

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İRRİGASYONA EK OLARAK KULLANILAN LAZER VE SONİK
SİSTEMLERİN KÖK KANAL DEZENFEKSİYONUNA VE PATLARIN
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ**

Dt. Şeref Nur MUTLU

DOKTORA TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİMDALI

Danışman

Prof. Dr. Ayçe Ünverdi Eldeniz

Konya- 2017

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İRRİGASYONA EK OLARAK KULLANILAN LAZER VE SONİK
SİSTEMLERİN KÖK KANAL DEZENFEKSİYONUNA VE PATLARIN
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ**

Dt. Şeref Nur MUTLU

DOKTORA TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİMDALI

Danışman

Prof. Dr. Ayçe Ünverdi Eldeniz

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından
13102025 proje numarası ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle destek olan ve yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Ayçe Ünverdi Eldeniz'e,

Bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Endodonti Anabilim Dalı'ndaki hocalarım Prof. Dr. Sema Belli'ye, Prof. Dr. Hale Arı Aydınbelge'ye, Prof. Dr. Funda Kont Çobankara'ya,

Tez çalışmamın istatistiksel analizindeki yardım ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Serhan Akman'a,

Projemizi desteklediği için Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne,

Endodonti bölümündeki sevgili arkadaşlarıma ve personelimize,

Sabrı ve katkılarından dolayı Serap Kakan'a

Sevgi ve destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili annem Aysel Arıkan, sevgili babam Hanefi Yurdakul Arıkan'a ve kardeşlerime,

Sevgi ve sabırla annelerini destekleyen canım oğullarım Erengazi Mutlu ve Nurettin Erdem Mutlu'ya

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Enterococcus faecalis	2
1.2. Endodontide İrrigasyon ve Önemi.....	2
1.3. İrrigasyon Solüsyonları.....	3
1.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl).....	3
1.3.2. Klorheksidin (CHX).....	6
1.3.3. Octenidin Hidroklorit (OCT)	7
1.3.4. Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA)	9
1.4. İrrigasyona İlave Kullanılan Yöntemler	11
1.4.1. İrrigasyon Solüsyonlarının Aktive Edilmesi.....	11
1.5. Kök Kanal Dolgusunun Amacı ve Önemi	18
1.6. Kök Kanal Tedavilerinde Kullanılan Dolgu Maddeleri	18
1.6.1. Katı Kor Dolgu Maddeleri	19
1.6.2. Kanal Dolgu Patları.....	20
2. GEREÇ VE YÖNTEM	25
2.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması.....	25
2.2. Kök Kanallarının Preparasyonu.....	26
2.3. Dezenfeksiyon Deneyi.....	27
2.3.1. Mikrobiyoloji İşlemleri.....	31
2.3.2. Dişlerin Enfekte Edilmesi ve İrrigasyon.....	34
2.3.3. Örnekleme.....	37
2.3.4. Dezenfeksiyon Deneyinde SEM İçin Örneklerin Hazırlanması	41
2.4. Bağlantı Deneyi	42
2.4.1. Kök Kanallarının İrrigasyonu ve Doldurulması.....	42
2.4.2. Bağlantı Dayanım (Push-Out) Testi.....	44
2.4.3. Bağlanma Deneyinde SEM İçin Örneklerin Hazırlanması	46
2.5. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi	47
3. BULGULAR	48

3.1. Farklı İrrigasyon Solüsyonlarının ve Tekniklerinin Antimikrobiyal Etkinliği:.....	48
3.2. Bağlanma Dayanım Testine Ait Bulgular	50
3.3. SEM Analizi Bulguları	53
3.3.1. Dezenfeksiyon Deneyine Ait SEM Bulguları.....	53
3.3.2. Bağlanma Deneyine Ait SEM Bulguları.....	67
4. TARTIŞMA	72
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
6. KAYNAKLAR.....	85
7. EKLER	95
Ek-1 Etik Kurul Kararı	95
8. ÖZGEÇMİŞ	96



SİMGELER VE KISALTMALAR

Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
CFU	Koloni Oluşturan Birimler (Colony Forming Units)
CHX	Klorheksidin
CO ₂	Karbondioksit
Cpm	Continuous Passive Motion (Devamlı Pasif Hareket)
Dk	Dakika
EDTA	Etilendiamin tetraasetik Asit
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
Er,Cr:YSGG	Erbium, Cromium:Yttrium, Scandium, Gallium ve Garnet
Er:YAG	Erbiyum:Yttrium-Aluminyum-Garnet
Gr	Gram
HCl	Hidroklorik asit
He-Ne	Helyum-Neon
Ho:YAG	Holmium:Yttrium-Aluminyum-Garnet
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Raddition
Mj	Milijoule
ml	Mililitre
Mm	Milimetre

MPa	Megapascal
M	Mol
MTA	Mineral Trioksit Aggregate
N	Newton
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Nd:YAG	Neoymium:Yttrium-Aluminium-Garnet
Nm	Nanometre
OCT	Octenidin Hidroklorit
PBS	Fosfat tamponlanmış solüsyon
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy)
Sn	Saniye
Ph	Hidrojenin Gücü (Power of Hydrogen)
TSA	Triptik soy agar
TSB	Triptik soy bulyon
UV	Ultraviolet
W	Watt
μ L	Mikrolitre
μ m	Mikrometre
$^{\circ}$ C	Santigrat derece
%	Yüzde

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İrrigasyona Ek Olarak Kullanılan Lazer ve Sonik Sistemlerin Kök Kanal Dezenfeksiyonuna ve Patların Bağlanma Dayanımına Etkisi

Şeref Nur Mutlu
Endodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2017

Bu çalışmanın amacı; ilk olarak NaOCl, CHX ve OCT irrigasyon solüsyonlarının ve bu solüsyonların Vibringe, EndoActivator ve Nd:YAG lazer ile aktivasyonlarının *E. faecalis*'le enfekte edilen kök kanallarında dezenfeksiyon etkilerinin belirlenmesidir. İkinci olarak ise kök kanal dentinine Vibringe, EndoActivator ve Nd:YAG lazer ile aktive edilerek uygulanan NaOCl ve EDTA solüsyonlarının MTA Fillapex ve BioRoot RCS kök kanal patlarının dentine adezyonuna olan etkilerinin push-out yöntemi ile değerlendirilmesidir.

Çalışmada dezenfeksiyon deneyleri için 182 adet ve pat bağlanım deneyleri için 65 adet olmak üzere toplam 247 adet insan daimi tek köklü ve tek kanallı alt küçük azı ve üst kesici dişler seçilerek kullanıldı. Dezenfeksiyon deneyi için steril edilen dişler, tedavi prosedürlerine göre rastgele 14 gruba (n= 13) ayrıldı: I- Nd:YAG Lazer+%2,5 Sodyum Hipoklorit(NaOCl), II-Nd:YAG Lazer+%2 Klorheksidin(CHX), III- Nd:YAG Lazer+Octenidin Hydroclorit (OCT), IV-Vibringe+%2,5 NaOCl, V-Vibringe+%2 CHX, VI- OCT+Vibringe, VII-EndoActivator (EA)+%2,5 NaOCl, VIII- EA+%2 CHX, IX- EA+OCT, X-Endodontik irrigasyon iğnesi+%2,5 NaOCl, XI-Endodontik irrigasyon iğnesi+%2 CHX, XII-Endodontik irrigasyon iğnesi+ OCT, XIII-Steril Serum Fizyolojik (Pozitif Kontrol), XIV-Steril ve enfekte olmayan grup (Negatif Kontrol). Ekimin yapıldığı petri kapları 48 saat 37°C' de etüde bekletildi ve bu sürenin sonunda koloni sayım tekniği ile sayılan koloniler log 10 değerlerine çevrildi ve istatistiksel analizleri yapıldı.

Bağlanma deneyi için kullanılan dişler rastgele 13 dişten oluşan 5 deney gurubuna (n=12) ve iki alt gruba (n=6) ayrıldı. Grup1a-Nd:YAG Lazer+ BioRootRCS, Grup1b-Nd:YAG Lazer+MTAFillapex, Grup2a-Vibringe+BioRootRCS,Grup2b-Vibringe+MTAFillapex, Grup3a-EA+BioRootRCS, Grup3b-Vibringe+BioRootRCS, Grup4a-Endodontik İrrigasyon iğnesi+BioRootRCS, Grup4b-Endodontik İrrigasyon iğnesi+MTAFillapex, Grup 5a-Serum+BioRootRCS(Kontrol), 5b-Serum+MTAFillapex (Kontrol). Hazırlanan diş kökleri ProTaper F4 no'lu güta perka kullanılarak tek kon yöntemiyle dolduruldu. Kanal dolum işlemi tamamlanan tüm örnekler patların sertleşmesi için %100 nemli ortamda 37 °C' de 7 gün bekletildi. Örneklerden hazırlanan dentin disklerine push-out testi uygulandı. Elde edilen mukavemet değeri Newton (N) olarak kaydedildi ve istatistiksel analizleri yapıldı.

Yapılan mikrobiyoloji çalışmasının sonucuna göre, NaOCl ve OCT'in kullanıldığı tüm gruplar *E. faecalis*'e etkili olmuştur. CHX'in kullanıldığı örneklerde, manuel ve Nd:YAG lazer ile birlikte kullanılması etkili dezenfeksiyon sağlarken, Vibringe ve EndoActivatorle kullanıldığında, *E. faecalis*'i elimine etmekte başarı gösterememiştir. Patların bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmamızda BioRoot RCS patı en iyi bağlanma dayanım değerlerini göstermiştir. Smear tabakanın uzaklaştırılması BioRoot RCS ve MTAFillapex patlarının bağlanma dayanımını artırmamıştır.

Anahtar sözcükler: BioRoot RCS; *Enterococcus faecalis*; İrrigasyon solüsyonları; MTA Fillapex; Push-out bağlanma dayanımı

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Effect of Additive Usage of Laser and Sonic Activation Systems to Root Canal Disinfection and Bond Strength of Various Root Canal Sealers

Şeref Nur Mutlu
Department of Endodontics

MASTER/PhD THESIS / KONYA-2017

The aim of this study, firstly to evaluate the disinfection effects of NaOCl, CHX and OCT irrigating solutions and activation of these solutions with Vibringe, EndoActivator and Nd: YAG lasers in *E. faecalis* infected root canals. Secondly to assess the effects of NaOCl and EDTA solutions on root canal dentin bond strength of MTA Fillapex and BioRoot RCS by push out method when Vibringe, EndoActivator, Nd:YAG laser irrigation activation methods used. In the study, a total of 247 permanent single-rooted and single-channeled lower and upper incisor and premolar teeth were selected, including 182 for disinfection experiments and 65 for sealer adhesion test. Sterilized teeth for the disinfection experiment were randomly divided into 14 groups (n = 13) according to the treatment procedures: I- Nd:YAG Laser+2,5% Sodium Hypochlorite (NaOCl), II- Nd:YAG Laser+2% Chlorhexidine (CHX), III- Nd:YAG Laser+Octenidine Hydrochloride (OCT), IV- Vibringe+2,5% NaOCl, V- Vibringe+2% CHX, VI- Vibringe+OCT, VII-EndoActivator (EA)+ 2,5% NaOCl, VIII-EA+% CHX, IX-EA+OCT, X-Endodontic irrigation needle(EIN)+2,5% NaOCl+, XI-EIN+% 2 CHX, XII-EIN+OCT, XIII- Sterile Serum Physiological (Positive Control), XIV- Sterile and uninfected group (Negative Control). The petri dishes in which *E. faecalis* were seeded, incubated at 37 °C for 48 hours and total colony-forming units (CFU) were calculated for each sample. Values were converted to log 10 and statistical analyzes were performed.

The teeth used for the adhesion experiment were divided into 5 experimental groups (n=12) and two subgroups (n=6) consisting of 13 randomly selected teeth as follows; Group 1a-Nd:YAG Laser+BioRootRCS, Group 1b-Nd:YAG Laser+MTA Fillapex, Group 2a-Vibringe+BioRootRCS, Group 2b-Vibringe+MTA Fillapex, Group 3a-EA+BioRootRCS, Group 3b-EA+MTA Fillapex, Group 4a- Endodontic irrigation needle+BioRootRCS, Group 4b-Endodontic irrigation needle+MTA Fillapex, Group 5a- Saline+BioRootRCS(Control), 5b-Saline+MTA Fillapex (Control). The prepared specimens were filled with ProTaper F4 gutta-percha with a single cone technique. After the root canals were filled with sealers all specimens were stored in a humidifier at 37 °C for 72 hours for complete setting of sealer. Push-out test was applied to the dentin discs prepared from the samples. The strength values obtained were recorded as Newton (N) and statistical analysis was performed. One tooth from each group was used to examine smear layer removal with SEM.

As a result of the microbiology study, all groups using NaOCl and OCT were effective on *E. faecalis*. In samples where CHX were used manually and with Nd:YAG lasers provided effective disinfection, whereas using CHX with Vibringe and EndoActivator was not successful in eliminating *E. faecalis*. In our study which was evaluating the bond strength of the sealers, BioRoot RCS showed the highest bond strength values. Removal of the smear layer did not increase the bond strength of BioRoot RCS and MTA Fillapex sealers.

Key words: BioRoot RCS; *Enterococcus faecalis*; Irrigation solutions; MTA Fillapex; Push-out bond strength

1. GİRİŞ

Diş pulpasında ki patolojik değişiklikler, kök kanal sisteminde bakteriler, bakteri toksinleri ve yan ürünleri bulunduğu zaman olur. Bakteri varlığı olmadan pulpada ve periradiküler dokularda patoloji gelişmesi mümkün değildir (Kakehashi ve ark 1965, Sundqvist 1976, Möller ve ark 1981, Bergenholtz 1990). Kanal tedavisi gerektiren dişlerin büyük çoğunluğunda amaç ilk olarak apikal periodontitisten korunma ve ikinci olarak da bu patolojinin tedavisidir. Endodontik komplikasyonlar, rezorpsiyonlar ve travma gibi bazı özel durumlarda da kanal tedavisi gerekebilir, ancak bu durumlar da bile tedavinin başarısı enfeksiyonun kontrolüne bağlıdır (Haapasalo ve ark 2005).

Çeşitli fiziksel ve kimyasal iritanlar pulpada irritasyon ve devamında pulpa nekrozuna yol açabilir. Pulpadaki enflamasyonun en yaygın sebebi, bakteri ve bakteri ürünlerinin derin çürük lezyonları ve mikrosızıntı sonucu pulpa dokusuna ulaşmasıdır. Enflamatuvar reaksiyon bakteriyel antijenlerin lokal immün sistem elemanlarıyla karşılaşması ile başlar (Bergenholtz 1990, Pashley 1996, Jontell ve ark 1998). Çürük lezyonu pulpaya ulaşmadığı sürece, pulpadaki enflamasyon çoğu zaman geri dönüşümlü olur. Sert doku bariyeri aşılip çürük lezyonu pulpaya ulaştığında bakteriler pulpayı istila edebilirler.

Apikal periodontitis, periradiküler dokularda görülen, nekrotik kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların yol açtığı enflamatuvar süreçtir. Bu süreçte bakteriler kök kanal sistemi içerisine kolonize olmuş ve daha derin dokulara invaze olmuştur. Apikal periodontitisin ilk safhalarında kanal içinde anaerob bakteriler baskındır ve enfeksiyonların çoğundan sorumludurlar (Sundqvist 1976, Haapasalo ve ark 2005).

Kanal tedavili dişlerde gelişen apikal periodontitis vakalarında ise durum nispeten farklı olmakla birlikte, çevresel faktörlere bağlı olarak yine anaerob türler baskındır. En sık izole edilen bakteriler arasında *Enterococcus faecalis* (Bago ve ark) bulunmaktadır. *E. faecalis*'e streptokoklar, laktobasiller, diğer fakültatif türler ve anaerob bakteriler eşlik edebilir (Siren ve ark 1997, Molander ve ark 1998, Haapasalo ve ark 2005).

Patojen mikroorganizmalar kanal içerisinde bulunduğu sürece enstrümantasyon ve irrigasyon ile yok edilebilir. Fakat bakteriler lateral kanallara, dentin tübüllerine ve kanal içi düzensizliklere penetre olabilmektedirler. Dentin tübüllerine penetrasyon genelde rastgele ortaya çıkar, bakteri dolu bir tübül, boş birkaç tübülle çevrelenmiş olabilir (Ørstavik ve Haapasalo 1990, Peters ve ark 2000, Peters ve ark 2001). Bakteriler derin bölgelere penetrasyon gösterdiklerinde enstrümantasyon ve irrigasyonla uzaklaştırılmaları zorlaşır (Peters ve ark 1995).

Endodontik tedavide başarı, kök kanal sisteminden mikroorganizmaların tamamıyla uzaklaştırılması ve tedavi sonrası kanal içine yeniden girişlerinin önlenmesi ile sağlanır (Kakehashi ve ark 1965, Saunders ve Saunders 1994, Siqueira ve ark 2000). Kök kanal preparasyonunun endodontik problemleri önlemede en önemli basamak olması ve enstrümantasyon–irrigasyon işlemlerinin kanal içi enfeksiyonu gidermede etkili olması, endodontik araştırmaların bu yönde olmasını sağlamıştır (Haapasalo ve ark 2005).

1.1. Enterococcus faecalis

Enterococcus faecalis, sporsuz, fermentatif, fakültatif anaerob bir bakteridir. Ovoid şekilli ve çapları 0,5-1 µm arasındadır (Rôças ve ark 2004). *E. faecalis* tedavi edilmemiş enfekte kök kanallarında yaygın olarak bulunmaz (Stuart ve ark 2006). Başarısız endodontik tedavili dişlerin kök kanallarından ise en sık izole edilen fakültatif anaerobik bakteri *E. faecalis*'tir (Sundqvist ve ark 1998, Pinheiro ve ark 2003) ve endodontide kullanılan pekçok irrigasyon solüsyonuna ve medikamentlere dirençlidir (Stuart ve ark 2006). Bu özellikleri, dentin kanallarına girerek kök yüzeyinde biyofilm oluşturmaları ve ortamda yeterli besin olmasada uzun süre dayanabilmelerindedir (Noguchi ve ark 2005) .

Kanal tedavisi yapılmamış dişlerde nadiren görülmelerine rağmen, kök kanal tedavili dişlerde bulunmaları, kanal tedavisi sırasında yeterli izolasyonun sağlanmaması ile kök kanalına bu bakterinin transfer edilmesi veya yapılan başarısız bir daimi restorasyona bağlı sızıntı nedeniyle olabilir (Sundqvist ve ark 1998, Chávez de Paz 2004).

1.2. Endodontide İrrigasyon ve Önemi

Yalnızca mekanik enstrümantasyon ile kök-kanal enfeksiyonları yok edilemez bu nedenle irrigasyon solüsyonlarına da ihtiyaç vardır. Enstrümantasyon sırasında ve sonrasında irrigasyon; mikroorganizmaların ortadan kaldırılmasını, doku artıkları ve debrisin kök kanalından uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. İrrigasyon aynı zamanda apikalden taşan enfekte materyalin periapikal sert ve yumuşak dokuda enfeksiyon oluşturmasını engellemektedir. Bazı irrigasyon solüsyonları kök kanalındaki inorganik ve organik maddeleri yok edebilmekte, bakteri ve mayalarla etkileşime geçerek antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Endodontide irrigasyon solüsyonlarının mekanik, kimyasal ve biyolojik olarak yeterli özellikleri olması gerekir (Hülsmann ve Hahn 2000, Haapasalo ve ark 2010).

İdeal bir irrigasyon solüsyonu: (Zehnder 2006, Haapasalo ve ark 2010, Basrani ve Haapasalo 2012)

- Debrisleri uzaklaştırmalı.
- Kanalı kayganlaştırmalı.
- Organik (dentin kollajeni, pulpa dokusu, biyofilm) ve inorganik dokuları (dentin) çözebilmeli.
- Smear tabakasının oluşmasına engel olmalı veya oluşan smear tabakasını uzaklaştırmalı.
- Anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara ve biyofilmlere etkili olmalı.
- Endotoksinleri inaktive etmeli.
- Vital dokulara toksik, antijenik ve karsinojenik etkisi olmamalı.
- Periyodontal dokulara kostik (yakıcı) etkisi olmamalı.
- Anaflaktik reaksiyona neden olmamalı.
- Düşük yüzey gerilimi göstererek etkisini artırmalı.
- Tadı ve kokusu kötü olmamalı.
- Dişin yapısını zayıflatmamalı.
- Dişin rengini bozmamalı.
- Kullanıcıya zarar vermemeli.
- Kullanım sonrasında kök kanallarında rezidüel etkisi olmalı.
- Kanal dolgu maddesinin ve restoratif maddelerin bağlantısına etki etmemeli.
- Raf ömrü uzun ve saklaması kolay olmalı.
- Maliyeti düşük olmalı.
- Kolay elde edilebilmeli.
- Uygulaması kolay olmalı.

1.3. İrrigasyon Solüsyonları

1.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Endodontide kullanımı 1919'da Coolidge tarafından önerilen NaOCl (Çalışkan 2006), ilk olarak 1789 yılında Fransa, Javelle'de üretilmiş ve 'Javelle water' olarak adlandırılmıştır. 'Dakin Solusyonu' olarak adlandırılan ilk %0,5'lik tamponlanmış NaOCl solüsyonu I. Dünya Savaşı'nda yaraların dezenfeksiyonu için kullanılmıştır (Çalışkan 2006, Basrani ve Haapasalo 2012).

Etki Mekanizması

NaOCl'in antibakteriyel etkisi oldukça iyidir ve geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkilidir (Radcliffe ve ark 2004, Zehnder 2006).

NaOCl, doku proteinleriyle temas ettiğinde kısa sürede nitrojen, formaldehit ve asitaldehit meydana gelir. Eriyen proteinlerin peptid bağları kopar. Amino gruplarındaki hidrojen (-NH), klorinle (-N.Cl-) yer değiştirir kloramin oluşur. Bu da antimikrobiyal etkinlikte önemlidir. Böylece nekrotik dokular erir ve antimikrobiyal ajan enfekte dokulara daha kolay ulaşarak etkili olur (Basrani ve Haapasalo 2012).

NaOCl suda sodyum (Na^+) ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrılır. NaOCl solüsyonunun pH'sı 4-7 arasında iken klor daha çok hipokloröz asit (HOCl) formundayken, pH 9 ve üzeri olduğunda hipoklorit formundadır. Hipokloröz asitin antibakteriyel etkisi hipokloritten daha fazladır ve bakterilerin hücrel fonksiyonunu ve DNA sentezini bozarak etki gösterir (McKenna ve Davies 1988, Barrette Jr ve ark 1989). Ancak endodontide irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan NaOCl'in pH'sı 4-7 arasında değil, 11-12 civarındadır. Bu nedenle ortamda hipokloröz asit yerine, hipoklorit iyonundan gelme klor iyonları bulunmaktadır. Daha düşük konsantrasyonda hazırlanan solüsyonlar, stabilitesini uzun süre koruyamadığından etkili olamamaktadır (Çalışkan 2006).

Konsantrasyonu

Endodontik irrigant olarak NaOCl %0,5 ile 6'lık konsantrasyon aralığında kullanılır. Kök kanal tedavisinde farklı konsantrasyonun kullanılması gerektiği ile ilgili tartışmalar vardır. Bazı çalışmalar NaOCl'in yüksek konsantrasyonlarında *E. faecalis* ve *Candida albicans* üzerinde daha etkili olduğunu gösterirken (Waltimo ve ark 1999, Gomes ve ark 2001), bu çalışmaların aksine klinik çalışmalar düşük veya yüksek konsantrasyonun kök kanalından bakteri eliminasyonunda fark yaratmadığını bildirmişlerdir (Cvek ve ark 1975, Byström ve Sundqvist 1981).

Yüksek konsantrasyonda doku çözücülüğü daha iyi olan NaOCl (Hand ve ark 1978), düşük konsantrasyonda daha yüksek hacimde kullanıldığında da aynı etkiye sahiptir (Moorer ve Wesselink 1982, Siqueira ve ark 2000). Pashley ve ark (1985) düşük ve yüksek konsantrasyonda NaOCl'in etkisini inceledikleri çalışmalarında sağlıklı doku üzerinde,

%5,25'lik konsantrasyonun %0,5-1'lik konsantrasyondan daha sitotoksik ve kostik olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle klinikte düşük konsantrasyonlarının kullanımı tavsiye edilmektedir (Haapasalo ve ark 2005).

Sodyum hipokloritin temel özellikleri şöyle sıralanabilir; etkili bir antimikrobiyal, mükemmel organik doku çözücü, kanallarda lubrikasyon sağlar, renklenmiş dişleri ağartma özelliği ve hızlı etki süresi (Basrani ve Haapasalo 2012).

NaOCl pek çok invitro çalışmada, mikroorganizma biyofilmleri üzerinde diğer solüsyonlara göre daha etkili sonuç vermiştir (Spratt ve ark 2001, Clegg ve ark 2006).

Ancak bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da vardır; toksik etkisi, tadının ve kokusunun kötü olması, smear tabakayı tam olarak uzaklaştırılamaması, allerjik reaksiyon meydana getirme ihtimalinin olması sayılabilir (Basrani ve Haapasalo 2012).

Klinik kullanımda, kök kanal sistemindeki karışık yapı anastomozlar, lateral kanallar, periapikal alandaki eksuda, doku artıkları, pulpa dokusu, dentin kollajeni ve mikrobiyal flora NaOCl'in etkisini azaltabilir (Haapasalo ve ark 2000). Son zamanlarda uygulanan NaOCl'in dentinin fiziksel ve kimyasal yapısını etkileyerek, dentinin elastikiyeti ve eğilme mukavemeti üzerinde zararlı olabileceğini bildiren *in vitro* çalışmalar vardır (Haapasalo ve ark 2000, Sim ve ark 2001, Marending ve ark 2007).

NaOCl'in doku çözücü ve antimikrobiyal etkinliğini artırmak için, solüsyonun pH'sını ve ısısını artırmak, ultrasonik kullanımı ve çalışma süresinin uzatılması etkili olur (Cheung ve Stock 1993). Moorer ve Wesselink (1982), NaOCl solüsyonunun mekanik olarak ultrasonla karıştırılmasının, şiddetli sıvı akışıyla doku çözünürlüğüne etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Stojicic ve ark (2010) yaptıkları çalışmada, sürekli bir çalkalama ile solüsyonun yenilenmesinin NaOCl'in etkisini artırdığını bildirmişlerdir.

Paragliola ve ark (2010), %5'lik NaOCl ile ultrasonik kullanımının apikal üçlüde ki kanal duvarlarına daha etkili olduğunu göstermiştir. Nikel-titanyum uçlarla pasif ultrasonik irrigasyon, sonik irrigasyon ile karşılaştırıldığında doku çözünürlüğünde daha etkilidir (Al-Jadaa ve ark 2009) .

1.3.2. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin yaklaşık 50 yıl önce İngiltere’de Imperial Kimyasal Endüstri tarafından geliştirildi ve 1953 yılında da İngiltere’de antiseptik krem olarak piyasaya sürüldü. 1957 yılından itibaren de genel dezenfeksiyonun yanı sıra deri, göz, boğaz enfeksiyonlarının tedavisinde insanlarda ve hayvanlarda kullanılmaya başlandı (Fardai ve Turnbull 1986).

Etki Mekanizması

CHX geniş spektrumlu antimikrobiyal ajandır. Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere ve mantarlara karşı etkilidir (Hennessey 1973, Denton 1991). CHX’in pH’ı 5,5-7 arasındadır. Yaygın kullanılan formu klorheksidin diglukonat tuzudur ve suda çözünebilir, stabil yapıya sahiptir (Greenstein ve ark 1986). Konsantrasyonuna bağlı olarak bakteriyostatik veya bakterisit etki gösterir (Basrani 2005). Yüksek konsantrasyonda, katyonik özelliği sayesinde bakteri yüzeyine bağlanır, hücre duvar yapısının geçirgenliğini bozar. CHX’in hücre içine penetrasyonu stoplazmanın yıkımına neden olur, hücre zarının tamiri önlenerek bakteri hücrelerinin ölümü gerçekleşir. Düşük konsantrasyonda, CHX sadece bakteriyostatiktir, hücre zarının geçirgenliğini artırarak etki eder (Hennessey 1973, Vianna ve ark 2004).

Yüzeğe Tutunma ve Geri Salınım

CHX’in katyonik doğasından dolayı oral mukoza gibi anyonik yüzeyler tarafından tutulabilir (Winrow 1973). Serum, tükürük, diş yüzeyi, tükürük glikoproteinleri, mukoza zarlarında da bulunan albümin gibi proteinlere bağlanma yeteneğine sahip olan CHX’in bu reaksiyonu geri dönüşümlüdür (Hjeljord ve ark 1973, Turesky ve ark 1977). Khademi ve ark (2008)’nin yaptığı çalışmada CHX’in mine dentin gibi diş yüzeylerinde tutunabildiği ve tedavi edici düzeyde salınım yaptığı gösterilmiştir. Bu geri salınım CHX’in antimikrobiyal aktivitesini sağlar ve bu özellik ‘substantivity’ olarak adlandırılır. Diğer irrigasyon solüsyonlarında görülmeyen bu uzun süreli antimikrobiyal etkinin irrigasyondan 10 dk sonra başlayıp 12 haftaya kadar devam ettiği bildirilmiştir (Mohammadi ve Abbott 2009).

Sitotoksosite

Medikal olarak CHX’in %0,12 ve %2 konsantrasyon aralığında kullanılır. Loe’ye (1970) göre bu CHX’in sistematik ve lokal olarak toksite açısından güvenli olduğu

konsantrasyon aralığıdır. CHX'in allerjik ve anaflaktik reaksiyona neden olduğunu rapor eden çok az çalışma vardır (Okano ve ark 1989).

CHX, NaOCl ile temas ettiğinde reaksiyona girerek toksik ve karsinojenik olan 'parakloroanilin' bileşimini ortaya çıkarır. Bu istenmeyen bir durumdur ve önlenmesi için ortamdaki NaOCl'nin distile su ya da serum fizyolojikle yıkanarak uzaklaştırılması gerekir (Basrani ve ark 2007).

Diş Hekimliğinde ve Endodontide CHX

CHX'in diş hekimliğinde kullanım alanı geniştir. Endodontide irrigasyon solüsyonu ve medikament olarak kullanılmasının dışında gargara olarak çürüklerin önlenmesinde, periyodontal hastalıklarda, plak ve gingivitisin kontrolünde, yaşlı ve sistemik problemlili hastalarda, immün sistem baskılandığında diş çekiminden sonra alveolar osteitisi önlemek için kullanılır (Basrani ve ark 2007) .

CHX'in irrigasyon solüsyonu olarak sıvı ve jel formu bulunmaktadır. Basrani ve ark (2003) CHX'in farklı konsantrasyonlarının antibakteriyel etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucuna göre, CHX'in konsantrasyonunun arttıkça antibakteriyel etkisinin arttığını söylemişlerdir. NaOCl ile antibakteriyel etkinliği karşılaştırıldığı *in vitro* çalışmalarda istatistiksel olarak fark bulunamamıştır, ancak NaOCl'den farklı olarak CHX'in doku çözücü özelliği zayıftır (Basrani ve Haapasalo 2012), smear tabakasına etkili değildir ve mikroorganizmaların spor şekillerine etkisi yoktur.

Kanal içi medikament olarak yapılan *in vitro* çalışmada antimikrobiyal etkisi, kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂) kadar hatta daha iyi bulunmuştur (Lima ve ark 2001).

1.3.3. Octenidin Hidroklorit (OCT)

Octenidin hidroklorit [N,N'-(1,10 Decanediyldi-1[4H]-pyridinyl-4-ylidene)bis(1-octanamine) dihydrochloride]; Sterlig Winthrop Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş, bispiridin türevi bir dezenfektandır. Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere, mantarlara ve birçok viral türlere etkilidir. Bakterilerin ve mantarların, hücre duvarlarını ve membranlarını etkileyerek hücre ölümünü gerçekleştirir.

Octenisept cilt yanıkları, yara dezenfeksiyon ve ağız bakım sularında kullanılan oktenidin hidroklorür ve fenoksietanolden oluşan bir antiseptiktir. Solüsyonun bileşimi;

bisprimidin bileşigi olan OCT (0,1 gr) ve etanolün bir türevi olan fenoksietanoldür (2 gr). Fenoksietanol, OCT ile sinerjistik etki göstererek, octeniseptin etkinliğinin artmasını sağlar (Sedlock ve Bailey 1985, Tandjung ve ark 2007). Yapılan testlerde pH stabilitesini koruduğu, ışığa duyarlı olmadığı ve 130°C 'de bozulmadan steril olabildiği, yani değişen fiziksel ve kimyasal koşullarda stabil olduğu görülmüştür (Harke 1989). OCT'in ayrıca sitotoksik ve genotoksik olmadığı bildirilmiştir (Wagner ve ark 2004). OCT' in gingiva ve ağız dokuları üzerindeki alerjik reaksiyonları hakkında literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan hayvan çalışmalarına göre allerjen potansiyeli düşük risk grubundadır (Sedlock ve Bailey 1985).

OCT, *Streptococcus mutans* ve *Actinomyces viscosus* gibi dental plakta bulunan bakterilere karşı CHX kadar etkilidir (Slee ve O'Connor 1983, Bergenholtz 1990, Decker ve ark 2003). Kramer ve ark (1998) CHX, octenisept ve setil piridinyum kloridin ile yaptıkları çalışmalarında, 10 dakikalık uygulama sonucunda ağız bakterileri üzerinde, octenisept ve setil piridinyum kloridin etkisinin CHX'den daha etkili olduğunu belirtmiştir. Patters ve ark'nın (1986) yaptığı *in vivo* çalışmada Octenisept'in ağız bakımı amacı ile 21 günlük bir sürede kullanıldığında plak oluşumunu ve gingivitis gelişimini belirgin oranda azaltmasının yanında düşük toksisite gösterdiği (Müller ve Kramer 2006) ve dokularla uyumlu olduğu (Wagner ve ark 2004) bildirilmiştir.

Lucena ve ark (2013) *E. faecalis* 'le enfekte edilmiş kök kanallarında, Ca(OH)₂, CHX jel ve OCT jel içerikli medikamentleri karşılaştırdıkları *in vitro* çalışmada, 12 hafta sonunda Ca(OH)₂'e göre CHX ve OCT içerikli medikamentler antibakteriyel olarak daha etkili olmuşlar ve kök kanallarının hiç birinde bakteriyel büyüme gerçekleşmemiştir. Tandjung ve ark (2007) *E. faecalis*'le enfekte edilmiş kök kanallarında kanal içi medikament olarak OCT jel'in kullanıldığı *ex vivo* çalışmada 7 günün sonunda yalnızca bir örnekte bakteriye rastlamışlar, 10 dakikalık uygulamadan sonra bile bakterilerin yoğunluğunun büyük ölçüde azaldığını bulmuşlardır.

Zumtobel ve ark (2009), üretici firma tarafından OCT ile kaplanmış trakeostomi tüplerinin, yüzeye yapışan bakteri miktarını azaltarak biyofilm oluşumunu engellediğini bildirmişlerdir.

Bal ve ark (2011) direkt pulpa tedavisinde, serum fizyolojik, CHX, NaOCl ve OCT'in etkilerini karşılaştırmışlar ve bu üç solüsyonun serum fizyolojiktan daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

1.3.4. Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA)

Etilen diamin tetraasetik asit bir disodyum tuzudur. Endodontide ilk kez Nygaard–Østby tarafından %15'lik formu 1957'de kullanılmıştır (Hülsmann ve ark 2003). Yüzde 17'lik EDTA (pH 7, 3) hazırlamak için, 17 gr disodyum EDTA tuzu, 100 ml distile su içerisine katılır. Tam çözünmeyi sağlamak için 9,25 ml 5 N sodyum hidroksit solüsyonu ilave edilir. EDTA %5-17 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılabilir de günümüzde sıklıkla %17'lik konsantrasyonda ve nötral pH'da özellikle dar ve kalsifiye kök kanallarında ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (Tronstad ve ark 1981, Hülsmann ve ark 2003).

Etki Mekanizması

Dentinin inorganik yapısını oluşturan ana mineral bileşenleri olan fosfat ve kalsiyum suda çözünebilirler. Bu ortama EDTA'nin disodyum tuzu eklendiğinde, çözülmüş halde bulunan kalsiyum iyonları EDTA'ye bağlanarak solüsyondan uzaklaştırılır ve dentinde yeni kalsiyum iyonlarının çözünmesine yol açar. Böylece EDTA dentinin dekalsifikasyonuna yol açar (Hülsmann ve ark 2003).

EDTA'nin dekalsifiye edici etkisi kısıtlıdır çünkü her şelat molekülü tek bir kalsiyum iyonuna bağlanabilmektedir ve mevcut bütün iyonlar bağlandığında, bir denge oluşur ve reaksiyon durur, daha fazla çözünme meydana gelmez. Ayrıca dentindeki kalsiyum iyonlarının, hidrojen ile yer değiştirmesi sonucunda ortamda pH düşer, oluşan asitin hidroksil apatit ile reaksiyonu dentinin çözünebilirliğini azaltır ve EDTA'nin etkinliği azalır (Çalışkan 2006, Alaçam 2012). Serper ve Çalt (2002) farklı konsantrasyon ve pH'lardaki EDTA'nin smear tabakası üzerindeki etkinliğini inceledikleri çalışmalarında, nötral pH'daki %17 EDTA'nin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. EDTA'nin etkinliğinde, solüsyonun konsantrasyonu, pH'ı, uygulama süresinin yanı sıra kök kanalının uzunluğu ve dentinin sertliği de önemlidir (Cury ve ark 1981, Serper ve Çalt 2002).

EDTA smear tabakasının sadece inorganik bileşenlerini çözebildiği ve antimikrobiyal etkinliği sınırlı olduğu için %0,5-5,25'lik NaOCl ile birlikte kullanımına ihtiyaç vardır (Yamada ve ark 1983, Cengiz ve ark 1990). NaOCl ve EDTA'nin birlikte kullanımı ile daha iyi bir temizlik ve antimikrobiyal etkinlik elde edilirken, en etkili sıralamanın EDTA>NaOCl>EDTA olduğu ve ilave kullanılan ultrasonic yöntemlerin de irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırmadığı ileri sürülmüştür (Abbott ve ark 1991). Ancak yapılan bir çalışmada 1 dk süreyle ultrasonikle uygulanan %17'lik EDTA'nin apikaldeki smear tabakayı etkili bir şekilde kaldırdığı gösterilmiştir (Kuah ve ark 2009). Ayrıca son yıkamanın EDTA ile tamamlanması durumunda ise ortamdaki organik yapılar uzaklaştırılmamaktadır (Goldman ve ark 1982). Ortamda kalan organik yapılar da bakterilerin adezyonunda artışa neden olabilir (Love 2001, Hubble ve ark 2003). Araştırmacılar EDTA ve NaOCl'in kombine kullanımını tavsiye etseler de iki irrigasyon solusyonu aynı anda kullanıldığında aralarında kimyasal etkileşim meydana gelmekte NaOCl'in doku çözücü etkinliği ortamda EDTA varlığında azalırken, EDTA'nin şelasyon etkisi değişmemektedir (Grawehr ve ark 2003).

EDTA'nin sınırlı olsa da bir miktar antimikrobiyal etkinliği vardır (Patterson 1963, Russell 1991). Antibakteriyel özellikleri EDTA'nin yoğunluk ve pH'sına bağlıdır ve Gram pozitif bakteriler üzerinde etkinliği yokken, Gram negatif bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla birleşerek hücre dengesini bozar. Ayrıca smear tabakasını uzaklaştırarak antibakteriyel bileşiklerin kimyasal etkilerini artırmaktadır (Haapasalo ve Ørstavik 1987, Russell 1991). EDTA'nin antibiofilm etkisinin, biyofilmlerin hücre dışı polimerik matris yapısı için esas teşkil eden iki değerlikli iyonları tutma kabiliyeti nedeniyle olduğu ileri sürülmüştür EDTA'nin kalsiyum ve demire bağlanması bakteri hücresindeki metabolik aktiviteyi bozarak biyofilm üzerinde etkili olmasını sağlar (Al- Bakri ve ark 2009).

Yoshiada ve ark (1995) yaptıkları çalışmada, ultrasonikle aktive edilen %15'lik EDTA solüsyonunun etkisini incelemiştir. Değerlendirilen 129 olgunun 93'ünde bir hafta sonra kök kanallarında bakteri bulunamamıştır. Ayrıca EDTA'nin serum fizyolojikten daha iyi bir antimikrobiyal ajan olduğu ve negatif kültürün sadece smear tabakası uzaklaştırıldığında elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise %17 EDTA ve %5 NaOCl'in birlikte kullanımındaki antimikrobiyal etkinliğin, sadece NaOCl kullanımından daha iyi olduğu gösterilmiştir (Byström ve Sunqvist 1985).

EDTA dokularla teması halinde irritasyona neden olur ve toksik etki gösterir (Koulaouzidou ve ark 1999).

1.4. İrrigasyona İlave Kullanılan Yöntemler

İrrigasyon solüsyonlarının etkinlikleri bazı irrigasyona yardımcı ek sistemler ve bunlarla yapılan farklı uygulama yöntemleriyle artırılabilir. Yapılan çalışmalarda iki ana başlık altında toplanan kök kanal yıkama yöntemlerine dezenfeksiyona yardımcı yöntemler de eklenebilir (Aşçı 2014).

1. El ile uygulanan irrigasyon yöntemleri
 - a. Endodontik iğnelerin kullanılması
 - b. Fırçaların kullanılması (Endobrush, NaviTip FX)
 - c. Güta perka konların kullanılması
2. Cihazlar ile uygulanan irrigasyon yöntemleri
 - a. Döner fırçalar (Ruddle Brush, Canal Brush)
 - b. Sürekli irrigasyon (Quantec- E, Vatea)
 - c. Sonik sistemler (Rispisonic eğe, EndoActivator, Vibringe, Sonicare)
 - d. Ultrasonik sistemler (Ultrasonik eğe, Smooth Wire, Nusstein'in cihazı)
 - e. Basınç değişim sistemleri (EndoVac, RinsEndo, IrriVac)
3. Kök kanalı dezenfeksiyonuna yardımcı uygulamalar
 - a. Lazerlerin kök kanalı dezenfeksiyonunda kullanımı
 - b. Ozonun kök kanalı dezenfeksiyonunda kullanımı.

1.4.1. İrrigasyon Solüsyonlarının Aktive Edilmesi

İrrigasyonun etkinliği ve güvenliği kullanılan cihazlara ve yöntemlere bağlıdır. Geleneksel irrigasyon, plastik enjektör ve açık uçlu iğnelerle kanala yapılan uygulamadan ibarettir. İğne ucu dizaynı ve ekipmanların çeşitliliğinin artışı irrigasyonda daha etkin yöntemlerin bulunmasında öncülük yapmıştır (Haapasalo ve ark 2010).

Enjektör

İrrigasyon için en fazla kullanılan enjektörler farklı hacimlerdeki (1-20 ml) plastik enjektörlerdir. Büyük enjektör kullanımı zaman tasarrufu sağlasa bile, basınç kontrolünün daha zor olmasından dolayı istenmeyen durumlara yol açabilmektedir. Maksimum güvenlik ve kontrol için 1-5 ml'lik enjektörler önerilmektedir. Endodontik tedavide kullanılan tüm

enjektörler kilitli sistem (Luer-Lock) olmalıdır. İrrigasyon solusyonları birbirleriyle reaksiyon gösterebildikleri için her solusyon için ayrı enjektör kullanılmalıdır.

İğneler

Kanalın uzunluğu ve genişliğine göre iğne seçilmesi başarılı bir irrigasyon için önemlidir (Sedgley ve ark 2005). Uzun yıllar 25 gaujluk iğneler kullanılmasına rağmen son yıllarda 27, 30 ve 31 gaujluk iğneler kullanılmaya başlanmıştır. Uluslararası standartlarda 27 gauj 0,42 mm'ye, 30-gauj 0,31 mm'ye (30 no'lu eğeye) karşılık gelir. İğne ucunun ulaştığı bölgenin ilerisinde ölü alan ve hava kabarcığı etkisi ile irrigasyonun etkinliği azalmaktadır. Küçük çaplı iğneler tercih edilerek, iğnenin çalışma boyuna yakın yerleştirilmesi kanaldaki solusyonun yenilenmesini ve irrigasyonun apikale ulaşma etkinliğini artırsa da apikalden solüsyonun taşma riski de artmaktadır (Haapasalo ve ark 2010).

Endodontik irrigasyon için özel imal edilmiş olan Perm, Hawe ve Maxi-Probe gibi iğneler, uçları kapalı yuvarlatılmış, yandan deliklikleri olan uçlardır ve Luer enjektöre bağlanır. Bu iğneler kullanılarak, apikalden taşma ve periapikal doku harabiyeti oluşturma riski olmadan yıkama işlemleri yapılabilir (Alaçam 2012, Aşçı 2014).

Sonik Sistemler

Sonik aktivasyon kök kanallarının temizlenmesinde etkili bir yöntemdir. Sonik yıkamayı endodontide ilk defa Tronstad ve arkadaşları kullanmışlardır (1985). Düşük frekansta (1-6 kHz.) çalışan sonik aletlerin uç kısmındaki titreşimin daha fazla olması kanal içeriğinin dışarı çıkmasını sağlayarak irrigasyon etkinliğini artırır (Aşçı 2014).

EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK, ABD), sonik irrigasyon cihazıdır. Sistem, taşınabilir el aleti ve 3 çeşit (Sarı 15/02, Kırmızı 25/04, Mavi 35/04) dentini kesmeyen polimer uçtan oluşur. Dakikada 2000, 6000 ve 10,000 cpm (Continuous Passive Motion = Devamlı Pasif Hareket) ile kanal içindeki irrigasyonu aktive eder. Kök kanalları şekillendirilip temizlendikten ve endodontik iğne ile yıkandıktan sonra kullanılması önerilir (Jensen ve ark 1999, Sabins ve ark 2003, Desai ve Himel 2009). Uçları esnek olduğu için kolay kırılmaz ancak radyolusent oldukları için kanal içinde kırık parçanın tespiti ve çıkarılması zordur (Gu ve ark 2009).

Caron ve arkadaşları (2010), eğri kanallarda yaptıkları bir çalışmada smear tabakasını uzaklaştırmada hiç aktivasyon yapılmayan kanallara göre EndoActivator, Rinsendo ve elle yapılan aktivasyonları daha etkili bulmuşlardır.

Vibringe (Cavex Holland BV, Haarlem, Netherlands) irrigasyon solüsyonunun manuel dağılımını sonik aktivasyonla yapan ilk endodontik irrigasyon cihazıdır. Tek kullanımlık bir şırıngaya uyumlu kablosuz bir el aleti olup, şırıngası tüm endodontik iğnelerle uyumludur. Kök içine doğrudan irrigasyon solüsyonunun titreşimli olarak verilmesini sağlar. Akustik akış ve sonik akış teknolojilerini birlikte kullanır. Ultrasoniklere (25-40 kHz) göre daha düşük frekansta çalışır (2-3 kHz) (Ahmad ve ark 1992, Bolles ve ark 2013).

Lazerler

Türkçe’de lazer olarak kullandığımız LASER; “Light Amplification by Stimulated Emission of Radition” (Radyasyonun uyarılmış yayılımı ile ışık şiddetinin artırılması) kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur ve 1900’lü yıllarda Einstein’in geliştirdiği fiziksel prensibe dayanmaktadır. Diş hekimliğinde ve tıpta lazer kullanımı, Theodor Maiman’ın 1960 yılında Amerika’da ilk lazer ışığını elde etmesinden sonra başlamıştır (Maiman 1960, Matsumoto 2000, Aoki ve ark 2004). Diş hekimliğindeki ilk lazer kullanımı Goldman (1964) tarafından gerçekleştirilmiştir. Endodontide lazerin ilk kullanımı ise Weichman ve Johnson (1971) tarafından apikal forameni tıkama işlemi için CO₂ lazer kullanımıyla başlamıştır.

Lazer sistemi, rezonans odası, lazer aktif maddesi, pompalama sistemi ve yansıtıcı aynalardan oluşur. Rezonans odasında bulunan lazer aktif maddesinin atomları, pompalama sisteminden gelen enerji ile uyarılırlar ve elektronları bir üst seviyeye çıkarlar ve eski seviyelerine dönerken aldıkları enerjiye eşdeğer enerjiyi vererek foton yayarlar. Bu fotonlar rezonans odasının bir duvarındaki %100 yansıtıcı aynadan yansıyarak, rezonans odasındaki diğer atomları etkilerler ve yeni bir uyarılma meydana getirirler. Güçlenmiş olan ışık fotonlarının büyük bir kısmı rezonans odasının diğer duvarındaki %90 yansıtıcı aynadan yansırken çok küçük bir kısmının dışarı çıkmasına izin verir, böylece bizim kullandığımız lazer ışını üretilmiş olur. Paralel iki ayna arasında fotonların gidip gelmesiyle lazer ışığı oluşur (Baxter ve Waylonis 1995, Matsumoto 2000).

Lazerler;

1. Lazer ışığının hareketine
2. Lazer aktif maddesine
3. Dalga boylarına
4. Lazer ışığının enerjisine
5. Lazer ışığının uygulanış şekline göre sınıflandırılırlar (Tuner ve Hode 2002, Blahnik ve Rindge 2003, Wintner ve Strassl 2006).

Lazer ışığının hareketine göre sınıflandırma

- Sürekli ışık verenler
- Atımlı ışık verenler
- Dalgalı akım olarak ışık verenler

Lazer ışığının aktif maddesine göre sınıflandırma

Katı lazerler:

- Nd: YAG (1064nm)
- Ho: YAG (2100nm)
- Er:YAG (2940nm)
- Alexandrite (720-780nm)
- Er,Cr: YSGG (2780nm)

Gaz lazerler

- CO₂ (10600nm)
- Ar/Krypton (457-528nm)
- Excimer (Excited Dimer)
- Ultraviolet (Dumani ve ark)

-He-Ne (632,8nm)

Sıvı lazerler

-Boya çeşitli (VIS)

Lazer ışığının dalga boyuna göre sınıflandırılması

-Mor ötesi (ultraviolet-UV) spektrum (140-400nm)

-Görünür (visual-VIS) spektrum (400-700 nm)

-Kızıl ötesi (IR) spektrum (700 nm ve üstü)

Lazer ışığının enerjisine göre sınıflandırılması

-Soft Lazer

-Mid Lazer

-Hard Lazer

Lazer ışığının uygulama şekline göre sınıflandırma

-Kontaktlı (contact)

-Kontaklı (noncontact)

Diş hekimliğinde kullanılan lazerler

Lazer ortamı lazer enerjisinin kaynağıdır ve içindeki lazer aktif maddesine göre lazerin ismi belirlenir.

Argon Lazer: Aktif maddesi argon gazı olan ve görünür ışık spektrumunda yer alan lazerdir. Bu lazerin 514 nm (Mavi-Yeşil) ve 488 nm (mavi) olmak üzere iki dalga boyu vardır. Renkli dokulara hemoglobinin, hemosiderinin ve melanin içeren dokulara affinitesi vardır. Damarlanmanın bol olduğu bölgelerde, periodontal hastalıklar ve hemanjiyom gibi lezyonlarda kullanılabilir (Finkbeiner 1995). Böylece periodontal cerrahi uygulamalarında diş sert dokularına zarar vermez (Moshonov ve ark 1995). Rezin materyallerin sertleştirilmesinde kullanılabilir (Fleming ve Maillet 1999).

CO₂ Lazer: Gaz içeren lazer tipidir ve 10.600 nm dalga boyundadır. Kullanılan gaz genelde CO₂, helyum, azot, karışımından oluşur. Kök kanal dezenfeksiyonu için yeterli değildir (Matsumoto 2000). Biyopsi almak için, implant üstlerini açmak için, frenektomi, gingivektomi, ağız içi lezyonların ve hiperplazilerin tedavisinde kullanılabilirler (Miller ve Truhe 1993).

Diyot Lazer: Aktif materyalleri katı halde dir. Aktif materyali aliminyum olan diyot lazerin dalga boyu 800 nm, indiyum olan lazerin ki ise 980 nm'dir. Antimikrobiyal etkinliği, ince ve esnek fiber uçlarının olması gibi özelliklerinden dolayı endodontide kullanımı yaygınlaşmıştır (Gerek ve ark 2010). Yumuşak doku cerrahisinde, implant üstlerinin açılmasında, periodontal tedavilerde de kullanılabilir (Judy ve ark 1993).

Er,Cr:YSGG Lazer (Erbium,Cromium: Yttrium Scandium Galium Garnet Lazer): Erbiyum ve Kromiyum üzerine Yitriyum, Skandiyum, Galyum, Garnet katı kristallerinin kaplanması ile olmuş, 2780 nm dalga boyunda katı kristal lazerdir. Sert dokuda düzgün kesiler yapar ve mine ve dentin dokusunu aşındırarak pürüzlü bir yüzey oluşturur. Lazer enerjisi su molekülleri tarafından maksimum derecede emildiği için diş dokusundaki suyu buharlaştırarak su moleküllerinin enerjisini artırır ve etkili olduğu bölgede mikro patlamalar oluşturarak kavitasyon sağlar. Er,Cr:YSGG lazer, uygulandığı bölgede çevre dokulara ve pulpaya zarar vermediği için çürük dentinin temizlenmesinde ve kavite preparasyonunda kullanılabilir (Dederich ve Bushick 2004). Endodontide smear tabakayı kaldırmak için kullanılabilir.

Er:YAG Lazer: Yitriyum, alüminyum, granat aktif maddesine sahip, 2940 nm dalga boyunda katı kristal lazerdir. Hidroksiapatit ve su molekülleri tarafından absorpsiyonu yüksektir. Bu da yumuşak ve sert dokularda kullanılmasına imkan verir (Bader ve Krejci 2006). Diş preparasyonunda ve çürük temizlenmesinde kullanılabilir mine ve dentinde temiz ve düzgün yüzeyler oluşturur. Bu işlem sırasında ağrıyı azalttığı için anesteziye ihtiyaç duyulmaz (Nair ve ark 2003, Dederich ve Bushick 2004).

Endodontide smear tabakanın uzaklaştırılması ve kanal dezenfeksiyonu için, protetik amaçlı diş kesiminde (Coluzzi 2004), siman ve kompozitin uzaklaştırılmasında, minenin pürüzlendirilmesinde (Frentzen ve Koort 1990), kemik ve yumuşak doku cerrahisinde, yumuşak dokuların şekillendirilmesinde (Frentzen ve ark 1992, Wigdor ve ark 1993), dentin

hassasiyetinin giderilmesinde, periodontolojide diş taşı temizliğinde (Bader ve Krejci 2006) Er:YAG lazer kullanılabilir.

Er:YAG: lazer sisteminde “Foton İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma” (Photon Induced Photoacoustic Streaming = PIPS[®]) sistemiyle çalışan, özel uçları olan bir yöntem geliştirilmiştir (DiVito ve Lloyd 2012). Er:YAG lazerle birlikte kullanılan PIPS, kök kanalındaki irrigasyon solusyonunda fotoakustik şok dalgaları oluşturarak etki eder.

Nd:YAG Lazer: Lazer ortamında yitrium, alüminyum, garnetten oluşur ve içinde neodimium gazı bulunmaktadır. Diş hekimliğinde ilk kez 1985’de Terry Myers tarafından çürük lezyonlarında, okluzal fissürlerde ve periodontal operasyonlarda kullanılmıştır (Midda ve Renton-Harper 1991, Miller ve Truhe 1993, Pick 1993).

Nd:YAG lazer, suda ve hidroksiapatitte iyi absorbe olamadığından diş sert dokusundan daha derinlere penetre olmasına neden olur, lazer enerjisi ısıya dönüşür, hedef doku ısınır ve bu şekilde kök kanallarında sterilizasyonu sağlar (Zakariasen ve Dederich 1991, Pick 1993). Nd:YAG lazerin sağladığı lokalize ısınma ve mikroorganizmaları doğrudan buharlaştırması pigmente bakterilerin DNA’larını bozarak bakterisit etki sağlar (Midda ve Renton-Harper 1991). Suda iyi absorbe edilmemesine karşın pigmente dokular tarafından iyi absorbe edilmektedir. Nd:YAG lazer uygulama moduna bağlı olarak oral dokularda 4 mm’ye kadar penetre olabilmektedir (Miller ve Truhe 1993, Rooney ve ark 1994).

Nd:YAG lazerin kök kanallarının şekillendirilmesi, temiz ve düzgün kök kanalı elde edilebilmesi gibi etkileri de vardır. Bunu da debrisi ve dentin tübüllerini tıkayan maddeleri buharlaştırarak sağladığı saptanmıştır (Levy 1992).

Harashima ve ark. (1997) Nd:YAG lazerin smear tabakayı kaldırarak veya eritip, kaynaştırıp veya rekristalize ederek temiz kök kanal duvarları sağladığını bildirmişlerdir. Smear tabakaya olan etki lazer enerji düzeyi ve gönderilme şekline bağlı değişiklik gösterir. Kök kanalına Nd:YAG ve Er:YAG lazerin uygulandığı çalışma da debris, smear tabaka ve rekristalizasyon açısından lazer uygulanmamış örneklerle aralarında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Kivanç ve ark 2008). Kök kanalına iki farklı yönde (paralel ve dik) ve iki farklı parametrede yapılan çalışmada ise, ilk grupta kanalın içine lazer dairesel hareketlerle kök yüzeyine paralel uygulanırken, ikinci grupta kökler longitudinal kesilerek lazer uygulaması yüzeye dik olarak yapılmıştır. Yüzeye paralel yapılan uygulamalarda birkaç yerde erime gözlenirken, dik uygulama yapılan örneklerde tüm yüzeylerde erime gözlenmiştir (Camargo

ve ark 2005). Dentin duvarlarının eşit irradyasyona tabi tutulması ve periradiküler dokulara termal hasarın önlenmesi için, Nd:YAG lazerin ince cam fiber ucunun (yaklaşık 200 µm çapında), apeksin 1-2 mm gerisinde yerleştirilerek, yavaş dairesel hareketlerle, apikalden koronale doğru hareket ettirilerek kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Gutknecht ve ark 1996).

1.5. Kök Kanal Dolgusunun Amacı ve Önemi

Kök kanal dolgusu, kanal tamamen temizlendikten ve şekillendirildikten sonra apikalde sızdırmaz bir bariyer oluşturulması ve kök kanal sisteminin periodontal ligamentten itibaren tamamen doldurulmasıdır (Schilder 2006). Kök kanal dolgusunun amacı, oral kavite ve periapikal dokular arasındaki bağlantıya engel olmak, kök kanal sisteminde canlı kalan bakterilerin ölmesini sağlamak ya da apikal dokulara ulaşmasını engellemek, apikalde iyi bir tıkkama sağlayarak, doku sıvılarının geçişine engel olmaktır (Sundqvist ve Figdor 1998, Çalışkan 2006).

Standart bir kök kanal dolgusunda, esas dolgu materyali olarak korlar (güta perka, resilon, gümüş konlar) ve yardımcı dolgu materyali olarak kök kanal dolgu patları kullanılır. Patlar, kanal içindeki düzensizlikleri doldurarak ana materyalin kök kanal duvarlarıyla olan uyumunu artırır (Alaçam 2012).

Grossman ve ark (1988)'larına göre ideal kök kanal dolgu materyallerinin özellikleri şunlardır;

1. Kanala kolay yerleştirilmeli ve yeterli çalışma süresine sahip olmalı
2. Kanalı her yönden tıkayarak hermetik kapaticılık sağlamalı
3. Kanala yerleştirildikten sonra büzülme göstermemeli
4. Nemden etkilenmemeli
5. Bakterisit veya bakteristatik olmalı
6. Radyopak olmalı
7. Diş yapısını renklendirmemeli
8. Periapikal dokulara zarar vermemeli
9. Steril olmalı veya kanala yerleştirilmeden önce kolay ve hızlı steril edilebilmeli
10. Kanaldan sökülmesi gerektiğinde kolay sökülebilmeli.

1.6. Kök Kanal Tedavilerinde Kullanılan Dolgu Maddeleri

Kök kanal dolgularında sıklıkla kullanılan dolgu maddeleri;

1) Katı kor dolgu maddeleri

2) Patlar olarak ikiye ayrılır.

1.6.1. Katı Kor Dolgu Maddeleri

Kanal dolgu kor materyalleri güta-perka, resilon, rezin kaplı güta-perka ve gümüş kon olarak sınıflandırılabilir.



Güta perka

Güta perka *spatoceae* ağacı familyasından *Isonandra percha* ağacından elde edilen doğal bir organik polimer moleküldür. İlk olarak 1843 yılında Jose d'Almeida tarafından tanıtılmıştır. İçeriğinde %66 çinko oksit, %20 güta perka, %11 metal sülfatlar ve %3 reçine pigmentleri ile eser maddeler bulunmaktadır. Güta perka kimyasal olarak alfa ve beta (α ve β) formundadır. Bu iki form birbirine dönüşebilir. Günümüzde sertliği, sağlamlığı ve sıkıştırılabilir özelliği nedeniyle beta formu geleneksel güta perka konlarda kullanılır. β fazındaki güta perka 42-44° C'de daha yapışkan ve akıcı olan α fazına geçer. α formu termoplastik kök kanal dolgu yöntemlerinde kullanılmaktadır. Sıcaklık 56-64° C'ye çıkartıldığında güta perka amorf yapıya geçer (Goodman ve ark 1974). Güta perkanın yumuşama derecesi 64° C, erime derecesi 100° C, parçalanma derecesi 150° C'dir (Goodman ve ark 1981).

Güta perka, düşük toksisitesi nedeniyle biyouyumlu olmasının yanı sıra (Pascon ve Spngberg 1990), boyutsal stabilitesi, eğri kanallarda uygulama kolaylığı, ısıtıldığında plastik özellik kazanması, gerektiğinde kanaldan uzaklaştırılabilmesi ve radyopak olması gibi avantajlara da sahiptir (Hunter ve ark 1991).

1.6.2. Kanal Dolgu Patları

Günümüzde endodontik tedavide kullanılan birçok kanal dolgu patı bulunmakta ve aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Tarhan ve Uzunoğlu 2010);

1. Çinko-oksit esaslılar
 - a. Çinko Oksit Ojenol
 - b. İlaçlı olanlar
 - i. Paraformaldehit içerenler
 - ii. Paraformaldehit içermeyenler
 - c. Öjenolsüz çinko oksit
2. Kalsiyum Hidroksit esaslılar
3. Rezin esaslı patlar (polimerler)

- a. Epoksi rezin içerikli patlar
 - b. Metakrilat rezin içerikli patlar
 - c. Polivinil (poliketon) rezin içerikli patlar
 - d. Silikon polimer içerikli patlar
4. Cam iyonomer esaslı patlar
 5. Biyoseramik esaslı patlar
 - a. Mineral Trioksit Aggragat (MTA) içerikli patlar
 - b. Kalsiyum-silikat-fosfat içerikli patlar

Biyoseramik esaslı patlar

Biyoseramik materyaller insan vücudunda kullanıma uygun, biyouyumlu seramiklerdir (Veljović ve ark 2012). Biyoseramik esaslı malzemeler, 1990'lı yıllarda endodontide, kök ucu dolgu malzemesi olarak kullanıma başlanmış, daha sonra kök tamir simanı ve kök kanal dolgu maddesi olarak kullanılmıştır (Atmeh ve ark 2012). Biyoseramikler alüminyum, zirkonyum, biyoaktif cam, cam seramik, kaplamalar, kompozitler, hidroksiapatit, rezorbe olabilen kalsiyum fosfat ve radyoterapi camları içerir (Dubok 2000, Best ve ark 2008). Fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinden dolayı biyoseramik materyaller endodontide avantaj sağlamışlardır. Biyoseramikler biyolojik olarak uyumludurlar, toksik değildirler, büzülme göstermezler ve kimyasal olarak stabildirler (Camilleri ve Pitt Ford 2006). Bir başka avantajlarından olan hidroksiapatit oluşturma özellikleri ile dentin ve dolgu materyali arasında bağlantı sağlarlar (Reyes-Carmona ve ark 2009, Wang 2015). Hidrofilik özelliklerinden dolayı, biyoseramik materyallerin sertleşmesi için yaklaşık %20'si su olan dentin gibi nemli bir ortam gereklidir (Koch ve ark 2010). Biyoseramikler, periapikal dokuların mineralleşmesini sağlayabilen, mükemmel bir biyoaktivite ile biyouyumluluk ve antimikrobiyal aktivite açısından dikkat çekici özelliklere sahiptir (Zhang ve ark 2009, Zhang ve ark 2010).

Biyoseramik patlar iki grupta incelenebilir;

Mineral trioksit agregat içerenler: ProRoot Endo Sealer, MTA Obtura, Endo CPM Sealer, kök kanal dolgu patı.

Bu gruptaki patlar, kök ucu dolgu materyali, perforasyon tamir materyali olarak kullanıldığı gibi kanal dolgu patı olarak da kullanılmaktadır (Bilgiç ve Bodrumlu 2016). Torabinejad tarafından 1993’de geliştirilen MTA, dikalsiyum silikat, trikalsiyum silikat, gypsum, tetrakalsiyum aluminoforit, trikalsiyum aluminat ve bizmut oksit içermektedir. MTA’nın halen kullanılan gri (GMTA) ve beyaz (WMTA) formu bulunmaktadır. GMTA dentinde renklenmeye neden olduğu için daha az demir, alüminyum ve magnezyum içeren WMTA geliştirilmiştir (Kratchman 2004, Asgary ve ark 2009). Endodontiye girdikten sonra MTA pulpa kaplamasında, pulpatomide apikal bariyer formasyonunda, apeksifikasyonda, perforasyon tamir materyali ve kök ucu dolgu materyali olarak yaygın şekilde kullanılmaya başlandı (Roberts ve ark 2008).

Hidrofilik yapısından dolayı nemli ortamda sertleşen MTA’nın sertleşme süresi 165 dk olarak rapor edilmiştir (Torabinejad ve ark 1995). GMTA’nın sertleşmeye başlama ve tam olarak sertleşmeyi tamamlama süresi WMTA’tan önemli derecede yüksektir (Islam ve ark 2006). MTA’nın karıştırıldıktan sonra 10,2 olan pH değeri, üç saat sonra 12,5’e yükselir (Torabinejad ve ark 1995). Yüksek pH değeri MTA’nın kalsiyum hidroksite benzer yapısından dolayı ortama salınan kalsiyum iyonlarından dolayıdır (Han ve Okiji 2013).

MTA simanın porozitesi çevresel asidik pH’a ve karıştırma boyunca ortaya çıkan hava kabarcıklarıyla ilgilidir. Çevrenin asititesi arttıkça porozite artar (Namazikhah ve ark 2008). Düşük nem, yüksek pH, şelat ajanlarının varlığı ve kondansasyon gücü MTA’nın sertliğine ters etki yapar (Lee ve ark 2007).

MTA kök ucu dolgu maddesi, pulpa kapatılması, süt dişlerinde pulpatomide, nekrotik pulpa ve açık apeksli dişlerde apikal bariyer formasyonu için (Mooney ve North 2008), perforasyon tamiri (Brito-Júnior ve ark 2010, Bains ve ark 2012) ve apeksifikasyon (Jeeruphan ve ark 2012) da klinik başarısı yüksektir, biyouyumludur ve doku rejenerasyonu sağlar (Tsesis ve ark 2013).

Pekçok avantajına rağmen MTA’nın uygulama zorluğu, uzun sertleşme süresi ve GMTA’da renklenme gibi dezavantajları vardır (Mestres ve ark 2014).

Kalsiyum silikat fosfat içerenler: Bioaggregate, Bioseal, Endosequence BC Sealer, Smartpaste, Bio, iRoot SP, Appetite, MTA Fillapex, BioRoot RCS kök kanal dolgu patı.

MTA Fillapex

MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brazil) kalsiyum-silikat esaslı biyoseramik kök kanal dolgu malzemesidir (Assmann ve ark 2012). MTA'nın biyolojik özellikleriyle, rezin esaslı kök kanal dolgu maddesinin fiziko-kimyasal özelliklerini birleştirmeye yönelik bir girişimle ortaya çıkmıştır (Silva ve ark 2013).

MTA Fillapex'in karıştırıldıktan sonraki kompozisyonu, mineral trioksit agregat, salisilik rezin, doğal rezin, bizmut ve silikadır. Çalışma süresi yeterli, yüksek radyoopositesi olan ve kolay uygulanabilen bir patıdır. MTA Fillapex yüksek çözünürlüğe, pH'a ve kalsiyum iyonlarını açığa çıkarma özelliğine sahip bir patıdır (Faria- Júnior ve ark 2013). Yüksek pH ve çözünürlüğü MTA Fillapex'in antibakteriyel aktivitesine katkıda bulunur (Wang 2015). MTA Fillapex'de bulunan rezin, biyouyumluluğunu azaltmasına rağmen, bu durum alkali ortamlarda canlı kalabilen *E. faecalis*'in yok edilmesinde rol oynar (Evans ve ark 2002). Yapısındaki salisilat rezin MTA Fillapex'in yüksek toksisitesinin nedenidir (Bin ve ark 2012). MTA Fillapex'in antibakteriyel etkisi yanında, sitotoksikite doku reaksiyonunu da etkiler (Tavares ve ark 2013).

MTA Fillapex, ISO 6786/2001 önerilerine göre ölçülen AH Plus'a oranla daha düşük radyopasiteye (Xuereb ve ark 2015), ancak önemli ölçüde daha yüksek akış değerlerine sahiptir (Silva ve ark 2013).

BioRoot RCS

BioRoot RCS, trikalsiyum silikat esaslı yeni bir kanal dolgu patıdır. Portland simanların aksine kalsiyum sülfat ve aluminat olmadan kalsiyum silikatın saflığını sağlar. BioRoot RCS mineral esaslı kök kanal patıdır, trikalsiyum silikat sertleşme sistemini kullanır. Toz kısmı ilaveten zirkonyum oksit içerir. Adezyonu artırmak için hidrofilik biyouyumlu polimer ve biyouyumlu radyoopak ajan olarak zirkonyum oksit içerir. Likit kısım su azaltıcı ajan ve sertleşmeyi düzenleyici olarak, kalsiyum klorit ve çoğunlukla su içerir (Simon ve Flouriot 2016).

BioRoot RCS dentin yapısındaki mineralizasyonun kemik fiziksel sürecini stimüle eden biyoaktif bir materyaldir (Camps ve ark 2015, Dimitrova-Nakov ve ark 2015). Sertleşme özellikleri ve alkaline pH, dentin yapımı ve mineralizasyonu, hidroksiapatit formasyonu, biyouyumluluk içeren biyoaktif özellikler ve periapikal iyileşme için uygun bir ortam sağlar (Simon ve Flouriot 2016).

BioRoot RCS kalıcı kök kanal dolgusu için güta perkayla kullanılır, tek kon veya soğuk lateral kondansasyonla uygulanabilir (Camilleri 2015). BioRoot toz ve likitin basitçe karıştırılmasıyla tasarlanmıştır, karıştırmak için bir cihaza ihtiyaç yoktur. Çalışma süresi 15 dk. kadardır. Kök kanalındaki sertleşme süresi 4 saatten azdır. Dentin ve güta perkayla bağlantısı iyidir, uygun radyoopositesi vardır (Xuereb ve ark 2015).

Karışımı (paste) yumuşaktır, akıcılığı iyidir, kök kanalında en uygun yerleşimi sağlamak için yapışkanlığı yeterlidir.

Active Biosilikat teknolojisi sayesinde monomer yoktur ve sertleşme süresi boyunca da büzülme göstermez ve tam sertleşme sağlanır. Vizkositesi açısından bir pata benzer kompozisyon teşkil etmesine rağmen BioRoot RCS yapışkan kök kanal dolgu materyali olarak düşünülmektedir. Uygun güta perka plugger olarak kullanılır ve kanal boşluğuna BioRoot RCS'nin akışını sağlar, kolaylaştırır. BioRoot RCS patının tekrar tedavi durumlarında sökülmesi kolaydır. Biyoseramiklerin dentine bağlanma özellikleri ve koronal dokunun çıkartılması ihtiyacının azalması zamanla oluşan kök kırıklarını azaltır. Klinik uygulamaların kolay olması, klinik uygulamalarda benzer sonuçlar sağlar. BioRoot RCS biyoseramik esaslı gerçek bir kök kanal dolgu materyalidir (Simon ve Flouriot 2016).

Çalışmamızın birinci kısmının amacı; *E. faecalis*'le enfekte edilen daimi dişlerin kök kanallarında sodyum hipoklorit, klorheksidin ve octenisept irrigasyon solüsyonlarının ve bu solüsyonların Nd:YAG Lazer, Vibringe, EndoActivator ve endodontik irrigasyon iğnesi ile aktive edildikten sonra antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesidir. İkinci bölümde ise smear tabakasının uzaklaştırılmasında Nd:YAG Lazer, Vibringe, EndoActivator ve endodontik irrigasyon iğnesi ile aktive edilen sodyum hipoklorit ve EDTA solüsyonlarının biyoseramik esaslı BioRoot RCS ve MTA Fillapex patlarının kök dentinine bağlanma dayanımlarına etkilerinin incelenmesidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonunun 07.05.2013 tarihinde yapılan 2013/04 konulu, 05 no'lu kararı ile onaylandı. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Araştırma Merkezi ve Lazer Merkezi bu çalışma için kullanıldı. SEM analizi ise Selçuk Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapıldı.

2.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

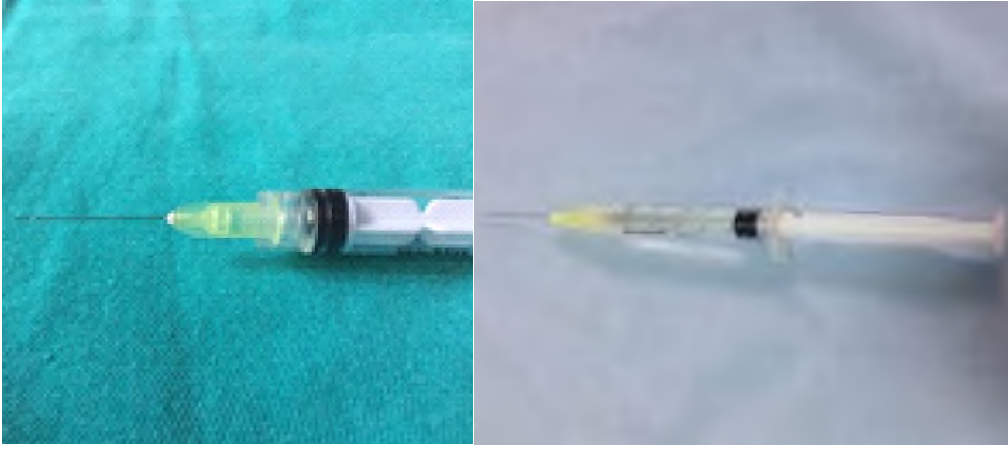
Çalışmada dezenfeksiyon deneyleri için 182 adet ve pat bağlanım deneylerinde 65 adet olmak üzere toplam 247 adet daimî tek köklü ve tek kanallı alt küçük azı ve üst kesici dişler seçildi. Dişlerin çekiminden sonra üzerindeki doku artıkları uzaklaştırıldı ve oda sıcaklığında musluk suyunda saklandı. Dişlerin kronları mine sement sınırından kök boyları eşit olacak şekilde (12 ± 1 mm) elmas fissür frez ile su soğutması altında kesilerek uzaklaştırıldı (Şekil 2.1.1). Kök kanallarına 15 numaralı K-tipi paslanmaz çelik kanal eğesi ile girildi, kanal açıklığı kontrol edildi, apikale kadar ilerlenebilen ve düz, tek kanallara sahip dişler çalışmaya dahil edildi. Birden çok kanala sahip olan, kanalda ilerlenemeyen veya daha önce kök-kanal tedavisi uygulanmış olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. 15 no'lu K tipi eğe ile dişlerin apikal foramenleri görüldü ve her bir kök kanalının çalışma uzunluğu apektan 1 mm geride olacak şekilde belirlendi.



Şekil 2.1.1 Dişlerin seçilmesi

2.2. Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanallarında ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues; Switzerland) döner alet sistemi ile genişletme yapıldı. Preparasyona SX eği ile koronal kısım genişletilerek başlandı. S1 eği ise dirençle karşılaşılan yere kadar kullanılarak koronal bölge genişletildi. F1, F2, F3 eği ile de apikal 1/3' lük kısım şekillendirilerek preparasyon tamamlandı. Pat bağlanma deneyinde kullanılan dişlerin preparasyonu ise F4 (40/0.6) eği ile tamamlandı. Kök kanallarının genişletilmesi sırasında her bir eği arasında preparasyonu takiben 2 ml %2,5'lik NaOCl solüsyonu ile 30 gauj'luk endodontik irrigasyon iğnesi (Şekil 2.2.1) kullanılarak çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde kanal içi irrigasyon yapılarak örneklerin şekillendirme işlemleri tamamlandı.



Şekil 2.2.1. Endodontik irrigasyon iğnesi

2.3. Dezenfeksiyon Deneyi

Her bir gruptaki dişlere enfekte edilmeden önce %5,25 NaOCl, %17 EDTA ve distile su ile 3 er dakika ultrasonik banyo uygulanarak smear tabakası uzaklaştırıldı ve 1 atmosfer basınçta, 121°C'de 20 dakika otoklavda steril edildi. Dişler rasgele 13 dişten oluşan 14 deney gurubuna ayrıldı. Deney grupları aşağıdaki şekilde belirlendi;

Grup 1: %2,5 NaOCl (Şekil 2.3.4) + ND:YAG Lazer (1.5 W, 100 mJ, 15 Hz)
(Fotona lasere AT Fidelis, Ljubljana – Slovenia) (Şekil 2.3.1)

Grup 2: %2 CHX (Şekil 2.3.5) + Nd:YAG Lazer (1.5 W, 100 mJ, 15 Hz)

Grup 3: OCT (Şekil 2.3.6) + Nd:YAG Lazer (1.5 W, 100 mJ, 15 Hz)

Grup 4: %2,5 NaOCl + Vibringe (Vibringe B. V. Corp, Amsterdam, Netherlands)
(Şekil 2.3.2)

Grup 5: %2 CHX+ Vibringe

Grup 6: OCT + Vibringe

Grup 7: %2,5 NaOCl + EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK)

Grup 8: %2 CHX + EndoActivator (Şekil 2.3.3)

Grup 9: OCT + EndoActivator

Grup 10: %2,5 NaOCl +Endodontik irrigasyon iğnesi (Transcodent-Germany) ile manuel irrigasyon

Grup 11: %2 CHX + Endodontik irrigasyon iğnesi ile manuel irrigasyon

Grup 12: OCT + Endodontik irrigasyon iğnesi ile manuel irrigasyon

Grup 13: Enfekte edilip endodontik irrigasyon iğnesi ile sadece serum fizyolojik ile yıkanan grup (Pozitif Kontrol)

Grup 14: Steril edilip mikroorganizma ile enfekte edilmeyen grup (Negatif Kontrol)



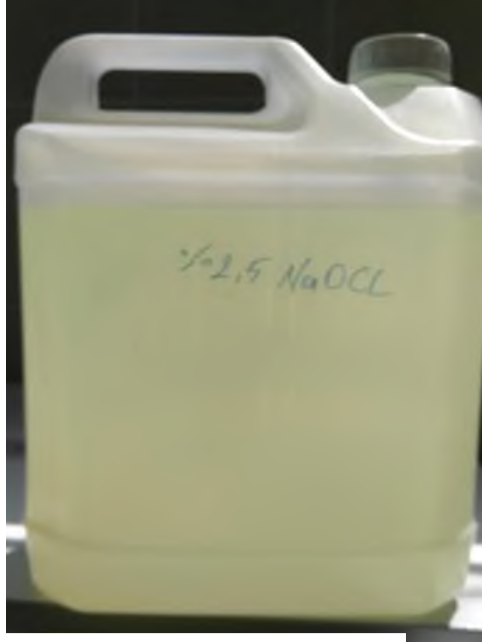
Şekil 2.3.1. Nd:YAG Lazer



Şekil 2.3.2. Vibringe



Şekil 2.3.3. EndoActivator



Şekil 2.3.4. NaOCl



Şekil 2.3.5. Klorheks

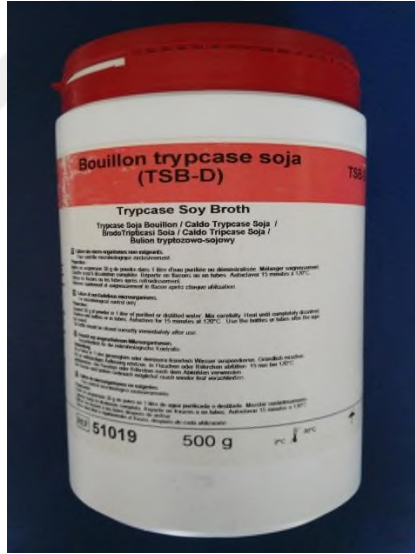
Şekil 2.3.6. Octenisept

2.3.1. Mikrobiyoloji İşlemleri

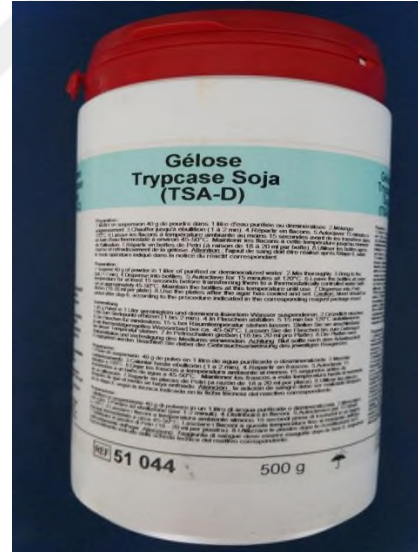
***Enterococcus faecalis*'in ve Besi Yerlerinin Hazırlanması**

Bu çalışmada kullanılan streptomisine dirençli *E. faecalis* suşu (A197A) Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonundan sağlandı. *E. faecalis*'in çoğalması için uygun katı ve sıvı besi yerleri kullanıldı.

Besi yerlerine ilave edilen streptomisin, sıvı besi yeri olarak kullanılan Triptik soy bulyon (TSB) (Biomérieux, Marcy-L'etoile, Fransa) (Şekil 2.3.1.1) ve katı besi yeri olarak kullanılan Triptik soy agar (TSA) (Koulaouzidou ve ark) (Biomérieux, Marcy-L'etoile, Fransa) (Şekil 2.3.1.2) üretici firmanın tarifine uygun olarak hazırlandı. Sıvı besi yeri için 1 lt distile su içine 30 gr TSB, katı besi yeri için de 1 lt distile su içine 40 gr TSA ilave edildi ve karıştırıldı. Her iki besi yeri de kullanılmadan önce 121°C'de 20 dakika sürede otoklavda steril edildi. Otoklavdan çıkan besi yerlerine 1 lt için 20 ml streptomisin ilave edildi. Katı besi yerinin ısısı 50°C'ye düşüncü izole ortamda steril petri kaplarına eşit miktarda döküldü ve soğuyup katılaştıktan sonra buzdolabında saklandı. Katı besi yerleri her örnekleme için taze olarak hazırlandı. Kullanıma hazır haldeki sıvı besi yeri de buzdolabında saklandı.



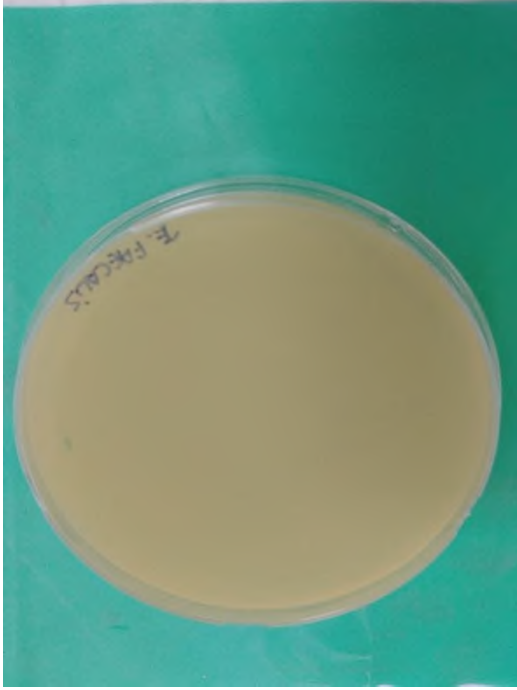
Şekil 2.3.1.1. TSB



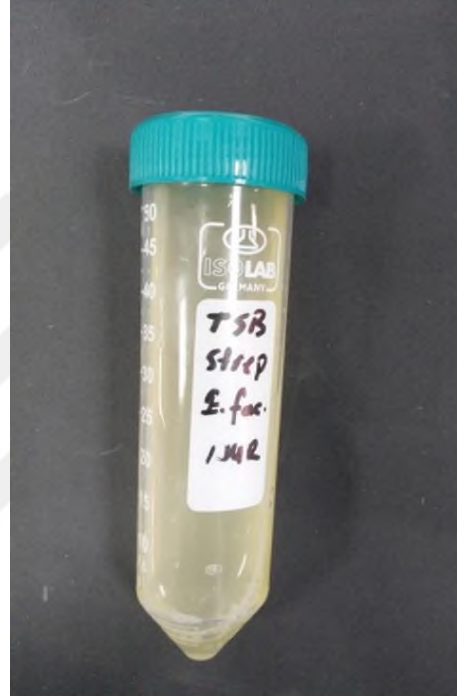
Şekil 2.3.1.2. TSA

Donmuş olarak saklanan *E. faecalis* suşları 37°C'de etüvde çözündürüldü ve kabin içinde TSA besi yerine ekim yapıldı ve 37°C'de 24 saat etüvde inkübe edildi (Şekil 2.3.1.3). Kültürde 24 saat inkübe edildikten sonra oluşan kolonilerden öze dolusu alınan suşlar, kabin içinde steril şartlar altında TSB ilave edilmiş falkon tüpe aktarılarak 24 saat 37 °C'de inkübe

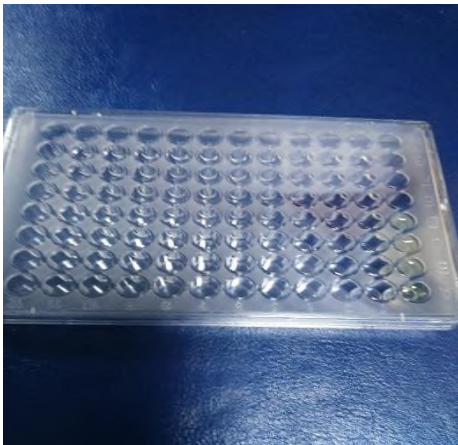
edildi (Şekil 2.3.1.4). Elde edilen bakteri süspansiyonundan Ependorf pipetleriyle 250 µL'lik örnekler alınarak 96 kuyucuklu mikro platelere aktarıldı. Steril TSB besi yerinden aynı miktarda solüsyon optik dansitometre belirlemek için aktarılarak, solüsyonun optik yoğunluğu mikropalte okuyucu (µ Quant ELISA Reader, Bio-Tek Instruments, Winooski, VT, Amerika) ile spektrofotometrik olarak $OD_{600}=0,6$ olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.3.1.5). Tüm deney boyunca hep aynı optik yoğunlukta hazırlanmış suşlar kullanıldı (Haapasalo ve Ørstavik 1987).



Şekil 2.3.1.3. TSA besi yeri *E. faecalis* suşu



Şekil 2.3.1.4. TSB besi yeri *E. faecalis*



Şekil 2.3.1.5. Bakteri süspansiyonunun optik yoğunluğunun ölçümü için kullanılan mikropalte ve okuyucu

2.3.2. Dişlerin Enfekte Edilmesi ve İrrigasyon

Steril falkona konulan dişlerin üzerine steril pipetlerle 10 ml optik olarak ayarlanmış *E. faecalis* suşu ilave edildi ve Vortex (VWR, Bedfordshire, UK) karıştırma cihazında dişlerin kök kanallarına solüsyonun tam olarak ulaşabilmesini sağlamak için çalkalandı. Dişler sonrasında etüve konuldu ve 21 gün boyunca, bir gün arayla 24 saatlik taze hazırlanmış, optik olarak ayarlanmış *E. faecalis* solüsyonu dişler steril yeni tüplere alınarak ilave edildi. Böylece derin dentin enfeksiyonu gerçekleştirildi.

Yirmi bir gün enfeksiyon süresi tamamlanan dişler sirkolant (StickyWax KerrLab USA) kullanılarak kök uçları kapanacak şekilde steril cam petri kaplarına yapıştırıldı ve gruplara göre planlanan irrigasyon işlemleri yapıldı.

Grup 1: Kanallar 30 sn. süreyle 5 ml %2,5'lik NaOCl ile irrigate edildikten sonra 1064 nm dalga boyuna sahip Nd:YAG Lazer kök kanallarına uygulandı. Lazer cihazı üretici firmanın endodontik tedavide tavsiye ettiği parametreler olan 1,5 W enerji, 100 mJ atım hızı, 15 Hz. frekans hızına ayarlandı. Optik fiber olarak 200 µm uç kullanılarak kanal içi kurulanmadan kesintisiz dairesel hareketlerle, apikalden koronale doğru hareket ettirilerek 10 sn.'ye lazer uygulaması yapıldı (Şekil 2.3.2.1). Ardından 15 sn.'ye dişin soğuması için beklendi ve tekrar 10 sn.'ye lazer uygulandı. Bu uygulama toplamda 40 sn.'ye lazer ile irradyasyon uygulanacak şekilde 4 kez tekrarlandı.

Grup 2: Kanallar 30 sn. süreyle 5 ml %2'lik CHX solüsyonu ile çalışma boyundan 1 mm geride iğne ucu konumlandırılarak irrigate edildi ve lazer uygulaması grup 1'deki gibi yapıldı.

Grup 3: Kanallar 5 ml OCT solüsyonu ile 30 sn. süresince çalışma boyundan 1 mm geride irrigate edildi ve lazer uygulaması grup 1'deki gibi yapıldı.

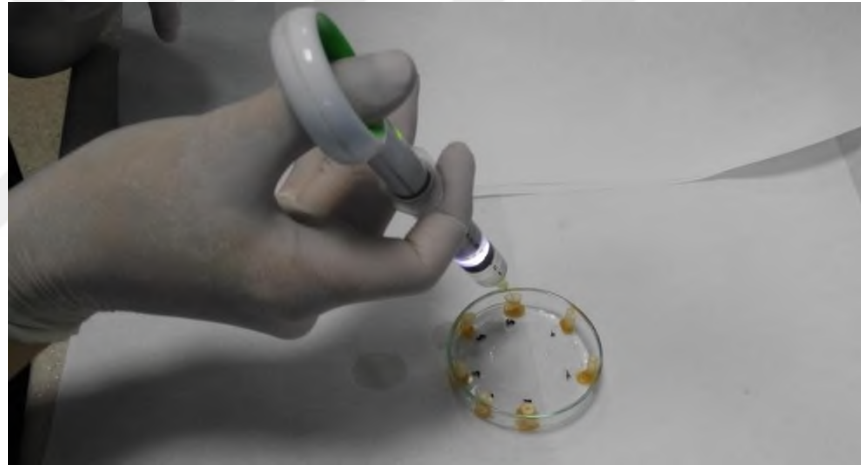
Grup 4: Kanallar Vibringe (Cavex 30 G 0,3 x 25 sarı uç) ile 5 ml %2,5'lük NaOCl solüsyonu ile çalışma boyundan 2 mm geride 1 dk. süreyle irrigate edildi (Şekil 2.3.2.2).

Grup 5: 5 ml %2'lik CHX solüsyonu Vibringe cihazı kullanılarak 1dk. grup 4'teki gibi yıkama işlemi yapıldı.

Grup 6: Kanallar 5 ml OCT solüsyonu kullanılarak Vibringe' le grup 4'teki gibi 1 dk. süreyle irrigate edildi.



Şekil 2.3.2.1. Nd:YAG lazer ile aktivasyon

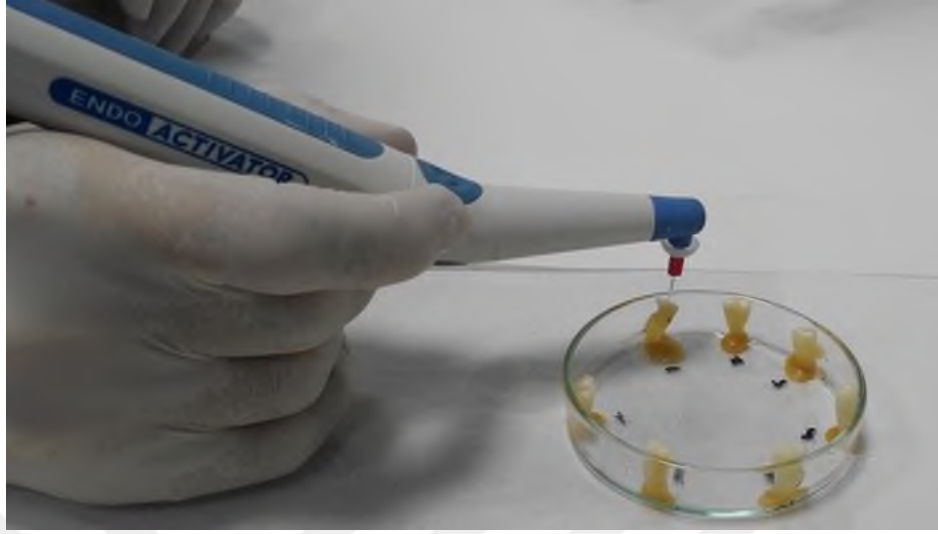


Şekil 2.3.2.2. Vibring'le irrigasyon ve sonik aktivasyon

Grup 7: Kanallar 30 sn. süreyle 5 ml %2,5'lik NaOCl ile irrigate edildikten sonra EndoActivator sonik irrigasyon cihazının 25 numaralı polimer irrigasyon ucu takılarak, çalışma uzunluğundan 2 mm geride konumlandırılıp, cihazın gücü 10 000 cpm'e ayarlanarak 30 sn. süre ile 3 mm'lik hafif ileri geri hareketlerle irrigasyon aktivasyonu yapıldı (Şekil 2.3.2.3).

Grup 8: Kanallar %2'lik 5ml CHX ile 30 sn.'ye yıkandı ve grup 7'de olduğu gibi EndoActivator ile CHX solüsyonu aktive edildi.

Grup 9: 5 ml OCT ile 30 sn.'ye irrigate edilen kanallara grup 7'deki gibi EndoActivator prosedürü uygulandı.



Şekil 2.3.2.3. EndoActivator ile aktivasyon

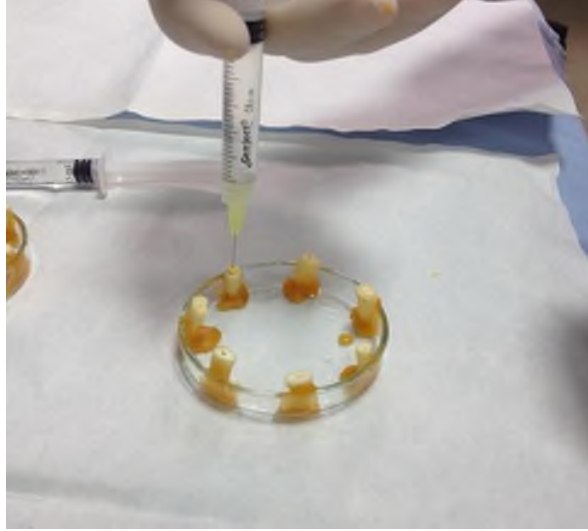
Grup 10: Her bir diş 5 ml %2,5'luk NaOCl solüsyonu ile 1 dk. boyunca iki yan tarafından delikli endodontik irrigasyon iğnesiyle (Transcodent 0,3 x 25 mm, 30 guj) (Şekil 2.3.2.4) çalışma boyundan 1 mm geride, ileri geri yavaş hareketlerle irrigate edildi.

Grup 11: Kök kanalları Grup 10'da olduğu gibi 1 dk. boyunca 5 ml %2 CHX solüsyonu ile irrigate edildi.

Grup 12: Bu grupta da örnekler 1 dk.'da 5 ml OCT solüsyonu ile yıkama işlemi tamamlanacak şekilde grup 10'daki gibi uygulandı.

Grup 13: Dişler enfekte edildikten sonra serum fizyolojik ile endodontik irrigasyon iğnesi kullanılarak irrigasyon yapıldı (Pozitif Kontrol).

Grup 14: Dişler steril edildi, mikroorganizma ile enfekte edilmedi (Negatif Kontrol).



Şekil 2.3.2.4. Endodontik iğne ile irrigasyon

Tüm gruplarda irrigasyon işleminden sonra bakteri örnekleme işlemi aşağıdaki şekilde tamamlandı.

2.3.3. Örnekleme

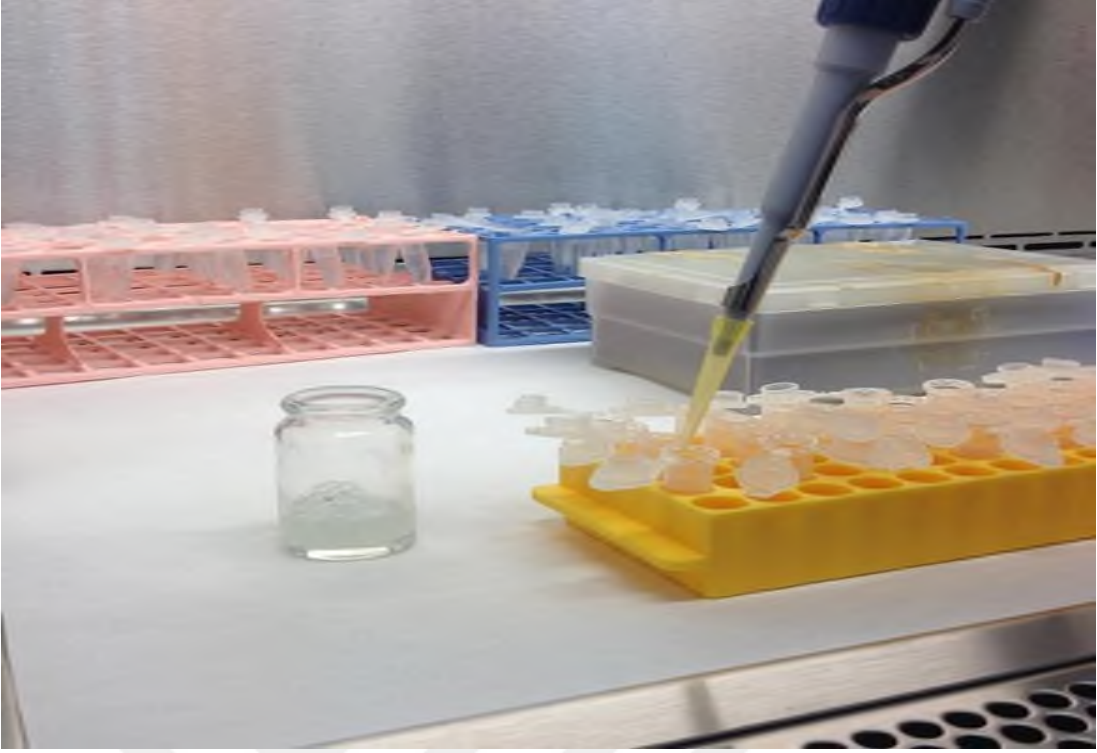
Örnelemeye başlamadan önce tamponlanmış fosfat solüsyonu (PBS, Sigma-Aldrich, Steinhelm, Germany) firma tavsiyesine uygun olarak 200 ml distile su içine bir tablet ilave edilerek 121°C’de 20 dk. steril edilerek hazırlandı.

Her grubun irrigasyon ve aktivasyon işlemi tamamlandıktan sonra dişler iki adet 40 numaralı otoklavda steril edilen paper pointlerle kurulandı ve 1 saat boyunca -22 °C’ de bekletildi. Bir saatin sonunda dişlerin apikal 1/3’lük kısımları mikro motora takılmış steril elmas separe kullanılarak uzaklaştırıldı. Dentin tozunu toplamak için içinde 2 ml tamponlanmış fosfat çözeltisi (PBS) bulunan cam boncuklu steril şişeler kullanıldı (Şekil 2.3.3.1). Steril Gates glidden frezleri (#2,3,4,5,6) sırasıyla kullanılarak dentin örnekleri PBS içinde toplandı ve 30 sn süreyle homojen bir solüsyon elde etmek için karıştırıcıda karıştırıldı.

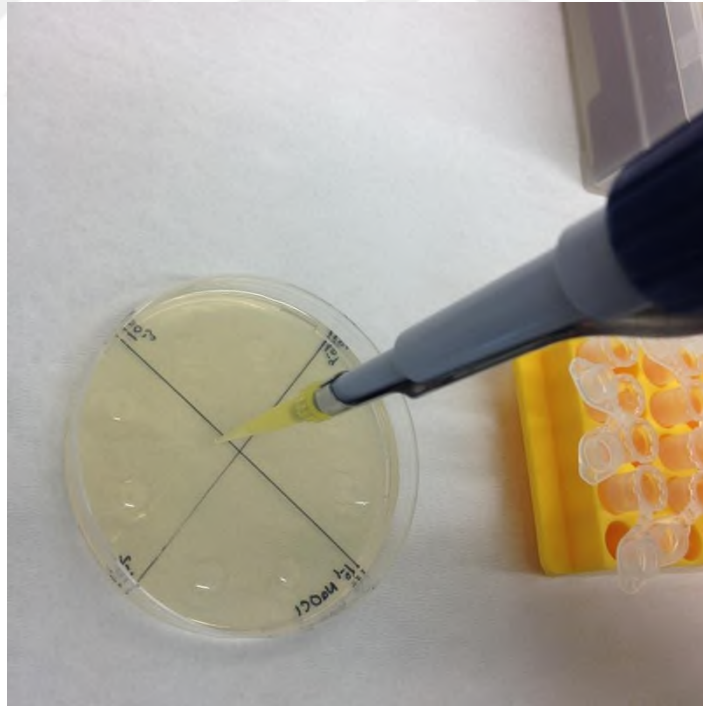


Şekil 2.3.3.1. Örneklerden dentin tozunun alınması

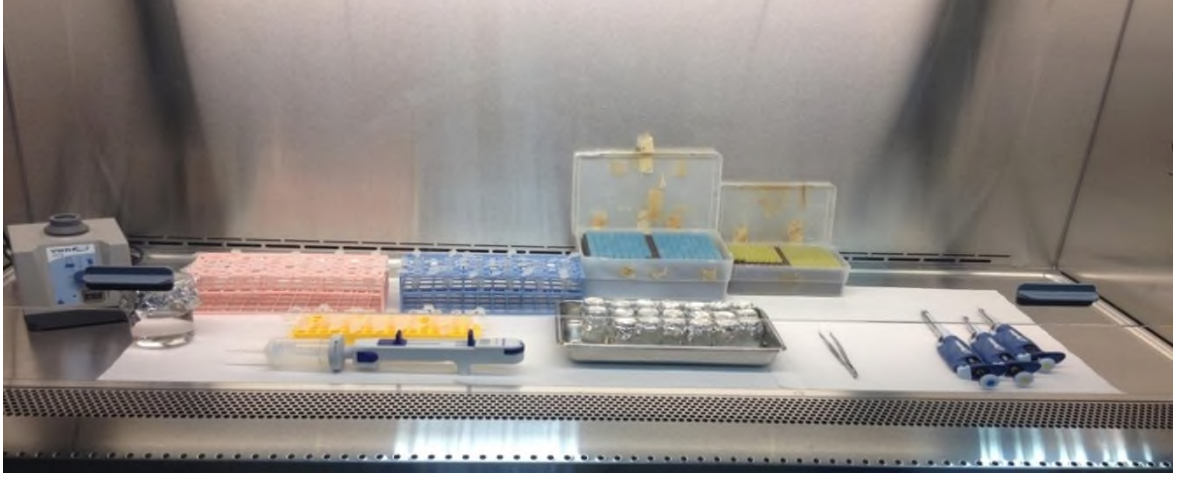
Elde edilen solüsyondan steril Ependorf pipetle 100 μL numune alınarak (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}) seri dilüsyonlar yapıldı (Şekil 2.3.3.2) ve sonrasında her bir dilüsyondan 25 μL 'lik 2 damla alınarak Triptik Soy Agar petri kaplarına ekim yapıldı. Bu işlem öncesinde Triptik Soy Agar katı besi yerleri steril petri kaplarına TSA dökülüp soğutularak hazırlandı ve petriler 4 eşit bölüme ayrıldı ve kenarlarından 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , ve 10^{-4} olacak şekilde her bölüm numaralandırıldı. Her bir bölüme dilüsyonuna göre sırayla 25 μL ' lik örnek alınarak iki ayrı damla şeklinde ekim yapıldı (Şekil 2.3.3.3) Homojen solüsyonu içeren cam şişeden dilüe edilmemiş numunedan (10^{-0}) alınan damlalar petri kabının ortasındaki boş alana ekildi. Tüm kültür işlemleri çevresel kontaminasyonu engellemek için steril aletler kullanılarak Güvenlik kabini (LABCONCO Purifier Class II, Biosafety Cabinet, Ohio, USA) (Şekil 2.3.3.4) içinde yapıldı.



Şekil 2.3.3.2. Dentin örneklerinin dilüe edilmesi.



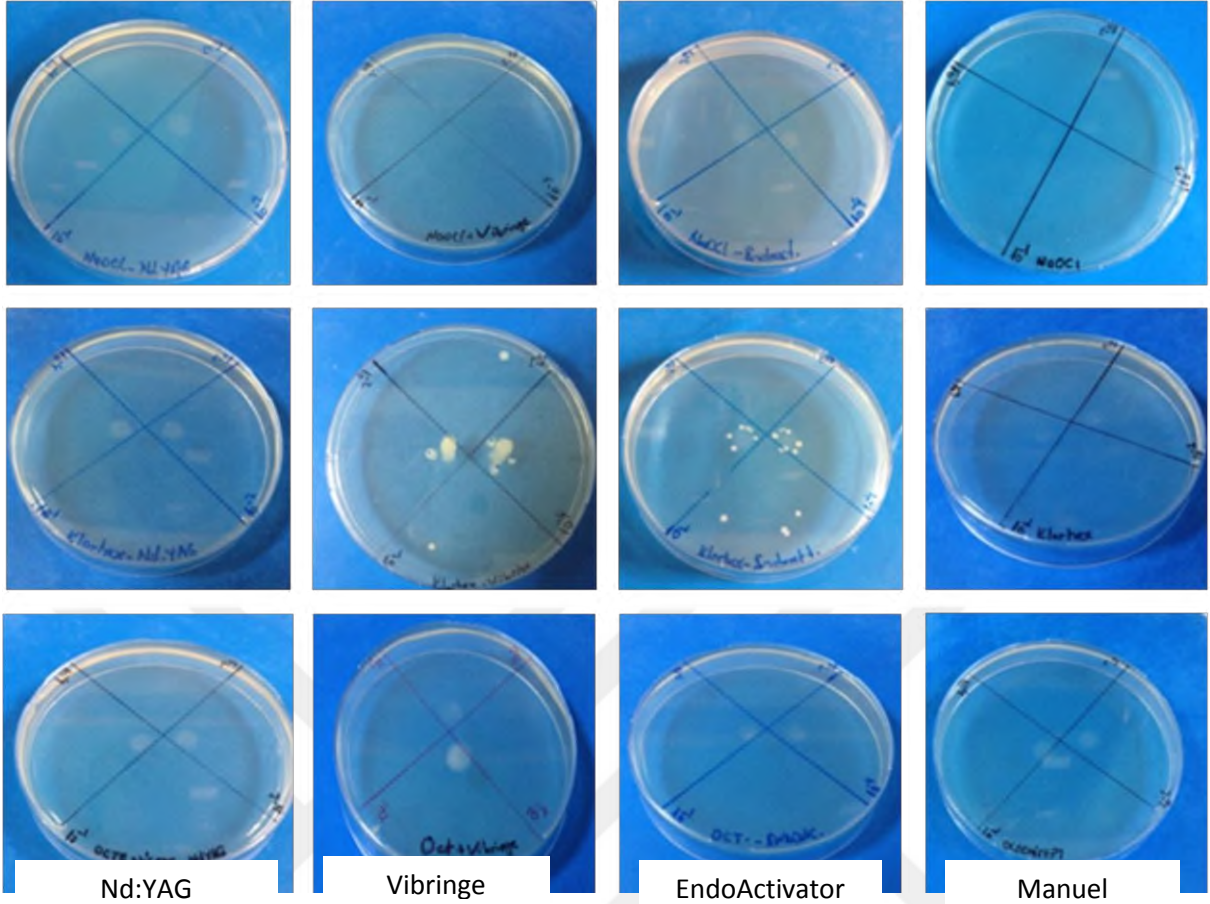
Şekil 2.3.3.3 Örneklerin TSA besi yerine ekilmesi.



Şekil 2.3.3.4. Güvenlik kabini.

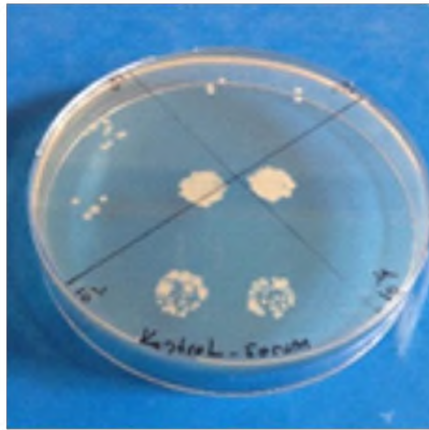
Ekimin yapıldığı petri kapları 48 saat 37°C' de etüvde bekletildi ve bu sürenin sonunda koloni sayım tekniği ile sayılan koloniler (Şekil 2.3.3.5-6) log 10 değerinde yazıldı ve istatistiksel analizleri yapıldı (Haapasalo ve Ørstavik 1987).

Na
OC
I



Şekil 2.3.3.5. Kök kanallarının irrigasyonu sonrası koloni CFU sayımı.

CH
X



Şekil 2.3.3.6. Kontrol grubu koloni CFU sayımı.

2.3.4. Dezenfeksiyon Deneyinde SEM İçin Örneklerin Hazırlanması

Kök kanallarının genişletilmesi ve enfekte edilmesinden sonra irrigasyon tekniklerinin uygulandığı her gruptan bir örnek irrigasyon etkinliğinin SEM ile incelemesi için ayrıldı. Kök nallarının iç yüzeyine dokunulmadan elmas separe yardımıyla su soğutması altında köklerin bukkal ve lingual yüzeylerine paralel oluklar açıldı. Bu oluklara yerleştirilen siman spatülü ile

kökler longitüdünel olarak meziodistal yönde ikiye ayrıldı. Örnekler gluter aldehit’de saklandı. Altın kaplanması Selçuk Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Araştırma laboratuvarında Polaron Sc7620 Sputter Coater (VG Microtech Inc. Japonya) cihazı kullanılarak vakumlu bir ortamda yapıldı. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Leo 440, Electron Microscopy Ltd. Cambridge, UK) altında farklı büyütmelelerde örnekler incelendi

2.4. Bağlanma Deneyi

Çalışmamızın bu bölümünde 65 adet daimî tek köklü ve tek kanallı alt küçük azı ve üst kesici dişler kullanıldı. Dişlerin çekiminden sonra üzerindeki doku artıkları periodontal küretler ile uzaklaştırıldı ve oda sıcaklığında musluk suyunda saklandı. Dişlerin kronları mine sement sınırından elmas fissür frez ile su soğutması altında kesilerek uzaklaştırıldı. Kök kanallarına 15 numaralı K-tipi paslanmaz çelik eğe ile girilerek tek kanallı ve düz köklü olan dişler çalışmaya dâhil edildi. Birden çok kanala sahip olan, kanalda ilerlenemeyen veya daha önce kök-kanal tedavisi uygulanmış olan dişler çalışmaya dâhil edilmedi.

Çalışma uzunluğu apeksten 1 mm geride olacak şekilde belirlenen kökler ProTaper döner aletleri ile F4 nolu eğeye kadar genişletildi. Her eğe arasında 2 ml %2,5’lik NaOCl solüsyonu ile kanal içi irrigasyon yapıldı. Dişler rasgele 13 dişten oluşan 5 deney gurubuna ve 6’şar dişten oluşan iki alt gruba ayrılarak sirkolantla kök uçları kapanacak şekilde cam petri kaplarına yapıştırıldı ve gruplara göre irrigasyon işlemi yapıldı.

2.4.1. Kök Kanallarının İrrigasyonu ve Doldurulması

Grup 1: Lazer grubundaki örnekler iki yan tarafından delikli endodontik irrigasyon iğnesi kullanılarak apeksten 1 mm kısa olacak şekilde ileri geri hareketlerle %3’lük NaOCl ve %17 EDTA solüsyonları ile 3’er ml hacimde 30’ar sn süreyle manuel yıkandı ve her solüsyondan sonra kanal içi kurulanmadan 10 sn’ye lazer uygulaması yapıldı. Ardından 15 sn’ye kökün soğuması beklendi ve 10 sn’ye tekrar lazer uygulandı. Bu uygulama her irrigasyon solüsyonu için 3 defa 10 ar sn süreyle tekrarlanarak toplamda 60 sn lazer irradyasyonu sağlandı. İşlem 200 µm’lik uç ile üretici firmanın tavsiye ettiği parametrelerde yapıldı (1,5 W, 100 mJ, 15 Hz). Bu solüsyonların kalıntılarını uzaklaştırmak için 3 ml distile su ile her diş yıkandı. Kök kanalları 4 adet Protaper F4 kâğıt kon (Dentsply Maillefer, Ballaigues; Switzerland) ile kurulandı ve bir diş smear tabakasını incelemek için kanal doldurulmadan bırakıldı ve kalan dişler iki alt gruba ayrıldı (n=6); ve BioRoot RCS (Septodont, St Maur-des-Fossés, France) (Şekil 2.4.1.1) ve MTA Fillapex (Angelus,

Londrina, Brazil) (Şekil 2.4.1.2) kanal dolgu patları ve F4 Protaper güta perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues; Switzerland) kullanılarak doldurulmak üzere iki alt gruba ayrıldı (n=6).

Grup 1 A: Toz ve likitten oluşan BioRoot RCS kanal dolgu patı üretici tavsiyesine göre karıştırıldı ve Protaper F4 no'lu güta perka kullanılarak tek kon yöntemiyle kök kanalları dolduruldu ve kondanse edildi (n=6).

Grup 1 B: Üretici firmanın önerileri doğrultusunda eşit şekilde sıkılarak homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırılan çift pat sistemli MTA Fillapex kanal dolgu patı ve Protaper F4 no'lu güta perka kullanılarak dişlerin kök kanalları tek kon yöntemiyle dolduruldu ve kondanse edildi (n=6).



Şekil 2.4.1.1. BioRoot RCS

Şekil 2.4.1.2. MTA Fillapex

Grup 2: Vibringe kullanılarak irrigasyon yapılan bu grupta çalışma boyundan 2 mm kısa çalışıldı. Bu gruptaki örnekler Vibringe kullanılarak apeksten 2 mm kısa olacak şekilde ileri geri hareketlerle ardarda %3'lük NaOCl ve %17 EDTA solüsyonları ile 3'er ml hacimde 30'ar sn süreyle yıkandı ve 6'lı iki alt gruba (Grup 2 A ve 2 B) ayrılan dişlerin irrigasyonu tamamlandı. Dişler Grup 1'deki gibi 3 ml distile su ile yıkandı, kurulandı ve Bio-Root RCS ve MTA Fillapex kanal dolgu patları ile dolduruldu. Bir diş smear tabakasının yapısını incelenmesi için kanal dolumu yapılmadan bırakıldı.

Grup 3: EndoActivator kullanılan bu grupta, Grup 1'deki gibi irrigasyon yapılan örneklere her irrigasyondan sonra EndoActivator sonik irrigasyon cihazının 25 numaralı polimer irrigasyon ucu çalışma uzunluğundan 2 mm geride konumlandırılıp cihazın gücü 10.000 cpm'e ayarlanarak 30'ar saniye süre ile ileri geri hareketlerle toplamda 1dk süreyle aktivasyon yapıldı. Dişler Grup 1'de olduğu gibi Bio-Root RCS ve MTA Fillapex (Grup 3A ve 3 B) kanal dolgu patlarıyla dolduruldu, bir diş smear tabakasının incelenmesi için kanal dolgusu yapılmadan bırakıldı.

Grup 4: Bu gruptaki örnekler yan delikli irrigasyon iğnesi kullanılarak apeksten 1 mm kısa olacak şekilde ileri geri hareketlerle %3'lük NaOCl ve %17 EDTA solüsyonları ile 3'er ml hacimde 30'ar sn süreyle manuel yıkandı ve ardından bu solüsyonların kalıntılarını uzaklaştırmak için 3 ml distile su ile her diş yıkandı. Dişler Grup 1'de olduğu gibi Bio-Root RCS ve MTA Fillapex (Grup 4 A ve 4 B) kanal dolgu patlarıyla dolduruldu, bir diş smear tabakasının incelenmesi için kanal dolgusu yapılmadan bırakıldı.

Grup 5: Kontrol grubu olan bu örnekler 6 ml serum fizyolojik solüsyonuyla apeksten 1 mm kısa olacak şekilde 1 dk. boyunca konvansiyonel enjektörler kullanılarak ileri geri hareketlerle yıkandı. Bu gruptan bir diş smear tabakasını incelemek için ayrıldı. Kanal dolgusu yapılacak olan 12 diş, 4'er tane F4 paper point kullanılarak kurulandı ve BioRoot RCS (Şekil 2.18) ve MTA Fillapex (Şekil 2.19) kanal dolgu patları ve F4 Protaper güta perka kullanılarak doldurulmak üzere iki alt gruba ayrıldı (n=6). Bir diş smear tabakasının yapısını incelenmesi için kanal dolumu yapılmadan bırakıldı.

Kanal dolgusu tamamlanan tüm örnekler patların sertleşmesi için %100 nemli ortamda 37 °C'de 7 gün inkübe edildi.

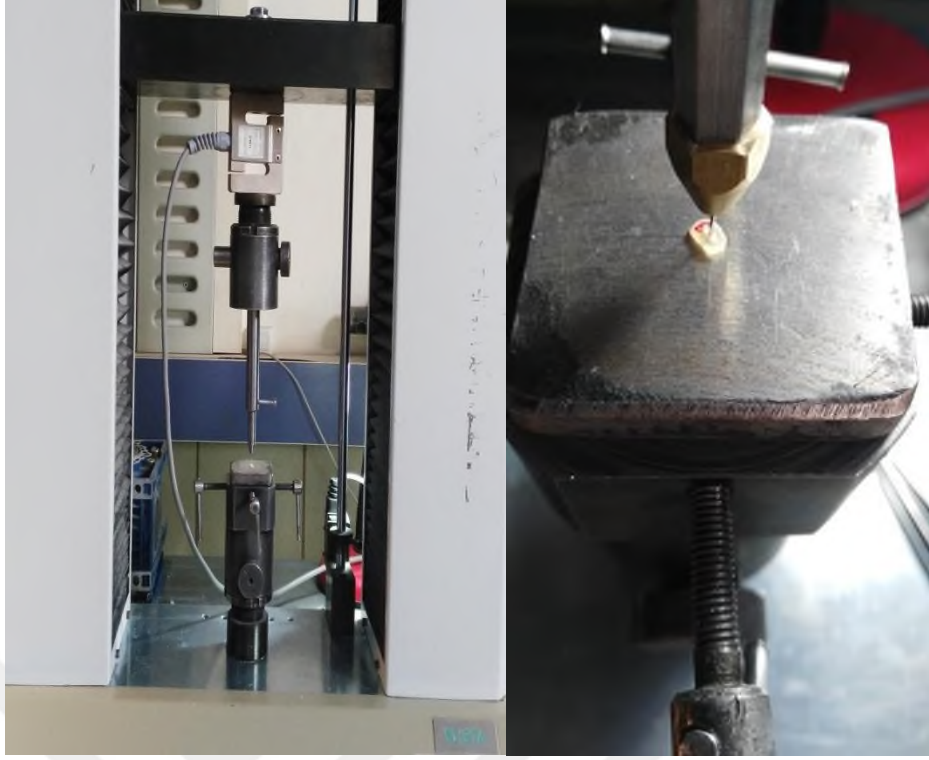
2.4.2. Bağlanma Dayanım (Push-Out) Testi

Dişler soğuk akrilikle hazırlanan bloklara katalizörlü bir yapıştırıcıyla koronale yakın olan düz yüzeyinden yapıştırıldı. Akrilik bloklara yapıştırılan köklerden, dentin diskleri elde etmek amacıyla su soğutması altında düşük hızda ISOMET elmas separe (Buehler, Lake Bluff, NY) kullanılarak 1 mm kalınlığında dentin disk örnekleri hazırlandı (Şekil 2.4.2.1). Her bir örneğin koronal ve apikal kısımlarını ayırt etmek için işaret konuldu ve örnekler numaralandırıldı. Apikal 1/3'lük kısım deneye dahil edilmedi.



Şekil 2.4.2.1. Dişlerin kesilerek örneklerin hazırlanması.

Her bir gruptan apikalden 18, koronalden 18, olmak üzere toplam 36 adet örnek elde edildi. Elde edilen disklerin apikal, koronal kanal çapları ve yükseklikleri 0,01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçüldü. Disklerin apikal kısmı (dar kısmı) kuvvet uygulanacak tarafa bakacak şekilde Universal test cihazına (Instron) (Elista, İstanbul, Türkiye) yerleştirildi (Şekil 2.4.2.2). Kanal çaplarına uygun olacak şekilde 0,5 mm, 0,7 mm, 0,9 mm çaplarındaki paslanmaz çelik silindirik uçlar kullanılarak apikalden koronale 0,5 mm/dk. hız ile kuvvet uygulandı. Push-out kuvveti, kanal dolgusunun dentine bağlantısında başarısızlık oluşana kadar uygulandı ve elde edilen mukavemet değeri Newton (N) olarak kaydedildi.



Şekil 2.4.2.2. Push-out test cihazı ve uygulanması.

Bağlanma yüzey alanı hesaplanırken şu formül kullanıldı;

$$\text{Bağlanma Yüzey alanı} = \pi (r_1 + r_2) \times (\sqrt{(r_1 - r_2)^2 + h^2})$$

π : 3, 14

r_1 : küçük çap

r_2 : büyük çap

h : yükseklik

Bağlanma dayanımı ise şu formülle hesaplandı;

$$\text{Bağlanma Dayanımı} = \text{Uygulanan Kuvvet (N)} \div \text{Bağlanma Yüzey Alanı (mm}^2\text{)}$$

(Timpawat ve ark 2001).

2.4.3. Bağlanma Deneyinde SEM İçin Örneklerin Hazırlanması

Kök kanallarının genişletilmesi ve irrigasyon tekniklerinin uygulanmasından sonra smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerinin SEM ile değerlendirilmesi için her deney

grubundan kanal dolgusu yapılmadan örnekler ayrıldı. Kök kanallarının iç yüzeyine dokunulmadan elmas separe yardımıyla su soğutması altında köklerin bukkal ve lingual yüzeylerine paralel oluklar açıldı. Bu oluklara yerleştirilen siman spatülü ile kökler longitudinal olarak meziodistal yönde ikiye ayrıldı. Örnekler %50 etil alkolle dehidrate edildikten sonra altın kaplaması Selçuk Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Araştırma laboratuvarında Polaron Sc7620 Sputter Coater (VG Microtech Inc. Japonya) cihazı kullanılarak vakumlu bir ortamda yapıldı. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Leo 440, Electron Microscopy Ltd. Cambridge, UK) altında farklı büyütme oranlarında örnekler incelendi.

2.5. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Bu çalışmada verilerin istatistiksel analizi SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 17.0V bilgisayar programında yapıldı.

Farklı irrigasyon yöntemlerinin *E. faecalis*'e etkinliğinin değerlendirilmesi için elde edilen veriler Levene Varyans Homojenite Testi ile değerlendirildi. Varyansların homojen olmaması nedeniyle aktive edilen irrigasyon solüsyonları, aktivasyon teknikleri ve uygulandıkları bölgeler arasındaki kıyaslamalar için Kruskal-Wallis testi, ikili karşılaştırmalar için de Mann-Whitney U testi yapıldı.

Kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımı deneyi sonucu elde edilen veriler Çok Yönlü Anova Testi ile değerlendirildi. Patlar, irrigasyon yöntemleri ve bölgelerin kendi aralarında ve birbirleri arasındaki istatistiksel değerlendirme için Tukey HSD testi yapıldı.

İstatistiksel değerlendirmelerin tümünde anlamlılık düzeyi $\alpha=0,05$ olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

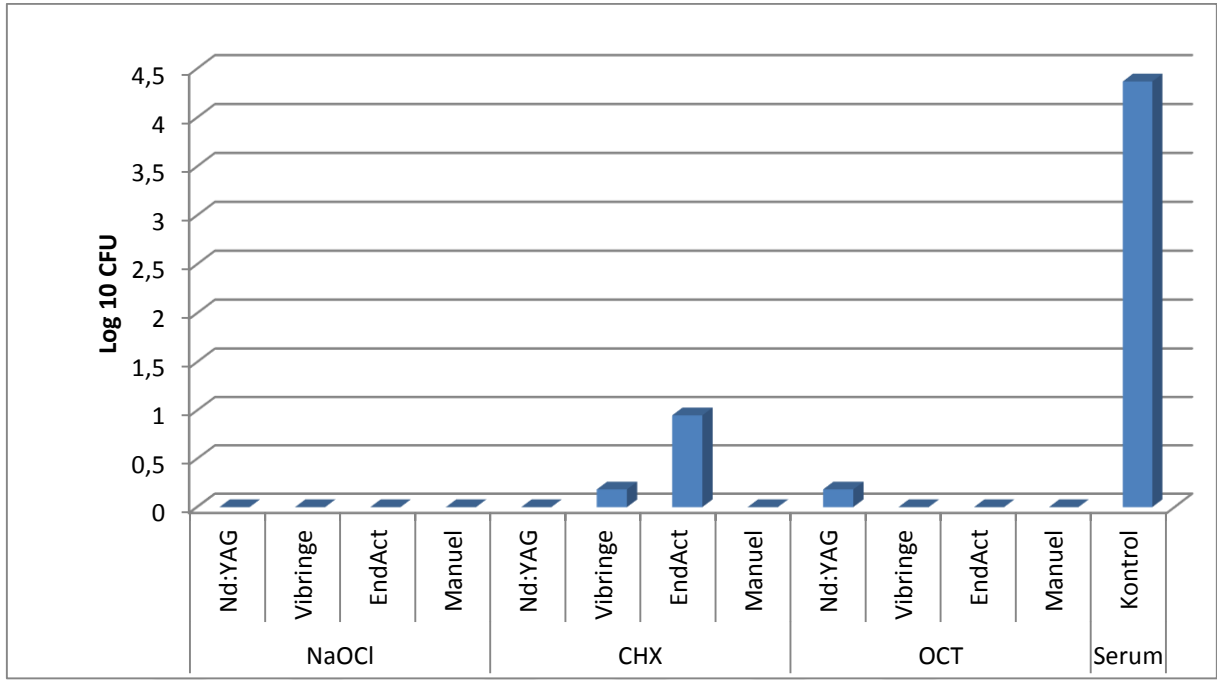
3.1. Farklı İrrigasyon Solüsyonlarının ve Tekniklerinin Antimikrobiyal Etkinliği:

E. faecalis ile kontamine edilmiş diş köklerine, farklı teknikler ve farklı irrigasyon solüsyonları uygulandıktan sonra üreyen bakteri kolonileri sayılmış ve istatistiksel incelemeleri yapılmıştır. Ortalamaları ve standart sapmaları belirlenerek birbirleri ile ve pozitif kontrol grubu ile (Grup serum fizyolojik) kıyaslanmıştır. Dezenfeksiyonun etkinliğini gösteren ortalama bakteri koloni miktarlarının Log₁₀ CFU değerleri çizelge 3.1.1'de ve grafiksel dağılımı şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.1. *E. faecalis* ile kontamine edilmiş diş köklerinde, gruplardaki dezenfeksiyon işlemleri sonrası sayılan ortalama bakteri koloni miktarları (Log 10 CFU).

	NaOCl	CHX	OCT	SERUM FİZYOLOJİK
Nd:YAG LAZER	-	-	2,20±0	
VİBRİNJE	-	2,20±0	-	
ENDO ACTIVATOR	-	2,76±0,35	-	
MANUEL	-	-	-	
KONTROL				4.38±0.54

İstatistiksel incelemelerde uygulanan Kruskal-Wallis testine göre, NaOCl ve Octenisept solüsyonlarıyla irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin kullanıldığı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yokken ($p>0,05$), CHX'in aktive edildiği gruplarla arasında fark anlamlıydı ($p<0,05$). NaOCl uygulanan gruplarda bakteri üremedi, tüm değerler sabit ve sıfır olduğu için teknikler arasında fark bulunmadı ($p=1$). Nd:YAG lazer ve OCT uygulanan grupta sadece bir örnekte rezidüel bakteri görülse de, gruplar arasında fark belirlenmedi ($p=0,39$). CHX ile uygulanan aktivasyon grupları arasında fark olduğu bulundu ($p=0,20$). Bu sonuca göre, üreyen bakteri koloni miktarı CHX uygulanan gruplarda en fazla bulunurken, NaOCl ve OCT grupları *E. faecalis*'i elimine etmede daha başarılı bulundu.



Şekil 3.1 İrrigasyon solüsyonlarının ve yöntemlerin *E. faecalis*'e etkinliklerinin grafiksel görünümü.

CHX'in kullanıldığı gruplarda, gruplar arasında ikili karşılaştırmalar için yapılan Mann-Whitney U testine göre gruplar arasındaki fark çizelge 3.1.2'de görülmektedir. Bu testin sonuçlarına göre;

CHX-Nd:YAG Lazer ve CHX -Vibringe arasında fark yok ($p=0,32$); CHX - Nd:YAG Lazer ve CHX-EndoActivator arasında fark var ($p=0,03$); CHX-Nd:YAG Lazer ile CHX-Manuel arasında fark yok ($p=1$); CHX-Vibringe ve CHX-EndoActivator arasında fark yok ($p=0,10$); CHX-Vibringe ve CHX-Manuel arasında fark yok ($P=0,32$); CHX-EndoActivator ve CHX-Manuel arasında fark var ($p=0,03$) olarak bulundu. CHX solüsyonunun, manuel ve Nd:YAG Lazer ile kullanılması etkin dezenfeksiyon sağlarken, Vibringe ve EndoActivator ile kullanıldığında rezidüel bakteri kaldığı belirlendi.

Çizelge 3.1.2. CHX kullanılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin Mann-Whitney U istatistik sonuçlarına göre ortalama ve standart sapma değerleri.

CHX	Nd:YAG LAZER	VİBRİNJE	ENDO ACTIVATOR	MANUEL
	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS
	0,00±0,00 ^a	0,183±0,635 ^{ab}	0,953±1,417 ^b	0,00±0,00 ^a

Farklı harf taşıyan gruplar arasında fark anlamlıdır ($p < 0,05$).

Tüm deney grupları ile kontrol grubu olan serum fizyolojinin antibakteriyel etkinlikleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$).

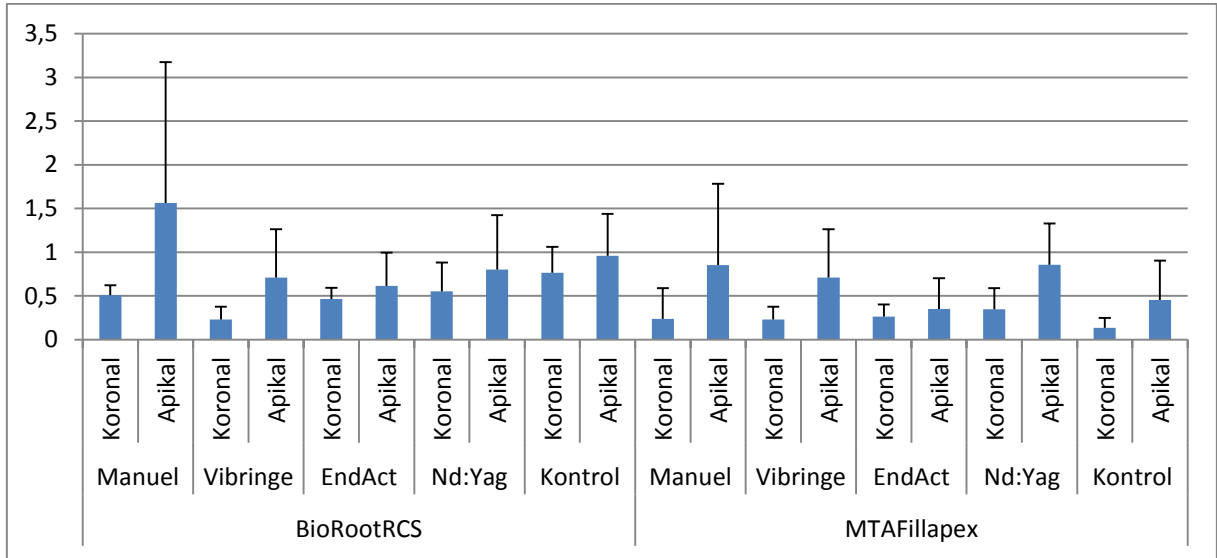
3.2. Bağlanma Dayanım Testine Ait Bulgular

Bağlanma dayanımına ait bulguların anova tablosu tablo 3.2.1’de ve grafiksel dağılımı şekil 3.2.1’de görülmektedir. Patlar ve yöntemlerin, yöntemler ve bölgelerin arasında istatistiksel olarak etkileşiminin etkisi önemlidir ($p < 0,05$). Patların kendi aralarında, bölgelerin kendi aralarında ve yöntemlerin kendi aralarında ki etkileşiminin etkisi de önemli bulundu ($p < 0,05$). Patlar ve bölgeler arasında ve patlar, bölgeler ve yöntemler arasında etkileşiminin etkisi bulunmadı ($p > 0,05$).

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39,317 ^a	19	2,069	7,058	,000
Intercept	121,565	1	121,565	414,615	,000
Patlar	6,727	1	6,727	22,943	,000
Yöntemler	6,103	4	1,526	5,204	,000
Bölgeler	15,434	1	15,434	52,642	,000
Patlar * Yöntemler	4,488	4	1,122	3,827	,005
Patlar * Bölgeler	,012	1	,012	,039	,843
Yöntemler * Bölgeler	5,304	4	1,326	4,523	,001
Patlar * Yöntemler * Bölgeler	1,249	4	,312	1,065	,374
Error	99,688	340	,293		
Total	260,570	360			
Corrected Total	139,005	359			

a. R Squared = ,283 (Adjusted R Squared = ,243)

Tablo 3.2.1. Bağlanma dayanımına ait bulguların Anova tablosu



Şekil 3.2.1. Bağlanma dayanımına ait bulguların grafiksel görünümü.

Patlar arasında, BioRoot RCS patı (Ort=0,72), MTA Fillapex patına (Ort=0,44) göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdi ($p=0,00$).

Koronal (Ort=0,37) ve apikal (Ort=0,79) bölgeler arasında etkileşimin etkisi önemliydi ($p<0,05$), apikal bölgede bağlanma dayanımı daha yüksek değerler gösterdi ve fark istatistiksel olarak anlamlıydı.

Yöntemler arasında etkileşimin etkisi önemli bulundu ($p<0,05$). Yöntemler arası karşılaştırmanın ortalama ve standart sapma değerleri çizelge 3.2.1' de görülmektedir. Manuel yöntem, Nd:YAG lazer ve serum fizyolojik uygulanan örneklerle karşılaştırıldığında arasında fark yokken ($p>0,05$), Vibringe ve EndoActivator ile karşılaştırıldığında fark anlamlıydı ($p<0,05$). Manuel yöntem, Nd:YAG lazer ve serum uygulanan yöntemlerin arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da ($p>0,05$), manuel yöntem (Ort=0,79) en yüksek bağlanma dayanım değerini gösterdi. Bunu sırasıyla Nd:YAG lazer (Ort= 0,64) ve kontrol (Ort= 0,58) grupları izledi. Vibringe (Ort= 0,47) ve EndoActivator (Ort= 0,43) daha düşük ve benzer değerler gösterdi.

Çizelge 3.2.1. İrrigasyon aktivasyon yöntemlerinin Tukey HSD istatistik sonuçlarına göre ortalama ve standart sapma değerleri.

YÖNTEMLER				
MANUEL	VİBRİNJE	ENDACT	Nd:YAG	KONTROL
0,79±1,05 ^a	0,47±0,46 ^b	0,42±0,30 ^b	0,64±0,47 ^{ab}	0,57±0,47 ^{ab}

Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arasında fark anlamlıdır (p<0,05).

Patların bölgelere göre bağlanma dayanımı açısından etkileşimin etkisi yoktu (p=0,843). Apikal bölgede bağlanma dayanım değerleri her iki patta da koronal bölgelere göre daha yüksek değerler gösterdi.

Yöntem ve bölgelerin bağlanma dayanımı karşılaştırıldığında, en yüksek dayanımı manuel yöntemin uygulandığı dişlerin apikalinde ölçüldü (Ort=1,209). En düşük bağlanma değerleri ise apikal bölgede EndoActivator (Ort=0,48), koronal bölgede Vibringe (Ort=0,23) yapılan örneklerden alındı. Koronal bölge ayrı değerlendirildiğinde en iyi bağlantı dayanım değerleri Nd:YAG lazer (Ort=0,45) ve serum fizyolojik (Ort=0,45) gruplarında ölçüldü. Manuel (Ort=0,38) ve EndoActivator (Ort=0,37) yöntemlerinde koronalde benzer sonuçlar alındı.

Kök dentinine bağlanma açısından değerlendirildiğinde, manuel yöntem (Ort=1,03), BioRoot RCS patıyla diğer yöntemlere ve MTA Fillapex patına göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdi. Nd:YAG lazer (Ort=0,68), serum fizyolojik (Ort=0,86) ve EndoActivator'ün (Ort=0,54) kullanıldığı örneklerde de BioRoot RCS patının bağlanma dayanımı daha yüksek sonuçlar verdi. Vibringe kullanılan örneklerde de her iki patta da değerler eşit ölçüldü (Ort=0,48).

Patların, yöntemlerin ve bölgelerin birlikte karşılaştırılmasında en yüksek bağlanma değeri manuel yöntem uygulanan örneklerin apikal bölgesinde BioRoot RCS patında (Ort=1,57), en düşük bağlanma değeri ise Vibringe kullanılan örneklerde her iki patta koronal bölgede ölçüldü (Ort=0,23). Farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri uygulanmış kök kanalları BioRoot RCS ve MTA Fillapex patlarıyla doldurulduğunda apikal, koronal ve apikal+koronal bölgelerde elde edilen ortalama ve standart sapma bağlantı dayanım değerleri çizelge 3.2.2 ve çizelge 3.2.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.2. BioRoot RCS patının yöntemlere ve bölgelere etkileşiminin Tukey HSD istatistik sonuçlarına göre ortalama ve standart sapma değerleri.

YÖNTEMLER	MANUEL	VİBRİNJE	ENDO ACTIVATOR	Nd:YAG LAZER	SERUM
BIOROOT RCS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS
KORONAL	0,51±0,11	0,23±0,14	0,46±0,13	0,55±0,32	0,77±0,30
APİKAL	1,56±1,60	0,71±0,55	0,61±0,38	0,80±0,62	0,95±0,48
APİKAL+KORONAL	1,03±1,24	0,47±0,46	0,54±0,29	0,67±0,50	0,86±0,40

Çizelge 3.2.3. MTA Fillapex patının yöntemlere ve bölgelere etkileşiminin Tukey HSD istatistik sonuçlarına göre ortalama ve standart sapma değerleri.

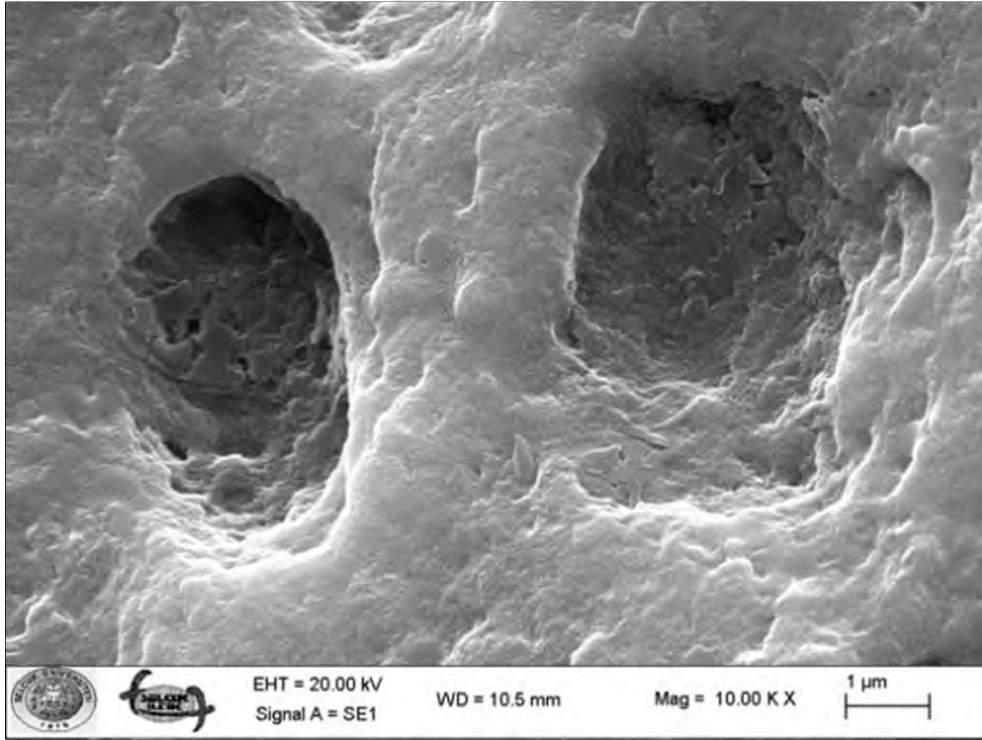
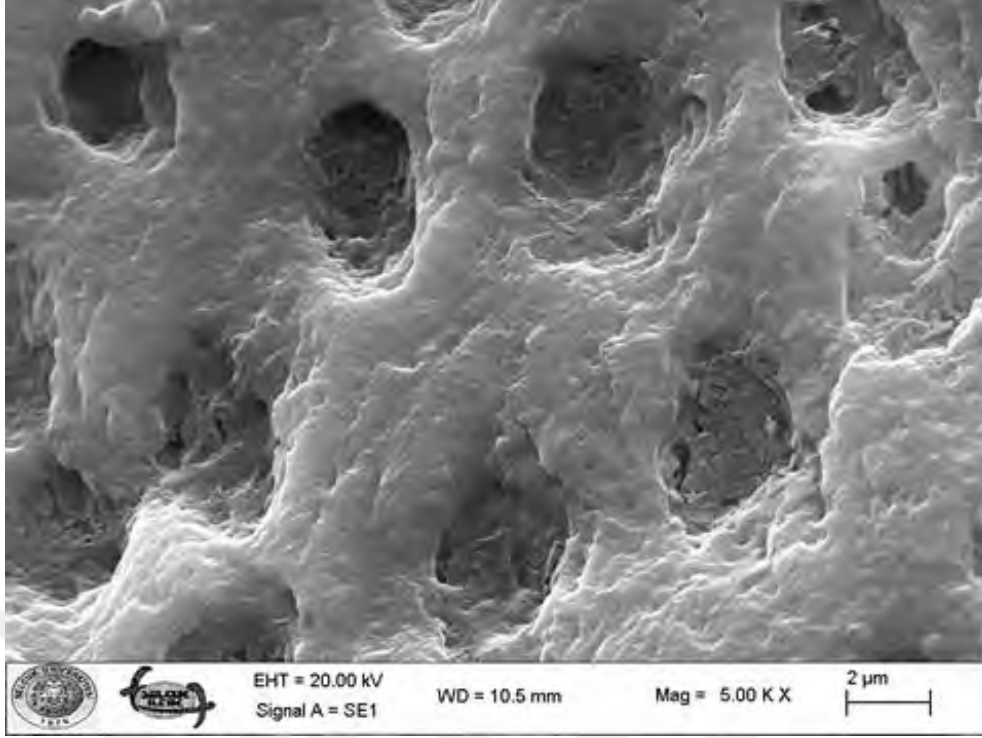
YÖNTEMLER	MANUEL	VİBRİNJE	ENDO ACTIVATOR	Nd:YAG LAZER	SERUM
MTA FİLLAPEX	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS	ORT±SS
KORONAL	0,23±0,35	0,23±0,14	0,26±0,13	0,34±0,24	0,13±0,11
APİKAL	0,85±0,92	0,71±0,55	0,35±0,35	0,85±0,47	0,45±0,45
APİKAL+KORONAL	0,54±0,75	0,47±0,46	0,30±0,26	0,60±0,45	0,29±0,36

3.3. SEM Analizi Bulguları

Dezenfeksiyon deneyi için oluşturulan grupların her birinden test düzeneğine uygun yapılan irrigasyon ve aktivasyon uygulamaları sonrasında rastgele SEM görüntüleri için örnekler alındı.

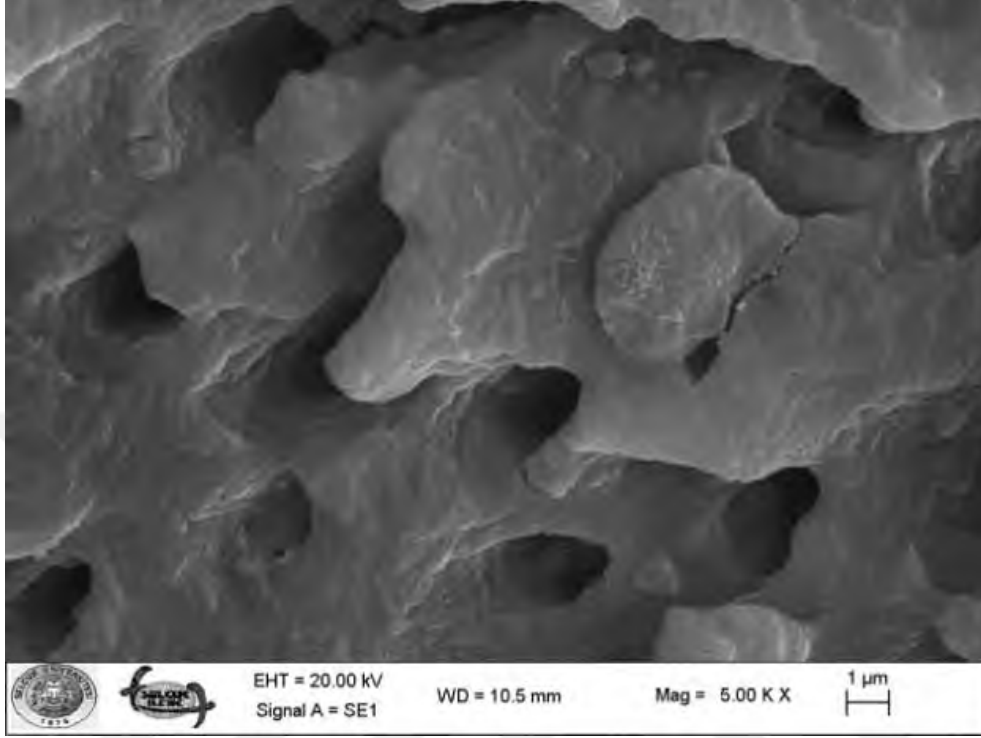
3.3.1. Dezenfeksiyon Deneyine Ait SEM Bulguları

%2,5'lik NaOCl ile irrigasyondan sonra Nd:YAG lazer uygulanan örneklerde yüzeyde rekristalizasyon gerçekleştiği görülürken, bazı bölgelerde dentin tübüllerinin ağzı kapalıydı ve *E. faecalis* gözlenmedi (Şekil 3.3.1.1).



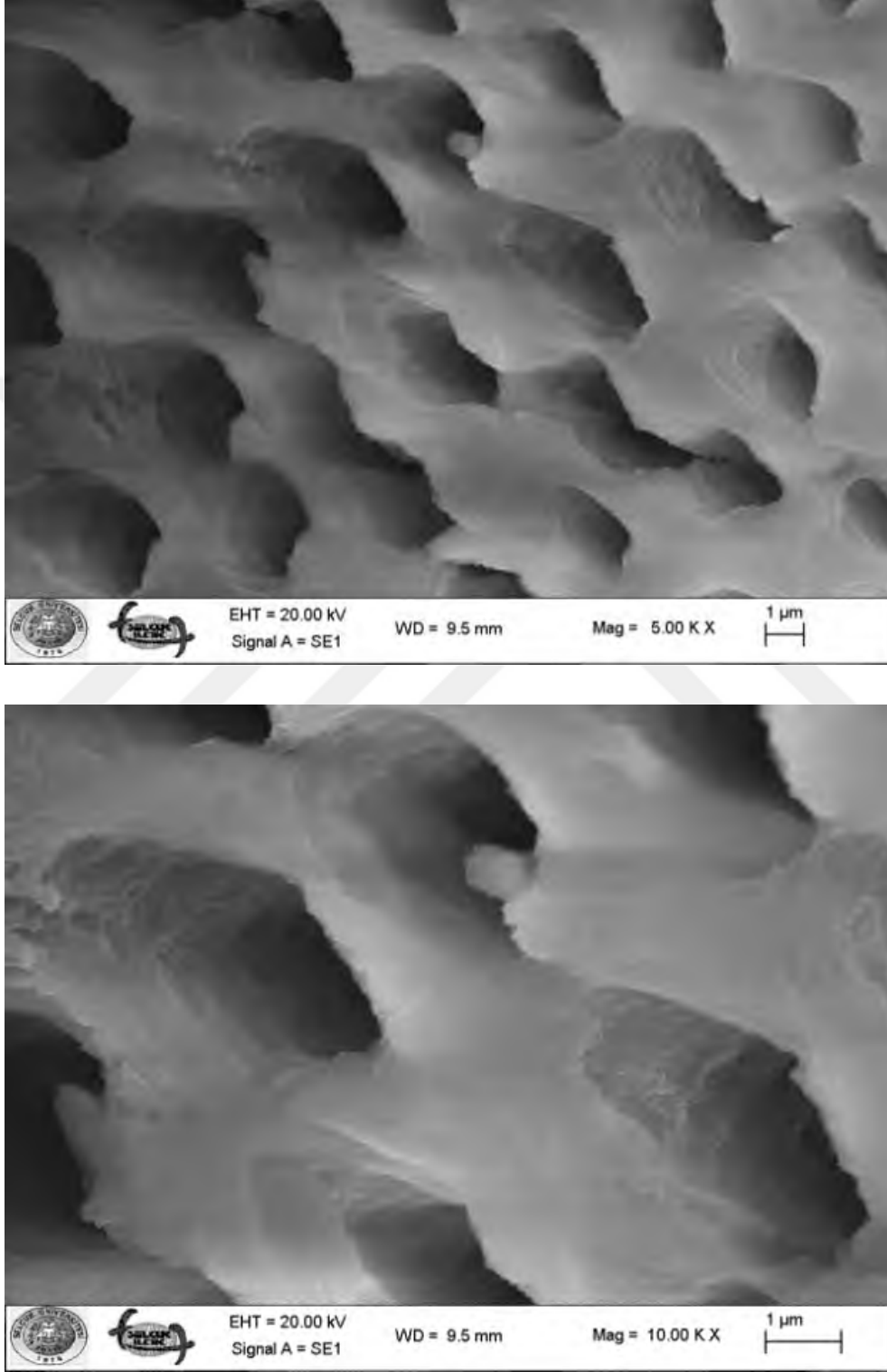
Şekil 3.3.1.1. Nd:YAG- NaOCl uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

Vibringe ile NaOCl'nin uygulandığı örnekte dentin tübül ağızları açık ve smear tabakanın tamamen uzaklaşmış olduğu görüldü. Dentin tübüllerinin şeklinin düzensiz olduğu ve bir miktar erezyon varlığı belirlendi (Şekil 3.3.1.2).



Şekil 3.3.1.2. Vibringe-NaOCl uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

NaOCl ile EndoActivator uygulanan örneklerde tüm dentin tübül ağızları net olarak izlendi şiddetli bir erezyon vardı. İnter tübüler dentin yok olmuş ve tübüller birbirine bağlı gibi görünmekteydi. *E. faecalis* görülmedi (Şekil 3.3.1.3).



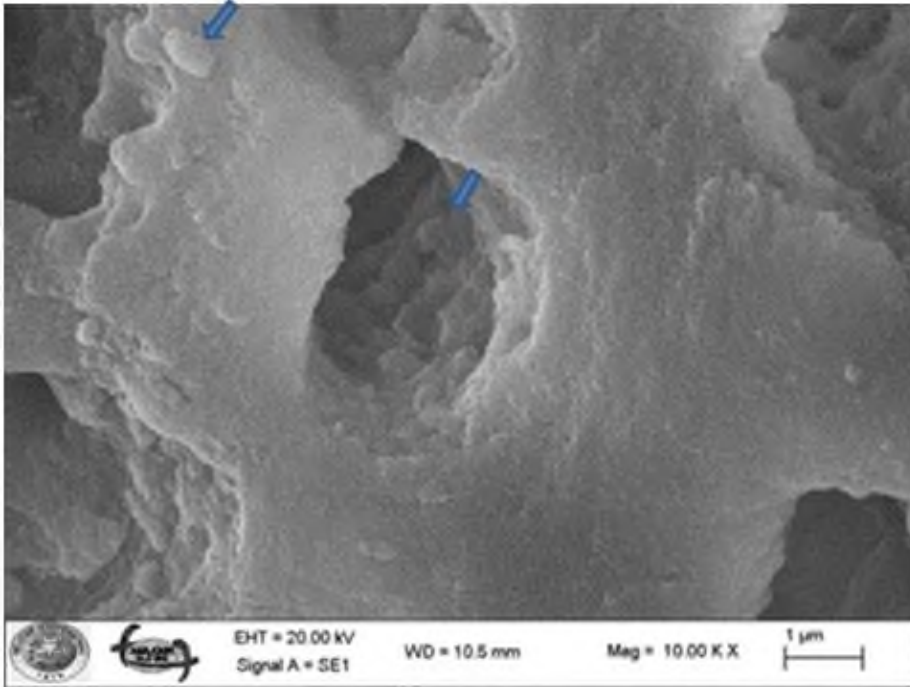
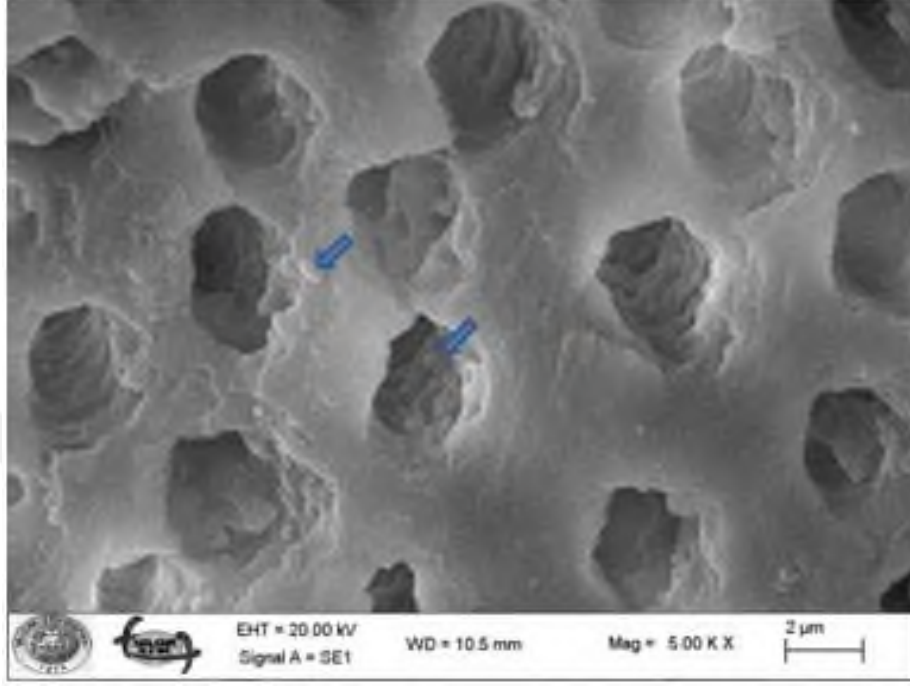
Şekil 3.3.1.3. EndoActivator- NaOCl uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

NaOCl'nin manuel irrigasyon ile uygulandığı örnekte dentin tübül ağızlarının açık olduğu gözlemlendi ve *E. faecalis*'e rastlanmadı (Şekil 3.3.1.4)



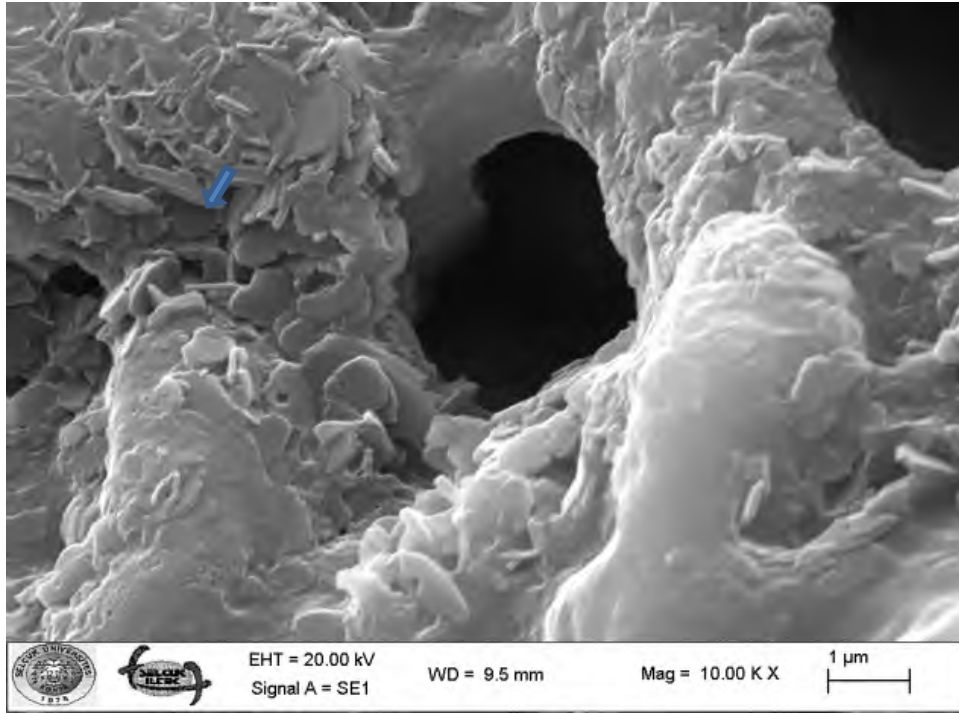
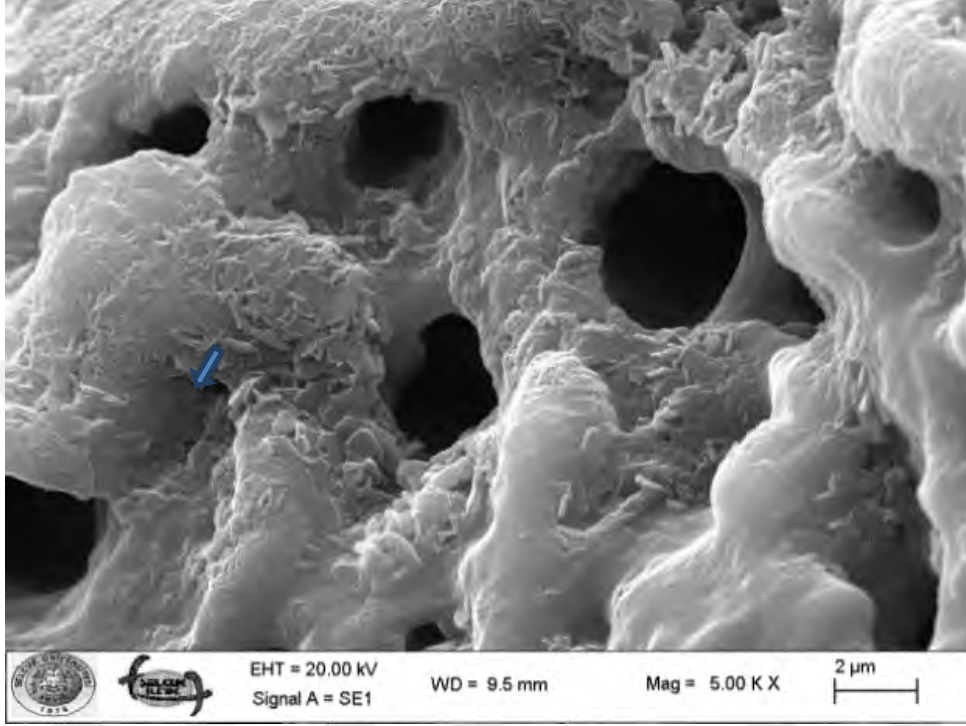
Şekil 3.3.1.4. Manuel-NaOCl uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

CHX'in gruplarını değerlendirdiğimizde, CHX'in Nd:YAG lazer ile aktive edildiği örnekteki SEM görüntülerine göre dentin tübüllerinin ağzı açık ancak tübüller arasında rekristalizasyon alanları mevcut olup, tübül ağzlarında *E. faecalis*'ler var olsa da kültür metoduyla üreme elde edilmedi (Şekil 3.3.1.5).



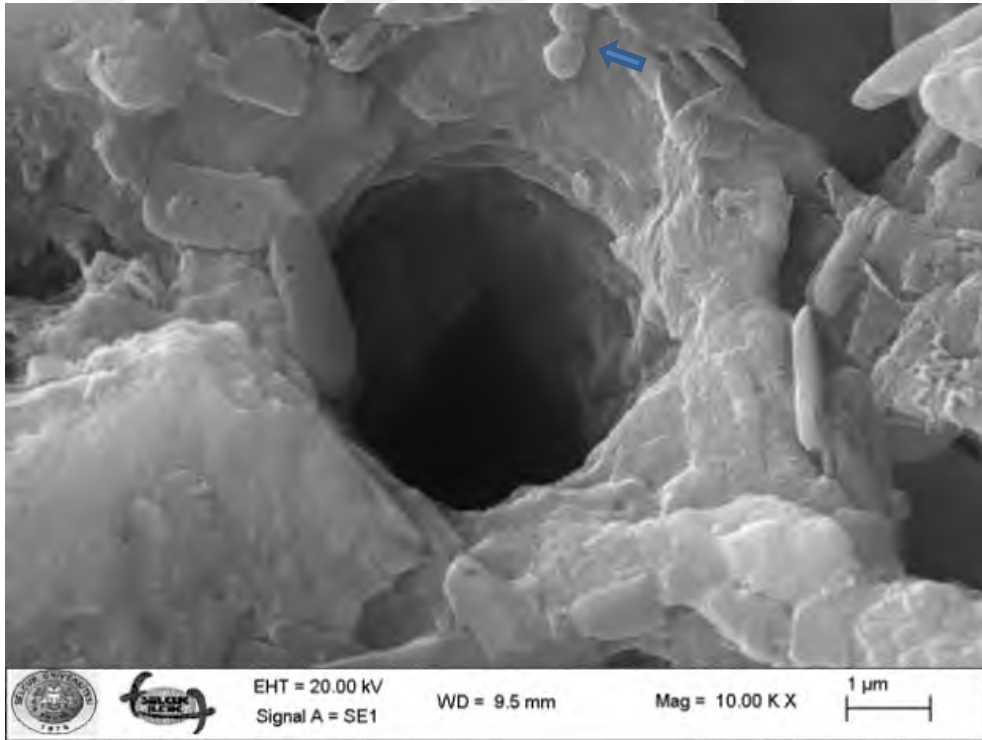
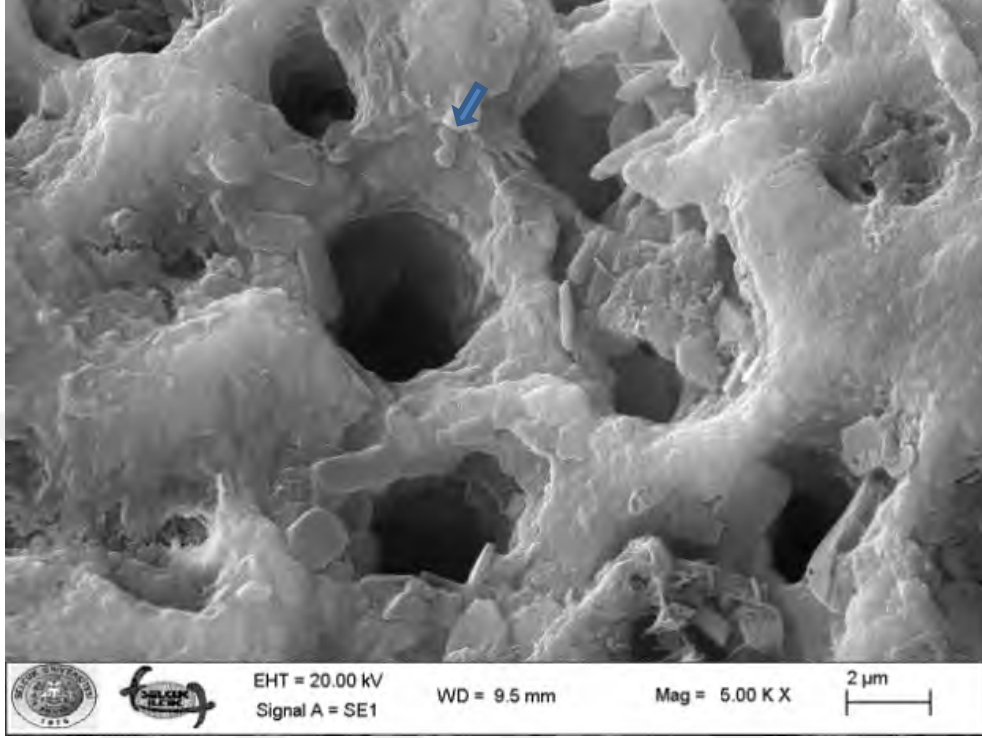
Şekil 3.3.1.5. Nd:YAG Lazer-CHX uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

CHX'in Vibringe'le sonik irrigasyon aktivasyonu yapılan örnekteki dentin yüzeyinde yüksek miktarda erezyon, buna bağlı pörozlü bir yapı ve smear tabaka görülmüştür. Dentin tübül ağızları kısmen ya da bazı bölgelerde tamamen kapalı olup, SEM fotoğraflarında az miktarda *E. faecalis*'e rastlandı (Şekil 3.3.1.6).



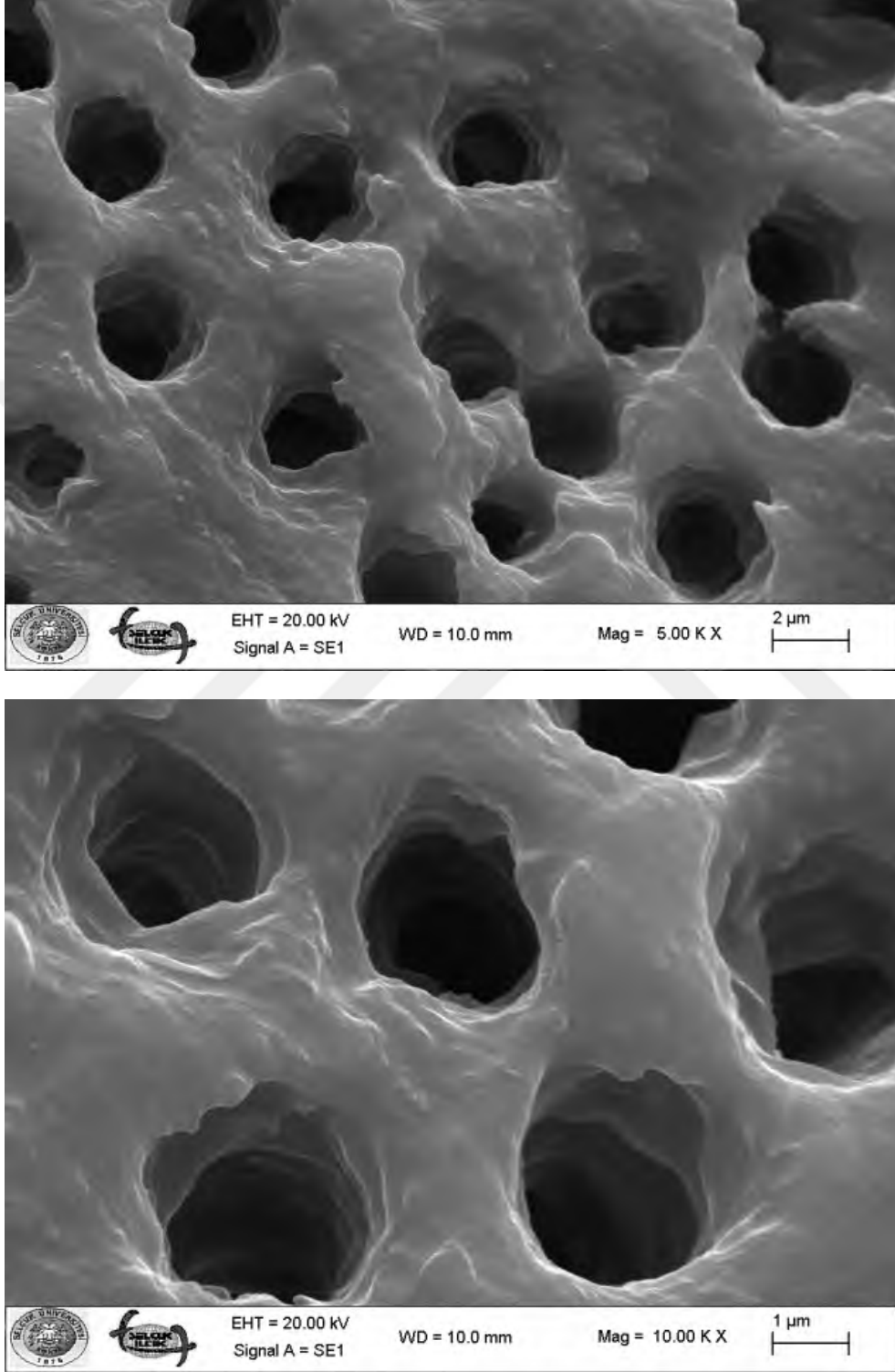
Şekil 3.3.1.6. Vibringe-CHX uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

CHX'in EndoActivator ile aktive edildiği örnekteki SEM görüntüsünde dentin tübül ağzları çoğunlukla kapalı olup, yoğun bir smear tabakası varlığı ve pörlü bir yapı gözlemlendi. Az miktarda *E. faecalis* tesbit edildi (Şekil 3.3.1.7).



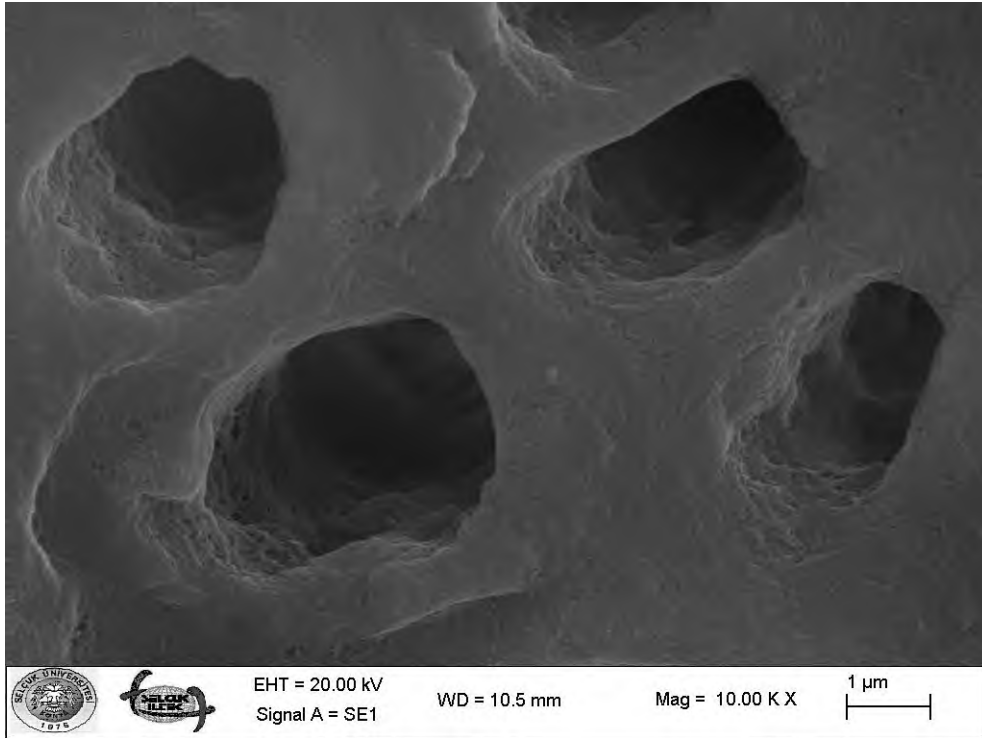
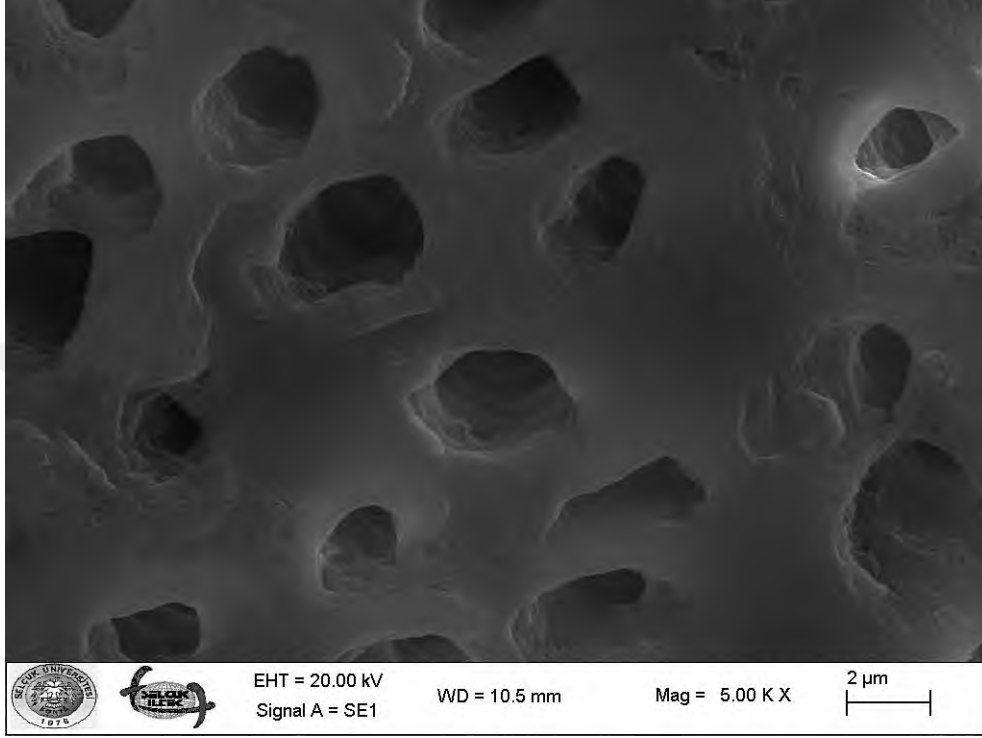
Şekil 3.3.1.7. EndoActivator-CHX uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

Manuel irrigasyonla kullanılan CHX solüsyonundan alınan örnekte dentin yüzeyinin oldukça temiz olduğu görülmüyordu. Dentin kanallarının ağzları açık ve temiz olup, yüzeyde smear tabaka ve *E. faecalis* yoktu (Şekil 3.3.1.8).



Şekil 3.3.1.8. Manuel-CHX uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

Nd:YAG-OCT lazer grubundan alınan SEM fotoğraflarında dentin tübüllerinin ağızları açık ve temiz olup, bazı tübül ağızlarında bir miktar erezyon gözlemlendi (Şekil 3.3.1.9).



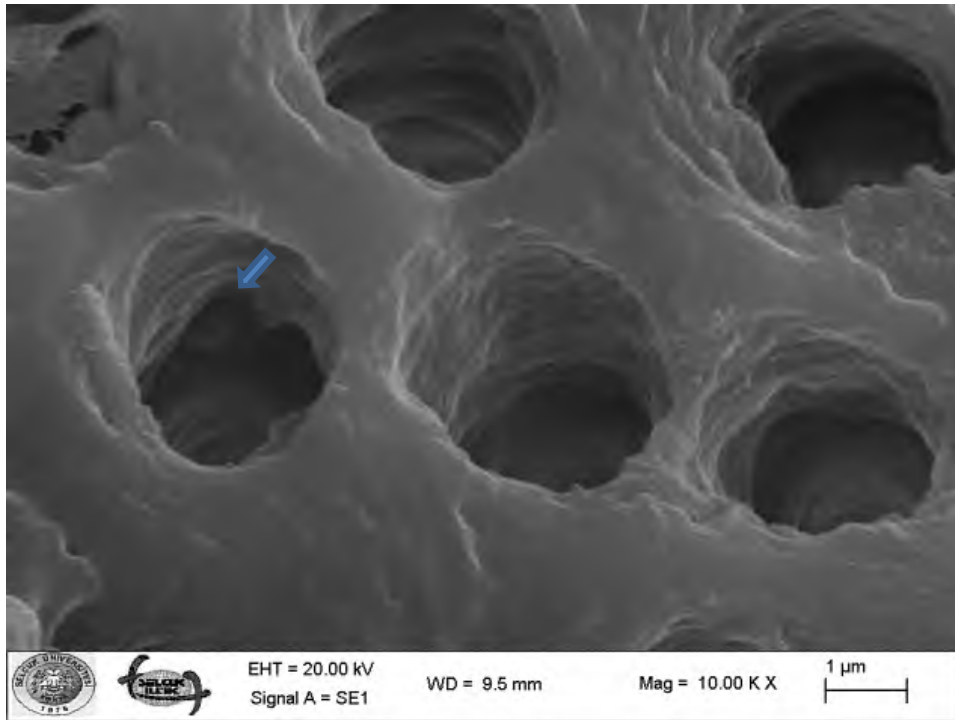
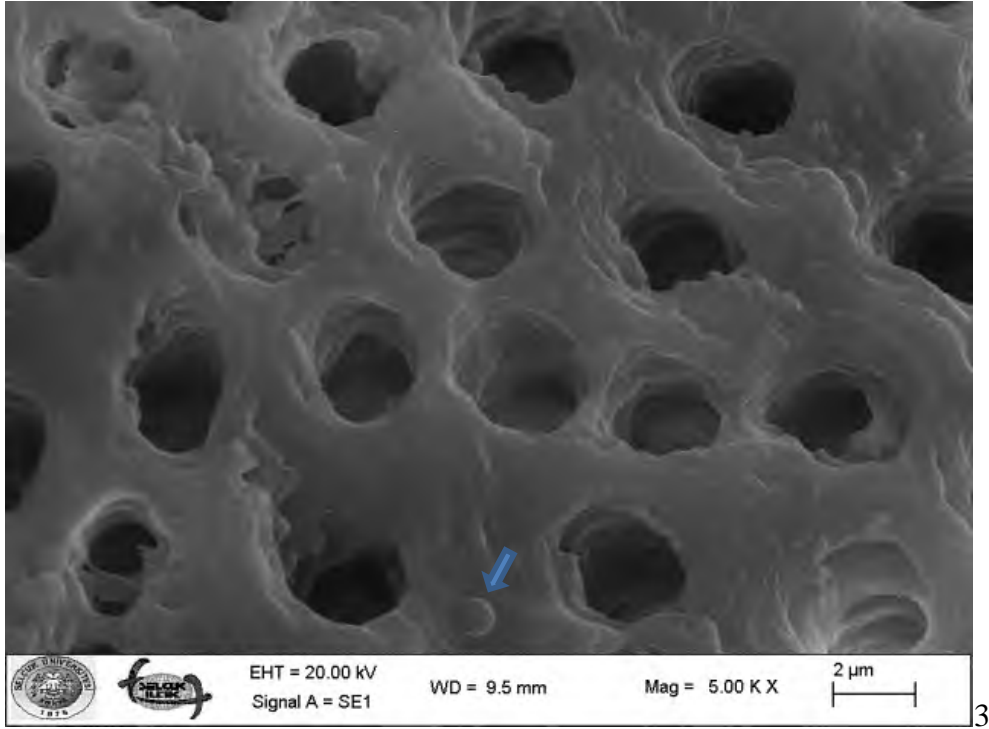
Şekil 3.3.1.9. ND:YAG Lazer-OCT uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

Vibringe OCT grubundan alınan SEM fotoğraflarında bazı bölgelerde tübül ağızlarının tıkalı olduğu gözlemlendi. *E. faecalis*'e SEM fotoğraflarında rastlanmadı (Şekil 3.3.1.10).



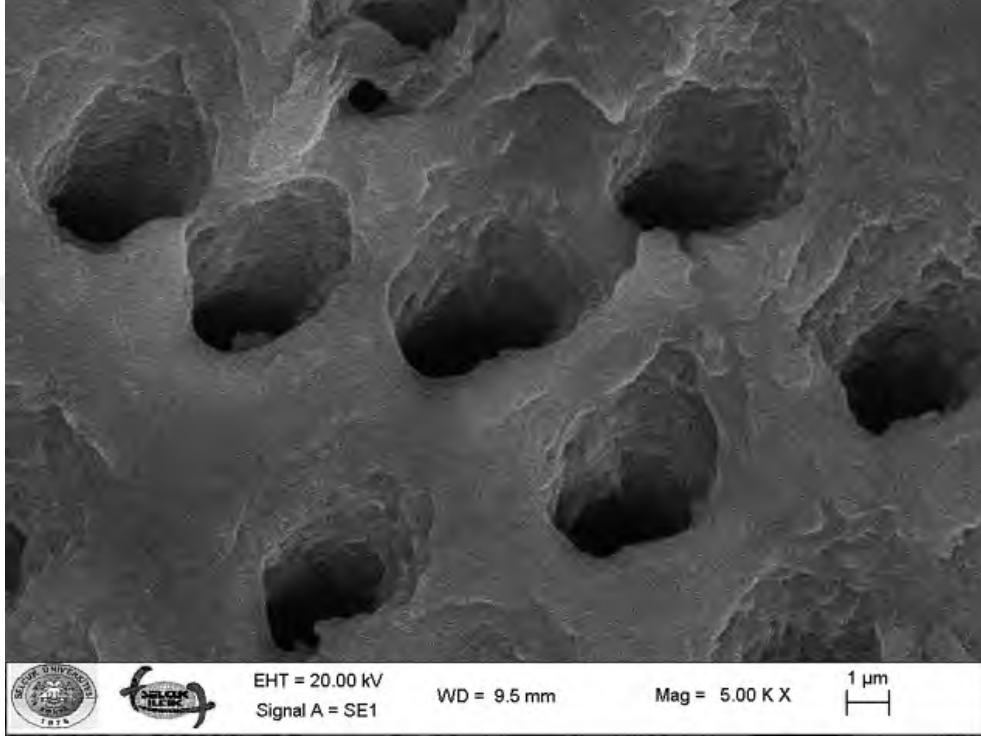
Şekil 3.3.1.10. Vibringe-OCT uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları
(x5000 ve x10000)

EndoActivator-OCT uygulanan örneklerde tüm dentin tübül ağzları net olarak izlenebildi ve şiddetli bir erezyon varlığı tübül ağzlarında tesbit edildi. İnter tübüler dentin yok edilmişti ve tübüller birbirine bağlıydı. SEM fotoğraflarında *E. faecalis* görülmesine rağmen besi yerinde herhangi bir üreme olmadı (Şekil 3.3.1.11).



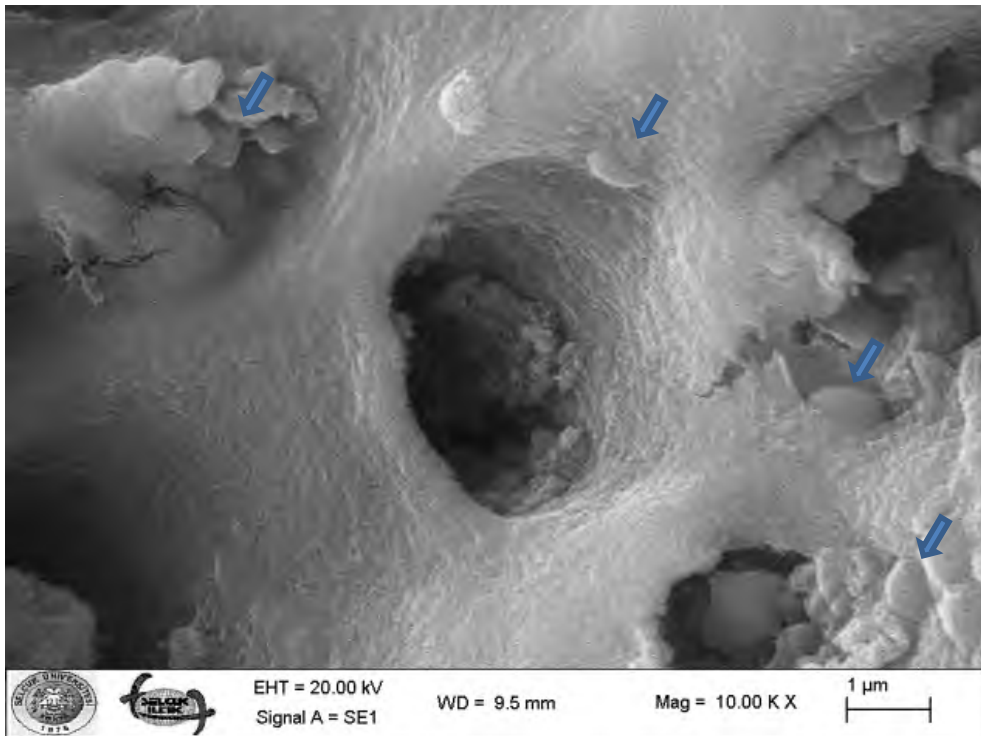
Şekil 3.3.1.11. EndoActivator-OCT uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

OCT'in manuel uygulandığı örnekte dentin tübüllerinin ağzı açık ve peritübüler dentin bölgesinin pörözlü olduğu gözlemlenirken dentin yüzeyinde herhangi bir *E. faecalis*'e rastlanmadı (Şekil 3.3.1.12).



Şekil 3.3.1.12. Manuel-OCT uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları
(x5000 ve x10000)

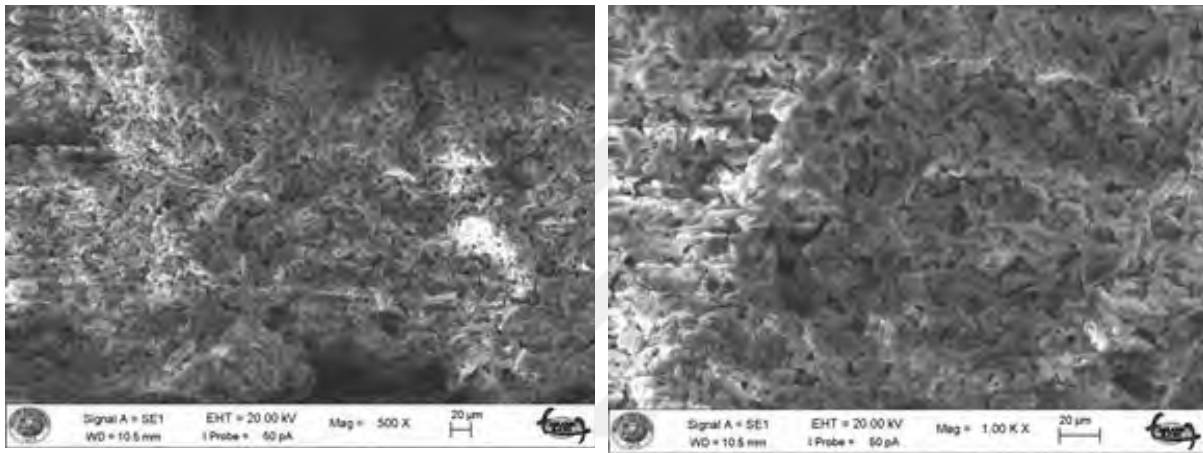
Serum uygulanan kontrol grubundan alınan SEM fotoğraflarında dentin tübül ağzlarının genelde açık olduğu, bazı bölgelerde az miktarda smear tabakası varlığı ve tübül ağzlarında ve dentin yüzeyinde yoğun *E. faecalis* varlığı tespit edildi (Şekil 3.3.1.13).



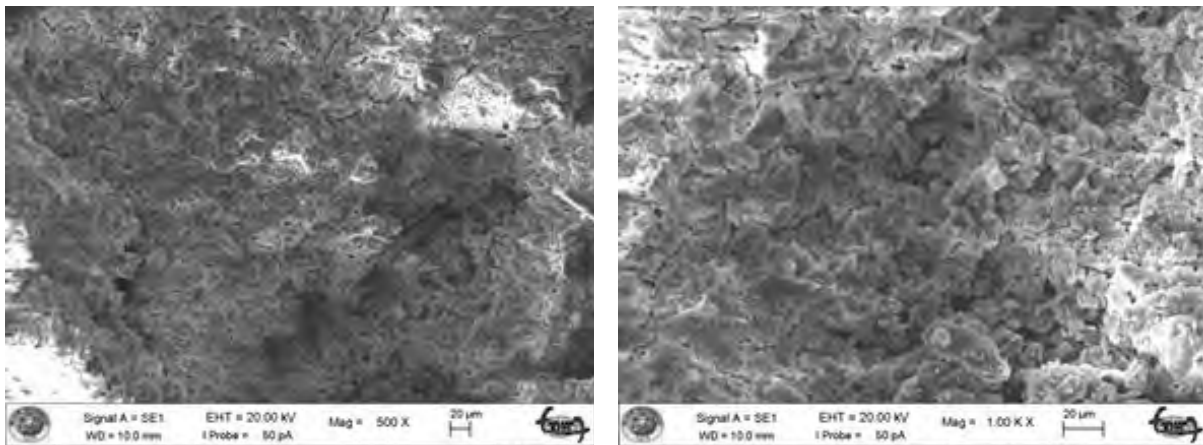
Şekil 3.3.1.13. Serum Kontrol uygulanan örnekten alınan SEM fotoğrafları (x5000 ve x10000)

3.3.2. Bağlanma Deneyine Ait SEM Bulguları

Bağlanma deneyindeki SEM örneklerinde smear tabakanın uzaklaştırılmasının değerlendirildiği sodyum hipoklorit ve EDTA solüsyonları ardından Nd:YAG lazer uygulanan gruptan alınan SEM örneklerinde apikal ve koronal bölgelerde rekristalizasyon ve yoğun smear tabakası oluşumu görüldü. Dentin tübüllerinin ağızları kapalıydı (Şekil 3.3.2.1-2).

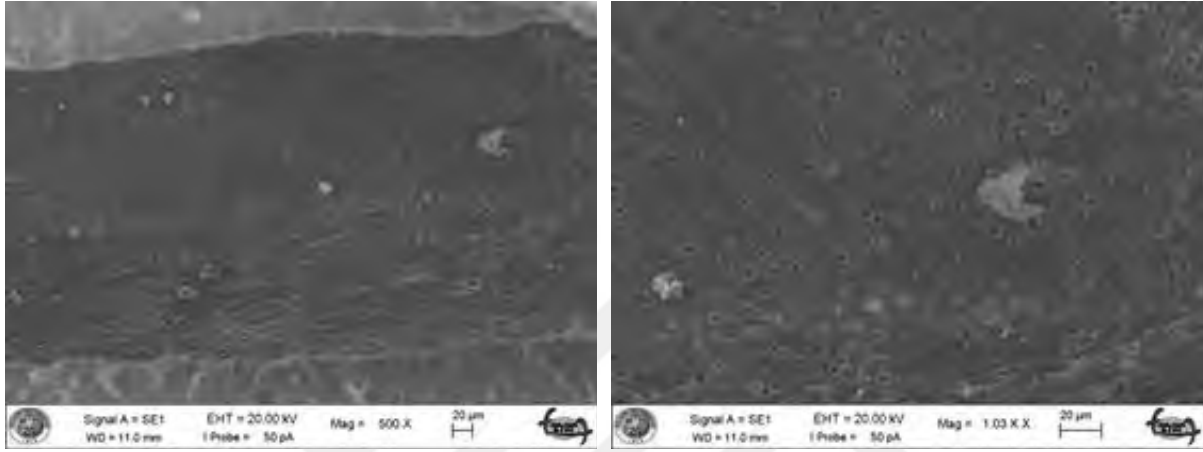


Şekil 3.3.2.1. ND:YAG lazer apikal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

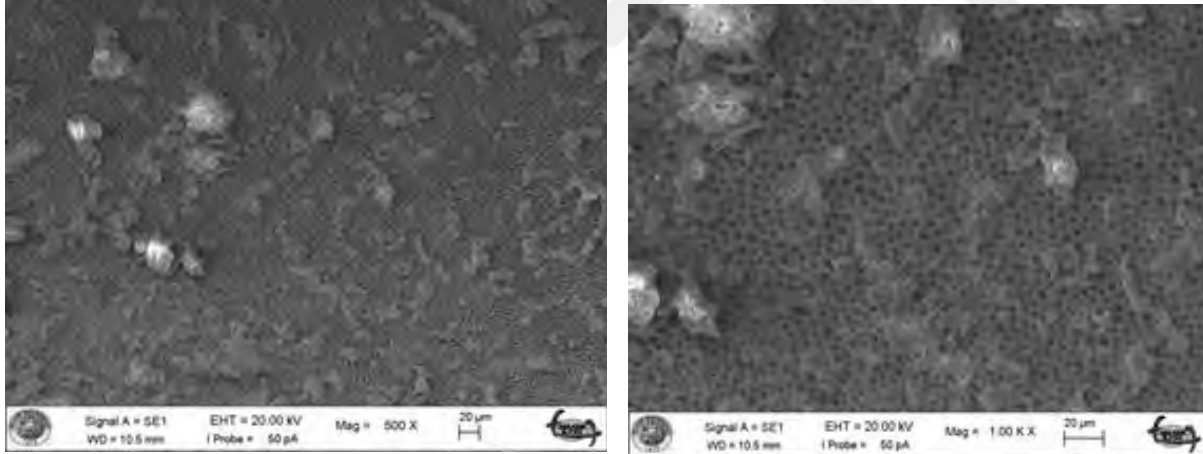


Şekil 3.3.2.2. ND:YAG lazer koronal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

Vibringe uygulanan örneklerde her iki bölgede de dentin kanallarının ağzlarının büyük çoğunluğu açık ve temizdi. Koronal bölgede smear tabaka apikal bölgeye göre daha fazla gözlemlendi (Şekil 3.3.2.3-4)

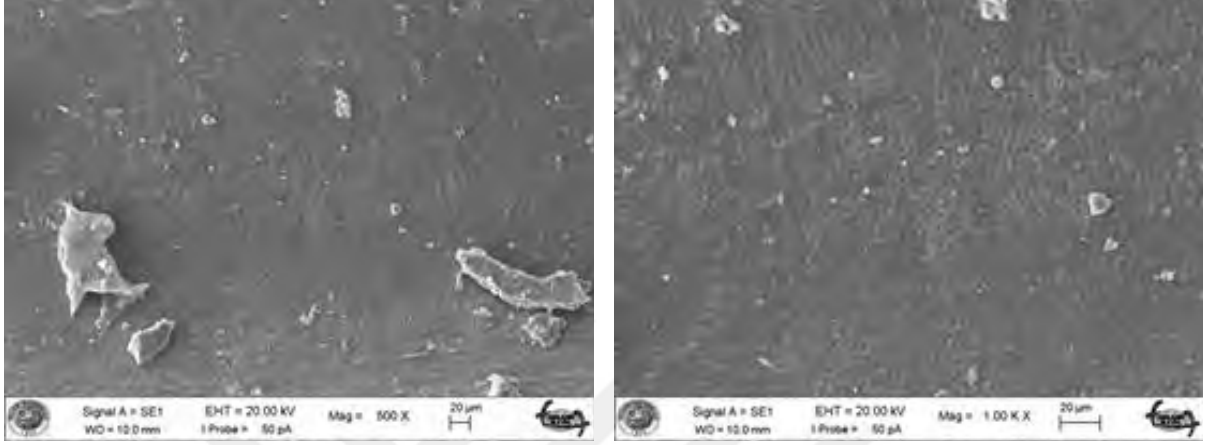


Şekil 3.3.2.3. Vibringe apikal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

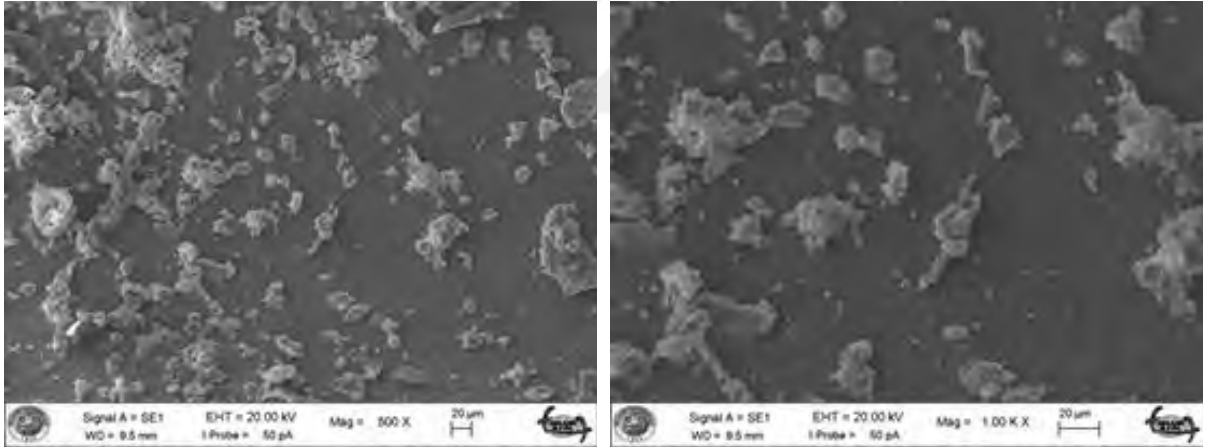


Şekil 3.3.2.4. Vibringe koronal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

EndoActivator ile aktivasyon yapılan gruplardan alınan SEM fotoğraflarında dentin yüzeyinde smear tabaka ve debrisin tamamen ortadan kaldırılamadığı görülmüştür. Koronal bölgede tüm dentin tübül ağzlarının debrisle tıkalı olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3.2.5-6).

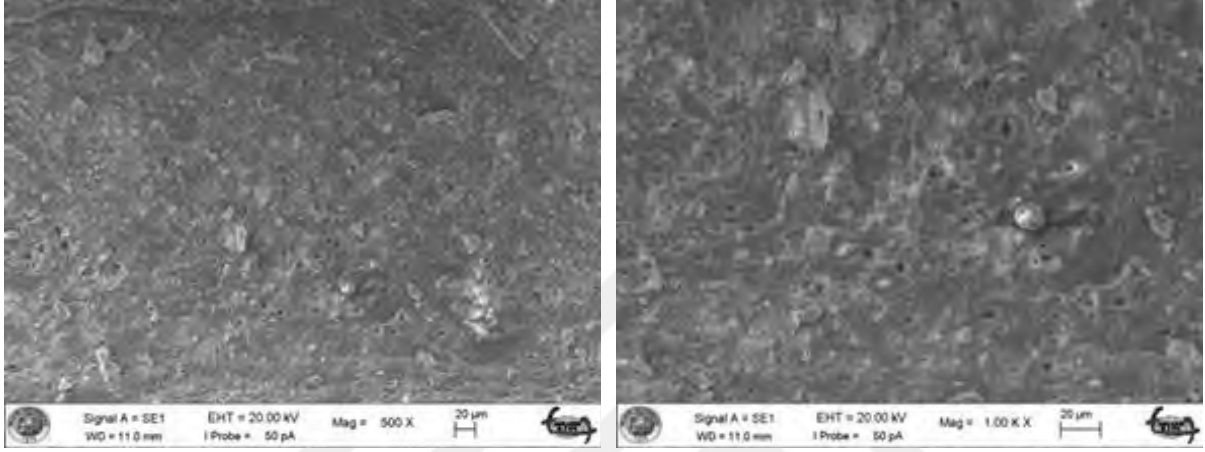


Şekil 3.3.2.5. EndoActivator apikal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

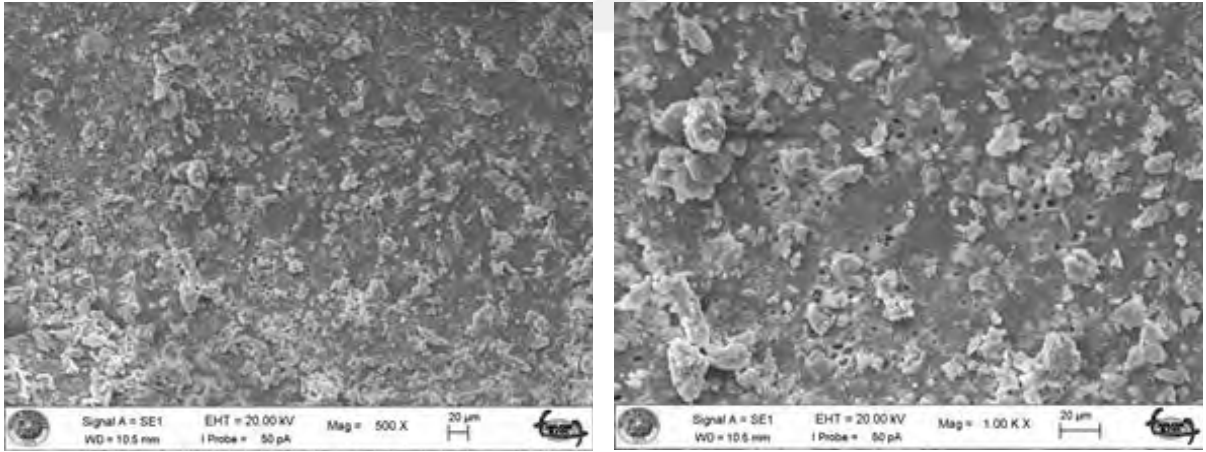


Şekil 3.3.2.6. EndoActivator koronal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

Endodontik irrigasyon iğnesiyle manuel olarak yapılan irrigasyon gruplarında dentin yüzeyindeki smear tabaka uzaklaştırılamamıştır. Çok az miktarda açılan dentin tübüllerinin etraflarında yoğun miktarda debris varlığı, özellikle kökün koronal bölgesinde gözlenmiştir (Şekil 3.3.2.7-8).

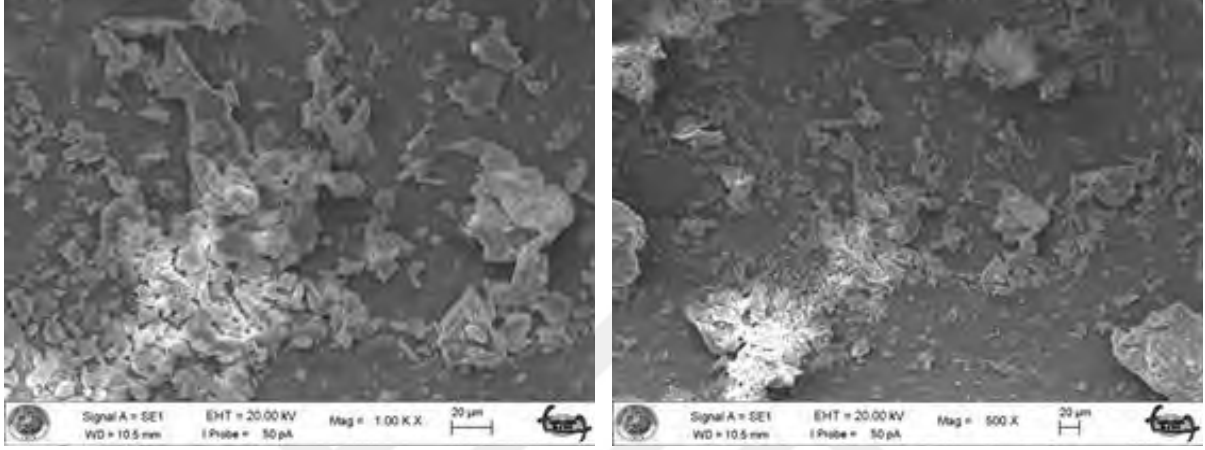


Şekil 3.3.2.7. Manuel apikal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

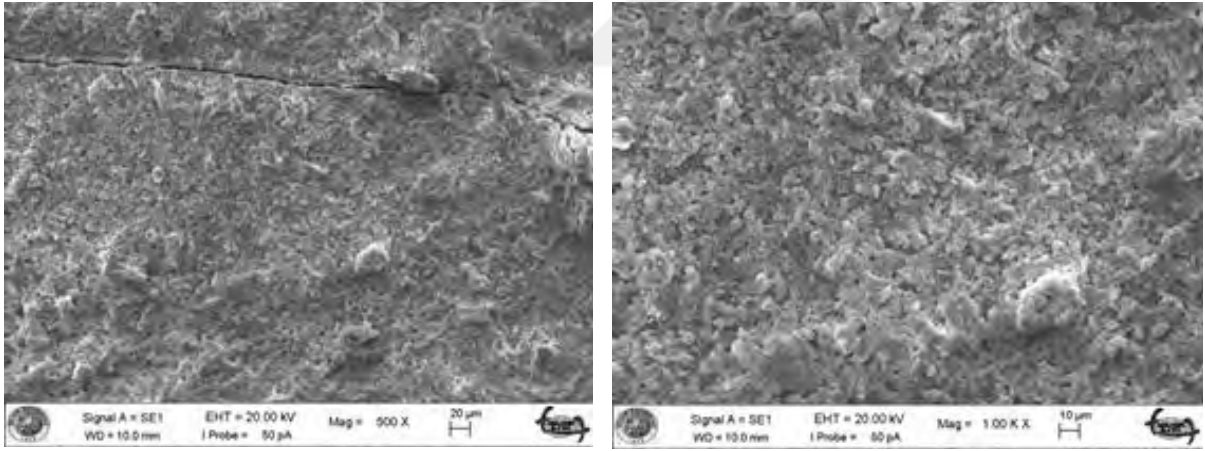


Şekil 3.3.2.8. Manuel koronal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

Sadece serum fizyolojikle yıkanan kontrol grubundan alınan SEM fotoğraflarında yoğun smear tabaka ve debris varlığı hem koronal hem de apikal bölgede gözlemlenmiştir (Şekil 3.3.2.9-10).



Şekil 3.3.2.9. Serum fizyolojik (kontrol) apikal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)



Şekil 3.3.2.10. Serum fizyolojik (kontrol) koronal bölge SEM fotoğrafları (x500 ve x1000)

4. TARTIŞMA

Pulpa hastalıklarında ve endodontik tedavilerin başarısızlıklarında bakteriyel kolonizasyonun etkisi bilinmektedir. Kök kanal sisteminin enfeksiyonları, tipik olarak Gram negatif ve Gram pozitif bakterilerin neden olduğu polimikrobiyal floraya sahiptir (Sundqvist 1994). Bu bakteriler kök dentininin üç boyutlu tübüler yapısına nüfuz eder ve endodontik olarak tedavi edilen bir kök kanalının yeniden enfeksiyonu için gerekli olan kaynaklara potansiyel oluştururlar. Patojen bakterilerin ve bunların toksik yan ürünlerinin kanallardan çıkarılması tedavinin sonucu için önemlidir (Nair ve ark 1990). Konvansiyonel kök kanal tedavisinde kullanılan mekanik teknikler ve bakterisidal irrigasyon solüsyonları ile enfekte pulpa ve dentin tabakasının uzaklaştırılması amaçlanmaktadır.

Ancak bu temizleme teknikleri bir dereceye kadar başarılıdır. Dişlerin ve kök kanallarının karmaşık anatomisi, enstrumantasyon ve dezenfeksiyon için zor bir çevre oluşturur (Haapasalo ve ark 2005). Kouchi ve ark. (1980) bakterilerin 1050-1150 µm derinliğe kadar dentin tübüllere invaze olabildiklerini göstermişlerdir. Ancak Berutti ve ark.'nın (1997) daha önce yaptıkları çalışmalarında kimyasal dezenfektanların dentin tübülllerine 130 µm'den daha fazla penetre olamadıkları da gösterilmiştir. Mikroorganizmaların penetrasyon derinliği ve bakterisidal yıkama solüsyonlarının yetersizliği, endodontik tedaviye dirençli vakalar ve uzun süreli başarısızlıklardan sorumludurlar (Schoop ve ark 2004). En etkin kök kanal dezenfeksiyon protokolüne karar vermek için bu konuyla ilgili çalışmalar gerekmektedir (Bago ve ark 2013). Enfekte kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların uzaklaştırılması için farklı teknikler ve irrigasyon solüsyonları kullanılmıştır. Çalışmamızda da NaOCl, CHX ve OCT irrigasyon solüsyonlarıyla birlikte kullanılan endodontik iğne, Vibringe, EndoActivator, Nd:YAG lazerin kanal içerisindeki antimikrobiyal etkileri incelenmiştir.

Dezenfeksiyon çalışmaları için, enfekte edilmiş insan ve hayvan dişlerinin kullanıldığı birçok *in vitro* çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada insan daimî tek köklü ve tek kanallı dişler kullanılarak *in vitro* bir deney yapıldı. Standardizasyonu sağlamak için kök uzunlukları 12 mm olacak şekilde dişlerin kronları uzaklaştırıldı, kökler ProTaper F4 numaralı eğeye kadar genişletildi. Klinik durumu yansıtması amacıyla, kanallar enfekte edilmeden önce bakterilerin dentin tübülllerine daha kolay invaze olması için smear tabakasının uzaklaştırılması önceki çalışmalarda önerilmiştir (Ørstavik ve Haapasalo 1990, Yang ve ark 2006). Biz de

çalışmamızda %5,25 NaOCl, %17 EDTA ve distile su ile 3 er dakika ultrasonik banyo uygulayarak smear tabakasını uzaklaştırdık.

Dişler *E. faecalis* 'le enfekte edilmeden önce Gomes ve ark (2003)' larıninkine benzer şekilde 121°C'de 20 dakika 1 atmosfer basınçta otoklavda steril edildi. Sterilizasyon işleminden sonra dişler *E. faecalis* (A197A) ile 21 gün enfekte edildi. *E. faecalis* kanallarda kolonize olup biyofilm oluşturur ve böylece kullanılan antimikrobiyal ajanlara ve irrigasyon solüsyonlarına karşı direnç göstererek endodontik tedavilerin başarısızlığına neden olur (Stuart ve ark 2006). Zor çevre şartlarına karşı dirençli olması ve inatçı kök kanal enfeksiyonlarında sıklıkla izole edilmesi ve kanallardan eliminasyonunun zor olması, ayrıca laboratuvar şartlarında muhafaza edilmesi ve yetiştirilmesinin kolay olması (Stuart ve ark 2006, Arias-Moliz ve ark 2010, Guneser ve ark 2016) nedeniyle çalışmamızda *E. faecalis*'in kullanımı uygun görülmüştür.

E. faecalis'in dentin tübüllerinde prolifer olabileceğini gösteren birçok *in vitro* enfeksiyon çalışması vardır (Ørstavik ve Haapasalo 1990, Siqueira ve de Uzeda 1996, Gomes ve ark 2001). *E. faecalis*'in inkübasyonu için literatürde farklı süreler önerilmektedir. Berber ve ark'ları (2006) ve Cardoso ve ark'ları (2008) da 21 günlük inkübasyon süresinin *E. faecalis*'in dentin tübüllerine difüzyonu için yeterli olduğunu, Haapasalo & Ørstavik (1987) de, *E. faecalis*'in 21 günlük inkübasyonu sonrası dentin tübüllerine 300-400 µm penetre olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda *E. faecalis*'in dentin tübüllerine yeterli ve derin penetrasyonu sağlamak için 21 günlük inkübasyon süresi uygulanmıştır.

Haapasalo ve Ørstavik (1987) tarafından geliştirilen dentin tozu modeli, dentin kültürü ve histolojisi arasındaki ilişkinin iyi olması nedeniyle bazı değişiklikler yapılarak deneyimize uyarlanmıştır. Bu çalışma daha sonra Peters ve ark (2001) tarafından da doğrulanmış ve dentinin öğütülmesinin ve kültürünün yapılmasının, enfeksiyonun derecesi hakkında daha niceliksel bilgi verdiğini göstermişlerdir. Tüm örnekler dentin tozu alınmadan önce, Gates-glidden frezlerin dentine sürtünmesiyle oluşacak olan aşırı ısının bakterilere zarar vermesini önlemek için -22 °C'de 1 saat dondurucuda saklanarak soğutuldu. Bu çalışmada, apikal delta ve apikal lateral kanallardan kaynaklanan farklılıkların ortadan kaldırılması için köklerin apikal 3 mm'lik kesitleri rezeke edildi. Bu işlem kökün içinden alınan dentin tozu numunelerinin, kökün dış yüzeyi ile kontaminasyonunu önlemek için de gerekli bulundu. Çünkü kökün apikal bölgesinin çapı, dentin tozu elde etmek için kullanılan Gates-glidden frezlerin çapından daha küçüktür (Guneser ve ark 2016).

Kök kanalındaki mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında irrigasyon solüsyonlarının etkisi önemlidir. NaOCl, antimikrobiyal olması ve doku çözebilme etkisi nedeniyle endodonti pratiğinde uzun yıllardır en çok kullanılan irrigasyon solüsyonudur (Berber ve ark 2006). Bu özellikleri referans materyali olarak değerlendirilmesine olanak sağlamış ve çalışmamızda da kullanılmıştır. Araştırmacılar %0,5 NaOCl solüsyonu ile %5,25 NaOCl solüsyonu arasında antibakteriyel etkinlik yönünden bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Byström ve Sunvqvist 1985, Siqueira ve ark 2000, Berber ve ark 2006). %5,25 NaOCl birçok mikroorganizma üzerine antimikrobiyal bir etkinlik göstermesine karşın, sitotoksik etkiye sahip olduğunu ve canlı dokularda reaksiyona neden olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Spangberg ve ark 1973, Pashley ve ark 1985). Pashley ve ark (1985) %5,25 NaOCl'nin biyolojik dokularda %0,5 ve %1 NaOCl'ye kıyasla daha fazla sitotoksik ve kostik etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda sitotoksik etkisinin daha az olması ve klinik kullanıma da uygun olması nedeniyle %2,5 NaOCl'yi kullandık.

Klorheksidin endodontide irrigasyon solüsyonu ve kanal içi medikamen olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Basrani ve ark 2007). Klorheksidin düşük konsantrasyonda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonda ise hücre hasarı, stoplazma koagülasyonu ile protein ve nükleik asitlerin çökmesine neden olarak bakterisit etki gösterir. Klorheksidin antimikrobiyal özelliği konsantrasyonuna, uygulama formuna ve mikroorganizmanın duyarlılığına bağlıdır (Agrawal Vineet ve ark 2014). CHX %0,2-2 konsantrasyonlarında kullanılmaktadır. Bizim çalışmamızda da %2'lik CHX kullanılmıştır.

Ohara ve ark (1993) NaOCl ve CHX'in farklı konsantrasyonlarda seçilen anaerobik bakterilere karşı etkilerini inceledikleri çalışmalarında, NaOCl'in seyreltilmesi antimikrobiyal etkisini azaltırken, CHX'in çok sayıda bakteriye düşük konsantrasyonlarda bile etkili olduğunu belirtmişlerdir. %2 CHX ve %5,25 NaOCl'in karşılaştırıldığı çalışmalarda test edilen tüm mikroorganizmalara karşı benzer antimikrobiyal performans göstermişlerdir (Jeansonne ve White 1994, Gomes ve ark 1996, Gomes ve ark 2001, Vianna ve ark 2004).

E. faecalis'e karşı %2 CHX'in etkinliği gösteren hem *in vitro* hem de *in vivo* çalışmalar vardır (Baumgartner ve Ibay 1987, Oliveira ve ark 2007). Dametto ve ark (2005) %5,25 NaOCl ile %2 CHX'i (jel ve sıvı formu) farklı etki sürelerinde karşılaştırdıkları çalışmalarında biyomekanik enstümantasyondan hemen sonra tüm irrigantlar *E. faecalis'i* öldürmede etkili olmuşlardır.

Ancak CHX'in sitotoksik etkisi daha azdır ve %0,5 NaOCl'e kadar kötü kokulu değildir (Tanomaru Filho ve ark 2002). Klorheksidin'in düşük toksisitesi, 12 hafta devam eden antimikrobiyal etkinliği, NaOCl'ye göre bir avantajıken, organik dokuları çözmemesi bir dezavantajdır (Vianna ve ark 2004).

Octenisept, iyi antimikrobiyal özeliğinden dolayı endodontik irrigasyon solüsyonu olarak önerilmiştir (Tandjung ve ark 2007, Lucena ve ark 2013, Tiralı ve ark 2013, Eldeniz ve ark 2015). Octenisept, 0,1 g oktenidin dihidroklorür ve 2 g fenoksietanolden oluşan etanol türevidir. Fenoksietanolün konsantrasyonu oktenidin'den daha yüksek olmasına rağmen çözültide, oktenidin'in aktif madde olarak bu solüsyonun antimikrobiyal özelliğini sağladığı belirtilmiştir (Tandjung ve ark 2007). OCT'nin kan, albümin ve müsin'e karşı dirençli olması (Pitten ve ark 2003) ve organik madde varlığında etkinliğini devam ettirmesi tıp literatüründen bilinmektedir (Amalaradjou ve ark 2009). Kök kanal sisteminde bu gibi organik materyallerin varlığının, antimikrobiyal ajanların etkisi üzerinde önleyici bir etkisi olduğu gibi, organik ve inorganik materyallerden oluşan dentinin de antimikrobiyal etkinlikte bir azalmaya neden olabileceği çalışmalarda gösterilmiştir (Haapasalo ve ark 2000). OCT'nin, dentin yapısında mevcut organik maddelere karşı direnci nedeniyle yüksek antimikrobiyal özelliğini koruması çalışmamızdaki başarısını da açıklayabilir.

Tiralı ve ark (2013) farklı konsantrasyonlarda NaOCl (%5,25-%2,5- %0,5), CHX (%2-%1-%0,2) ve OCT (%0,1-%0,05-%0,03) solüsyonlarının, enfekte kök kanallarında en dirençli tür olarak kabul edilen *Enterococcus faecalis* ve *Candida albicans*'a etkilerini araştırdıkları çalışmalarında OCT'nin tüm konsantrasyonlarında, pozitif kontrol grubu olan %5,25 NaOCl kadar etkili olurken, NaOCl ve CHX'in konsantrasyonları düştükçe etkilerinin azaldığını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da OCT'nin de, *E. faecalis*'e NaOCl ve CHX kadar etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, kullanılan irrigasyon solüsyonlarının antibakteriyel etkilerinin değerlendirilmesinin yanı sıra, *E. faecalis*' in eliminasyonu için irrigasyon solüsyonlarının farklı tekniklerle aktive edildikten sonraki etkileri de karşılaştırılmıştır. Standart olarak kullanılan endodontik iğne uçlu enjektör ile yapılan irrigasyon kökün apikalinde, isthmuslarda ve oval uzantılarda etkili değildir (Shin ve ark 2010). Bu yüzden irrigasyonların lazer ile irradyasyonu, sonik ya da ultrasonik ajitasyon ile daha iyi irrigasyon dinamiği ve kök kanal sistemlerinden daha iyi bakteriyel eliminasyon sağlanması beklenir. Bakterilerin eliminasyonu için irrigasyonların sonik aktivasyonun etkisiyle ilgili farklı sonuçlar bulunmuştur (Shin ve

ark 2010, Bago ve ark 2013, de Almeida ve ark 2014). Bago ve ark (2013), Seet ve ark (2012) NaOCl'i EndoActivator ile aktive ettiklerinde enjektörle yapılan irrigasyona göre kök kanal enfeksiyonunda daha başarılı olmuşlardır. Bu çalışmalara göre *E. faecalis*' le enfekte olmuş kök kanallarında sonik irrigasyon sistemi dekontaminasyonda başarılı olamamıştır ve bulgular istatistik açıdan enjektörle irrigasyondan farklı değildir. Sonik irrigasyon bakteri taşıyan smear tabakasının ve debrisin çıkartılmasına katkı sağlayabilir. Vibringe sonik irrigasyon sistemi ayrıca smear ve debrisin çıkartılmasının değerlendirilmesinde tutarsız sonuçlar göstermiştir (Rodig ve ark 2010, Johnson ve ark 2012, Kumar ve ark 2015). Rodig ve ark (2010), Kumar ve ark (2015), sonik irrigasyon sisteminin yalnızca kök kanalının apikal üçlüsünde debrisin çıkartılmasında enjektörle irrigasyondan çok daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Ancak bunların aksine Johnson ve ark (2012) maksiller birinci molarların mesio-bukkal kökün apikal 1/3 ünde debrise etkisinde yandan delikli iğne ile yapılan irrigasyon ve vibringe arasında fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Dumani ve ark (2016) antimikrobiyal olarak etkili olan NaOCl ve kalsiyum hipoklorit'i, Vibringe ile aktive ettiklerinde antibakteriyel etkisinde bir farklılık yapmadığını ileri sürmüşlerdir.

Tardivo ve ark (2010) NaOCl'yi irrigant olarak kullanarak ultrasonik ve sonik aktivasyonu karşılaştırdıkları çalışmalarında *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal aktivitede herhangi bir fark bulamamıştır. Benzer bir klinik çalışmada da %0,5 NaOCl ve EndoActivator ile yapılan sonik aktivasyon ve manuel irrigasyon arasında herhangi bir fark bulunamamıştır (Huffaker ve ark 2010). Neuhaus ve ark (2016) yaptıkları çalışmanın sonucunu yorumladıklarında NaOCl ile yıkamadan sonra pasif sonik irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyon arasında istatistiksel bir fark tespit edememişlerdir. Ancak her iki yöntem de uzun süreli enfeksiyon modelinde (3, 5 ve 7. günlerde bakteri kültürü alınmış) test edildiğinde manuel irrigasyondan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi sonuç vermişlerdir.

Bu çalışmada NaOCl ve OCT'nin kullanıldığı Vibringe ve EndoActivator ile yapılan sonik irrigasyonun *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkinliğe bir katkısı bulunamamıştır. Ancak CHX'in kullanıldığı gruplarda sonik aktivasyon cihazları antimikrobiyal etkinliği olumsuz etkilemiştir. Manuel irrigasyonda CHX'in kullanıldığı örneklerde üreme olmamıştır. Ancak sonik aktivasyonun yapıldığı CHX gruplarının *E. faecalis*'e karşı etkisi yoktu. Bunun sebebi Vibringe ve EndoActivator'ün CHX'le birlikte kullanıldığında dentin yüzeyinde meydana getirdikleri ve SEM görüntülerinde de görülen yüzeyel debris tabakasının irrigasyon solüsyonunun derin dentin tübüllerine girişine ve buradaki bakterilerin tamamen tübüllerden uzaklaştırılmasına engel olması olabilir. Bütün bu nedenlerle yeni çalışmalar planlanarak

sonik irrigasyon sistemlerinin farklı konsantrasyonda ve hacimde irrigasyon solüsyonlarıyla kullanımı karşılaştırılarak değerlendirilmelidir.

Farklı dalga boylarında lazer kullanımı kök kanal tedavisinin başarısını artırmak için endodontik dezenfeksiyon prosedürlerine eklenmesi önerilmiştir. Nd:YAG lazer endodontide kullanılan ilk lazerler arasındadır. Pekçok *in vitro* çalışmada bu lazerin enfekte kök kanallarında dezenfeksiyon kapasitesi araştırılmıştır. Nd:YAG lazerin antibakteriyel etkinliğinin 40 adet çekilmiş diş kullanılarak değerlendirildiği bir çalışmada, *E. faecalis*'le enfekte edilmiş kanallarda Nd:YAG lazeri 1.5 Hz de 100 mj = 1,5 W 40 saniye, değerlerinde kullanmışlar ve %99 oranında etkili olduğunu bildirmişlerdir (Gutknecht ve ark 1996). Ramsköld ve ark (1997), Nd:YAG lazerin uygun aralıklarla uygulamasında ısının 8°C' den fazla artmayacağını belirtmişlerdir. Biz de Nd:YAG lazeri çalışmamızda bu değerlerde uyguladık ve dişin soğumasını sağlamak için de uygulamalar arasında 15 sn beklenmiştir.

Moritz ve ark (1997)' larının radyografik olarak apikal enflamasyonu olan dişlerde *in vivo* yaptıkları çalışmalarında kanallara Nd:YAG lazer uygulamışlar ve tüm örneklerde bakteriyal üremede önemli ölçüde azalma olmasına rağmen yine de minimal üreme olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Nd:YAG lazerin irrigasyon solüsyonlarıyla uygulanması sonucu bakteriyal üreme görülmedi.

Vatkar ve ark (2016), %5,25' lik NaOCl, %2'lik CHX, Nd:YAG lazer ve diyot lazeri *E. faecalis*'le enfekte edilen örneklerde uygulamışlar Nd:YAG lazer ve diyot lazer gruplarında hiç bakteri ürememiştir. Bu çalışmada kullanılan solüsyonlar ve Nd:YAG lazer kök kanal lümeninde 1000 µm'den daha derine etki göstermişlerdir. Bu sonuç daha önceki çalışmalarla da uyumludur (Gutknecht ve ark 1996, Moritz ve ark 1999, Gutknecht ve ark 2004, Ahmeduddin ve ark 2012).

Jurič ve ark (2016)'larının yaptıkları çalışmada, Nd: YAG lazer uygulanan kanallardaki *E. faecalis* biyofilmlerinde lazer %96 oranında etkili olurken, QMix®2in1 ve antimikrobiyal fotodinamik terapi (aPDT) kadar başarılı bulunamamıştır. Nd:YAG lazerin su ve dentin içindeki düşük emiliminden dolayı bakterisit bir etki yaratmak için daha yüksek enerji yoğunluğu gerektiğini bununda çevre dokularda ısı artışına neden olacağı için *in vivo* kullanıma uygun olmadığını belirtmişlerdir. (Dederich ve ark 1984, Harashima ve ark 1997).

Bu çalışmada Nd:YAG lazer, Vibringe, EndoActivator irrigasyon aktivasyon tekniklerinin, NaOCl veya OCT ile birlikte kullanılmasının sonucunda kök kanallarındaki *E.*

faecalis'in tamamının yok edilebildiği gösterilmiştir. Ancak, NaOCl ve OCT'in tek başına kullanıldığında da tüm bakterileri yok edebildiği çalışmamızda belirlendiğinden NaOCl ve OCT'in ilave yöntemlerle birlikte kullanılması klinik açıdan gerekli görülmemiştir. OCT'in, Nd:YAG lazer uygulandığı örneklerde sadece bir örnekte rezidüel bakteri olması istatistiksel açıdan önemli kabul edilmemiştir.

Kök kanallarında dezenfeksiyon protokolleri değerlendirildiğinde bu çalışmanın sonuçları dikkatle düşünülmelidir. Klinikte durum, debris, enflamasyon dokusu ve kompleks kök kanal anatomisinin de etkisiyle oldukça farklı olabilir (Jurič ve ark 2016).

Başarılı bir kök kanal tedavisi, kök kanalındaki debrisin ve patojenik mikroorganizmaların temizlenmesine ve sonrasında ağız ortamından ve periapikal dokulardan mikroorganizmaların geçişine engel olacak sızdırmaz bir kanal dolgusuna bağlıdır (Sundqvist ve ark 1998, Torabinejad ve ark 2009). Kanal dolgusu olarak kullanılan güta-perka tek başına kanal duvarlarına bağlanamaz ve bir kök kanal patı ile birlikte kullanılması gerekir. Pekçok çalışmada endodontik patların adeziv özelliklerinin önemli olduğundan bahsedilmiştir (Kataoka ve ark 2000, Lee ve ark 2002, Gogos ve ark 2003). Bu çalışmalarda materyalin kanal duvarlarına bağlandığında, dolgunun yerinden çıkmasına karşı direnç sağlayacağı belirtilmiştir (Shipper ve ark 2004). Kök dentinine kimyasal bağlanmanın, kök kanal duvarlarındaki patın push-out bağlanma direncini artırdığı belirtilmiştir (Onay ve ark 2009).

Bağlanma dayanımı, materyalin dentinle arasındaki bağlantıyı koparabilecek birim alana düşen kuvvettir ve megapaskal cinsinden hesaplanır (Timpawat ve ark 2001). Dental materyallerin kök dentinine bağlanma dayanımını değerlendirmek için gerilim (tensile bond strength), makaslama (shear bond strength) ve dışarı itme (push-out bond strength) testleri kullanılmaktadır ve bu testler içerisinde push-out testinin daha güvenilir olduğu ve düşük bağlanma dayanımı değerlerini ölçerek daha etkin sonuç sağladığı bildirilmiştir (Goracci ve ark 2004). Ayrıca push-out testlerinde materyal üzerine sabit hızda kuvvet uygulandığında dentin bonding ara yüzünde paralel kuvvet oluşmakta ve bağlanma dayanımı kliniğe en yakın koşullarda test edilerek diğer yöntemlere göre daha iyi bağlanma dayanım değerleri sağlanmaktadır (Drummond ve ark 1996, Sudsangiam ve van Noort 1999). Push-out testi sırasında meydana gelen sürtünmeye bağlı homojen olmayan stres nedeniyle (Sudsangiam ve van Noort 1999, Cekic-Nagas ve ark 2008) sürtünme kuvvetinin etkisini azaltmak için çalışmamızda 1 mm kalınlığında kesitler kullanılarak, kanal dolgu materyalinin temas alanı azaltılmıştır. Tüm örneklere üniversal test makinesi ile dakikada 1mm olacak şekilde kuvvet

uygulanmıştır. Maksimum kırılma kuvveti Newton (N) olarak kaydedilmiş ve Megapaskal'a dönüştürülmüştür (Timpawat ve ark 2001).

Kök kanal preparasyonu sonrasında kanal duvarlarını kaplayan ve smear tabaka olarak adlandırılan tabaka, bakteriler ve bakterilerin ürünleri, odontoblast artıkları, nekrotik pulpa artıkları gibi organik ve dentin talaşı, hidroksiapatit kristalleri gibi inorganik maddelerden oluşur (Torabinejad ve ark 2002). Yapılan pekçok çalışmada smear tabakasının kök kanal patının bağlantısına etkisi değerlendirilmiştir.

Kök kanallarının doldurulması işleminden önce smear tabakasının varlığı veya yokluğu konusu endodontik tedavinin başarısına etkisi hala tartışma konusudur ve bu konuyla ilgili farklı fikirler vardır. 1975-2005 yılları arasında smear tabakanın uzaklaştırılmasının sızıntıya olan etkisinin değerlendirildiği 26 çalışmayı inceleyen Shahravan ve ark (2007) ları smear tabakanın kaldırılmasının %53,8'inde fark yaratmadığını, %41,5'inde olumlu sonuç verdiğini, %4,7'sinde ise smear uzaklaştırmanın olumsuz etkileri olduğunu rapor etmişlerdir. Genel kanı smear tabakasının kaldırılmasına yönelik olduğu ve bağlantıyı etkileyen faktörleri en aza indirmek amacıyla, bizde çalışmamızda smear tabakasını kaldırmayı tercih ettik.

Smear tabakasının hem organik hem de inorganik kısmını tek başına uzaklaştırabilen bir irrigasyon solüsyonu ve tekniği yoktur. Smear uzaklaştırılmasında NaOCl, asitler, şelatör ajanlar, tetrasiklinler, bazı irrigasyon solüsyonları ve bunların yanı sıra ultrasonik ve sonik aletler ve lazer uygulamaları da kullanılmaktadır (Di Lenarda ve ark 2000, Goya ve ark 2000, Matsumoto 2000, Torabinejad ve ark 2002). Smear tabakanın inorganik komponentlerini uzaklaştırması için EDTA'nın %15-17 arası konsantrasyonda kullanılması önerilirken, organik komponentleri uzaklaştırması için de NaOCl'in %1-6 konsantrasyon aralığında ve her iki irrigasyon solüsyonunun birlikte kullanılması önerilir (Hülsmann ve ark 2003). Dentin yüzeyinde NaOCl kullanıldıktan sonra oluşan oksijenden zengin katman, kanal dolgu patlarının bağlanma dayanım değerlerini düşürmektedir (Morris ve ark 2001, Schwartz ve Fransman 2005). Bu nedenle smear tabakayı uzaklaştırmak için çalışmamızda, %3 NaOCl'den sonra, son irrigasyon solüsyonu olarak %17'lik EDTA'yı endodontik irrigasyon iğnesi kullandığımız enjektörle manuel uygulamanın yanı sıra Vibringe, EndoActivator ve Nd:YAG lazerle aktive ettik ve son yıkama solüsyonu olarak tüm örneklerde distile su kullanılmıştır.

Bu çalışmamızda manuel, Nd:YAG lazer ve kontrol grubu olarak serum kullanılan örneklerde her iki patta da bağlanma dayanımı daha yüksek değerler vermiştir. EL-Ma'aita ve ark (2013), smear tabakası kaldırıldığında kalsiyum silikat esaslı patların bağlanma dayanımlarının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda smear tabakasının tamamen uzaklaştırıldığı Vibringe ve EndoActivator gruplarında bağlanma dayanımı daha düşükken, kontrol grubu olarak smear tabakanın bırakıldığı serum grubunda ve smear tabakanın kısmen uzaklaştığı manuel irrigasyon grubunda bağlanma dayanım değerlerinin daha yüksek bulunması da bu çalışmayla uyumludur.

Dentin yüzeyine Nd:YAG lazer uygulaması bağlanma değerlerini artırmakla birlikte yapılan SEM incelemesinde smear tabakanın kısmen kalktığı, retansiyon oluşturacak pürüzlü alanların oluştuğunu ve bazı bölgelerde Nd:YAG lazer uygulaması nedeniyle yüzeyel dentin bölgelerinde erimiş, rekristalize alanlar ve parlak yüzeyler gözlemlenir (Dederich ve ark 1984, Harashima ve ark 1997). Oluşan bu mikroretantif yüzey Nd:YAG lazer gruplarının bağlantı dayanımını artırmış olabilir.

Kanal dolgu teknikleri arasında soğuk lateral ve sıcak vertikal kompaksiyon yöntemlerinin, rezidüel bakterilerin kaldığı enstrümante edilememiş bölgelere patları dentin duvarlarına doğru itme kabiliyetleri bu teknikleri avantajlı hale getirmiş ve tercih edilmelerini sağlamıştır. Soğuk lateral dolgu tekniğinde kanal içindeki düzensizliklerde güta perkadan çok patla kanal dolgusu yapılması sağlanır. Sıcak vertikal kompaksiyon tekniğinde ise apikalin 4 mm'lik bölümüne pluggerla güta perkanın yerleştirilmesi gerektiği için koronalin çok fazla genişletilmesi gerekir, bu da dişin yapısını zayıflatır (Trope ve Debelian 2008). Bu tekniklerin uygulanması zaman alıcıdır, hekimin tecrübeli olması önemlidir ve görsel olarak kanal dolgusu sırasında radyografilerle desteklenmesi gerekir. Aslında hekimlerin çoğu tek kon tekniğini uygulaması kolay ve hızlı olduğu için kullanır. Açılı nikel titanyum eğelerin kullanılmasıyla en son uygulanan eğenin açısına ve apikal çapına uygun güta perka kon kullanmak oldukça avantajlıdır. Kullanılan son eğe ve güta perka konun uyumlu olması sebebiyle, kökün apikal kısmına patın tek konla yerleştirilmesi başarılıdır. Ancak koronal ve orta üçlüde tam yuvarlak olmayan kanalın şeklinden dolayı kon oval kanala kusursuz şekilde yerleştirilemez, kanalda güta-perkadan kalan boşluk, pat ve boşluklarla doldurulur (Angerame ve ark 2012). Bu nedenle tek kon tekniği güvenilir kabul edilmeyebilir. Martins ve ark (2016)'ları tek kon tekniğinin morfolojik olarak düzensiz olan koronal ve orta üçlüde pat için çok daha geniş alan bıraktığını ve bununda polimerizasyon büzülmesini artırdığını ve patın kök kanal duvarlarından ayrılmasına neden olduğunu söylemişlerdir.

Biyoseramik patlar, kanal dolgusu adımlarının güvenilir ve daha kolay başarılmasını sağlarlar. Herhangi bir prosedüre ihtiyaç duyulmadan tüm kök kanalları boyunca dayanıklı ve üç boyutlu bir tıkama sağlayabilirler. Uyumlu güta perkeyla kullanıldığında kusursuz ıslaklık ve akıcılıkları ile aletlerin ulaşamadığı bölgelere ya da düzensiz herhangi bir kök kanalına yayılabilirler. Bunun yanı sıra dentine yapışkanlık özelliklerinden dolayı, koronal dokunun çıkarılmasına olan ihtiyacın azalmasıyla zaman içinde oluşan kök kırılmalarını da azaltırlar. Bu yeni sınıf materyaller kanal dolgu safhasını basite indirger herkesin kullanımını kolaylaştırırlar. BioRoot RCS patı bu yeni biyoseramik materyallerinden bir tanesidir. BioRoot RCS sadece bir pat olarak değil tam bir kök kanal dolgu maddesi olarak değerlendirilmelidir. Özellikle tek kon ile dolgu tekniğinde doldurucu olarak BioRoot RCS klinik olarak oldukça başarılıdır (Simon ve Flouriot 2016).

Kök kanal dentininde apikal bölgede dentinal tübüllerin çapındaki ve miktarındaki azalmaya bağlı olarak bu bölgedeki bağlanma dayanımının azaldığı bildirilmiştir (Mjör ve ark 2001). Apikal üçlü bölgesinde hangi pat kullanılırsa kullanılsın bağlanma dayanımı düşük değerler göstermiştir (Neelakantan ve ark 2011, Carneiro ve ark 2012). Ayrıca smear tabakanın çıkarılmasında irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşmasının sınırlı olması dentinal tübüllere patların gitmesini engeller ve kök dentin duvarıyla patın temasını azaltır (Prado ve ark 2013, Tuncel ve ark 2015). Paqué ve ark (2006)'ları apikale materyalleri uygulamanın zorluğunu ve apikaldeki dentinin sklerotik yapısı nedeniyle bu bölgedeki bağlanmanın zorlaştığını bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlara göre patlarla bölgeler arasında etkileşimin etkisi olmasa da, apikalde bağlantı dayanımı değerlerinin her iki patta da daha iyi çıkmış olması tek kon tekniği ile doldurulan kanalların preparasyonda kullanılan Ni-Ti döner eğeye uygun güta perka kullanılması ile açıklanabilir.

Ingle (1985), endodontik tedavinin başarısızlık nedeninin yetersiz kanal dolgusu olduğunu ve apikal bölgedeki sızıntının endodontik başarısızlıkların %59'undan sorumlu olduğunu rapor etmiştir. Bizim sonuçlarımızda ise sadece bölgeler kendi aralarında değerlendirildiğinde apikal bölgedeki bağlanma dayanımının koronal bölgeye göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Bu sonuç deneyde kullandığımız patları oldukça avantajlı bir duruma getirmektedir.

Assmann ve ark (2012)'ları, her ikisi de MTA içerikli olan MTA Fillapex ve Endo-CPM patlarıyla yaptıkları çalışmada da Endo-CPM patının daha iyi bağlanma dayanımı göstermesini, Endo-CPM patının kalsiyum klorit içermesi nedeniyle olduğunu söylemişlerdir.

Kalsiyum klorit sertleşmeyi düzenler ve süresini kısaltır, patın sertleşmek için ihtiyaç duyduğu su miktarını azaltır ve hidrostatik basınca daha fazla direnç sağlar (Camilleri 2008, Camilleri 2009). Bağlanma dayanımının artırılması için olası bir açıklama da, sertleşmeyi hızlandıran kalsiyum kloritin simanların gözeneklerinin özelliklerini, kimyasal bileşimini ve yüzey alanını değiştirebilmesidir (Hong ve ark 2010). Camilleri (2009) MTA içerikli patlara kalsiyum klorit ilave edilmesinin patın sızdırmazlığını artıracakını bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan, ikisi de kalsiyum silikat esaslı olan MTA Fillapex ve BioRoot RCS patları arasında gözlemlenen farklılığın BioRoot RCS patının içeriğinde bulunan kalsiyum klorit nedeniyle olduğunu söyleyebiliriz.

MTA esaslı patların kimyasal birleşimi yapışma davranışlarını etkileyebilir. MTA Fillapex'in bağlanma dayanımının, AH Plus, iRootSP gibi patlardan da önemli derecede düşük olduğu yaygın olarak bildirilmiştir (Sagsen ve ark 2011, Amin ve ark 2012, Assmann ve ark 2012, Tanalp ve ark 2012, Sönmez ve ark 2013). Sagsen ve ark (2011)'ları, MTA Fillapex'in düşük bağlanma dayanımının tag-uzantılarına benzer yapıların düşük yapışma kapasitesinden olduğunu söylemişlerdir. Assmann ve ark (2012)'ları da, MTA Fillapex'in yapısındaki rezinin, patın dentine yapışmasını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. MTA Fillapex numunelerinin deiyonize suda 7 gün boyunca çözünürlük testine maruz bırakıldığı çalışmada, SEM altında incelenen örneklerde reçine matriksinde pörözite ve çatlaklar olduğu belirlenmiştir (Borges ve ark 2012). Bu çalışmalarda bizim çalışmamızda olduğu gibi MTA Fillapex patının düşük bağlanım değerlerini desteklemektedir.

Endodonti sürekli gelişmektedir. Son 20 yılda enstrümantasyon alanındaki araştırmalar ve gelişmeler son derece aktif olmuştur. Son zamanlarda dezenfeksiyon ve irrigasyon prosedürleri endodontik araştırmalarda en çok değerlendirilen ve geliştirilmeye çalışılan iki konudur. Şekillendirme prosedürleriyle kök kanal dezenfeksiyonu önemli ölçüde kolaylaştırılmıştır. Prosedürün son adımı olan kanal dolgusu genellikle en zor, en zaman alıcı ve dikkat gerektiren aşamasıdır. Ancak son zamanlarda bu ürünün kanal dolgusunda yeni bir yaklaşım olan güta perkasız kanal doldurucu ajan olarak kullanılması önerilmektedir. Rastgele yapılan ve sunulan klinik vakaların sonuçları son derece cesaret vericidir. Daha kolay ve hızlı kök kanal dolgusunun sağlanabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız iki bölüm olarak planlanmıştır. İlk olarak NaOCl, CHX ve OCT irrigasyon solüsyonlarının ve bu solüsyonların Vibringe, EndoActivator ve Nd:YAG lazer ile aktivasyonlarının *E. faecalis*'le enfekte edilen kök kanallarında dezenfeksiyon etkileri değerlendirildi. İkinci olarak kök kanal dentinine Vibringe, EndoActivator ve Nd:YAG lazer ile aktive edilerek uygulanan NaOCl ve EDTA solüsyonlarının MTA Fillapex ve BioRoot RCS kök kanal patlarının dentine adezyonuna olan etkileri push-out yöntemi ile değerlendirildi. Bu *ex vivo* çalışmayla elde edilen bulgular dahilinde sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

Çalışmamızda NaOCl ve OCT irrigasyon solüsyonlarının manuel irrigasyonla kullanımları ile Nd:YAG lazer, Vibringe, EndoActivator aktivasyon teknikleri ile birlikte kullanımları arasında *E. faecalis*'e etkileri üzerinde fark bulunamadı. NaOCl ve OCT tek başına kullanıldığında tüm bakterileri yok edebilmiştir. Bu bulgu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Klinik olarak uygulama prosedürlerini kolaylaştırmak, tedavi zamanının kısa olması ve daha ekonomik olduğu düşünüldüğünde NaOCl ve OCT'in klinikte manuel olarak endodontik irrigasyon iğnesiyle uygulanması önerilebilir.

İrrigasyon solüsyonu olarak CHX'in kullanıldığı örneklerde, manuel ve Nd:YAG lazer ile kullanılması etkili dezenfeksiyon sağlarken, Vibringe ve EndoActivator ile kullanıldığında yüzeyde çökelti meydana gelmiş ve *E. faecalis*'i tam olarak elimine etmekte başarı gösterememiştir. Bu nedenle CHX'in sonik aktivasyon cihazları ile birlikte kullanılması tavsiye edilemez.

Patların bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmamızda BioRoot RCS patı en iyi bağlanma dayanım değerlerini göstermiştir. Bu patın smear varlığında daha iyi bağlantı sağlaması da ayrıca dikkate değerdir. Tek kon tekniğinde apikaldeki bağlanma dayanım değerlerinin yüksek olması bu patın gelecekte, daha basit bir kök kanal dolgu yöntemine fırsat sağlayacağını düşündürmektedir. Bunu teyit etmek için daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu yeni nesil patın avantajlarının değerlendirildiği ileri çalışmalar planlanmalıdır.

Çalışmamıza göre smear tabakanın uzaklaştırılması BioRoot RCS ve MTA Fillapex patlarının bağlanma dayanımını artırmamıştır. Bu nedenle bu patlar kullanılarak kanal dolgusu yapılacağı zaman smear tabakayı uzaklaştırmak için NaOCl-EDTA irrigasyon

solüsyonlarının ve bu solüsyonları aktive ederek etkilerini artıran Vibringe, EndoActivator gibi ilave sonik cihazların kullanılması herhangi bir avantaj sağlamamaktadır.

Manuel, Nd:YAG lazer ve kontrol grubu olarak serum kullanılan örneklerde her iki patta da bağlanma dayanım değerleri daha yüksek bulunmuştur. Yine lazerin maliyeti ve uygulama pratiği göz önüne alındığında bu patları kullanırken Nd:YAG lazer kullanımı, patların bağlanma dayanım değerlerini artırıp ek bir avantaj sağlamadığı için gerekli değildir.



6. KAYNAKLAR

- Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W, Heithersay G, 1991. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *International endodontic journal*, 24, 6, 308-16.
- Agrawal Vineet S, Rajesh M, Sonali K, Mukesh P, 2014. A Contemporary Overview of Endodontic Irrigants—A Review. *J Dent App*, 1, 6, 105-15.
- Ahmad M, Roy R, Kamarudin A, 1992. Observations of acoustic streaming fields around an oscillating ultrasonic file. *Dental Traumatology*, 8, 5, 189-94.
- Ahmeduddin M, Nagesh B, Reddy KN, Raj KS, 2012. An assessment of bactericidal effect of two different types of lasers on enterococcus faecalis: An in vitro study. *Journal of Dental Lasers*, 6, 1, 2.
- Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M, 2009. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *Journal of endodontics*, 35, 10, 1408-11.
- Al- Bakri A, Othman G, Bustanji Y, 2009. The assessment of the antibacterial and antifungal activities of aspirin, EDTA and aspirin–EDTA combination and their effectiveness as antibiofilm agents. *Journal of applied microbiology*, 107, 1, 280-6.
- Alaçam T, 2012. *Endodonti*, Ankara, p.
- Amalaradjou MAR, Norris CE, Venkitanarayanan K, 2009. Effect of octenidine hydrochloride on planktonic cells and biofilms of *Listeria monocytogenes*. *Applied and environmental microbiology*, 75, 12, 4089-92.
- Amin SAW, Seyam RS, El-Samman MA, 2012. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate–based and an epoxy resin–based endodontic sealer. *Journal of endodontics*, 38, 5, 696-9.
- Angerame D, De Biasi M, Pecci R, Bedini R, Tommasin E, Marigo L, Somma F, 2012. Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48, 1, 35-41.
- Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I, 2004. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology* 2000, 36, 1, 59-97.
- Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Valderrama MJ, Baca P, 2010. Eradication of *Enterococcus faecalis* biofilms by cetrizime and chlorhexidine. *Journal of endodontics*, 36, 1, 87-90.
- Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghodduji J, Kheirih S, Brink F, 2009. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *Journal of Endodontics*, 35, 2, 243-50.
- Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS, 2012. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate–based and one epoxy resin–based sealers. *Journal of endodontics*, 38, 2, 219-21.
- Aşçı SK, 2014. *Endodonti*, İstanbul, Quintessence, p.
- Atmeh A, Chong E, Richard G, Festy F, Watson T, 2012. Dentin-cement Interfacial Interaction Calcium Silicates and Polyalkenoates. *Journal of Dental Research*, 91, 5, 454-9.
- Bader C, Krejci I, 2006. Indications and limitations of Er: YAG laser applications in dentistry. *American journal of dentistry*, 19, 3, 178.
- Bago I, Plecko V, Gabric Panduric D, Schauperl Z, Baraba A, Anic I, 2013. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. *International endodontic journal*, 46, 4, 339-47.
- Bains R, Bains VK, Loomba K, Verma K, Nasir A, 2012. Management of pulpal floor perforation and grade II Furcation involvement using mineral trioxide aggregate and platelet rich fibrin: A clinical report. *Contemporary clinical dentistry*, 3, 6, 223.
- Bal C, Alacam A, Tuzuner T, Tirali RE, Baris E, 2011. Effects of antiseptics on pulpal healing under calcium hydroxide pulp capping: a pilot study. *European journal of dentistry*, 5, 3, 265.
- Barrette Jr WC, Hannum DM, Wheeler WD, Hurst JK, 1989. General mechanism for the bacterial toxicity of hypochlorous acid: abolition of ATP production. *Biochemistry*, 28, 23, 9172-8.
- Basrani B, 2005. Chlorhexidine gluconate. *Australian Endodontic Journal*, 31, 2, 48-52.
- Basrani B, Haapasalo M, 2012. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*, 27, 1, 74-102.
- Basrani B, Tjäderhane L, Santos JM, Pascon E, Grad H, Lawrence HP, Friedman S, 2003. Efficacy of chlorhexidine-and calcium hydroxide–containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96, 5, 618-24.

- Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A, 2007. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of endodontics*, 33, 8, 966-9.
- Baumgartner JC, Ibay AC, 1987. The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *Journal of endodontics*, 13, 2, 47-51.
- Baxter CD, Waylonis GW, 1995. *Therapeutic Lasers: Theory and Practice*. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 74, 4, 327.
- Berber V, Gomes B, Sena N, Vianna M, Ferraz C, Zaia A, Souza- Filho F, 2006. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International endodontic journal*, 39, 1, 10-7.
- Bergenholtz G, 1990. Pathogenic mechanisms in pulpal disease. *Journal of endodontics*, 16, 2, 98-101.
- Berutti E, Marini R, Angeretti A, 1997. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *Journal of endodontics*, 23, 12, 725-7.
- Best S, Porter A, Thian E, Huang J, 2008. Bioceramics: past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society*, 28, 7, 1319-27.
- Bilgiç A, Bodrumlu E, 2016. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları: Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*.
- Bin CV, Valera MC, Camargo SE, Rabelo SB, Silva GO, Balducci I, Camargo CHR, 2012. Cytotoxicity and genotoxicity of root canal sealers based on mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 38, 4, 495-500.
- Blahnik JA, Rindge DW. *Laser therapy: a clinical manual*.
- Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN, 2013. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *J Endod*, 39, 5, 708-11.
- Borges R, Sousa- Neto M, Versiani M, Rached- Júnior F, De- Deus G, Miranda C, Pécora J, 2012. Changes in the surface of four calcium silicate- containing endodontic materials and an epoxy resin- based sealer after a solubility test. *International endodontic journal*, 45, 5, 419-28.
- Brito-Júnior M, Quintino AFC, Camilo CC, Normanha JA, Faria-e-Silva AL, 2010. Nonsurgical endodontic management using MTA for perforative defect of internal root resorption: report of a long term follow-up. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 110, 6, 784-8.
- Byström A, Sundqvist G, 1981. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences*, 89, 4, 321-8.
- Byström A, Sunqvist G, 1985. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International endodontic journal*, 18, 1, 35-40.
- Camargo SEA, Valera MC, Camargo CHR, Fonseca MB, Menezes MM, 2005. Effects of Nd: YAG laser irradiation on root canal dentin wall: a scanning electron microscopic study. *Photomedicine and Laser Therapy*, 23, 4, 399-404.
- Camilleri J, 2008. Modification of mineral trioxide aggregate. Physical and mechanical properties. *International endodontic journal*, 41, 10, 843-9.
- Camilleri J, 2009. Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. *Journal of Endodontics*, 35, 10, 1412-7.
- Camilleri J, 2015. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *Journal of endodontics*, 41, 1, 72-8.
- Camilleri J, Pitt Ford T, 2006. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International endodontic journal*, 39, 10, 747-54.
- Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I, 2015. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *Journal of endodontics*, 41, 9, 1469-73.
- Cardoso MG, de Oliveira LD, Koga-Ito CY, Jorge AOC, 2008. Effectiveness of ozonated water on *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, and endotoxins in root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105, 3, e85-e91.
- Carneiro S, Sousa- Neto M, Rached- Júnior F, Miranda C, Silva S, Silva- Sousa Y, 2012. Push- out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. *International endodontic journal*, 45, 9, 821-8.
- Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P, 2010. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of endodontics*, 36, 8, 1361-6.
- Cekic-Nagas I, Ergun G, Nagas E, Tezvergil A, Vallittu PK, Lassila LV, 2008. Comparison between regional micropush-out and microtensile bond strength of resin composite to dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 66, 2, 73-81.
- Cengiz T, Aktener B, Piskin B, 1990. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal Irrigants. *International endodontic journal*, 23, 3, 163-71.
- Chávez de Paz L, 2004. Gram- positive organisms in endodontic infections. *Endodontic Topics*, 9, 1, 79-96.
- Cheung G, Stock C, 1993. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *International endodontic journal*, 26, 6, 334-43.

- Clegg M, Vertucci F, Walker C, Belanger M, Britto L, 2006. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *Journal of endodontics*, 32, 5, 434-7.
- Coluzzi DJ, 2004. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental clinics of North America*, 48, 4, 751-70.
- Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L, 1981. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin: I. Influence of pH. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 52, 4, 446-8.
- Cvek M, Nord C-E, Hollender L, 1975. Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root. A clinical and microbiologic study. *Odontologisk revy*, 27, 1, 1-10.
- Çalışkan MK, 2006. Endodontide tanı ve tedaviler, Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri, p.
- Dametto FR, Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ, 2005. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99, 6, 768-72.
- de Almeida AP, Souza MA, Miyagaki DC, Dal Bello Y, Cecchin D, Farina AP, 2014. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite associated with passive ultrasonic irrigation on antimicrobial activity of a root canal system infected with *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. *Journal of endodontics*, 40, 12, 1953-7.
- Decker EM, Weiger R, Wiech I, Heide PE, Brex M, 2003. Comparison of antiadhesive and antibacterial effects of antiseptics on *Streptococcus sanguinis*. *European journal of oral sciences*, 111, 2, 144-8.
- Dederich DN, Bushick RD, 2004. Lasers in dentistry: separating science from hype. *The Journal of the American Dental Association*, 135, 2, 204-12.
- Dederich DN, Zakariasen KL, Tulip J, 1984. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *Journal of Endodontics*, 10, 9, 428-31.
- Denton GW, 1991. Chlorhexidine. Disinfection, sterilization and preservation. 4th ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 274-89.
- Desai P, Himel V, 2009. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of endodontics*, 35, 4, 545-9.
- Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O, 2000. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *International endodontic journal*, 33, 1, 46-52.
- Dimitrova-Nakov S, Uzunoglu E, Ardila-Osorio H, Baudry A, Richard G, Kellermann O, Goldberg M, 2015. In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dental Materials*, 31, 11, 1290-7.
- DiVito E, Lloyd A, 2012. ER: YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: use of photon-induced photoacoustic streaming. *Dentistry today*, 31, 11, 122, 4-7.
- Drummond J, Sakaguchi R, Racean D, Wozny J, Steinberg A, 1996. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 32, 4, 533-41.
- Dubok VA, 2000. Bioceramics—Yesterday, Today, Tomorrow. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 39, 7-8, 381-94.
- Dumani A, Guvenmez HK, Yilmaz S, Yoldas O, Kurklu ZGB, 2016. Antibacterial Efficacy of Calcium Hypochlorite with Vibringe Sonic Irrigation System on *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *BioMed research international*, 2016.
- EL-Ma'aita AM, Qualtrough AJ, Watts DC, 2013. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dental Materials*, 29, 7, 797-803.
- Eldeniz AU, Guneser MB, Akbulut MB, 2015. Comparative antifungal efficacy of light-activated disinfection and octenidine hydrochloride with contemporary endodontic irrigants. *Lasers in medical science*, 30, 2, 669-75.
- Evans M, Davies J, Sundqvist G, Figdor D, 2002. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *International endodontic journal*, 35, 3, 221-8.
- Fardai O, Turnbull RS, 1986. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 112, 6, 863-9.
- Faria- Júnior N, Tanomaru- Filho M, Berbert FLCV, Guerreiro- Tanomaru J, 2013. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. *International endodontic journal*, 46, 8, 755-62.
- Finkbeiner RL, 1995. The results of 1328 periodontal pockets treated with the argon laser: Selective pocket thermolysis. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 13, 4, 273-81.
- Fleming MG, Maillet WA, 1999. Photopolymerization of composite resin using the argon laser. *Journal-Canadian Dental Association*, 65, 447-52.
- Frentzen M, Koort H-J, Thensiri I, 1992. Excimer lasers in dentistry: future possibilities with advanced technology. *Quintessence International*, 23, 2.
- Frentzen M, Koort H, 1990. Lasers in dentistry: new possibilities with advancing laser technology? *International dental journal*, 40, 6, 323-32.

- Gerek M, Asci S, Yaylali D, 2010. Ex vivo evaluation of antibacterial effects of Nd: YAG and diode lasers in root canals. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24, 3, 2031-4.
- Gogos C, Stavrianos C, Kolokouris I, Papadoyannis I, Economides N, 2003. Shear bond strength of AH-26 root canal sealer to dentine using three dentine bonding agents. *Journal of dentistry*, 31, 5, 321-6.
- Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B, 1964. Impact of the laser on dental caries.
- Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS, 1982. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *Journal of endodontics*, 8, 11, 487-92.
- Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, Souza- Filho F, 2001. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal*, 34, 6, 424-8.
- Gomes B, Lilley J, Drucker D, 1996. Associations of endodontic symptoms and signs with particular combinations of specific bacteria. *International endodontic journal*, 29, 2, 69-75.
- Gomes B, Souza S, Ferraz C, Teixeira F, Zaia A, Valdrighi L, Souza-Filho F, 2003. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *International endodontic journal*, 36, 4, 267-75.
- Goodman A, Schilder H, Aldrich W, 1974. The thermomechanical properties of gutta-percha: II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 37, 6, 954-61.
- Goodman A, Schilder H, Aldrich W, 1981. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 51, 5, 544-51.
- Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M, 2004. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push- out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences*, 112, 4, 353-61.
- Goya C, Yamazaki R, Tomita Y, Kimura Y, Matsumoto K, 2000. Effects of pulsed Nd: YAG laser irradiation on smear layer at the apical stop and apical leakage after obturation. *International endodontic journal*, 33, 3, 266-71.
- Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M, 2003. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International endodontic journal*, 36, 6, 411-5.
- Greenstein G, Berman C, Jaffin R, 1986. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. *Journal of periodontology*, 57, 6, 370-7.
- Grossman L, Oliet S, Del Rio C, 1988. Preparation of the root canal: equipment and technique for cleaning, shaping and irrigation. *Endodontic practice*, 1, 179-222.
- Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR, 2009. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 35, 6, 791-804.
- Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU, 2016. Antibacterial effect of chlorhexidine-cetrimide combination, *Salvia officinalis* plant extract and octenidine in comparison with conventional endodontic irrigants. *Dental Materials Journal*, 35, 5, 736-41.
- Gutknecht N, Franzen R, Schippers M, Lampert F, 2004. Bactericidal effect of a 980-nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 22, 1, 9-13.
- Gutknecht N, Moritz A, Conrads G, Sievert T, Lampert F, 1996. Bactericidal effect of the Nd: YAG laser in in vitro root canals. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 14, 2, 77-80.
- Haapasalo H, Siren E, Waltimo T, Ørstavik D, Haapasalo M, 2000. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *International endodontic journal*, 33, 2, 126-31.
- Haapasalo M, Endal U, Zandi HC, J. M., 2005. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10, 77-102.
- Haapasalo M, Ørstavik D, 1987. In vitro infection and of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 66, 8, 1375-9.
- Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y, 2010. Irrigation in endodontics. *Dental clinics of North America*, 54, 2, 291-312.
- Han L, Okiji T, 2013. Bioactivity evaluation of three calcium silicate- based endodontic materials. *International endodontic journal*, 46, 9, 808-14.
- Hand RE, Smith ML, Harrison JW, 1978. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 4, 2, 60-4.
- Harashima T, Takeda FH, Kimura Y, Matsumoto K, 1997. Effect of Nd: YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 15, 3, 131-5.
- Harke H, 1989. Octenidine dihydrochloride, properties of a new antimicrobial agent. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*= *International journal of hygiene and environmental medicine*, 188, 1-2, 188-93.
- Hennessey T, 1973. Some antibacterial properties of chlorhexidine. *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 61-7.

- Hjeljord L, Rölla G, Bonesvoll P, 1973. Chlorhexidine–protein interactions. *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 11-6.
- Hong S-T, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Shon W-J, Lee W, 2010. Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *Journal of endodontics*, 36, 12, 1995-9.
- Hubble T, Hatton J, Nallapareddy S, Murray B, Gillespie M, 2003. Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. *Oral microbiology and immunology*, 18, 2, 121-6.
- Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LS, Kaufman B, 2010. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *Journal of endodontics*, 36, 8, 1315-8.
- Hunter KR, Doblecki W, Pelleu GB, 1991. Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta-percha. *Journal of endodontics*, 17, 7, 310-2.
- Hülsmann M, Hahn W, 2000. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International endodontic journal*, 33, 3, 186-93.
- Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A, 2003. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal*, 36, 12, 810-30.
- Ingle JI, 1985. *Endodontics* Lea & Febiger. Philadelphia, PA, 37-8.
- Islam I, Chng HK, Yap AUJ, 2006. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *Journal of Endodontics*, 32, 3, 193-7.
- Jeansonne MJ, White RR, 1994. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *Journal of endodontics*, 20, 6, 276-8.
- Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM, 2012. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. *Journal of endodontics*, 38, 10, 1330-6.
- Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK, 1999. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*, 25, 11, 735-8.
- Johnson M, Sidow SJ, Looney SW, Lindsey K, Niu L-n, Tay FR, 2012. Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *Journal of endodontics*, 38, 9, 1265-8.
- Jontell M, Okiji T, Dahlgren U, Bergenholtz G, 1998. Immune defense mechanisms of the dental pulp. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 9, 2, 179-200.
- Judy MM, Matthews JL, Aronoff BL, Hults DF, 1993. Soft tissue studies with 805 nm diode laser radiation: thermal effects with contact tips and comparison with effects of 1064 nm Nd: YAG laser radiation. *Lasers in surgery and medicine*, 13, 5, 528-36.
- Jurić IB, Plečko V, Anić I, Pleško S, Jakovljević S, Rocca JP, Medioni E, 2016. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, Nd: YAG laser and QMiX solution against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 13, 238-43.
- Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R, 1965. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 20, 3, 340-9.
- Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Imai Y, 2000. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *Journal of endodontics*, 26, 4, 230-5.
- Khademi A, Mohammadi Z, Davari A, 2008. Evaluation of the antibacterial substantivity of three concentrations of chlorhexidine in bovine root dentine. *Iranian Endod J*, 2, 112-5.
- Kivanç BH, Ulusoy ÖİA, Görgül G, 2008. Effects of Er: YAG laser and Nd: YAG laser treatment on the root canal dentin of human teeth: a SEM study. *Lasers in medical science*, 23, 3, 247-52.
- Koch K, Brave G, Nasseh A, 2010. Bioceramic technology: closing the endo-restorative circle, part 2. *Dentistry today*, 29, 3, 98, 100, 2-5.
- Kouchi Y, Ninomiya J, Yasuda H, Fukui K, Moriyama T, Okamoto H, 1980. Location of *Streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. *Journal of dental research*, 59, 12, 2038-46.
- Koulaouzidou EA, Margelos J, Beltes P, Kortsaris AH, 1999. Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 25, 1, 21-3.
- Kramer A, Höpfe H, Krull B, Pitten F-A, Rosenau S, 1998. Antiseptic efficacy and acceptance of Octenisept computed with common antiseptic mouthwashes. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin= International journal of hygiene and environmental medicine*, 200, 5-6, 443-56.
- Kratchman SI, 2004. Perforation repair and one-step apexification procedures. *Dental Clinics*, 48, 1, 291-307.
- Kuah H-G, Lui J-N, Tseng PS, Chen N-N, 2009. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*, 35, 3, 393-6.
- Kumar VR, Bahuguna N, Manan R, 2015. Comparison of efficacy of various root canal irrigation systems in removal of smear layer generated at apical third: An SEM study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 18, 3, 252.

- Lee K-W, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH, 2002. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 28, 10, 684-8.
- Lee Y-L, Lin F-H, Wang W-H, Ritchie H, Lan W-H, Lin C-P, 2007. Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *Journal of dental research*, 86, 6, 534-8.
- Levy G, 1992. Cleaning and shaping the root canal with a Nd: YAG laser beam: a comparative study. *Journal of Endodontics*, 18, 3, 123-7.
- Lima KC, Fava LR, Siqueira JF, 2001. Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *Journal of Endodontics*, 27, 10, 616-9.
- Love R, 2001. *Enterococcus faecalis*—a mechanism for its role in endodontic failure. *International endodontic journal*, 34, 5, 399-405.
- Löe H, Rindom Schiött C, 1970. The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *Journal of Periodontal Research*, 5, 2, 79-83.
- Lucena J, Decker E, Walter C, Boeira L, Löst C, Weiger R, 2013. Antimicrobial effectiveness of intracanal medicaments on *Enterococcus faecalis*: chlorhexidine versus octenidine. *International endodontic journal*, 46, 1, 53-61.
- Maiman TH, 1960. Stimulated optical radiation in ruby.
- Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark W, Zehnder M, 2007. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—mechanical, chemical and structural evaluation. *International endodontic journal*, 40, 10, 786-93.
- Martins C, Leoni G, Oliveira H, Arid J, Queiroz A, Silva L, Sousa- Neto M, 2016. Influence of therapeutic cancer radiation on the bond strength of an epoxy- or an MTA- based sealer to root dentine. *International endodontic journal*, 49, 11, 1065-72.
- Matsumoto K, 2000. Lasers in endodontics. *Dental clinics of North America*, 44, 4, 889-906, viii.
- McKenna SM, Davies K, 1988. The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid. Possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochem. J*, 254, 685-92.
- Mestres G, Aguilera FS, Manzanares N, Sauro S, Osorio R, Toledano M, Ginebra M-P, 2014. Magnesium phosphate cements for endodontic applications with improved long- term sealing ability. *International endodontic journal*, 47, 2, 127-39.
- Midda M, Renton-Harper P, 1991. Lasers in dentistry. *British dental journal*, 170, 9, 343-6.
- Miller M, Truhe T, 1993. Lasers in dentistry: an overview. *The Journal of the American Dental Association*, 124, 2, 32-5.
- Mjör I, Smith M, Ferrari M, Mannocci F, 2001. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *International endodontic journal*, 34, 5, 346-53.
- Mohammadi Z, Abbott PV, 2009. Antimicrobial substantivity of root canal irrigants and medicaments: a review. *Australian Endodontic Journal*, 35, 3, 131-9.
- Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T, 1998. Microbiological status of root- filled teeth with apical periodontitis. *International endodontic journal*, 31, 1, 1-7.
- Mooney GC, North S, 2008. The current opinions and use of MTA for apical barrier formation of non- vital immature permanent incisors by consultants in paediatric dentistry in the UK. *Dental Traumatology*, 24, 1, 65-9.
- Moorer W, Wesselink P, 1982. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International endodontic journal*, 15, 4, 187-96.
- Moritz A, Doertbudak O, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Sperr W, 1997. Nd: YAG laser irradiation of infected root canals in combination with microbiological examinations. *The Journal of the American Dental Association*, 128, 11, 1525-30.
- Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Jakolitsch S, Kluger W, Wernisch J, Sperr W, 1999. The bactericidal effect of Nd: YAG, Ho: YAG, and Er: YAG laser irradiation in the root canal: an in vitro comparison. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 17, 4, 161-4.
- Morris MD, Lee K-W, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH, 2001. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *Journal of Endodontics*, 27, 12, 753-7.
- Moshonov J, Sion A, Kasirer J, Rotstein I, Stabholz A, 1995. Efficacy of argon laser irradiation in removing intracanal debris. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 79, 2, 221-5.
- Möller ÅJ, Fabricius L, Dahlen G, Öhman AE, Heyden G, 1981. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *European Journal of Oral Sciences*, 89, 6, 475-84.
- Müller G, Kramer A, 2006. Comparative study of in vitro cytotoxicity of povidone-iodine in solution, in ointment or in a liposomal formulation (Repithel®) and selected antiseptics. *Dermatology*, 212, Suppl. 1, 91-3.
- Nair P, Baltensperger MM, Luder HU, Eyrich GK, 2003. Pulpal response to Er: YAG laser drilling of dentine in healthy human third molars. *Lasers in surgery and medicine*, 32, 3, 203-9.

- Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G, 1990. 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. *Journal of Endodontics*, 16, 12, 580-8.
- Namazikhah M, Nekoofar MH, Sheykhrezae M, Salariyeh S, Hayes SJ, Bryant ST, Mohammadi M, Dummer PMH, 2008. The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *International endodontic journal*, 41, 2, 108-16.
- Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C, De- Deus G, Zehnder M, 2011. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *International endodontic journal*, 44, 6, 491-8.
- Neuhaus KW, Liebi M, Stauffacher S, Eick S, Lussi A, 2016. Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. *Journal of Endodontics*, 42, 12, 1799-803.
- Noguchi N, Noiri Y, Narimatsu M, Ebisu S, 2005. Identification and localization of extraradicular biofilm-forming bacteria associated with refractory endodontic pathogens. *Applied and environmental microbiology*, 71, 12, 8738-43.
- Ohara P, Torabinejad M, Kettering J, 1993. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Dental Traumatology*, 9, 3, 95-100.
- Okano M, Nomura M, Hata S, Okada N, Sato K, Kitano Y, Tashiro M, Yoshimoto Y, Hama R, Aoki T, 1989. Anaphylactic symptoms due to chlorhexidine gluconate. *Archives of Dermatology*, 125, 1, 50-2.
- Oliveira DP, Barbizam JV, Trope M, Teixeira FB, 2007. In vitro antibacterial efficacy of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103, 5, 702-6.
- Onay EO, Ungor M, Ari H, Belli S, Ogus E, 2009. Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107, 6, 879-85.
- Ørstavik D, Haapasalo M, 1990. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*, 6, 4, 142-9.
- Paqué F, Luder H, Sener B, Zehnder M, 2006. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *International endodontic journal*, 39, 1, 18-25.
- Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzone A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S, 2010. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. *Journal of endodontics*, 36, 2, 282-5.
- Pascon EA, Spngberg LS, 1990. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *Journal of endodontics*, 16, 9, 429-33.
- Pashley DH, 1996. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 7, 2, 104-33.
- Pashley E, Birdsong N, Bowman K, Pashley D, 1985. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *Journal of endodontics*, 11, 12, 525-8.
- Patters M, Nalbandian J, Nichols F, Niekrash C, Kennedy J, Kiel R, Trummel C, 1986. Effects of octenidine mouthrinse on plaque formation and gingivitis in humans. *Journal of periodontal research*, 21, 2, 154-62.
- Patterson SS, 1963. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16, 1, 83-103.
- Peters L, Wesselink P, Buijs J, Van Winkelhoff A, 2001. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, 27, 2, 76-81.
- Peters L, Wesselink P, Moorers W, 1995. The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. *International endodontic journal*, 28, 2, 95-9.
- Peters L, Wesselink P, Moorers W, 2000. Penetration of bacteria in bovine root dentine in vitro. *International endodontic journal*, 33, 1, 28-36.
- Pick RM, 1993. Using Lasers in Clinical Denial Practice. *The Journal of the American Dental Association*, 124, 2, 37-47.
- Pinheiro E, Gomes B, Ferraz C, Sousa E, Teixeira F, Souza-Filho F, 2003. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *International endodontic journal*, 36, 1, 1-11.
- Pitten F-A, Werner H-P, Kramer A, 2003. A standardized test to assess the impact of different organic challenges on the antimicrobial activity of antiseptics. *Journal of Hospital Infection*, 55, 2, 108-15.
- Prado M, Simão RA, Gomes BP, 2013. Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *Journal of endodontics*, 39, 5, 689-92.
- Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker D, 2004. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal*, 37, 7, 438-46.

- Ramsköld LO, Fong CD, Strömberg T, 1997. Thermal effects and antibacterial properties of energy levels required to sterilize stained root canals with an Nd: YAG laser. *Journal of endodontics*, 23, 2, 96-100.
- Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT, 2009. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *Journal of Endodontics*, 35, 5, 731-6.
- Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG, 2008. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dental Materials*, 24, 2, 149-64.
- Rôças IN, Siqueira JF, Santos KR, 2004. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of endodontics*, 30, 5, 315-20.
- Rodig T, Bozkurt M, Konietzschke F, Hulsmann M, 2010. Comparison of the Vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *J Endod*, 36, 8, 1410-3.
- Rooney J, Midda M, Leeming J, 1994. A laboratory investigation of the bactericidal effect of a NdYAG laser. *British dental journal*, 176, 2, 61-4.
- Russell AD, 1991. Principles of antimicrobial activity. *Disinfection, sterilization and preservation*, 29-58.
- Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW, 2003. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*, 29, 10, 674-8.
- Sagsen B, Ustun Y, Demirbuga S, Pala K, 2011. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *International endodontic journal*, 44, 12, 1088-91.
- Saunders W, Saunders E, 1994. Coronal leakage as a cause of failure in root- canal therapy: a review. *Dental Traumatology*, 10, 3, 105-8.
- Schilder H, 2006. Filling root canals in three dimensions. *Journal of endodontics*, 32, 4, 281-90.
- Schoop U, Kluger W, Moritz A, Nedjelic N, Georgopoulos A, Sperr W, 2004. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers Surg Med*, 35, 2, 111-6.
- Schwartz RS, Fransman R, 2005. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *Journal of endodontics*, 31, 3, 151-65.
- Sedgley C, Nagel A, Hall D, Applegate B, 2005. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real- time imaging in vitro. *International endodontic journal*, 38, 2, 97-104.
- Sedlock DM, Bailey DM, 1985. Microbicidal activity of octenidine hydrochloride, a new alkanediylibis [pyridine] germicidal agent. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 28, 6, 786-90.
- Seet AN, Zilm PS, Gully NJ, Cathro PR, 2012. Qualitative comparison of sonic or laser energisation of 4% sodium hypochlorite on an *Enterococcus faecalis* biofilm grown in vitro. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 38, 3, 100-6.
- Serper A, Çalt S, 2002. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*, 28, 7, 501-2.
- Shahravan A, Haghdoost A-A, Adl A, Rahimi H, Shadifar F, 2007. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33, 2, 96-105.
- Shin S-J, Kim H-K, Jung I-Y, Lee C-Y, Lee S-J, Kim E, 2010. Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109, 3, 479-84.
- Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M, 2004. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *Journal of Endodontics*, 30, 5, 342-7.
- Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA, 2013. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *Journal of Endodontics*, 39, 2, 274-7.
- Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K, 2001. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International endodontic journal*, 34, 2, 120-32.
- Simon S, Flouriot AC, 2016. BioRoot™ RCS a new biomaterial for root canal filling. *J Case Studies Collection*, 13, 4-11.
- Siqueira JF, de Uzeda M, 1996. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics*, 22, 12, 674-6.
- Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, 2000. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90, 5, 647-50.
- Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Lima KC, 2000. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 26, 6, 331-4.

- Siren E, Haapasalo M, Ranta K, Salmi P, Kerosuo E, 1997. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *International endodontic journal*, 30, 2, 91-5.
- Slee AM, O'Connor JR, 1983. In vitro antiplaque activity of octenidine dihydrochloride (WIN 41464-2) against preformed plaques of selected oral plaque-forming microorganisms. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 23, 3, 379-84.
- Sönmez I, Sönmez D, Almaz M, 2013. Evaluation of push-out bond strength of a new MTA-based sealer. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 14, 3, 161-6.
- Spangberg L, Engström B, Langeland K, 1973. Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 36, 6, 856-71.
- Spratt D, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K, 2001. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *International endodontic journal*, 34, 4, 300-7.
- Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M, 2010. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of endodontics*, 36, 9, 1558-62.
- Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB, 2006. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of endodontics*, 32, 2, 93-8.
- Sudsangiam S, van Noort R, 1999. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *Journal of Adhesive Dentistry*, 1, 1.
- Sundqvist G, 1976. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. 7, Department of Oral Microbiology, University of Umeå, p.
- Sundqvist G, 1994. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 78, 4, 522-30.
- Sundqvist G, Figdor D, 1998. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U, 1998. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85, 1, 86-93.
- Tanalp J, Dikbas I, Malkondu Ö, Ersev H, Güngör T, Bayırlı G, 2012. Comparison of the fracture resistance of simulated immature permanent teeth using various canal filling materials and fiber posts. *Dental Traumatology*, 28, 6, 457-64.
- Tandjung L, Waltimo T, Hauser I, Heide P, Decker EM, Weiger R, 2007. Octenidine in root canal and dentine disinfection ex vivo. *International endodontic journal*, 40, 11, 845-51.
- Tanomaru Filho M, Leonardo M, Silva L, Anibal F, Faccioli L, 2002. Inflammatory response to different endodontic irrigating solutions. *International endodontic journal*, 35, 9, 735-9.
- Tardivo D, Pommel L, La Scola B, Camps J, 2010. Antibacterial efficiency of passive ultrasonic versus sonic irrigation. *Ultrasonic root canal irrigation. Odonto-stomatologie tropicale= Tropical dental journal*, 33, 129, 29-35.
- Tarhan SÇ, Uzunoglu E, 2010. Kök kanal dolgu maddeleri. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics*, 1, 3, 1-15.
- Tavarez CO, Böttcher DE, Assmann E, Kopper PMP, De Figueiredo JAP, Grecca FS, Scarparo RK, 2013. Tissue reactions to a new mineral trioxide aggregate-containing endodontic sealer. *Journal of endodontics*, 39, 5, 653-7.
- Timpawat S, Harnirattisai C, Senawongs P, 2001. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to the root canal wall. *J Endod*, 27, 3, 168-71.
- Tirali RE, Bodur H, Sipahi B, Sungurtekin E, 2013. Evaluation of the antimicrobial activities of chlorhexidine gluconate, sodium hypochlorite and octenidine hydrochloride in vitro. *Australian Endodontic Journal*, 39, 1, 15-8.
- Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S, 2009. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of endodontics*, 35, 7, 930-7.
- Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK, 2002. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 94, 6, 658-66.
- Torabinejad M, Hong C, McDonald F, Ford TP, 1995. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of endodontics*, 21, 7, 349-53.
- Tronstad L, Andreassen J, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I, 1981. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 7, 1, 17-21.
- Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P, 1985. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dental Traumatology*, 1, 2, 69-76.
- Trope M, Debelian G, 2008. Microbial control: the first stage of root canal treatment. *General dentistry*, 57, 6, 580-8.

- Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Strauss YT, Ceresoli V, Del Fabbro M, 2013. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: an updated meta-analysis of the literature. *Journal of endodontics*, 39, 3, 332-9.
- Tuncel B, Nagas E, Cehreli Z, Uyanik O, Vallittu P, Lassila L, 2015. Effect of endodontic chelating solutions on the bond strength of endodontic sealers. *Brazilian oral research*, 29, 1, 1-6.
- Tuner J, Hode L, 2002. *Laser therapy: clinical practice and scientific background: a guide for research scientists, doctors, dentists, veterinarians and other interested parties within the medical field*, Prima Books AB, p.
- Turesky S, Warner V, Lin PS, Soloway B, 1977. Prolongation of antibacterial activity of chlorhexidine adsorbed to teeth. Effect of sulfates. *Journal of periodontology*, 48, 10, 646-9.
- Vatkar NA, Hegde V, Sathe S, 2016. Vitality of *Enterococcus faecalis* inside dentinal tubules after five root canal disinfection methods. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 19, 5, 445.
- Veljović D, Čolić M, Kojić V, Bogdanović G, Kojić Z, Banjac A, Palcevskis E, Petrović R, Janačković D, 2012. The effect of grain size on the biocompatibility, cell-materials interface, and mechanical properties of microwave-sintered bioceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 100, 11, 3059-70.
- Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, de Souza-Filho FJ, 2004. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97, 1, 79-84.
- Wagner K-H, Jürß A, Zarembach B, Elmadfa I, 2004. Impact of antiseptics on radical metabolism, antioxidant status and genotoxic stress in blood cells: povidone-iodine versus octenidine dihydrochloride. *Toxicology in vitro*, 18, 4, 411-8.
- Waltimo T, Ørstavik D, Siren E, Haapasalo M, 1999. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *International endodontic journal*, 32, 6, 421-9.
- Wang Z, 2015. Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32, 1, 3-30.
- Weichman JA, Johnson FM, 1971. Laser use in endodontics: a preliminary investigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 31, 3, 416-20.
- Wigdor H, Abt E, Ashrafi S, Walsh JT, 1993. The effect of lasers on dental hard tissues. *The Journal of the American Dental Association*, 124, 2, 65-70.
- Winrow M, 1973. Metabolic studies with radiolabelled chlorhexidine in animals and man. *Journal of Periodontal Research*, 8, s12, 45-8.
- Wintner E, Strassl M, 2006. *Basic information on lasers. Oral laser application*. 1th ed. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 1-57.
- Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut CV, Camilleri J, 2015. In Situ Assessment of the Setting of Tricalcium Silicate-based Sealers Using a Dentin Pressure Model. *Journal of endodontics*, 41, 1, 111-24.
- Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS, 1983. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *Journal of Endodontics*, 9, 4, 137-42.
- Yang S-E, Cha J-H, Kim E-S, Kum K-Y, Lee C-Y, Jung I-Y, 2006. Effect of smear layer and chlorhexidine treatment on the adhesion of *Enterococcus faecalis* to bovine dentin. *Journal of endodontics*, 32, 7, 663-7.
- Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I, 1995. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*, 21, 12, 592-3.
- Zakariasen K, Dederich D, 1991. Dental lasers and science. *Journal (Canadian Dental Association)*, 57, 7, 570-3.
- Zehnder M, 2006. Root canal irrigants. *J Endod*, 32, 5, 389-98.
- Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M, 2009. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*, 35, 7, 1051-5.
- Zhang W, Li Z, Peng B, 2010. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *International endodontic journal*, 43, 9, 769-74.
- Zumtobel M, Assadian O, Leonhard M, Stadler M, Schneider B, 2009. The antimicrobial effect of Octenidine-dihydrochloride coated polymer tracheotomy tubes on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* colonisation. *BMC microbiology*, 9, 1, 150.

7. EKLER

Ek-1 Etik Kurul Kararı



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
DEĞERLENDİRME KOMİSYONU


Sayı: 05
Konu: 2013/04 sayılı komisyon kararları

07.05.2013

Sayın; Doç.Dr.Ayçe Ünverdi ELDENİZ,

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'nun 07.05.2013 tarihinde yapılan 2013/05 sayılı toplantısında yürütücüsü olduğunuz "**İrrigasyona ek olarak kullanılan lazer ve sonik aletlerin kök kanal dezenfeksiyonuna ve patların bağlantı dayanımına etkisi**" konu başlıklı projenin, bilimsel etik açısından uygun olduğuna, oy birliği ile karar verildi.

Gereğini bilgilerinize saygılarımla rica ederim.


Prof. Dr. A. Nilgün ÖZTÜRK
Komisyon Başkanı

8. ÖZGEÇMİŞ

19 Temmuz 1974 Konya’da doğdu. İlköğrenimini Konya İhsan Özkaşıkçı İlköğretim Okulu, orta öğrenimini Konya Kız Ortaokulu ve lise öğrenimini Konya Gazi Lisesinde tamamladı. 1991 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine girdi ve 1996 yılında mezun oldu. 1996-2006 yılları arasında özel muayenehanesinde diş hekimi olarak çalıştı. 2006 yılında Selçuk Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalında uzman olarak çalışmaya başladı ve aynı bölümde 2011 yılında doktora öğrenimine başladı.

