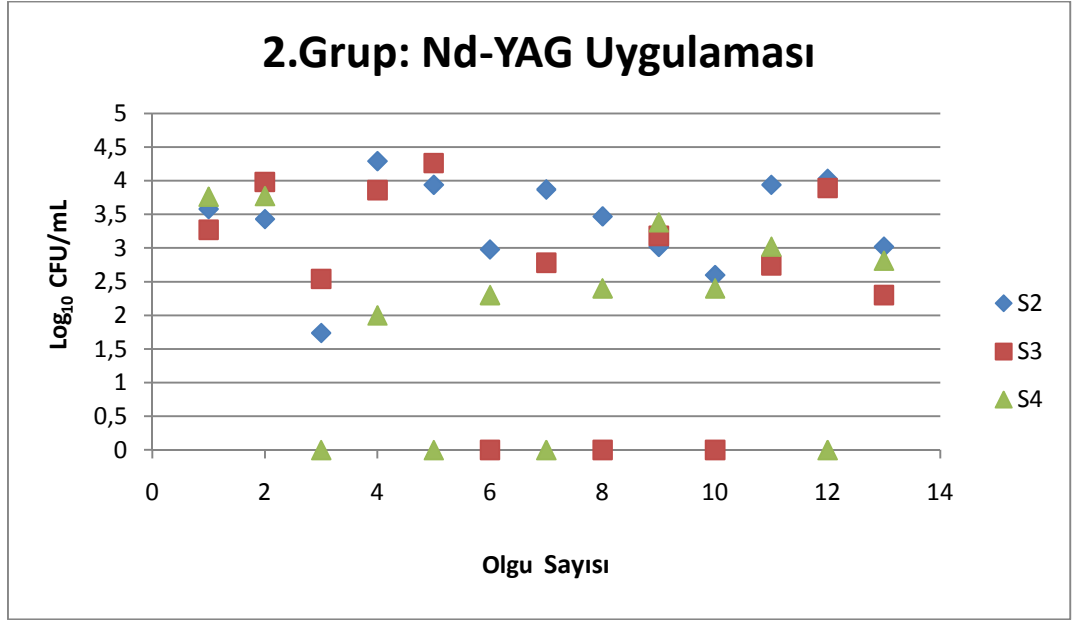
S_2 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 2,79 (0,47)

S_3 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 2,23 (0,45)

S_4 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 0,52 (0,99)

S_2 - S_3 karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,008$ ($p<0,05$)

S_2 - S_4 karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,001$ ($p<0,05$)



Şekil 5: Şekilde lazer uygulanan grupta başlangıç bakteri sayısı (S₂), uygulama sonrası bakteri sayısı (S₃) ve bir haftalık kalsiyum hidroksit pansuman sonrası bakteri sayısı (S₄) her olgu için gösterilmektedir.

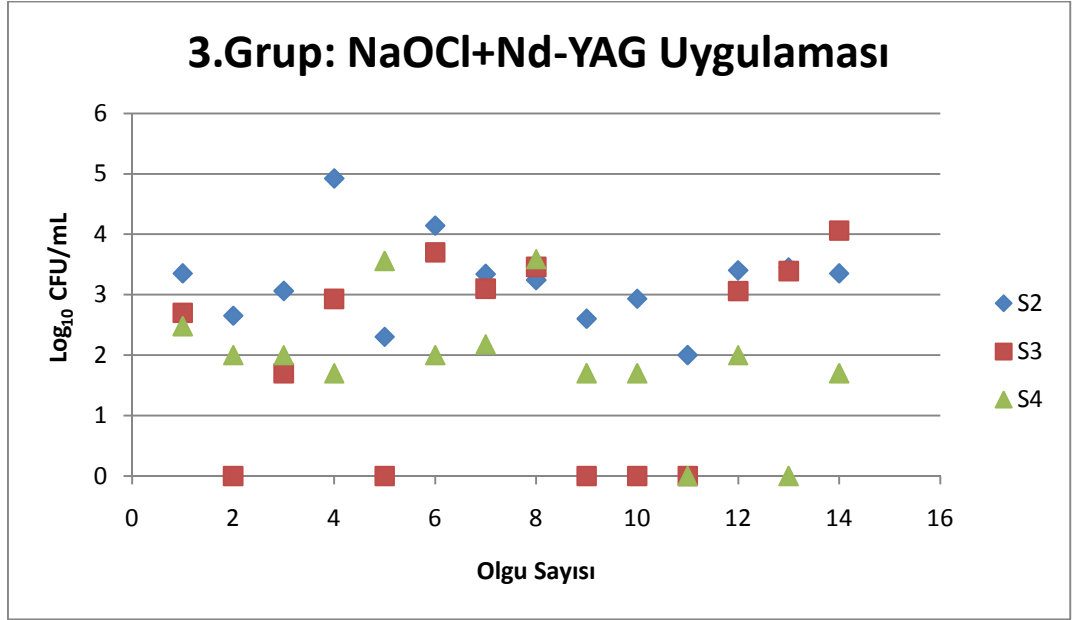
S₂ ortalama bakteri sayısı (±SD): 3,45 (0,54)

S₃ ortalama bakteri sayısı (±SD): 2,52 (1,55)

S₄ ortalama bakteri sayısı (±SD): 1,99 (1,48)

S₂-S₃ karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,024$ ($p<0,05$)

S₂-S₄ karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,009$ ($p<0,05$)



Şekil 6: Şekilde lazer + sodyum hipoklorit + EDTA uygulanan grupta başlangıç bakteri sayısı (S_2), uygulama sonrası bakteri sayısı (S_3) ve bir haftalık kalsiyum hidroksit pansuman sonrası bakteri sayısı (S_4) her olgu için gösterilmektedir.

S_2 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 3,20 (0,73)

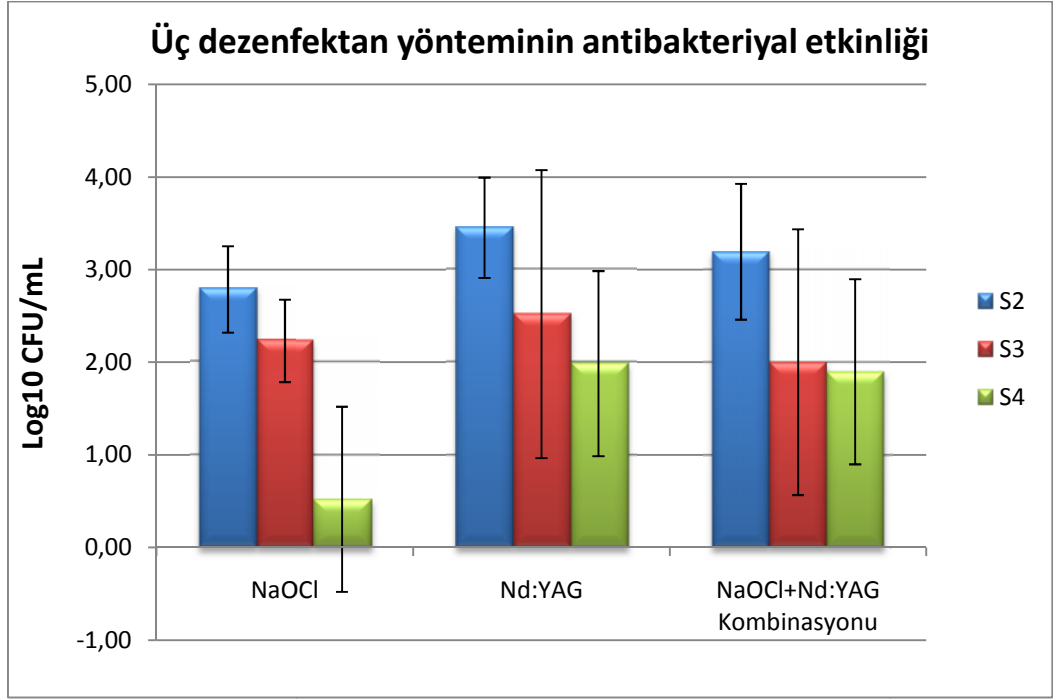
S_3 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 2,01 (1,64)

S_4 ortalama bakteri sayısı ($\pm$ SD): 1,90 (1,02)

S_2 - S_3 karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,002$ ($p<0,05$)

S_2 - S_4 karşılaştırması: t-test; $\alpha=0,003$ ($p<0,05$)

Başlangıç bakteri sayıları (S_2) için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Friedman testi; $p>0,05$) Gruplar arası $S_2 - S_3$ ve $S_2 - S_4$ karşılaştırılmasında (yani sırasıyla dezenfeksiyon yöntemlerinin ve tüm tedavi protokolünün karşılaştırılmasında) istatistiksel analizi için Kruskal-Wallis testi uygulandı. Dezenfektanların karşılaştırıldığı $S_2 - S_3$ değerlendirilmesinde hiçbir grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Yani üç dezenfeksiyon yöntemi de birbirine benzer şekilde bakteri azalmasını sağladı. Tüm tedavi protokollerinin karşılaştırıldığı $S_2 - S_4$ değerlendirmesinde de yine gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$). Üç dezenfeksiyon yöntemine ait çalışma sonuçları Şekil 7’de özetlendi.



Şekil 7: Klinik çalışma grubuna ait S₂, S₃ ve S₄ aritmetik ortalamaları (Log₁₀ CFU/mL) ve standart sapmaları gösterilmektedir.

Bu klinik çalışmada en sık görülen 8 türe ait dezenfeksiyon ve kalsiyum hidroksit pansumanına direnç durumuna dair veri Çizelge 2’de gösterildi.

Mikroorganizma İsmi	Olgu	S ₂	S ₃	S ₄
<i>Corynebacterium</i> spp	Olgu 4 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 11 (Grup 1)	+	-	-
	Olgu 14 (Grup 1)	+	-	-
	Olgu 2 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 4 (Grup 2)	+	+	+
	Olgu 5 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 7 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 10 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 13 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 14 (Grup 2)	+	-	-

	Olgu 6 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 8 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 10 (Grup 3)	-	+	-
	Olgu 17 (Grup 3)	+	-	-
<i>Bacillus</i> spp	Olgu 4 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 5 (Grup 1)	+	+	+
	Olgu 9 (Grup 1)	+	+	-
	Olgu 13 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 14 (Grup 1)	-	-	+
	Olgu 4 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 5 (Grup 2)	+	+	+
	Olgu 9 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 13 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 14 (Grup 2)	-	-	+
	Olgu 3 (Grup 3)	-	-	+
	Olgu 4 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 9 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 10 (Grup 3)	-	+	-
	Olgu 13 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 15 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 17 (Grup 3)	-	+	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	Olgu 7 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 13 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 15 (Grup 2)	+	+	-

	Olgu 4 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 5 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 7 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 9 (Grup 3)	+	+	-
	Olgu 10 (Grup 3)	+	+	+
	Olgu 14 (Grup 3)	+	+	+
	Olgu 15 (Grup 3)	+	+	-
<i>Streptococcus mutans</i>	Olgu 9 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 1 (Grup 2)	-	-	+
	Olgu 2 (Grup 2)	-	+	+
	Olgu 3 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 6 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 10 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 13 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 1 (Grup 3)	-	+	-
	Olgu 12 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 17 (Grup 3)	-	+	-
Oral <i>Streptococcus</i> spp	Olgu 2 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 8 (Grup 1)	+	-	-

	Olgu 1 (Grup 2)	-	-	+
	Olgu 2 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 6 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 8 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 9 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 13 (Grup 2)	-	-	+
	Olgu 14 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 1 (Grup 3)	+	+	-
	Olgu 4 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 7 (Grup 3)	-	-	+
Koagülaz Negatif <i>Staphylococcus</i>	Olgu 11 (Grup 1)	-	+	-
	Olgu 4 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 9 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 10 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 12 (Grup 2)	+	-	-
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	Olgu 13 (Grup 2)	-	+	-
	Olgu 1 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 3 (Grup 3)	-	-	+
	Olgu 4 (Grup 3)	+	-	-
	Olgu 6 (Grup 3)	+	+	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Olgu 3 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 5 (Grup 2)	+	+	-
	Olgu 7 (Grup 2)	+	-	-
	Olgu 10 (Grup 2)	+	+	+
	Olgu 15 (Grup 2)	+	+	-

	Olgu 7 (Grup 3)	-	-	+
	Olgu 10 (Grup 3)	+	+	+
	Olgu 17 (Grup 3)	+	-	-

Çizelge 2: En sık görülen 8 tür ve standart preparasyonun yapılarak kültür alımının başlatıldığı S₂, S₃, S₄ örneklerinde bu türlerin bulunması (+) veya bulunmamasını (-) gösteren çizelge.

Bu çizelgeye göre;

Corynebacterium türleri için yalnız bir olguda [olgu 4 (Grup 2)] bakterinin tedavi protokolüne tamamen dirençli olduğu bulundu. Sodyum hipokloritin uygulandığı Grup 1 ve Grup 3'te çoğu örnekte bakterinin kültüre edilemediği, buna karşın lazer grubunda (Grup 2) çoğu zaman bakterinin yaşamını devam ettirebildiği görüldü. Kalsiyum hidroksit pansumanının büyük oranda bakterinin yok edilmesini sağladığı saptandı.

Bacillus türlerinde, lazer + sodyum hipoklorit + EDTA kombine uygulaması, sadece sodyum hipoklorit + EDTA uygulamasından daha başarılı bir şekilde bakterinin yok edilmesini sağladığı belirlendi. Kalsiyum hidroksit uygulaması en etkili şekilde kombinasyon uygulamasından sonra (Grup 3) görüldü.

Enterococcus faecalis'e karşı lazerin tek başına etki etmediği, lazer + sodyum hipoklorit + EDTA kısmen etki ettiği görüldü. Ancak kalsiyum hidroksit pansumanı pozitif kültürlerin çoğunu negatife döndürdü. Bununla birlikte iki olguda tedavi protokolüne (Grup 3) tam direnç görüldü.

Streptococcus mutans için lazer uygulamalarının (Grup 2, Grup 3) kısmen etkili olduğu, kalsiyum hidroksitin ise çoğu örnekte bakteriyi yok ettiği bulundu. İki olguda (olgu 1,2; Grup 2) kalsiyum hidroksite rağmen *Streptococcus mutans* tedavi sonunda kültüre edildi.

Tanımlanmamış Oral *Streptococcus* türlerinde üç yöntemin de kısmen etkili olduğu ve *Streptococcus mutans*'a benzer sonuçlar

gözlemlendi. Kalsiyum hidroksitin olguların çoğunda bakteriyi yok ettiği görüldü. Üç olguda kalsiyum hidroksit sonrası örneklemede (S₄) pozitif kültür bulundu.

Koagülaz Negatif *Staphylococcus*'a lazerin kısmen etkili olduğu, kalsiyum hidroksit uygulamasının bakteriyi tamamen yok ettiği gözlemlendi.

Peptostreptococcus anaerobius'a karşı lazer + sodyum hipoklorit + EDTA kombinasyonunun çoğunlukla etkili olduğu, kalsiyum hidroksitin de bakteriyi büyük oranda yok ettiği gözlemlendi.

Staphylococcus aureus, lazerin tek başına çoğu örnekte yetersiz kaldığı gözlemlendi. Kalsiyum hidroksit uygulaması negatif kültür sayısını arttırdı. Buna rağmen iki olguda [olgu 10 (Grup 2); olgu 10 (Grup 3)] tedavi protokolüne tam direnç görüldü.

5. TARTIŞMA

Özenli çalışmalara karşın, çok sayıda tedavi yapan hekimin belirli zaman periyotlarından sonra tekrarlayan tedavi olgularının her çalışma gününün belirli bir sürecini işgal etmesi olasıdır. Bu da hem hekim hem de hasta açısından zaman ve işgücü kaybına, hekimin prestijinin sarsılmasına neden olmakta, maliyet de ayrı bir sorun oluşturmaktadır. Ayrıca tekrarlayan tedaviler ilk tedavilerden daha güç koşullar altında yapılmaktadır. Kök kanal tedavisinde geleneksel uygulama mekanik ve kimyasal tedavilerin birlikte uygulandığı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Bununla beraber geleneksel irrigasyon ve kalsiyum hidroksitin birlikte uygulandığı tekrarlayan tedavi olgularında kök kanallarında hala dirençli mikroorganizmalar kalabildiği görülmektedir^{3,26}. Tekrarlayan tedavi olgularında mekanik genişletmelerin miktarı artırılarak dentin kanalcıklarının derinliklerinde yerleşen mikroorganizmalara ulaşılması amaçlanırken, dezenfeksiyon solüsyonlarıyla daha derinde yerleşmiş, uzaklaştırılamayan mikroorganizmalara ulaşmaya çalışılmaktadır²⁷. Primer enfeksiyonlara göre ikincil tedavilerde geleneksel yöntemlerle elde edilen başarının daha düşük olması araştırmacıları daha ileri tedavi yöntemleri arayışına yönlendirmektedir⁹⁷.

Kemomekanik tedavi ile birlikte son yıllarda endodonti kliniklerinde daha fazla uygulama alanı bulan lazerin, tekrarlayan endodontik tedavilerin antimikrobiyal işlemlerine katkısının araştırılması bu tezin kuruluşundaki temel düşünce olmuştur.

Er,Cr:YSGG, Er:YAG, Excimer, CO₂, Nd:YAP gibi farklı lazerler de kök kanal sterilizasyonu için uygulanabilirken, Nd:YAG lazeri fotoablasyon özelliğinin sınırlı olmasına karşın, doku derinliklerinde bilinen en iyi absorpsiyon özelliği taşıyan lazerdir. Bu nedenle çalışmamızda Nd:YAG lazer kullanmayı tercih ettik.

Kök kanallarının lazerle sterilizasyonu periodontal dokularda ısı hasarı oluşturabileceğinden uygun güç, süre ve enerji yoğunluklarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle ön çalışmamızda

kök kanallarına uygulanan farklı enerji düzeyindeki Nd:YAG lazerin, kök çevresindeki canlı dokularda oluşturduğu ısıнын hesaplanması amaçlanmıştır.

Farklı araştırmacılar Nd:YAG lazeri ayrı enerji düzeylerinde kullanarak ısı artışlarını ölçmüşlerdir. Moritz ve arkadaşları⁹⁸ 1 W enerji seviyesinde 3,8°C, 1,5 W enerji seviyesinde 4,3°C, Schoop ve arkadaşları⁹⁹ ise 1 W enerji seviyesinde 5,4°C, 1,5 W enerji seviyesinde ise 8,2°C sıcaklık artışı belirlemişlerdir.

Ramskold ve arkadaşları¹⁰⁰ Nd:YAG lazerin, kök kanalında doğru enerji seviyelerinde kullanıldığında, ısıнын 8°C'nin üzerine çıkmayacağını ve çevre dokuların zarar görmeyeceğini bildirmişlerdir.

Eriksson ve arkadaşları¹⁰¹ kökü çevreleyen kemik dokusunun geri dönüşümsüz hasarının 53°C' de ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Moritz ve arkadaşları⁷ Nd:YAG lazer kullanarak yaptıkları *in vivo* çalışmada, lazerin 30 adet nekroze pulpalı dişin kök kanalında antibakteriyal etkinliğini araştırmışlardır. Lazer enerji seviyesini 1,5 W değerinde uygulamışlar ve uygulama öncesi ve sonrası kök kanalından örnek almışlardır. Kök kanalının dezenfeksiyonunda 1,5 W lazer enerjisinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Isı artışı ve antimikrobiyal etkinlik birlikte göz önüne alınarak farklı güç, atım ve frekans değerleri ile yapılan ön çalışma bulguları, yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Bu nedenle destek dokuların, Nd:YAG lazerin ısı harabiyeti etkisinde kalmaması için en uygun enerji seviyesi olarak belirlenen 1,5 W'lık güç değerinin uygulanmasına karar verilmiştir. Bu tercihimiz Moritz ve arkadaşlarının⁷ çalışmalarında kullandıkları lazer enerji seviyeleriyle uyumludur.

Klinik çalışmamızda kök kanal tedavisi başarısız olmuş dişlerde, başarısızlığın ana etkeni olan mikroorganizmaların yok edilmesini amaçlanarak üç farklı dezenfeksiyon yöntem denenmiştir. Burada

enfeksiyonu sürdüren mikroorganizmalar üzerine hangi yöntemin daha fazla etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kanal duvarlarında bulunan biofilm tabakası çoğu bakterinin uygun yaşam koşulları buldukları bölgedir^{25,102-105}. Şen ve arkadaşları¹⁰⁶ nekrotik pulpalı dişler üzerinde yaptıkları çalışmada, dentin yüzeylerini ve dentin kanalcıklarını SEM ile incelemişler, mikroorganizmaların dentin kanalcıklarına 10-150 µm arasında penetre olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Gutierrez ve arkadaşları¹⁰⁷ bu derinliğin 250 µm kadar ulaşabileceğini bildirmişlerdir. Haapasalo ve Orstavik²⁷ ise taramalı elektron mikroskobu ile yaptıkları çalışmada bakterilerin dentin kanalcıkları içinde 1000 µm kadar penetre olabileceklerini bildirmişlerdir. Kanal içi kültür alımında kullanılan kağıt konların dokunamadığı veya ulaşamadığı bölgelerde bakteri kalması, kullanılan kültür tekniğinin güvenilirliğini etkilemektedir^{25,108}. Bu nedenle çalışmamızda mikroorganizmaların dentin kanalcıklarına penetrasyon olasılıkları göz önünde tutuldu ve çevresel eğeleme yöntemi ile dentin kazınarak, kağıt konlara emdirilme yoluyla kültür örnekleri alındı.

Dentinde homojen bir etki sağlanması için lazer enerjisinin dentin yüzeyine homojen şekilde dağılması gerekir. Günümüzde kullanılan iletim sistemlerinde lazer ışını uç bölümden çıktığından enerjinin lateral duvarlara iletiminde sorunlarla karşılaşmaktadır. Yalnızca uç bölümden dikey doğrultuda salınan enerji, bazı alanlarda yoğunlaşarak termal hasarlara neden olabilmektedir. Araştırmacılar lateral yönde lazer enerjisi salımı sağlayan uçlar üzerinde çalışmaktadırlar. Lateral yönde iletim yapabilen daha esnek uçların imali daha kuvvetli ve kontrollü etkiler sağlayabilecektir. Bu konuda konik lazer uçları enerjinin lateral olarak gönderilmesinde bir ölçüde yararlı olabilir¹⁰⁹. Çalışmamızda elimizde böyle bir alet bulunmadığından geleneksel 300 µm çapta çubuk şeklinde fiber optik uç kullanılmıştır. Bu alette ışın sadece uç kısmından çıktığından kök kanalı içerisinde spiral hareketiyle duvarlar süpürülerek kullanılmıştır.

Nd:YAG lazerin farklı mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda Berkiten ve arkadaşları⁸, *Streptococcus sanguis* ve *Prevotella intermedia* ile enfekte edilen kök kanallarında 1,8 W ve 2,4 W enerji seviyelerinin etkinliğini araştırmışlardır. Kanallara lazer ışını göndermek için 200 µm fiber optik uç kullanmışlardır. *Streptococcus sanguis* ile enfekte edilen grupta 1,8 W enerjili lazer uygulanan köklerden 159 kesit alınmış ve 136'sının (% 86,3) tamamen mikroptan arındırıldığı bulunmuş, 23 kesitte bakteri belirlenmişlerdir. Bakteri saptanan 23 kesitte, 400 - 850 µm'lik bölümde (ortalama 607,6 µm) antimikrobik etki elde edilebildiğini saptamışlardır. 2,4 W enerjili lazer uygulanan dişlerde köklerden 170 kesit alınmış, 167 kesitin tamamen mikropsuzlaştığı görülmüştür. Geriye kalan 3 kesit incelendiğinde mikropsuzlaşma mesafesi en az 600 µm, en fazla 750 µm, ortalama 666,6 µm olarak saptanmıştır. *Prevotella intermedia* enfekte edilen köklerden toplam 357 kesitte, her iki enerji seviyesinde de bakteri belirlenememiştir.

Piccolomini ve arkadaşları¹¹⁰ ise Nd:YAG lazeri sodyum hipoklorit ile karşılaştırmışlardır. Çalışmada seçilen bakteriler *Actinomyces naeslundii* ve *Pseudomonas aeruginosa* olmuştur. Dişler toplam 60 adet olmak üzere ikiye ayrılmış ve her grup tek bir mikroorganizma ile enfekte edilmiştir. Her grupta toplam 30 dişin 10 tanesine 15 sn 5 Hz lazer ışını, 10 tanesine 15 sn 10 Hz lazer ışını, 5 dişe % 5,25 yoğunlukta sodyum hipoklorit uygulanmış, geri kalan 5 adet diş ise kontrol grubu olarak ayrılmıştır. *Actinomyces naeslundii* grubunda 5 Hz'de % 34, 10 Hz'de % 77,4 oranında azalma gösterirken, *Pseudomonas aeruginosa* grubunda bu oranlar sırasıyla % 15,7 ve % 85,8 olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da sodyum hipoklorit uygulanan örneklerde üreme olmamıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar lazerin mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin frekansına bağlı olduğunu ve sodyum hipokloritin seçilen bakteriler üzerinde lazerden daha fazla etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Folwaczny ve arkadaşları¹¹¹ Nd:YAG lazerin *Escherichia coli* veya *Staphylococcus aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğini sodyum

hipoklorit ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, 100 mJ ve 200 mJ enerji seviyelerini kullanmışlardır. Isı artışını 100 mJ için 24.3°C, 200 mJ için 61.8°C ölçmüşlerdir. Her iki enerji seviyesinde de antibakteriyal etkinlik yönünden lazer sodyum hipokloritten daha iyi bulunamamıştır.

Çalışmamızda da yalnızca lazer uygulanan olgularda, yalnızca kimyasal irrigan uygulanan olgular ve lazerle birlikte kimyasal tedavi yapılan olgulara göre yüksek koloni sayıları edilmesine karşın, diğer gruplarla yapılan karşılaştırmalarda istatistiksel yönden bir farklılık bulunamamıştır (Şekil 7). Yani, hiçbir yöntem bakteri sayısını azaltma bakımından bir diğerinden istatistiksel olarak üstün bulunmamıştır. Bilindiği gibi lazer etkinliğinde lazer ışığının gücü, dalga boyu, atım süresi, uygulama süresi, uygulanan materyalin fiziksel özellikleri ve özellikle optik özellikleri önem taşımaktadır. Bu değişkenlerden herhangi biriyle oynanması lazer tedavisinde sonucu değiştirebilmektedir. Lazer enerjisinin dozunun yükseltilmesi ile antibakteriyal etkinliğin artacağı öngörülse de, dozun yükseltilebilmesi çalışılan dokunun biyolojik – fizyolojik toleransı ile sınırlıdır.

Siqueira ve arkadaşları¹¹² çeşitli yoğunluktaki sodyum hipoklorit ve serum fizyolojik yıkayıcıları kök kanalındaki mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Kullanılan tüm yıkayıcıların mikroorganizma sayısında azalmaya neden olduğu, çeşitli yoğunluktaki sodyum hipoklorit yıkayıcılar arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir. Sodyum hipokloritin mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğinin, yıkayıcının yoğunluğundan çok kullanım sıklığına ve miktarına bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Byström ve Sundqvist²³ çeşitli irrigasyon ajanlarının kök kanalı içerisindeki etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında % 0,5 ve % 5 sodyum hipoklorit yıkayıcılarını tek başlarına ve % 17 EDTA ile ardışık olarak kullanmışlardır. % 0,5 ile % 5 yoğunluktaki sodyum hipoklorit yıkayıcıların arasında anlamlı bir fark bulamamışlar, % 5 sodyum hipoklorit

ile EDTA'nın ardışık kullanımının ise enfekte kök kanallarında daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Cengiz ve arkadaşlarının¹¹³ serum fizyolojik, EDTA ve NaOCl'nin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında; serum fizyolojinin smear tabakasını uzaklaştırmadığını, smear tabakasının en etkili şekilde ardışık EDTA ve NaOCl kullanımı ile uzaklaştırıldığını göstermişlerdir.

Baumgartner ve Mader¹¹⁴ kök kanallarının irrigasyonu sırasında EDTA solüsyonunun tek başına kullanımının dentinin çözünmesini önlediğini ve kanal yüzeyinde organik materyallerin biriktiğini, bunun aksine; tek başına NaOCl kullanımı sonucu inorganik madde birikimi gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak EDTA ve sodyum hipokloritin ardışık olarak kullanılmasının daha faydalı olduğu kanısına varmışlardır.

Seçilen kimyasalların konsantrasyonları göz önüne alındığında, Spangberg ve arkadaşları¹¹⁵ % 5.25'lik sodyum hipoklorit yoğunluğunun kanal içi yıkayıcı olarak son derece sitotoksik olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar bu nedenle % 0,5 yoğunluktaki yıkayıcının kullanımını önermişlerdir.

Mareending ve arkadaşları¹¹⁶ sodyum hipokloritin % 1, % 5, % 9 yoğunluklarını, dentinin bükülme direnci ve elastikiyet modülü üzerindeki etkisini araştırmışlar ve % 1 yoğunluktaki sodyum hipokloritin suyla karşılaştırıldığında dentinin bükülme direnci ve elastikiyet modülünde önemli bir düşüşe neden olmadığını bildirmişlerdir.

Bu nedenlerle çalışmamızda, % 17'lik EDTA ile % 1'lik sodyum hipoklorit yıkayıcıları, antimikrobiyal etkinlik, kimyasal toksisite potansiyeli ve dentin sertliği üzerindeki etkiler bir arada değerlendirilerek seçildi.

Araştırmamızda sodyum hipoklorit + EDTA uygulamasının (Grup 1) yalnızca lazer uygulamasına (Grup 2) göre daha iyi sonuçlar verdiği, bununla beraber ilk koloni sayımlarının 1. grupta daha düşük düzeyde bulunduğu, fakat diğer dezenfeksiyon gruplarıyla istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 7).

Lazerin ve kimyasalların antimikrobiyal tedavide yalnız başlarına kullanımlarının yetersizlikleri göz önüne alındığında, bunların kombine bir şekilde uygulamaları düşünülmüştür. Bu amaçla Bergmans ve arkadaşları¹¹⁷ yaptıkları *in vitro* incelemede Nd:YAG lazerin *Enterococcus faecalis* üzerindeki etkinliğini incelemişlerdir. Araştırmacılar lazer enerji seviyelerini 1,5 W, 100 mJ, 15 Hz olarak seçmişlerdir. Lazer uygulamasını kanal içerisine beşer saniyelik dört döngü şeklinde gerçekleştirmişler ve işlem sonucunda kalan mikroorganizma sayısını belirlemişlerdir. *Enterococcus faecalis* sayısının uygulama sonunda % 99,7 oranında azaldığını görmüşlerdir. Ayrıca çalışmada lazerin biofilm tabakasını kısmen etkilediği bildirilmiştir. Lazer uygulamasının (1.5 W, 100 mJ, 15 Hz) 5 saniyelik periyotlarla toplam 20 saniye uygulamanın *in vivo* olarak güvenli bir tedavi izleği olduğu bildirilmiştir⁹⁸. Biz de klinik çalışmamızda lazer uygulamasını benzer periyotlarda kullandık.

Düşük yoğunluktaki sodyum hipokloritin ısısını yükseltmek, yıkayıcının kök kanalı içerisindeki antimikrobik etkinliğini ve aynı zamanda doku çözücü etkisini de arttırmaktadır^{118,119}. % 1 yoğunluktaki sodyum hipokloritin 45°C'deki doku çözücülük yeteneği, 20°C'deki % 5.25 yoğunluktaki sodyum hipoklorit ile eşit bulunmuştur¹²⁰. Bakteri azalması istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmasa da en fazla NaOCl + EDTA / Nd:YAG kombinasyon grubunda görüldü (Şekil 7). Burada Nd:YAG kullanımıyla NaOCl'nin ısısının artışının antibakteriyal etkide rolü olduğu düşünülmektedir. Solüsyonun ısısının artışıyla daha fazla hipokloröz asit ayrışması meydana gelerek antibakteriyal etkinin artması olasıdır.

Kalsiyum hidroksit kök kanallarının antimikrobiyal tedavisinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Hasselgren ve arkadaşları¹²¹ kalsiyum

hidroksiti pH değerinin yüksek olması, kök kanallarındaki artık canlı ve nekrotik dokuyu başarılı bir şekilde çözmesinden dolayı önermektedirler.

Estrala¹²² ve Sjögren²¹ yaptıkları çalışmalarda kalsiyum hidroksitin bakteriler üzerine etkisinin 72 saat ile 7 gün arasında sürdüğünü bildirmişlerdir.

Kandaswamy ve arkadaşları¹²³ yaptıkları *in vitro* çalışmada kalsiyum hidroksitin *Enterococcus faecalis* sayısını % 55 oranında azaltabildiğini bildirmişlerdir.

Valera ve arkadaşları¹²⁴ 36 çekilmiş tek köklü insan dişi üzerinde yaptıkları çalışmada, dişleri *Candida albicans* ve *Enterococcus faecalis* ile enfekte etmişlerdir. Kök kanallarını 50 numaraya kadar genişletmişler ve her ege değişiminde 5 mL % 1'lik sodyum hipoklorit ile kanalları yıkamışlardır. Daha sonra kanalların içerisine kalsiyum hidroksit, % 2'lik klorheksidin jel ve kalsiyum hidroksit tozu eklenmiş % 2'lik klorheksidin jel olarak üç farklı ilacı uygulamışlardır. Sodyum hipoklorit yıkamasından sonra kalsiyum hidroksit içeren pat uygulanan hiçbir örnekte üreme olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da sodyum hipoklorit irrigasyonunu takiben kalsiyum hidroksitin 1 haftalık uygulaması sonrasında bakteri sayısı belirgin oranda azalmış; 8 olgunun altısında hiçbir bakteri kültüre edilememiştir. Bunun yanı sıra sodyum hipoklorit ve EDTA yıkamasının ardından kalsiyum hidroksit uygulamasının yalnızca lazer veya lazerle kombine edilen irrigasyon ve ardından kalsiyum hidroksit uygulanan gruplara (Grup 2, 3) göre daha etkili olduğu belirlendi. Bununla beraber bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Yapılan diğer çalışmalarda, kanal içerisinde kullanılan Nd:YAG lazerin, dentin yüzeyinde erimelere ve rekristalizasyona neden olduğu ve böylece dentinin geçirgenliğini azalttığı gösterilmiştir^{88-91,125}. Bu çalışmalar ışığı altında kalsiyum hidroksitin, lazer uygulamasından sonra dentin geçirgenliğinin azalmasından dolayı etkinliğinin Grup 2 ve 3'te azalmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamıza dahil edilen tekrarlayan tedavi olgularının, ilk tedavilerinin en az 4 yıl önce yapılmış olması, 3 ay süreyle antibiyotik kullanmamış olması, genel sağlık durumunun iyi olması ve kök kanal dolgusunda apikalde en fazla 4 mm boşluk bulunması koşullarına özen gösterdik. Bu seçimde Chugal ve arkadaşlarının¹²⁶ 441 kök kanalına sahip toplam 200 dişin tedavi geçmişinin incelenmesi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, kök kanal tedavili bir dişin başarı değerlendirilmesinin en az 4 sene sonra yapılmasını önermeleri, Gomes ve arkadaşlarının⁴ ise hasta ölçütü olarak, kök kanal tedavisinin 4 yıldan fazla zaman önce yapılmış olması, radyografik olarak apikal periodontitise sahip olması, 3 ay içerisinde antibiyotik kullanmamış olması, hastanın genel sağlık durumunun iyi olması, Lastik örtü uygulanabilir olması göz önüne almaları, Molader ve arkadaşlarının¹²⁷ 4 yıldan fazla bir süredir başarısız kök kanal tedavisine sahip, klinik bulguları olmayan, kök kanal dolgusunun 5 mm içinde olduğu, apikal lezyona sahip dişleri çalışmalarında ölçüt olarak almaları, Pinheiro ve arkadaşlarının⁶ başarısız kanal tedavisinin en az 4 yıl önce yapılmış olması ve hastaların 3 ay içerisinde antibiyotik kullanmamış olmasını göz önünde bulundurmaları etken olmuştur. Zira periapikal lezyonlu dişlerin endodontik tedavi sonrası iyileşmelerinin takibi için gereken süre Avrupa Endodonti Derneği kalite rehberine göre 4 yıl olarak belirlenmiştir¹²⁸. Buna göre lezyon, endodontik tedavi sonrası hala mevcutsa diş hastalıklı kabul edilmektedir. Hasta ölçütlerinde 4 yıl seçilmesinin ana nedeni budur.

Tekrarlayan tedavi olgularında sık olarak saptanan gram (+) fakültatif veya anaeroplarda streptokoklar (*Streptococcus mitis*, *Streptococcus gordonii*, *Streptococcus anginosus*, *Streptococcus sanguis* ve *Streptococcus oralis*), *Parvimonas micra*, *Actinomyces* türleri (*Actinomyces israeli* ve *Actinomyces odontolyticus*), *Propionibacterium* türleri (*Propionibacterium acnes* ve *Propionibacterium propionicum*), *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Lactobacillus* (*Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus acidophilus*), *Enterococcus faecalis* ve *Olsenella uli* sayılabilir^{19,22,23,39,46-55}. Bizim örneklerimizde en sık izole edilen 9 mikroorganizma

sırasıyla *Corynebacterium* türleri (% 55,81), *Bacillus* türleri (% 39,53), *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* ve oral *Streptococcus* spp (% 25,58); koagulaz negatif *Staphylococcus*, *Peptostreptococcus anaerobius* ve *Staphylococcus aureus* (% 20,93) olmuştur. Diğer mikroorganizmalar literatür bulgularına benzerlik gösterirken *Corynebacterium* türleri ve *Bacillus* türlerinin baskın olarak bulunması ilginçtir. Bu türler önceki çalışmalarda başarısız endodontik tedavili dişlerin kök kanallarında nadir olarak bulunmuşlardır¹²⁹. ağız florasında birçok yerde bulunabilen bakteriler olarak *Corynebacterium* türleri koagregasyon yaparak diğer türlerin enfeksiyon alanında kolonize olabilmelerini sağlayan bakterilerdir. Bu özelliğiyle *Corynebacterium* türleri endodontik enfeksiyonda patojenik bakteri florasının oluşmasında etkili olabilir. *Bacillus* türleri de esasen çevre koşullarındaki olumsuz değişikliklere dirençli bakterilerdir. Zor çevre şartlarında endosporlar üretmekte ve uzun süreler boyunca dormant vaziyette kalabilmektedirler. Şartlar iyileştiğinde tekrar çoğalabilmektedirler. Bu özellikleri *Bacillus* türlerinin endodontik direncini kısmen açıklamaktadır.

Çalışmamızda sıklıkla izole edilen diğer bir tür *Enterococcus faecalis*'tir. *Enterococcus faecalis*, periapikal lezyonlu başarısız endodontik tedavili dişlerin kök kanal florasında % 30 - % 70 olguda kültür yöntemiyle belirlenmiş; moleküler yöntemlerle bu oran % 60 - % 90'ı bulmuştur⁴⁵. Bu çalışmaları birinde Pinheiro ve arkadaşları¹³⁰ 60 tekrarlayan tedavi olgularından örnekler alarak, kültür yöntemiyle incelemiş ve 51 kanalda bakteri belirlemişlerdir. Çalışmada, 51 kanalın 27'sinde (% 45) *Enterococcus faecalis* izole edilmiştir.

Sundqvist ve arkadaşları³⁷ 54 başarısız kök kanal tedavili diş üzerine çalışmışlar ve 24 olguda bakteri üretebilmişlerdir. Araştırmacılar 24 kanaldan 9 tanesinde *Enterococcus faecalis* ürediğini belirlemişlerdir.

Gomes ve arkadaşları⁴ 19 kök kanal tedavili kanalda, 36 değişik bakteri türü belirlemişler, bunların 27 tanesinin gram pozitif, 16

tanisinin fakültatif mikroorganizma olduğunu saptamışlardır. *Enterococcus faecalis* 6 kanalda ürediğini bildirmişlerdir.

Molander ve arkadaşları¹⁰⁸ 100 apikal periodontitisli kök kanal tedavisi yapılmış dişin tekrarlayan tedavisinde % 68 oranında mikroorganizma belirlemişlerdir. Pozitif üreme gösteren dişlerin % 47'sinde *Enterococcus faecalis* bulunduğunu ve bu bakterinin en sık izole edilen tür olduğunu bildirmişlerdir.

Hancock ve arkadaşları¹³¹ kök kanal tedavisi yapılmış 54 inatçı enfeksiyona sahip dişlerin tekrarlayan tedavileri süresince kanalları mikrobiyolojik olarak incelemişler, 33 kök kanalında mikroorganizma varlığı belirlemişlerdir. *Enterococcus faecalis* pozitif kültüre sahip dişlerin 10 (%30) tanesinde bulunmuştur.

Peciuline ve arkadaşları¹³² 25 tekrarlayan tedavi olgusunda, tedaviden önce, kanal genişletmesinden sonra ve EDTA – NaOCl birleşimi ile yıkamadan sonra kanallardan örnekler almışlar, 25 olgunun 20'sinden mikroorganizma izole etmişlerdir. Çalışmada 20 adet pozitif kültürden 14 tanesinde *Enterococcus faecalis* saptanmıştır.

Bizim araştırmamızda *Enterococcus faecalis* görülme oranı % 25,58 olmuştur. Bu oran diğer çalışmalara göre nispeten düşük bulunmakla beraber yine de *Enterococcus faecalis* en sık karşılaştığımız türlerden biri olmuştur. *Streptococcus mutans* ve tanımlanmamış oral streptokoklar araştırmamızda en çok bulunan diğer türlerdir

Streptokokların başarısız endodontik tedavili dişlerin kök kanallarında sıklıkla bulunan bakteriler olduğu önceki çalışmalarda da gösterilmiştir^{130,133}. Oral streptokoklar, endodontik başarısızlık gösteren dişlerde *Enterococcus faecalis*'ten sonra en sık izole edilen bakteri grubu olarak bulunmuştur¹³⁰.

Dirençli bir mikroorganizma olarak bilinen *Candida albicans* test organizması olarak pek çok çalışmada kullanılmıştır. Bilinen direncine

rağmen⁷⁶ sık karşılaşılan bir endodontik patojen değildir. Hancock ve arkadaşları¹³⁴ periapikal radyolusensi olan kanal dolgulu 54 dişin mikroflorasını araştırmışlardır. Bu dişlerin 34'ünde üreme görülmüştür ve *C.albicans* yalnızca 1 diştten izole edilmiştir. Pinherio ve arkadaşları¹³⁰ yaptıkları çalışmada periapikal lezyonlu kanal dolgulu 60 diş i incelemiş ve 51 dişte üreme görüldüğünü bildirilmişlerdir. Bunlardan yalnızca 2'sinin *Candida albicans* olduğu bulunmuştur. Adib ve arkadaşları¹³⁵ başarısız endodontik tedavili dişlerin kök kanal florasını inceledikleri çalışmada, % 2,4 (6/252) oranında *Candida* spp belirlemişlerdir. Bizim de olgularımızın % 2,3'ünde *Candida albicans* ürediğı görülmüştür. Bu bulgumuz mevcut literatürlerle uyumludur.

Klinik çalışmamızda S₂- S₄'e kadar ki örneklerde aynı bakteri türünün tekrar tekrar üremesi (bakterinin tedaviye dirençli olduğu durumlarda) incelendiğinde bakterilerin ancak çok az bir kısmının tedavi protokollerinin tamamına direnç gösterdiği bulundu. Direnç istikrarlı bir şekilde en fazla *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus*'ta görüldü. Bu mikroorganizmalar benzer şekilde lazer veya lazer + sodyum hipoklorit + EDTA kombinasyonuna ve de ardından gelen kalsiyum hidroksit pansumanına direnç gösterdiler. Her iki bakteri de gr(+) fakültatif anaerobtur. *Streptococcus mutans* ve tanımlanmamış oral *Streptococcus* türleri beklendiğı şekilde birbirine benzer şekilde direnç paterni gösterdi. Sayılan bu iki tür ve diğer türler dezenfeksiyon yöntemleriyle kısmen yok edilebilirken, kalsiyum hidroksit pansumanının negatif kültür etme oranını arttırdığı tespit edildi. S₂ veya S₃'te negatif kültür var iken S₄'te pozitif kültürlerin bulunduğu olgular gözlemlendi.

6. SONUÇ

Ön çalışmamızda klinik uygulamamızda lazer enerjisinin, diş çevre dokularına hasar vermeyecek düzeylerinin belirlenmesi amacıyla ısı ölçümleri yapılarak en uygun enerji seviyesi 1,5 W olarak belirlendi ve klinik çalışmada bu değer kullanıldı.

Klinik çalışmada seçilen dişlerden alınan mikrobiyolojik örnekler ışığında kök kanal tedavisine direnen 83 tür mikroorganizma belirlendi. Bu da başarısız olmuş kök kanal tedavi olgularında mikroorganizmaların ana etkenlerden biri olduğu bilgisini doğruladı. Daha önceki yapılan çalışmalarda az sayıda kültüre edilen *Corynebacterium* spp. ve *Bacillus* spp. ve bunların yanı sıra daha önceki çalışmalarda sıkça bulunan *Streptococcus mutans* ve *Enterococcus faecalis*, tanımlanmamış oral streptokoklar, koagülaz negatif *Staphylococcus*, *Peptostreptococcus anaerobius*, *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus saccharolyticus* başarısız olmuş kök kanal tedavili dişlerde en sık izole edilen mikroorganizmalar olarak bulundu.

Lazer, sodyum hipoklorit + EDTA ve bunların kombinasyonu şeklindeki uygulamaların hepsinde tedavi öncesinde, dezenfeksiyon uygulaması ve kalsiyum hidroksit pansumanı uygulaması sonrası elde edilen koloni sayımlarının istatistiksel değerlendirmesinde anlamlı farklar oluştu. Mikroorganizma sayısında belirgin azalmalar oluştu (t-testi; $p < 0,05$). Gruplar birbirleriyle karşılaştırdıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadı (Kruskal-Wallis testi; $p > 0,05$)

Bununla beraber, kalsiyum hidroksit ile yapılan kanal içi antimikrobik pansuman uygulamasının kanal içi mikroorganizma sayısını daha da azalttığı görüldü. Kalsiyum hidroksit pansumanı öncesi Nd:YAG lazerin uygulandığı gruplarda kalsiyum hidroksit tatbiki sonrası görülen antimikrobik etkinin diğer gruplara göre daha az olduğu, fakat bu farkın istatistiksel olarak önem taşımadığı belirlendi. Eğer kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal etkisinden yararlanılacaksa kanal duvarlarına lazer uygulaması yapılmaması bu çalışma sonucunda önerilmektedir. Sodyum

hipoklorit irrigasyonu ve ardından kalsiyum hidroksit pansumanı bu çalışmada diğer gruplara göre istatistiksel olarak önem taşımayan ancak pozitif örnek sayısı ve elde edilen koloni sayım değerleri açısından sayısal bir yarar sağladı.

7. ÖZET

Başarısız Kök Kanal Tedavilerinde Dezenfeksiyon Amacıyla Kullanılan Üç Farklı Yöntemin Mikrobiyolojik Açidan Değerlendirilmesi

Bu çalışma, başarısız kök kanal tedavisi olgularında, geleneksel kimyasal yıkayıcılarla, lazerin ve bunların kombine kullanımının kök kanalındaki mikroorganizmaları yok etmedeki etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla yapıldı.

Genel sağlık durumu iyi, en az 4 yıllık kanal tedavisine sahip, apikal radyolüsensi bulunan, kanal dolgusu apikalden en fazla 4 mm kısa olan 46 olgu klinik çalışma için seçildi. Kanal içi dezenfeksiyon olarak sodyum hipoklorit + EDTA (Grup 1), Nd:YAG lazer (Grup 2) ve Nd:YAG lazer + sodyum hipoklorit + EDTA (Grup 3) uygulandı. Kanallar 50 numaraya kadar genişletildi. Kanal dolgusu çıkarıldıktan, kanal genişletmesi yapıldıktan, dezenfeksiyon yöntemlerinden biri uygulandıktan ve kanal içi ilaç pansumanı yapıldıktan sonra kanal içinden kağıt konlarla kültür örnekleri alındı (sırasıyla S1, S2, S3, S4). Kanal içinden alınan bu örnekler geleneksel kültür yöntemi ve biyokimyasal ve enzimatik yöntemlerle tiplendirildi ve sayıları belirlendi.

Tekrarlayan kanal tedavisi sırasında olguların % 55,8'inde *Corynebacterium* spp, % 39,5'inde *Bacillus* spp, % 25,5'inde *Enterococcus faecalis*, % 25,5'inde *Streptococcus mutans* ve % 25,5'inde tanımlanamamış oral streptokoklar belirlendi. Üç dezenfeksiyon yönteminde de anlamlı derecede bakteri azalması görüldü (t-testi; $p<0.05$). sodyum hipoklorit + EDTA uygulamasının (Grup 1) ve Nd:YAG lazer + sodyum hipoklorit + EDTA kombinasyonunun (Grup 3) daha etkili dezenfeksiyon yöntemleri olduğu fakat aradaki farkın istatistiksel olarak anlam taşımadığı belirlendi (Kruskal-Wallis testi; $p>0,05$). Lazer uygulamasının olasılıkla dentin duvarındaki etkisinden dolayı, pansuman maddesi olarak yerleştirilen kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinliğini azalttığı tespit edildi. Yalnızca sodyum hipokloritin uygulanıp ardından kalsiyum hidroksit pansumanının yapıldığı Grup 1'de en yüksek

mikroorganizma azalması olduğu fakat diğerk gruplarla aradaki farkın istatistiksel açıdan bir farklılık göstermediğı belirlendi. (Kruskal-Wallis testi; $p>0.05$)

Anahtar sözcükler: Endodontik tekrarlayan tedavi, Nd:YAG, Sodyum hipoklorit, *Enterococcus faecalis*, Kalsiyum hidroksit, Endodonti.

8. SUMMARY

Microbiological evaluation of three endodontic disinfection methods in the treatment of root canal failures.

In this study traditional EDTA + sodium hypochlorite endodontic irrigation was compared with Nd:YAG laser irradiation either alone or in combination with EDTA + sodium hypochlorite irrigation, *in vivo*, for the eradication of infecting microorganisms.

Forty six human subjects with good general health and with failed root canal treatment were selected. The criteria included root canals filled within 4 mm from the apex, presence of a periapical radiolucency and a minimum obturation history of 4 years.

After removal of the filling material, root canal enlargement (#50), disinfection and medication, root canal samples were taken with sterile paper points (Samples S1, S2, S3 and S4, respectively). Colonies were counted and isolated colonies were identified using traditional microbiological and biochemical and enzymatic methods.

Corynebacterium spp; 55,8, *Bacillus* spp; 39,5, *Enterococcus faecalis*; 25,5, *Streptococcus mutans* 25,5 and unidentified oral *Streptococcus* spp 25,5 % were amongst the most frequently recovered microorganisms in the retreated cases.

All disinfection methods significantly reduced the number of cultivable microorganisms (t-test; $p < 0.05$). Sodium hypochlorite + EDTA (Group 1) and laser combined with sodium hypochlorite + EDTA irrigation (Group 3) among the three groups yielded decreased colony counts, however difference were not statically significant (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$). Laser treatment, probably due to its physical effect on the root canal dentinal wall, reduced the antibacterial effectiveness of the calcium hydroxide medication.

Best colony counts results were taken in group 1 where calcium hydroxide was applied after irrigation with sodium hypochlorite,

however differences between the groups were not statistically significant (Kruskal-Wallis; $p > 0,05$).

Key words: Endodontic retreatment, Nd:YAG laser, Sodium hypochlorite, *Enterococcus faecalis*, Calcium hydroxide, Endodontics.

9. KAYNAKLAR

1. Nair PN, Sjörgen U., Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod* **16**, 580-588 (1990).
2. Siqueira JF Jr, de Uzeda M. Intracanal medications: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metranidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. *J Endod* **23**, 167-169 (1997).
3. Lin LM, Pascon E., Skribner J, Gängler P, Langeland K. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **71**, 603-611 (1991).
4. Gomes BPFA, Pinheiro E., Gade-Neto CR, Sousa ELR, Ferraz CCR, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiol Immunol* **19**, 71-76 (2004).
5. A. Molander, C. Reit, G . Dahlen, T. Kvist. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal* **31**, 1-7 (1998).
6. Pinheiro ET, Gomes B., Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiol Immunol* **18**, 100-103 (2003).
7. Moritz A, Doertbudak O., Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Sperr W. Nd:YAG laser irradiation of infected root canals in combination with micribiological examinations. . *JADA* **128**, 1525-1530 (1997).
8. Berkiten M, Berkiten R., Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod* **26**, 268-270 (2000).
9. Hession, R. Long-term evaluation of endodontic treatment: anatomy, instrumentation, obturation-the endodontic practice triad. *Int Endod J* **14**, 179-184 (1981).
10. Meeuwissen R, Eschen S. Twenty years of endodontic treatment. *J Endod* **9**, 390-393 (1983).
11. Friedman, S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics* **1**, 54-78 (2002).
12. Huuonen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. *Endodontic Topics* **1**, 3-25 (2002).
13. Spangberg LSW, Haapasalo M. Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endodontic Topics* **2**, 35-58 (2002).
14. Trope M, Bergenholtz G. Microbiological basis for endodontic treatment: can a maximal outcome be achieved in one visit? *Endodontic Topics* **1**, 40-53 (2002).

15. Haapasalo M, Dunæs T., Endal U. Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system posttreatment. *Endodontic Topics* **6**, 29-56 (2003).
16. Bergenholtz G, Spanberg L. Controversies in endodontics. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* **15**, 99-114 (2004).
17. McCaul LK, McHugh S., Saunders WP. The influence of specialty training and experience on decision making in endodontic diagnosis and treatment planning. *Int Endod J* **34**, 594-606 (2001).
18. Siqueira, J.F.J. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal* **34**, 1-10 (2001).
19. Siqueira JF Jr, Paiva S., Rôças IN. Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod* **33**, 541-547 (2007).
20. Siren EK, Haapasalo M., Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J* **30**, 91-95 (1997).
21. Sjögren U, Figdor D., Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* **24**, 119-125 (1991).
22. Siqueira JF Jr, Magalhaes K., Rôças IN. Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod* **33**, 667-672 (2007).
23. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* **18**, 35-40 (1985).
24. Distel JW, Hatton J., Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod* **28**, 689-693 (2002).
25. Nair PN, Henry S., Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **99**, 231-252 (2005).
26. Siqueira JF Jr, de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod* **22**, 674-676 (1996).
27. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res* **66**, 1375-1379 (1987).
28. G. Kayaoglu , Hülya E., D. Ørstavik Possible role of the adhesin ace and collagen adherence in conveying resistance to disinfectants on *Enterococcus faecalis*. *Oral Microbiol Immunol* **23**, 449-454 (2008).
29. Kakehashi S, Stanley H., Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg* **20**, 340 (1965).
30. Bergenholtz, G. Micro-organisms from necrotic pulp of traumatized teeth. *Odontol Revy* **25**, 347-358 (1974).

31. Sundqvist, G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps [dissertation]. *Umea (Sweden) University of Umea*(1976).
32. Möller AJR, Fabricius L., Dahlen G, Öhman AE, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scandinavian Journal of Dental Research* **89**, 475-484 (1981).
33. Orstavik, D. Root canal disinfection: a review of concepts and recent developments. *Aust Endod J* **29**, 70-74 (2003).
34. Siqueira, J.F.J. Strategies to treat infected root canals. *J Calif Dent Assoc* **29**, 825-837 (2001).
35. Sakamoto M, Roças I., Siqueira JF Jr, Benno Y. Molecular analysis of bacteria in asymptomatic and symptomatic endodontic infections. *Oral Microbiol Immunol* **21**, 112-122 (2006).
36. Siqueira JF Jr, Roças I., Rosado AS. Investigation of bacterial communities associated with asymptomatic and symptomatic endodontic infections by denaturing gradient gel electrophoresis fingerprinting approach. *Oral Microbiol Immunol* **19**, 363-370 (2004).
37. Sundqvist G, Figdor D., Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg* **85**, 86-93 (1998).
38. Fabricius L, Dahlen G., Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJR. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci* **114**, 278-285 (2006).
39. Sjögren U, Figdor D., Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* **30**, 297-306 (1997).
40. Waltimo T, Trope M., Haapasalo M, Orstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod* **31**, 863-866 (2005).
41. Heling B, Shapira J. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth with or without negative culture. *Quintessence Int* **11**, 79-84 (1978).
42. Engström B, Hard A., Segerstad L, Ramström G, Frostell G. Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal treatment. *Odontol Revy* **15**, 257-270 (1964).
43. Jett BD, Huycke M., Gilmore MS. Virulence of enterococci. *Clin Microbiol Rev* **7**, 462-478 (1994).
44. Goulhen F, Grenier D., Mayrand D. Oral microbial heat-shock proteins and their potential contributions to infections. *Crit Rev Oral Biol Med* **14**, 399-412 (2003).
45. Kayaoglu, G. Investigation of infection and survival mechanisms held by *Enterococcus faecalis* (strain A197A): with respect to endodontic disease. *Doktora Gazi Üniversitesi Ankara*(2007).
46. Siqueira JF Jr, Guimaraes-Pinto T., Rôças IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J Endod* **33**, 800-805 (2007).

47. Sakamoto M, Siqueira J.J., Rôças IN, Benno Y. Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. *Oral Microbiol Immunol* **22**, 19-23 (2007).
48. Chu FC, Leung W., Tsang PC, Chow TW, Samaranayake LP. Identification of cultivable microorganisms from root canals with apical periodontitis following two-visit endodontic treatment with antibiotics/steroid or calcium hydroxide dressings. *J Endod* **32**, 17-23 (2006).
49. Peters LB, van Winkenhoff A., Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J* **35**, 13-21 (2002).
50. Gomes BP, Lilley J., Drucker DB. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int Endod J* **29**, 235-241 (1996).
51. Peciuliene V, Reynaud A., Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J* **34**, 429-434 (2001).
52. Chavez de Paz L, Svensater G., Dahlen G, Bergenholtz G. Streptococci from root canals in teeth with apical periodontitis receiving endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **100**, 232-241 (2005).
53. Chavez de Paz LE, Molander A., Dahlen G. Gram-positive rods prevailing in teeth with apical periodontitis undergoing root canal treatment. *Int Endod J* **37**, 579-587 (2004).
54. Chavez de Paz LE, Dahlen G., Molander A, Moller A, Bergenholtz G. Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment. *Int Endod J* **36**, 500-508 (2003).
55. Tang G, Samaranayake L., Yip HK. Molecular evaluation of residual endodontic microorganisms after instrumentation, irrigation and medication with either calcium hydroxide or Septomixine. *Oral Dis* **10**, 389-397 (2004).
56. Ingle J.I., Simon J.H., Machtou P., Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment. *'Endodontics'* **V. Baski**, 571-768 (2002).
57. Ørstavik D., Haapasalo M. Disinfection of endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. *Endod. Dent. Traumatol.* **6**, 142-145 (1990).
58. Gomes B.P.F.A., Ferraz C.C.R., Vianna M.E., Berber V.E., Teixeira F.B., Souza-Filho F.J. Invitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* **34**, 424-428 (2001).
59. Siqueira J.F., Rôças I.N., Favieri A., Lima K.C. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1 %, 2.5 %, and 5.25 % sodium hypochlorite. *J Endod* **26**, 331-334 (2000).
60. Heling I., Chandler P. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* **31**, 8-14 (1998).

61. McGurkin-Smith R, Trope M., Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *J Endod* **31**, 359-363 (2005).
62. Hülsmann M., Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports. *Int Endod J* **33**, 186-193 (2000).
63. Çalışkan M.K., Türkün M., Alper S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. *Int Endod J* **27**, 163-167 (1994).
64. Hülsmann, M., Heckendorff, M., Lennon, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* **36**, 810-830 (2003).
65. F. Goldberg, C., Spielberg. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **53**, 74-77 (1982).
66. Byström A, Claesson R., Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics & Dental Traumatology* **1**, 170-175 (1985).
67. Hasselgren G, Olsson B., Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* **14**, 125-127 (1998).
68. Solak H, Özten M. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil* **30**, 436-439 (2003).
69. Souza V, Bernabe P. Acute apical periodontitis: incidence of post-operative pain using two different root canal dressings. *Int Endod J* **31**, 343-347 (1998).
70. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* **89**, 321-328 (1981).
71. Dalton BC, Ørstavik D., Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod* **24**, 763-767 (1998).
72. Reit C, Molander A., Dahlen G. The diagnostic accuracy of microbiologic root canal sampling and the influence of antimicrobial dressings. *Endodontics and Dental Traumatology* **15**, 278-283 (1999).
73. Haapasalo HK, Siren E., Waltimo TM, Ørstavik D. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J* **33**, 126-131 (2000).
74. Portenier I, Haapasalo H., Rye A, Waltimo T, Ørstavik D, Haapasalo M, Orstavik D. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J* **34**, 184-188 (2001).
75. Evans M, Davies J., Sundqvist G, Figdor D. . Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J* **35**, 221-228 (2002).

76. T.M. Waltimo, D. Orstavik, E.K. Sirén, M.P. Haapasalo. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *International Endodontic Journal* **32**, 421-429 (1999).
77. Zakariasen K.L, Dederich D.N. Dental lasers and science. *J Can Dent Assoc* **57**, 570-573 (1991).
78. Dederich, D. Laser/Tissue interaction: What happens to laser light when it strikes tissue? *JADA* **124**, 57-61 (1993).
79. Harashima T, Takeda F., Kimura Y, Matsumoto K. Effect of Nd:YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* **15**, 131-135 (1997).
80. Kimura Y, Wilder-Smith P., Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J* **33**, 173-185 (2000).
81. Midda M, Harper P. Lasers in Dentistry. *British Dental Journal* **11**, 343-346 (1991).
82. Kutsch, V. Lasers in Dentistry: Comparing wavelenghts. *J Am Dent Assoc* **124**, 49-54 (1993).
83. TD, M. What lasers can do for dentistry and you: In just the past year, the Nd:YAG laser's applications have advenced into potentially evolutionary perio and endo procedures. *Dent Manage* **31**, 31-34 (1991).
84. Myers TD, Myers W. The use of a laser for debridement of incipient caries. *J Prosthet Dent* **53**, 776-779 (1985).
85. Pick, R.M. Using lasers in clinical dental practice. *JADA* **124**, 37-47 (1993).
86. Miller, M. Lasers in dentistry: An overview. *JADA* **124**, 32-35 (1993).
87. Rooney J, Midda M., Leeming J. A laboratory investigation of the bactericidal effect of a Nd:YAG laser. *British Dental Journal* **176**, 61-64 (1994).
88. Dederich DN, Zakariasen K., Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminium-garnet laser irradiation. *J Endod* **10**, 428-431 (1984).
89. Goodis HE, White J., Marshall SJ, Marshall GW. Scanning electron microscopic examination of intracanal wall dentin: hard versus laser treatment. *Scanning microscopy* **7**, 979-987 (1993).
90. Levy, G. Cleaning and shaping of the root canal with a Nd:YAG lazer beam: a comperative study. *Journal of Endodontics* **18**, 123-127 (1992).
91. Miserendino LJ, Levy G., Riziou IM. Laser in Dentistry. *Quintessence Publ. Co. Inc Chicago, Berlin, London, Tokyo, Sao Paulo, Moscow, Warsaw* **Chapter 4** 57-67 (1995).
92. Maden, M. Nd:yag lazerin kök-kanalı dentin dokusuna etkilerinin mikrobiyolojik ve morfolojik yönden değerlendirilmesi. *Doktora Ankara, Gazi Üniversitesi*(2003).
93. M.A. Meire, K. De Prijck, T. Coenye, H.J. Nelis, R.J. De Moor. Effectiveness of different laser systems to kill *Enterococcus faecalis*

- in aqueous suspension and in an infected tooth model. *International Endodontic Journal* **42**, 351-359 (2009).
94. M.A. Al-Omari, P.M. Dummer Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *Journal of Endodontics* **21**, 154-158 (1995).
 95. York, M.K. Anaerobic bacteriology. *Clinical Microbiology Procedures Handbook* (2004).
 96. Murray P.R., Baron E.J., Jorgensen J.H., Pfaller, M.A., Tenenbaum, R.H. Manual of Clinical Microbiology. Washington. ASM Press **120**(2003).
 97. Sundqvist G, Figdor D., Persson S, Sjogren U. . Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **85**, 86-93 (1998).
 98. Moritz A, Jakolitsch S., Goharkhay K, Schoop U, Kluger W, Mallinger R, Sperr W, Georgopoulos A. Morphologic changes correlating to different sensitivities of *Escherichia coli* and *enterococcus faecalis* to Nd:YAG laser irradiation through dentin. *Lasers Surg Med.* **26**, 250-261 (2000).
 99. Schoop U, Kluger W., Moritz A, Nedjelik N, Georgopoulos A, Sperr W. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers Surg Med.* **35**, 111-116 (2004).
 100. Ramskold LO, Fong C., Stromberg T. . Thermal effects and antibacterial properties of energy levels required to sterilize stained root canals with an Nd:YAG laser *J Endod* **23**, 96-100 (1997).
 101. Eriksson AR, Albrektsson T., Grane B, McQueen D. . Thermal injury to bone. A vital-microscopic description of heat effects. *International Journal of Oral Surgery* **11**, 115-121 (1982).
 102. Leonardo MR, Rossi M., Silva LAB, Ito IY, Bonifacio KC. EM evaluation of bacterial biofilms and microorganisms on the apical external root surface of human teeth. . *J Endod* **28**, 815-818 (2002).
 103. PN, N. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod* **13**, 29-39 (1987).
 104. Siqueira JF Jr, Lopes H. Bacteria on the apical root surfaces of untreated teeth with periradicular lesions: a scanning electron microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **99**, 231-252 (2001).
 105. Tronstad L, Sunde P. The evolving new understanding of endodontic infections. *Endodontic Topics* **6**, 57-77 (2003).
 106. Şen BH, P.B., Demirci T. . Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod. Dent. Traumatol.* **11**, 6-9 (1995).
 107. Gutierrez JH, Jofre A., Villena F. Scanning electron microscope study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **69**, 491-501 (1990).
 108. Molander A, Reit C., Dahlbarn G, Kvist T Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* **31**, 1-7 (1998).

109. George R, Meyers I., Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *J Endod* **34**, 1524-1527 (2008).
110. Piccolomini R, D'Arcangelo C., D'Ercole S, Catamo G, Schiaffino G, De Fazio P. . Bacteriologic evaluation of the effect of Nd:YAG laser irradiation in experimental infected root canals. . *J Endod* **28**, 276-278 (2002).
111. Folwaczny M, Mehl A., Jordan C, Hickel R. Antibacterial effects of pulsed Nd:YAG laser radiation at different energy settings in root canals. *J Endod* **28**, 24-29 (2002).
112. Siqueira JF, Roças I., Favieri A, Lima KC. . Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with % 1, % 2,5, and %5,25 sodium hypochlorite. *J Endod* **26**, 331-334 (2000).
113. T. Cengiz , B.O. Aktaner, B. Piksin. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal* **23**, 163-171 (1990).
114. J.C. Baumgartner, C.L. Mader A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* **13**, 147-157 (1987).
115. Spangberg L, Engström B., Langeland K. . Biologic effect of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics. In Vitro. . *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **36**, 856-870 (1973).
116. Marending M, Luder H., Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. *International Endodontic Journal* **40**, 786-793 (2007).
117. Bergmans L, Moisiadis P., Teughels W, Van Meerbeek B, Ouirynen M, Lambrechts P. . Bactericidal effect of Nd:YAG laser irradiation on some endodontic pathogens ex vivo. . *Int Endod J* **39**, 547-557 (2006).
118. Abou-Rass M, Oglesby S. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endod* **7**, 376-377 (1981).
119. Cunningham WT, Balekjian A. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* **49**, 175-177 (1980).
120. Sirtes G, Waltimo T., Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* **31**, 669-671 (2005).
121. Hasselgren G, Olsson B., Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* **14**, 125-127 (1988).

122. Estrela C, Pimenta F., Ito IY, Bammann LL. In vitro determination of direct antimicrobial effect of calcium hydroxide. *J Endod* **24**, 15-17 (1998).
123. Kandaswamy D, Venkateshbabu N., Gogulnath D, Kindo AJ. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *International Endodontic Journal* **43**, 419-423 (2010).
124. Valera MC, Silva K., Maekawa LE, Carvalho CA, Koga-Ito CY, Camargo CH, Lima RS. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite associated with intracanal medication for *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* inoculated in root canals. *J Appl Oral Sci.* **17**, 555-559 (2009).
125. Stabholz A, Kyahat A., Weeks DA, Neev J, Torabinejad M. Scanning electron microscopic study of the apical dentine surfaces lased with Nd:YAG laser following apicectomy and retrofill. *International Endodontic Journal* **25**, 288-291 (1992).
126. Chugal NM, Clive J., Spangberg LS. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: Effect of biologic and diagnostic variables. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**, 342-352 (2001).
127. Molander A, Reit C., Dahlen G, Kvist T. . Microbial status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* **31**, 1-7 (1998).
128. Endodontology, E.S.o. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal* **39**, 921-930 (2006).
129. M.E. Vianna, Horz P.H., B.P. Gomes, G. Conrads. Microarrays complement culture methods for identification of bacteria in endodontic infections. *Oral Microbiol Immunol* **20**, 253-258 (2005).
130. Pinheiro ET, Gomes B., Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. . Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J* **36**, 1-11 (2003).
131. Hancock HHI, Sigurdsson A., Trope MB, Moiseiwitsch JB. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**, 579-586 (2001).
132. Peciuliene V, Balciuniene I., Eriksen HM, Happpasalo M. . Isolation of *Enterococcus faecalis* in previously root- filled canals in Lithuanian population. . *J Endod* **26**, 593-595 (2000).
133. Noda M, Komatsu H., Inoue S, Sano H. Antibiotic susceptibility of bacteria detected from the root canal exudate of persistent apical periodontitis. . *J Endod* **26**, 221-224 (2000).
134. Hancock HHI, Sigurdsson A., Trope MB, Moiseiwitsch JB. . Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**, 579-586 (2001).
135. Adib V, Spratt D., Ng YL, Gulabivala K. . Cultivable microbial flora associated with persistent periapical disease and coronal leakage after root canal treatment: a preliminary study. . *Int Endod J* **37**, 542-551 (2004).

10.ÖZGEÇMİŞ

Adı: Burak

Soyadı: Sadık

Doğum Yeri ve Tarihi: Uşak – 12.01.1976

Eğitimi (tarih sırasına göre yeniden eskiye doğru):

2004-2010: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

1994-2001: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

1987-1994: Ankara Atatürk Anadolu Lisesi

1982-1987: Ankara Namık Kemal İlkokulu

Yabancı Dili: İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar: Türk Endodonti Derneği, Avrupa Endodonti Derneği